



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

MANUAL DE CARRETERAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN

EG-2013



Revisada y Corregida a Junio 2013



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

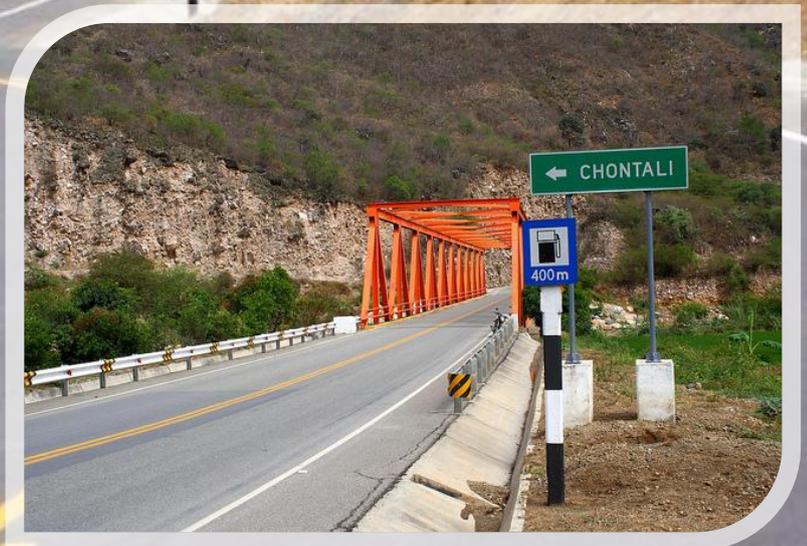
Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

MANUAL DE CARRETERAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN

EG-2013

TOMO I



Revisada y Corregida a Junio 2013



INDICE

TOMO I

PRESENTACIÓN

GENERALIDADES	3
Sección 01 Generalidades	7
Sección 02 Condiciones de licitación.....	21
Sección 03 Control de materiales.....	31
Sección 04 Control de calidad	39
Sección 05 Relaciones legales y responsabilidad ante el público	51
Sección 06 Desarrollo y progresión de la obra.....	65
Sección 07 Medición y pago	73
Sección 08 Seguridad laboral	79
Sección 09 Salubridad.....	85
CAPITULO I	91
TRABAJOS PRELIMINARES	91
Sección 101 Movilización y desmovilización de equipo.....	95
Sección 102 Topografía y georeferenciación	99
Sección 103 Mantenimiento de tránsito temporal y seguridad vial.....	109
Sección 104 Campamentos	123
Sección 105 Protección de restos arqueológicos.....	131
CAPITULO II	135
MOVIMIENTO DE TIERRAS	135
Sección 201 Desbroce y limpieza del terreno	139
Sección 202 Excavación para explanaciones.....	149



Sección 203	Remoción de derrumbes.....	167
Sección 204	Excavación general de túneles.....	175
Sección 205	Terraplenes	185
Sección 206	Pedraplenes	199
Sección 207	Mejoramiento de suelos	211
Sección 208	Obras de Encauzamiento	221
Sección 209	Conformación y acomodo de DME	227
CAPITULO III	233
AFIRMADOS	233
Sección 301	Afirmados.....	237
Sección 301.A	Suelos estabilizados con cemento.....	247
Sección 301.B	Suelos estabilizados con cal.....	261
Sección 301.C	Suelo estabilizado con productos químicos	273
Sección 301.D	Suelos estabilizados con sales.....	285
Sección 301.D	Suelos estabilizados con Cloruro de Sodio	285
Sección 301.D	Suelos estabilizados con Cloruro de Calcio	297
Sección 301.D	Suelos estabilizados con Cloruro de Magnesio	309
Sección 301.E	Suelos estabilizados con emulsión asfáltica	321
CAPITULO IV	335
CAPAS ANTICONTAMINANTES SUBBASES Y BASES	337
Sección 400	Disposiciones generales.....	341
Sección 401	Capa anticontaminante.....	353
Sección 402	Subbases granulares	359
Sección 403	Bases granulares	369
Sección 403.A	Base de concreto hidráulico poroso.....	379
Sección 403.B	Base de concreto asfáltico poroso.....	399
Sección 403.C	Base de concreto hidráulico	411
Sección 412	Plantas de producción de materiales.....	443
Sección 413	Capa de agregado - suelo vegetal para recubrimiento.....	453
Sección 414	Separación de suelos de subrasante y capas granulares con	459
	geotextil	



PAVIMENTOS FLEXIBLES	465
Sección 415 Disposiciones generales	469
Sección 416 Imprimación asfáltica	491
Sección 417 Riego de liga	501
Sección 418 Tratamientos superficiales	507
Sección 419 Sello asfáltico	523
Sección 420 Mortero asfáltico	531
Sección 421 Sello de fisuras	545
Sección 422 Sello de grietas	551
Sección 423 Pavimento de concreto asfáltico en caliente	559
Sección 424 Pavimento de concreto asfáltico en frío	603
Sección 425 Micropavimento	643
Sección 426 Cemento asfáltico	659
Sección 427 Emulsión asfáltica	665
Sección 428 Asfaltos líquidos	671
Sección 429 Filler	677
Sección 430 Mejoradores de adherencia	683
Sección 431 Cemento asfáltico modificado con polímeros	691
Sección 432 Emulsión asfáltica modificada con polímeros	701
Sección 433 Pavimento de concreto asfáltico con mezclas porosas	709
Sección 434 Pavimento de concreto asfáltico con mezclas Stone Mastic Asphalt (SMA)	729
Sección 435 Fresado de pavimento asfáltico	747
Sección 436 Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en caliente	755
Sección 437 Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en frío	771
PAVIMENTOS RIGIDOS	797
Sección 438 Pavimento de concreto hidráulico	801
Sección 439 Suministro de cemento portland	853
Sección 440 Pavimento de adoquines de concreto o piedra	867



TOMO II	879
CAPITULO V	881
DRENAJE	881
Sección 501 Excavación para estructuras	885
Sección 502 Rellenos para estructuras	895
Sección 503 Concreto estructural	905
Sección 504 Acero de refuerzo	939
Sección 505 Tubería de concreto simple	949
Sección 506 Tubería de concreto reforzado	959
Sección 507 Tubería metálica corrugada	969
Sección 508 Tubería de polietileno de alta densidad	981
Sección 509 Subdrenes	991
Sección 510 Cunetas revestidas de concreto.....	1001
Sección 511 Geotextiles	1009
Sección 512 Subdrenes con geotextil y material granular	1023
Sección 513 Geotextil para pavimentación.....	1031
Sección 514 Capa Filtrante.....	1039
CAPITULO VI	1041
OBRAS COMPLEMENTARIAS	1041
Sección 601 Mampostería.....	1045
Sección 602 Gaviones.....	1055
Sección 603 Defensas ribereñas.....	1061
Sección 604 Demoliciones.....	1067
Sección 605 Delimitación y Señalización del Derecho de Vía	1079
CAPITULO VII	1083
TRANSPORTE	1083
Sección 700 Transporte.....	1087



PRESENTACIÓN

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su calidad de órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre, es la autoridad competente para dictar las normas correspondientes a la gestión de la infraestructura vial y fiscalizar su cumplimiento.

La Dirección General de Caminos y Ferrocarriles es el órgano de línea de ámbito nacional encargada de normar sobre la gestión de la infraestructura de caminos, puentes y ferrocarriles; así como de fiscalizar su cumplimiento.

El Manual de **“Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”** forma parte de los **Manuales de Carreteras** establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC y constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo, que rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio por los órganos responsables de la gestión de la infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local.

El Manual de **“Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”** tiene por finalidad uniformizar las condiciones, requisitos, parámetros y procedimientos de las actividades relativas a las obras de infraestructura vial, con el propósito de estandarizar los procesos que conduzcan a obtener los mejores índices de calidad de la obra, que a su vez tienen por objeto prevenir y/o evitar las probables controversias que se generan en la administración de los contratos.

El presente Manual de **“Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”** constituye una versión revisada y corregida del Manual de Carreteras EG-2013 aprobada en Enero del presente año y está organizado, al igual que la anterior presentación, en capítulos y secciones que abarcan las diferentes actividades o partidas y materiales empleados en la ejecución de las obras viales.

El Manual de **“Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”** debe ser utilizado sin modificación alguna, en todo caso, si durante la elaboración de los estudios o ejecución de obras surge la necesidad de incluir trabajos no contemplados, se propondrá como **“Especificaciones Especiales”** ante la entidad contratante, quien se encargará de su aprobación y reporte al órgano normativo de la infraestructura vial del MTC.

Teniendo en consideración que como toda ciencia y técnica, la ingeniería vial está en permanente cambio e innovación, es necesario que el presente documento sea revisado y actualizado periódicamente por el órgano normativo de la infraestructura vial del MTC, con la siguiente denominación: **“Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”** (EG - año de actualización).

Lima, Junio de 2013



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

GENERALIDADES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 01

GENERALIDADES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 01

Generalidades

El Manual de “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” es de carácter general y responde a la necesidad de promover la uniformidad y consistencia de las partidas y materiales que son habituales en proyectos y obras viales.

También tienen por función las de prevenir y disminuir las probables controversias que se generan en la administración de los Contratos y propugnar la calidad del trabajo, para cuyo logro, se considera importante que los ejecutores promuevan mecanismos de autocontrol de calidad de obra y la aceptación satisfactoria por parte de la entidad contratante. La Supervisión tendrá la función de efectuar el Control de Calidad de la Obra para lo cual contará con los elementos técnico-logísticos que requiera el Proyecto.

Un aspecto a destacar en las presentes Especificaciones es considerar la importancia que tiene el factor humano y su entorno socio ambiental en la ejecución de las obras viales, tomando las acciones y previsiones necesarias con la finalidad de mitigar los impactos socio ambientales, permitiendo un adecuado nivel de seguimiento y control para la preservación de los ecosistemas y la calidad de vida de la población.

01.01 Las especificaciones generales dentro del contrato de ejecución de obra

Las especificaciones técnicas generales de este manual que sea necesario utilizar en un determinado proyecto, formarán parte de los documentos del contrato y compromete a las partes que lo suscriben.

Toda normativa a la que se hace referencia en estas especificaciones generales debe estar vigente; en caso, alguna de ellas sufriera modificación o actualización durante el periodo de vigencia de estas especificaciones generales, debe tomarse en consideración.

01.02 Especificaciones especiales

Las especificaciones especiales serán de uso exclusivo para el proyecto para el cual ha sido propuesto, las cuales deben ser aprobadas por la entidad contratante y pasarán a formar parte del expediente técnico del proyecto. Así mismo dichas especificaciones luego de su aprobación deberán ser reportadas al órgano normativo de la infraestructura vial del MTC, para que evalúe la posibilidad de su incorporación en el Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción.

01.03 Organización de las especificaciones generales

Las “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” tienen la siguiente estructura y organización:

CAPÍTULOS

Abarcan una serie de aspectos análogos en cuanto a rubros de construcción que frecuentemente se utilizan en Proyectos viales.

Un capítulo puede contener varias SECCIONES.

SECCIONES

Una sección trata específicamente una determinada tarea de construcción que generalmente constituye una partida que conforma el Expediente Técnico del Proyecto.

Una sección estará conformada por SUBSECCIONES que por lo general abarcan lo siguiente:

- Descripción
- Materiales
- Equipo
- Requisitos para la construcción
- Medición
- Pago, y
- Otros

Codificación de partidas

La organización que se ha previsto para las Especificaciones Técnicas, permiten una adecuada codificación y la previsión necesaria para que periódicamente, en la medida que sea necesario, puedan ser ampliadas, revisadas y/o mejoradas.

La codificación responderá al siguiente criterio:

Cada uno de los capítulos llevará como identificación un dígito comenzando por 1, con progresión correlativa para los siguientes que se definan como tales.

SECCIONES

El espacio reservado por las secciones que se pueden introducir en un capítulo tendrá una capacidad de 99 secciones. A fin de poder albergar, intercalar o ampliar otras secciones que se requieran, se pueden codificar las secciones con intervalos entre cada una de ellas.

SUBSECCIONES

Las subsecciones tendrán una numeración correlativa que identificará cada uno de los temas que son tratados dentro de la sección.

El criterio de codificación planteado puede apreciarse a manera ilustrativa en el siguiente ejemplo:

- **Capítulo 2:**

“Movimiento de Tierras”, identifica un determinado capítulo como un rubro general de actividad.

- **Sección 202:**

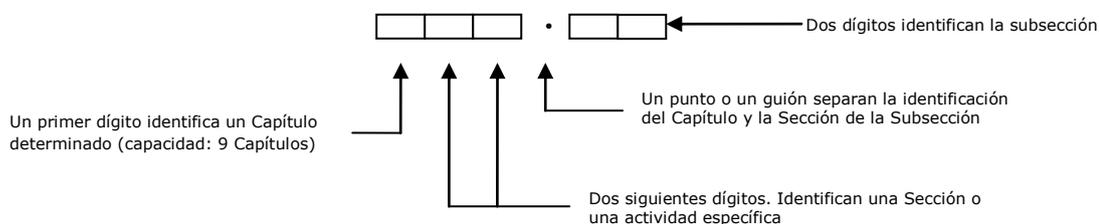
“Excavación para Explanaciones”, identifica una actividad específica de construcción que se encuentra dentro del Capítulo “Movimiento de Tierras”. Generalmente una sección corresponde a una partida del presupuesto.

- **Subsección 202.21:**

“Medición”, identifica la forma en que se efectuará la medición de la partida específica.

De esta forma el código 202.21 identifica la sección 02 asociada a la actividad "Excavación para Explanaciones" que se halla dentro del rubro general del capítulo 2 "Movimiento de Tierras". El punto decimal o un guión separador delimitan la Subsección 21 "Medición".

Gráficamente la codificación planteada será:



La identificación de la Subsección no es necesariamente la misma para una u otra sección, ya que dependerá de la cantidad de subsecciones que contenga una sección, lo que es variable en función de la importancia y complejidad de la actividad. En consecuencia la Subsección tiene carácter descriptivo y responde solo a la necesidad de una mayor o menor necesidad de características de métodos constructivos, preparación, materiales, tráfico, mantenimiento, mediciones, bases de pago y otros aspectos que requieran ser descritos o mencionados en una Subsección. Es correlativo solo para ordenar el texto y no tiene asociado ninguna característica específica.

La codificación de la sección es única y está asociada a una determinada actividad constructiva o de carácter general y a un determinado capítulo o grupo de actividades análogas. Las secciones tendrán una numeración correlativa y entre paréntesis se colocará el año de su creación o actualización.

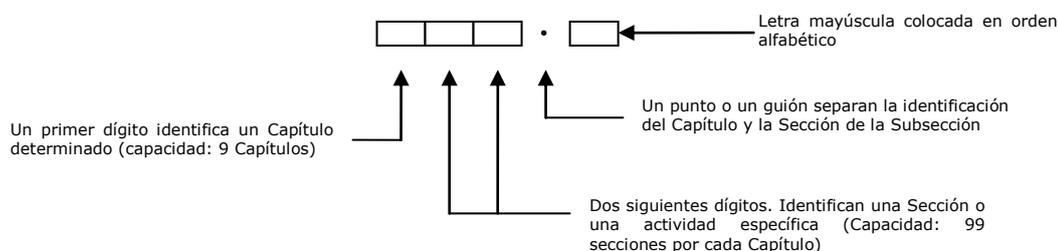
Ventajas de la codificación

- Identificación precisa de una determinada sección o partida.
- Permite uniformizar el Expediente Técnico de Licitación y Presupuestos, ya que la gran mayoría de actividades tendrá un código determinado al que se referirán todos los documentos del Expediente Técnico.
- Será posible incorporar y ampliar partidas no previstas en las Especificaciones Técnicas, pero necesarias en un Proyecto específico, aprovechando los intervalos de la codificación y la posibilidad de compatibilizar determinadas partidas dentro de un grupo de secciones.

- Los Proyectos viales deben referirse a la codificación de las especificaciones con el fin de uniformizar los criterios, tanto en la ejecución del Proyecto como en la construcción y control de las obras.

Partidas de pago

La presentación de los distintos ítems de pago sigue la siguiente codificación:



En cualquier Especificación Especial, se deberá seguir esta codificación para crear un nuevo ítem.

01.04 Abreviaturas

Las abreviaciones utilizadas en el texto del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, representan lo que se indica a continuación:

- **AASHTO:** American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte.
- **ACI:** American Concrete Institute o Instituto Americano del Concreto.
- **AENOR:** Asociación Española de Normalización.
- **AFNOR:** Association Française de Normalization o Asociación Francesa de Normalización.
- **AI:** The Asphalt Institute o Instituto del Asfalto.
- **ANSI:** American National Standards Institute o Instituto Nacional de Normalización Estadounidense.
- **API:** American Petroleum Institute o Instituto Americano del Petróleo.
- **ASTM:** American Society for Testing and Materials ó Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.
- **AWS:** American Welding Society o Asociación de Soldadura Americana.

- **BS:** British Standards o Normas Británicas.
- **CEN:** Comité Europeo de Normalización.
- **(EG - año de actualización):** Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción.
- **(DG - año de actualización):** Manual de Diseño Geométrico.
- **(EM - año de actualización):** Manual de Ensayo de Materiales.
- **(DCT - año de actualización):** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.
- **EE:** Especificaciones Especiales.
- **FHWA:** Federal Highway Administration o Administración Federal de Carreteras.
- **INRENA:** Instituto Nacional de Recursos Naturales.
- **ISSA:** International Slurry Surfacing Association o Asociación Internacional de Superficies con lechadas asfálticas.
- **MTC:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- **NTL:** Normas Técnicas de Laboratorio (España).
- **NTP:** Norma Técnica Peruana.
- **PCA:** Portland Cement Association o Asociación del Cemento Portland.
- **SI:** Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico Modernizado).
- **SLUMP:** Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (el SI en el Perú).
- **UNE:** Norma Técnica Española (AENOR)
- **UNE-EN:** Norma Técnica Española originada por la trasposición de una norma europea (AENOR)

01.05 Sistema de medidas

Las unidades de medida utilizadas y sus símbolos, corresponden al Sistema Legal de Unidades de Medida de Perú (SLUMP aprobada con la Ley 23560), que adopta a su vez las unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI). El SI recomienda minimizar el uso de unidades de otros sistemas, pero en este Manual se han añadido otras unidades que se utilizan en el medio

peruano. Aquellas que no se encuentren incluidas en la lista siguiente, se definirán como lo establece el SLUMP o la norma ASTM E 380 "Standard Practice for Use of International System of Units (SI) (The Modernized Metric System)" o, en su defecto, en las especificaciones y normas a las cuales se hace referencia en el presente documento.

El sistema empleado para separar decimales con una coma es el establecido por el Sistema Internacional, y es adoptado por la mayoría de los países. En cuanto a la separación por miles, se considera necesario adoptar el punto, para evitar confusiones con los espacios (ejemplo: 1.234,55).

a. Unidades básicas

Símbolo	Unidad de Medida	Magnitud Física
m	metro	longitud
kg	kilogramo	masa
s	segundo	tiempo
K	Kelvin	temperatura termodinámica
cd	candela	intensidad luminosa

b. Unidades derivadas con nombre y símbolo propios

Símbolo	Unidad de Medida	Magnitud Física
Hz	Hertz (s^{-1}) (Hercio)	frecuencia
N	Newton ($Kg.m/s^2$)	fuerza
Pa	Pascal (N/m^2)	presión
J	Joule (N.m)(Julio)	energía, trabajo
W	Watt (J/s) (Vatio)	potencia, flujo radiante
V	Voltio (W/A)	potencial eléctrico
lx	lux	iluminación
rad	ángulo plano	radián
Ω	Ohm (V/A) Ohmio	resistencia eléctrica
$^{\circ}C$	grado Celsius (grado centígrado)	temperatura
$^{\circ}$	grado angular	ángulo plano
H	Henry (Henrio)	inductancia

c. Otras unidades derivadas

Símbolo	Unidad de Medida	Magnitud Física
m ²	metro cuadrado	área
m ³	metro cúbico	volumen
m ³ -km	metro cúbico por kilómetro	volumen por distancia
kg/m ³	kilogramo por metro cúbico	densidad
m/s	metro por segundo	velocidad

d. Prefijos

Símbolo	Prefijo	Valor
E	exa	10 ¹⁸
P	peta	10 ¹⁵
T	tera	10 ¹²
G	giga	10 ⁹
M	mega	10 ⁶
k	kilo	10 ³
m	mili	10 ⁻³
μ	micro	10 ⁻⁶
n	nano	10 ⁻⁹
p	pico	10 ⁻¹²
f	femto	10 ⁻¹⁵
a	atto	10 ⁻¹⁸

e. Otros prefijos

Símbolo	Prefijo	Valor
h	hecto	10 ²
da	deca	10 ¹
d	deci	10 ⁻¹
c	centi	10 ⁻²

f. Unidades de otros sistemas utilizadas en Perú

Símbolo	Unidad de Medida	Magnitud Física
min	minuto	tiempo
h	hora	Tiempo
d	día	tiempo
l	litro	volumen
ton	tonelada métrica	masa
ha	hectárea	área

g. Notación para taludes (vertical: horizontal)

Para taludes con inclinación menor que 1:1, expresar la inclinación del talud como la relación de una unidad vertical a un número de unidades horizontales (1:n).

Para taludes con inclinación mayor que 1:1 expresar la inclinación del talud como la relación de un número de unidades verticales a una unidad horizontal (n:1).

01.06 Definiciones

La definición de los términos usados en el presente documento corresponden al "Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial", aprobado mediante Resolución Ministerial N.º 660-2008-MTC/02.

Así mismo, a continuación se incluyen la definición de los términos no contenidos en el indicado glosario y que serán de uso exclusivo para el presente documento.

Bases de Licitación

Documento que contiene todas las disposiciones, condiciones y procedimientos para efectuar una licitación y para el control administrativo de la obra durante su ejecución y hasta su liquidación final.

Contrato

Documento o instrumento jurídico suscrito entre la Entidad Licitante y el Contratista, de conformidad con las Leyes del Perú. En él se establecen los derechos y obligaciones de ambas partes.

Dispositivos de Control de Tránsito

Están conformados por las señales verticales y horizontales, semáforos y dispositivos auxiliares que tienen la función de facilitar al conductor la observancia estricta de las reglas que gobiernan la circulación vehicular, tanto en carreteras como en las calles de la ciudad.

Efecto

Todo comportamiento o acontecimiento del que pueda razonablemente decirse que ha sido influido por algún aspecto del programa o Proyecto.

Enfermedad Profesional

Enfermedad producto del trabajo diario en un ambiente dañino, que es de origen lento y se agrava también lentamente.

Entidad Licitante

Es la entidad pública que somete a licitación de acuerdo a las leyes del Perú, la ejecución de una determinada obra.

Impacto

Resultado de los efectos de un Proyecto (ONU, 1984) con alteraciones que se dan a mediano o largo plazo en la población objetivo y que pueden atribuirse única y exclusivamente al Proyecto.

Ingeniero Residente ó Superintendente

Profesional representante autorizado del Contratista, con la autoridad para actuar por él en la dirección de la obra.

Inspector

Funcionario de la Entidad Licitante en quien se ha delegado la responsabilidad de supervisar un determinado Proyecto.

Población afectada

Las personas que por resultado de las actividades relacionadas con un Proyecto reciben las consecuencias del mismo.

Proyecto

Comprende los estudios y las obras de una determinada intervención del Estado. Incluyendo el Reasentamiento Involuntario y el Plan de Conservación Ambiental.

Salubridad

Aspectos y condiciones que tienden a conservar y preservar la salud de los seres orgánicos.

Salud

Estado en que el ser orgánico ejerce normalmente todas sus funciones.

Tráfico de Diseño

Número de aplicaciones de carga para el período de diseño del Proyecto. Si el número de aplicaciones es menor de 10^4 se considera Tráfico Ligero. Si el número de aplicaciones es mayor o igual a 10^4 y menor de 10^6 se considera como tráfico Medio. Si el número de aplicaciones es mayor o igual a 10^6 , se considera tráfico pesado.

Zona del Proyecto

Área que comprende al Proyecto y las zonas adyacentes o complementarias requeridas por este.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 02

CONDICIONES DE LICITACIÓN



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 02

Condiciones de licitación

Las condiciones generales de la contratación se encuentra determinado por los actos comprendidos en el proceso de selección que se inicia con la convocatoria, incluye base legal, registro de participantes y entrega de bienes, formulación y absolución de consultas, elevación de observaciones al OSCE e integración de las bases, forma de presentación de la propuestas, contenido de la propuesta técnica, económica, evaluación de propuestas, otorgamiento y consentimiento de la buena pro, solución de controversias, suscripción y vigencia del contrato, requisitos de las garantías, ejecución de las garantía, régimen de penalidades, adelantos y pagos.

Todos estos aspectos básicos deben estar contenidos en las Bases que prepara la Entidad convocante, acorde a la normatividad vigente.

En el caso de obras se debe contar con el expediente técnico aprobado y cumplirse con las demás obligaciones establecidas en el ordenamiento legal como a continuación se detalla:

Tabla 02-01

Número	Descripción	Fecha de Publicación
	Constitución Política del Estado, Título III, Capítulo IV, Artículo 76	30 DIC.1993
D. Leg. Nº 1017	Decreto Legislativo que aprueba la ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento Decreto Supremo Nº 184-2008-EF	04 JUN.08; entraron en vigencia el 1 FEB.2009 de conformidad al Decreto de Urgencia Nº 014-2009 pub. 31 ENE.2009
Ley Nº ...	Ley de presupuesto del Sector Público	vigente
Ley Nº 27293	Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública y sus modificatorias	28 JUL.2000
D.S. Nº 102-2007 EF modificada por D.S. Nº 038-2009-EF	Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública y su modificatoria	El Reglamento publicado el 19 JUL07 y la modificatoria el 16 FEB.09
Resolución Directoral Nº 002-2009-EF/68.01	Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública	05 FEB.2009

En toda contratación para construcción de carreteras se aplicarán criterios para garantizar la sostenibilidad ambiental, procurando evitar impactos ambientales negativos en concordancia con la normatividad aplicable vigente, entre las cuales se indican las siguientes:

Tabla 02-02

Número	Descripción	Fecha de Publicación
D.S. Nº012-2009-MINAM	Política Nacional del Ambiente	23 MAY.2009
Ley Nº 28611 D. L. Nº 1055	Ley General del Ambiente que modifica la Ley Nº 28611	15 OCT.2005 27 JUN.2008
Ley Nº 28245 D.S. Nº 08-2005-PCM	Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental Reglamento	04 JUN.2004 28 ENE.2005
D. L. Nº 1078 que modifica la Ley Nº 27446	Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental	28 JUN.2008
D. S. Nº 019-2009-MINAM	Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental	25 SET.2009
Ley Nº 29338	Ley de Recursos Hídricos	31 MAR.2009
D.S. Nº 001-2010-AG	Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos	24 MAR.2010
D.S. Nº 002-2009-MINAM	Reglamento sobre Transparencia acceso a la información pública ambiental y participación y consulta ciudadana en asuntos ambientales	17 ENE.2009
D. L. Nº 1065 modifica Ley Nº 27314	Modifica Ley General de Residuos Sólidos	28 JUN.2008
Ley Nº 29785	Ley del Derecho a la Consulta Previa a los Pueblos Indígenas u Originarios, reconocidos en el Convenio 169 de la OIT	6 SET.2011
D.S. Nº 001-2012-MC	Reglamento de la Ley Nº 29785	2 ABR.2012

Las obras se ejecutaran con el menor impacto ambiental, principalmente en lo relativo a la utilización de suelos, cursos de agua, calidad del aire, fauna y flora silvestre, así como la relación con la comunidad afectada por el Proyecto.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones es la autoridad en esta materia a través de la Dirección General de Asuntos Socio Ambiental, la misma que se encarga de velar por el cumplimiento de las normas vigentes aplicables con el fin de asegurar la viabilidad socio ambiental de los proyectos de infraestructura, indicándose entre otros, los siguientes conceptos y normas:

a. Protección y preservación del medio ambiente

Tabla 02-03

Número	Descripción	Fecha de Publicación
	Manual Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías	1995
R.D. N° 068-2005-MTC/ 16	Manual de Gestión Socio Ambiental para Proyectos Viales Departamentales	22 NOV.2005
	Guía Ambiental para la Rehabilitación y Mantenimiento de Caminos Rurales	
	Manual de Concienciación Ambiental para la Rehabilitación y el Mantenimiento de Caminos Rurales	
	Guía para la Determinación de los Costos Ambientales en Carreteras	1995
R.V.M. N.º 226-99MTC/15.02	Guía para Supervisión Ambiental de Carreteras	1999
	Informe de Supervisión Ambiental. Especificaciones Técnicas Generales	
	Medidas Ambientales a ejecutar finalizadas las Obras	
	Guía para elaborar Estudios de Impacto Ambiental en el Sector Transportes	
	Guía para el Desarrollo de Auditorías e Inspectorías Ambientales de Proyectos Viales	1995
R.N.M.Nº 1079-2007-MTC/ 02	Lineamientos para la Elaboración de los Términos de referencia de los estudios de Impacto Ambiental para proyectos de infraestructura vial	28 DIC.2007

En el ámbito nacional las normas que tienen relación con la Protección y Preservación del Medio Ambiente, entre otras son las siguientes:

Tabla 02-04

Número	Descripción	Fecha de Publicación
Art. 66-69 Del ambiente y Recursos Naturales	Constitución Política, Título III, Capítulo II	30 DIC.1993
Ley Nº 26410	Ley del Consejo Nacional del Ambiente	22 DIC.1994
Ley Nº 28245	Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental	08 JUN.2004
D.S. Nº 08-2005-PCM	Reglamento Ley Marco de Gestión Ambiental	28 ENE.2005
Ley Nº 28611	Ley General del Ambiente	15 OCT.2005
D. L. Nº 1013	Ley de Creación Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente	14 MAY.2008
Res. Contraloría Nº 470-2008-CG	Guía de Auditoría Ambiental Gubernamental	01 NOV.2008
Ley Nº 29256	Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos	04 JUL.2007
D.S. Nº 021-2008-MTC	Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos	10 JUN.2008
Ley Nº 28804	Regula Declaratoria de Emergencia Ambiental	21 JUL.2006
Ley Nº 26786	Ley de Evaluación del Impacto Ambiental para obras y actividades	1997
Ley Nº 26834	Ley de Áreas Naturales Protegidas	1997
Ley Nº 26913	Ley que modifica el Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales	1998
Ley Nº 613-90	Obligación de realizar estudios de Impacto Ambiental (EIA) derogado por la Ley Nº 28611	1990
D.L. Nº 757-91	Ley Marco Crecimiento de la inversión Privada	13 NOV.1991
Ley Nº 28221	Ley que regula el derecho por extracción de materiales de los álveos o cauces de los ríos por las municipalidades	07 MAY.2004
D.S. N.º 037-96-EM	Normas para aprovechamiento de canteras de materiales de construcción que se utilizan en obras de infraestructura del Estado	28 OCT.1996
R.M. Nº 188-97-EM/VMM	Reglamento de normas para el aprovechamiento de canteras	1997
Ley Nº 28221	Ley que regula el derecho por extracción de materiales de alveolos o cauces de los ríos por las municipalidades	11 MAY.2004
D.S. N.º 044-98-PCM	Reglamento Nacional para la aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles	11 NOV. 1998
D.S. Nº 047-2001-MTC	Establecen Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial	OCT.2001

Las obras se ejecutaran con estricto cumplimiento de las recomendaciones descritas en el Estudio de Impacto Ambiental sobre Manejo de Áreas Ambientales.

b. Seguridad laboral

Tabla 02-05

Número	Descripción	Fecha de Publicación
R.S. N.º 021-83-TR	Normas Básicas de Seguridad e Higiene en Obras de Edificación	23 MAR.1983
D.S. N.º 009-2005-TR Mod. D.S. N.º 007-2007-TR	Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo y su modificatoria	28 SET.2005 y la modificación el 06 ABR.2007
D.L. N.º 18846	Ley de Accidentes de Trabajo. Declarada no válido por Ley N.º 29477. Restablecen vigencia del D.L. N.º 18846 sobre Seguro de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales a través de la Ley N.º 26183 de 1993.	1971
Ley N.º 26183	Restablece a la Ley de Accidentes de Trabajo	1993
Ley N.º 26790	Ley de Modernización de la Seguridad Social en Salud	17 MAY.1997
D.S.N.º 009-97-SA	Reglamento de la Ley de Modernización de la Seguridad Social en Salud	09 SET.1997
D.S. N.º 003-98-SA	Normas Técnicas del Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo	14 ABR.1998
D.S. N.º 009-2005-TR Mod. D.S.N.º 007-2007-TR	Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo y su modificatoria	28 SET.2005 modificado del 06 ABR.2007
D.S. N.º 046-2001-EM	Reglamento de Seguridad e Higiene Minera	26 JUL.2001
Ley N.º 26636	Ley Procesal del Trabajo	24 JUN.1996
D.L. N.º 728	Texto Único Ordenado del Decreto Legislativo que rige para los trabajadores sujetos al régimen laboral privado	1991
D.L. N.º 688	Ley de Consolidación de Beneficios Sociales	1991
D.S. N.º 024-2001-TR	Reglamento de la Ley de Consolidación de Beneficios Sociales	2001
Ley N.º 28806 modificado por Ley N.º 29346	Ley General de Inspección del Trabajo y su modificatoria	19 JUN.2006 modificado el 09 ABR.2009
D.S. N.º 019-2006-TR Mod. D.S. N.º 019-2007-TR	Reglamento de la Ley General de Inspección del Trabajo	29 OCT.2006 modificado el 11 SET.2007

c. Aspectos socio culturales

Tabla 02-06

Número	Descripción	Fecha de Publicación
Art. 21 Patrimonio Cultural de la Nación	Constitución Política del Perú	1993
Ley N.º 27972	Ley Orgánica de Municipalidades	27 MAY.2003
Ley N.º 27616	Ley que restituye recursos a los gobiernos Municipales	29 DIC.2001
Ley N.º 27867	Ley Orgánica de Gobiernos Regionales	26 JUN.2007
Ley N.º 29313 que modifica la Ley N.º 26300	Ley de los Derechos de Participación y Control Ciudadanos	07 ENE.2009
D.S. N.º 002-2009-MINAM	Reglamento sobre Transparencia Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales	16 ENE.2009
Ley N.º 27580	Ley que dispone medidas de protección que debe aplicar el Instituto Nacional de Cultura para la ejecución de obras en bienes culturales inmuebles	06 DIC.2001
D.L. N.º 696	Ley de Promoción de la Inversión Privada en Acciones de Renovación Urbana	1991
D.S. N.º 11-95-MTC	Reglamento del Decreto Legislativo N.º 696.	1995
Ley N.º 27181	Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre	1995
D.S. N.º 034-2008-MTC	Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial	2008
D.S. N.º 017-2007-MTC	Reglamento de Jerarquización Vial	2007
Ley N.º 28296 Mod. por D. L. 1003	Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación y su modificación respecto al Art. 30 para la agilización en la ejecución de obras públicas	2004 modificación publicada el 02 MAY.2008
R.L. N.º 26236	Protección, Conservación y Recuperación de bienes arqueológicos, históricos y culturales.	1993
TITULO VIII DELITOS CONTRA EL PATRIMONIO CULTURAL (Art. 226- 231) Mod. por Ley N.º 27244	Código Penal D. L. N.º 635 y su modificatoria	Código año 1991 modificatoria 26 DIC.1999
Ley N.º 228567	Modifica el Art. 228 del Código Penal	02 JUL.2005
Ley N.º 29263 Arts. 304 - 307 sobre Delitos Ambientales Arts. 308 - 313 Delitos contra los Recursos Naturales	Ley que modifica diversos artículos del Código Penal y de la Ley General del Ambiente	02 OCT.2008
Art. 936 Protección al Patrimonio Cultural de la Nación	Código Civil D. L. N.º 295	25.JUL.1984

Tabla 02-06 (Continuación)

Número	Descripción	Fecha de Publicación
Ley N° 27752	Ley que modifica Art. 82 del Código Procesal Civil sobre Patrocinio de Intereses Difusos	08 JUN.2002
Ley N° 27444 art.34 Procedimiento de Evaluación Previa con silencio negativo , cuando la solicitud versa sobre asuntos de interés público (..) la defensa nacional y el patrimonio histórico cultural de la Nación.	Ley de Procedimiento Administrativo General	ABR.2001
Ley N.º 29060 Primera Disposición Transitoria Complementaria y Final	Ley del Silencio Administrativo	07 JUL.2007
D.S. N° 010-09-VIVIENDA Norma G.050 Seguridad durante la Construcción	Actualización del Reglamento Nacional de Edificaciones	09 MAY.2009
Ley N.º 27117	Ley General de Expropiaciones	1999
Ley N.º 27628	Ley que facilita la ejecución de obras públicas viales	09 ENE.2002
Ley N.º 29171	Ley que establece medidas para agilizar el procedimiento de expropiación de los inmuebles afectados por la ejecución de obras públicas de infraestructura de gran envergadura	22 DIC.2007
Ley N.º 26512	Ley de Saneamiento de Inmuebles del Estado	27 JUL.1995
R.M. N° 631-2007-VIVIENDA	Que precisa que la Dirección Nacional de Construcción será el órgano responsable de llevar a cabo las tasaciones	12 DIC.2007
R.M. N° 126-2008-VIVIENDA	Reglamento Nacional de Tasaciones del Perú	13 MAY.2007
D.L. N.º 1089	Que regula el régimen temporal extraordinario de formalización y Titulación de Predios Rurales (que no es aplicable para el caso de los pueblos indígenas)	28 JUN.2008
D.S. N° 032-2008-VIVIENDA	Reglamento del D. L. N.º 1089	14 DIC.2008

d. Aspectos de seguridad vial
Tabla 02-07

Número	Descripción	Fecha de Publicación
R.M. N.º 210-2000-MTC/15.02	Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras	03 MAY.2000
R.M. N.º 405-2000-MTC-02 que modifica la R.M N.º 210-2000-MTC/15.02	Modifican el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras	07 OCT.2000
R.M. N.º 733-2004-MTC-02 que modifica la R.M N.º 210-2000-MTC/15.02	Modifican el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras	29 SET.2004
R.M. N.º 870-2008-MTC/02	Modifican el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras	09 DIC.2008
R.D. N.º 050-2007-MTC/14	Directiva de Reductores de Velocidad Tipo Resalto	2007
R.M. N.º 824-2008-MTC/02	Directiva de Sistema de Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad	2008

e. Aspectos contractuales, de Procedimientos y de Control
Tabla 02-08

Número	Descripción	Fecha de Publicación
D.L. N.º 1071 que mod. Ley N.º 26572	Ley de Arbitraje	28 JUN.2008
D.L. N.º 1070 que mod. Ley N.º 26872	Ley de Conciliación	28 JUN.2008
D.S. 014-2008 JUS	Reglamento de la Ley de Conciliación	30 AGO.2008
Ley N.º 29370	Ley de Organización y funciones del Ministerio de Transporte y Comunicaciones	03 JUN.2009
Ley N.º 27785	Ley Orgánica del Sistema Nacional de Control y sus modificatorias	23 JUL.2002
Ley N.º 28716	Ley de Control Interno de las Entidades del Estado	18 ABR.2006
Res. Contraloría 196-2010-CG	Directiva sobre control previo externo de las prestaciones adicionales de obra	23 JUL.2010
R.M. N.º 846-2009	Modifican el TUPA del MTC	15 DIC.2009



SECCION 03

CONTROL DE MATERIALES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 03

Control de materiales

03.01 Generalidades

Todos los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista, por lo que es de su responsabilidad la selección de los mismos, de las fuentes de aprovisionamiento del Proyecto, teniendo en cuenta que los materiales deben cumplir con todos los requisitos de calidad exigidos en estas Especificaciones y requerimientos establecidos en los Estudios Técnicos y Ambientales del Proyecto.

Los precios consignados en los presupuestos de cada Proyecto deberán incluir los costos de transportes, carga, descarga, manipuleo, mermas y otros conceptos que pudieran existir.

El Contratista deberá conseguir oportunamente todos los materiales y suministros que se requieran para la construcción de las obras y mantendrá permanentemente una cantidad suficiente de ellos para no retrasar la progresión de los trabajos. En el caso de zonas caracterizadas por épocas de lluvias, huaycos, desbordes de ríos y fuertes variaciones climáticas suele darse la interrupción de las vías de comunicación lo cual impide el normal suministro de materiales, víveres y medicinas. Por previsión ante estas variaciones es responsabilidad del Contratista elaborar un Plan de Emergencia de previsión de almacenamiento de stock que cubra un lapso no menor de 30 días. La cuantificación del stock se elaborará basándose en una previa evaluación de los consumos mensuales y en función de las diferentes etapas del proceso de ejecución de la obra.

Los materiales suministrados y demás elementos que el Contratista emplee en la ejecución de las obras deberán ser de primera calidad y adecuados al objeto que se les destina. Los materiales y elementos que el Contratista emplee en la ejecución de las obras sin el consentimiento y aprobación del Supervisor deberán ser rechazados por éste cuando no cumplan los controles de calidad correspondientes.

03.02 Certificación de calidad

Los materiales a emplear en obra y que sean fabricados comercialmente deben estar respaldados por certificados del productor en el que se indique el cumplimiento de los requisitos de calidad que se establecen en estas especificaciones. La certificación debe ser entregada para cada lote de materiales o partes entregadas en la obra. Así mismo, de ser el caso el Contratista también presentará certificados de calidad emitidos por organismos nacionales oficiales.

Del mismo modo los materiales que por su naturaleza química o su estado físico presenten características propias de riesgo deben contar con las especificaciones de producción respecto a su manipulación, transporte, almacenamiento y medidas de seguridad a ser tenidas en cuenta.

Esta disposición no impide que la Supervisión solicite al Contratista, como responsable de la calidad de la obra, la ejecución de pruebas confirmatorias en cualquier momento en cuyo caso si se encuentra que no están en conformidad con los requisitos establecidos serán rechazados estén instalados o no. Las copias de los certificados de calidad del fabricante o de los resultados de las pruebas confirmativas deben ser entregadas al Supervisor.

Si el Supervisor cree necesario tanto tomar muestras como repetir o adicionar pruebas para verificar la calidad de los materiales, debido a que las pruebas del Contratista sean declaradas inválidas, no se hará pago de dicho trabajo puesto que se considera una obligación subsidiaria del Contratista.

03.03 Almacenamiento de materiales

Los materiales tienen que ser almacenados de manera que se asegure la conservación de su calidad para la obra y tienen que ser localizados de modo que se facilite su rápida inspección. Cualquier espacio adicional que se necesite para tales fines tiene que ser provisto por el Contratista sin costo alguno para la entidad contratante.

Los materiales aún cuando hayan sido aprobados antes de ser almacenados, pueden ser inspeccionados, cuantas veces sean necesarias, antes de que se utilicen en la obra.

En el almacenamiento de los materiales es responsabilidad del Contratista garantizar medidas mínimas de seguridad a fin de evitar accidentes que afecten físicamente a los trabajadores y personas que circulen en la obra.

Será responsabilidad del Supervisor la verificación del cumplimiento de las mismas, considerando que:

- Los materiales sean almacenados fuera del área de tránsito peatonal y de traslado de maquinarias y equipos.
- Los materiales no sean apilados contra tabiques y paredes sin comprobar la suficiente resistencia para soportar la presión. Se recomienda una distancia mínima de 0,50 m entre el tabique o pared y las pilas de material.
- Las barras, tubos, maderas, etc., se almacenen en casilleros para facilitar su manipuleo y así no causar lesiones físicas al personal.
- Cuando se trate de materiales pesados como tuberías, barras de gran diámetro, tambores, etc., se arrumen en capas debidamente esparcidas y acuñaadas para evitar su deslizamiento y facilitar su manipuleo.
- En el almacenamiento de los materiales, que por su naturaleza química o su estado físico presenten características propias de riesgo, se planifique y adopten las medidas preventivas respectivas según las especificaciones técnicas dadas por el productor.
- Las medidas preventivas así como las indicaciones de manipulación, transporte y almacenamiento de los materiales de riesgo, sean informadas a los trabajadores mediante carteles estratégicamente ubicados en la zona de almacenamiento.
- El acceso a los depósitos de almacenamiento, está permitido solamente a personas autorizadas y en el caso de acceso a depósitos de materiales de riesgo, las personas autorizadas deberán estar debidamente capacitadas en las medidas de seguridad a seguir y así mismo, contar con la protección adecuada requerida según las especificaciones propias de los materiales en mención.

Todas las áreas de almacenamiento temporal e instalaciones de las plantas, tienen que ser restauradas a su estado original por el Contratista según las Normas contenidas en los Manuales y Reglamentos de Medio Ambiente que forman parte del Expediente Técnico y según lo estipulado en la [Sección 906](#).

03.04 Transporte de los materiales

Todos los materiales, tanto los transportados a obra como los generados durante el proceso constructivo, tienen que ser manejados en tal forma que conserven su calidad para el trabajo. Los agregados tienen que ser transportados desde lugar de almacenaje o de producción hasta la obra en vehículos cubiertos y asegurados a la carrocería, de tal modo que eviten la pérdida o segregación de los materiales después de haber sido medidos y cargados.

El transporte de los materiales debe sujetarse a las medidas de seguridad, según las normas vigentes y deben estar bajo responsabilidad de personas competentes y autorizadas. Los medios empleados para el transporte de materiales deben ser adecuados a la naturaleza, tamaño, peso, frecuencia de manejo del material y distancia de traslado para evitar lesiones físicas en el personal encargado del traslado de los materiales y reducir el riesgo de accidentes durante el proceso de traslado.

Los equipos y vehículos de transporte de materiales deberán ser operados por personal autorizado y debidamente capacitado para ello.

Antes de ingresar a vías pavimentadas, se deberán limpiar los neumáticos de los vehículos. Cualquier daño producido por los vehículos de obra en las vías por donde transitan, deberán ser corregidos por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo.

03.05 Material provisto por la entidad contratante

Cualquier material proporcionado por la entidad contratante, será entregado o puesto a disposición del Contratista en los almacenes y lugares que se indiquen en el contrato. El costo del transporte a obra, manejo y la colocación de todos esos materiales después de entregados al Contratista se considerará incluido en el precio del contrato para la partida correspondiente a su uso. El Contratista será responsable de todo el material que le sea entregado. En caso de daños que puedan ocurrir después de dicha entrega se efectuarán las deducciones correspondientes y el Contratista asumirá las reparaciones y reemplazos que fueran necesarios, así como por cualquier demora que pueda ocurrir.

03.06 Inspección en las fuentes de producción

El Supervisor puede llevar a cabo la inspección de materiales en las fuentes de producción y en los laboratorios de control de calidad. Se pueden obtener

muestras de material para realizar ensayos de laboratorio y así comprobar que se cumplen los requisitos de calidad del material.

Esta puede ser la base de aceptación de lotes fabricados en cuanto a la calidad. En todos los casos que se realice una inspección, el Supervisor tendrá la cooperación y ayuda del Contratista y del productor de los materiales y contar con libre acceso a todas las instalaciones y laboratorios de control de calidad.

Las fuentes de producción serán inspeccionadas periódicamente para comprobar su cumplimiento con métodos especificados.

03.07 Uso de materiales encontrados en la ejecución de la obra

Excepto cuando se especifique de otra forma, todos los materiales adecuados que sean encontrados en la excavación, tales como piedra, grava o arena, deberán ser utilizados en la construcción de terraplenes o para otros propósitos según se haya establecido en el contrato o según ordene el Supervisor. El Contratista no deberá excavar o remover ningún material fuera del derecho de vía de la carretera, sin autorización escrita de la entidad competente y/o propietario.

En caso que el Contratista haya producido o procesado material en exceso a las cantidades requeridas para cumplir el contrato, la entidad contratante podrá tomar posesión de dicho material en exceso, incluyendo cualquier material de desperdicio, sin obligación de reembolsar al Contratista por el costo de producción, o podrá exigir a este, que retire dicho material y restaure el entorno natural a una condición satisfactoria a su costo.

Para el caso de materiales extraídos, según lo indica la Ley N° 26737, el D.S. N° 013-97-AG y el D.S. N° 016-98-AG, el volumen extraído de los materiales de acarreo, será de acuerdo al autorizado en el permiso otorgado, el cual debe corresponder al expediente técnico de la obra. Luego de finalizada la obra el material excedente quedará a la disponibilidad de la Administración Técnica del Distrito de Riego.

Los materiales excedentes de la obra, serán dispuestos y acondicionados en los lugares debidamente autorizados (DME), según lo establecido en la **Sección 209.**

El material de cobertura vegetal u orgánica que se destine para su uso posterior en actividades de revegetación de taludes, canteras u otros fines, se almacenará en sitios adecuados para este propósito, hasta su utilización



cuidando de no mezclarlo con otros materiales considerados como desperdicios.

03.08 Materiales defectuosos

Todo material rechazado por no cumplir con las especificaciones exigidas, deberá ser restituido por el Contratista y queda obligado a retirar de la obra los elementos y materiales defectuosos a su costo, en los plazos que indique el Supervisor.



SECCION 04

CONTROL DE CALIDAD



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 04

Control de calidad

Descripción

04.01 Generalidades

En esta sección se muestran en forma general, los distintos aspectos que deberá tener en cuenta el Supervisor para realizar el Control de Calidad de la obra, entendiendo el concepto como una manera directa de garantizar la calidad del producto construido. Asimismo el Contratista debe realizar su propio control de la calidad de la obra.

La Supervisión controlará y verificará los resultados obtenidos y tendrá la potestad, en el caso de dudas, de solicitar al Contratista la ejecución de ensayos especiales en un laboratorio independiente.

La responsabilidad por la calidad de la obra es única y exclusivamente del Contratista. Cualquier revisión, inspección o comprobación que efectúe la Supervisión no exime al Contratista de su obligación sobre la calidad de la obra.

Requerimientos de construcción

04.02 Laboratorio

El Laboratorio de la Supervisión, así como el del Contratista deberá contar con los equipos que se requieren en el Expediente Técnico. Todos los equipos, antes de iniciar la obra, deberán poseer certificado de calibración, expedido por una firma especializada o entidad competente de acuerdo al Reglamento de Acreditación de Organismos de Certificación, Organismos de Inspección y Laboratorios de Ensayo y Calibración. Este certificado debe tener una fecha de expedición menor de 1 mes antes de la orden de inicio.

La certificación de calibración de los equipos deberá actualizarse cada 6 meses, contados estos a partir de la última calibración.

El sitio para el laboratorio debe estar dotado por lo menos de 4 áreas, las cuales deben estar delimitadas por ambientes separados, con las siguientes áreas mínimas:

- Área de Ejecución de Ensayos: 24 m²
- Área de Almacenamiento de materiales: 12 m²
- Área de Gabinete de Laboratorio: 12 m²
- Área de laboratorio de Supervisión: 16 m²

04.03 Organización

La Supervisión deberá establecer una organización para las labores de Control de Calidad de la obra, la cual estará compuesta como mínimo de la siguiente forma:

- Jefe de Supervisión: Profesional especializado y con la experiencia requerida de acuerdo al contrato suscrito con la entidad contratante.
- Jefe de Laboratorio: Profesional especializado en el manejo de laboratorios de suelos y pavimentos y con experiencia, acorde a lo requerido en el contrato suscrito con la entidad contratante.
- Laboratoristas Inspectores: Profesionales o técnicos de laboratorio con experiencia en control de calidad de obras viales, acorde a los requisitos y cantidades establecidos en el contrato suscrito con la entidad contratante.
- Ayudante de Laboratorio: Personal auxiliar para la ejecución de ensayos de laboratorio y de campo, en cantidades necesarias para la ejecución de un adecuado control de calidad en las labores de la supervisión.

El equipo de laboratorio, de acuerdo al tipo y magnitud de obra, será especificado en los contratos de obra y supervisión.

Los equipos de control de calidad deben contar con el equipamiento y apoyo logístico correspondiente para el adecuado cumplimiento de sus labores.

04.04 Rutina de trabajo

El Supervisor definirá acorde a la normatividad vigente, los formatos de control para cada una de las actividades que se ejecutarán en el Proyecto.

Si el control se hace en el sitio, deberá realizarse la comparación con el parámetro respectivo. Realizada la comparación, debe indicarse si se acepta

o rechaza la actividad evaluada. En el caso de rechazo debe especificarse las razones e indicarse la medida correctiva, luego de la cual se volverá a realizar un nuevo control con el mismo procedimiento.

Todos los formatos deberán ser firmados por las personas que participaron en las evaluaciones, tanto de parte del Contratista como del Supervisor. El grupo de calidad de la Supervisión elaborará semanalmente un programa de ejecución de pruebas de control de calidad coordinadamente con el Contratista, coherente con el programa de construcción y las exigencias de éstas especificaciones, en el cual, se defina localización, tipo y número de pruebas.

Mensualmente y acorde a lo establecido en el contrato, la Supervisión elaborará un Informe de Control de Calidad, en el cual se consignen los resultados de las pruebas, la evaluación estadística, las medidas correctivas utilizadas y las conclusiones respectivas.

La Supervisión presentará el Informe Mensual a la entidad contratante, así como los informes especiales que le solicite, en los términos y plazos establecidos en el contrato.

Al terminar la obra, la Supervisión remitirá el Informe Final de Calidad, a la entidad contratante. Los análisis irán acompañados de gráficos, tablas, resultados de análisis de laboratorio y pruebas de calidad, etc. Incluirá también la información estadística del conjunto y el archivo general de los controles y cálculos efectuados.

La Supervisión revisará la información técnica que pudiera presentar el Contratista y hará llegar a la entidad contratante con sus respectivos comentarios y recomendaciones.

04.05 Evaluación estadística de los ensayos, pruebas y materiales para su aceptación

En esta sección se describe el procedimiento de evaluación estadística para los ensayos, pruebas y materiales, que de acuerdo con esta especificación, requieran que se les tome muestras y/o se hagan pruebas con el fin de ser aceptados.

Para cada actividad y en su respectiva especificación se establecen los parámetros para los aspectos que se definen a continuación:

a. Sector de control

Corresponde a la extensión, área o volumen que debe ser evaluada mediante una prueba de campo y/o laboratorio. Para cada lote o tramo de prueba se tomarán como mínimo 5 muestras, los cuales serán evaluados estadísticamente.

b. Nivel de calidad

Calificación del grado de exigencia que debe aplicarse dependiendo de la importancia de la actividad evaluada. Para esta especificación se han determinado dos categorías:

- Categoría 1: Exigencia alta (no se admite tolerancia).
- Categoría 2: Exigencia normal (tolerancias establecidas en estas Especificaciones).

c. Tolerancia

Rango normalmente permitido por encima o por debajo del valor especificado o del determinado en un diseño de laboratorio.

El valor del límite superior aceptado (LSA) es igual al valor especificado más la tolerancia.

El valor del límite inferior aceptado (LIA) es igual al valor especificado menos la tolerancia.

d. Sitio de muestreo

Lugar donde se deben tomar las muestras para ser ensayadas en laboratorio, o donde se debe verificar la calidad en campo. Estos sitios se determinarán mediante un proceso aleatorio, cuya metodología se expone en el [Anexo 1](#), u otro aprobado por la Supervisión en el sector de control.

04.06 Cálculo estadístico

Para evaluar estadísticamente la calidad de la información recolectada para cada prueba, se seguirá la siguiente rutina:

- Determine el promedio aritmético (X) y la desviación estándar (S) de los resultados determinados para cada una de las muestras (n) que forma una prueba.

- Calcule el Índice de Calidad Superior (ICS) así:

$$ICS = \frac{LSA-X}{S}$$

- Calcule el Índice de Calidad Inferior (ICI) así:

$$ICI = \frac{LIA-X}{S}$$

En la [Tabla 04-01](#) determine el porcentaje de trabajo por encima del límite superior aceptado (P_s), correspondiente al ICS.

- Asimismo, determine en la [Tabla 04-01](#) el porcentaje de trabajo por debajo del LIA (P_i), correspondiente al ICI.
- Calcule el porcentaje de defecto de la prueba así:

$$P_d = P_s + P_i$$

- Con el porcentaje de defecto calculado y el nivel de calidad de la actividad, se determina en la [Tabla 04-02](#) la aceptabilidad o el rechazo de la prueba.



Tabla 04-01

Porcentaje de trabajo estimado por fuera de los límites de la especificación

Porcentajes estimados por fuera de límites de la especificación (Ps y/o Pi)	Índice de Calidad Superior ICS o índice de Calidad Inferior ICI												
	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10 ^a	n=12 ^a	n=15 ^a	n=18 ^a	n=23 ^a	n=30 ^a	n=43 ^a	n=67 ^a
						n=11	n=14	n=17	n=22	n=29	n=42	n=66	n=∞
0	1,72	1,88	1,99	2,07	2,13	2,20	2,28	2,34	2,39	2,44	2,48	2,51	2,56
1	1,64	1,75	1,82	1,88	1,91	1,96	2,01	2,04	2,07	2,09	2,12	2,14	2,16
2	1,58	1,66	1,72	1,75	1,78	1,81	1,84	1,87	1,89	1,91	1,93	1,94	1,95
3	1,52	1,59	1,63	1,66	1,68	1,71	1,73	1,75	1,76	1,78	1,79	1,80	1,81
4	1,47	1,52	1,56	1,58	1,60	1,62	1,64	1,65	1,66	1,67	1,68	1,69	1,70
5	1,42	1,47	1,49	1,51	1,52	1,54	1,55	1,56	1,57	1,58	1,59	1,59	1,60
6	1,38	1,41	1,43	1,45	1,46	1,47	1,48	1,49	1,50	1,50	1,51	1,51	1,52
7	1,33	1,36	1,38	1,39	1,40	1,41	1,41	1,41	1,42	1,43	1,43	1,44	1,44
8	1,29	1,31	1,33	1,33	1,34	1,35	1,35	1,36	1,36	1,37	1,37	1,37	1,38
9	1,25	1,27	1,28	1,28	1,29	1,29	1,30	1,30	1,30	1,31	1,31	1,31	1,31
10	1,21	1,23	1,23	1,24	1,24	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,26	1,26
11	1,18	1,18	1,19	1,19	1,19	1,19	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
12	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
13	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
14	1,07	1,07	1,07	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
15	1,03	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
16	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
17	0,97	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
18	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
19	0,90	0,89	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
20	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,84	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
21	0,84	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,79
22	0,81	0,79	0,79	0,78	0,78	0,77	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
23	0,77	0,76	0,75	0,75	0,74	0,74	0,74	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
24	0,74	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
25	0,71	0,70	0,69	0,69	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,66



Tabla 04-01 (Continuación)

Porcentajes estimados por fuera de límites de la especificación (Ps y/o Pi)	Índice de Calidad Superior ICS o índice de Calidad Inferior ICI												
	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10 ^a	n=12 ^a	n=15 ^a	n=18 ^a	n=23 ^a	n=30 ^a	n=43 ^a	n=67 ^a
						n=11	n=14	n=17	n=22	n=29	n=42	n=66	n=∞
26	0,68	0,67	0,67	0,65	0,65	0,65	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,63
27	0,65	0,64	0,63	0,62	0,62	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,60
28	0,62	0,61	0,59	0,59	0,59	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,57
29	0,59	0,58	0,57	0,57	0,56	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,54
30	0,56	0,55	0,57	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
31	0,53	0,52	0,51	0,51	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
32	0,50	0,49	0,48	0,48	0,48	0,47	0,47	0,47	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
33	0,47	0,46	0,45	0,45	0,45	0,44	0,44	0,44	0,44	0,43	0,43	0,43	0,43
34	0,45	0,43	0,43	0,42	0,42	0,42	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,40
35	0,42	0,40	0,40	0,39	0,39	0,39	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
36	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36	0,36	0,36	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
37	0,36	0,35	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,32
38	0,33	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
39	0,30	0,30	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
40	0,28	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
41	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
42	0,23	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
43	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
44	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
45	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
46	0,10	0,1	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
47	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
48	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
49	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Tabla 04-02

Determinación de aceptabilidad y rechazo

Aceptabilidad		Porcentaje de defecto calculado Pd = Ps+Pi													
Categoría		Índice de Calidad Superior ICS o índice de Calidad Inferior ICI													
		n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10 ^a n=11	n=12 ^a n=14	n=15 ^a n=17	n=18 ^a n=22	n=23 ^a n=29	n=30 ^a n=42	n=43 ^a n=66	n=67 ^a n=∞	
I	II														
1,05	1,10			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1,04	1,09			1	1	3	5	4	4	3	3	3	3	3	
1,03	1,08		0	2	4	6	8	7	7	6	5	5	4	4	
1,02	1,07		1	3	6	9	11	10	9	8	7	7	6	6	
1,01	1,06	0	2	5	8	11	13	12	11	10	9	8	8	7	
1,00	1,05	22	20	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	
0,99	1,04	24	22	20	19	18	17	16	15	14	13	11	10	9	
0,98	1,03	26	24	22	21	20	19	18	16	15	14	13	12	10	
0,97	1,02	28	26	24	23	22	21	19	18	17	16	14	13	12	
0,96	1,01	30	28	26	25	24	22	21	19	18	17	16	14	13	
0,95	1,00	32	29	28	26	25	24	22	21	20	18	17	16	14	
0,94	0,99	33	31	29	28	27	25	24	22	21	20	18	17	15	
0,93	0,98	35	33	31	29	28	27	25	24	22	21	20	18	16	
0,92	0,97	37	34	32	31	30	28	27	25	24	22	21	19	18	
0,91	0,96	38	36	34	32	31	30	28	26	25	24	22	21	19	
0,90	0,95	39	37	35	34	33	31	29	28	26	25	23	22	20	
0,89	0,94	41	38	37	35	34	32	31	29	28	26	25	23	21	
0,88	0,93	42	40	38	36	35	34	32	30	29	27	26	24	22	
0,87	0,92	43	41	39	38	37	35	33	32	30	29	27	25	23	
0,86	0,91	45	42	41	39	38	36	34	33	31	30	28	26	24	
0,85	0,90	46	44	42	40	39	38	36	34	33	31	29	28	25	
0,84	0,89	47	45	43	42	40	39	37	35	34	32	30	29	27	
0,83	0,88	49	46	44	43	42	40	38	36	35	33	31	30	28	
0,82	0,87	50	47	46	44	43	41	39	38	36	34	33	31	29	
0,81	0,86	51	49	47	45	44	42	41	39	37	36	34	32	30	
0,80	0,85	52	50	48	46	45	44	42	40	38	37	35	33	31	
0,79	0,84	54	51	49	48	46	45	43	41	39	38	36	34	32	
0,78	0,83	55	52	50	49	48	46	44	42	41	41	37	35	33	
0,77	0,82	56	54	52	50	49	47	45	43	42	42	38	36	34	
0,76	0,81	57	55	53	51	50	48	46	44	43	43	39	37	35	
0,75	0,80	58	56	54	52	51	49	47	46	44	44	40	38	36	
0,74	0,79	60	57	55	53	52	51	48	47	45	43	41	40	37	
0,73	0,78	61	58	56	55	53	52	50	48	46	44	43	41	38	
0,72	0,77	62	59	57	56	54	53	51	49	47	45	44	42	39	
0,71	0,76	63	61	58	57	55	54	52	50	48	47	45	43	40	
0,70	0,75	64	62	60	58	57	55	53	51	49	48	46	44	41	
		Valores mayores que los mostrados arriba													
Aceptable															
Rechazado															

04.07 Seguimiento de calidad. Resultado de prueba

Para actividades como construcción de bases, subbases, concretos asfálticos y concretos portland entre otras, se recomienda, realizar un seguimiento de la calidad en el tiempo, para efectuar lo anterior se usará el método de la media móvil con sus gráficos de control respectivos, como se indica a continuación.

Este procedimiento indicará al contratista y supervisor la homogeneidad del material producido y permitirá realizar las correcciones respectivas.

Corresponde al promedio de los ensayos realizados sobre las muestra tomadas para evaluar un sector de control. Cada prueba debe estar definida, por lo menos, por 5 muestras.

04.08 Media móvil

Para esta especificación, media móvil, corresponderá al promedio aritmético de 5 resultados de prueba consecutivas, los 4 últimos resultados del parámetro evaluado y aceptado más el resultado cuya aceptación se haya considerado.

04.09 Zona de alerta

Zona que se encuentra entre el valor especificado y los límites aceptados, bien sea superior o inferior (LSA o LIA). Deberán ser seleccionados por el Jefe de Laboratorio.

04.10 Gráfico de control

Para una observación rápida de la variación, se deberá representar gráficamente el resultado en el tiempo y en la progresiva del parámetro evaluado. Al inicio de la obra y hasta el quinto sector de control, los resultados de la media móvil, se observarán con precaución.

Si por algún motivo se cambia de fórmula de trabajo, se iniciará una nueva media móvil.

Aceptación de los trabajos

04.11 Criterios

La aceptación de los trabajos estará sujeta a la conformidad de las mediciones y ensayos de control. Los resultados de las mediciones y ensayos que se ejecuten para todos los trabajos, deberán cumplir y estar dentro de las

tolerancias y límites establecidos en las especificaciones técnicas de cada partida. Cuando no se establezcan o no se puedan identificar tolerancias en las especificaciones o en el contrato, los trabajos podrán ser aceptados utilizando tolerancias aprobadas por el Supervisor.

Pago

04.12

El Control de Calidad para todas las actividades desarrolladas por el Supervisor, y el Contratista, bajo las condiciones estipuladas por este ítem, no será objeto de pago directo. La Supervisión está obligada a contar por lo menos con el personal detallado en la [Subsección 04.03](#), y el Contratista con todo lo necesario para su propio control de calidad de obra. Asimismo ambos deben contar con laboratorios, equipo, vehículos, aditivos y todo lo necesario para realizar los controles de campo y gabinete, así como los cálculos, gráficos y mantenimiento de archivos.



SECCION 05

RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD ANTE EL PÚBLICO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 05

Relaciones legales y responsabilidad ante el público

Descripción

05.01

Para que exista un contrato de obra del cual se derivan las obligaciones legales, exige la concurrencia de requisitos como son:

- a) Que el contratista se obligue a ejecutar una obra o a la prestación de un servicio en beneficio de un tercero,
- b) Por un precio determinado,
- c) Asumiéndolo con libertad, autonomía técnica y directiva,
- d) A su vez empleando en ella sus propios medios y asumiendo los riesgos del negocio, tales como la pérdida o destrucción de materiales, deficiencia de la obra o destrucción y
- e) Respondiendo por todos los salarios prestaciones e indemnizaciones de carácter laboral. Por su parte el beneficiario de la obra se obliga a pagar por el trabajo realizado por un precio determinado.

El Contratista tiene la responsabilidad de estar completamente informado de todas las leyes, normas, códigos, ordenanzas, reglamentos, ordenes y decretos de cuerpos o tribunales que tengan cualquier jurisdicción o autoridad, que en cualquier forma afecten el manejo de la obra.

El Contratista observará y cumplirá en todo momento con dichas leyes, normas, códigos, ordenanzas, reglamentos, ordenes y decretos, debiendo dejar a salvo a la entidad contratante y a sus representantes contra cualquier juicio, reclamo o demanda por cualquier daño o perjuicio que ocasione cualquier persona o propiedad durante la ejecución de la obra por responsabilidad original o basada en la violación de cualquiera de tal normatividad.

Los daños que se ocasionen en redes de servicios públicos, restos arqueológicos o históricos, andenes, pavimentos, edificaciones, puentes, otras obras y demás estructuras vecinas a la vía, por causas imputables al Contratista debido a la operación de sus equipos, entre otras causas, serán reparados por su cuenta y a su costo.

Requerimientos de construcción

05.02 Permisos y licencias

Las entidades públicas que tengan a su cargo la ejecución de obras viales, quedan exceptuados del pago por los derechos de extracción de materiales que acarrear y depositan las aguas en los álveos o cauce de los ríos que comprenden los minerales no metálicos que se utilizan con fines de construcción tales como limos, arcillas, arenas, grava, guijarros, cantos rodados, bloques o bolones, entre otros.

En cuanto a la base legal sobre permisos de extracción de materiales de acarreo remitirse a la Ley N° 28221 Ley que Regula el Derecho por Extracción de Materiales de los Álveos o Cauces de los Ríos por las Municipalidades.

Los requisitos mínimos acorde a la Ley indicada son las siguientes:

- a) Tipo de material a extraerse y el volumen del mismo expresado en metros cúbicos.
- b) Cauce o zona de extracción así como puntos de acceso y salida del cauce, todo ello expresado en base a coordenadas UTM.
- c) Planos a escala 1/5000 en coordenadas UTM de los aspectos mencionados en el inciso anterior.
- d) Ubicación de las instalaciones de clasificación y acopio si lo hubiere.
- e) Sistemas de extracción y características de la maquinaria a ser utilizada.
- f) Plazo de extracción solicitado.

05.03 Patentes y regalías

El Contratista es el único responsable del uso y pago de regalías y cualquier costo relacionado con el uso de patentes, marcas registradas y derechos reservados ya sea de equipo, dispositivos, materiales, procedimientos u otros.

En los precios contractuales deberá incluir estos costos, ya que la entidad contratante no reconocerá ningún pago por estos conceptos.

05.04 Restos arqueológicos y sitios históricos

En el caso de existencia de restos arqueológicos y sitios históricos se deberá tener en cuenta la normatividad sobre preservación del Patrimonio Arqueológico y Cultural contenido en la Ley N° 28296 "Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación", en la Ley N° 27972 "Ley Orgánica de Municipalidades" en cuanto a la participación funcional de los gobiernos locales y Código Penal.

Los planos y documentos del Proyecto deberán detallar la existencia de restos arqueológicos registrados en la zona en que se ejecutarán las obras. Para ello el proyectista con el apoyo de un profesional arqueólogo deberá efectuar las verificaciones en los archivos del Ministerio de Cultura. En el caso de existencia de sitios de interés paleontológico, minas, asentamientos humanos antiguos o de época colonial, monumentos históricos, reliquias, fósiles u otros objetos de interés histórico, deberán ser consignados en el Proyecto con su respectivo levantamiento topográfico y delimitación del área coordinada y autorizada por el Ministerio de Cultura. En estos casos el trazo de la vía no deberá afectar las áreas así definidas.

Durante la ejecución de las obras, se deberán seguir las siguientes estipulaciones:

- Si el Proyecto ha consignado restos arqueológicos y/o áreas de interés histórico, el Contratista asegurará la presencia del profesional o profesionales especializados requeridos, quienes tendrán la responsabilidad de la ejecución de las actividades de preservación y tratamiento de las afectaciones a que hubiere lugar en la etapa constructiva, hasta el término de la obra. Dichos profesionales además prepararán los informes correspondientes sobre el desarrollo de tales actividades y ejecutarán sus labores en coordinación con los representantes de la supervisión y entidad contratante encargada de tales labores, según dispongan los contratos respectivos.
- Si durante la ejecución de las obras se encuentran restos arqueológicos y/o sitios de carácter histórico no detectados previamente y no incluidos en los archivos del Ministerio de Cultura, el Contratista deberá suspender de inmediato los trabajos en el área del hallazgo, notificando a la Supervisión, quien informará tal hecho a la entidad

contratante para las acciones del caso. Este hecho no impedirá que se pueda suministrar un equipo permanente de resguardo y vigilancia en el área del hallazgo hasta que se reciban las instrucciones correspondientes.

05.05 Uso de explosivos

El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación por escrito del Supervisor, previa presentación de la información técnica y diseño del plan de voladura que éste solicite. Antes de realizar cualquier voladura se deberán tomar todas las precauciones necesarias para la protección de las personas, vehículos, la plataforma de la carretera, instalaciones y cualquier otra estructura y edificación adyacente al sitio de las voladuras. Es responsabilidad del Contratista, en prevención y cuidado de la vida de las personas, establecer medidas preventivas de seguridad, las cuales serán verificadas por el Supervisor en el Plan y en el informe posterior a la actividad ejecutada; así mismo, es necesario considerar entre otros lo siguiente:

- La voladura se efectúe siempre que fuera posible a la luz del día y fuera de las horas de trabajo o después de interrumpir éste. Si fuera necesario efectuar voladuras en la oscuridad debe contarse con la iluminación artificial adecuada.
- El personal asignado a estos trabajos esté provisto y use los implementos de seguridad: casco, zapatos, guantes, lentes, tapones de oídos apropiados, etc.
- Aislar la zona en un radio mínimo necesario que será aprobada por la supervisión. Para impedir el ingreso de personas a la zona peligrosa mientras se efectúan los trabajos de voladura tomar entre otras, las siguientes medidas:
 - Apostar vigías alrededor de la zona de operaciones.
 - Desplegar banderines de aviso.
 - Fijar avisos visibles en diferentes lugares del perímetro de la zona de operaciones.
 - Cerrar el tráfico de vehículos y que no se encuentren estacionados vehículos en las inmediaciones.
- Oportunamente y antes de la voladura debe darse señales audibles e inconfundibles (sirena intermitente) para que las personas se pongan en lugares seguros previamente fijados.

- Después de efectuada la voladura y una vez que la persona responsable se haya cerciorado de que no hay peligro se dará otra señal audible e inconfundible de que ha concluido el peligro.

El Contratista deberá tener en cuenta y cumplir fielmente las disposiciones legales vigentes para la adquisición, transporte, almacenamiento y uso de los explosivos e implementos relacionados. Según lo establecido por el D.S. N° 055-2010-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería" u otras normas vigentes.

El Contratista deberá llevar un registro detallado de la clase de explosivo adquirido, proveedor, existencias y consumo, así como de los accesorios requeridos.

Los vehículos que se utilicen para transportar los explosivos deben observar entre otras las siguientes medidas de seguridad, a fin de evitar consecuencias nefastas para la vida de los trabajadores y del público:

- Hallarse en perfectas condiciones de funcionamiento.
- Tener un piso compacto de madera o de un metal que no produzca chispas.
- Tener paredes altas para impedir la caída de los explosivos.
- En el caso de transporte por carretera estar provistos de por lo menos dos extintores de gas carbónico.
- Llevar un banderín visible, un aviso u otra indicación que señale la índole de la carga.

Los depósitos donde se guarden explosivos de manera permanente deberán:

- Estar contruidos sólidamente y a prueba de balas y fuego.
- Mantenerse limpios, secos, ventilados y frescos y protegidos contra las heladas.
- Tener cerraduras seguras y permanecer cerrados con llave al cual solo tendrán acceso el personal autorizado y capacitado.
- Solo utilizar material de alumbrado eléctrico de tipo antideflagrante.
- Mantener alrededor del depósito, un área de 8 m de radio de distancia como mínimo que esté limpia, sin materiales de desperdicio, hojas secas o cualquier combustible.

En ningún caso se permitirá que los fulminantes, espoletas y detonadores de cualquier clase se almacenen, transporten o conserven en los mismos sitios que la dinamita u otros explosivos. La localización y el diseño de los polvorines, los métodos de transportar los explosivos y, en general, las precauciones que se tomen para prevenir accidentes, estarán sujetos a la aprobación del Supervisor, pero esta aprobación no exime al Contratista de su responsabilidad por eventuales accidentes.

Cualquier daño resultante de las operaciones de voladura deberá ser reparado por el Contratista a su cuenta, costo, riesgo y con aprobación del Supervisor.

El personal que intervenga en la manipulación y empleo de explosivos deberá ser de reconocida práctica y pericia en este tipo de trabajo, y reunirá condiciones adecuadas en relación con la responsabilidad que corresponda a estas operaciones.

El Contratista suministrará y colocará las señales necesarias para advertir al público de su trabajo con explosivos. Su ubicación y estado de conservación garantizarán, en todo momento, su perfecta visibilidad.

En todo caso, el Contratista cuidará especialmente de no poner en peligro vidas o propiedades, y será responsable de los daños que se deriven del empleo de explosivos durante la ejecución de las obras.

El almacenamiento, transporte, manejo y uso de explosivos se realizará según lo establecido en el D.S. N° 055-2010-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería".

En lo que se refiere a la utilización de explosivos, incluyendo además algunas recomendaciones como las que se mencionan a continuación:

- El contratista deberá contar con los mecanismos y procedimientos que garanticen la mínima afectación a los recursos naturales de la zona y a las poblaciones cercanas. Se establecerá un manejo adecuado de los explosivos para prevenir y minimizar los daños que se pueda ocasionar al medio ambiente y al mismo tiempo evitar la remoción innecesaria de material.
- El contratista es responsable de gestionar y obtener las autorizaciones y permisos correspondientes. Así mismo el uso de los explosivos requerirá la supervisión de personal capacitado, asegurando que no se ponga en peligro las vidas humanas, el medio ambiente, obras, construcciones existentes por riesgo a accidentes.

- Se deberá almacenar el mínimo posible de explosivos que permita realizar normalmente las tareas habituales. El manejo de explosivos debe ser realizado por un experto, a fin de evitar los excesos que puedan desestabilizar los taludes, causando problemas en un futuro.

05.06 Protección ambiental

El Contratista deberá cumplir con las leyes nacionales y reglamentos vigentes, tales como el "Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el Proceso de Evaluación Ambiental y social en el Sub-Sector Transportes" (R.D. N° 006-2004 MTC/16), sobre control de contaminación y protección del medio ambiente en relación con la construcción de carreteras, así como con los estudios de Impacto Ambiental específico de cada carretera y el correspondiente Plan de Manejo Ambiental.

El Contratista debe tomar las precauciones y medidas necesarias a fin de no exponer a los nativos a influencias extrañas a su cultura, para ello se debe elaborar una guía de procedimiento para estos casos.

Cuando las obras estén atravesando Áreas Ambientales Sensibles, se deben de extremar las medidas de vigilancia sobre el personal de obra en lo que respecta a caza, pesca, tráfico de especies animales y vegetales, para lo cual se instalarán cercos perimetrales a fin de mantener una mejor vigilancia las 24 horas del día.

Se deberá evitar la contaminación de arroyos, lagos, lagunas y estanques con sedimentos, combustibles, aceites, betunes, químicos u otros materiales dañinos, para evitar la contaminación de la atmósfera con materiales gaseosos o de partículas.

Colocar avisos explicativos invitando a la protección de especies, y la prohibición de arrojo de basura, caza, pesca y tala en dichas áreas. A este efecto se deberá tener en cuenta la Ley N.º 27314 Ley General de Residuos Sólidos, desarrollada por el D.S. N.º 057-2004 PCM, y modificada por el D.L. N.º 1065, y que es la encargada de asegurar una buena gestión y manejo de los residuos, sanitaria y medioambientalmente adecuada.

Se debe limitar las velocidades máximas en estas zonas durante el día y la noche, a fin de evitar el atropello de especies de fauna en dichas zonas.

El Contratista deberá cumplir lo dispuesto en la base legal que previene la contaminación de las aguas del río donde extraen los materiales, así como

afectar el cauce a zonas aledañas, en caso contrario la autoridad competente suspenderá el permiso otorgado.

El Contratista no podrá instalar la maquinaria procesadora de materiales de acarreo en el cauce del río, tampoco en la faja marginal, por ser zonas intangibles, con el fin de evitar problemas de contaminación.

En el caso de las entidades públicas, eximida del pago al Estado, no significa que no deban presentar su solicitud acompañando los requisitos de ley.

La actividad extractiva de material de acarreo hasta su culminación deberá cumplir con los dispositivos legales vigentes.

Es necesario tener en cuenta la Ley N° 27446 del Sistema Nacional del Impacto Ambiental, y su modificatoria D.L. N° 1048 así como su Reglamento D.S. N° 019-2009-MINAM; Ley N° 28245 Ley Marco del Sistema Nacional del Impacto Ambiental y su reglamento D.S. N° 08-2005-PCM, y otros dispositivos sectoriales como el de la RVM N° 1079-2007-MTC/02 que aprueba los Lineamientos para la Elaboración de los Términos de Referencia para Estudios del Impacto Ambiental en la Construcción Vial.

05.07 Responsabilidad del contratista por el trabajo

Hasta la aceptación final de la obra por parte de la entidad contratante, el Contratista será responsable del mantenimiento y cuidado de la obra a su costo, tomando todas las precauciones contra daños o desperfectos a cualquier parte de la misma. El Contratista deberá reconstruir, reparar, reponer y responder por todos los daños o desperfectos que sufra cualquier parte de la obra y correrá por su cuenta y riesgo el costo de los mismos, con excepción de daños producidos por causas de fuerza mayor o fortuita debidamente establecidos en los contratos.

En casos de suspensión de los trabajos por cualquier causa, el Contratista será responsable del mantenimiento de la carretera, del funcionamiento del sistema de drenaje y deberá construir cualquier estructura provisional que fuese necesaria para proteger las obras ejecutadas y mantener el tránsito hasta la reanudación de los trabajos o según lo disponga la entidad contratante.

La responsabilidad es contractual frente al dueño de la obra y en todo lo no estipulado en el contrato se rige por las disposiciones del Código Civil sobre obligaciones y responsabilidad.

05.08 Derecho de vía

La entidad contratante es responsable de entregar al Contratista, la franja de terreno que constituye el Derecho de Vía liberado de cualquier interferencia para la ejecución de las obras.

05.09 Accidentes

El Contratista deberá informar al Supervisor de la ocurrencia de cualquier accidente sucedido durante la ejecución de los trabajos de acuerdo a lo establecido en el contrato y normas vigentes. Así mismo deberá mantener un archivo de todos los accidentes ocurridos que resulten en muerte, enfermedad ocupacional, lesión incapacidad y cualquier otro daño a la vida o salud de la persona, daño a la propiedad del Estado o Privada. El archivo de accidentes deberá estar disponible en todo momento para ser inspeccionado por el Supervisor.

El Contratista deberá sujetarse a las disposiciones legales vigentes de Seguridad Laboral a fin de controlar los riesgos de accidentes en la obra, y en concordancia con dichas normas diseñar, aplicar y responsabilizarse de un programa de seguridad para sus trabajadores. Además debe contar con informes actualizados de mantenimiento de los vehículos y equipos que se utilizan en la ejecución de la obra según normas vigentes.

Es responsabilidad del Supervisor programar periódicamente y a intervalos apropiados las respectivas inspecciones de la implementación de los planes de seguridad. El Supervisor debe coordinar con el Contratista y elaborar un Informe de observación con las indicaciones respectivas cuando se verifique la necesidad de prever un ajuste o subsanar un vacío en cuanto medidas de seguridad.

La custodia del archivo de accidentes será responsabilidad del Contratista.

05.10 Salubridad

El Contratista deberá cumplir con toda la reglamentación sobre salubridad ocupacional. Es responsabilidad del Contratista mantener en estado óptimo los espacios ambientales de trabajo, la eliminación de factores contaminantes y el control de los riesgos que afectan la salud del trabajador.

Así mismo deberá proveer y mantener en condiciones limpias y sanitarias todas las instalaciones y facilidades que sean necesarias para uso de sus empleados. Ningún pago directo será hecho por este concepto, pero los costos

que demande serán considerados como incluidos en los precios de licitación del Contrato.

En general, el Contratista debe cumplir con las disposiciones que se estipulan en la **Sección 09** y su verificación y control estará a cargo del Supervisor.

05.11 Equipo

Los principales impactos causados por el equipo y su tránsito, tienen que ver con emisiones de ruido, gases y material particulado a la atmósfera. El equipo deberá estar ubicado adecuadamente en sitios donde no perturbe a la población y al medio ambiente y contar además, con sistemas de silenciadores (especialmente el equipo de compactación de material, plantas de trituración y de asfalto).

Se tendrá cuidado también con el peligro de derrame de aceites y grasas de la maquinaria, para lo cual se realizarán revisiones periódicas a la maquinaria, así como la construcción de rellenos sanitarios donde depositar los residuos.

Se cuidará que la maquinaria de excavación y de clasificación de agregados no se movilice fuera del área de trabajo especificada a fin de evitar daños al entorno.

Los equipos a utilizar deben operar en adecuadas condiciones de carburación y lubricación para evitar y/o disminuir las emanaciones de gases contaminantes a la atmósfera.

El equipo deberá estar ubicado adecuadamente en sitios donde no perturbe a la población y al medio ambiente. Además, mantener en buen estado los sistemas de carburación y silenciadores a fin de evitar la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, así como ruidos excesivos, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturbe la tranquilidad.

El Contratista debe instruir al personal para que por ningún motivo se lave los vehículos o maquinarias en cursos de agua o próximos a ellos.

Por otro lado, cuando se aprovisionen de combustible y lubricantes, no deben producirse derrames o fugas que contaminen suelos, aguas o cualquier recurso existente en la zona.

Estas acciones deben complementarse con revisiones técnicas periódicas. Guardar herméticamente los residuos de las maquinarias y equipos, para luego transportarlos a lugares adecuados para la disposición final de estos residuos.



El Contratista debe evitar que la maquinaria se movilice fuera del área de trabajo especificada a fin de evitar daños al entorno. Además, diseñar un sistema de trabajo para que los vehículos y maquinarias no produzcan un innecesario apisonamiento de suelos y vegetación y el incremento de la turbidez de los cuerpos de agua.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 06

DESARROLLO Y PROGRESIÓN

DE LA OBRA



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 06

Desarrollo y progresión de la obra

06.01 Equipos

El Contratista deberá mantener en los sitios de las obras los equipos adecuados a las características y magnitud de las obras y en la cantidad requerida, de manera que se garantice su ejecución de acuerdo con los planos, especificaciones de construcción, programas de trabajo y dentro de los plazos previstos.

El Contratista deberá mantener los equipos de construcción en óptimas condiciones, con el objeto de evitar demoras o interrupciones debidas a daños en los mismos. Las máquinas, equipos y herramientas manuales deberán ser de buen diseño y construcción teniendo en cuenta los principios de la seguridad, la salud y la ergonomía en lo que atañe a su diseño. Deben tener como edad máxima la que corresponde a su vida útil. La mala calidad de los equipos o los daños que ellos puedan sufrir, no serán causa que exima al Contratista del cumplimiento de sus obligaciones.

El Supervisor se reserva el derecho de exigir el reemplazo o reparación, por cuenta del Contratista, de aquellos equipos que a su juicio sean inadecuados o ineficientes o que por sus características no se ajusten a los requerimientos de seguridad o sean un obstáculo para el cumplimiento de lo estipulado en los documentos del contrato.

El mantenimiento o la conservación adecuada de los equipos, maquinaria y herramientas, no solo es básico para la continuidad de los procesos de producción y para un resultado satisfactorio y óptimo de las operaciones a realizarse, sino que también es de suma importancia en cuanto a la prevención de los accidentes.

Por lo cual es responsabilidad del Contratista:

- Establecer un sistema periódico de inspección que pueda prever y corregir a tiempo cualquier deficiencia.
- Programar una política de mantenimiento preventivo sistemático.

- Llevar un registro de inspección y renovación de equipos, maquinarias y herramientas, lo cual pondrá a disposición del Supervisor en el momento que sea requerido.

El Contratista asume la responsabilidad del cumplimiento del plan de mantenimiento y de los registros levantados al respecto. Emitirá informes periódicos y especiales a la Supervisión, quien dará las recomendaciones del caso si lo hubiere y verificará posteriormente el cumplimiento de las recomendaciones dadas las condiciones de operación de los equipos deberán ser tales, que no se presenten emisiones de sustancias nocivas que sobrepasen los límites permisibles de contaminación de los recursos naturales, de acuerdo con las disposiciones ambientales vigentes.

Toda maquinaria o equipo que de alguna forma puedan producir peligro deberá cumplir, entre otros, con los requisitos siguientes:

- Estar firmemente instaladas, ser fuertes y resistentes al fuego y a la corrosión.
- Que no constituyan un riesgo en sí, es decir que estén libres de astillas, bordes ásperos, afilados o puntiagudos.
- Prevengan el acceso a la zona de peligro durante las operaciones.
- Que no ocasionen molestias al operador en cuanto a visión y maniobrabilidad, y que estén provistos de casetas de protección contra la luz solar y lluvias.

Los equipos deberán tener los dispositivos de señalización necesarios para prevenir accidentes de trabajo. El Contratista debe solicitar al fabricante las instrucciones adecuadas para una utilización segura, las cuales deben ser proporcionadas a los trabajadores que hagan uso de ellos. Deberá así mismo, establecerse un reglamento y las sanciones respectivas a fin de evitar que los operarios sean distraídos en el momento que ejecuten su trabajo. Las máquinas y equipos accionados a motor deberán estar provistos de dispositivos adecuados, de accesos inmediatos y perfectamente visibles, para que el operario pueda detenerlos rápidamente en caso de urgencia y prevenir toda puesta en marcha intempestiva.

Además se proveerá a quienes utilicen las máquinas y equipos, de la protección adecuada y cuando sea necesario de protección auditiva.

06.02 Organización de los trabajos

En la organización de los trabajos se deberán considerar las recomendaciones establecidas en los estudios técnicos y ambientales del Proyecto. El Contratista organizará los trabajos en tal forma que los procedimientos aplicados sean compatibles con los requerimientos técnicos necesarios, las medidas de manejo ambiental establecidas en el plan de manejo ambiental del Proyecto, los requerimientos establecidos y los permisos, autorizaciones y concesiones de carácter ambiental y administrativo y demás normas nacionales y regionales aplicables al desarrollo del Proyecto. Así mismo la organización de los trabajos deberá considerar la protección de los trabajadores contra riesgos de accidentes y daños a la salud en cuanto sea razonable y factible evitar.

Los trabajos se deberán ejecutar de manera que no causen molestias a personas, ni daños a estructuras, servicios públicos, cultivos y otras propiedades cuya destrucción o menoscabo no estén previstos en los planos, ni sean necesarios para la construcción de las obras. Igualmente, se minimizará, de acuerdo con las medidas de manejo ambiental y los requerimientos establecidos por las autoridades ambientales, las afectaciones sobre recursos naturales y la calidad ambiental del área de influencia de los trabajos.

Es responsabilidad del Contratista asegurar la vigilancia necesaria para que los trabajadores realicen su trabajo en las mejores condiciones de seguridad y salud.

06.03 Trabajos nocturnos

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Supervisor y realizados solamente en las secciones de obra que él indique. El Contratista deberá instalar equipos de iluminación de tipo e intensidad satisfactorias para el Supervisor, y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos nocturnos y tomar las medidas del caso para evitar cualquier tipo de accidente tanto al personal vinculado al Proyecto como a los usuarios de la vía. El alumbrado artificial no deberá deslumbrar ni producir sombras molestas.

Las zonas en trabajo o de potencial peligro para el libre tránsito de vehículos y personas serán señalizadas con lámparas destellantes, barreras, conos y

elementos que garanticen al máximo su seguridad. Se cumplirá con lo dispuesto en el “Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras” del MTC vigente y lo dispuesto en la [Sección 103](#), de estas especificaciones.

06.04 Limpieza del sitio de los trabajos

Es responsabilidad del Contratista elaborar y aplicar un programa adecuado de orden y limpieza que contengan disposiciones sobre:

- El almacenamiento adecuado de materiales y equipos.
- La evacuación de desperdicios, desechos y escombros a intervalos adecuados.
- La atención oportuna de áreas cubiertas por hielo, nieve, aceite para que sean limpiadas con arena, aserrín o cenizas.

A la terminación de cada obra, el Contratista deberá retirar del sitio de los trabajos todo el equipo de construcción, los materiales sobrantes, escombros y obras temporales de toda clase, dejando la totalidad de la obra y el sitio de los trabajos en un estado de limpieza satisfactorio para el Supervisor. No habrá pago separado por concepto de estas actividades.

06.05 Disposición de desechos y sobrantes

El Contratista deberá disponer mediante procedimientos aprobados, todos los desechos, escombros, sobrantes y demás residuos provenientes de los trabajos necesarios para la ejecución de las obras, en los sitios indicados en el Proyecto o aprobados por el Supervisor, los que serán debidamente acondicionados y preparados.

El Contratista deberá cumplir con todos los reglamentos y requisitos que se indican en los documentos de manejo y protección del Medio Ambiente y lo estipulado en la [Sección 906](#).

06.06 Personal

El Contratista deberá cumplir con todas las disposiciones legales para la contratación de su personal. Así mismo, se obliga al pago de los salarios y beneficios sociales que establecen las normas correspondientes, tales como el Código del Trabajo y demás disposiciones concordantes y complementarias. Ninguna obligación de tal naturaleza corresponde a la entidad contratante y ésta no asume responsabilidad, ni solidaridad alguna.

El Contratista debe asegurarse de que todos los trabajadores estén bien informados de los riesgos relacionados con sus labores y con la conservación del medio ambiente de su zona de trabajo, el conocimiento de las leyes y reglamentos laborales, las normas técnicas y las instrucciones relacionadas con la prevención de accidentes y los riesgos para la salud.

El personal profesional, técnicos, empleados y obreros tendrán la suficiente capacidad y solvencia técnica y moral para el desempeño de sus trabajos en las áreas asignadas para cada uno.

El Supervisor podrá solicitar el reemplazo de cualquier persona que en su opinión no cumpla con los requisitos exigidos.

06.07 Control

El Contratista deberá tomar todas las disposiciones necesarias para facilitar el control por parte del Supervisor. Este, a su vez, efectuará todas las medidas que estime convenientes, sin perjuicio del avance de los trabajos.

Si alguna característica de los materiales y trabajos objeto del control no está de acuerdo con lo especificado o si, a juicio del Supervisor puede poner en peligro seres vivos o propiedades, éste ordenará la modificación de las operaciones correspondientes o su interrupción, hasta que el Contratista adopte las medidas correctivas necesarias.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 07

MEDICIÓN Y PAGO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 07

Medición y pago

Descripción

07.01

Esta Sección contiene normas generales para la medición y pago de los diferentes trabajos a ejecutarse. En cada sección de estas Especificaciones se establecen normas específicas de medida y pago para cada trabajo y éstas prevalecen sobre las normas generales que aquí se describen.

Las unidades de medida y otros datos técnicos de estas Especificaciones aparecen en el Sistema Internacional (SI). Sin embargo debido a los usos y costumbres y por la procedencia de equipos y materiales importados aún prevalecen algunas medidas del sistema inglés; por esta circunstancia se introducirá en cada medida y dato técnico la unidad en SI y entre paréntesis el equivalente de uso común en sistema métrico o inglés cuando sea necesario.

En todo trabajo se deben medir las cantidades realmente ejecutadas en el período ejecutado, excepto cuando se trate de una partida cuyo pago sea a suma alzada ó global, en cuyo caso se estimará lo ejecutado, sobre la base de porcentajes.

07.02 Términos de medición

a. Metro cúbico (m³)

1. En el prisma de carretera

Para el cálculo de volúmenes de excavaciones y terraplenes se usará el método del promedio de áreas extremas, en base a la determinación de las áreas en secciones transversales consecutivas, su promedio y multiplicado por la longitud entre las secciones a lo largo de la línea del eje de la vía. El volumen así resultante constituye el volumen a pagar cuando sea aprobado por el Supervisor.

2. En vehículo de transporte

Medir el volumen suelto transportado en vehículos por la determinación de las medidas internas de la tolva del camión. Los vehículos deben ser identificados en forma clara y especificar su volumen. Antes de la utilización de los vehículos se debe acordar con el Contratista los volúmenes, niveles y forma de la carga para responder al volumen cubicado. Todas las veces que sea cargado el vehículo deberá cumplir con la condición acordada.

3. En estructuras

Se medirá las líneas netas de la estructura como aparece en los planos y diseños, exceptuando aquellas que hayan sido modificadas para adaptarse a las condiciones del terreno que se medirán en el lugar de ejecución. No se efectuarán deducciones por los volúmenes ocupados por los refuerzos de acero, anclajes, perforaciones o tubos de diámetro menor de 20 cm.

4. En el sitio de ejecución

Se medirán las líneas netas de las áreas ejecutadas de acuerdo a las dimensiones del diseño multiplicándolo por el espesor uniforme de la unidad medida. No se efectuará ninguna deducción en las medidas, pero si se considerará los derrames de las capas de la estructura del pavimento, de acuerdo al diseño.

b. Unidad (Und.)

Una unidad entera. La cantidad es el número de unidades completadas y aceptadas.

c. Hectárea (ha)

La hectárea son 10.000 m². La medición se hará por medidas longitudinales y transversales, horizontales con la superficie del terreno.

d. Kilogramo (kg)

El kilogramo como unidad de masa tiene 1.000 gramos. Se medirá de acuerdo a la [Subsección 07.03.](#)

Si el material es provisto en sacos o envases de masa neta uniforme, se podrá utilizar para su medición.

La masa neta será tal como ha sido empacada por el fabricante.

e. Litro (l)

Las cantidades se medirán en tanques de volumen conocido y calibrado, con el uso de unidades de volumen aprobado o mediante volúmenes envasados comercialmente.

f. Metro (m)

Las medidas de longitud se efectuarán en forma paralela a las líneas netas de los elementos a medir.

g. Metro cuadrado (m²)

Las medidas de áreas se efectúan en forma paralela a la superficie por medir.

No se efectúan deducciones de ningún tipo para la medición de áreas.

07.03 Dispositivos y procedimientos de pesaje

Cuando el material sea provisto o medido y pagado por masa se debe utilizar uno de los sistemas siguientes:

a. Sistema comercial de pesaje

Constituido por balanzas de uso comercial y de funcionamiento permanente. Deben contar con una certificación oficial y verificada por la Supervisión.

b. Facturas

Si el material es proporcionado por un proveedor habitual, se podrá utilizar las facturas de adquisición con la masa neta o el volumen convertido a masa. En este caso la Supervisión deberá efectuar verificaciones periódicas.

c. Sistema de pesaje proporcionado por el contratista

En este caso la balanza, su funcionamiento y el sistema de pesaje serán aprobados por la Supervisión y verificados periódicamente.

Medición

07.04

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras, de acuerdo al Proyecto, estas especificaciones y la aprobación del Supervisor.

Pago

07.05

Los precios unitarios del Contratista definidos para cada partida del presupuesto, cubrirán el costo de todas las operaciones relacionadas con la correcta ejecución de las obras.

Los precios unitarios deben cubrir los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, beneficios sociales, impuestos, tasas y contribuciones, herramientas, maquinaria pesada, transporte, ensayos de control de calidad, regalías, servidumbres y todos los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 08

SEGURIDAD LABORAL



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 08

Seguridad laboral

Descripción

08.01

Es en la ejecución de un Proyecto donde se hace más evidente el factor humano: la población que directa e indirectamente es afectada por el Proyecto y las personas que están involucradas en la puesta en ejecución de las diversas actividades diseñadas. El presente capítulo precisa normas generales que atañen a la seguridad laboral, que deberán ser consideradas en todo el proceso de ejecución de la obra vial.

La previsión es un factor clave en todo el proceso de ejecución de obras viales, en tanto ello permite un control en términos de la continuidad de las tareas, el cumplimiento de los plazos establecidos y el poder establecer medidas que cubran diversas contingencias que pueden surgir y que son factibles de ser predecibles y que pueden afectar a la masa laboral y por ende en los resultados del Proyecto.

Es responsabilidad del Contratista:

- Garantizar que los lugares o ambientes de trabajo sean seguros y exentos de riesgos para el personal.
- Facilitar medios de protección a las personas que se encuentren en una obra o en las inmediaciones de ella a fin de controlar los riesgos que puedan acarrear ésta.
- Establecer criterios y pautas desde el punto de vista de la seguridad y condiciones de trabajo en el desarrollo de los procesos, actividades, técnicas y operaciones que le son propios a la ejecución de las obras viales.
- Prevenir en la medida de lo posible los peligros que puedan suscitarse en el lugar de trabajo, organizar el trabajo teniendo en cuenta la seguridad de los trabajadores, utilizar materiales o productos

apropiados desde el punto de vista de la seguridad, y emplear métodos de trabajo que protejan a los trabajadores.

- Asegurarse que todos los trabajadores estén bien informados de los riesgos relacionados con sus labores y medio ambiente de trabajo; para ello brindara capacitación adecuada y dispondrá de medios audio visuales para la difusión.
- Establecer un reglamento interno para el control de las transgresiones a las medidas de protección y seguridad laboral.

08.02 Plan de seguridad laboral

Antes de dar inicio a la ejecución de la obra, el Contratista debe elaborar un Plan de Seguridad Laboral que contenga entre otros lo siguiente:

- Identificación desde el inicio de los trabajos, los factores y causas que podrían originar accidentes.
- Disposición de medidas para reducir los factores y causas de riesgo de accidentes.
- Diseño de programas de seguridad laboral.
- Procedimientos de difusión entre el personal sobre las medidas de seguridad. Deben considerarse metodologías adecuadas a las características socio-culturales del personal. Por ejemplo: Charlas, gráficos, vídeos.
- Hacer de conocimiento general las medidas de protección ambiental, tales como las prohibiciones de usar barbasco o dinamita para pescar, cortar árboles para viviendas, combustibles u otros específicos, caza de especies en extinción, compra de animales silvestres, a lo largo de toda la zona que atraviesa la carretera.

El plan de seguridad laboral será presentado al Supervisor para el seguimiento respectivo de su ejecución. Es responsabilidad evaluar, observar y elaborar las recomendaciones respectivas en forma oportuna; así como por el cumplimiento de las recomendaciones dadas. Es responsabilidad del Contratista poner en ejecución las recomendaciones dispuestas por el Supervisor.

La inspección que realice el Supervisor, entre otros, tiene por finalidad:

- Ubicar los focos potenciales de riesgo.
- Identificar las particularidades sobre las que se desarrolla la obra.

- Detectar los problemas que existan en materia de seguridad en la obra y que podrían afectar a los trabajadores.
- Hacer las recomendaciones necesarias para que el Contratista subsane las anomalías o carencias detectadas.
- Realizar campañas educativas periódicas, empleando materiales de trabajo sobre normas elementales de higiene y comportamiento.

El proceso de Supervisión considerará entre otros lo siguiente:

- Periodicidad de las inspecciones.
- Observación directa de la situación laboral mediante visitas de campo.
- Entrevistas con el personal en sus diferentes niveles.
- Remisión de las comunicaciones al Contratista para formalizar las observaciones y recomendaciones que hubieran.
- Seguimiento del cumplimiento del levantamiento de las observaciones y recomendaciones por parte del Contratista.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 09

SALUBRIDAD



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 09

Salubridad

Descripción

09.01

Compete a esta sección las normas generales que velen por el entorno y las condiciones favorables para la preservación de la salud de la población involucrada con el proyecto, considerando además los aspectos referidos a la prevención y atención de la salud de los trabajadores.

El Contratista es el responsable del cumplimiento de las disposiciones normativas vigentes sobre la materia y el Supervisor de su control y verificación. Entre otras se indican las siguientes:

09.02 Protección

El Contratista debe emplear métodos y prácticas de trabajo que protejan a los trabajadores contra los efectos nocivos de agentes químicos (gases, vapores líquidos o sólidos), físicos (condiciones de ambiente: ruido, vibraciones, humedad, energía radiante, temperatura excesiva, iluminación defectuosa, variación de la presión) y biológicos (agentes infecciosos tipo virus o bacterias que causan tuberculosis, pulmonía, tifoidea, hongos y parásitos). Para ello, entre otros, debe:

- Disponer que personal especializado localicen y evalúen los riesgos para la salud que involucre el uso en las obras de diversos procedimientos, instalaciones, maquinas, materiales y equipo.
- Utilizar materiales o productos apropiados desde el punto de vista de la salud.
- Evitar en el trabajo movimientos excesivos o innecesariamente fatigosos, que puedan afectar la salud de los trabajadores.
- Protección adecuada contra las condiciones climáticas que presenten riesgo para la salud.

- Proporcionar a los trabajadores los equipos y vestimentas de protección y exigir su utilización.
- Brindar las instalaciones sanitarias, de aseo, y alimentación adecuada y condiciones que permitan controlar brotes epidémicos y canales de transmisión de enfermedades.
- Reducción del ruido y de las vibraciones producidas por el equipo, la maquinaria, las instalaciones y las herramientas.

09.03 Servicios de atención de salud

El Contratista deberá adoptar disposiciones para establecer servicios de Atención Primaria de Salud en el centro de labores u obras, el cual debe estar instalado en un lugar de fácil acceso, convenientemente equipado y a cargo de un personal especializado calificado.

Deberá así mismo coordinar con el Centro de Salud más cercano que hubiere, al cual brindará la información del grupo poblacional a cargo de la obra. Para ello establecerá una ficha de registro por cada trabajador la cual debe consignar todas las referencias y antecedentes de salud y será producto de una verificación previa de las condiciones de salud del trabajador.

El Contratista garantizará la disponibilidad de medios adecuados y de personal con formación apropiada para prestar los primeros auxilios. En la organización de los equipos de trabajo de obra debe procurarse que por lo menos uno de los integrantes tenga capacitación o conocimientos de Primeros Auxilios.

En las obras deberá haber siempre una enfermería con equipo de salvamento y de reanimación con inclusión de camillas y en mayor exigencia en el caso de actividades de alto riesgo, como la de explosivos por ejemplo.

En períodos largos de ejecución de Obras el Contratista debe incluir en su programación un control periódico de la salud de sus trabajadores, constatando un buen estado de salud y en previsión de la aparición de epidemias y de enfermedades infecto-contagiosas, el cual puede realizarse en coordinación con el Centro de Salud más cercano.

Cada vez que se introduzca el uso de nuevos productos, maquinarias, métodos de trabajo debe informarse y capacitarse a los trabajadores en lo que concierne a las consecuencias para la salud y su seguridad personal.

En todas las áreas de trabajo, vehículos de transporte, plantas de asfalto y trituración, maquinas móviles, se deberá contar con botiquines de primeros auxilios, los cuales deberán contar con protección contra el polvo, la humedad o cualquier agente de contaminación. Los botiquines deben contar con instrucciones claras y sencillas sobre la utilización de su contenido. Debe a su vez comprobarse su contenido a intervalos regulares para verificar su vigencia y reponer las existencias.

Hay que tener especial atención en las diversas regiones climáticas de nuestro país a los efectos que ello puede producir en la salud de las personas. Deben tomarse medidas preventivas contra el estrés térmico, el frío o la humedad suministrando equipos de protección, cursos de formación para que se puedan detectar con rapidez los síntomas de tales trastornos y vigilancia médica periódica. En relación al calor las medidas preventivas deben incluir el descanso en lugares frescos y la disponibilidad de agua potable en cantidad suficiente.

09.04 Vestimenta y equipos de protección personal

El Contratista asume la responsabilidad de instruir al personal acerca de la utilización de las vestimentas y de los equipos de protección personal así como el exigir que se de cumplimiento a ello.

Debe evitarse todo contacto de la piel con sustancias químicas peligrosas cuando estas puedan producir daños. Para ello debe exigirse la higiene personal y vestimenta apropiada con objeto de evitar contacto cutáneo. Al manipular sustancias reconocidas como peligrosas, como sucede con el asfalto bituminoso, alquitrán, fibras de amianto, brea, petróleos densos deben tomarse medidas para que los trabajadores eviten la inhalación y el contacto cutáneo con dichas sustancias.

Debe protegerse a los trabajadores contra los efectos nocivos del ruido y las vibraciones producidas por las maquinas y los procedimientos de trabajo. Tener en cuenta entre otros, las siguientes medidas:

- Reducir el tiempo de exposición de esos riesgos
- Proporcionar medios de protección auditiva personal y guantes apropiados para el caso de las vibraciones. Respecto al trabajo en zonas rurales y de la selva debe proveerse de antídotos y medicamentos preventivos, a la par de las vestimentas adecuadas.

La elevación manual de cargas cuyo peso ocasione riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores debe evitarse mediante la reducción de su peso, el uso de herramientas y equipos mecánicos apropiados.

La selección de las vestimentas y equipos de protección personal debe realizarse teniendo en consideración la naturaleza de los riesgos y el tipo, alcance y eficacia de los medios de protección necesarios, así como disponer de un adecuado almacenamiento, mantenimiento, limpieza y demás cuidados sanitarios.

09.05 Bienestar

Comprende los aspectos relacionados con las condiciones que permiten una estancia favorable al trabajador durante el tiempo que permanece en la obra, las cuales son responsabilidad del Contratista y son objeto de control permanente por el Supervisor, y por lo general se refiere a:

a. Agua potable

Se debe disponer de un suministro suficiente de agua potable adecuada al consumo humano que en cuanto a límites de calidad de agua de acuerdo a las normas vigentes. Cuando se requiera transportarla al lugar de la obra deberá hacerse en camiones cisterna adecuados, limpios y periódicamente desinfectados, y deberá conservarse en recipientes cerrados y provistos de grifo.

Ninguna fuente de agua potable se debe comunicar con otra agua que no sea potable. Y en el caso de agua no potable se colocarán letreros visibles para prohibir su consumo.

b. Instalaciones sanitarias

En caso de no existir conexiones sanitarias, los campamentos contarán con pozos sépticos técnicamente diseñados, los silos artesanales deben ser ubicados en lugares seleccionados de tal manera que no afecten a las fuentes de abastecimiento de agua, su construcción debe incluir la impermeabilización de las paredes laterales y fondo de los mismos. Al cumplir los silos su tiempo de uso serán debidamente clausurados y sellados según las normas sanitarias.

c. Vestuarios, duchas y lavabos

Deben también ubicarse en áreas que eviten que los residuos se mezclen con fuentes de agua. Se recomienda considerar espacios separados para

hombres y mujeres. Las instalaciones deben mantenerse perfectamente limpias y desinfectadas.

d. Alojamiento

En caso de obras alejadas de los lugares de vivienda de los trabajadores debe disponerse de alojamientos adecuados considerando habitaciones para varones y mujeres, que cuenten con las instalaciones y mobiliarios correspondientes.

e. Alimentación

La alimentación de los trabajadores debe ser balanceada e higiénicamente preparada, el agua que se le proporcione como bebida tendrá que ser potable y hervida.

f. Recreación

Un aspecto que suele no tomarse en cuenta es sobre la necesidad de recreación de los trabajadores, lo que se hace manifiesto en mayor medida cuando la obra se realiza en zonas alejadas de los centros poblados. Por ello debe considerarse actividades de recreación según las condiciones del lugar y facilitar en las instalaciones del campamento los espacios adecuados para desarrollar dichas actividades.

g. Plan de emergencia

Debe contarse con un Plan de Emergencia en la obra, con la finalidad de prevenir a los trabajadores frente a situaciones de desastre natural, tales como huaycos, inundaciones, terremotos y otros. Se debe contar con equipos adecuados de comunicación, stock de víveres, medicinas, materiales, insumos y equipos de evacuación. El plan de emergencia, ejecución y control debe estar a cargo de un comité conformado por miembros representativos de los diferentes niveles de labor.

h. Población involucrada con el Proyecto

Con relación a la población afectada directa o indirectamente por la ejecución del proyecto, el Contratista debe tomar en cuenta entre otras, las siguientes recomendaciones:

- Establecer buenas relaciones con la comunidad en general, dentro de las normas de conducta y moralidad adecuadas, evitando comportamientos o acciones que generen rechazo o controversias que afecten el normal desenvolvimiento de las obras.



- Debe prohibirse el consumo de bebidas alcohólicas y/o estupefacientes en las instalaciones de la obra.
- Tomar las precauciones necesarias a fin de prevenir y evitar la transmisión de enfermedades infecto-contagiosas.



CAPITULO I

TRABAJOS PRELIMINARES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 101

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 101

Movilización y desmovilización de equipo

Descripción

101.01

Esta partida consiste en el traslado de equipos (transportables y autotransportables) y accesorios para la ejecución de las obras desde su origen y su respectivo retorno. La movilización incluye la carga, transporte, descarga, manipuleo, operadores, permisos y seguros requeridos.

101.02 Consideraciones generales

El traslado del equipo pesado se puede efectuar en camiones de cama baja, mientras que el equipo liviano puede trasladarse por sus propios medios, llevando el equipo liviano no autopropulsado como herramientas, martillos neumáticos, vibradores, etc.

El Contratista antes de transportar el equipo mecánico ofertado al sitio de la obra deberá someterlo a inspección de la entidad contratante de acuerdo a las condiciones establecidas en el contrato. Este equipo será revisado por el Supervisor en la obra, y de no encontrarlo satisfactorio en cuanto a su condición y operatividad deberá rechazarlo, en cuyo caso el Contratista deberá reemplazarlo por otro similar en buenas condiciones de operación. El rechazo del equipo no genera ningún derecho a reclamo y pago por parte del Contratista.

Si el Contratista opta por transportar un equipo diferente al ofertado, éste no será valorizado por el Supervisor.

El Contratista no podrá retirar de la obra ningún equipo sin autorización escrita del Supervisor.

Medición

101.03

La movilización se medirá en forma global (Glb.) El equipo a considerar en la medición será solamente el que ofertó el Contratista en el proceso de licitación.

Pago

101.04

Las cantidades aprobadas y medidas como se indican a continuación serán pagadas al precio de Contrato. El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta Sección y según la [Subsección 07.05.](#)

El pago global de la movilización y desmovilización será de la siguiente forma:

- 50% del monto global será pagado cuando haya sido concluida la movilización a obra y se haya ejecutado por lo menos el 5% del monto del contrato total, sin incluir el monto de la movilización.
- El 50% restante de la movilización y desmovilización será pagada cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con la autorización del Supervisor.

Partida de pago	Unidad de pago
101.A Movilización y desmovilización de equipo	Global (Glb.)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 102

TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 102

Topografía y georeferenciación

Descripción

102.01

Basándose en los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BM's, el Contratista realizará los trabajos de replanteo y otros de topografía y georeferenciación requeridos durante la ejecución de las obras, que incluye el trazo de las modificaciones aprobadas, correspondientes a las condiciones reales encontradas en el terreno. El Contratista será el responsable del replanteo topográfico que será revisado y aprobado por el Supervisor, así como del cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y monumentación instalada durante el proceso del levantamiento del proceso constructivo.

El Contratista instalará puntos de control topográfico enlazado a la Red Geodésica Nacional GPS en el sistema WGS84, estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas UTM y de ser necesarias sus coordenadas geográficas. En caso que el Proyecto haya sido elaborado en otro sistema, éste deberá ser replanteado en el sistema WGS84. Para los trabajos a realizar dentro de esta sección el Contratista deberá proporcionar personal calificado, el equipo necesario y materiales que se requieran para el replanteo, estacado, referenciación, monumentación, cálculo y registro de datos para el control de las obras.

La información sobre estos trabajos, deberá estar disponible en todo momento para la revisión y control por el Supervisor.

El personal, equipo y materiales deberán cumplir entre otros, con los siguientes requisitos:

a. Personal

Se implementarán cuadrillas de topografía en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras de acuerdo a los programas y cronogramas. El personal deberá estar calificado para cumplir de manera adecuada con sus funciones en el tiempo establecido.

Las cuadrillas de topografía estarán bajo el mando y control de un Ingeniero especializado en topografía con la experiencia requerida en el contrato.

b. Equipo

Se deberá implementar el equipo de topografía necesario, capaz de trabajar con el grado de precisión necesario, que permita cumplir con las exigencias y dentro de los rangos de tolerancia especificados. Asimismo se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.

c. Materiales

Se proveerá los materiales en cantidades suficientes y las herramientas necesarias para la cimentación, monumentación, estacado y pintura. Las estacas deben tener área suficiente que permita anotar marcas legibles.

102.02 Consideraciones generales

Antes del inicio de los trabajos se deberá coordinar con el Supervisor sobre la ubicación de los puntos de control geodésico, el sistema de campo a emplear, la monumentación, sus referencias, tipo de marcas en las estacas, colores y el resguardo que se implementará en cada caso.

Los trabajos de topografía y de control estarán concordantes con las tolerancias que se dan en la [Tabla 102-01](#).

Tabla 102-01
Tolerancias para trabajos de levantamientos topográficos, replanteos y estacado en construcción de carreteras

Tolerancia Fase de trabajo	Tolerancia Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georeferenciación	1:100.000	± 5 mm
Puntos de Control	1:10.000	± 5 mm
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias	1:5.000	± 10 mm
Otros puntos del eje	± 50 mm	± 100 mm
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm	± 100 mm
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm	± 20 mm
Muros de contención	± 20 mm	± 10 mm
Límites para roce y limpieza	± 500 mm	--
Estacas de subrasante	± 50 mm	±10 mm
Estacas de rasante	± 50 mm	± 10 mm

Los formatos a utilizar serán previamente aprobados por el Supervisor y toda la información de campo, su procesamiento y documentos de soporte serán de propiedad de la entidad contratante una vez completados los trabajos. Esta documentación será organizada y sistematizada en medios electrónicos.

Los trabajos en cualquier etapa serán iniciados sólo cuando se cuente con la aprobación escrita de la Supervisión.

Cualquier trabajo topográfico y de control que no cumpla con las tolerancias anotadas será rechazado. La aceptación del estacado por el Supervisor no releva al Contratista de su responsabilidad de corregir probables errores que puedan ser descubiertos durante el trabajo y de asumir sus costos asociados.

Cada 500 m de estacado se deberá proveer una tablilla de dimensiones y color contrastante aprobados por el Supervisor, en el que se anotará en forma legible para el usuario de la vía, la progresiva de su ubicación.

Requerimientos de construcción

102.03

Los trabajos de Topografía y Georeferenciación comprenden los siguientes aspectos:

a. Georeferenciación

La georeferenciación se hará estableciendo puntos de control mediante coordenadas UTM, con una equidistancia aproximada no mayor de 10 km., ubicados a lo largo de la carretera. Los puntos seleccionados estarán en lugares cercanos y accesibles que no sean afectados por las obras o por el tráfico vehicular y peatonal. Los puntos serán monumentados en concreto con una placa de bronce en su parte superior en el que se definirá el punto por la intersección de dos líneas. La densidad de estos puntos y su equidistancia tomarán en cuenta la topografía del lugar geométrico de la carretera y necesidades de acceso seguro y rápido.

Estos puntos (ruta geodésica) servirán de base para todo el trabajo topográfico y a ellos estarán referidos los puntos de control y los del replanteo de la vía.

La red geodésica obtenida pasa a ser propiedad de la entidad contratante y los planos de ubicación y datos obtenidos deben ser incorporados en el respectivo informe técnico.

b. Puntos de control

Los puntos de control horizontal y vertical que puedan ser afectados por las obras deben ser reubicados en lugares en donde no sufran deterioros debido a las operaciones constructivas.

Se deberán establecer las coordenadas y elevaciones para los puntos reubicados antes que los puntos iniciales sean afectados.

El ajuste de los trabajos topográficos será efectuado con relación a dos puntos de control geodésico contiguos, ubicados a no más de 10 km.

c. Eje de la carretera

Todos los puntos del eje, señalados en el Proyecto deben ser replanteados. Estos puntos, en zonas de tangente será cada 20 m y en curvas cada 10 m, además de los otros puntos del eje donde se ubican

las obras de drenaje y complementarias. Todos los puntos replanteados serán identificados mediante la progresiva correspondiente, cuyo logotipo deberá contar con la aprobación del Supervisor.

Esta labor debe ser concluida antes de ejecutar las obras de movimiento de tierras en el eje del Proyecto Vial, a fin de contrastar en forma oportuna la coherencia de los datos del Proyecto y el terreno, la misma que será entregada a la entidad contratante en el respectivo informe técnico.

d. Sección transversal

Las secciones transversales del terreno natural deberán ser referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m en tramos en tangente y de 10 m en tramos de curvas. En caso de quiebres en la topografía se tomarán secciones adicionales por lo menos cada 5 m.

Se tomarán puntos de la sección transversal con la suficiente extensión para que puedan entrar los taludes de corte y relleno hasta los límites que indique el Supervisor. Las secciones además deben extenderse lo suficiente para evidenciar la presencia de edificaciones, cultivos, línea férrea, canales, etc., que por estar cercanas al trazo de la vía, podrían ser afectadas por las obras de la carretera, así como por el desagüe de las alcantarillas. Todas las dimensiones de la sección transversal serán reducidas al horizonte, desde el eje de la vía.

e. Estacas de talud y referencias

Se deberán instalar estacas de talud de corte y relleno en los bordes de cada sección transversal. Las estacas de talud establecen en el campo el punto de intersección de los taludes de la sección transversal del diseño de la carretera, con la traza del terreno natural. Las estacas de talud deben ser ubicadas fuera de los límites de la limpieza del terreno y en dichas estacas se inscribirán las referencias de cada punto e información del talud a construir conjuntamente con los datos de medición. El método de cálculo de la ubicación de las estacas de talud de corte y relleno debe ser previsto y aprobado por el Supervisor.

f. Límites de limpieza y roce

Los límites para los trabajos de limpieza y roce deben ser establecidos en ambos lados de la línea del eje en cada sección de la carretera.

g. Restablecimiento de la línea del eje

La línea del eje será restablecida a partir de los puntos de control. El espaciamiento entre puntos del eje no debe exceder de 20 m en tangente y de 10 m en curvas, además de los otros puntos que la Supervisión ordene.

El estacado debe ser restablecido cuantas veces sea necesario para la ejecución de cada etapa de la obra, para lo cual se deben resguardar los puntos de referencia.

h. Elementos de drenaje

Los elementos de drenaje deberán ser estacados para fijarlos a las condiciones del terreno.

Se deberá considerar lo siguiente:

- 1.** Relevamiento del perfil del terreno a lo largo del eje de la estructura de drenaje que permita apreciar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la carretera y el elemento de drenaje.
- 2.** Colocación de los puntos de ubicación de los elementos de ingreso y salida de la estructura.
- 3.** Determinar y definir los puntos que sean necesarios para establecer la longitud de los elementos de drenaje y del tratamiento de sus ingresos y salidas.

i. Muros de contención

Se deberá relevar el perfil longitudinal del terreno a lo largo de la cara del muro propuesto. Cada 5 m y donde existan quiebres del terreno, se deben tomar secciones transversales hasta los límites que indique el Supervisor. Se deberán ubicar referencias adecuadas y puntos de control horizontal y vertical.

j. Canteras

Se debe establecer los trabajos topográficos esenciales referenciados en coordenadas UTM de las canteras de préstamo. Se debe colocar una línea de base referenciada, límites de la cantera y los límites de limpieza. También se deberán efectuar secciones transversales de toda el área de la cantera referida a la línea de base. Estas secciones deberán ser tomadas antes del inicio de la limpieza y explotación y después de

concluida la obra y cuando hayan sido cumplidas las disposiciones de conservación de medio ambiente, sobre el tratamiento de canteras.

k. Monumentación

Todos los hitos y monumentación permanente que se coloque durante la ejecución de la vía, deberán ser materia de levantamiento topográfico y referenciación.

l. Levantamientos diversos

Se deberán efectuar levantamientos, estacado y obtención de datos esenciales para el replanteo, ubicación, control y medición entre otros, de los siguientes elementos:

1. Zonas de depósitos de desperdicios.
2. Vías que se aproximan a la carretera.
3. Cunetas de coronación.
4. Zanjias de drenaje.
5. Badenes

Y cualquier elemento que esté relacionado a la construcción y funcionamiento de la carretera.

m. Trabajos topográficos intermedios

Todos los trabajos de replanteo, reposición de puntos de control y estacas referenciadas, registro de datos y cálculos necesarios que se ejecuten durante el paso de una fase a otra de los trabajos constructivos, deben ser ejecutados en forma constante que permitan la ejecución de las obras, la medición y verificación de cantidades de obra, en cualquier momento.

Aceptación de los trabajos

102.04 Criterios

Los trabajos de replanteo, levantamientos topográficos y todo lo indicado en esta sección serán evaluados y aceptados según las [Subsección 04.11.](#)

Medición

102.05

La topografía y georeferenciación se medirán en kilómetro (km).

Pago

102.06

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato. El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección y según la [Subsección 07.05.](#)

El pago de la Topografía y Georeferenciación será de acuerdo con el avance de obra de la partida específica.

- 30% (km) del total de la partida se pagará cuando se concluyan los trabajos de replanteo y georeferenciación de la obra.
- El 70% (km) restante de la partida se pagará en forma prorrateada y uniforme en los meses que dura la ejecución de la obra. Este costo incluye también la conservación de los monumentos de los puntos georeferenciados y/o de control.

Partida de pago	Unidad de pago
102.A Topografía y georeferenciación	Kilómetro (km)



SECCION 103

MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 103

Mantenimiento de tránsito temporal y seguridad vial

Descripción

103.01

Las actividades que se especifican en esta sección abarcan lo concerniente a la conservación o mantenimiento vial durante el período de ejecución de obras, así como las relacionadas con la seguridad vial, durante las 24 horas del día, que incluyen todas las actividades, facilidades, dispositivos y operaciones necesarias para garantizar el tránsito vehicular y seguridad de los trabajadores y usuarios vulnerables. Entre otros, los trabajos incluyen:

- El mantenimiento de desvíos que sean necesarios para facilitar las tareas de construcción.
- La provisión de facilidades necesarias para el acceso de viviendas, servicios, etc. ubicadas a lo largo de la obra.
- La implementación, instalación y mantenimiento de dispositivos de control de tránsito y seguridad acorde a las distintas fases de la construcción.
- El control de emisión de polvo en todos los sectores sin pavimentar de la vía principal y de los desvíos habilitados que se hallan abiertos al tránsito dentro del área del Proyecto (D.S. N° 074-2001-PCM).
- El mantenimiento de la circulación habitual de animales domésticos y silvestres a las zonas de alimentación y abrevadero, cuando estuvieran afectadas por las obras.
- El transporte de personal a las zonas de ejecución de obras.

En general se incluyen todas las acciones, facilidades, dispositivos y operaciones que sean requeridos para garantizar la seguridad y confort del público usuario erradicando cualquier incomodidad o molestias que puedan ser ocasionados por deficientes servicios de mantenimiento de tránsito y seguridad vial.

103.02 Consideraciones generales

a. Plan de mantenimiento de tránsito y seguridad vial (PMTS)

Antes del inicio de las obras el Contratista presentará al Supervisor un "Plan de Mantenimiento de Tránsito Temporal y Seguridad Vial" (PMTS) para todo el período de ejecución de la obra y aplicable a cada una de las fases de construcción, el que será revisado y aprobado por escrito por el Supervisor. Sin este requisito y sin la disponibilidad de todas las señales y dispositivos en obra, que se indican en la [Subsección 103.03](#), no se podrán iniciar los trabajos de construcción.

Para la preparación y aprobación del PMTS, se debe tener en cuenta las regulaciones contenidas en el capítulo IV del "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" vigente del MTC. Las señales, dispositivos de control, colores a utilizar y calidad del material estarán de acuerdo con lo normado en este Manual, el Proyecto, lo especificado en esta sección y lo aprobado por el Supervisor.

El PMTS podrá ser ajustado, mejorado o reprogramado de acuerdo a las evaluaciones periódicas de su funcionamiento que efectuará el Supervisor.

El PMTS deberá abarcar los siguientes aspectos:

1. Control temporal de tránsito y seguridad vial

El tránsito vehicular durante la ejecución de las obras no deberá sufrir detenciones de duración excesiva. Para esto se deberá diseñar sistemas de control por medios visuales y sonoros, con personal capacitado de manera que se garantice la seguridad y confort del público y usuarios de la vía, así como la protección de las propiedades adyacentes. El control de tránsito se deberá mantener hasta que las obras sean recibidas por la entidad contratante.

2. Mantenimiento vial

La vía principal en construcción, los desvíos, rutas alternas y toda aquella que se utilice para el tránsito vehicular y peatonal será mantenida en condiciones aceptables de transitabilidad y seguridad, durante el período de ejecución de obra incluyendo los días feriados, días en que no se ejecutan trabajos y aún en probables períodos de

paralización. La vía no pavimentada deberá ser mantenida sin baches ni depresiones y con niveles de rugosidad que permita velocidad uniforme de operación de los vehículos en todo el tramo contratado. Estas condiciones deberán mantenerse las 24 horas del día.

3. Transporte de personal

El transporte de personal a las zonas en que se ejecutan las obras, será efectuado en vehículos con asientos y estado general bueno. No se permitirá de ninguna manera que el personal sea trasladado en las tolvas de volquetes o plataformas de camiones de transporte de materiales y enseres.

Los horarios de transporte serán fijados por el Contratista, así como la cantidad de vehículos a utilizar en función al avance de las obras, por lo que se incluirá en el PMTS un cronograma de utilización de vehículos, que será aprobado por el Supervisor, así como su control y verificación.

b. Desvíos a carreteras y calles existentes

Cuando lo indiquen el Proyecto se utilizarán para el tránsito vehicular vías alternas existentes o construidas por el Contratista. Con la aprobación del Supervisor y de las autoridades locales, el Contratista también podrá utilizar carreteras existentes o calles urbanas fuera del eje de la vía para facilitar sus actividades constructivas. Para esto, además del mantenimiento adecuado y reparaciones de los daños que pudiera causar a las vías, deberá instalar señales y otros dispositivos que indiquen y conduzcan claramente al usuario a través de ellas.

c. Período de responsabilidad

La responsabilidad del Contratista para el mantenimiento del tránsito y seguridad vial, se inicia el día de la entrega del terreno al Contratista. El período de responsabilidad abarcará hasta el día de la entrega final de la obra a la entidad contratante, en este período se incluyen todas las suspensiones temporales que puedan haberse producido en la obra, independientemente de la causal que la origine.

d. Estructuras y puentes

Las estructuras y puentes existentes que como parte del Contrato vayan a ser reemplazados, serán mantenidos y operados por el Contratista hasta su reemplazo total y luego desmontados o cerrados al tránsito.

En caso que ocurran deterioros en las estructuras o puentes bajo condiciones normales de operación durante el período de responsabilidad según la [Subsección 103.02\(c\)](#), el Contratista efectuará inmediatamente a su cuenta, costo y riesgo, las reparaciones que sean necesarias para restituir la estructura al nivel en que se encontraba al inicio de dicho período. Estas reparaciones tendrán prioridad sobre cualquier otra actividad del Contratista.

Si la construcción de alguna estructura requiere que se hagan desvíos del tránsito, el Contratista deberá proporcionar estructuras y puentes provisionales seguros y estables que garanticen la adecuada seguridad al tránsito público, de acuerdo al Proyecto o lo aprobado por el Supervisor.

El Supervisor deberá impartir las órdenes e instrucciones necesarias para el cumplimiento de lo especificado en esta Subsección.

Las condiciones expuestas en esta Subsección no serán aplicables cuando ocurran deterioros ocasionados por eventualidades que no correspondan a condiciones normales de operación, como pueden ser sobrecargas mayores a la capacidad del puente, a pesar de la advertencia señalizada correspondiente, crecientes extraordinarias, desestabilización de la estructura por lluvias, y otros a criterio del Supervisor.

Materiales

103.03

Las señales, dispositivos de control, colores a utilizar y calidad del material estarán de acuerdo con lo normado en el Manual de Dispositivos para "Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" del MTC vigente y todos ellos tendrán la posibilidad de ser trasladados rápidamente de un lugar a otro, para lo que deben contar con sistemas de soporte adecuados.

El Contratista, después de aprobado el "PMTS", deberá instalar de acuerdo a su programa y de los frentes de trabajo, todas las señales y dispositivos necesarios en cada fase de obra y cuyas cantidades deberán ser aprobadas por el Supervisor.

Las señales, dispositivos y chalecos deberán tener material con características retroreflectivas que aseguren su visibilidad en las noches, oscuridad y/o en condiciones de neblina o de la atmósfera según sea el caso. El material retroreflectivo de las señales será el indicado en los planos y documentos del

Proyecto y debe ser como mínimo del Tipo IV, para zonas con condiciones normales (no existe clima y geometría críticas para la visibilidad), y del Tipo XI, para zonas críticas, que incluye el uso de colores como el naranja fluorescente, según sea la peligrosidad del área según la [Subsección 800.05\(a\)](#).

Los conos deben llevar dos franjas de material reflectivo flexible blanco que debe cumplir como mínimo con los niveles de reflectividad del tipo IV, según la [Subsección 800.05\(a\)](#); la primera franja debe tener un ancho de 15 cm y estará ubicada a 10 cm de la parte superior del cono, la segunda franja debe tener un ancho de 10 cm y estará ubicada a 30 cm de la parte superior del cono.

Los barriles deben tener una base de diámetro mínimo de 40 cm y una altura mínima de 80 cm; cada barril debe llevar 02 franjas de material reflectivo flexible blanco y 02 franjas de material reflectivo flexible naranja, el material reflectivo en los barriles debe cumplir como mínimo con los niveles de reflectividad del tipo IV según la [Subsección 800.05\(a\)](#); así mismo cada franja debe tener un ancho mínimo de 15 cm, dichas franjas se colocarán en el barril intercalando los colores, empezando en la parte superior con el color naranja.

Los chalecos deben ser de alta visibilidad basados en la Norma Internacional ANSI/ISEA 107-2010, guía de selección de prendas de alta visibilidad. Estos entre otros, deben tener las siguientes características:

Color: Amarillo Limón o Naranja, fluorescentes. Estos colores que poseen pigmentos de flúor, permiten que la tela (por ende el trabajador) sean vistos en condiciones de día, sobre todo cuando la luz es baja (Neblina, polvo, clima inclemente). Estas telas deben cumplir con Norma ANSI/ISEA 107-2010 o en su defecto la Norma Europea EN-471.

Distribución de Cinta Reflectiva: La distribución de cinta debe cumplir 2 aspectos importantes: 360° y 180°. Esto quiere decir que el trabajador debe ser visto por todos lados, cuando gira (360°) y se agacha (180°) pues gran parte de su trabajo lo realiza de esa manera. Por lo tanto la cinta reflectiva debe dar vuelta el contorno del trabajador por pecho y hombros. El ancho de la cinta debe ser de 2" y puede ser plomo plata (tecnología de microesferas de vidrio) o plastificada amarillo limón (tecnología microprismas). La cinta de ser plomo plata, debe tener como mínimo una brillantez de 500 candelas, y garantía de lavado de 60 ciclos y con imagen externas para garantizar la calidad. De ser plastificada la brillantez debe ser no menos de 700 candelas y

una garantía de lavado de 75 ciclos industriales, también con logo externo de garantía de calidad. Ambas tecnologías deben cumplir y exceder las Normas ANSI/ISEA 107-2010 y EN471. Exigir Certificación del fabricante.

También para las obras es posible que se requiera utilizar otro tipo de prendas como casacas, camisa con pantalón o mameluco, estas prendas también deben guiarse bajo la Norma ANSI/ISEA 107-2010, con colores fluorescentes y cintas reflectivas de 2", distribuidas de tal manera que se visualice el contorno del trabajador. El utilizar cintas reflectivas en las piernas de los trabajadores según Norma (2 aros de 2" en cada pierna) aumenta un 80% su visibilidad.

Equipo

103.04

El Contratista propondrá para aprobación del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, con la frecuencia que sea necesaria. Básicamente el Contratista pondrá para el servicio de nivelación una motoniveladora y camión cisterna; volquetes y cargador en caso sea necesario efectuar bacheos. La necesidad de intervención del equipo será dispuesta y ordenada por el Supervisor, acorde con el PMTS.

Requerimientos de construcción

103.05

El Contratista deberá proveer el personal suficiente, así como las señales, materiales y elementos de seguridad que se requieran para un efectivo control del tránsito y de la seguridad vial.

El Contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones dadas en esta sección y el Supervisor a exigir su cumplimiento cabal. Cualquier contingencia derivada de la falta de cumplimiento del Contratista será de su exclusiva responsabilidad.

103.06 Control de tránsito y seguridad vial

El Contratista deberá proveer cuadrillas de control de tránsito en número suficiente, que estarán bajo el mando de un controlador capacitado en este

tipo de trabajo. El Controlador tendrá entre otras, las siguientes funciones y responsabilidades:

- Implementación del PMTS.
- Coordinación de las operaciones de control de tránsito.
- Determinación de la ubicación, posición y resguardo de los dispositivos de control y señales en cada caso específico.
- Corrección inmediata de las deficiencias en el mantenimiento de tránsito y seguridad vial.
- Coordinación de las actividades de control con el Supervisor.
- Organización del almacenamiento y control de las señales y dispositivos, así como de las unidades rechazadas u objetadas.
- Cumplimiento de la correcta utilización y horarios de los vehículos de transporte de personal.

El tránsito será organizado de acuerdo al PMTS cuando sea necesario alternar la circulación, para lo que se habilitará un carril de circulación con un ancho mínimo de 3 m, que será delineado y resaltado con el uso de barricadas, conos y barriles que contengan el uso de material reflectivo de Tipo IV como mínimo, ya que esta operación puede durar las 24 horas, esto servirá para separar dicho carril de las áreas en que se ejecutan trabajos de construcción, manteniendo la seguridad del área.

La detención de los vehículos será el mínimo indispensable con la finalidad de evitar molestias innecesarias al usuario.

En los carriles de circulación durante la ejecución de las obras, no se permitirá la acumulación de suelos y otros materiales que puedan significar peligro al usuario. En caso que ocurra acumulaciones de nieve serán removidas, para dar acceso y circulación a las vías y desvíos utilizados a la brevedad posible.

Las áreas de estacionamiento del equipo y vehículos en obra deben ubicarse a un mínimo de 10 m del borde de la vía de circulación vehicular o en su defecto ser claramente señalizado con barreras y lámparas destellantes, siempre y cuando lo apruebe el Supervisor.

103.07 Zona de desvíos y caminos de servicio

El Contratista sólo utilizará para el tránsito de vehículos, los desvíos y calles urbanas que se indique en el Proyecto. En caso el Proyecto no indique el uso de desvíos y sea necesaria su utilización, el Supervisor definirá y autorizará

los desvíos que sean necesarios. En el caso de calles urbanas, se requerirá además la aprobación de autoridades correspondientes.

En los desvíos y caminos de servicio se deberán usar de forma permanente barreras, conos y barriles para desviar y canalizar el tráfico hacia los desvíos. En las noches se deberán colocar lámparas de luces destellantes intermitentes. No se permitirá el uso de mecheros y lámparas accionadas por combustibles o carburantes que afecten y agredan al medio ambiente.

El Contratista deberá proporcionar equipo adecuado aprobado por el Supervisor y agua para mantener límites razonables de control de emisión de polvo por los vehículos en las vías que se hallan bajo tránsito. La dispersión de agua mediante riego sobre plataformas sin pavimentar será aplicada en el momento oportuno para evitar que se produzca polvo, incluyendo las noches, feriados, domingos y períodos de paralización. Para controlar la emisión de polvo el Contratista podrá proponer otros sistemas que sean aprobados por el Supervisor.

Durante períodos de lluvia el mantenimiento de los desvíos y vías de servicio deberá incrementarse, no permitiéndose acumulaciones de agua en la plataforma de las vías habilitadas para la circulación vehicular.

Si el Contratista, para facilitar sus actividades, decide construir un desvío nuevo no previsto en el Contrato, será con la aprobación del Supervisor y a su cuenta, costo y riesgo.

El Contratista tiene la obligación de mantener en condiciones adecuadas, las vías y calles utilizadas como desvíos. En caso que por efectos de desvío de tránsito, sobre las vías o calles urbanas se produzca algún deterioro en el pavimento o en los servicios públicos, el Contratista deberá repararlos a su cuenta, costo y riesgo, previa aprobación del Supervisor y conformidad de las autoridades correspondientes.

103.08 Circulación de animales silvestres y domésticos

Si las obras en ejecución afectan de algún modo la circulación habitual de animales silvestres y domésticos a sus zonas de alimentación, abrevadero, descanso o refugio, el Contratista deberá restaurar de inmediato las rutas habituales a fin de no dificultar el acceso a dichas zonas. El Supervisor ordenará que se ejecuten las obras que sean necesarias para este fin, si no se encuentran en el Proyecto y de conformidad con el diseño del PMTS pertinente.

103.09 Requerimientos complementarios

Los sectores en que existan excavaciones puntuales en la zona de tránsito, excavaciones de zanjas laterales o transversales que signifiquen algún peligro para la seguridad del usuario, deben ser claramente delimitados y señalizados con dispositivos de control de tránsito y señales que serán mantenidos durante el día y la noche, hasta la conclusión de las obras en dichos sectores. Principalmente en las noches se utilizarán señales y dispositivos muy notorios y visibles para resguardar la seguridad del usuario, debiendo utilizarse como mínimo, material reflectivo del Tipo IV y si fuera necesario el uso de colores fluorescentes, dependiendo de la peligrosidad de los trabajos, con la finalidad de alertar al conductor y usuarios de la vía.

La instalación de los dispositivos y señales para el control de tránsito seguirá entre otras, las siguientes disposiciones:

- Las señales y dispositivos de control deberán ser aprobados por el Supervisor y estar disponibles antes del inicio de los trabajos, entre los que se incluyen los de replanteo y topografía.
- Se instalarán solo los dispositivos y señales de control que se requieran en cada etapa de la obra y en cada frente de trabajo.
- Los dispositivos y señales deben ser reubicados cuando sea necesario.
- Las unidades perdidas, sustraídas, en mal estado, destruidas o calificadas en estado inaceptable por la Supervisión, deberán ser inmediatamente sustituidas.
- Las señales y dispositivos deben ser limpiadas, reparadas periódicamente y cambiarlas de ser necesario.
- Las señales y dispositivos serán retiradas totalmente cuando las obras hayan concluido.

El personal que controla el tránsito debe usar equipo de comunicación portátil y silbatos en sectores en que se alterne el tráfico como efecto de las operaciones constructivas. También deben usar señales que indiquen al usuario el paso autorizado o la detención del tránsito.

Aceptación de los trabajos

103.10 Criterios

Los trabajos de mantenimiento de tránsito y seguridad vial según lo indicado en esta sección serán evaluados y aceptados según la [Subsección 04.11](#). Si se detectan condiciones inaceptables de transitabilidad o de seguridad vial a criterio de la Supervisión de acuerdo a lo establecido en la [Subsección 103.01](#) y [103.12](#) de esta especificación, la Supervisión ordenará la paralización de las obras en su totalidad, hasta que el Contratista efectúe las acciones correctivas, sin perjuicio de que le sean aplicadas las multas que dispusiera el Contrato. En este caso, todos los costos derivados de tal acción serán asumidos por el Contratista.

Estas acciones serán informadas por el Supervisor a la entidad contratante.

Para la aceptación de los trabajos, el Contratista deberá cerrar todos los accesos a los desvíos utilizados durante la construcción, así como dismantelar los puentes o estructuras provisionales, dejando todas las áreas afectadas de acuerdo a lo dispuesto por el Plan de Manejo Ambiental y aprobadas por el Supervisor.

Para la recepción de la obra el Supervisor deberá certificar claramente que el Contratista no tiene pendiente ninguna observación originada por alguna disposición de esta especificación.

Medición

103.11

El Mantenimiento de tránsito y seguridad vial se mide en forma Global (Glb).

Si el servicio completo de esta partida, incluyendo la provisión de señales, mantenimiento de tránsito, mantenimiento de desvíos y rutas habilitadas, control de emisión de polvo y otros solicitados por el Supervisor, ha sido ejecutado a satisfacción del Supervisor, se considerará una unidad completa en el período de medición. En caso de no haberse completado alguna de las exigencias de esta especificación según la [Subsección 103.01](#), se aplicarán factores de descuento de acuerdo al siguiente criterio:

- Provisión señales y mantenimiento adecuado tránsito PMTS 0,4
- Mantenimiento de desvíos y rutas habilitadas 0,3
- Control adecuado de emisión de polvo 0,3
- Circulación de animales silvestres y domésticos 0,5
- Transporte de personal 0,5

Los descuentos son acumulables hasta un máximo de 1,0 en cada período de medición.

Pago

103.12

Las cantidades medidas y aprobadas serán pagadas al precio de Contrato. El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección y según la [Subsección 07.05](#).

El pago se efectuará en forma proporcional a las valorizaciones mensuales, de la siguiente forma:

$$\frac{V_m}{M_c} M_p (1 - F_d)$$

En que:

V_m = Monto Total de la Valorización Mensual

M_c = Monto Total del Contrato

M_p = Monto de la Partida 103

F_d = Factor de descuento

En caso que los trabajos no sean realizados a satisfacción del Supervisor, se efectuará su pago con descuento en el período afectado, y se aplicará lo prescrito en la [Subsección 103.10](#) si el factor de descuento llega a ser mayor de 0,5.

Los descuentos aplicados no podrán ser recuperados en ningún otro mes. Tampoco podrán adelantarse trabajos por este concepto.



Partida de pago	Unidad de pago
103.A Mantenimiento de tránsito temporal y seguridad vial	Global (Glb)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 104

CAMPAMENTOS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 104

Campamentos

Descripción

104.01

Son las construcciones necesarias para instalar la infraestructura que permita albergar a los trabajadores, insumos, maquinaria, equipos y otros, que incluye la carga, descarga, transporte de ida y vuelta, manipuleo y almacenamiento, permisos, seguros y otros.

El Proyecto debe incluir todos los diseños que estén de acuerdo con estas especificaciones y con el Reglamento Nacional de Edificaciones vigente del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

La ubicación del campamento y otras instalaciones será propuesta por el Contratista y aprobada por la Supervisión, previa verificación que dicha ubicación cumpla con los requerimientos del Plan de Manejo Ambiental, salubridad, abastecimiento de agua, tratamiento de residuos y desagües.

Materiales

104.02

Los materiales para la construcción de los campamentos serán preferentemente desarmables y transportables, salvo que el Proyecto indique lo contrario.

Requerimientos de construcción

104.03 Generalidades

En este rubro se incluye la ejecución de todas las edificaciones, tales como campamentos, que cumplen con la finalidad de albergar al personal que

labora en las obras, así como también para el almacenamiento temporal de algunos insumos, materiales que se emplean en la construcción de carreteras; plataforma para instalación de planta de producción de materiales y tanques de almacenamiento de insumos, casetas de inspección, depósitos de materiales y de herramientas, caseta de guardianía, vestuarios, servicios higiénicos, cercos, carteles, etc.

El contratista deberá solicitar ante las autoridades competentes, dueños o representante legal del área a ocupar, los permisos correspondientes.

Las construcciones provisionales, no deberán ubicarse dentro de las zonas denominadas "Áreas Naturales Protegidas". Además, en ningún caso se ubicarán arriba de aguas de centros poblados, por los riesgos sanitarios inherentes que esto implica.

En la construcción del campamento se evitará al máximo los cortes de terreno, relleno, y remoción de vegetación. En lo posible, los campamentos deberán ser prefabricados y estar debidamente cercados.

No deberá talarse árboles o especies forestales que tengan un especial valor genético o paisajístico. Así tampoco, deberá afectarse cualquier lugar de interés cultural o histórico.

De ser necesario el retiro de material vegetal, éste deberá ser utilizado en procesos de revegetación de otras zonas. Los residuos de tala y desbroce no deben ser depositados en corrientes de agua, debiendo ser apiladas de manera que no causen desequilibrios en el área. Estos residuos no deben ser incinerados, salvo excepciones justificadas y aprobadas por el Supervisor.

104.04 Caminos de acceso

Los caminos de acceso estarán dotados de una adecuada señalización para indicar su ubicación y la circulación de equipos pesados, debiendo utilizarse como mínimo material reflectivo Tipo IV. Los caminos de acceso, al tener el carácter provisional, deben ser construidos evitando en lo posible movimiento de tierras, efectuando un tratamiento que mejore la circulación y evite la producción de polvo.

104.05 Instalaciones

En el campamento, se incluirá la construcción de canales perimetrales en el área utilizada, si fuere necesario, para conducir las aguas de lluvias y de escorrentía al drenaje natural más próximo. Adicionalmente, se construirán

sistemas de sedimentación al final del canal perimetral, con el fin de reducir la carga de sedimentos que puedan llegar al drenaje.

En el caso de no contar con una conexión a servicios públicos cercanos, no se permitirá, bajo ningún concepto, el vertimiento de aguas negras y/o arrojado de residuos sólidos a cualquier curso de agua.

Fijar la ubicación de las instalaciones de las construcciones provisionales conjuntamente con el Supervisor, teniendo en cuenta las recomendaciones necesarias, de acuerdo a la morfología y los aspectos atmosféricos de la zona.

Instalar los servicios de agua, desagüe y electricidad necesarios para el normal funcionamiento de las construcciones provisionales.

Se debe instalar un sistema de tratamiento a fin de que garantice la potabilidad de la fuente de agua; además, se realizarán periódicamente un análisis físico-químico y bacteriológico del agua que se emplea para el consumo humano.

Incluir sistemas adecuados para la disposición de residuos líquidos y sólidos. Para ello se debe dotar al campamento de pozos sépticos, pozas para tratamiento de aguas servidas y de un sistema de limpieza, que incluya el recojo sistemático de basura y desechos y su traslado a un relleno sanitario construido para tal fin.

El campamento deberá disponer de instalaciones higiénicas destinadas al aseo del personal y cambio de ropa de trabajo; aquellas deberán contar con duchas, lavatorios, sanitarios, y el suministro de agua potable, los cuales deberán instalarse en la proporción que se indica en la [Tabla 104-01](#).

Tabla 104-01

N.º trabajadores	Inodoros	Lavatorios	Duchas	Urinario
1-15	2	2	2	2
16-24	4	4	3	4
25-49	6	5	4	6
Por cada 20 adicionales	2	1	2	2

Si las construcciones provisionales están ubicadas en una zona propensa a la ocurrencia de tormentas eléctricas se debe instalar pararrayos a fin de salvaguardar la integridad física del personal de obra.

104.06 Del personal de obra

A excepción del personal autorizado de vigilancia, se prohibirá el porte y uso de armas de fuego en el área de trabajo.

Las actividades de caza o compra de animales silvestres (vivos, pieles, cornamentas, o cualquier otro producto animal) quedan prohibidas. El incumplimiento de esta norma deberá ser causal de las sanciones que correspondan según normas vigentes. Además, la empresa contratista deberá prohibir el consumo de bebidas alcohólicas y estupefacientes al interior de los campamentos.

Estas disposiciones deben ser de conocimiento de todo el personal antes del inicio de obras, mediante carteles, charlas periódicas u otros medios.

104.07 Patio de máquinas

Para el manejo y mantenimiento de las máquinas en los lugares previamente establecidos al inicio de las obras, se debe considerar algunas medidas con el propósito de que no alteren el ecosistema natural y socioeconómico, las cuales deben ser llevadas a cabo por el Contratista.

Los patios de máquinas deberán tener señalización adecuada para indicar el camino de acceso, ubicación y la circulación de equipos pesados. Los caminos de acceso, al tener el carácter provisional, deben ser construidos con el mínimo movimiento de tierras efectuando un tratamiento constructivo, para facilitar el tránsito de los vehículos de la obra.

El acceso a los patios de máquina y maestranzas debe estar independizado del acceso al campamento, por lo que debe dotarse de todos los servicios necesarios señalados para éstos, teniendo presente el tamaño de las instalaciones, número de personas que trabajarán y el tiempo que prestará servicios. Al finalizar la operación, se procederá a su desmontaje y retiro.

Instalar sistemas de manejo y disposición de grasas y aceites. Para ello es necesario contar con recipientes herméticos para la disposición de residuos de aceites y lubricantes, los cuales se dispondrán en lugares adecuados para su posterior eliminación. En las zonas de lavado de vehículos y maquinaria deberán construirse desarenadores y trampas de grasa antes que las aguas puedan contaminar suelos, vegetación, agua o cualquier otro recurso.

El abastecimiento de combustible deberá efectuarse de tal forma que se evite el derrame de hidrocarburos u otras sustancias contaminantes al suelo, ríos, quebradas, arroyos, etc. Similares medidas deberán tomarse para el mantenimiento de maquinaria y equipo. Los depósitos de combustible deben quedar alejados de las zonas de dormitorios, comedores y servicios del campamento.

104.08 Desmontaje y retiro de campamentos

Antes de desmontar las construcciones provisionales, al concluir las obras, y de ser posible, se debe considerar la posibilidad de donación del mismo a las comunidades que hubiere en la zona.

En el proceso de desmontaje, el Contratista deberá hacer la demolición total de los pisos de concreto, paredes o cualquier otra construcción y trasladarlos a un lugar de disposición final de materiales excedentes. El área utilizada debe quedar totalmente limpia de basura, papeles, trozos de madera, etc.; sellando los pozos sépticos, pozas de tratamiento de aguas negras y el desagüe.

Una vez desmontadas las instalaciones, patio de máquinas y vías de acceso, se procederá a la recuperación ambiental de las áreas afectadas de acuerdo al Plan de Manejo Ambiental.

Aceptación de los trabajos

104.09 Criterios

El Supervisor efectuará entre otros, los siguientes controles:

- Verificar que las áreas de dormitorio y servicios sean suficientes para albergar al personal de obra, así como las instalaciones sanitarias.
- Verificar el correcto funcionamiento de los servicios de abastecimiento de agua potable, debiendo cumplir con los requisitos que se estipulan en la [Sección 905](#).
- Verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de drenaje y desagüe del campamento, oficinas, patios de máquina, cocina y comedores.
- Verificar las condiciones higiénicas de mantenimiento, limpieza y orden de las instalaciones.

- La evaluación de los trabajos de campamentos y obras provisionales se efectuará de acuerdo a lo indicado en la [Subsección 04.11.](#)
- Verificar que el desmontaje y retiro de campamentos se realice de acuerdo al Plan de Manejo Ambiental.

Medición

104.10

El Campamento se medirá en forma Global (Glb).

Pago

104.11

Las cantidades medidas y aprobadas serán pagadas al precio de contrato. El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección y según la [Subsección 07.05.](#) incluyendo la carga, descarga, transporte de ida y vuelta.

El pago del campamento se realizará de acuerdo al siguiente criterio:

- 30% del total de la partida se pagará cuando se concluya la puesta en obra de los materiales necesarios para la edificación de los campamentos.
- 40% del total de la partida se pagará a la conclusión de las edificaciones correspondientes.
- 30% restante del total de la partida se pagará una vez que el Contratista haya concluido las labores de desmontaje y retiro de los campamentos de acuerdo a lo establecido en las presentes especificaciones técnicas generales.

Partida de pago	Unidad de pago
104.A Campamento	Global (Glb)



SECCION 105

PROTECCIÓN DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 105

Protección de restos arqueológicos

Descripción

105.01

Este trabajo consiste en la protección del patrimonio arqueológico y cultural de la Nación, respecto a la construcción de obras viales, que será ejecutado de acuerdo a las evaluaciones arqueológicas necesarias que otorgó la libre disponibilidad de las áreas donde se ejecutará el Proyecto y previstos en el Componente Arqueología de los respectivos estudios aprobados.

La conservación del patrimonio cultural de la Nación está considerada en la Ley N° 28296, que declara de interés nacional y necesidad pública, comprobados objetivamente la protección, la imprescriptibilidad de derechos y el cumplimiento de las políticas nacionales de defensa, protección, promoción, propiedad y régimen legal y el destino de los bienes que constituyen el Patrimonio Cultural de la Nación.

En el artículo 22° de la mencionada Ley, se establece que toda obra pública o privada de edificación nueva, remodelación, restauración, ampliación, refacción, acondicionamiento, demolición, puesta en valor o cualquier otra que involucre un bien inmueble integrante del Patrimonio Cultural de la Nación, requiere para su ejecución de la autorización previa del Ministerio de Cultura.

En consecuencia, la obra vial que involucre bienes inmuebles integrantes del Patrimonio Cultural de la Nación, debe contar para su ejecución de la autorización previa del Ministerio de Cultura o la certificación que descarte la condición de bien cultural. En todo caso, tendrá el certificado de inafectación o de inexistencia de restos arqueológicos. Estas autorizaciones deben estar incluidas en los alcances del Proyecto y su gestión es de competencia de la entidad.

Asimismo, durante la ejecución de la obra se presente y ejecute un Plan de Monitoreo Arqueológico (PMA) que garantice la no afectación de sitios

arqueológicos identificados durante el estudio y realizar planes de contingencia frente a hallazgos fortuitos.

Si el Proyecto ha consignado restos arqueológicos y/o áreas de interés histórico, el Contratista asegurará la presencia del profesional o profesionales especializados requeridos, quienes tendrán la responsabilidad de la ejecución de las actividades de preservación y tratamiento de las afectaciones a que hubiere lugar en la etapa constructiva, hasta el término de la obra. Dichos profesionales además prepararán los informes correspondientes sobre el desarrollo de tales actividades y ejecutarán sus labores en coordinación con los representantes de la supervisión y entidad contratante encargada de tales labores, según dispongan los contratos respectivos.

Requerimientos de construcción

105.02

El Contratista estará obligado a la protección de restos arqueológicos ubicados en la zona de servidumbre y su colindancia. En tal sentido, no promoverá ni realizará excavaciones en sitios arqueológicos o cementerios, ni alterará bienes inmuebles integrantes del patrimonio cultural de la Nación. En caso contrario, el Contratista estará sujeto a las multas, incautaciones y decomisos a cargo del Ministerio de Cultura, sin perjuicio de las penas que imponga el Código Penal por delitos cometidos en ese campo.

El Supervisor de Obra a través de su especialista de Arqueología debe brindar charlas de inducción al Contratista y todo su personal, sobre lo que es un sitio arqueológico, lo que representa y el valor que posee cada objeto hallado, llegado el caso de encontrar alguno, comunicará de inmediato a la supervisión de obra, para que se efectúen las acciones necesarias de acuerdo a la naturaleza del hallazgo.

En caso de que se detecte nuevos restos arqueológicos en la zona de servidumbre y áreas colindantes a la zona de construcción el Supervisor de Obra informará a la entidad contratante, para que se defina la estrategia de contingencia.

En el caso que el Contratista requiera nuevo espacio diferente a los establecidos en el Expediente Técnico de Obra, en el Estudio de Impacto Ambiental y el CIRA como áreas auxiliares (campamentos, patio de máquinas, depósitos de material excedente, canteras), se elaborará el expediente

correspondiente y gestionará ante el Ministerio de Cultura el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA). Esta gestión es de competencia y responsabilidad del Supervisor de Obra y de la entidad contratante.

105.03

Este programa se aplicará durante todo el tiempo que demande la construcción de la obra proyectada y será el Supervisor de Obra y la entidad responsables de otorgar la disponibilidad de áreas al Contratista su control y seguimiento.

Medición

105.04

El Plan para la protección de restos arqueológicos que se efectúan en el marco de un Plan de Monitoreo Arqueológico, no será materia de medición directa, pero se evidenciará con los informes de avance mensual del Plan, elaborado por el especialista en arqueología. En esos documentos se definirán las acciones futuras, mitigación y contingencias de aplicación del Plan que pudieran haberse presentado en el mes. El indicado informe será aprobado por el Supervisor y se incluirá en los respectivos informes que presente a la entidad contratante.

Pago

105.05

No se efectuará pago directo por la aplicación del programa especificado de protección de restos arqueológicos. El Contratista deberá incluir los costos que demande la protección de restos arqueológicos en sus costos indirectos, constituyendo compensación total para cumplir los alcances establecidos en la presente especificación.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



CAPITULO II

MOVIMIENTO DE TIERRAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 201

DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 201

Desbroce y limpieza del terreno

Descripción

201.01 Generalidades

Este trabajo consiste en rozar y desbrozar la vegetación existente, destrancar y desenraizar árboles, así como limpiar el terreno en las áreas que ocuparán las obras y las zonas o fajas laterales requeridas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosques, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los siguientes trabajos.

201.02 Clasificación

El desbroce y limpieza se clasificará de acuerdo con los siguientes criterios:

a. Desbroce y limpieza en bosque

Comprende la tala de árboles, remoción de tocones, desenraice y limpieza de las zonas donde la vegetación se presenta en forma de bosque continuo.

Los cortes de vegetación en las zonas próximas a los bordes laterales del derecho de vía, deben hacerse con sierras de mano, a fin de evitar daños considerables en los suelos de las zonas adyacentes y deterioro a otra vegetación cercana. Todos los árboles que se talen, según el trazado de la carretera, deben orientarse para que caigan sobre la vía, evitando de esa manera afectar a vegetación no involucrada.

Debe mantenerse, en la medida de lo posible, el contacto del dosel forestal, con la finalidad de permitir el movimiento de especies de la fauna. De encontrarse especies de flora o fauna con un importante valor genético y/o en peligro de extinción determinadas en las especificaciones y estudios previos, éstos deben ser trasladados a lugares próximos de donde fueron afectados.

El traslado de cualquier especie será objeto de una Especificación Especial, preparada por el responsable de los estudios, en la cual se definirá el procedimiento y los cuidados que serán necesarios durante toda actividad hasta su implantación en el nuevo sitio.

b. Desbroce y limpieza en zonas no boscosas

Comprende el desenraice y limpieza en zonas cubiertas de pastos, rastrojo, maleza, escombros, cultivos y arbustos.

También comprende la remoción total de árboles aislados o grupos de árboles dentro de superficies que no presenten características de bosque continuo.

En esta actividad se deberá proteger las especies de flora y fauna en la zona afectada, en concordancia con el Plan de Manejo Ambiental.

Materiales

201.03

Los materiales obtenidos como resultado de la ejecución de los trabajos de desbroce y limpieza, se depositarán de acuerdo con lo establecido en la [Subsección 201.07.](#)

El volumen obtenido por esta labor no se depositará por ningún motivo en lugares donde interrumpa alguna vía transitada o zonas que sean utilizadas por la población como acceso a centros de importancia social, salvo si el Supervisor lo apruebe por circunstancias de fuerza mayor.

Equipo

201.04

El equipo empleado para la ejecución de los trabajos de desbroce y limpieza deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajuste al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la especificación.

Los equipos que se empleen deben contar con adecuados sistemas de silenciadores, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

El equipo debe cumplir con lo que se estipula en la [Subsección 05.11.](#)

Requerimientos de construcción

201.05 Ejecución de los trabajos

Los trabajos de desbroce y limpieza deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos o aprobadas por el Supervisor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste, tomando las precauciones necesarias para lograr condiciones de seguridad satisfactorias.

Para evitar daños en las propiedades adyacentes o en los árboles que deban permanecer en su lugar, se procurará que los árboles que han de derribarse caigan en el centro de la zona objeto de limpieza, trozándolos por su copa y tronco progresivamente, cuando así lo exija el Supervisor.

Las ramas de los árboles que se extiendan sobre la rasante de la carretera, deberán ser cortadas o podadas para dejar un claro mínimo de 6 m, a partir de la superficie de la misma y en una sección libre de acuerdo las necesidades de seguridad prevista.

201.06 Remoción de tocones y raíces

En aquellas áreas donde se deban efectuar trabajos de excavación, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deberán ser removidos hasta una profundidad no menor de 60 cm del nivel de la subrasante del proyecto.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces y demás materiales inconvenientes a juicio del Supervisor, deberán eliminarse hasta una profundidad no menor de 30 cm por debajo de la superficie que deba descubrirse de acuerdo con las necesidades del proyecto.

Todos los troncos que estén en la zona del proyecto, pero por fuera de las áreas de excavación, terraplenes o estructuras, podrán cortarse a ras del suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con el suelo que haya quedado al descubierto al hacer la limpieza y éste se conformará y apisonará hasta obtener una densidad similar a la del terreno adyacente.

201.07 Remoción de capa vegetal

La remoción de la capa vegetal se efectuará con anterioridad al inicio de los trabajos a un tiempo prudencial para que la vegetación no vuelva a crecer en los lugares donde pasará la vía y en las zonas reservadas para este fin.

El volumen de la capa vegetal que se remueva al efectuar el desbroce y limpieza no deberá ser incluido dentro del trabajo objeto de la presente Sección. Dicho trabajo se encontrará cubierto por la [Sección 202.](#)

201.08 Remoción y disposición de materiales

Los productos de desbroce y limpieza que puedan ser utilizados durante el desarrollo de las obras son propiedad de la entidad contratante y deberán acopiarse para su uso posterior, sin que se produzca deterioro en ellos. El Contratista deberá hacerse cargo de la gestión de los productos de desbroce y limpieza que no vayan a ser utilizados, ya sea realizando un tratamiento de los mismos o transportándolos a vertedero.

Los árboles talados que sean susceptibles de aprovechamiento, deberán ser despojados de sus ramas y cortados en trozos de tamaño conveniente, los que deberán apilarse debidamente a lo largo de la zona de derecho de vía, disponiéndose posteriormente según lo apruebe el Supervisor.

El resto de los materiales provenientes del desbroce y la limpieza, deberán ser retirado del lugar de los trabajos, transportado y depositado en los lugares establecidos en el proyecto o señalados por el Supervisor, donde dichos materiales deberán ser enterrados convenientemente, de tal manera que la acción de los elementos naturales no pueda dejarlos al descubierto, según se estipula en la [Sección 209.](#)

Para el traslado de estos materiales los vehículos deberán estar cubiertos con una lona de protección, con la seguridad respectiva, a fin de que éstas no se dispersen accidentalmente durante el trayecto a la zona de disposición de desechos previamente establecido por la autoridad competente, así como también es necesario aplicar las normas y disposiciones legales vigentes. Los materiales excedentes por ningún motivo deben ser dispuestos sobre cursos

de agua (escorrentía o freática), debido a la contaminación de las aguas, seres vivos e inclusive puede modificar el microclima. Por otro lado, tampoco deben ser dispuestos de manera que altere el paisaje natural.

La materia vegetal inservible y los demás desechos del desbroce y limpieza deberán ser transportados a depósitos de materiales excedentes o plantas de tratamiento, que deberán estar indicados en el Proyecto o, en su defecto, aprobados por el Supervisor.

Por ningún motivo se permitirá que los materiales de desecho se incorporen en los terraplenes, ni disponerlos a la vista en las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, ni en sitios donde puedan ocasionar perjuicios ambientales.

201.09 Orden de las operaciones

Los trabajos de desbroce y limpieza deben efectuarse con anterioridad al inicio de las operaciones de explanación. En cuanto, dichas operaciones lo permitan, y antes de disturbar con maquinaria la capa vegetal, deberán levantarse secciones transversales del terreno original, las cuales servirán para determinar el volumen de la capa vegetal y del movimiento de tierra, de conformidad con la [Sección 202](#).

Si después de ejecutados el desbroce y la limpieza, la vegetación vuelve a crecer, el Contratista deberá efectuar una nueva limpieza, a su costo, antes de realizar la operación constructiva siguiente.

Aceptación de los Trabajos

201.10 Criterios

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará, entre otros los siguientes controles:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos aplicados por el Contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

- Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desbroce y limpieza, se ajuste a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.
- Medir las áreas en las que se ejecuten los trabajos en acuerdo a esta especificación.
- Señalar todos los árboles que deban quedar de pie y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.

El Contratista aplicará las acciones y los procedimientos constructivos recomendados en los respectivos estudios o evaluaciones ambientales del proyecto, las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales, y el Supervisor velará por su cumplimiento.

La actividad de desbroce y limpieza se considerará terminada cuando la zona quede despejada para permitir que se continúe con las siguientes actividades de la construcción.

La evaluación de los trabajos de desbroce y limpieza se efectuarán según lo indicado en la [Subsección 04.11](#).

Medición

201.11

La unidad de medida del área desbrozada y limpiada, será la hectárea (ha), en su proyección horizontal, aproximada al décimo de hectómetro cuadrado, de área limpiada y desbrozada satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en el Proyecto o indicadas por el Supervisor. No se incluirán en la medida las áreas correspondientes a la plataforma de vías existentes.

Tampoco se medirán las áreas limpiadas y desbrozadas en zonas de préstamos o de canteras y otras fuentes de materiales que se encuentren localizadas fuera de la zona del proyecto, ni aquellas que el Contratista haya despejado por conveniencia propia, tales como vías de acceso, vías para acarreos, campamentos, instalaciones o depósitos de materiales.

Pago

201.12

El pago del desbroce y limpieza se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aprobado por el Supervisor y según lo dispuesto en la [Subsección 07.05.](#)

El precio deberá cubrir todos los costos de desmontar, destroncar, desenraizar, rellenar y compactar los huecos de tocones; disponer los materiales sobrantes de manera uniforme en los sitios aprobados por el Supervisor.

El pago por concepto de desbroce y limpieza se hará independientemente del correspondiente a la remoción de capa vegetal en los mismos sitios, aún cuando los dos trabajos se ejecuten en una sola operación. La remoción de capa vegetal se medirá y pagará de acuerdo con la [Sección 202.](#)

Partida de pago	Unidad de pago
201.A Desbroce y limpieza en bosque	Hectárea (ha)
201.B Desbroce y limpieza en zonas no boscosas	Hectárea (ha)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 202

EXCAVACIÓN PARA

EXPLANACIONES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 202

Excavación para explanaciones

Descripción

202.01 Generalidades

Este trabajo consiste en el conjunto de actividades de excavar y remover, hasta el límite de acarreo libre (120 m), los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, según los planos y secciones transversales del Proyecto o las instrucciones del Supervisor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal, y de otros materiales blandos, orgánicos y deletéreos, en las áreas donde se hayan de construir los terraplenes de la carretera.

202.02 Excavación para la explanación

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas comprendidas dentro del prisma vial donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes y cunetas; así como la escarificación, conformación y compactación a nivel de subrasante en zonas de corte.

Incluye, además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de plataformas existentes.

202.03 Excavación Complementaria

El trabajo comprende las excavaciones necesarias para el drenaje en las labores de explanación, que pueden ser zanjias interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares existentes y de cauces naturales.

202.04 Excavación en zonas de préstamo

El trabajo comprende el conjunto de actividades para explotar los materiales adicionales a los volúmenes, provenientes de la excavación de la explanación de la carretera requeridos para la construcción de los terraplenes o pedraplenes, siempre y cuando éstos sean aptos para su caso.

202.05 Clasificación

a. Excavación sin clasificar

Se refiere a los trabajos de excavación de cualquier material sin importar su naturaleza.

No se admitirá ningún reajuste por clasificación, sea cual fuere la calidad del material encontrado.

b. Excavación clasificada

1. Excavación en roca fija

Comprende la excavación de masas de rocas mediana o fuertemente litificadas que, debido a su cementación y compactación, requieren el empleo sistemático de explosivos.

Para iniciar los trabajos de Perforación y Voladuras de rocas se deberá presentar en primer lugar un Procedimiento Ejecutivo con carácter de obligatoriedad para ser aprobado por la supervisión, en el cual debe establecer los criterios de voladuras, las mallas de perforación; las cargas respectivas, los tipos de explosivos, los equipos a utilizar, etc. Considerando que se cumpla con los requerimientos ofrecidos en la propuesta técnico económica del Contratista para realizar esta partida de voladura en roca. Este procedimiento deberá estar en concordancia con el Estudio Geológico y Geotécnico que forma parte del Estudio Definitivo.

2. Excavación en roca fracturada (suelta)

Comprende la excavación de masas de rocas fracturada cuyo grado de cementación requiere el uso de maquinaria con accesorios auxiliares (ripers u otros) y explosivos, de ser el caso, explosivos en pequeña magnitud.

Comprende, también, la excavación, remoción y/o fragmentación de bloques con volumen individual mayor de un metro cúbico (1 m^3), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas por acción natural y que para su fragmentación requieran el uso de explosivos.

3. Excavación en material suelto

Comprende la excavación de materiales no considerados en los numerales (1) y (2) de esta Subsección (excavación en roca fija y

fracturada o blanda), cuya remoción sólo requiere el empleo de maquinaria y/o mano de obra.

En las excavaciones sin clasificar y clasificadas, se debe tener presente la ubicación de la napa freática (medición y registros) para evitar su contaminación y otros aspectos colaterales.

Materiales

202.06

Los materiales provenientes de excavación para la explanación se utilizarán, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en el Proyecto o determinados por el Supervisor.

El Contratista no podrá desechar materiales ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin la autorización previa del Supervisor.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de la vía, serán reservados para utilizarlos posteriormente.

Los materiales de excavación que no sean utilizables serán eliminados como materiales excedentes y colocados en los Depósitos de Materiales Excedentes (DME), según lo indicado en la [Sección 209](#).

Los materiales excedentes serán transportados humedecidos y cubiertos con lona para evitar la emisión de polvo y derrames.

El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de acceso peatonal y vehicular.

Los materiales adicionales que se requieran para las obras, se extraerán de las zonas de préstamo aprobadas por el Supervisor y deberán cumplir con las características establecidas en las especificaciones correspondientes.

Equipo

202.07

El Contratista propondrá, para consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir

daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

Los equipos de excavación deberán disponer de sistemas de silenciadores. Cuando se trabaje cerca a zonas ambientalmente sensibles, tales como colegios, hospitales, mercados y otros que considere el Supervisor, aunado a los especificados en el Estudio de Impacto Ambiental, los trabajos se harán manualmente si es que los niveles de ruido sobrepasan los niveles máximos recomendados.

Requerimientos de construcción

202.08 Excavación

Antes de iniciar las excavaciones se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos de topografía, desbroce, limpieza y demoliciones, así como los de remoción de especies vegetales, cercas de alambre y de instalaciones de servicios que interfieran con los trabajos a ejecutar.

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del Proyecto, tales como alcantarillas, desagües, alivios de cunetas y construcción de filtros. Además se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del Proyecto o indicadas por el Supervisor.

La excavación de la explanación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del Proyecto o las instrucciones del Supervisor. Toda sobre-excavación que haga el Contratista, por error o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta, costo y riesgo y el Supervisor podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas.

Cuando la altura del talud de corte sea mayor de 7 m (en suelos), o de diez metros (10 m en rocas), o según lo especifique el Proyecto, y la calidad del material por excavar lo exija, deberán construirse banquetas de corte con pendiente hacia el interior del talud a una cuneta que debe recoger y encauzar las aguas superficiales hacia áreas donde el talud no sea afectado.

El ancho mínimo de la terraza deberá permitir la operación normal de los equipos de construcción. La pendiente longitudinal de las banquetas y su dimensionamiento deberá especificarse en el Proyecto o seguir las indicaciones del Supervisor.

Al alcanzar el nivel de la subrasante en la excavación de material suelto, se deberá escarificar una profundidad mínima de 15 cm, conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas en la [Subsección 202.19](#).

Si los suelos encontrados a nivel de subrasante están constituidos por suelos inestables, el Supervisor ordenará las modificaciones que corresponden a las instrucciones del párrafo anterior, con el fin de asegurar la estabilidad de la subrasante. En este caso se aplicará lo especificado en la [Sección 207](#).

En caso de que al nivel de la subrasante se haya determinado la existencia de propiedades físicas propias de suelos expansivos, se priorizará su estabilización o será de aplicación lo especificados en la [Sección 207](#), en caso que los documentos del Proyecto o el Supervisor determinen su reemplazo, la profundidad de la excavación se determinará en base a un análisis de esfuerzos y deformaciones para las condiciones existentes de los materiales que conformarán la plataforma vial y del terreno de fundación. Los materiales de reemplazo deberán cumplir con las características definidas en la [Sección 205](#).

Las cunetas y bermas deben construirse de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en el Proyecto o las instrucciones del Supervisor.

Todo daño posterior a la ejecución de estas obras, causado por el Contratista, debe ser subsanado por éste, sin costo alguno para la entidad contratante.

Para las excavaciones en roca, los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos y equipos que el Contratista proponga utilizar, deberán estar aprobados previamente por el Supervisor; así como la secuencia y disposición de las voladuras, las cuales se deberán proyectar en tal forma que sea mínimo su efecto fuera de los taludes proyectados. El Contratista garantizará la dirección y ejecución de las excavaciones en roca, considerando lo indicado en la [Subsección 05.05](#).

Toda excavación en roca será hasta 15 cm por debajo de las cotas de subrasante, dicha área allanada y libre de puntas de roca, se deberá rellenar,

conformar y compactar con material seleccionado proveniente de las excavaciones o con material de subbase granular, según lo determine el Supervisor.

La superficie final de la excavación en roca deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

202.09 Ensanche o modificación del alineamiento de plataformas existentes

En los Proyectos de mejoramiento de vías, donde se conserve la plataforma existente, los procedimientos que utilice el Contratista deberán permitir la ejecución de los trabajos de ensanche o modificación del alineamiento, evitando la contaminación del afirmado con materiales arcillosos, orgánicos o vegetales.

Los materiales excavados deberán cargarse y transportarse hasta los sitios de utilización o establecidos en el Proyecto o aprobados por el Supervisor.

Así mismo, el Contratista deberá garantizar el tránsito y conservar la superficie de rodadura existente, según se indica en la [Sección 103](#).

Si el Proyecto exige el ensanche del afirmado existente, las fajas laterales se excavarán hasta el nivel de subrasante, dándole a ésta, posteriormente, el tratamiento indicado en la [Subsección 202.08](#).

En las zonas de ensanche de terraplenes, el talud existente deberá cortarse en forma escalonada de acuerdo con lo que establezcan el Proyecto y las indicaciones del Supervisor.

202.10 Taludes

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad del talud de corte final.

Los trabajos de excavación de taludes sea en cualesquiera de los materiales clasificados se debe ajustar a las consideraciones técnicas (Geología y Geotecnia) contenidas en el Proyecto en especial a los taludes considerados en los sectores críticos, cualquier modificación al respecto deberá ser coordinada con el Supervisor de la Obra si este lo considere pertinente.

El Contratista deberá comunicar con suficiente anticipación a la Supervisión el comienzo de cualquier excavación, y el sistema de ejecución previsto, para obtener la aprobación del proceso constructivo.

Cuando los taludes excavados, tienen más de 7 m, debido a que implica un riesgo potencial para la integridad física de los usuarios de la carretera, y se presenten síntomas de inestabilidad, se deberán hacer terrazas o banquetas de corte y realizar labores de sembrado de vegetación típica en la zona afectada para evitar la erosión, ocurrencia de derrumbes, o deslizamientos que puedan interrumpir las labores de obra, así como la interrupción del tránsito en la etapa operativa, para evitar aumentar los costos de mantenimiento. En los lugares que se estime conveniente, se deberán construir muros de contención.

El Contratista deberá realizar una inspección adecuada antes de realizar la excavación de los taludes, considerando la presencia de terrenos de sembríos, canales de regadíos, tomas de agua, diques y/o cualquier almacenamiento de agua en las zonas del talud superior; y de acuerdo a esta evaluación empezar a realizar los trabajos respectivos. Por ningún motivo el Contratista iniciara los trabajos si no ha establecido estas zonas debido a que podría generarse una nueva distribución de los flujos de las aguas y generar deslizamientos en las zonas de excavación. En el caso de que encuentre agua en los taludes de corte realizados, el Contratista deberá establecer inmediatamente un plan de contingencia para su control o derivación antes de continuar con los trabajos de estabilización del talud, en caso contrario podría causar una inestabilidad operativa imputable al Contratista. Todos estos trabajos deberán realizarse con la aprobación de la Supervisión.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimientos, etc., previstas en el Proyecto u ordenadas por el Supervisor, estos trabajos deberán realizarse inmediatamente después de la excavación del talud. Estos trabajos se harán de acuerdo a lo que se estipula en las [Secciones 901, 902, 903](#) y [904](#).

En el caso que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará las correcciones complementarias ordenadas por el Supervisor.

Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de las excavaciones, el Contratista será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán a su cuenta, costo y riesgo.

202.11 Excavación Complementaria

La construcción de zanjas de drenaje, zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares y cauces naturales deberá efectuarse de acuerdo con los alineamientos, secciones y cotas indicados en el Proyecto o aprobados por el Supervisor.

Toda desviación de las cotas y secciones especificadas, especialmente si causa estancamiento del agua o erosión, deberá ser subsanada por el Contratista y aprobada por el Supervisor y sin costo adicional para la entidad contratante.

202.12 Utilización de materiales excavados y disposición de sobrantes

Todos los materiales provenientes de las excavaciones de la explanación que sean utilizables y, según el Proyecto, estas especificaciones o aprobadas por el Supervisor, necesarios para la construcción o protección de terraplenes, pedraplenes u otras partes de las obras proyectadas, se deberán utilizar en ellos. El Contratista no podrá disponer de los materiales provenientes de las excavaciones ni retirarlos para fines distintos del contrato, sin autorización previa del Supervisor.

Los materiales provenientes de la remoción de capa vegetal, deberán almacenarse para su uso posterior en sitios accesibles, y de manera aceptable para el Supervisor; estos materiales se deberán usar preferentemente para el recubrimiento de los taludes de los terraplenes terminados, áreas de canteras explotadas y niveladas o donde lo disponga el Proyecto o el Supervisor. Para mayor referencia, ver el [Capítulo 9](#).

Los materiales sobrantes de la excavación deberán ser colocados en los DME indicados en el Proyecto, según lo indicado en la [Sección 209](#). De acuerdo con las instrucciones del Supervisor y en zonas aprobadas por éste, se usarán para el tendido de los taludes de terraplenes o para emparejar las zonas laterales de la vía y de las canteras. Se dispondrán en tal forma que no ocasionen ningún perjuicio al drenaje de la carretera o a los terrenos que ocupen, a la visibilidad en la vía ni a la estabilidad de los taludes o del terreno al lado y debajo de la carretera. Todos los materiales sobrantes se deberán

extender y emparejar de tal modo que permitan el drenaje de las aguas alejándolas de la vía, sin estancamiento y sin causar erosión, y se deberán conformar para presentar una buena apariencia.

Los materiales aprovechables de las excavaciones de zanjas, acequias y similares, se deberán utilizar en los terraplenes del Proyecto, extender o acordonar a lo largo de los cauces excavados, o disponer según lo determine y apruebe el Supervisor.

202.13 Excavación en zonas de préstamo

Los materiales adicionales que se requieran para la terminación de las obras proyectadas o indicadas por el Supervisor, se obtendrán mediante el ensanche adecuado de las excavaciones del Proyecto o de zonas de préstamo establecidas y/o previamente aprobadas por el Supervisor.

Para la excavación en zonas de préstamo se debe verificar que no se hayan producido desestabilizaciones en las áreas de corte que produzcan derrumbes y que pongan en peligro al personal de obra. Los cortes de gran altura se harán con aprobación del Supervisor.

Si se utilizan materiales de las playas del río, el nivel de extracción debe estar sobre el nivel del curso de las aguas para que las maquinarias no remuevan material que afecte el ecosistema acuático, debiendo ceñirse a lo dispuesto a la Ley N° 28221 Ley que Regula el Derecho por Extracción de Materiales de los Álveos o Cauces de los Ríos por las Municipalidades.

En la excavación de préstamos se seguirá todo lo pertinente a los procedimientos de ejecución de las excavaciones de la explanación y complementarios.

202.14 Hallazgos arqueológicos, paleontológicos y sitios históricos

En caso de algún descubrimiento de restos arqueológicos, sitios de asentamientos humanos antiguos o de época colonial, reliquias, fósiles u otros objetos de interés histórico arqueológico y paleontológico durante la ejecución de las obras, el Contratista seguirá los lineamientos dados en la [Subsección 05.04](#).

202.15 Manejo del agua superficial

Cuando se estén efectuando las excavaciones, se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos y acordonamientos de material que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

En los trabajos de excavación, no deben alterarse los cursos de aguas superficiales, para lo cual mediante obras hidráulicas se debe encauzar, reducir la velocidad del agua y disminuir la distancia que tiene que recorrer. Estas labores traerán beneficios en la conservación del medio ambiente y disminución en los costos de mantenimiento, así como evitará retrasos en la obra.

202.16 Limpieza final

Al terminar los trabajos de excavación, el Contratista deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía, las de préstamo y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor.

202.17 Referencias topográficas

Durante la ejecución de la excavación para explanaciones complementarias y préstamos, el Contratista deberá mantener, sin alteración, las referencias topográficas y marcas especiales para limitar las áreas de trabajo.

Aceptación de los Trabajos

202.18 Criterios

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica
- Verificar la compactación de la subrasante.

- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Contratista de acuerdo a los documentos aprobados del Proyecto y la presente especificación.

El trabajo de excavación se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la subrasante estén de acuerdo con los planos del Proyecto, con éstas especificaciones y las instrucciones del Supervisor.

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de 10 mm con respecto a la cota proyectada.

Las cotas de fondo de las cunetas, zanjas y canales no deberán diferir en más de 15 mm de las proyectadas.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, y a satisfacción del Supervisor.

Las secciones transversales ejecutadas serán debidamente medidas y anotadas por el Contratista. El Supervisor verificará estos registros y si los encontrase correctos aprobará las mediciones como base para el pago.

No se pagarán las excavaciones efectuadas en exceso al de las secciones transversales aprobadas. Dichas sobre excavaciones serán rellenadas como lo ordene el Supervisor, con material de sub-base o de base granular, los gastos correrán por cuenta del Contratista.

La evaluación de los trabajos de excavación en explanaciones se efectuará según lo indicado en la [Subsección 04.11.](#)

Alternativamente, a los controles de compactación y deflectometría se deberá aplicar otros ensayos de calidad a nivel de subrasante como Ensayo de Placa, Penetración Dinámica de Cono (PDC), Geogauge.

202.19 Compactación de la subrasante en zonas de excavación

Una vez terminados los trabajos de excavación se procederá a efectuar el escarificado de la subrasante en las zonas de corte, hasta una profundidad de 15 cm por debajo del nivel de subrasante de replanteo, y se procederá a eliminar las piedras mayores de 3" de diámetro previo a la conformación (riego y batido), perfilado y compactado.

El Contratista suministrará y usará las plantillas, para el control de anchos y cotas. La cota de cualquier punto de la subrasante perfilada no deberá variar en más de 10 mm con respecto a la cota de replanteo aprobada.

La compactación de la subrasante, en los casos establecidos en la [Subsección 202.08](#), se verificará de acuerdo con los siguientes criterios:

- La densidad de la subrasante compactada se definirá sobre un mínimo de 6 determinaciones, en sitios elegidos al azar con una frecuencia de una, cada 250 m² de plataforma terminada y compactada.
- Las densidades individuales del lote (D_i) deben ser, como mínimo, el 95% de la máxima densidad en el ensayo Proctor Modificado de referencia (D_e).

$$D_i \geq 0.95 D_e$$

D_i : Densidades individuales

D_e : Máxima densidad en el ensayo Proctor Modificado

202.20 Ensayo de Deflectometría sobre la subrasante terminada

Se requiere un estricto control de calidad tanto de los materiales como de los equipos, procedimientos constructivos y en general de todos los elementos involucrados en la puesta en obra de la subrasante. De dicho control forma parte la medición de las deflexiones que se menciona a continuación.

Una vez terminada la explanación se hará deflectometría cada 25 metros en ambos sentidos, es decir, en cada uno de los carriles, mediante el empleo de Viga Benkelman, FWD o cualquier equipo de alta confiabilidad, antes de cubrir la subrasante con la subbase o con la base granular. Se analizará la deformada o curvatura de la deflexión obtenida de acuerdo al procedimiento del dispositivo utilizado (en el caso del FWD de por lo menos tres mediciones por punto).

Los puntos de medición estarán georeferenciados con el estacado del Proyecto, de tal manera que exista una coincidencia con relación a las mediciones que se efectúen a nivel de carpeta.

Un propósito específico de la medición de deflexiones sobre la subrasante, es la determinación del módulo resiliente de la capa, con la finalidad de detectar problemas puntuales de baja resistencia por módulos resilientes inferiores al de diseño, que puedan presentarse durante el proceso constructivo, su análisis y la oportuna aplicación de los correctivos a que hubiere lugar.

Los trabajos e investigaciones antes descritos, serán efectuados por el Contratista.

El Contratista deberá cumplir con lo indicado en la [Sección 103](#) para la protección del equipo de trabajo y el control de tránsito. Para el caso de la Viga Benkelman el Contratista proveerá un volquete operado con las siguientes características:

- Clasificación del vehículo: C2
- Peso con carga en el eje posterior: 82 kN (8.200 kg)
- Llantas del eje posterior: dimensión 10x20, 12 lonas. Presión de inflado: 0,56 MPa o 80 psi. Excelente estado.

El vehículo estará a disposición hasta que sean concluidas todas las evaluaciones de deflectometría.

El Contratista garantizará que el radio de curvatura de la deformada de la Subrasante que determine en obra sea preciso, para lo cual hará la provisión del equipo idóneo para la medición de las deflexiones.

Así mismo, para la ejecución de los ensayos deflectométricos, el Contratista hará la provisión del personal técnico, papelería, equipo de viga Benkelman doble o simples, equipo FWD u otro aprobado por la Supervisión, acompañante y en general, de todos los elementos que sean requeridos para llevar a efecto satisfactoriamente los trabajos antes descritos.

Los ensayos de deflectometría serán también realizados con las mismas condiciones y exigencias en las subrasantes terminadas en secciones en terraplén. De cada tramo que el Contratista entregue a la Supervisión completamente terminado para su aprobación, deberá enviar un documento técnico con la información de deflectometría, procesada y analizada. La Supervisión tendrá 24 horas hábiles para aprobar los ensayos presentados y de ser el caso, dictara las medidas correctivas que sean necesarias. Se requiere realizar el procedimiento indicado, para colocar la capa estructural siguiente.

Medición

202.21

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original. Todas las excavaciones para explanaciones, zanjas, acequias y préstamos serán medidas por volumen ejecutado, con base en las áreas de corte de las secciones transversales del Proyecto, original o modificado, verificadas por el Supervisor antes y después de ejecutarse el trabajo de excavación y según se indica en la [Subsección 07.02\(a\) \(1\)](#).

No se medirán las excavaciones que el Contratista haya efectuado por error o por conveniencia fuera de las líneas de pago del Proyecto o las autorizadas por el Supervisor. Si dicha sobre-excavación se efectúa en la subrasante o en una calzada existente, el Contratista deberá rellenar y compactar los respectivos espacios, a su cuenta, costo y riesgo, y usando materiales y procedimientos aceptados por el Supervisor.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material colocado, perfilado, nivelado y compactado sobre plataforma excavada en roca.

En las zonas de préstamo, solamente se medirán en su posición original los materiales aprovechables y utilizados en la construcción de terraplenes y pedraplenes; alternatively, se podrá establecer la medición de los volúmenes de materiales de préstamo utilizados, en su posición final en la vía, reduciéndolos a su posición original mediante relación de densidades determinadas por el Supervisor.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material removido de derrumbes, durante los trabajos de excavación de taludes, cuando a juicio del Supervisor fueren causados por procedimientos inadecuados o error del Contratista.

Pago

202.22

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el Proyecto o las instrucciones del Supervisor, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste. Se deberá considerar para este fin lo dispuesto en la [Subsección 07.05.](#)

Deberá cubrir, además los costos de conformación de la subrasante, su compactación en todo tipo de terreno según se indica en la [Subsección 202.19](#), la limpieza final, conformación de las zonas laterales y las de préstamo y disposición de sobrantes; los costos de perforación en roca, precortes, explosivos y voladuras; la excavación de acequias, zanjas, obras similares y el mejoramiento de esas mismas obras o de cauces naturales.

El Contratista deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control, hasta el sitio de utilización.

En las zonas del Proyecto donde se deba realizar trabajo de remoción de la capa vegetal, el precio unitario deberá cubrir el almacenamiento de los materiales necesarios para las obras; y cuando ellos se acordonan a lo largo de futuros terraplenes, su posterior traslado y extensión sobre los taludes de éstos, así como el traslado y extensión sobre los taludes de los cortes donde esté proyectada su utilización.

Si el material excavado es roca, el precio unitario deberá cubrir su eventual almacenamiento para uso posterior, en las cantidades y sitios señalados por el Supervisor.

En los Proyectos de ensanche o modificación del alineamiento de plataformas existentes, donde debe garantizarse la seguridad y mantenimiento del tránsito, el Contratista deberá considerar en su precio unitario todo lo que se especifica en la [Sección 103.](#)

El precio unitario para excavación de préstamos deberá cubrir todos los costos de limpieza y remoción de capa vegetal de las zonas de préstamo, la excavación y los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de

explotación y de alquiler de las fuentes de materiales de préstamo, según corresponda.

No habrá pago por las excavaciones y disposición o desecho de los materiales no utilizados en las zonas de préstamo, pero es obligación del Contratista dejar el área bien conformada o restaurada de acuerdo al Plan de Manejo Ambiental.

El transporte de los materiales provenientes de excedentes de la excavación se medirá y pagará de acuerdo con la [Sección 700](#).

Partida de pago	Unidad de pago
Alternativa I 202.A Excavación sin clasificar	Metro cúbico (m ³)
Alternativa II 202.B Excavación clasificada	
(1) Excavación en Roca Fija	Metro cúbico (m ³)
(2) Roca Fracturada (suelta)	Metro cúbico (m ³)
(3) Material Suelto	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 203

REMOCIÓN DE DERRUMBES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 203

Remoción de derrumbes

Descripción

203.01 Generalidades

Este trabajo consiste en remover y trasladar hasta la distancia libre de transporte, los materiales provenientes de la caída y/o desplazamiento de los taludes sobre la vía existente o en construcción, que se convierten en obstáculo para la utilización normal de la vía o para la ejecución de las obras, que incluye además los elementos de seguridad vial necesarios.

El trabajo se hará de acuerdo con esta especificación y las instrucciones del Supervisor, quien exigirá su aplicación desde la entrega de la vía al Contratista hasta la recepción definitiva de la obra por la entidad contratante.

El derrumbe puede producirse durante la construcción de los cortes proyectados y dentro de sus límites, antes o después de ejecutarse los trabajos de excavación.

Si el derrumbe se produce durante la ejecución de la obra, independientemente del volumen de derrumbe, la remoción de estos materiales será por cuenta y riesgo del Contratista. Sin embargo, si el derrumbe se produce una vez recepcionada la obra y cumplido el periodo de garantía de la misma, serán los servicios de mantenimiento los encargados de estos trabajos de remoción.

Materiales

203.02

Los materiales por remover serán los provenientes del derrumbe.

Equipo

203.03

Los equipos para la remoción de derrumbes están sujetos a la aprobación del Supervisor y deben ser suficientes para garantizar el cumplimiento de esta especificación y del programa de trabajo.

Los equipos empleados deben cumplir con las exigencias técnicas ambientales en lo que respecta a emisión de contaminantes y ruidos, identificados en los respectivos estudios definitivos aprobados, los cuales antes de ser empleados deben tener la aprobación del Supervisor. También debe aplicarse las consideraciones descritas en la [Subsección 06.01](#) del presente documento, en lo que respecta al uso de equipos.

Requerimientos de Construcción

203.04

El Contratista o los servicios de mantenimiento deberán ejecutar el trabajo en los sitios afectados de la vía, cuando lo solicite el Supervisor.

Cuando ocurra un derrumbe, el Contratista o los servicios de mantenimiento deberán colocar señales que indiquen, durante el día y la noche, la presencia del obstáculo de acuerdo con las disposiciones de la [Sección 103](#) y serán los responsables de mantener la vía transitable y segura, a fin de que no ocurran accidentes en perjuicio de los trabajadores, usuarios de la vía, ni tampoco retrasen las obras con otros imprevistos.

La remoción del derrumbe se efectuará en las zonas indicadas por el Supervisor y considerando siempre la estabilidad del talud aledaño a la masa de suelo desplazada y de las construcciones vecinas.

Los materiales excedentes serán transportados humedecidos y cubiertos con lona para evitar la emisión de polvo y derrames, ajustándose a las disposiciones legales vigentes. El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de acceso de importancia local. Si el Supervisor lo autoriza, los materiales pueden ser empleados en las obras.

Si el material de derrumbe cae sobre cauces naturales en la zona de la vía, obras de drenaje, subrasantes, subbases, bases y pavimentos terminados, deberá extraerse con las precauciones necesarias, sin causar daños a las obras, las cuales deberán limpiarse en forma adecuada.

Los daños causados por descuido o error del Contratista será reparado por éste, sin costo alguno para a la entidad contratante.

Los materiales provenientes de los derrumbes deberán disponerse de la misma manera que el material excedente de las excavaciones, conforme se determina en la [Sección 202](#).

Si el material de derrumbe cae sobre la vía que se halla disponible para el tránsito vehicular, la remoción del material deberá ser efectuada a la brevedad posible por el Contratista o por los servicios de mantenimiento con la aprobación escrita del Supervisor.

En las zonas de potenciales derrumbes, se deberá proveer la colocación de avisos de precaución y así mismo ocurridos estos, se instalará la señalización correspondiente.

Aceptación de los Trabajos

203.05

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Vigilar el cumplimiento de las especificaciones que se dan en la [Sección 103](#).
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos aplicados.
- Comprobar que la disposición final de los materiales provenientes del derrumbe se ajuste a las exigencias de estas especificaciones y a las disposiciones legales vigentes.
- Medir el volumen de trabajo ejecutado.

El trabajo de remoción de derrumbes será aceptado cuando se ejecute de acuerdo con esta especificación y la aprobación del Supervisor.

La remoción del derrumbe se considerará completa cuando la vía quede limpia y libre de obstáculos y las obras de drenaje funcionen normalmente. La evaluación de los trabajos de "Remoción de Derrumbes" se efectuará de acuerdo a lo indicado en la [Subsección 04.11](#).

Medición

203.06

La unidad de medida para la remoción de derrumbes será el metro cúbico (m³) aproximado al metro cúbico completo.

El volumen de material removido, hasta el límite de acarreo libre, se medirá en estado suelto, verificado y controlado por el Supervisor.

Los volúmenes de derrumbes que a juicio de la Supervisión fueran causados por procedimientos inadecuados o errores del Contratista, no serán reconocidos para el pago.

Pago

203.07

La remoción de derrumbes se pagará al precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente, de acuerdo con la presente especificación y aceptado por el Supervisor, y según lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#).

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de remoción, hasta la distancia de transporte libre de 120 m, deberá incluir, también, los costos por mano de obra, señalización preventiva de la vía, control del tránsito automotor, limpieza y restablecimiento del funcionamiento de las obras de drenaje obstruidas por los materiales de derrumbe.

No se autorizarán pagos para los volúmenes de material de derrumbes, si los materiales se descargan sobre obras del Proyecto o áreas no autorizadas por el Supervisor.

Tampoco se autorizarán pagos para los volúmenes de material de derrumbes, causados por procedimientos inadecuados o errores del Contratista.



El transporte de material de derrumbe a una distancia mayor de 120 m de transporte libre, se medirá y pagará de acuerdo con la [Sección 700.](#)

Partida de pago	Unidad de pago
203.A Remoción de Derrumbes	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 204

EXCAVACIÓN GENERAL DE TÚNELES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 204

Excavación general de túneles

Descripción

204.01

Esta sección se refiere a los trabajos de excavación necesarios para la construcción de túneles, según lo establecido en el Proyecto y en esta Sección.

Requerimientos de construcción

204.02 Excavaciones

Las excavaciones tendrán la forma, dimensiones y cotas indicadas en el Proyecto. Los límites teóricos de excavación y de revestimiento se definen a continuación:

- Superficie Teórica de Excavación: Es aquella superficie dentro de la cual no podrá quedar material alguno sin excavar.
- Superficie Teórica de Revestimiento: Es aquella superficie dentro de la cual, no podrá quedar ningún elemento del sostenimiento o apoyo del revestimiento. Delimita el área libre del túnel, en la que sólo se permitirán las instalaciones definidas en el Proyecto.

Al emplear el método de excavación tradicional de perforación y detonación, se recomienda efectuar el control de la sección de excavación mediante dispositivos láser.

Cuando el procedimiento de excavación propuesto por el Contratista, requiera aumentar en zonas localizadas la sección teórica de excavación, éste deberá proporcionar planos detallados de esas secciones para la revisión y aprobación previa por parte del Supervisor. En todo caso, cualquier sobreexcavación adicional no contemplada en el Proyecto y que sobrepase la superficie teórica de excavación será a cargo del Contratista.

204.03 Métodos

Los túneles se construirán excavando en el terreno, manualmente o con máquinas. Los sistemas habituales de excavación subterránea son medios mecánicos (rozadora, tuneladora, y maquinaria convencional), perforación y voladuras, y manual.

1. Métodos convencionales

El Contratista deberá usar métodos y técnicas apropiadas para que las superficies reales de excavación constituyan superficies aproximadas regulares, así como para evitar deterioros significativos de la roca adyacente al contorno.

Para ello, deberá programar una adecuada combinación de los siguientes factores principales: cantidad y calidad del explosivo; distribución de las perforaciones; espaciamiento de las perforaciones del contorno; secuencia de los retardos; formación de las caras libres; profundidad del barreno y carga; y programación del diagrama de disparo. No se deberá iniciar ninguna excavación sin la aprobación previa del Supervisor a los correspondientes diagramas de perforación y disparo.

Al encontrar rocas de mala calidad, se procederá a disminuir la longitud de los barrenos y la densidad de carga según corresponda.

Si los procedimientos empleados por el Contratista producen sobreexcavaciones excesivas (mayores de 0,30 m), deterioros de las rocas del contorno, disparos fallados, arena demasiado fina, y otras anomalías, deberán introducirse de inmediato los cambios de tecnología necesarios hasta lograr resultados tolerables a criterio del Supervisor.

Se considerará como tolerable aquella sobreexcavación que no exceda en promedio, el 10% de la sección geométrica teórica y siempre que en ningún punto, dicha sobreexcavación llegue a ser mayor de 0,30 m respecto de la línea teórica de excavación. Sin embargo, toda sobreexcavación adicional a la superficie teórica de excavación será de cargo exclusivo del Contratista, incluso los mayores volúmenes que eventualmente resulten para rellenar dichas sobreexcavaciones.

El Contratista será responsable de la seguridad y estabilidad de las excavaciones que efectúe, debiendo proceder oportunamente con los trabajos de sostenimiento que sean necesarios, ya sean estos temporales de

construcción o permanentes que establezca el Proyecto. Todas las áreas inestables deberán ser desquinchadas, acuñadas, fortificadas con pernos, recubiertas con hormigón proyectado o con otro método alternativo según sea el caso, previa aprobación del Supervisor. Los trabajos de desquinche y acuñado se considerarán incluidos dentro de las faenas propias de la excavación. Cuando el Proyecto lo especifique, deberán colocarse marcos metálicos en las cantidades y con el espaciamiento que se indique en el estudio definitivo aprobado y autorizado por el Supervisor.

El Contratista deberá cumplir con las disposiciones del “Reglamento de Seguridad e Higiene Minera” aprobado por el D.S. N° 046-2001-EM, del “Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo” aprobado por el D.S. N° 009-2005-TR, de la Ley N° 26786 de “Impacto Ambiental para Obras y Actividades”, y de la R.V.M. N° 1079-2007-MTC/02 de “Lineamientos para la elaboración de los Términos de Referencia de los Estudios de Impacto Ambiental para Proyectos de Infraestructura Vial”, así como sus modificatorias.

2. Tuneladoras

Existen cuatro tipos básicos de tuneladoras, en función de la caracterización del terreno a excavar:

- Topos: diseñadas para excavar rocas duras o medianas, que por lo general no requieren sostenimiento.
- Escudos: diseñadas para excavar rocas blandas o suelos, que necesitan sistemáticamente la colocación de un sostenimiento.
- Doble Escudo: capaces de trabajar como topo o como escudo, en función de la calidad del macizo rocoso, siendo la mejor solución para macizos con tramos de tipología variable suelo-roca.
- Hidroescudos: adecuadas para trabajar en terrenos constituidos por arenas sueltas o gravas arenosas, que dificultan el amasado.

El Contratista deberá tener en cuenta la sección y trazado del túnel a excavar, ya que las tuneladoras tienen radios de curvatura elevados, no aceptan curvas cerradas y la sección tiene que ser circular.

El Contratista deberá elegir el método de excavación y sostenimiento más adecuado de acuerdo a los documentos del Proyecto.

204.04 Informes

El Contratista deberá informar mensualmente a la Supervisión de todas las actividades realizadas en los frentes de trabajo, y además deberá elaborar los informes especiales que le solicite el Supervisor.

Para ello el Contratista deberá diseñar formularios apropiados donde se detallen con claridad los diferentes aspectos de los trabajos ejecutados en cada jornada. Normalmente se debe incluir entre otras, la información siguiente:

- Diagrama de perforación que indique claramente la posición, ángulo, diámetro, longitud y otros.
- Diagrama de disparos que indique claramente tiros vacíos, distintos tipos de explosivos, su diámetro en caso de ser cartuchos, accesorios de tronadura, si es sistema eléctrico o manual y otros.
- Tipo y cantidad de explosivo utilizado.
- Avance real de los disparos o kilometraje del frente de excavación
- Índice de calidad de roca, Q de Barton u otro indicado en el Proyecto.
- Plano geológico en que figuren las diversas estructuras atravesadas durante la excavación del túnel, indicando zonas de napas subterráneas, fallas y otros detalles geológicos relevantes.
- Tipo y cantidad de elementos de sostenimiento, tales como pernos, mallas, hormigón proyectado, marcos u otros elementos utilizados.
- Distribución y número de personas por actividad.
- Observaciones sobre hechos relevantes sucedidos durante la jornada, tales como: paralizaciones, afluencia de agua, desprendimientos de roca, tiros fallados, trabajos topográficos, accidentes u otros.

El Supervisor podrá solicitar información adicional relacionada.

204.05 Controles topográficos

Mientras se ejecuten las excavaciones, el Contratista deberá mantener un control permanente de los alineamientos y cotas, para lo cual, deberá recurrir a trabajos de precisión compatibles con la exactitud requerida.

Cuando la longitud total de túnel a excavar no supere los 3.500 m, deberán utilizarse métodos de definición de coordenadas que aseguren su traslado, dentro de las tolerancias vigentes asociadas al orden de control primario. Para túneles de longitudes superiores a 3.500 m, el Contratista deberá presentar en forma detallada el procedimiento que se seguirá para la definición de coordenadas, de manera que se mantenga dentro de las tolerancias admitidas.

204.06 Drenaje

Los frentes de trabajo deberán mantenerse razonablemente libres de aguas, para lo cual, el Contratista deberá utilizar los recursos necesarios y considerar todos los aspectos concernientes a la evacuación de las aguas, construyendo barbacanas, cunetas, zonas de bombeo y tuberías de conducción u otros.

Se deberán utilizar procedimientos adecuados, destinados a controlar las filtraciones, evitar prejuicios de calidad de las obras a construir y minimizar los riesgos constructivos.

204.07 Ventilación

Los frentes de trabajo deben mantenerse permanentemente ventilados mediante sistemas eficientes que permitan evacuar los gases tóxicos, el polvo en suspensión el aire viciado y cualquier otro agente similar proveniente de las detonaciones, escapes de motores de combustión interna u otras fuentes. La ventilación deberá ajustarse a las disposiciones de seguridad vigentes, proporcionando un caudal mínimo de aire fresco de 2 m³ por minuto por cada 0,745 kW (1 HP) de potencia de los equipos de combustión interna, que estén operando dentro del túnel, y un mínimo de 3 m³ por minuto por cada trabajador que se encuentre trabajando en el frente de excavación. La velocidad del aire no deberá sobrepasar los 150 m por minuto donde exista personal trabajando.

204.08 Iluminación

Para asegurar que los trabajos se desarrollen en forma eficiente y segura, se deberá proveer iluminación de una intensidad que alcance como mínimo los 50 lux en lugares dentro del túnel donde no se estén ejecutando trabajos y una intensidad mínima de 100 lux en los frentes de trabajo. En los lugares que se requiera mayor iluminación el Contratista adoptará las indicaciones del Supervisor.

204.09 Tratamiento de Fallas

Cuando se presentan áreas o sectores constituidos por suelos más débiles, localizados en forma de fallas que atraviesan la excavación, deberá emplearse el procedimiento de estabilización y fortificación establecido en el Proyecto o el que proponga el Contratista, previa verificación y aprobación del Supervisor.

Sin perjuicio de lo anterior y para aquellos casos en que la estabilidad de la excavación no esté comprometida, se recomiendan al menos las siguientes medidas:

- Cuando el ancho de la falla sea inferior a 0,30 m, se deberá excavar el material alterado hasta una profundidad igual a su espesor, pero no mayor de 0,20 m. La excavación resultante deberá rellenarse enseguida con hormigón proyectado, el que deberá además cubrir un área que sobrepase no menos de 0,25 m la zona alterada, en un espesor mínimo de 50 mm.
- Cuando el ancho de la falla esté comprendido entre 0,30 m y 1 m, se deberá excavar hasta una profundidad de 0,50 m, espacio que deberá rellenarse con hormigón del mismo tipo del previsto para el revestimiento y que se anclará a la roca sana adyacente con pernos. La zona se tratará enseguida con hormigón proyectado, el que deberá como mínimo cubrir 50 mm de las puntas de las rocas en un área que sobrepase en no menos de 0,5 m la zona alterada.
- Cuando el espesor de la falla sea superior a 1 m, el Contratista deberá proponer una solución debidamente respaldada por el informe de un especialista. El Supervisor dará su aprobación u ordenará las modificaciones que estime convenientes.

204.10 Conservación de las excavaciones

El Contratista será responsable de la conservación de los sectores excavados, para lo cual deberá revisar periódicamente las zonas de posibles desprendimientos, procediendo a acuñar los trozos de roca inestables, a retirar el material desprendido y a fortificar de inmediato previa consulta al Supervisor, si la situación así lo requiere. En general, el Contratista deberá informar al Supervisor sobre cualquier situación que a su juicio implique o conlleve un proceso de cambio en el comportamiento del material excavado,

tales como: la aparición de filtraciones o grietas, desplazamientos, desprendimientos u otras situaciones. El Contratista dispondrá de medidas de verificación sencillas para controlar el comportamiento de las excavaciones, como controles topográficos precisos, puntos testigos en yeso o vidrio y otras medidas similares. El control de convergencia será obligatorio y permanente en toda la obra del túnel.

204.11 Comunicaciones

Se deberá disponer de comunicaciones telefónicas o similares con al menos un sistema no radial (alámbrico) entre los frentes de las excavaciones y los portales de túnel. Dichos sistemas deberán tener una alimentación eléctrica independiente del suministro de energía general de la obra.

Medición

204.12 Excavación de túnel

Esta partida incluye las excavaciones requeridas para conformar la bóveda del túnel, así como toda excavación auxiliar prevista en los documentos del Proyecto o requerida por los procedimientos de trabajo establecidos en el mismo. Quedan incluidas y no dan derecho a pagos especiales a través de la presente partida u otras, obras tales como nichos, ensanches, estacados, bóvedas y otras necesarias para las maniobras del equipo o instalaciones fijas como transformadores, ventiladores u otros. Incluye asimismo, todos los trabajos de voladuras, conservación, acuñaduras, emparejado de piso, rellenos, drenajes, iluminación, ventilación, y toda otra actividad o trabajo requerido para el desarrollo adecuado y seguro de las excavaciones. Esta partida no incluye las obras de relleno y afianzamiento de zonas de falla, ni aquellas previstas como sostenimientos y fortificaciones del túnel. Las demás partidas necesarias para la habilitación del túnel, tales como pavimentos, ventilación, iluminación y otros, se ajustarán a lo establecido en las especificaciones del Proyecto del túnel.

Se cuantificará por metro (m) de avance la excavación en túnel, de acuerdo a lo establecido en el Proyecto de esta Sección. Cualquier sobreexcavación adicional que sobrepase la superficie teórica de excavación, incluso relleno, será de cargo exclusivo del Contratista.

204.13 Retiro del material de derrumbe

Se refiere a las operaciones que deban realizarse como consecuencia de hechos imprevisibles y no vinculadas a operaciones descuidadas, inoportunas u objetables ejecutadas por el Contratista, lo que deberá ser verificado y aprobado por la Supervisión. En general, está destinada al retiro de materiales producto de derrumbes y fallas imprevistas que se produzcan en el desarrollo de las obras. La partida incluye el acañamiento y desquinche del área afectada, incluso la carga del material y su transporte a los DME, según lo indicado en la [Sección 209](#).

Se cuantificará por metro cúbico (m³) de retiro de material de derrumbe en túnel. Su medición se efectuará geoméricamente entre la superficie teórica de excavación y la superficie expuesta del área de derrumbe.

La medición sólo procederá, si el Supervisor califica por escrito el evento que dio origen al derrumbe. En caso contrario, los trabajos establecidos en el primer numeral de la siguiente partida serán a cargo del Contratista.

Partida de pago	Unidad de pago
204.A Excavación de túnel	Metro lineal (m)
204.B Retiro de material de derrumbe	Metro cúbico (m ³)



SECCION 205

TERRAPLENES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 205

Terraplenes

Descripción

205.01 Generalidades

Este trabajo consiste en escarificar, nivelar y compactar el terreno de fundación, así como de conformar y compactar las capas del relleno (base, cuerpo y corona) hasta su total culminación, con materiales apropiados provenientes de las excavaciones del prisma vial o préstamos laterales o de cantera, realizados luego de la ejecución de las obras de desbroce, limpieza, demolición, drenaje y subdrenaje; de acuerdo con la presente especificación, el Proyecto y aprobación del Supervisor.

En los terraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

- Base, parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado.
- Cuerpo, parte del terraplén comprendida entre la base y la corona.
- Corona, parte superior del terraplén comprendida entre el nivel superior del cuerpo y el nivel de subrasante, construida con un espesor de 30 cm, salvo que los planos del Proyecto o las especificaciones especiales indiquen un espesor diferente.

En el caso en el que el terreno de fundación se considere adecuado, la parte del terraplén denominado base no se tendrá en cuenta.

Materiales

205.02 Requisitos de los materiales

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas (canteras); deberán estar libres de sustancias deletéreas,

de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales, de acuerdo a las exigencias del proyecto y autorizado por el Supervisor.

Si por algún motivo sólo existen en la zona, materiales expansivos, se deberá proceder a estabilizarlos antes de colocarlos en la obra. Las estabilizaciones serán definidas previamente en el Expediente Técnico.

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán cumplir los requisitos indicados en la [Tabla 205-01](#).

Tabla 205-01
Requisitos de los materiales

Condición	Partes del terraplén		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo (cm)	15	10	7.5
% Máximo de fragmentos de roca >7,62 cm	30	20	
Índice de plasticidad (%)	<11	<11	<10

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste de los Ángeles: 60% máx. (MTC E 207)
- Tipo de Material: A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

En la [Tabla 205-02](#) se especifican las normas y frecuencias de los ensayos a ejecutar para cada una de las condiciones establecidas en la [Tabla 205-01](#).

205.03 Empleo

Los documentos del Proyecto o las especificaciones especiales indicarán el tipo de suelo por utilizar en cada capa. En casos que el cuerpo y base del terraplén estuvieran sujetos a inundaciones o al riesgo de saturación total, se utilizará para su construcción las especificaciones de la [Sección 206](#).

Equipo

205.04

El equipo empleado para la construcción de terraplenes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

Los equipos deberán cumplir las exigencias técnicas ambientales para la emisión de gases contaminantes y ruidos, además de cumplir las consideraciones descritas en la [Subsección 06.01](#).

Requerimientos de construcción

205.05 Generalidades

Los trabajos de construcción de terraplenes se deberán efectuar según los procedimientos descritos en ésta Sección. El procedimiento para determinar los espesores de compactación deberá incluir pruebas aleatorias longitudinales, transversales y con profundidad, verificando que se cumplan con los requisitos de compactación en toda la profundidad propuesta.

El espesor propuesto deberá ser el máximo que se utilice en obra, el cual en ningún caso debe exceder de 30 cm.

Si los trabajos de construcción o ampliación de terraplenes afectaran el tránsito normal en la vía o en sus intersecciones y cruces con otras vías, el Contratista será responsable de tomar las medidas para mantenerlo adecuadamente, según se especifica en la [Sección 103](#).

La secuencia de construcción de los terraplenes deberá ajustarse a las condiciones estacionales y climáticas que imperen en la región del Proyecto. Cuando se haya programado la construcción de las obras previamente requeridas a la elevación del cuerpo del terraplén, no deberá iniciarse la construcción de éste, antes de que las alcantarillas y muros de contención se terminen en un tramo no menor de 500 m adelante del frente del trabajo, en cuyo caso deberán concluirse también, en forma previa, los rellenos de protección que tales obras necesiten.

Cuando se hace el vaciado de los materiales por lo general se produce polvo, para lo cual se debe contar con equipos apropiados de protección al personal; asimismo deben tomarse las medidas de seguridad correspondiente para evitar la presencia de personas ajenas a la obra, y prevenir accidentes u otros contratiempos.

205.06 Preparación del terreno

Antes de iniciar la construcción de cualquier terraplén, el terreno base de éste deberá estar desbrozado y limpio, según se especifica en la [Sección 201](#) y ejecutadas las demoliciones de estructuras que se requieran, según se

especifica en la [Sección 604](#). El Supervisor determinará los eventuales trabajos de remoción de capa vegetal y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área base según la [Sección 202](#), necesarios para garantizar la estabilidad del terraplén.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en la presente especificación, en una profundidad mínima de 15 cm, aún cuando se deba construir sobre un afirmado.

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de éstos sobre terreno inclinado, previamente preparado, el talud existente o el terreno natural deberán cortarse en forma escalonada (banquetas de estabilidad), de acuerdo con los planos o las instrucciones del Supervisor, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo.

Cuando lo señale el Proyecto o lo apruebe el Supervisor, la capa superficial de suelo existente que cumpla con lo señalado en la [Subsección 205.02](#), deberá mezclarse con el material que se va a utilizar en el terraplén nuevo.

Si el terraplén se construye sobre turba o suelos blandos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales, su tratamiento previo o la utilización de cualquier otro medio propuesto por el Contratista y autorizado por el Supervisor, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir esfuerzos debidos al peso del terraplén terminado.

Si el Proyecto considera la colocación de un geotextil como capa de separación o de refuerzo del suelo, éste se deberá tender conforme se describe en la [Sección 511](#).

205.07 Base y cuerpo del terraplén

El Supervisor sólo autorizará la colocación de materiales de terraplén cuando el terreno base esté adecuadamente preparado y consolidado, según se indica en la Subsección anterior.

El material del terraplén se colocará en capas de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Los materiales de cada capa serán de características uniformes. No se extenderá ninguna capa, mientras no se haya comprobado que la subyacente cumple las condiciones de compactación exigidas.

Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí.

Será responsabilidad del Contratista asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo del terraplén.

En los casos especiales en que la humedad del material sea considerablemente mayor que la adecuada para obtener la compactación prevista y cuando el exceso de humedad no pueda ser eliminado por el sistema de aireación, el Contratista propondrá y ejecutará los procedimientos más convenientes para ello, previa autorización del Supervisor.

Obtenida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la capa.

En las bases y cuerpos de terraplenes, las densidades que alcancen no serán inferiores a las que den lugar a los correspondientes porcentajes de compactación exigidos, de acuerdo con la [Subsección 205.12\(c\) \(1\)](#).

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a otras obras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación, se compactarán con equipos apropiados para el caso, en tal forma que las densidades obtenidas no sean inferiores a las determinadas en esta especificación para la capa del terraplén masivo que se esté compactando.

El espesor de las capas de terraplén, será definido por el Contratista con base en la metodología de trabajo y equipo, y en ningún caso deberá exceder de 30 cm aprobada previamente por el Supervisor, que garantice el cumplimiento de las exigencias de compactación uniforme en todo el espesor.

En sectores previstos para la instalación de elementos de seguridad como guardavías, se deberá ensanchar el terraplén de acuerdo a lo indicado en los planos o como lo ordene el Supervisor.

205.08 Corona del terraplén

Salvo que los planos del Proyecto o las especificaciones particulares establezcan algo diferente, la corona deberá tener un espesor compacto mínimo de 30 cm construidos en dos capas de igual espesor, los cuales se conformarán utilizando suelos, según lo establecido en la [Subsección 205.02](#), se humedecerán o airearán según sea necesario, y se compactarán

mecánicamente hasta obtener los niveles señalados en la [Subsección 205.12\(c\) \(1\)](#).

Los terraplenes se deberán construir hasta una cota superior a la indicada en los planos, en la dimensión suficiente para compensar los asentamientos producidos por efecto de la consolidación y obtener la subrasante final a la cota proyectada, con las tolerancias establecidas en la [Subsección 205.12\(c\)](#).

Si por causa de los asentamientos, las cotas de subrasante resultan inferiores a las proyectadas, incluidas las tolerancias indicadas en esta especificación, se deberá escarificar la capa superior del terraplén en el espesor que ordene el Supervisor y adicionar del mismo material utilizado para conformar la corona, efectuando la homogenización, humedecimiento o secamiento y compactación requeridos hasta cumplir con la cota de subrasante.

Si las cotas finales de subrasante resultan superiores a las proyectadas, teniendo en cuenta las tolerancias de esta especificación, el Contratista deberá escarificar la capa superior del terraplén en el espesor que ordene el Supervisor, efectuando la homogenización, humedecimiento o secamiento y compactación requeridos hasta cumplir con la cota de subrasante.

205.09 Acabado

Al terminar cada jornada, la superficie del terraplén deberá estar compactada y bien nivelada, con peraltes o bombeo suficientes que permita el escurrimiento de aguas de lluvias.

205.10 Limitaciones en la ejecución

La construcción de terraplenes sólo se llevará a cabo cuando no exista presencia de precipitaciones pluviales y la temperatura ambiental no sea inferior a 6 °C.

Deberá prohibirse la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación.

205.11 Estabilidad

El Contratista responderá, hasta la aceptación final, por la estabilidad de los terraplenes construidos con cargo al contrato y asumirá todos los costos que resulten de sustituir o reconstruir cualquier tramo que, a juicio del Supervisor, haya sido mal construido por descuido o error atribuible a aquel.

Se debe considerar la revegetación en las laderas adyacentes para evitar la erosión pluvial, según lo estipulado en la [Sección 901, 902 y 903](#), según lo indique el Proyecto o lo apruebe el Supervisor.

Si el trabajo ha sido hecho adecuadamente conforme a las especificaciones, planos del Proyecto e indicaciones del Supervisor y resultaren daños ocasionados por causas de fuerza mayor o hechos fortuitos, debidamente comprobados, su tratamiento será acorde a lo establecido en los documentos del contrato, seguros y otras normas aplicables.

Aceptación de los trabajos

205.12 Criterio

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito, según requerimientos de la [Sección 103](#).
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la [Subsección 205.02](#).
- Verificar y aprobar la compactación de todas las capas del terraplén.

Realizar medidas de control topográfico para determinar las dimensiones y perfil longitudinal de los terraplenes.

b. Calidad de los materiales

De cada procedencia de los suelos empleados para la construcción de terraplenes y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- Granulometría
- Límites de Consistencia.
- Abrasión.
- Clasificación.

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la [Subsección 205.02](#), según el nivel del terraplén, en caso contrario la Supervisión dispondrá el cambio de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellas que, no cumplan con las especificaciones técnicas correspondientes o que pudieran presentar, restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Además, efectuará verificaciones periódicas de la calidad del material que se establecen en la [Tabla 205-02](#).

Tabla 205-02

Ensayos y frecuencias

Material o producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de muestreo
Terraplén	Granulometría	MTC E 204	D 422	T29	1 cada 1.000 m ³	Cantera
	Límites de Consistencia	MTC E 111	D 4318	T89	1 cada 1.000 m ³	Cantera
	Contenido de material Orgánico	MTC E 118	—	—	1 cada 3.000 m ³	Cantera
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T96	1 cada 3.000 m ³	Cantera
	Relación Densidad-Humedad	MTC E 115	D 1557	T180	1 cada 1.000 m ³	Pista
	Compac-tación Base y cuerpo	MTC E 117	D 1556	T191	1 cada 500 m ²	Pista
	Compac-tación Corona	MTC E 124	D2922	T238	1 cada 250 m ²	Pista

(1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico-mecánicas de los agregados. En caso que los metrados del Proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad o característica.

c. Calidad del trabajo terminado

Cada capa terminada de terraplén deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la rasante y pendientes establecidas.

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.

La distancia entre el eje del Proyecto y el borde del terraplén no será menor que la distancia señalada en los planos aprobados del proyecto.

La cota de cualquier punto de la subrasante en terraplenes, conformada y compactada, no deberá variar en más de 1 cm de la cota proyectada.

No se tolerará en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

En adición a lo anterior, el Supervisor deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

1. Compactación

Las determinaciones de la densidad de cada capa compactada se realizarán según se establece en la [Tabla 205-02](#) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de 6 determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

Las densidades individuales (D_i) del tramo deberán ser, como mínimo, el 90% de la máxima densidad obtenida en el ensayo Proctor Modificado de referencia (D_e) para la base y cuerpo del terraplén y el 95% con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando se verifique la compactación de la corona del terraplén.

$$D_i \geq 0,90 D_e \text{ (base y cuerpo)}$$

$$D_i > 0,95 D_e \text{ (corona)}$$

La humedad del trabajo no debe variar en $\pm 2\%$ respecto del Óptimo Contenido de Humedad obtenido con el Proctor Modificado.

El incumplimiento de estos requisitos originará el rechazo del tramo.

2. Irregularidades

Todas las tolerancias que excedan la presente especificación deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo y aprobadas por el Supervisor.

3. Protección de la corona del terraplén

La corona del terraplén no deberá quedar expuesta a las condiciones atmosféricas; por lo tanto, se deberá construir en forma inmediata la capa superior proyectada una vez terminada la compactación y el acabado final de aquella. Será responsabilidad del Contratista la reparación de cualquier daño a la corona del terraplén, por la demora en la construcción de la capa siguiente.

El trabajo de terraplenes será aceptado cuando se ejecute de acuerdo con esta especificación y las indicaciones del Supervisor.

d. Ensayo de deflectometría sobre la subrasante terminada

Se aplica lo indicado en la [Subsección 202.20.](#)

La evaluación de los trabajos de "Terraplenes" se efectuará de acuerdo a lo indicado en las [Subsección 04.11.](#)

Medición

205.13

La unidad de medida para los volúmenes de terraplenes será el metro cúbico (m³), aproximado al metro cúbico completo, de material compactado, aprobada por el Supervisor, en su posición final.

Todos los terraplenes serán medidos por los volúmenes determinados según la [Subsección 07.02\(a\) \(1\)](#), verificadas por el Supervisor antes y después de ser ejecutados los trabajos de terraplenes. Dichas áreas están limitadas por las siguientes líneas de pago:

- Las líneas del terreno (terreno natural, con capa vegetal removida, afirmado existente, cunetas y taludes existentes).
- Las líneas del Proyecto (nivel de subrasante, cunetas y taludes proyectados).

No habrá medida ni pago para los terraplenes efectuados por el Contratista, que por error o conveniencia, se hayan ejecutado fuera de las líneas del Proyecto o de las establecidas por el Supervisor.

No se medirán los terraplenes que haga el Contratista en sus caminos de acceso y obras auxiliares que no formen parte de las obras del Proyecto.

Pago

205.14

El trabajo de terraplenes se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Supervisor y según lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#).

El precio unitario deberá cubrir los costos de escarificación, nivelación, conformación, compactación y demás trabajos preparatorios de las áreas en donde se haya de construir un terraplén nuevo; deberá cubrir, además, la colocación, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación de los materiales utilizados en la construcción de terraplenes; y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los terraplenes, de acuerdo con esta especificación, los planos y las instrucciones del Supervisor.

Los materiales para terraplenes provenientes de excavaciones del prisma vial, no se pagan en esta partida, por estar considerado su pago en la [Sección 202](#).

La excavación de los materiales inadecuados requeridos para la construcción de terraplenes se paga de acuerdo a lo indicado en la [Sección 202](#).

La obtención de los materiales para construcción de terraplenes provenientes de préstamos laterales o de cantera se pagarán en esta partida, en lo que respecta a su extracción, procesamiento y de corresponder, derechos de cantera.

El transporte del material se medirá y pagará de acuerdo con lo indicado en la [Subsección 700](#).

Partida de pago	Unidad de pago
205.A Terraplenes	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 206

PEDRAPLENES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 206

Pedraplenes

Descripción

206.01

Este trabajo consiste en preparar la superficie de apoyo, conformar y compactar el relleno (base, cuerpo y corona) hasta su total culminación, con materiales pétreos debidamente aprobados, provenientes de las excavaciones del prisma vial o prestamos laterales o de cantera, de acuerdo con los planos y secciones transversales del Proyecto y las instrucciones del Supervisor, en el que previamente se deberán ejecutar las obras de drenaje, subdrenaje y otras que fueran necesarias.

En los pedraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas.

- Base, parte inferior del pedraplén, en contacto con el terreno natural (fundación).
- Cuerpo, parte del pedraplén, en contacto entre la base y la transición.
- Transición o corona, formada por la parte superior del pedraplén.

Materiales

206.02

Los materiales por emplear en la construcción de pedraplenes pueden proceder de la excavación de la explanación o de fuentes aprobadas y serán cantos rodados o rocas sanas, compactas, resistentes y durables.

Deberán además cumplir entre otros, con los siguientes requisitos:

a. Granulometría

El tamaño máximo no deberá ser superior a los 2/3 del espesor de la capa compactada.

Respecto a la Base y el Cuerpo, éstos deben ser construidos en 3 capas sucesivas, de piedra en la parte inferior, de grava en la parte intermedia y de arena gruesa y grava fina en la parte superior. Los espesores mínimos de dichas capas serán: 0,60, 0,25 y 0,15 m, respectivamente.

Los materiales pétreos empleados tanto en la transición como en las capas sucesivas del cuerpo del pedraplén, deben satisfacer las siguientes relaciones:

$$\frac{I_{15}}{S_{85}} \leq 5$$

$$\frac{I_{50}}{S_{50}} \leq 25$$

$$5 \leq \frac{I_{15}}{S_{85}} \leq 40$$

Así mismo deben tener un coeficiente de uniformidad (d_{60}/d_{10}) inferior a 20:

Siendo I_x la abertura del tamiz por el cual pasa el x por ciento en peso del material de la capa inferior, S_x la abertura del tamiz por el cual pasa el x por ciento en peso de material de la capa superior y d_x el diámetro por el cual pasa el x por ciento en peso del material.

Sin embargo, de acuerdo con la información obtenida durante el tramo de prueba a que se refiere la [Subsección 206.07](#), el Supervisor podrá efectuar los cambios que considere pertinentes, para cada tipo de material por emplear, con el fin de cumplir las exigencias de esta especificación.

b. Resistencia a la abrasión

Al ser sometido al ensayo de Abrasión, según norma de ensayo MTC-E-207, el material por utilizar en la construcción del pedraplén no podrá presentar un desgaste mayor del 30%.

Equipo

206.03

Al respecto, se aplica lo descrito en la [Subsección 205.04](#).

Requerimientos de construcción

206.04 Generalidades

Los trabajos de construcción de pedraplenes deberán efectuarse según procedimientos puestos a consideración del Supervisor y aprobados por éste. Su avance físico deberá ajustarse al programa de trabajo.

Si los trabajos de construcción de pedraplenes afectaren el tránsito normal en la vía o en sus intersecciones con otras vías, el Contratista será responsable de mantenerlo adecuadamente, según lo especificado en la [Sección 103](#).

206.05 Preparación de la superficie de apoyo

Antes de proceder a la colocación y compactación de los materiales del pedraplén, se deberán realizar, de acuerdo con lo establecido en las secciones respectivas de estas especificaciones, el desbroce y la limpieza, la excavación de la capa vegetal y material inadecuado, la demolición y remoción de estructuras y obstáculos existentes, si ello está previsto en el Proyecto.

Cuando se deban construir pedraplenes directamente sobre terrenos inestables compuestos por turba o arcillas blandas, se asegurará el retiro de estos materiales o su estabilidad, antes de terminar la estructura de la carretera. En los casos en que dichas operaciones no resulten posibles porque el espesor de la capa inestable sea considerable, estos materiales se desplazarán por cargas sucesivas de material de pedraplén, ayudadas o no por otras metodologías apropiadas, según lo contemple el Proyecto.

Si el Proyecto lo considera, la superficie de apoyo también podrá prepararse tendiendo directamente sobre el suelo blando un material geotextil, encima del cual se construirá el cuerpo del pedraplén. La colocación del geotextil se realizará conforme se describe en la [Sección 511](#).

En los pedraplenes a media ladera, el Supervisor podrá exigir, para asegurar su estabilidad, el escalonamiento de aquella mediante la excavación que considera pertinente.

Cuando se hace el vaciado de los materiales pétreos, por lo general producen polvo por lo cual se debe contar con equipos apropiados de protección al personal; Así mismo deben tomarse las medidas de seguridad correspondiente para evitar la presencia de personas ajenas a la obra, y prevenir accidentes u otros contratiempos.

En los trabajos de compactación es necesario verificar el estado de conservación de las viviendas adyacentes a la vía, ya que pueden afectarse por las vibraciones propias de las obras.

206.06 Cuerpo y transición del pedraplén

El Supervisor autorizará la colocación de materiales de pedraplén cuando la superficie de apoyo esté adecuadamente preparada, según se indica en el numeral anterior. Se exceptúa de esta instrucción, el caso en el que la superficie de apoyo se obtenga por desplazamiento de suelos blandos mediante carga sucesivas de material de pedraplén.

El material de pedraplén se colocará y/o acomodará (evitando el método de lanzamiento) en capas sensiblemente paralelas a la superficie de la explanación, de espesor uniforme y lo suficientemente reducido, para que, con los medios disponibles, los vacíos entre los fragmentos más grandes se llenen con las partículas más pequeñas del mismo material, de modo que se obtenga el nivel de densificación deseado.

El espesor máximo de las capas compactadas se fijará de acuerdo con los siguientes criterios:

a. Base y cuerpo: Un metro (1m)

b. Transición:

El espesor de las capas compactadas deberá decrecer desde la parte inferior de esa zona hasta la superior, con el fin de establecer un paso gradual entre el cuerpo y la corona.

El espesor total de la transición será de 1 m o el que fije los planos o las especificaciones especiales.

El método que se apruebe para compactar las diferentes capas en que se construya el pedraplén, deberá garantizar la obtención de las compacidades deseadas y, para ello, deberán determinarse en la fase de experimentación, la granulometría del material, el espesor de cada capa, el equipo de compactación y su número de pasadas.

206.07 Tramo de prueba

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista propondrá al Supervisor el método de construcción que considere más apropiado para cada tipo de material por emplear, con el fin de cumplir las exigencias de esta especificación.

En dicha propuesta se especificarán las características de la maquinaria por utilizar, los métodos de excavación, carga y transporte de los materiales, el procedimiento de colocación, los espesores de las capas y el método para compactarlas. Además, se aducirán experiencias similares con el método de ejecución propuesto, si las hubiere.

Salvo que el Supervisor considere que con el método que se propone existe suficiente experiencia satisfactoria, su aprobación quedará condicionada a un ensayo en la obra, el cual consistirá en la construcción de un tramo experimental, en el volumen que estime necesario, para comprobar la validez del método propuesto o para recomendar todas las modificaciones que requiera.

Durante esta fase se determinará, mediante muestras representativas, la gradación del material colocado y compactado y se definirá sobre el grado de densificación alcanzado.

Así mismo, se efectuarán piques y trincheras sobre el material compactado para verificar la uniformidad con que quedan colocados los materiales de las diversas capas.

Se controlarán, además, mediante procedimientos topográficos, las deformaciones superficiales del pedraplén, después de cada pasada del equipo de compactación.

206.08 Corona del pedraplén

Su construcción deberá ceñirse a lo establecido en la [Subsección 205.08](#).

206.09 Limitaciones en la ejecución

La construcción de pedraplenes no se llevará a cabo durante precipitaciones pluviales.

Aceptación de los trabajos

206.10 Criterios

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales que se empleen en la construcción del pedraplén cumplan los requisitos de calidad mencionados en la [Subsección 206.02](#) y [206.06](#).
- Verificar y aprobar la compactación de todas las capas del pedraplén.
- Realizar medidas de control topográfico para determinar las dimensiones y perfil longitudinal de los pedraplenes.

Los controles referentes a los materiales de la corona se harán de acuerdo con lo que se establece en la [Subsección 205.02](#).

b. Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales empleados para la construcción de pedraplenes y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- La granulometría
- El desgaste Los Ángeles

Cuyos resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la [Subsección 206.02](#), en caso contrario se rechazarán los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellas que, no cumplan con las especificaciones técnicas correspondientes o que pudieran presentar restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Además, efectuará las verificaciones periódicas de calidad del material que se establecen en la [Tabla 206-01](#).

Tabla 206-01

Ensayos y frecuencias

Material o producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de muestreo
Pedraplén	Granulometría	MTC E 107	D 422	T27	1 cada 500 m ³	Cantera
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 535	T96	1 cada 2.000 m ³	Cantera

Notas:

(1) O antes, sí por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico-mecánicas de los agregados. En caso que los metrados del Proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o característica.

En la construcción de la transición, el Supervisor exigirá que la gradación de los materiales empleados cumpla con las exigencias de la [Subsección 206.02](#).

c. Calidad del trabajo terminado

El Supervisor exigirá que:

- Los taludes terminados no presenten irregularidades.
- La distancia entre el eje del Proyecto y el borde del pedraplén no sea menor que la distancia señalada en el Proyecto.
- La cota de terminación del pedraplén, conformado y compactado, no varíe en más de 5 cm de la proyectada.

Teniendo en cuenta que la densidad de las capas no puede verificarse por métodos convencionales, ésta se considerará satisfactoria después de que el equipo de compactación pase sobre cada capa el número de veces definido en el tramo de prueba.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente especificación deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor.

El trabajo de pedraplenes será aceptado cuando se ejecute de acuerdo con esta especificación y las indicaciones del Supervisor.

La evaluación de los trabajos de pedraplenes se efectuará de acuerdo a lo indicado en las [Subsección 04.11.](#)

Medición

206.11

La unidad de medida para los pedraplenes será el metro cúbico (m³) de material compactado, aprobado por el Supervisor, en su posición final, aproximado al metro cúbico completo.

Los volúmenes de pedraplén serán medidos según la [Subsección 07.02. \(a\) \(1\)](#), verificadas por el Supervisor antes y después de ser ejecutados los trabajos de pedraplenes. Dichas áreas estarán limitadas por las siguientes líneas de pago:

- a.** Las líneas del terreno (terreno natural con capa vegetal removida, afirmado existente, cunetas y taludes existentes);
- b.** Las líneas del Proyecto (línea inferior de la corona, cunetas y taludes proyectados).

En aquellas zonas en que el pedraplén se construya sobre terrenos inestables, mediante el proceso de desplazamiento, el volumen de pedraplén empleado hasta alcanzar el nivel del terreno original, se medirá en metros cúbicos sueltos (m³), aproximados al metro cúbico completo, los cuales serán verificados por el Supervisor con base en el número de viajes vertidos, según la [Subsección 07.02. \(a\)\(2\)](#).

No habrá medida de pedraplenes por fuera de las líneas del Proyecto o de las establecidas por el Supervisor, elaborados por el Contratista por error o conveniencia para la operación de sus equipos.

Pago

206.12

El trabajo de pedraplenes se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Supervisor y según lo dispuesto en la [Subsección 07.05.](#)

El precio unitario deberá cubrir los costos de preparación de la superficie de apoyo del pedraplen, así como, su conformación y compactación (base, cuerpo y corona) hasta su total culminación, con materiales debidamente aprobados y de acuerdo con los planos y secciones transversales del Proyecto y las instrucciones del Supervisor, en el que de ser el caso, previamente se deberán ejecutar las obras de drenaje, subdrenaje y otras que fueran necesarias.

Los materiales para pedraplenes provenientes de excavaciones del prisma vial, no se pagan en esta partida, por estar considerado su pago en la [Sección 202.](#)

La excavación de los materiales inadecuados requeridos para la construcción de pedraplenes se paga de acuerdo a lo indicado en la [Sección 202.](#)

La obtención de los materiales para construcción de pedraplenes provenientes de préstamos laterales o de cantera se pagarán en esta partida, en lo que respecta a su extracción, procesamiento y de corresponder, derechos de cantera.

El transporte de todos los materiales del pedraplén se medirá y pagará conforme se indica en la [Subsección 700.](#)

Si la preparación de la superficie de apoyo requiere la utilización de geotextiles, éstos se pagarán con cargo a la [Sección 511.](#) La corona del pedraplén se medirá y pagará conforme se indica en la [Sección 205.](#)

Partida de pago	Unidad de pago
206.A Pedraplenes	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 207

MEJORAMIENTO DE SUELOS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 207

Mejoramiento de suelos

Descripción

207.01

Este trabajo consiste en excavar el terreno por debajo de la subrasante o de fundación de terraplenes y su remplazo parcial o total con materiales aprobados debidamente conformados, acomodados y compactados, de acuerdo con la presente especificación, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del Proyecto y las instrucciones del Supervisor.

El mejoramiento de suelos también puede realizarse a través del uso de estabilizadores de suelos, acorde a lo que establezca el Proyecto, para lo cual debe tenerse en consideración los tipos de estabilizadores de suelos y los procedimientos y condiciones establecidas en el [Capítulo 3.](#)

Del mismo modo el mejoramiento de suelos puede ejecutarse mediante el uso de geotextiles, para cuyo caso se observará lo establecido en la [Sección 414.](#)

Materiales

207.02

Los materiales existentes y/o de adición deberán presentar una calidad tal, que la capa mejorada cumpla por lo menos, los requisitos exigidos para la corona de terraplén en la [Subsección 205.02.](#)

Equipo

207.03

Al respecto, se aplica todo lo descrito en la [Subsección 205.04.](#)

Requerimientos de construcción

207.04 Generalidades

Los trabajos de mejoramiento deberán efectuarse según los procedimientos descritos en ésta Sección, y serán aprobados por el Supervisor.

Dichos trabajos sólo se efectuarán cuando no haya precipitaciones pluviales y la temperatura ambiental, sea cuando menos de 6°C y los suelos se encuentren a un contenido de humedad inferior a su límite líquido.

Deberá prohibirse la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación.

Los espesores de las capas a conformar en el mejoramiento deberán ser como máximo de 30 cm, exceptuando los 30 cm por debajo del nivel de la subrasante que será conformado en 2 capas de 15 cm. En lo que corresponda deberán ceñirse a lo especificado en las [Subsecciones 205.07 y 205.08](#).

Si los trabajos de mejoramiento afectan el tránsito de la vía o en sus intersecciones y cruces con otras vías, el Contratista será responsable de mantenerlo adecuadamente, según lo especificado en la [Sección 103](#).

Los trabajos comprenderán, entre otras, las siguientes operaciones:

a. Escarificación

La escarificación se llevará a cabo en las zonas y con las profundidades que estipulen el Proyecto o el Supervisor, no debiendo en ningún caso afectar esta operación a una profundidad menor de 15 cm, ni mayor de 30 cm. Si la profundidad supera los 30 cm, será necesario aportar nuevo material, por capas, y compactar este material añadido.

Deberán señalarse y tratarse específicamente aquellas zonas en que la operación pueda interferir con obras de drenaje o refuerzo del terreno.

b. Compactación

El método de compactación elegido deberá garantizar la obtención de las compacidades mínimas necesarias establecidas en la [Subsección 207.06\(b\)\(1\)](#). Con este objeto deberá elegirse adecuadamente, para cada zona de la obra, la granulometría del material, el espesor de capa, el tipo de maquinaria de compactación y el número de pasadas del equipo.

Deberán señalarse y tratarse específicamente las zonas que correspondan a la parte superior de obras de drenaje o refuerzo del terreno, para que no sean dañadas durante las labores de compactación.

Antes de los trabajos de compactación se debe verificar los usos de los suelos adyacentes, en caso de presencia de infraestructura sensible a esta actividad, se debe evaluar sus condiciones y efectuar las previsiones del caso, entre ellas de las viviendas y sus usuarios, para que no sufran inconvenientes cuando se realice esta labor.

207.05 Clasificación

Se considera la siguiente clasificación:

a. Mejoramiento involucrando el suelo existente.

En el caso el Proyecto prevean el mejoramiento involucrando los materiales del suelo existente, o el Supervisor lo considere conveniente, pueden presentarse dos situaciones, sea mediante la estabilización mecánica o combinación de suelos, éstos se disgregarán en las zonas y con la profundidad establecida en los planos, empleando procedimientos aprobados por el Supervisor.

Los materiales que se empleen para el mejoramiento del suelo y que deben ser transportados hasta el lugar donde se realizan las obras deben estar protegidos con lona, humedecidos adecuadamente y contar con las condiciones de seguridad para que éstas no se derramen a lo largo de su recorrido.

El suelo de aporte para el mejoramiento se aplicará en los sitios indicados en los documentos del Proyecto o definidos por el Supervisor, en cantidad tal, que se garantice que la mezcla con el suelo existente cumpla las exigencias de la [Subsección 207.02](#), en el espesor señalado en el Proyecto o aprobado por el Supervisor.

Los materiales disgregados y los de adición, se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación y, previa la eliminación de partículas mayores de 7.5 cm, se compactarán hasta obtener los niveles de densidad establecidos para la corona del terraplén en la [Subsección 205.12\(c\)\(1\)](#).

Antes de efectuar los trabajos de compactación se debe verificar lo previsto en la [Subsección 207.04\(b\)](#).

b. Mejoramiento empleando únicamente material adicionado.

Cuando los documentos del Proyecto prevean la construcción de la subrasante mejorada con aporte solamente con material adicionado, pueden presentarse dos situaciones, sea que la capa se construya directamente sobre el suelo natural existente o que éste debe ser excavado previamente en el espesor indicado en los documentos del Proyecto y reemplazado por el material de adición.

En el primer caso, el suelo existente se deberá escarificar, conformar y compactar a la densidad especificada para cuerpos de terraplén, en una profundidad de 15 cm. Una vez que el Supervisor considere que el suelo de soporte esté debidamente preparado, autorizará la colocación de los materiales, en espesores que garanticen la obtención del nivel de subrasante y densidad exigidos, empleando el equipo de compactación adecuado. Dichos materiales se humedecerán o airearán, según sea necesario, para alcanzar la humedad más apropiada de compactación, procediéndose luego a su densificación.

En el caso que el mejoramiento con material totalmente adicionado implique la remoción total del suelo existente, ésta se efectuará en el espesor previsto en los planos o dispuesto por la Supervisión en acuerdo con el procedimiento descrito en la [Subsección 202.08](#). Una vez alcanzado el nivel de excavación indicado por el Supervisor, conformado y compactado el suelo, se procederá a la colocación y compactación en capas de los materiales, hasta alcanzar las cotas exigidas.

El espesor de las capas vendrá delimitado por la maquinaria de compactación que se emplee, el tipo de suelo y el grado mínimo de compactación que se desee alcanzar, variando desde los 15 cm hasta los 30 cm.

El mejoramiento hasta el nivel de la subrasante, deberá incluir en todos los casos, la conformación o reconstrucción de cunetas.

Los materiales que se reúnan o almacenen temporalmente deben estar protegidos contra las lluvias.

c. Mejoramiento adicionando únicamente material manufacturado

Cuando los documentos del Proyecto prevean la construcción de la subrasante mejorada solamente con la adición de material

manufacturado, se aplicarán lo previsto en las [Secciones 404, 405, 406, 407, 408](#) y la correspondiente a mejoramiento de subrasante con geotextiles. Éstas se efectuarán en las características y procedimientos previstos en el Proyecto o aprobado por la Supervisión.

Aceptación de los trabajos

207.06 Criterios

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento del tránsito, según requerimientos de la [Sección 103](#).
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en la [Tabla 205-01](#), en lo que sea aplicable.
- Verificar y aprobar la compactación de todas las capas de suelo que forman parte de la actividad especificada.
- Realizar medidas de control topográfico para determinar las dimensiones y perfil longitudinal.

b. Calidad del trabajo terminado

El suelo mejorado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse al nivel de subrasante y pendientes establecidas. El Supervisor deberá verificar, además que:

- La distancia entre el eje del Proyecto y el borde de la capa no sea inferior a la señalada en los planos o la definida por él.
- La cota de cualquier punto, no varíe en más de 1 cm de la cota proyectada.

Así mismo, efectuará las siguientes comprobaciones:

1. Compactación

Las determinaciones de la densidad de cada capa compactada mejorada se realizarán según se establece en la [Tabla 205-02](#) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de 6 determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

Las densidades individuales del tramo (D_i) deberán ser, como mínimo, el 95% de la máxima densidad obtenida en el ensayo Proctor Modificado de referencia (D_e).

$$D_i \geq 0,95 D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en $\pm 2\%$ respecto del Óptimo Contenido de Humedad obtenido con el Proctor Modificado.

El incumplimiento de estos requisitos originará el rechazo del trabajo realizado.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas sobredimensionadas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

En caso que el mejoramiento se construya en varias capas se aplicará los requisitos establecidos en la [Tabla 205-02](#) en lo referido a Relación Densidad – Humedad y Compactación.

El incumplimiento de los grados mínimos de compactación originará el rechazo del trabajo realizado.

2. Espesor

Sobre la base de los puntos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$$e_m > e_d$$

Además el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, cuando menos, igual al 95% del espesor de diseño (e_d), en caso contrario será rechazado el trabajo realizado.

$$e_i \geq 0,95 e_d$$

En el caso de que el mejoramiento se construya en varias capas, la presente exigencia se aplicará al espesor total que prevea el diseño.

Todas las áreas del suelo mejorado donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de la presente especificación, deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor y a plena satisfacción de éste.

3. Protección del suelo mejorado

El Contratista deberá responder por la conservación del suelo mejorado hasta que se coloque la capa superior y corregirá a su costo, cualquier daño que ocurra en ella después de terminada.

El trabajo de Mejoramiento de suelos será aceptado cuando se ejecute de acuerdo con esta especificación, las indicaciones del Supervisor y se complete a satisfacción del Proyecto.

La evaluación de los trabajos de Mejoramiento de Suelos se efectuará de acuerdo a lo indicado en la [Subsección 04.11](#)

c. Ensayo de deflectometría sobre la subrasante terminada.

Se aplica lo indicado en la [Subsección 202.20](#).

Medición

207.07

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al entero, recibida con la aprobación del Supervisor. Los volúmenes se determinarán con base en las áreas de las secciones transversales del Proyecto, verificadas por el Supervisor antes y después de la construcción del mejoramiento.

No habrá medida ni pago para los mejoramientos de suelos por fuera de las líneas del Proyecto o de las establecidas por el Supervisor, que haya efectuado el Contratista por error, o por conveniencia para la operación de sus equipos.

Pago

207.08

El trabajo de mejoramiento se pagará al precio unitario pactado en el contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con el proyecto, la presente especificación y aceptada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir los costos de disgregación del material, la extracción y disposición del material inadecuado hasta la distancia libre de transporte, la adición o provisión del material aprobado de reemplazo, necesario para obtener las cotas proyectadas de suelo mejorado, su humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final, y en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados y según lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#).

Para la determinación del precio unitario de esta partida, según corresponda se considerarán los costos de excavación para explanaciones, transporte, acomodo en los DME, materiales de mejoramiento, compactación y perfilado final (terraplenes y pedraplenes).

Partida de pago	Unidad de pago
207.A Mejoramiento de Suelos	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 208

OBRAS DE ENCAUZAMIENTO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 208

Obras de Encauzamiento

Descripción

208.01

Este trabajo consiste en alinear, acomodar, ampliar o profundizar los cauces de ríos y quebradas, para facilitar el flujo de cuerpos de agua, proteger la vía y mejorar el funcionamiento de las obras de drenaje, complementarias y puentes. Incluye la eliminación de huaycos o aluviones y materiales que resulten excedentes de las labores de encauzamiento.

Solo podrán llevarse a cabo las excavaciones estipuladas en el Proyecto o aquellas expresamente autorizadas por el Supervisor. Quedan excluidas las excavaciones necesarias para la extracción de materiales del lecho de los ríos de conveniencia del Contratista.

Materiales

208.02

No se requieren materiales para la ejecución de los trabajos objeto de la presente Sección.

Requerimientos de construcción

208.03 Protección de la propiedad

Los trabajos se dispondrán de manera que se eviten daños a la propiedad pública y privada aledaña a las riberas, obras de conducción de aguas como canales, marcos partidores, etc., obras de protección fluvial y cualquier otra obra preexistente a las obras que se proyectan, situadas en la zona de trabajo. La reparación del daño producido sobre las instalaciones mencionadas

y otras, serán a cargo del Contratista, salvo que el proyecto disponga otras acciones a realizar.

208.04 Alineaciones, niveles y perfiles transversales

Antes de comenzar cualquier operación relacionada con el movimiento de tierras del cauce, se deberán tomar perfiles actuales de lecho a distancias iguales al ancho del cauce medio, no pudiendo ser superiores a 150 m entre sí, de borde a borde de sus riberas, alcanzando puntos altos de las cercanías, alejados del lecho. La extensión de los mencionados perfiles, es la del área de desarrollo del Proyecto, y permitirán definir las diferencias que presenta el lecho a causa de posibles crecidas producidas entre el momento en que se efectuó el Proyecto y la obra.

Los cortes, perfilados y encauzamiento deberán alcanzar con exactitud las cotas que muestren los planos, debiéndose respetar estrictamente los niveles, taludes y secciones transversales, cumpliendo con todos los detalles señalados en el Proyecto.

208.05 Disposición de los materiales

Los materiales excavados que constituyan excedente, podrán ser utilizados con autorización del Supervisor, en el relleno de depresiones existentes del lecho o en el recubrimiento de riberas afectadas por la erosión. En caso contrario, los materiales excavados y no utilizados, deberán transportarse, a depósitos de material excedente autorizados, y disponerse de acuerdo a lo señalado en la [Sección 209](#), Conformación y acomodo de DME (Depósito de Materiales Excedentes). Alternativamente, el Contratista podrá solicitar la utilización de dichos materiales en trabajos de relleno y conformación de terraplenes o recubrimiento de taludes de terraplenes terminados, siempre que ello se ejecute en estricta conformidad con todos los aspectos señalados en esta especificación, y en lo pertinente, a lo establecido en la [Sección 205](#), y adecuando a su entero cargo, todas las obras de drenaje u otras, que pudieran verse afectadas por el eventual mayor ancho de los terraplenes.

208.06 Mantenimiento de las obras

El Contratista deberá mantener en buenas condiciones las obras realizadas de acuerdo con esta Sección. Cualquier daño, deberá ser reparado por cuenta del Contratista a plena satisfacción del Supervisor.

208.07 Ejecución de los trabajos

Estos trabajos se ejecutaran en las zonas señaladas en los documentos del Proyecto u ordenadas por el Supervisor. Se realizarán teniendo en consideración los anchos, cotas de fondo y taludes precisados en el Proyecto y en la situación actual de perfiles transversales del cauce, levantados según la [Subsección 208.04](#), en el momento de iniciar las obras.

Esta Sección considera las excavaciones en terreno de cualquier naturaleza, según la definición de estos materiales en la [Subsección 202.05](#)

Los taludes y cotas de fondo del cauce de éstas, deberán ajustarse a las indicaciones de Proyecto. Las superficies tanto del fondo como de los taludes, deberán quedar parejas y estables, con pendientes uniformes, que permitan un adecuado escurrimiento de las aguas. Las cotas de fondo no deberán superar en ningún punto las cotas establecidas en el perfil longitudinal del lecho previamente confeccionado por el Contratista y verificado por el Supervisor.

208.08 Encauzamiento en zona de puentes

Esta partida incluye la excavación, corte y perfilado del lecho en una longitud de 50 m aguas arriba y 50 m aguas abajo del puente, salvo que en el Proyecto se indique una longitud diferente. Los trabajos también deben incluir el transporte del material excedente excavado a depósitos debidamente autorizados o a acopios temporales, para usos posteriores, según la [Subsección 208.05](#).

Cuando no se especifique en el Proyecto, se considerará un encauzamiento a fin de mantener la pendiente longitudinal del río en el sector, a todo el ancho del cauce y como mínimo la longitud indicada.

Medición

208.09 Obras de encauzamiento de ríos y quebradas

Esta partida incluye el corte, perfilado y encauzamiento del lecho de ríos y quebradas, de acuerdo a lo especificado en esta Sección y el Proyecto.

La medición de los volúmenes de obras correspondiente a esta partida se determinará geoméricamente según los perfiles del Proyecto y aprobados por el Supervisor según la [Subsección 208.04](#)

Para efectos de pago, la construcción de obras de encauzamiento de ríos y quebradas, se identificará por metro cúbico (m³) de movimiento de tierra requerido, de acuerdo a lo indicado en el Proyecto. Los movimientos de tierra no autorizados serán por cuenta del Contratista.

208.10 Encauzamiento en zonas de puentes

Para efectos de pago, la construcción de obras de encauzamiento de puentes, se identificará por metro cúbico (m³) de movimiento de tierra requerido, de acuerdo a lo indicado en el Proyecto. Los movimientos de tierra no autorizados serán por cuenta del Contratista.

Pago

208.11

El pago se hará según la siguiente tabla, al precio unitario del Contrato, por toda la obra ejecutada conforme a esta especificación y aceptada por el Supervisor, para los distintos tipos de excavación.

Partida de pago	Unidad de pago
208.A Obras de encauzamiento de ríos y quebradas	Metro cúbico (m ³)
208.B Encauzamiento de puentes	Metro cúbico (m ³)



SECCION 209

CONFORMACIÓN Y ACOMODO DE DME



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 209

Conformación y acomodo de DME

Descripción

209.01

La conformación y acomodo de Depósito de Materiales Excedentes (DME), es la actividad de acondicionamiento y disposición final, de los materiales excedentes de la obra en lugares debidamente autorizados, y se construirán de acuerdo con el diseño específico que se haga para cada uno de ellos en el Proyecto, en el que se debe contemplar, acorde al Plan de Manejo Ambiental, la forma cómo serán depositados los materiales y el grado de compactación que se debe alcanzar, la necesidad de construir obras complementarias orientadas a conseguir la estabilidad del depósito. Incluye la obtención de permisos y autorizaciones correspondientes.

Esta partida no incluye ningún tipo de desecho generado en los campamentos u otras áreas provisionales que por su naturaleza debe ser manejado según lo ordena la Ley N.º 27314 Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento aprobado por D.S. N.º 057-2004-PCM.

209.02 Consideraciones generales

Se debe colocar la señalización correspondiente al camino de acceso y en la ubicación del lugar del depósito mismo. Los caminos de acceso, al tener el carácter provisional, deben ser construidos con el menor movimiento de tierras posible y poner una capa de material granular para facilitar el tránsito de los vehículos en la obra.

Las áreas designadas para el depósito de materiales excedentes, no deberán ser zonas inestables o áreas de importancia ambiental, tales como humedales o áreas agrícolas. Así mismo, se deberá tener las autorizaciones correspondientes en caso que el área señalada sea de propiedad privada, zona de reserva, o territorios especiales definidos por ley.

209.03 Requerimientos de construcción

Los lugares de depósito de materiales excedentes se elegirán y construirán de acuerdo con las disposiciones legales vigentes sobre la materia.

Antes de colocar los materiales excedentes, se deberá retirar la capa orgánica del suelo hasta que se encuentre una capa que permita soportar la sobrecarga inducida por el depósito, a fin de evitar asentamientos que pondrían en peligro la estabilidad del lugar de disposición. El material vegetal removido se colocará en sitios adecuados que permitan su posterior uso para las obras de restauración y recuperación ambiental de áreas afectadas.

La excavación, si se realiza en laderas, debe ser escalonada, de tal manera que disminuya las posibilidades de falla del relleno por el contacto.

Deberán estar lo suficientemente alejados de los cuerpos de agua, de manera que durante la ocurrencia de crecientes, no se sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en él.

El área total del depósito de materiales excedentes y su capacidad de material compactado en metros cúbicos serán definidas en el proyecto o autorizadas por el Supervisor. Antes del uso de las áreas destinadas a Depósito de Materiales Excedentes se efectuará un levantamiento topográfico de cada una de ellas, definiendo su área y capacidad. Así mismo se deberá efectuar otro levantamiento topográfico después de haber sido concluidos los trabajos en los depósitos para verificación y contraste de las condiciones iniciales y finales de los trabajos. Los planos topográficos finales deben incluir información sobre los volúmenes depositados, ubicación de muros, drenaje instalado y tipo de vegetación utilizada.

Las aguas infiltradas o provenientes de los drenajes deberán ser conducidas hacia un sedimentador antes de ser vertidas al cuerpo receptor. Todos los depósitos deben ser evaluados previamente, con el fin de definir la colocación o no de filtros de drenaje.

El lugar elegido no deberá perjudicar las condiciones ambientales o paisajísticas de la zona o donde la población aledaña pueda quedar expuesta a algún tipo de riesgo sanitario o ambiental.

No deberá colocarse los materiales sobrantes sobre el lecho de los ríos ni en quebradas, ni a una distancia menor de 30 m a cada lado de las orillas de los

mismos. Se debe evitar la contaminación de cualquier fuente y corriente de agua por los materiales excedentes.

Los materiales excedentes que se obtengan de la construcción de la carretera deberán ser retirados de las áreas de trabajo y colocados en las zonas indicadas para su disposición final.

La disposición de los materiales excedentes será efectuada en forma gradual y compactada por tanda de vaciado, de manera que el material particulado originado sea mínimo.

El depósito será rellenado paulatinamente con los materiales excedentes, en el espesor de capa dispuesto por el proyecto, o por el Supervisor, extendida y nivelada sin permitir que existan zonas en que se acumule agua y proporcionando inclinaciones para el escurrimiento natural del terreno.

Luego de la colocación de material común, la compactación se hará con dos pasadas de tractor de orugas como mínimo, sobre capas de espesor indicado en el proyecto y esparcidas de manera uniforme. Si se coloca una mezcla de material rocoso y material común, se compactará con 4 pasadas de tractor de orugas como mínimo, según el procedimiento antes indicado.

La colocación de material rocoso debe hacerse desde adentro hacia afuera de la superficie para permitir que el material se segregue y se pueda hacer una selección de tamaños. Los fragmentos más grandes deben situarse hacia la parte externa, de tal manera que sirva de protección definitiva del talud y los materiales más finos quedar ubicados en la parte interior del lugar de disposición de materiales excedentes. Antes de la compactación debe extenderse la capa de material colocado, retirando las rocas cuyo tamaño no permita el normal proceso de compactación, la cual se hará con por lo menos cuatro pasadas de tractor.

Los taludes de los depósitos de material deberán tener una pendiente adecuada a fin de evitar deslizamientos. Además, se tendrán que cubrir con suelos que posibiliten su revegetación de acuerdo al programa y diseño establecido en el proyecto o cuando llegue a su máxima capacidad.

Para la colocación de materiales en depresiones se debe conformar el relleno en forma de terrazas y colocar un muro de gavión o según lo indique el proyecto, para contención de ser necesario.

Si se suspende por alguna circunstancia las actividades de colocación de materiales, se deberá proteger las zonas desprovistas del relleno en el menor tiempo posible.

Las dos últimas capas de material excedente colocado tendrán que compactarse mediante diez pasadas de tractor por lo menos, para evitar las infiltraciones de agua.

Al momento de abandonar el lugar de disposición de materiales excedentes, éste deberá compactarse de manera que guarde armonía con la morfología existente del área y al nivel que no interfiera con la siguiente actividad de restauración y recuperación ambiental de áreas afectadas, utilizando la flora propia del lugar y a ejecutarse, en el caso de árboles y arbustos, de conformidad con lo establecido en la [Sección 902](#).

Los daños ambientales que origine el Contratista, deberán ser subsanados bajo su responsabilidad, asumiendo todos los costos correspondientes.

Medición

209.04

La medición de la adecuación y el manejo del lugar final del depósito de materiales excedentes, se hará por metro cúbico (m³) de material depositado y conformado.

Pago

209.05

El pago correspondiente a la ejecución de la conformación y acomodo de Depósito de Materiales Excedentes (DME), se hará por metro cúbico (m³).

El pago constituirá la compensación completa por el costo del equipo, personal, materiales e imprevistos para la ejecución de esta partida, por lo que todo el trabajo ejecutado debe estar de acuerdo con lo especificado en la presente Subsección y contar con la aprobación del Supervisor.

No se incluye en el pago de esta partida el transporte del material a depositar, el cual se pagará con la [Sección 700](#), por su parte la capa superficial de suelo cuando esté indicada en el proyecto o por el Supervisor, se pagará con la [Sección 901](#) y la restauración y recuperación ambiental de áreas afectadas que se pagará con la [Sección 906](#).



De requerirse la construcción de obras complementarias éstas se pagarán en conformidad con la partida respectiva.

Ítem de pago	Unidad de pago
209.A Depósito de Materiales Excedentes (DME)	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



CAPITULO III

AFIRMADOS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 301

AFIRMADOS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 301

Afirmados

Descripción

301.01

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de afirmado (material granular seleccionado) como superficie de rodadura de una carretera, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, con o sin adición de estabilizadores de suelos, que se colocan sobre una superficie preparada. Los materiales aprobados son provenientes de canteras u otras fuentes. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación del material, en conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en el Proyecto y aprobados por el Supervisor, y teniendo en cuenta lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental.

Generalmente el afirmado que se especifica en esta sección se utilizará como superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas.

Materiales

301.02

Para la construcción de afirmados, con o sin estabilizadores, se utilizarán materiales granulares naturales procedentes de excedentes de excavaciones, canteras, o escorias metálicas, establecidas en el Expediente Técnico y aprobadas por el Supervisor; así mismo podrán provenir de la trituración de rocas, gravas o estar constituidos por una mezcla de productos de diversas procedencias.

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica,

terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Para el traslado del material de afirmado al lugar de obra, deberá humedecerse y cubrirse con lona para evitar emisiones de material particulado, que pudiera afectar a los trabajadores y poblaciones aledañas.

Los requisitos de calidad que deben cumplir los materiales, deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas, según lo indicado en la **Tabla 301-01**.

Tabla 301-01

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37,5 mm (1½")	100	—				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9,5 mm (¾")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
75 µm (N.º 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fuente: AASHTO M-147

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad: 4-9% (MTC E 111)
- CBR (1): 40% mín. (MTC E 132)

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0,1" (2,5 mm)

Equipo

301.03

Según lo indicado en la **Subsección 400.03**.

Requerimientos de construcción

301.04 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Según lo indicado en la [Subsección 400.04](#).

301.05 Preparación de la superficie existente

El material de afirmado se descargará cuando se compruebe que la plataforma sobre la cual se va a apoyar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas en la especificación respectiva deberán ser corregidas.

301.06 Transporte y colocación del material

El Contratista deberá transportar y depositar el material de modo, que no se produzca segregación, evitando los derrames de material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar, ni cause daño a las poblaciones aledañas.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase los 1.500 m del lugar de los trabajos de mezcla, conformación y compactación del material.

301.07 Extensión, mezcla y conformación del material

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si es necesario construir combinando varios materiales, se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se unirán para lograr su mezclado. Si fuere necesario humedecer o airear el material, para lograr la humedad de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos.

301.08 Compactación

Cuando el material tenga la humedad apropiada, se compactará con el equipo aprobado hasta lograr la densidad especificada. En áreas inaccesibles a los rodillos, se usarán apisonadores mecánicos hasta lograr la densidad requerida.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material, mientras no se haya realizado los controles topográficos y de compactación aprobados por el Supervisor en la capa precedente.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta y las actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en los depósitos de materiales excedentes, según se indica en la [Sección 209](#).

301.09 Apertura al tránsito

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no fuere posible, el tránsito que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá en forma tal que no se concentren huellas de rodaduras en la superficie.

301.10 Aceptación de los trabajos

a. Controles

Según lo indicado en la [Subsección 400.07](#)

b. Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales a utilizarse y para cualquier volumen previsto se tomarán, cuatro muestras para los ensayos y frecuencias que se indican en la [Tabla 301-02](#).

Tabla 301-02
Ensayos y Frecuencias

Material o producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de muestreo
Afirmado	Granulometría	MTC E 204	C 136	T27	1 cada 750 m ³	Cantera (2)
	Límites de Consistencia	MTC E 111	D 4318	T89	1 cada 750 m ³	Cantera (2)
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T96	1 cada 2.000 m ³	Cantera (2)
	CBR	MTC E 132	D 1883	T193	1 cada 2.000 m ³	Cantera (2)
	Densidad-Humedad	MTC E 115	D 1557	T180	1 cada 750 m ²	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	D 1556 D 2922	T191 T238	1 cada 250 m ²	Pista

Notas:

- (1) O antes, sí por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico-mecánicas de los agregados. En caso de que los metros del Proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad o característica.
- (2) Material preparado previo a su uso.

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la [Subsección 301.02](#).

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los materiales que presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

c. Calidad del trabajo terminado

Los trabajos de afirmado terminados deberán presentar una superficie uniforme y ajustarse a las dimensiones, rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto. La distancia entre el eje del Proyecto y el borde de la berma, no será inferior a la señalada en los planos. Este, además, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

1. Compactación

Las determinaciones de la densidad de la capa compactada se realizarán de acuerdo a lo indicado en la [Tabla 301-02](#) y los tramos

por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de 6 determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar, con la aprobación del Supervisor.

Las densidades individuales (D_i) deberán ser, como mínimo el 100% de la densidad obtenida en el ensayo Próctor Modificado de referencia (MTC E 115).

$$D_i \geq D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en $\pm 2,0\%$ con respecto del Óptimo Contenido de Humedad, obtenido con el Próctor Modificado.

En caso de no cumplirse estos términos se rechazará el tramo.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

La densidad de las capas compactadas, podrá ser determinada por cualquier método aplicable, de los descritos en las normas de ensayo MTC E 117, MTC E 124.

2. Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d$$

Además el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, cuando menos, igual al 95% del espesor del diseño, en caso contrario se rechazará el tramo controlado.

$$e_i \geq 0,95 e_d$$

Todas las áreas de afirmado donde los defectos de calidad y terminación sobrepasen las tolerancias de la presente especificación, deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor.

3. Rugosidad

La rugosidad de la superficie afirmada, se medirá en unidades IRI, la que no deberá ser superior a 5 m/km.

Medición

301.11

Según lo indicado en la [Subsección 400.08](#).

Pago

301.12

El pago se efectuará, según lo indicado en la [Subsección 400.10](#).

Partida de pago	Unidad de pago
301.A Afirmados	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 301.A

SUELOS ESTABILIZADOS CON CEMENTO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 301.A

Suelos estabilizados con cemento

Descripción

301.A.01 Generalidades

Consiste en la construcción de una o más capas de suelos estabilizados con cemento Portland, de acuerdo con las estas especificaciones técnicas, así como de las dimensiones, alineamientos y secciones transversales indicados en el Proyecto.

Materiales

301.A.02 Suelos

El material por estabilizar con cemento Portland podrá ser material de afirmado o provenir de la escarificación de la capa superficial existente o ser un suelo natural proveniente de:

- Excavaciones o zonas de préstamo.
- Agregados locales.
- Mezclas de ellos.

Cualquiera que sea el material a emplear, deberá estar libre de materia orgánica u otra sustancia que pueda perjudicar la elaboración y fraguado del concreto. Deberá, además, cumplir los siguientes requisitos generales:

a. Granulometría (Agregados)

La granulometría del material a estabilizar puede corresponder a los siguientes tipos de suelos A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7.

Además el tamaño máximo no podrá ser mayor de 5 cm (2"). o 1/3 del espesor de la capa compactada.

b. Plasticidad

La fracción inferior del tamiz de 425 μm (N.º 40) deberá presentar un Límite Líquido inferior a 40 y un Índice Plástico menor de 18%, determinados según normas de ensayo MTC E 110 y MTC E 111.

c. Composición Química

La proporción de sulfatos del suelo, expresada como $\text{SO}_4^{=}$ no podrá exceder de 0,2% en peso.

d. Abrasión

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales, los agregados gruesos deben tener un desgaste a la abrasión (Máquina de Los Ángeles) MTC E 207 no mayor a 50%.

e. Solidez

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales y el material se encuentra a una altitud ≥ 3.000 m.s.n.m, los agregados gruesos no deben presentar pérdidas en sulfato de magnesio superiores al 18% y en materiales finos superiores al 15%.

301.A.03 Cemento

El cemento para estabilización será del tipo Portland, el cual deberá cumplir lo especificado en la [Subsección 503.02](#).

301.A.04 Agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como $\text{SO}_4^{=}$ y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3.000 ppm, determinado según la norma NTP 339.072. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.

Equipo**301.A.05**

Es aplicable lo indicado en la [Subsección 400.03](#).

Requerimientos de construcción

301.A.06 Explotación y elaboración de materiales

Todos los materiales a emplearse en la estabilización de suelos, así como los procedimientos y equipos utilizados para su explotación y elaboración, deberán ser aprobados previamente por el Supervisor, lo cual no exime la responsabilidad del Contratista por el trabajo realizado.

Todos los trabajos de clasificación de los materiales y en especial la separación de áridos de tamaño superior al máximo especificado, deberán efectuarse en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá ejecutarlos en la vía.

Cuando las condiciones del Contrato o del Proyecto así lo estipulen, los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras o préstamos deberán ser conservados para la posterior reforestación del terreno. Al abandonar las canteras, el Contratista readecuará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas, teniendo en consideración lo indicado en la **Subsección 05.06**.

Además de todo lo anterior, deberá tenerse en cuenta lo que resulte aplicable de la **Sección 906**.

301.A.07 Diseño de la mezcla

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista entregará al Supervisor, para su verificación, muestras representativas de los materiales y el cemento que se propone utilizar, avaladas por los resultados de los ensayos de laboratorio, que demuestren la conveniencia de utilizarlos en la mezcla, e igualmente presentará el diseño de la misma.

Si a juicio del Supervisor, los materiales, el equipo o el diseño de la mezcla resultan objetables, el Contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias para corregir las deficiencias puntualizadas por el Supervisor.

Una vez que el Supervisor apruebe los materiales y el diseño de la mezcla, éste sólo podrá modificarse durante la ejecución de los trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los ingredientes que intervienen en ella, previa aprobación del Supervisor.

La mezcla se debe diseñar mediante el método de la Portland Cement Association (PCA). Como parámetros de diseño se tomarán los ensayos de

resistencia a compresión simple, y humedecimiento-secado (normas MTC E 1103 y MTC E 1104). En el primero de ellos, se deberá garantizar una resistencia mínima de 1,8 MPa, luego de 7 días de curado húmedo, mientras que en el segundo, el contenido de cemento deberá ser tal, que la pérdida de peso de la mezcla compactada, al ser sometida al ensayo de durabilidad (humedecimiento-secado), no supere los siguientes límites de acuerdo con la clasificación que presente el suelo por estabilizar:

Suelo por estabilizar	Pérdida Máxima (%)
A-1; A-2-4; A-2-5; A3	14
A-2-6; A-2-7; A-4; A5	10
A-6; A-7	7

La construcción de suelos estabilizados con cemento no se podrá iniciar hasta que la mezcla se encuentre diseñada y cuente con la aprobación del Supervisor.

301.A.08 Preparación de la superficie existente

Si el material por estabilizar es totalmente de aporte, antes de proceder con la estabilización, se comprobará que la superficie que va a servir de apoyo tenga la densidad mínima de 95% del ensayo de laboratorio de densidad - humedad, según MTC E 115, así como las dimensiones, alineamientos y perfil indicadas en el Proyecto o aprobadas por el Supervisor.

En caso se excedan las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán corregirse de acuerdo con lo indicado en ella, y ser aprobadas por el Supervisor. Los ensayos de densidad, se efectuarán según MTC E 117.

En caso que la estabilización se vaya a realizar únicamente con el suelo existente, éste se deberá escarificar en todo el ancho de la capa que se va a mezclar, hasta una profundidad suficiente para que, una vez compactada, la capa estabilizada alcance el espesor señalado en el Proyecto o según las instrucciones del Supervisor.

Si se contempla la adición de un suelo de aporte para mejorar el existente, ambos se deberán mezclar uniformemente antes de iniciar la distribución del estabilizante.

En todos los casos en que el proceso involucre el suelo del lugar, parcial o totalmente, deberá comprobarse que el material que se encuentre por debajo

de la capa por estabilizar, cumpla con los requisitos mínimos especificados y aprobados por el Supervisor.

301.A.09 Transporte de suelos y agregados

Cuando la estabilización incluya suelos o agregados de aporte, éstos se transportarán humedecidos y protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería de manera que se impida derrames o caídas que causen daños o que generen impactos a la atmósfera.

301.A.10 Homogenización del material

Antes de aplicar el cemento, el suelo por tratar, sea que haya sido escarificado en el lugar o transportado desde los sitios de origen aprobados por el Supervisor, será uniformizado hasta lograr los requerimientos granulométricos de la [Subsección 301.A.02\(a\)](#).

Durante la realización de este trabajo se tomarán las medidas para que la emisión de polvo no exceda el límite permisible (D.S. N.º 074-2001-PCM) Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

301.A.11 Aplicación del cemento

El cemento podrá aplicarse en bolsas o a granel. En cualquier caso, se esparcirá sobre el suelo homogenizado empleando el procedimiento aprobado por el Supervisor, durante la fase de prueba, de manera que se disperse la cantidad requerida según el diseño más la cantidad prevista por desperdicios, a todo lo ancho de la capa por estabilizar. Durante la aplicación del cemento, la humedad del suelo no podrá ser superior a la definida durante el proceso de diseño como la adecuada para lograr una mezcla homogénea del suelo con el cemento.

Sobre el cemento esparcido sólo se permitirá el tránsito del equipo que lo va a mezclar con el suelo.

El cemento sólo podrá extenderse en la superficie que pueda quedar terminada en la jornada de trabajo.

Durante estas obras se tomará en cuenta que el cemento esparcido no pase del área de trabajo. Los materiales excedentes se colocarán en los DME, según se indica en la [Sección 209](#).

301.A.12 Mezcla

Inmediatamente después de ser esparcido el cemento, se efectuará la mezcla, empleando el equipo aprobado, en todo el espesor establecido en los planos. La operación de mezcla se realizará hasta garantizar la obtención de una mezcla homogénea, según se defina en la fase de prueba. La humedad de la mezcla deberá ser la óptima del ensayo MTC E-1102 o ASTM D-558, con una tolerancia de $\pm 1,5$ %.

Durante esta actividad se tendrá cuidado para evitar los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar. El área de trabajo será limpiado y los materiales excedentes se colocarán en los DME, según se indica en la [Sección 209](#).

301.A.13 Compactación

La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el equipo propuesto por el Contratista y aprobado por el Supervisor, durante la ejecución del tramo de prueba.

El proceso de compactación se realizará de tal forma que se obtenga un acabado uniforme, en todo el espesor proyectado.

Los trabajos de compactación deberán ser terminados en un lapso no mayor de 2 horas desde el inicio de la mezcla. La compactación deberá ser el 95% como mínimo, del ensayo MTC E-1102.

Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado durante la fase de prueba, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, aprobados por el Supervisor, de manera que la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación.

Una vez terminada la compactación, la superficie deberá mantenerse húmeda hasta que el proceso de curado culmine.

En esta actividad se tomarán las medidas necesarias para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos se colocarán en los DME, según se indica en la [Sección 209](#).

301.A.14 Juntas de trabajo

Las juntas entre trabajos realizados en días sucesivos deberán cuidarse para proteger la capa construida cuando se vaya a esparcir y compactar la adyacente.

Al efecto, al término de la jornada de trabajo se formará una junta transversal perpendicular al eje de la calzada, haciendo un corte vertical en el material compactado.

Si el suelo estabilizado no se construye en todo el ancho de la calzada sino por franjas, deberán disponerse también, mediante un procedimiento aprobado por el Supervisor, juntas longitudinales en corte vertical y paralelas al eje longitudinal de la calzada.

301.A.15 Curado de la capa estabilizada

Terminada la conformación y compactación del suelo estabilizado con cemento, ésta deberá protegerse contra pérdidas de humedad por un periodo no menor de siete días, por métodos y/o aditivos adecuados aprobados por la Supervisión. Si sobre la superficie del suelo estabilizado se va a colocar una superficie de rodadura bituminosa, se recomienda la aplicación de una película con emulsión de rotura rápida, a una tasa no inferior a $400 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ de ligante residual.

En el momento de aplicar el riego, que en ningún caso puede ser después de veinticuatro horas de terminada la compactación, la superficie del suelo estabilizado deberá presentar un aspecto denso y homogéneo, y contener la humedad suficiente que permita el curado.

Se tendrá cuidado durante la aplicación de la película bituminosa con emulsión de rotura rápida, para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar.

301.A.16 Tramo de prueba

Se aplica lo indicado en la [Subsección 400.05](#).

301.A.17 Apertura al tránsito

El suelo estabilizado con cemento sólo podrá abrirse al tránsito a la culminación del proceso de curado. La apertura será inicialmente durante un tiempo corto que permita verificar el comportamiento de la capa compactada.

Como resultado de lo observado en esta apertura parcial, el Supervisor definirá el momento de apertura definitiva.

301.A.18 Conservación

El Contratista deberá conservar el suelo estabilizado en perfectas condiciones, hasta la recepción de la obra o se construya la capa superior prevista en los documentos del proyecto. Todo daño que se presente, deberá corregirlo, a su cuenta, costo y riesgo, y contar con la aprobación de la Supervisión.

301.A.19 Limitaciones en la ejecución

Las estabilizaciones con cemento sólo se podrán llevar a cabo cuando la temperatura ambiental, sea superior a 6°C y cuando no exista presencia de precipitaciones pluviales. En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por agua de lluvia y como resultado de ello la humedad de la mezcla supere la tolerancia mencionada en la [Subsección 301.A.12](#), el Contratista deberá, retirar la mezcla afectada y reconstruir el sector deteriorado a su cuenta, costo y riesgo, con la aprobación el Supervisor.

La mezcla afectada será retirada por el Contratista a los DME, según se indica en la [Sección 209](#).

Aceptación de los trabajos

301.A.20 Criterios

Los trabajos para ser aprobados por el Supervisor, deberán estar sujetos a lo siguiente:

a. Controles

Similares a los especificados en la [Subsección 400.07\(a\)](#).

Adicionalmente, deberá efectuarse los ensayos de control de mezcla-densidad y resistencia de la misma.

Asimismo se vigilará la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta [Sección 301.A](#).

b. Calidad de los Materiales

1. Calidad del cemento

Cada vez que lo considere necesario, el Supervisor efectuará los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento,

debiendo ser por lo menos a la llegada a obra de un lote y cada 50 bolsas de un apilamiento.

Por ningún motivo se permitirá el empleo del cemento endurecido o con fraguado prematuro o cuya fecha de vencimiento haya sido superada.

2. Calidad del agua

El Supervisor siempre que lo considere necesario verificará el pH y el contenido de sulfatos del agua empleada.

3. Calidad de los suelos

De cada procedencia de los suelos a utilizarse y aportes empleados en la estabilización y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras para los ensayos y frecuencias que se indican en la [Tabla 301-02.](#)

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los materiales que presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Además, efectuará las verificaciones periódicas que se indican en la [Tabla 301.A-01.](#)

c. Calidad de la mezcla

1. Resistencia

Con un mínimo de 2 muestras diarias de la mezcla elaborada en la obra se moldearan probetas (3 por muestra) con la energía del ensayo de compactación para verificar en el laboratorio su resistencia a compresión simple luego de siete días de curado, de conformidad con el procedimiento realizado durante el diseño de la mezcla. La preparación de los testigos, así como el ensayo, será de acuerdo al MTC E 1101 y MTC E 1103.

La resistencia media de las 6 o más probetas diarias (R_m) deben ser iguales o superiores al 100% de la resistencia correspondiente al diseño (R_d) presentado por el Contratista, conforme se describe en el apartado "Diseño de la Mezcla" de esta especificación.

$$R_m \geq R_d$$

A su vez, la resistencia de cada probeta (R_i) debe ser igual o mayor al 95% del valor de diseño (R_d).

$$R_i \geq 0,95 R_d$$

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se rechazará el tramo al cual representan las muestras.

Tabla 301.A-01
Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Suelo Estabilizado con Cemento Portland	Granulometría	MTC E 107	750 m ³	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m ³	Pista
	Relación Humedad Densidad	MTC E 1102	750 m ³	Pista
	Compresión simple	MTC E 1101 MTC E 1103	2 muestras por día	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	Cada 250 m ²	Pista
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	2.000 m ³	Cantera
	Durabilidad (2)	MTC E 209	2.000 m ³	Cantera
	Sulfatos	NTP 339.178	2.000 m ³	Cantera
	pH	NTP 339.073	2.000 m ³	Fuente de agua
	Sulfatos	NTP 339.074	2.000 m ³	Fuente de agua
	Materia Orgánica	NTP 339.072	2.000 m ³	Fuente de agua

(1) O antes, si por su génesis existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico-mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas, se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o característica.

(2) Ensayo exigido para capas estructurales en zonas con altitud mayor a 3.000 msnm.

d. Calidad del trabajo terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las dimensiones, rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto. La distancia entre el eje del Proyecto y el borde de la berma, no será inferior a la señalada en los planos o la definida por el Supervisor. La cota de cualquier punto de la capa compactada, no deberá variar en más de 10 mm. de la proyectada. Este, además, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

1. Compactación

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se efectuarán con la frecuencia que se indica en la [Tabla 301.A-01](#) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de 6 determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se escogerán al azar, siguiendo el procedimiento indicado en la [Subsección 04.05 \(d\)](#).

La densidad será como mínimo el 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo de compactación del diseño o de la obtenida en el ensayo de Relación Humedad, Densidad, indicado en la [Tabla 301.A-01](#) de Ensayos y Frecuencias.

El incumplimiento de dicho requisito trae como consecuencia el rechazo del tramo.

La densidad de las capas compactadas se determinará por el método del Cono de Arena.

2. Espesor

Sobre la base de las perforaciones efectuadas para el control de la compactación, el Supervisor determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d$$

Además el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, por lo menos, igual al 95% del espesor de diseño (e_d).

$$e_i \geq 0,95 e_d$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos trae como consecuencia el rechazo del tramo.

3. Uniformidad de la Superficie

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal, al eje de la vía, que no existan variaciones superiores a 10 mm. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor.

La evaluación de los trabajos de “Suelo Estabilizado con Cemento Portland” se efectuará de acuerdo a lo indicado en la [Subsección 04.11](#)

Medición

301.A.21

Se aplica lo indicado en la [Subsección 400.08](#).

Pago

301.A.22

Se aplica lo especificado en la [Subsección 400.09](#).

Se incluye en el precio de la partida el costo del producto estabilizante.

Partida de pago	Unidad de pago
301.A.A Suelo Estabilizado con Cemento	Metro cúbico (m ³)



SECCION 301.B

SUELOS ESTABILIZADOS CON

CAL



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 301.B

Suelos estabilizados con cal

Descripción

301.B.01

Consiste en la construcción de una o más capas de suelos estabilizados con cal, de acuerdo con las estas especificaciones técnicas, así como de las dimensiones, alineamientos y secciones transversales indicados en el Proyecto.

Materiales

301.B.02 Suelo

El material por estabilizar con cal podrá ser material de afirmado o provenir, de la escarificación de la capa superficial existente o ser un suelo natural proveniente de:

- Excavaciones o zonas de préstamo.
- Agregados locales.
- Mezclas de ellos.

Cualquiera que sea el material a emplear, deberá estar libre de materia orgánica u otra sustancia que pueda perjudicar la elaboración y fraguado del concreto. Deberá, además, cumplir los siguientes requisitos generales:

a. Granulometría (Agregados)

La granulometría del material a estabilizar puede corresponder a los siguientes tipos de suelos A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7.

Además el tamaño máximo no podrá ser mayor de 5 cm (2"). o 1/3 del espesor de la capa compactada.

b. Plasticidad

La fracción inferior del tamiz de 425 μm (N.º 40) deberá presentar un Límite Líquido inferior a 40 y un Índice Plástico comprendido entre 10 y 50%, determinados según normas de ensayo MTC E 110 y MTC E 111.

c. Composición Química

La proporción de sulfatos del suelo, expresada como $\text{SO}_4^{=}$ no podrá exceder de 0,2% en peso.

d. Abrasión

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales, los agregados gruesos deben tener un desgaste a la abrasión (Máquina de Los Ángeles) MTC E 207 no mayor a 50%.

e. Solidez

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales y el material se encuentra a una altitud ≥ 3.000 m.s.n.m, los agregados gruesos no deben presentar pérdidas en sulfato de magnesio superiores al 18% y en materiales finos superiores al 15%.

301.B.03 Cal

La cal que se use para la construcción de suelo-cal puede ser cal viva ó cal hidratada y debe satisfacer los requisitos establecidos en la Especificación AASHTO M-216 ó ASTM C-977.

301.B.04 Agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como $\text{SO}_4^{=}$ y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3.000 ppm, determinado según la norma NTP 339.072. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.

301.B.05 Mezcla

Los ensayos para determinar el porcentaje de cal y los demás requisitos que debe satisfacer la mezcla de suelo-cal, deben ser ejecutados con los materiales que se vayan a usar, incluyendo el agua de mezclado, de acuerdo

a la norma ASTM D 6276; la aplicación de la cal puede variar entre 2 y 8% en peso de los materiales.

Cuando la mezcla de suelo-cal se use para la construcción de capas estructurales debe tener los valores C.B.R. en conformidad a lo exigido en las [Secciones 402.02](#) y [403.02](#).

Finalmente, se deberá mostrar una Fórmula de Trabajo, donde se indique las cantidades y tipo de cal, el volumen de agua y los procesos que se deben seguir para obtener los requerimientos estructurales solicitados.

Equipo

301.B.06

Es aplicable lo indicado en la [Subsección 400.03](#).

Requerimiento de Construcción

301.B.07

El Supervisor debe autorizar, por escrito, el inicio de los trabajos de construcción del suelo-cal, luego de constatar que han sido satisfechos los requisitos previos establecidos en esta Especificación, y lo establecido en el Proyecto.

Cuando se vaya a construir el suelo-cal sobre la superficie de una vía que haya estado en servicio y que presente irregularidades en toda o en parte de su longitud, se debe proceder, previamente, al acondicionamiento de las zonas irregulares de dicha superficie.

301.B.08 Mezcla

La mezcla de suelo-cal puede ser preparada en cualquiera de las formas siguientes:

a. Mezcla sobre la vía (in-situ)

La mezcla sobre la vía, es el conjunto de operaciones que mediante el mezclado del suelo con la cal y agua sobre la vía, permita obtener la mezcla de suelo-cal, que satisfaga los requisitos establecidos.

Para la ejecución de la mezcla sobre la vía los trabajos se deben iniciar en la forma siguiente:

En las partes de la vía donde el Proyecto indique el uso del suelo existente, se debe escarificar uniformemente la superficie de la vía, hasta la profundidad necesaria para obtener el volumen de suelo que requiere la mezcla.

Si el Proyecto indica el uso de suelo de préstamo, en todo o en parte, dicho suelo de préstamo se debe depositar sobre la superficie de la vía, en montones separados entre sí, a distancia conveniente, o en forma de camellón, o debe ser extendido mediante el uso de máquinas estabilizadoras, en la cantidad necesaria para obtener el volumen de suelo que requiere la mezcla.

A continuación, se procede al mezclado, homogenizado y humedecimiento. El mezclado debe ejecutarse utilizando el equipo adecuado.

El suelo que se vaya a utilizar para la preparación de la mezcla de suelo-cal se debe conformar de acuerdo con las secciones, transversal y longitudinal, del Proyecto y, mediante el uso de equipo de compactación, se debe preparar una superficie que permita las operaciones de colocación y distribución de la cal.

La cal se debe agregar utilizando un distribuidor de cal que garantice una distribución uniforme sobre la superficie de la vía. El método que se emplee para agregar la cal está sujeto a la aprobación previa de la Supervisión.

Inmediatamente después de agregada la cal, se efectuará la mezcla, empleando el equipo aprobado, en todo el espesor establecido en los planos. La operación de mezcla de realizará hasta garantizar la obtención de una mezcla homogénea, según se defina en la fase de prueba.

La aplicación del agua se debe hacer mediante la barra de riego del camión cisterna, o con el empleo de cualquier otro método que garantice un riego uniforme. Debe evitarse la concentración de agua en la superficie del material que se está mezclando.

El proceso de mezclado debe continuar hasta lograr la homogenización completa del material.

Antes de iniciar la compactación de la mezcla y mediante el proceso de homogenización se debe lograr que, por lo menos, el 60% del suelo pase la malla N° 4.

Cuando no se alcance dicho porcentaje por medios mecánicos, se debe disponer un período de curado, previo a la compactación, con objeto de permitir que la cal y el agua desintegren los terrones de arcilla. La duración del período de curado debe determinarse en la Obra y en ningún caso debe ser menos de una hora.

El personal debe realizar el trabajo utilizando los implementos de protección de la salud necesarios tales como, máscaras que protejan las vías respiratorias.

Durante la realización de este trabajo, se tomarán las medidas para que el material particulado emitido a la atmósfera no pase el límite permisible (D.S. N.º 074-2001-PCM) Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

Se tendrá cuidado de no contaminar con la mezcla, las fuentes de agua, suelo, etc. cercano al área de trabajo.

b. Mezcla en planta

La mezcla en planta consiste en la utilización de una instalación mezcladora fija que permita, mediante el mezclado de suelo(s) de préstamo con cal y agua, obtener la mezcla de suelo-cal que satisfaga los requisitos establecidos.

Una vez preparada, la mezcla se carga en camiones volquetes para llevarla a los sitios de colocación.

La ubicación de la planta mezcladora fija se debe someter a la aprobación previa del Supervisor.

Las plantas mezcladoras fijas que se utilicen para la preparación de la mezcla de suelo-cal, deben satisfacer los requisitos siguientes:

- 1.** Contar con dispositivos que permitan medir, por peso o volumen, las cantidades de suelo, cal y agua que componen la mezcla; y deben ser aptas para suministrar las cantidades de materiales previstas en el diseño de dicha mezcla.

2. En todas las plantas, la cal debe ser agregada de manera que quede uniformemente distribuida durante la operación de mezclado.
3. La carga en una planta mezcladora fija de mezclado por tandas (batch), o la tasa de alimentación de una planta mezcladora fija de mezclado continuo, no deben exceder las cantidades que garanticen la mezcla completa de todos los materiales.
4. Deben estar dotadas de dispositivos adecuados y de fácil acceso para la toma de muestras de los materiales en las diversas etapas de producción, así como de sistemas que permitan verificar y regular las proporciones de los diferentes materiales en las diversas etapas de producción.

Inmediatamente antes de depositar sobre la vía la mezcla de suelo-cal preparada en planta mezcladora fija, el área a ser cubierta debe ser humedecida uniformemente, evitando la presencia de sitios con exceso de agua.

La mezcla de suelo-cal preparada en planta mezcladora fija debe ser extendida sobre la vía mediante el uso de esparcidores adecuados, en forma que se logren los espesores de Proyecto al proceder a su compactación.

El extendido de la mezcla se debe hacer en franjas paralelas al eje de la vía, debiendo iniciarse la compactación de la franja en proceso antes de que transcurra una hora de haber sido compactada la franja adyacente anterior.

En el traslado de la mezcla de suelo-cal en planta, la mezcla será protegida con lonas u otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería y humedecidos.

301.B.09 Requisitos de la mezcla

Antes de iniciar la compactación, la mezcla de suelo-cal debe satisfacer los requisitos siguientes:

- La humedad de la mezcla debe ser la óptima de compactación con una tolerancia de $\pm 1,5\%$.

- Al finalizar el proceso de mezclado húmedo, el 60% en peso de la mezcla, excluyendo los fragmentos de grava y piedra, debe pasar la Malla N.º 4.
- El contenido de cal de la mezcla no debe variar en más de 5% por exceso o por defecto, de la cantidad de cal por metro cúbico de mezcla, establecida en el Proyecto.
- En caso de que la mezcla sea rechazada por el Supervisor por efecto de lluvia u otra razón técnica, el Contratista deberá retirarla y trasladarla a los DME, según se indica en la [Sección 209](#).
- Se deberá ejecutar a modo de verificar la calidad de la mezcla y diseños, ensayos C.B.R. de acuerdo a la frecuencia indicada en la [Tabla 301.B-01](#).

Tabla 301.B-01
Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Frecuencia (1)	Lugar de muestreo
Suelo Estabilizado con Cal	Granulometría	MTC E 107	750 m ³	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m ³	Pista
	Relación Densidad-Humedad	MTC E 115	750 m ³	Pista
	CBR	MTC E 132	500 m ³	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	Cada 250 m ²	Pista
	Abrasión	MTC E 207	2.000 m ³	Cantera
	Materia orgánica	AASHTO T 194	2.000 m ³	Cantera
	Durabilidad (2)	MTC E 209	2.000 m ³	Cantera

Notas:

- (1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del Proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o características.
- (2) Ensayo exigido para capas estructurales en zonas con altitud mayor a 3.000 msnm

301.B.10 Compactación

Se aplica a lo indicado en la [Subsección 301.A.13](#), siendo en este caso el grado de compactación mínimo exigido de 100% de la máxima densidad obtenida por el ensayo Proctor Modificado.

En esta actividad se tomarán las medidas necesarias para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en los DME, según se indica en la [Sección 209](#).

301.B.11 Juntas de trabajo

Al final del trabajo de cada día y/o cuando haya transcurrido más de una hora desde el momento en que se haya ejecutado la compactación final de cualquier borde de franja, se deben construir juntas de construcción, longitudinales o transversales, según sea el caso.

Las juntas de construcción se deben construir, cortando verticalmente el suelo-cal compactado según una línea situada a 7 cm, al menos, del borde de la franja.

La superficie de contacto de la junta de construcción se debe humedecer antes de proseguir con la colocación de la mezcla de suelo-cal. La ejecución de las juntas de construcción está sujeta a la aprobación del Supervisor.

301.B.12 Curado

Cualquier capa compactada de suelo-cal, se debe curar, manteniendo húmeda su superficie, durante un lapso de 72 horas contadas a partir del momento en que se terminó la compactación de la capa.

Si el Proyecto lo establece así, luego de terminar la compactación final de la capa superior, se debe proceder a su curado mediante la aplicación de un riego asfáltico. Para la ejecución de esta actividad se debe emplear un asfalto diluido en una cantidad de 0,70 l/m² a 1,30 l/m² o emulsión asfáltica en una cantidad de 1,00 l/m² a 2,00 l/m², según el tipo de material establecido en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor.

301.B.13 Tramo de Prueba

Se aplica lo indicado en la [Subsección 400.05](#).

301.B.14 Apertura al Tránsito

Se aplica lo indicado en la [Subsección 301.A.17](#).

301.B.15 Conservación

Se aplica lo indicado en la [Subsección 301.A.18](#).

301.B.16 Limitaciones en la ejecución

Se aplica a lo indicado en la [Subsección 301.A.19](#), a excepción del grado de compactación que debe ser como mínimo el 100% de la máxima densidad obtenida con el ensayo Proctor Modificado.

Aceptación de los trabajos

301.B.17

Los trabajos para ser aprobados por el Supervisor, deberán estar sujetos a lo siguiente:

a. Controles

- Similares a los especificados en la [Subsección 400.07\(a\)](#).
- Adicionalmente deberá efectuar ensayos de control de mezcla densidad.
- El Supervisor vigilará la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta Sección.

b. Calidad de los materiales

1. Calidad de la cal

Cada vez que lo considere necesario, el Supervisor efectuará los ensayos de control que permitan verificar la calidad de la cal, debiendo ser por lo menos a la llegada a obra de un lote y cada 50 bolsas de un apilamiento.

2. Calidad del agua

El Supervisor siempre que lo considere necesario verificará el pH y el contenido de sulfatos del agua empleada.

3. Calidad de los suelos

De cada procedencia de los suelos y agregados de aporte empleados en la estabilización y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- La granulometría.
- La plasticidad de la fracción fina.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los materiales que presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Además, efectuará las verificaciones periódicas que se indican en la [Tabla 301.B-01](#).

Además, podrá verificar las pruebas adicionales que le permitan tener certeza de la calidad de los suelos y agregados por estabilizar, de acuerdo con las exigencias de la presente especificación.

c. Calidad del trabajo terminado

Se aplica lo indicado en la [Subsección 301.A.20\(d\)](#).

La evaluación de los trabajos de "Suelo Estabilizado con Cal" se efectuará de acuerdo a lo indicado en las [Subsección 04.11](#).

Medición

301.B.18

Se aplica lo indicado en la [Subsección 301.A.21](#).

Pago

301.B.19

Se aplica lo indicado en la [Subsección 400.09](#).

Partida de pago	Unidad de pago
301.B.A Suelos Estabilizados con Cal	Metro cúbico (m ³)



SECCION 301.C

SUELO ESTABILIZADO CON PRODUCTOS QUÍMICOS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 301.C

Suelo estabilizado con productos químicos

Descripción

301.C.01

Consiste en la construcción de una o más capas de suelos estabilizados con productos químicos, de acuerdo con las estas especificaciones técnicas, así como de las dimensiones, alineamientos y secciones transversales indicados en el Proyecto.

Materiales

301.C.02 Suelos

El suelo por estabilizar con productos químicos, podrán ser material de afirmado o provenir, de la escarificación de la capa superficial existente o ser un suelo natural proveniente de:

- Excavaciones o zonas de préstamo.
- Agregados locales.
- Mezclas de ellos.

Cualquiera que sea el material a emplear, deberá estar libre de materia orgánica u otra sustancia que pueda perjudicar la elaboración y fraguado del concreto. Deberá, además, cumplir los siguientes requisitos generales:

a. Granulometría (Agregados)

La granulometría del material a estabilizar puede corresponder a los siguientes tipos de suelos A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7.

Además el tamaño máximo no podrá ser mayor de 5 cm (2"). o 1/3 del espesor de la capa compactada.

b. Plasticidad

La fracción inferior del tamiz de 425 μm (N.º 40) deberá presentar un Límite Líquido inferior a 40 y un Índice Plástico cuando menos de 6 pero no superior a 12%, determinados según normas de ensayo MTC E 110 y MTC E 111.

c. Composición Química

La proporción de sulfatos del suelo, expresada como $\text{SO}_4^{=}$ no podrá exceder de 0,2% en peso.

d. Abrasión

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales, los agregados gruesos deben tener un desgaste a la abrasión (Máquina de Los Ángeles) MTC E 207 no mayor a 50%.

e. Solidez

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales y el material se encuentra a una altitud ≥ 3.000 m.s.n.m, los agregados gruesos no deben presentar pérdidas en sulfato de magnesio superiores al 18% y en materiales finos superiores al 15%.

301.C.03 Productos químicos

Son estabilizadores de diversa índole, resultantes de fabricación industrial de productos químicos u orgánicos, aplicables a capas de afirmado, mejoramiento de suelos u otras, teniendo en consideración la ubicación, clima y tipo de material predominante en las vías a emplearse.

El producto a emplear será acorde al diseño de mezcla, aprobado por el Supervisor y será respaldado por una certificación del fabricante sobre su eficiencia, forma de uso, fechas de elaboración y vencimiento; garantizando que la utilización del producto, no implica riesgos de contaminación ambiental, ni peligro para la salud de seres vivos.

301.C.04 Agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como $\text{SO}_4^{=}$ y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a

3.000 ppm, determinado según la norma NTP 339.072. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.

Equipo

301.C.05

Es aplicable lo indicado en la [Subsección 400.03](#).

Requerimientos de construcción

301.C.06 Explotación y elaboración de materiales

Al respecto, se aplica lo descrito en la [Subsección 400.04](#).

301.C.07 Diseño de mezcla

Previo al inicio de los trabajos, el Contratista entregará al Supervisor, muestras de los materiales que se propone utilizar y el diseño de mezcla, avaladas por los resultados de ensayos que demuestren la conveniencia de su utilización. Si a juicio del Supervisor los materiales o el diseño de la mezcla resultan objetables, el Contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias hasta obtener la aprobación del Supervisor.

Una vez que el Supervisor apruebe el diseño de mezcla, éste sólo podrá ser modificado durante la ejecución de los trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los componentes que intervienen en ella, la cual nuevamente deberá contar con la aprobación del Supervisor.

301.C.08 Preparación de la superficie existente

En relación con la preparación de la superficie existente, se aplicarán los procedimientos descritos en la [Subsección 301.A.08](#).

301.C.09 Transporte de agregados

Cuando la estabilización incluya suelos o agregados de aporte, éstos se transportarán humedecidos y protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería de manera que se impida derrames o caídas que causen daños o que generen impactos a la atmósfera.

Igual precaución deberá tomarse durante el transporte a la vía de las mezclas elaboradas en planta.

301.C.10 Homogenización del material

Al respecto rige todo lo que resulte aplicable de la [Subsección 301.A.10](#).

Durante la realización de este trabajo se tomarán las medidas para que la emisión de polvo no exceda el límite permisible (D.S. N.º 074-2001-PCM) Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

301.C.11 Aplicación del producto químico

El producto químico se aplicará sobre el agregado en la proporción prevista en el diseño aprobado por el Supervisor, disuelto o no en agua.

La aplicación deberá efectuarse por el procedimiento establecido en el diseño y aprobado por el Supervisor.

Durante la ejecución de los trabajos se evitará que la mezcla no sobrepase el área de trabajo. Los residuos y excedentes se colocarán en los DME, según lo dispuesto en la [Sección 209](#).

301.C.12 Mezcla

Después de aplicar el producto químico seleccionado y aprobado, y siempre que su empleo lo exija, se efectuará la mezcla en todo el espesor indicado en los planos u ordenado por el Supervisor, empleando para ello el equipo aprobado. El número de pasadas del equipo será el necesario para obtener una mezcla homogénea, según se defina en un Tramo de Prueba, tal como se indica en la [Subsección 400.05](#).

En caso de que se requiera, se añadirá el agua faltante y se continuará la mezcla hasta que la masa resultante presente completa homogeneidad, garantizando la geometría requerida antes de proceder a la compactación.

Durante esta actividad se tendrá cuidado para evitar los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar. El área de trabajo será limpiada y los residuos o excedentes se colocarán en los DME.

En caso la mezcla sin compactar sea afectada por la lluvia, y el Contratista deba retirar la mezcla afectada, esta debe ser trasladada a un DME, según lo dispuesto en la [Sección 209](#).

301.C.13 Compactación

La compactación se realizará de acuerdo con el plan propuesto por el Contratista y aprobado por el Supervisor durante la ejecución del Tramo de Prueba, en el que se hayan verificado, además, el tipo, número y estado de los equipos de construcción y los métodos definitivos de preparación del agregado, incorporación del agua y del producto químico y mezcla de todos los componentes.

Los trabajos de compactación deberán terminarse en el lapso que fije el Tramo de Prueba, contado desde el inicio de la mezcla. Si durante ese lapso, no se logran las condiciones de compactación exigidas, el tramo se pondrá en observación.

Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado, se mezclarán y compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material, que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta actividad, deben ser colocados en los DME.

301.C.14 Juntas de trabajo

Al respecto, resulta aplicable lo indicado en la [Subsección 301.A.14](#).

301.C.15 Curado

Si el diseño aprobado considera la aplicación de un riego de curado, éste deberá ejecutarse en el momento, dosificación y producto indicado en el Proyecto y aprobado por el Supervisor, en concordancia con lo recomendado por el fabricante.

301.C.16 Apertura al tránsito

El suelo estabilizado con productos químicos, sólo podrá abrirse al tránsito a la culminación del proceso de compactación o curado que establezca el Proyecto o apruebe el Supervisor. La apertura será inicialmente durante un tiempo corto que permita verificar el comportamiento de la capa compactada.

Como resultado de lo observado en esta apertura parcial, el Supervisor definirá el momento de apertura definitiva.

301.C.17 Conservación

Al respecto, se aplica lo descrito en la [Subsección 301.A.18](#).

301.C.18 Limitaciones en la ejecución

En la ejecución de los trabajos, se observarán todas las precauciones en relación con las condiciones meteorológicas que recomiende el fabricante del producto estabilizante, que garanticen la obtención de un suelo estabilizado durable y que cumpla las exigencias por el diseño aprobado.

Aceptación de los Trabajos

301.C.19

a. Controles

En adición a lo indicado en la [Subsección 400.07\(a\)](#), el Supervisor deberá efectuar ensayos para el control de mezcla y de densidad y resistencia de ella luego de compactada.

El Supervisor vigilará la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta [Sección 301.C](#).

b. Condiciones y tolerancias para la aceptación

1. Calidad del producto químico

Cuando el Supervisor lo considere necesario, solicitará al Contratista que, a su costo, ordene la ejecución de los ensayos que permitan verificar las propiedades básicas del producto estabilizante.

Por ningún motivo se permitirá el empleo de un producto químico cuya fecha de vencimiento se haya superado o cuya calidad no esté de acuerdo con los requisitos de utilización establecidos por su fabricante.

2. Calidad del agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos,

expresado como SO_4^- y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3 ppm, determinado según la norma NTP 339.072.

3. Calidad de los suelos

De cada procedencia de los suelos y agregados de aporte empleados en la estabilización y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- La granulometría.
- La plasticidad de la fracción fina.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los materiales que presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Además, efectuará las verificaciones periódicas que se indican en la [Tabla 301.C-01](#).

Cuyos resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la [Subsección 301.C.02](#) de esta especificación, bajo pena del rechazo de los materiales defectuosos.

Tabla 301.C-01

Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Suelo estabilizado con productos químicos	Granulometría	MTC E 107	750 m ³	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m ³	Pista
	Relación Densidad-Humedad	MTC E 115	500 m ³	Pista
	CBR	MTC E 132	500 m ³	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	Cada 250 m ²	Pista
	Abrasión	MTC E 207	2.000 m ³	Cantera
	Durabilidad (2)	MTC E 209	2.000 m ³	Cantera

(1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico – mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del Proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o características.

(2) Ensayo exigido para capas estructurales en zonas con altitud mayor a 3.000 msnm.

Además, podrá verificar las pruebas adicionales que le permitan tener certeza de la calidad de los suelos y agregados por estabilizar, de acuerdo con las exigencias de la presente especificación.

c. Calidad de la mezcla

Previo al inicio de la compactación, el suelo con el estabilizante deben cumplir los siguientes requisitos:

- La humedad de mezcla debe ser la óptima de compactación con una tolerancia $\pm 1,5\%$.
- En caso que la mezcla sin compactar sea afectada por la lluvia, el Contratista sólo podrá emplear el material previa verificación en laboratorio de la no pérdida de sus propiedades y con aprobación del Supervisor.
- Se deberán ejecutar a modo de verificar la calidad de la mezcla y diseño, ensayos C.B.R. de acuerdo a la frecuencia indicada en la [Tabla 301.C-01.](#)

d. Calidad del trabajo terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a geometría establecida en el Proyecto.

La distancia entre el eje del Proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Supervisor.

La cota de cualquier punto de la capa compactada no deberá variar en más de 1 cm. de la proyectada.

Además, el Supervisor deberá realizar los siguientes controles:

1. Compactación

Se aplicarán los criterios indicados en la [Subsección 301.A.20 \(d\)\(1\)](#), a excepción del grado de compactación que debe ser como mínimo el 100% de la máxima densidad obtenida con el ensayo Próctor Modificado, con la frecuencia de controles que se dan en la [Tabla 301.C-01.](#)

2. Espesor

Se aplicará todo lo descrito en la [Subsección 301.A.20\(d\) \(2\)](#).

3. Uniformidad de la Superficie

Resulta aplicable lo exigido en la [Subsección 301.A.20\(d\) \(3\)](#).

Todas las áreas de suelo estabilizado con productos químicos donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las instrucciones y aprobación del Supervisor.

La evaluación de los trabajos, se efectuará de acuerdo a lo indicado en las [Subsección 04.11](#).

4. Rugosidad

Medida en unidades IRI, la rugosidad no podrá ser superior a 6 m/km, salvo que la especificación particular establezca un límite diferente, cuando se estabiliza a nivel de superficie de rodadura.

Medición

301.C.20

Se aplica lo indicado en la [Subsección 301.A.21](#).

Pago

301.C.21

Se aplica lo indicado en la [Subsección 400.09](#).

Partida de pago	Unidad de pago
301.C.A Suelos estabilizados con productos químicos	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 301.D

SUELOS ESTABILIZADOS CON SALES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 301.D

Suelos estabilizados con sales

Generalidades

Consiste en la construcción de una o más capas de suelos estabilizados con sales, entre los cuales se encuentran el Cloruro de Sodio, Cloruro de Calcio y Cloruro de Magnesio, de acuerdo con las estas especificaciones técnicas, así como de las dimensiones, alineamientos y secciones transversales indicados en el Proyecto.

Este tipo de estabilizaciones son recomendables en carreteras donde existan bajas precipitaciones pluviales (hasta 150 mm/año) y altitudes hasta 500 m.s.n.m.

Suelos estabilizados con Cloruro de Sodio

Descripción

301.D.01

En esta especificación se establecen los requisitos particulares para la construcción de una o más capas compuestas de suelos mezclados con cloruro de sodio y agua, según se establece en esta especificación y del Proyecto.

La sal es un estabilizante natural, compuesto aproximadamente por 98% de NaCl y un 2% de arcillas y limos, cuya propiedad fundamental, al ser higroscópico, es absorber la humedad del aire y de los materiales que le rodean, reduciendo el punto de evaporación y mejorando la cohesión del suelo. Su poder coagulante conlleva a un menor esfuerzo mecánico para lograr la densificación deseada, debido al intercambio iónico entre el sodio y los minerales componentes de la matriz fina de los materiales, produciéndose una acción cementante.

El Proyecto debe indicar los sitios de la vía en los cuales se construirá el suelo-sal; debe establecer el pre diseño indicando las proporciones de la(s) mezcla(s) que se vayan a usar en cada sitio; y debe determinar el espesor correspondiente en cada caso.

Las consideraciones ambientales están referidas a la protección del medio ambiente durante la construcción de una o más capas de material granular compuestas de suelo mezclado con sal.

Materiales

301.D.02 Suelo

Los suelos que se usen para la construcción del suelo-cloruro de sodio pueden provenir, en todo o en parte, de préstamos seleccionados. Los sitios de préstamo estarán considerados en el Proyecto.

El Proyecto señalará y establecerá en los respectivos planos de construcción del suelo-cloruro de sodio la procedencia del suelo a estabilizar, pudiendo ser de cantera o los que se encuentran en la superficie de la vía, bien sea en el corte o en la capa superior del terraplén.

Los suelos que se usen para la construcción de suelo-sal deben estar limpios y no deben tener más del 3% de su peso de materia orgánica.

El índice de plasticidad del suelo debe ser mayor a 8%, pero para la fracción de suelos que pasa la malla N.º 200, el requerimiento mínimo es de 12%. No obstante, para mayores índices de plasticidad del suelo, se permite aceptar para la fracción de suelos que pasa la malla N.º 200, menores valores de IP hasta un límite no menor al 9%.

El tamaño máximo del agregado grueso que contenga el suelo no debe ser mayor de 1/3 del espesor de la capa compactada de suelo-sal y en ningún caso mayor a 2". El espesor de la capa de suelo estabilizado con cloruro de sodio será como mínimo de 15 cm o lo especificado en el Proyecto.

La tolerancia de gradación y plasticidad de los suelos que se usen para la construcción de suelo-cloruro de sodio están sujetos a la aprobación previa por escrito del Supervisor, de acuerdo a lo especificado en el Proyecto.

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales, los agregados gruesos deben tener un desgaste a la abrasión (Máquina de Los Ángeles) no mayor de 50%.

301.D.03 Cloruro de sodio

El Cloruro de sodio es una sal, que se produce mediante tres métodos, el más antiguo consiste en el empleo del calor solar para producir la evaporación del agua salada, con lo que se obtienen los residuos de sal. Otro método consiste en la extracción directa de las minas de sal y tercer método consiste en la evaporación del agua de mar mediante el empleo de hornos.

El cloruro de sodio se presenta en forma de cristales, fácilmente solubles en agua, los cuales son higroscópicos y se les consigue en el mercado constituyendo cristales grandes o polvo fino y con diferentes grados de pureza.

Las características típicas del cloruro de sodio, son las descritas en la [Tabla 301.D-01](#).

Tabla 301.D-01

Características del Cloruro de Sodio

Características	Límites
Cloruro de sodio, %	98,00–99,70
Humedad, %	2,00–3,60
Material insoluble, %	0,007–0,175
Ion calcio, %	0,035–0,910
Ion magnesio, %	0,002–0,074
Ion sulfato, %	0,125–0,355
Tamiz 4,75 mm (N.º 4)	20–55%
Tamiz 1,18 mm (N.º 16)	50–70%
% Pasa tamiz 1,18 mm (N.º 16)	13% máx.

Normalmente la cantidad de sal está comprendida entre 0,5 y 0,8 kN/m³ (50 y 80 kg/m³) de suelo a estabilizar. No obstante, la cantidad adecuada de sal depende de los resultados que se obtengan del tramo de prueba.

301.D.04 Agua

El agua que se use para la construcción de bases de suelo-sal debe estar limpia, no debe contener materia orgánica y estar libre de aceites, ácidos y álcalis perjudiciales.

Se podrá incorporar al agua, Cloruro de sodio, produciendo salmuera o también podrá aplicarse el agua de mar, mediante riego de salmueras, verificando que la cantidad de agua regada contenga la dosis adecuada de sal.

El valor de pH, medido de acuerdo con la norma NTP 339.073 deberá encontrarse entre 5,0 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como SO_4^- , determinado según la norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 1.000 ppm.

301.D.05 Mezcla

Previo a la ejecución de la estabilización se deben efectuar los siguientes controles:

- Granulometría del suelo a estabilizar por Límite de Atterberg.
- Densidad máxima compactada por Humedad de compactación.
- pH del suelo y/o mezcla.
- pH del cloruro de sodio (debe cumplir especificado por el fabricante).
- Contenido de materia orgánica del suelo.
- Dosificación del cloruro de sodio a emplear.

Los ensayos para determinar el porcentaje de sal y los demás requisitos que debe satisfacer la mezcla de suelo-sal deben ser ejecutados con los materiales que se vayan a usar, incluyendo el agua de mezclado.

Cuando la mezcla de suelo-sal se use para la construcción de capas estructurales debe tener los valores C.B.R. en conformidad a lo exigido en la [Subsección 301.02](#).

Finalmente, se deberá mostrar una Fórmula de Trabajo en el que se indique las cantidades y tipo de sal, el volumen de agua y los procesos que se deben seguir para obtener los requerimientos estructurales solicitados.

Equipo

301.D.06

Es aplicable lo indicado en la [Subsección 400.03](#). El equipo será el requerido para ejecutar las siguientes actividades:

- Escarificación de suelo propio y/o transporte de suelo de préstamo.
- Disgregación de suelo propio y/o extensión de suelo de préstamo.
- Adición de sal.
- Adición del agua.
- Mezclado.
- Extendido, compactado y acabado de la superficie de la capa.
- Curado.
- Control de calidad.

Requerimientos de construcción

301.D.07

El Supervisor debe autorizar, por escrito, el inicio de los trabajos de construcción del suelo-sal, luego de constatar que han sido satisfechos los requisitos previos establecidos en esta especificación, y lo establecido en el contrato de la obra.

Cuando se vaya a construir una capa de suelo-sal sobre la superficie de una vía que haya estado en servicio y que presente irregularidades en toda o en parte de su longitud, se debe proceder, previamente, al acondicionamiento de las zonas irregulares de dicha superficie.

Además se deberá tener en consideración los aspectos de drenaje de la vía, tales como el bombeo de la calzada el cual deberá estar comprendido entre 2,5 y 4%, con la finalidad de facilitar el escurrimiento del agua hacia las obras de drenaje establecidas en el Proyecto o cursos naturales de agua.

301.D.08 Preparación de la mezcla

Es el conjunto de operaciones de mezclado, sobre la plataforma de la vía, del suelo con cloruro de sodio y con agua, utilizando el equipo adecuado, que permite obtener la mezcla de suelo-cloruro de sodio que satisfaga los requisitos establecidos.

Para la ejecución de la mezcla sobre la vía los trabajos se deben iniciar en la forma siguiente:

- En las partes de la vía donde el Proyecto indique el uso del suelo existente en la vía, se debe escarificar uniformemente la superficie de la vía hasta la profundidad necesaria para obtener el volumen de suelo que requiere la mezcla.
- Si el Proyecto indica el uso de suelo de préstamo, en todo o en parte, dicho suelo de préstamo, se debe apilar sobre la superficie de la vía en montones separados entre sí a distancia conveniente, o en forma de camellón, o debe ser extendido mediante el uso de maquinas estabilizadoras, en la cantidad necesaria para obtener el volumen de suelo que requiere la mezcla.
- En caso de que sea necesario, se procede al mezclado y al humedecimiento del suelo. El mezclado se debe ejecutar utilizando el equipo requerido, como los arados de rastras o de discos, o con motoniveladora, procurando que el suelo no sea trasladado longitudinalmente por el Equipo.
- Deberá conformarse de acuerdo con las secciones transversal y longitudinal del Proyecto.
- El cloruro de sodio se debe aplicar (agregar) utilizando un distribuidor mecánico o automático que garantice una distribución uniforme sobre la superficie de la vía. El método que se emplee para agregar el cloruro de sodio está sujeto a la aprobación previa de la Supervisión.
- Inmediatamente después de agregar el cloruro de sodio se procede a mezclarla con el suelo, mediante el uso de arados de rastras o de discos, o motoniveladora.
- La aplicación del agua de requerirse se debe hacer mediante la barra de riego del camión tanque, o con el empleo de cualquier otro método que garantice un riego uniforme. Debe evitarse la concentración de agua en la superficie del material que se está mezclando.
- El proceso de mezclado debe continuar hasta que se obtenga una mezcla homogénea.
- Se tendrá cuidado de no contaminar con la mezcla las fuentes de agua, suelo, etc. cercano al área de trabajo.

301.D.09 Requisitos de campo de la mezcla de suelo-sal

La mezcla de suelo-sal debe satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- La humedad de la mezcla debe ser la óptima de compactación con una tolerancia de $\pm 1,5\%$.
- El contenido de sal de la mezcla no debe variar en más de $\pm 0.5\%$, establecida en el Proyecto.
- En caso que la mezcla sin compactar sea afectada por la lluvia, el Contratista sólo podrá emplear el material previa verificación en laboratorio de la no pérdida de sus propiedades y con del Supervisor.
- Se deberán ejecutar a modo de verificar la calidad de la mezcla y diseño, ensayos C.B.R., de acuerdo a la frecuencia indicada en la [Tabla 301.D-02](#).

Tabla 301.D-02

Ensayos y frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo MTC	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Suelo estabilizado con Cloruro de Sodio	Granulometría	MTC E 107	750 m ³	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m ³	Pista
	Relación densidad-humedad	MTC E 115	500 m ³	Pista
	CBR	MTC E 132	500 m ³	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	Cada 250 m ²	Pista
	Abrasión	MTC E 207	2.000 m ³	Cantera

(1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del Proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o características.

301.D.10 Compactación

La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el equipo propuesto por el Contratista y aprobado por el Supervisor durante la ejecución del tramo de prueba.

El proceso de compactación deberá ser tal, que evite la formación de costras.

Los trabajos de compactación deberán ser terminados en un lapso no mayor de 2 horas desde el inicio de la mezcla. Si durante dicho plazo no se logran las condiciones de compactación exigidas más adelante (compactación) de esta especificación, el tramo se pondrá en observación. El grado de compactación no debe ser menor a 100% de la máxima densidad obtenida por el ensayo MTC E 115.

Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado durante la fase de prueba, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, aprobados por el Supervisor, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación.

Si el Proyecto lo señala, al terminar la compactación final de la capa suelo – cloruro de sodio, se realizará un riego superficial, manteniendo la dosificación establecida (solución: cloruro de sodio y agua).

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en los DME, según se indica en la [Sección 209](#).

Concluido el proceso de compactación, se inicia un proceso natural de curado que por lo general dura de 7 a 15 días, formándose una capa compacta que mantiene las partículas gruesas cohesionadas e impermeables, dando origen a una carpeta de rodado estable, sin deformaciones superficiales, barro o polvo en suspensión.

301.D.11 Juntas de trabajo

Al final del trabajo diario y/o cuando haya transcurrido más de 1 hora desde el momento en que se haya ejecutado la compactación final de la capa estabilizada, con la finalidad de proteger la capa construida, de la nueva capa que se vaya a conformar sucesivamente, se construirán juntas transversales (perpendicular al eje), haciendo un corte vertical en la capa construida situada aproximadamente a 7 cm de su borde. La superficie de contacto de la junta se debe humedecer antes de proseguir con la colocación de la nueva mezcla.

Bajo las mismas consideraciones, si el suelo estabilizado no se construye en todo el ancho de la calzada sino por franjas, deberán disponerse también, mediante un procedimiento aprobado por el Supervisor, juntas longitudinales en corte vertical y paralelas al eje longitudinal de la calzada.

301.D.12 Tramo de prueba

Los factores fundamentales en el proceso de estabilización dependen de:

- Cantidad adecuada de cloruro de sodio.
- Cantidad de agua de mezclado.
- Densidad del suelo.
- Espesor de la capa a estabilizar.

En tal sentido, el Contratista debe efectuar tramo(s) de prueba, a fin de precisar las características y condiciones de la mezcla de trabajo, esta es la mejor forma de evaluar la combinación potencial del suelo - cloruro de calcio.

Complementariamente, se aplica lo indicado en la [Subsección 400.05](#).

301.D.13 Apertura al tránsito

El suelo estabilizado con sal sólo podrá abrirse al tránsito después de haber transcurrido por lo menos 3 horas de concluido el proceso de compactación de la capa materia de estabilización.

Luego de aperturado el tránsito se observará el comportamiento de la capa estabilizada y si este es adecuado, el Supervisor autorizará la apertura definitiva de la capa compactada.

301.D.14 Conservación

El Contratista deberá conservar el suelo estabilizado en perfectas condiciones, hasta la recepción de obra o hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del Proyecto. Todo daño que se presente, deberá corregirlo, a su costo, y deberá contar con la aprobación del Supervisor.

301.D.15 Limitaciones en la ejecución

Las estabilizaciones con cloruro de sodio no se podrán llevar a cabo, entre otros:

- Cuando la temperatura ambiental, sea menor o igual a 6°C.
- Durante precipitaciones pluviales.
- Cuando el medio ambiente tenga una humedad relativa mayor 30%.
- Cuando el nivel freático se encuentre a distancias que no faciliten la migración del cloruro de sodio.
- Cuando los minerales contenidos en el pasante de la malla N.º 200 reaccionen desfavorablemente con el cloruro de sodio.

En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por agua de lluvia y como resultado de ello la humedad de la mezcla supere la tolerancia mencionada en la [Subsección 301.D.09](#) (primer ítem) de esta especificación, el Contratista deberá, a su costo, retirar la mezcla afectada a un DME, según se indica en la [Sección 209](#) y reconstruir el sector deteriorado previa aprobación del Supervisor.

Aceptación de los trabajos

301.D.16

La aprobación de los trabajos por el Supervisor estará sujeto a lo siguiente:

a. Controles

- Similares a los especificados en la [Subsección 400.07\(a\)](#).
- Además deberá efectuar ensayos de control de mezcla-densidad.
- El Supervisor vigilará la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta [Sección 301.D.](#)

b. Calidad de los materiales

1. Calidad del Cloruro de Sodio

Cada vez que lo considere necesario, el Supervisor efectuará los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cloruro de sodio indicadas en la [Subsección 301.D.03](#), debiendo ser, por lo menos a la llegada a obra de un lote y después, cada 50 bolsas o 2000 kg. de un apilamiento.

2. Calidad del agua

El Supervisor si considera necesario verificará el pH y el contenido de sulfatos del agua empleada.

3. Calidad de los suelos

De cada procedencia de los suelos de aporte empleados en la estabilización y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- Granulometría del suelo.
- Límite de Atterberg.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los suelos que presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Además, efectuará las verificaciones periódicas que se indican en la [Tabla 301.D-02](#).

Además, verificará las pruebas adicionales que le permitan tener certeza de la calidad de los suelos por estabilizar, de acuerdo con las exigencias de la presente especificación.

c. Calidad del trabajo terminado

Se aplica lo indicado en la [Subsección 301.A.20\(d\)](#); a excepción del grado de compactación que debe ser como mínimo del 100%.

La evaluación de los trabajos de suelo estabilizado con sal se efectuará de acuerdo a lo indicado en las [Subsección 04.11](#).

d. Rugosidad

Medida en unidades IRI, la rugosidad no podrá ser superior a 6 m/km, salvo que la especificación particular establezca un límite diferente, cuando se estabiliza a nivel de superficie de rodadura.

Medición

301.D.17

La unidad de medida será el m³, de material o mezcla suministrada, colocada y compactada, que cuenten con la aprobación del Supervisor. El volumen se determinará por el sistema de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y de longitud real, medida a lo largo del eje del Proyecto. No se medirán cantidades en exceso de las especificadas.

Pago

301.D.18

El pago se hará por metro cúbico (m³) al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo esta especificación y cuente con la aprobación del Supervisor. Aplica lo especificado en [Subsección 400.09](#).

Se incluye en el precio de la partida el costo del producto estabilizante (Sal-cloruro de sodio).

Partida de pago	Unidad de pago
301.D.A Suelo estabilizado con cloruro de sodio	Metro cúbico (m ³)

Suelos estabilizados con Cloruro de Calcio

Descripción

301.D.19

En esta especificación se establecen los requisitos para la construcción de una o más capas compuestas de suelos mezclado(s) con cloruro de calcio y agua, según se establece en esta especificación y en el expediente técnico del Proyecto.

El cloruro de calcio utilizado para la estabilización de la vía, proviene de la reacción del cloro con el hidrógeno, dando como resultado un ácido clorhídrico de mayor pureza y por ende el cloruro de calcio es la reacción química del ácido con la caliza (carbonato de calcio); cuya propiedad fundamental, al ser higroscópico, es absorber la humedad del aire y de los materiales que le rodean, reduciendo el punto de evaporación y mejorando la cohesión del suelo. Su poder coagulante conlleva a un menor esfuerzo mecánico para lograr la densificación deseada, debido al intercambio iónico entre el calcio y los minerales componentes de la matriz fina de los materiales, produciéndose una acción cementante.

El Proyecto debe indicar los sitios de la vía en los cuales se construirá el suelo-cloruro de calcio; debe establecerse el pre diseño indicando las proporciones de la(s) mezcla(s) que se vayan a usar en cada sitio; y debe determinar el espesor correspondiente en cada caso.

Las consideraciones ambientales están referidas a la protección del medio ambiente durante la construcción de una o más capas de material granular compuestas de suelo mezclado con cloruro de calcio.

Materiales

301.D.20 Suelos

Los suelos que se usen para la construcción del suelo-cloruro de calcio pueden ser del propio camino o provenir, en todo o en parte, de préstamos seleccionados. Los sitios de préstamo estarán considerados en el Proyecto.

El Proyecto señalará y establecerá en los respectivos planos de construcción del suelo-cloruro de calcio la procedencia del suelo a estabilizar, pudiendo ser de cantera o los que se encuentran en la superficie de la vía, bien sea en el corte o en la capa superior del terraplén.

Los suelos deben tener la gradación de la [Tabla 301.D-03](#).

Tabla 301.D-03

Gradación de los suelos tratados con Cloruro de Calcio

Tamiz	Porcentaje que pasa
25.400 mm (1")	100
19.050 mm (3-/4")	70-100
9.525 mm (3/8")	50-100
4.750 mm (N.º 4)	40-55
2.000 mm (N.º 10)	35-70
0,425 mm (N.º 40)	20-45
75 µm (N.º 200)	10-30

Los suelos que se usen para la construcción de suelo-cloruro de calcio deben estar limpios y no deben tener más del 3% de su peso de materia orgánica.

El índice de plasticidad del suelo no debe ser mayor de 15%. El tamaño máximo del agregado grueso que contenga el suelo no debe ser mayor de 1/3 del espesor de la capa compactada de suelo-cloruro de calcio y en ningún caso mayor a 2". El espesor de capa de suelo estabilizado con cloruro de calcio será como mínimo de 15 cm o lo especificado en el Proyecto.

La tolerancia de gradación y plasticidad de los suelos que se usen para la construcción de suelo-cloruro de calcio están sujetos a la aprobación, previa por escrito del Supervisor, de acuerdo a lo especificado en el Proyecto.

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales, los agregados gruesos deben tener un desgaste a la abrasión (Máquina de Los Ángeles) no mayor al 50%.

El suelo a estabilizar debe tener un pH mínimo de 5, para asegurar la reacción iónica que garantice, la efectividad del cloruro de calcio. Para valores menores al indicado se verificara que el pH de la mezcla sea básico.

301.D.21 Cloruro de Calcio

El cloruro de calcio se produce por la reacción entre la caliza (carbonato de calcio) y ácido clorhídrico. Es higroscópico, delicuescente y no inflamable.

El cloruro de calcio que se usa para construcción de carreteras, debe satisfacer los requerimientos establecidos en las especificaciones ASTM D 98.

El contenido de cloruro de calcio en la mezcla, generalmente varía entre 1% a 3% en peso del suelo seco a estabilizar. No obstante, la cantidad adecuada de cloruro de calcio se definirá en función a las características propias de los materiales y a los ensayos de CBR, realizado mediante la norma ASTM D 1883 y en función a los resultados que se obtengan del tramo de prueba.

301.D.22 Agua

El agua que se use para la construcción de bases de suelo-sal debe estar limpia, no debe contener materia orgánica y estar libre de aceites, ácidos y álcalis perjudiciales.

Se podrá incorporar al agua, Cloruro de calcio, produciendo salmuera o también podrá aplicarse el agua de mar, mediante riego de salmueras, verificando que la cantidad de agua regada contenga la dosis adecuada de sal.

El valor de pH, medido de acuerdo con la norma NTP 339.073 deberá encontrarse entre 5,0 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como SO_4^- , determinado según la norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 1.000 ppm.

301.D.23 Mezcla

Previo a la ejecución de la estabilización se deben efectuar los siguientes controles:

- Granulometría del suelo a estabilizar y Límites de Atterberg.
- Densidad máxima compactada y Humedad de compactación.
- pH del suelo y/o de la mezcla.
- pH del cloruro de calcio (debe cumplir lo especificado por el fabricante).
- Contenido de materia orgánica del suelo.
- Dosificación del cloruro de calcio a emplear.

Los ensayos para determinar el porcentaje de cloruro de calcio (mediante ensayos de relación densidad-humedad y CBR) y los demás requisitos que debe satisfacer la mezcla de suelo-cloruro de calcio deben ser ejecutadas con los materiales que se vayan a usar, incluyendo el agua de mezclado.

Cuando la mezcla de suelo-cloruro de calcio se use para la construcción de capas estructurales debe tener los valores CBR del 40% como mínimo, referidos al 100% de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 2,5 mm.

Finalmente, se deberá mostrar una fórmula de trabajo en el que se indique las cantidades y tipo de cloruro de calcio, el volumen de agua y los procesos que se deben seguir para obtener los requerimientos estructurales solicitados.

Equipo

301.D.24

Es aplicable lo indicado en la [Subsección 400.03](#). El equipo será el requerido para ejecutar las siguientes actividades:

- Escarificación de suelo propio y/o transporte de suelo de préstamo.
- Disgregación de suelo propio y/o extensión de suelo de préstamo.
- Adición de cloruro de calcio.
- Adición del agua.
- Mezclado.
- Extendido, compactado y acabado de la superficie de la capa.
- Curado.
- Control de calidad.

Requerimientos de Construcción

301.D.25

El Supervisor debe autorizar, por escrito, el inicio de los trabajos de construcción del suelo-cloruro de calcio, luego de constatar que han sido

satisfechos los requisitos previos establecidos en esta especificación, y lo establecido en el contrato de la obra.

Cuando se vaya a construir una capa de suelo-cloruro de calcio sobre la superficie de una vía que haya estado en servicio y que presente irregularidades en toda o en parte de su longitud, se debe proceder, previamente, al acondicionamiento de las zonas irregulares de dicha superficie.

Además se deberá tener en consideración los aspectos de drenaje de la vía, tales como el bombeo de la calzada el cual deberá estar comprendido entre 2,5 y 4%, con la finalidad de facilitar el escurrimiento del agua hacia las obras de drenaje establecidas en el Proyecto o cursos naturales de agua.

301.D.26 Preparación de la mezcla

Es el conjunto de operaciones de mezclado, sobre la plataforma de la vía, del suelo con cloruro de calcio y con el agua, utilizando el equipo adecuado, que permite obtener la mezcla de suelo-cloruro de calcio que satisfaga los requisitos establecidos.

Para la ejecución de la mezcla sobre la vía los trabajos se deben iniciar en la forma siguiente:

- En las partes de la vía donde el Proyecto indique el uso del suelo existente en la vía, se debe escarificar uniformemente la superficie de la vía hasta la profundidad necesaria para obtener el volumen de suelo que requiere la mezcla.
- Si el Proyecto indica el uso de suelo de préstamo, en todo o en parte, dicho suelo de préstamo, se debe apilar sobre la superficie de la vía en montones separados entre sí a distancia conveniente, o en forma de camellón, o debe ser extendido mediante el uso de máquinas estabilizadoras, en la cantidad necesaria para obtener el volumen de suelo que requiera la mezcla.
- En caso de que sea necesario, se procederá a disgregar con la máquina adecuada en el ancho y espesor suficiente de tal forma que no contengan grumos y que permitan obtener la sección compactada indicada en el Proyecto o aprobadas por el Supervisor.
- En caso de que sea necesario, se procede al mezclado y al humedecimiento del suelo. El mezclado se debe ejecutar utilizando el equipo requerido, como los arados de rastras o de discos, o con

motoniveladora, procurando que el suelo no sea trasladado longitudinalmente por el equipo.

- Deberá conformarse de acuerdo con las secciones transversal y longitudinal de Proyecto.
- El cloruro de calcio se debe aplicar (agregar) utilizando un distribuidor mecánico o automático que garantice una distribución uniforme sobre la superficie de la vía. El método que se emplee para agregar el cloruro de calcio está sujeto a la aprobación previa de la Supervisión.
- Inmediatamente después de agregar el cloruro de calcio se procede a mezclarla con el suelo, mediante el uso de arados de rastras o de discos, o motoniveladora.
- La aplicación del agua de requerirse, se debe hacer mediante la barra de riego del camión tanque, o con el empleo de cualquier otro método que garantice un riego uniforme. Debe evitarse la concentración de agua en la superficie del material que se está mezclando.
- El proceso de mezclado debe continuar hasta que se obtenga una mezcla homogénea.
- Se tendrá cuidado de no contaminar con la mezcla las fuentes de agua, suelo, etc. cercano al área de trabajo.

301.D.27 Requisitos de campo de la mezcla de suelo-cloruro de calcio

La mezcla suelo-cloruro de calcio debe satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- La humedad de la mezcla debe ser la humedad óptima de compactación con una tolerancia de $\pm 1,5\%$.
- El contenido de cloruro de calcio de la mezcla no debe variar en más de $\pm 0,5\%$, establecida en el Proyecto.
- En caso que la mezcla sin compactar sea afectada por la lluvia, el Contratista sólo podrá emplear el material previa verificación en laboratorio de la no pérdida de sus propiedades y con aprobación del Supervisor. En caso contrario debe retirar la mezcla a un DME, según se indica en la [Sección 209](#).
- Se deberán ejecutar a modo de verificar el diseño del Proyecto, ensayos CBR, de acuerdo a la frecuencia indicada en la [Tabla 301.D-04](#).

Tabla 301.D-04
Ensayos y frecuencias

Material o producto	Propiedad y características	Método de ensayo	Frecuencia (1)	Lugar de muestreo
Suelo estabilizado cloruro de calcio	Granulometría	MTC E 107	750 m ³	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m ³	Pista
	Relación Humedad Densidad	MTC E 1102	750 m ³	Pista
	CBR	MTC E 132	750 m ³	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	Cada 250 m ²	Pista
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	2.000 m ³	Pista
	PH	NTP 339.176 2002	2.000 m ³	Pista
Cloruro de calcio	Densidad de concentración de cloruro de calcio P.H. color aspecto	ASTM E 448	10 kN o 230 m ³	Acopio

(1) O antes, si por su génesis existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del Proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o característica

301.D.28 Compactación

La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el equipo propuesto por el Contratista y aprobado por el Supervisor durante la ejecución del tramo de prueba.

El proceso de compactación deberá ser tal, que evite la formación de costras.

Los trabajos de compactación deberán ser terminados en un lapso no mayor de 2 horas desde el inicio de la mezcla. Si durante dicho plazo no se logran las condiciones de compactación exigidas más adelante (compactación) de esta especificación, el tramo se pondrá en observación. El grado de compactación no debe ser menor a 100% de la máxima densidad obtenida por el ensayo MTC E 115.

Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobados durante la fase de prueba, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, los que serán aprobados por el Supervisor, de

manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación.

Si el Proyecto lo señala, al terminar la compactación final de la capa suelo - cloruro de calcio, se realizará un riego superficial, manteniendo la dosificación establecida (solución: cloruro de calcio y agua).

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en los DME, según se indica en la [Sección 209](#).

Concluido el proceso de compactación, se inicia un proceso natural de curado que por lo general dura de 7 a 15 días, formándose una capa compacta que mantiene las partículas gruesas cohesionadas e impermeables, dando origen a una carpeta de rodado estable, sin deformaciones superficiales, barro o polvo en suspensión.

301.D.29 Juntas de trabajo

Al final del trabajo de cada día y/o cuando haya transcurrido más de una hora desde el momento en que se haya ejecutado la compactación final de la capa estabilizada, con la finalidad de proteger la capa construida, de la nueva capa que se vaya a conformar sucesivamente, se construirán juntas transversales (perpendicular al eje), haciendo un corte vertical en la capa construida situada aproximadamente a 7 cm de su borde.

La superficie de contacto de la junta se debe humedecer antes de proseguir con la colocación de la nueva mezcla.

Bajo las mismas consideraciones, si el suelo estabilizado no se construye en todo el ancho de la calzada sino por franjas, deberán disponerse también, mediante un procedimiento aprobado por el Supervisor, juntas longitudinales en corte vertical y paralelas al eje longitudinal de la calzada.

301.D.30 Tramo de prueba

Los factores fundamentales en el proceso de estabilización dependen de:

- Cantidad de Cloruro de calcio.
- Cantidad de Agua de mezclado.
- Densidad del suelo.

- Espesor de la capa a estabilizar.

En tal sentido, el Contratista debe efectuar tramo(s) de prueba, a fin de precisar las características y condiciones de la mezcla de trabajo, esta es la mejor forma de evaluar la combinación potencial del suelo - cloruro de calcio.

Complementariamente, se aplica lo indicado en la [Subsección 400.05](#).

301.D.31 Apertura al tránsito

El suelo estabilizado con cloruro de calcio sólo podrá abrirse al tránsito después de haber transcurrido por lo menos 3 horas de concluido el proceso de compactación de la capa materia de estabilización.

Luego de aperturado el tránsito se observará el comportamiento de la capa estabilizada y si este es adecuado, el Supervisor autorizará la apertura definitiva de la capa compactada.

301.D.32 Conservación

El Contratista deberá conservar el suelo estabilizado en perfectas condiciones funcionales y estructurales, hasta la recepción de la obra o hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del Proyecto. Todo daño que se presente, deberá corregirlo, a su costo, y debe contar con la aprobación de la Supervisión.

301.D.33 Limitaciones en la ejecución

Las estabilizaciones con cloruro de calcio no se podrán llevar a cabo, entre otros:

- Cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea menor o igual a 6°C.
- Durante precipitaciones pluviales.
- Cuando el medio ambiente tenga una humedad relativa mayor de 30%.
- Cuando el nivel freático se encuentre a distancias que no faciliten la migración del cloruro de calcio.
- Cuando los minerales contenidos en el pasante de la malla N.º 200 reaccionen desfavorablemente con el cloruro de calcio.

En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por agua de lluvia y como resultado de ello la humedad de la mezcla supere la tolerancia

mencionada en la [Subsección 301.D.27\(a\)](#), el Contratista deberá, a su costo, retirar la mezcla afectada a un DME, según se indica en la [Sección 209](#) y reconstruir el sector deteriorado previa aprobación del Supervisor.

Aceptación de los trabajos

301.D.34

La aprobación de los trabajos por el Supervisor estará sujeto a lo siguiente:

a. Controles

- Similares a los especificados en la [Subsección 400.07\(a\)](#).
- Adicionalmente deberá efectuar ensayos de control de densidad-humedad.
- Asimismo vigilará la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta sección.

b. Calidad de los Materiales

1. Calidad del Cloruro de Calcio

Cada vez que lo considere necesario, el Supervisor efectuará los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cloruro de calcio indicadas en la [Subsección 301.D.21](#), debiendo ser, por lo menos a la llegada a obra de un lote y después, cada 50 bolsas o 2000 kg. de un apilamiento.

2. Calidad del agua

El Supervisor siempre que lo considere necesario verificará el pH y el contenido de sulfatos del agua empleada.

3. Calidad de los suelos

De cada procedencia de los suelos de aporte empleados en la estabilización y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- Granulometría del suelo.
- Límites de Atterberg.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los suelos que presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo

especificado. Además, efectuará las verificaciones periódicas que se indican en la [Tabla 301.D-04](#)

Además, podrá verificar las pruebas adicionales que le permitan tener certeza de la calidad de los suelos y agregados por estabilizar, de acuerdo con las exigencias de la presente especificación.

c. Calidad del trabajo terminado

Se aplica lo indicado en la [Subsección 301.A.20\(d\)](#) a excepción del grado de compactación que debe ser como mínimo el 100%.

La evaluación de los trabajos de suelo estabilizado con cloruro de calcio se efectuará de acuerdo a lo indicado en las [Subsección 04.11](#) y el cálculo estadístico según la [Subsección 04.06](#) que conduce a determinar la aceptabilidad o el rechazo del trabajo.

d. Rugosidad

Medida en unidades IRI, la rugosidad no podrá ser superior a 6 m/km, salvo que la especificación particular establezca un límite diferente, cuando se estabiliza a nivel de superficie de rodadura.

Medición

301.D.35

La unidad de medida será el m³ de material o mezcla suministrada, colocada y compactada en el espesor previsto y aprobada por el Supervisor. El volumen se determinará por el sistema de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y de longitud real, medida a lo largo del eje del Proyecto. No se medirán cantidades en exceso de las especificadas.

Pago

301.D.36

El pago se hará por metro cúbico (m³) al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo esta especificación y cuente con la aprobación del Supervisor.

Se aplica lo especificado en la [Subsección 400.09](#).



Se incluye el precio de cloruro de calcio en la aplicación y curado en esta partida.

Partida de pago	Unidad de pago
301.D.B Suelo estabilizado con cloruro de calcio	Metro cúbico (m ³)

Suelos estabilizados con Cloruro de Magnesio

Descripción

301.D.37

En esta especificación se establecen los requisitos particulares para la construcción de una o más capas compuestas de suelos mezclados con cloruro de magnesio y agua, según se establece en esta especificación y en el expediente técnico del Proyecto.

El cloruro de magnesio, es un compuesto, cuya propiedad fundamental, al ser higroscópico, es absorber la humedad del aire y de los materiales que le rodean, reduciendo el punto de evaporación y mejorando la cohesión del suelo. Su poder coagulante conlleva, a un menor esfuerzo mecánico para lograr la densificación deseada, debido, al intercambio iónico entre el magnesio y los minerales componentes de la matriz fina de los materiales, produciéndose una acción cementante.

El Proyecto debe indicar los sitios de la vía en los cuales se construirá el suelo-cloruro, de magnesio; debe establecerse el pre diseño indicando las proporciones de la(s) mezcla(s) que se vayan a usar en cada sitio; y debe determinar el espesor correspondiente en cada caso.

Las consideraciones ambientales están referidas a la protección del medio ambiente durante la construcción de una o más capas de material granular compuestas de suelo mezclado con cloruro de magnesio.

Materiales

301.D.38 Suelos

Los suelos que se usen para la construcción del suelo-cloruro de magnesio pueden ser del propio camino o provenir, en todo o en parte, de préstamos seleccionados. Los sitios de préstamo estarán considerados en el Proyecto.

El Proyecto señalará y establecerá en los respectivos planos de construcción del suelo - cloruro de magnesio la procedencia del suelo a estabilizar, pudiendo ser de cantera o los que se encuentran en la superficie de la vía, bien sea en el corte o en la capa superior del terraplén.

Los suelos que se usen para la construcción de suelo-cloruro de magnesio deben estar limpios y no deben tener más del 3% de su peso de materia orgánica.

La gradación será definida en las especificaciones técnicas del Proyecto.

El índice de plasticidad del suelo no debe ser mayor de 15. El tamaño máximo del agregado grueso que contenga el suelo no debe ser mayor de 1/3 del espesor de la capa compactada de suelo-cloruro de magnesio y en ningún caso mayor a 2". El espesor de cada capa de suelo estabilizado será como mínimo 15 cm o lo especificado en el Proyecto.

La tolerancia de gradación y plasticidad de los suelos que se usen para la construcción de suelo - cloruro de magnesio están sujetos a la aprobación previa por escrito del Supervisor, de acuerdo a lo especificado en el Proyecto.

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales, los agregados gruesos deben tener un desgaste a la abrasión (Máquina de Los Ángeles) no mayor a 50%.

El suelo a estabilizar debe tener un pH mínimo de 5, para asegurar la reacción iónica que garantice la efectividad del cloruro de magnesio. Para valores menores al indicado se verificara que el pH de la mezcla sea básico.

301.D.39 Cloruro de Magnesio

El cloruro de magnesio es una sal, cuya composición química es $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, incoloro, soluble en agua, muy deliquescente al aire húmedo. Para la construcción suelo-cloruro de magnesio este puede utilizarse como sal o salmuera y debe satisfacer los requerimientos establecidos en Proyecto.

El contenido de cloruro de magnesio en la mezcla, generalmente varía entre 50 y 80 kg/m^3 de suelo seco a estabilizar. No obstante, la cantidad adecuada de cloruro de magnesio se definirá en función a las características propias de los materiales y a los ensayos de CBR ejecutados mediante la norma ASTM D 1883 y en función a los resultados que se obtengan del tramo de prueba.

301.D.39.A Agua

El agua que se use para la construcción de bases de suelo-sal debe estar limpia, no debe contener materia orgánica y estar libre de aceites, ácidos y álcalis perjudiciales.

Se podrá incorporar al agua, Cloruro de Magnesio, produciendo salmuera o también podrá aplicarse el agua de mar, mediante riego de salmueras, verificando que la cantidad de agua regada contenga la dosis adecuada de sal.

El valor de pH, medido de acuerdo con la norma NTP 339.073 deberá encontrarse entre 5,0 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como $\text{SO}_4^{=}$, determinado según la norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 1.000 ppm.

Equipo

301.D.40

Es aplicable lo indicado en la [Subsección 400.03](#). El equipo será el requerido para ejecutar las siguientes actividades:

- Escarificación de suelo propio y/o transporte de suelo de préstamo.
- Disgregación de suelo propio y/o extensión de suelo de préstamo.
- Adición de cloruro de magnesio.
- Adición del agua.
- Mezclado.
- Extendido, compactado y acabado de la superficie de la capa.
- Curado.
- Control de calidad.

Requerimientos de Construcción

301.D.41

El Supervisor debe autorizar, por escrito, el inicio de los trabajos de construcción del suelo-cloruro de magnesio, luego de constatar que han sido satisfechos los requisitos previos establecidos en esta especificación, y lo establecido en el contrato de la obra.

Cuando se va a construir una capa de suelo-cloruro de magnesio sobre la superficie de una vía que haya estado en servicio y que presente

irregularidades en toda o en parte de su longitud, se debe proceder, previamente, al acondicionamiento de las zonas irregulares de dicha superficie.

Además se deberá tener en consideración los aspectos de drenaje de la vía, tales como el bombeo de la calzada, el cual deberá estar comprendido entre 2,5 y 4%, con la finalidad de facilitar el escurrimiento superficial del agua hacia las obras de drenaje diseñadas para tal fin.

301.D.42 Preparación de la mezcla

Es el conjunto de operaciones de mezclado sobre la plataforma de la vía, del suelo a estabilizar con el cloruro de magnesio y con el agua, utilizando el equipo adecuado que permita obtener la mezcla de suelo-cloruro de magnesio que satisfaga los requisitos establecidos.

Para la ejecución de la mezcla sobre la vía los trabajos se deben iniciar en la forma siguiente:

- En las partes de la vía donde el Proyecto indique el uso del suelo existente, se debe escarificar uniformemente la superficie hasta la profundidad necesaria para obtener el volumen de suelo que requiere la mezcla.
- Si el Proyecto indica el uso de suelo de préstamo, en todo o en parte, dicho suelo de préstamo, se debe apilar sobre la superficie de la vía entre sí a distancia conveniente, o en forma de camellón, o debe ser extendido mediante el uso de máquinas estabilizadoras, en la cantidad necesaria para obtener el volumen de suelo que requiera la mezcla.
- En caso de que sea necesario, se procederá a disgregar con la máquina adecuada en el ancho y espesor suficiente de tal forma que no contengan grumos y que permitan obtener la sección compactada indicada en los planos o aprobada por el Supervisor.
- En caso de que sea necesario, se procede al mezclado y al humedecimiento del suelo. El mezclado se debe ejecutar utilizando el equipo requerido como los arados de rastras o de discos, o con motoniveladora, procurando que el suelo no sea trasladado longitudinalmente por el equipo.
- Deberá conformarse de acuerdo con las secciones transversal y longitudinal de Proyecto.

- El cloruro de magnesio se debe agregar utilizando una barra de riego del camión tanque o un método manual que garantice una distribución uniforme sobre la superficie de la vía. El método que se emplee para agregar el cloruro de magnesio está sujeto a la aprobación previa de la Supervisión.
- Inmediatamente después de agregar el cloruro de magnesio se procede a mezclarla con el suelo, mediante el uso de arado de rastras o de discos, o motoniveladora(s).
- La aplicación del agua de requerirse debe hacer mediante la barra de riego del camión tanque, o con el empleo de cualquier otro método que garantice un riego uniforme. Debe evitarse la concentración de agua en la superficie del material que se está mezclando.
- El proceso de mezclado debe continuar hasta que se obtenga una mezcla homogénea.
- Se tendrá cuidado de no contaminar con la mezcla las fuentes de agua, suelo, etc. cercano al área de trabajo.

301.D.43 Requisitos de campo de la mezcla de suelo-cloruro de magnesio

La mezcla del suelo-cloruro de magnesio debe satisfacer los requisitos siguientes:

- La humedad de la mezcla debe ser la óptima de compactación con una tolerancia de $\pm 1,5\%$.
- El contenido de cloruro de magnesio de la mezcla no debe variar en más de 5% por exceso o por defecto, de la cantidad por metro cúbico de mezcla, establecida en el Proyecto.
- En caso que la mezcla sin compactar sea afectada por la lluvia, el Contratista sólo podrá emplear el material previa verificación en laboratorio de la no pérdida de sus propiedades y con aprobación del Supervisor. En caso contrario debe retirar la mezcla a un DME, según se indica en la [Sección 209](#).
- Se deberán ejecutar a modo de verificar la cantidad de la mezcla y diseño, ensayos CBR, de acuerdo a la frecuencia indicada en la [Tabla 301.D-05](#).

Tabla 301.D-05
Ensayos y frecuencias

Material o producto	Propiedad y características	Método de ensayo MTC	Frecuencia (1)	Lugar de muestreo
Suelo estabilizado cloruro de magnesio	Granulometría	MTC E 107	750 m ³	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m ³	Pista
	Relación Humedad Densidad	MTC E 1102	750 m ³	Pista
	CBR	MTC E 132	750 m ³	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	250 m ²	Pista
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	2.000 m ³	Pista
	PH	NTP 339.176 2002	2.000 m ³	Pista

(1) O antes, si por su génesis existe variación estratigráfica horizontal y vertical que .originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del Proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o característica

301.D.44 Compactación

La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el equipo propuesto por el Contratista y aprobado por el Supervisor durante la ejecución del tramo de prueba.

El proceso de compactación deberá ser tal, que evite la formación de costras.

Los trabajos de compactación deberán ser terminados en un lapso no mayor de 2 horas desde el inicio de la mezcla. Si durante dicho plazo no se logran las condiciones de compactación exigidas más adelante (compactación) de esta especificación, el tramo se pondrá en observación. El grado de compactación no debe ser menor a 100% de la máxima densidad obtenida por el ensayo MTC E 115.

Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado durante la fase de prueba, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, aprobados por el Supervisor, de manera que la

mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación.

Si el Proyecto lo señala, al terminar la compactación final de la capa suelo-cloruro de magnesio, se debe proceder a un riego superficial, manteniendo la dosificación establecida (solución: cloruro de magnesio y agua).

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en los DME, según se indica en la [Sección 209](#)

Concluido el proceso de compactación, se inicia un proceso natural de curado que por lo general dura de 7 a 15 días, formándose una capa compacta que mantiene las partículas gruesas cohesionadas e impermeables, dando origen a una carpeta de rodado estable, sin deformaciones superficiales, barro o polvo en suspensión.

301.D.45 Juntas de trabajo

Al final del trabajo de cada día y/o cuando haya transcurrido más de una hora desde el momento en que se haya ejecutado la compactación final de la capa estabilizada, con la finalidad de proteger la capa construida, de la nueva capa que se vaya a conformar sucesivamente se construirán juntas transversales (perpendicular al eje), haciendo un corte vertical en la capa construida situada aproximadamente a 7 cm de su borde. La superficie de contacto de la junta se debe humedecer antes de proseguir con la colocación de la nueva mezcla.

Bajo las mismas consideraciones, si el suelo estabilizado no se construye en todo el ancho de la calzada sino por franjas, deberán disponerse también, mediante un procedimiento aprobado por el Supervisor, juntas longitudinales en corte vertical y paralelas al eje longitudinal de la calzada.

301.D.46 Tramo de prueba

Los factores fundamentales en el proceso de estabilización dependen de:

- Cantidad de cloruro de magnesio.
- Cantidad de agua.
- Densidad del suelo.
- Espesor de la capa a estabilizar.

En tal sentido, el Contratista debe efectuar tramo(s) de prueba, a fin de precisar las características y condiciones de la mezcla de trabajo, esta es la mejor forma de evaluar la combinación potencial del suelo - cloruro de magnesio.

Complementariamente, se aplica lo indicado en la [Subsección 400.05](#).

301.D.47 Apertura al tránsito

El suelo estabilizado con cloruro de magnesio sólo podrá abrirse al tránsito después de haber transcurrido por lo menos 3 horas de concluido el proceso de compactación de la capa materia de estabilización.

Luego de aperturado el tránsito se observará el comportamiento de la capa estabilizada y si este es adecuado, el Supervisor autorizará la apertura definitiva de la capa compactada.

301.D.48 Conservación

El Contratista deberá conservar el suelo estabilizado en perfectas condiciones, hasta la recepción de obra o hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del Proyecto. Todo daño que se presente, deberá corregirlo, a su costo, y deberá contar con la aprobación del Supervisor.

301.D.49 Limitaciones en la ejecución

Las estabilizaciones con cloruro de magnesio sólo se podrán llevar a cabo, entre otros:

- Cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea menor o igual a 6°C.
- Durante precipitaciones pluviales.
- Cuando el medio ambiente tenga una humedad relativa mayor de 30%.
- Cuando el nivel freático se encuentre a distancias que no faciliten la migración del cloruro de magnesio.
- Cuando los minerales contenidos en el pasante de la malla N.º 200 reaccionen desfavorablemente con el cloruro de magnesio.

En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por agua de lluvia y como resultado de ello la humedad de la mezcla supere la tolerancia

mencionada en la [Subsección 301.D.43](#), el Contratista deberá, a su costo, retirar la mezcla afectada a un DME, según se indica en la [Sección 209](#) y reconstruir el sector deteriorado previa aprobación del Supervisor.

301.D.50 Aceptación de los trabajos

La aprobación de los trabajos por el Supervisor estará sujeto a lo siguiente:

a. Controles

Similares a los especificados en la [Subsección 400.07\(a\)](#).

Adicionalmente deberán efectuarse ensayos de control de densidad-humedad.

Asimismo vigilará la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta [Sección 301.D.](#)

b. Calidad de los materiales

1. Calidad del cloruro de magnesio

Cada vez que lo considere necesario, el Supervisor efectuará los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cloruro de magnesio indicadas en la [Subsección 301.D.39](#), debiendo ser, por lo menos a la llegada a obra de un lote y después, cada 50 bolsas o 2000 kg. de un apilamiento.

2. Calidad del agua

El Supervisor siempre que lo considere necesario verificará el pH y el contenido de sulfatos del agua empleada.

3. Calidad de los suelos

De cada procedencia de los suelos de aporte empleados en la estabilización y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- Granulometría del suelo.
- Límites de Atterberg.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los suelos que presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Además, efectuará las verificaciones periódicas que se indican en la [Tabla 301.D-05](#).

Además, podrá verificar las pruebas adicionales que le permitan tener certeza de la calidad de los suelos por estabilizar, de acuerdo con la presente especificación.

c. Calidad del trabajo terminado

Se aplica lo indicado en la [Subsección 301.A.20\(d\)](#) a excepción del grado de compactación que debe ser como mínimo el 100%.

La evaluación de los trabajos de suelo estabilizado con cloruro de magnesio se efectuará de acuerdo a lo indicado en las [Subsección 04.11](#) y el cálculo estadístico según la [Subsección 04.06](#) que conduce a determinar la aceptabilidad o el rechazo del trabajo.

d. Rugosidad

Medida en unidades IRI, la rugosidad no podrá ser superior a 6 m/km, salvo que la especificación particular establezca un límite diferente, cuando se estabiliza a nivel de superficie de rodadura.

Medición

301.D.51

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), de material o mezcla suministrada, colocada y compactada en el espesor previsto y aprobada por el Supervisor. El volumen se determinará por el sistema de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y la longitud real, medida a lo largo del eje del Proyecto. No se medirán cantidades en exceso de las especificadas.

Pago

301.D.52

El pago se hará por metro cúbico (m³) al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo esta especificación y cuente con la aprobación del Supervisor. Aplica lo especificado en [Subsección 400.09](#).

Incluye el precio de cloruro de magnesio en la aplicación y curado.

Partida de pago	Unidad de pago
301.D.C Suelo estabilizado con cloruro de magnesio	Metro cúbico (m ³)



SECCION 301.E

SUELOS ESTABILIZADOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 301.E

Suelos estabilizados con emulsión asfáltica

Descripción

301.E.01

Consiste en la construcción de una o más capas de suelos estabilizados con emulsión asfáltica catiónica, de acuerdo con las estas especificaciones técnicas, así como de las dimensiones, alineamientos y secciones transversales indicados en los documentos del Proyecto.

La emulsión asfáltica catiónica utilizado para la estabilización de la vía, proviene de la composición de tres elementos básicos: asfalto, agua y un agente emulsificante (tensoactivo); la emulsión asfáltica puede ser modificada con polímeros o contener otros aditivos, dependiendo de la formulación del fabricante. El asfalto es el componente base de la emulsión y constituye entre un 60 y 75%. El poder cementante del asfalto como componente de la emulsión conlleva a que fije a los agregados en posiciones adecuadas para transmitir las cargas aplicadas a las capas inferiores.

El proyecto debe indicar los sitios de la vía en los cuales se construirá el suelo-emulsión; debe establecerse el pre diseño indicando las proporciones de la(s) mezcla(s) que se vayan a usar en cada sitio; y debe determinar el espesor correspondiente en cada caso.

La respuesta y duración de la estabilización suelo-emulsión estará sujeta a los siguientes factores:

- Dureza, gradación del suelo y tipo y calidad de emulsión.
- Afinidad del suelo con la emulsión.
- Calidad del drenaje existente.
- Calidad de la ejecución de manera que se respeten las dosificaciones materiales, tipo y composición de la mezcla y utilización de equipos de acuerdo a las condiciones del Proyecto.

Materiales

301.E.02 Suelos

Los suelos que se usen para la construcción del suelo-emulsión, pueden ser del propio camino o provenir, en todo o en parte, de préstamos seleccionados. Los sitios de préstamo estarán considerados en el Proyecto.

El Proyecto señalará y establecerá los planos para la construcción del suelo-emulsión que se deben usar y los que se encuentran en la superficie de la vía. Además debe presentar las siguientes características:

Los suelos deben tener máximo 10% de material pasante por el tamiz N.º 200, estar limpios y no deben tener más de 1% de su peso de materia orgánica.

El índice de plasticidad del suelo debe ser menor o igual a 9%. El tamaño máximo del agregado grueso que contenga el suelo no debe ser mayor de 1/3 del espesor de la capa compactada de suelo-emulsión. El espesor total de la capa de suelo estabilizado con emulsión, será como mínimo de 15 cm.

La proporción de sulfatos, expresados como SO_4^- no podrá exceder de 6000 ppm.

Los agregados gruesos deben tener un desgaste a la abrasión (Máquina de Los Ángeles) no mayor a 50%.

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales, los agregados gruesos no deben presentar pérdidas en sulfato de sodio superiores al 12% y en materiales finos superiores al 10%; si se emplea sulfato de magnesio los agregados gruesos no deben presentar pérdidas superiores al 18% y en los materiales finos superiores al 15%.

La gradación será definida en las especificaciones técnicas del Proyecto.

301.E.03 Emulsión

La emulsión asfáltica catiónica, será del tipo de rotura lenta (CSS-1h), el cual deberá cumplir con los requisitos indicados en la [Tabla 301.E-01](#).

Tabla 301.E-01
Requerimiento de emulsión asfáltica catiónica

Características	Ensayo.	CSS-1h	
		Min.	Max.
Viscosidad. Saybort Furol a 77°F (25 °C). s	MTC E 403	20	100
Estabilidad de Almacenamiento, 24-h, %*	MTC E 404		1
Carga de partícula	MTC E407	Positivo	
Prueba de Tamiz. %	MTC E 405		0,1
Mezcla por Cemento, %	ASTM D-6935		2,0
Destilación: - Residuo, %	MTC E 401	57	
Pruebas sobre el Residuo de destilación: - Penetración, 77°F (25°C), 100 g, 5 s - Ductilidad, 77°F (25°C), 5 cm/min, cm - Solubilidad en Tricloroetileno, %	MTC E 304 MTC E 306 MTC E 302	40 40 97,5	90

Deberá estar respaldado por certificados de calidad del fabricante en el que se indique el cumplimiento de los requisitos de calidad que se establecen en las especificaciones.

El transporte de la emulsión asfáltica desde la planta de fabricación hasta el sitio de mezcla o de colocación, se realizará a granel (cilindros) en carrotanque que no requieran aislamiento térmico ni calefacción.

El almacenamiento de la emulsión asfáltica, se realizará en tanques cilíndricos verticales, con tuberías de fondo para carga y descarga, las cuales deberán encontrarse en posiciones diametralmente opuestas.

Los tanques tendrán bocas de ventilación para evitar que trabajen a presión y contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios, para garantizar su correcto funcionamiento. La temperatura de almacenamiento debe encontrarse entre 10 y 60°C.

301.E.04 Agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como SO_4^- y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3.000 ppm, determinado según la norma NTP 339.072. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.

301.E.05 Material mineral

Puede adicionarse cal hidratada ó cemento en proporciones de 1% a 2%, según lo especifique el diseño.

301.E.06 Mezcla

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista entregará al Supervisor, para su verificación, muestras representativas de los materiales y la emulsión que se propone utilizar, avaladas por los resultados de los ensayos o certificados que demuestren la conveniencia de utilizarlos en la mezcla e igualmente presentará el diseño de la misma.

Normalmente la emulsión varía entre 4% y 6%, en peso del suelo seco a estabilizar.

No obstante, la cantidad adecuada de la emulsión depende de los resultados que se obtengan del tramo de prueba.

La mezcla se debe diseñar mediante el procedimiento Illinois del Instituto del Asfalto basado en la norma MTC E 504. Este procedimiento se debe realizar cada vez que se cambie de material. La formulación señalará:

- Granulometría del suelo.
- Porcentaje (%) de agua, respecto al peso del suelo seco.
- Tipo y contenido óptimo de emulsión (%).
- Contenido óptimo de residuo asfáltico (%).
- Recubrimiento de la mezcla (%).
- Humedad óptima para compactación (%).
- Estabilidad Marshall (kg).

La dosificación de la mezcla se basará en los siguientes criterios:

- La cantidad de agua, será la necesaria para una buena dispersión de la emulsión, esta será determinada en laboratorio con contenido de emulsión.
- Para obtener el contenido óptimo de emulsión asfáltica, la mezcla debe tener una estabilidad Marshall mínima de 230 kg con una pérdida de estabilidad después de saturado máximo 50%. El porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla deberá encontrarse entre 50 y 100%.

Finalmente la construcción del suelo estabilizado con emulsión no se podrá iniciar hasta que la mezcla cuente con la aprobación del Supervisor.

Equipo

301.E.07

Es aplicable lo indicado en la [Subsección 400.03.](#)

Con la finalidad de producir la mezcla en el lugar, se puede emplear una planta central de mezclas frías, o métodos de mezcla in-situ, ya sea mediante el escarificado y disgregación del suelo natural, o la disgregación total del material de cantera.

Se puede usar mezcladoras rotatorias gradadas con dientes, púas u hojas cortantes; también puede usarse equipos modernos diseñados para reciclar pavimentos.

Requerimientos de Construcción

301.E.08 Explotación y elaboración de materiales.

Al respecto, se aplica lo descrito en la [Subsección 400.04.](#)

301.E.09 Diseño de la mezcla

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista entregará al Supervisor, para su verificación, muestras representativas de los materiales (incluyendo el agua de mezclado) y emulsión asfáltica a emplear, avalados con los certificados de calidad y diseño de mezcla, que demuestren la conveniencia de su uso en relación al tipo de suelo.

Si a juicio del Supervisor, los materiales, el equipo ó el diseño de la mezcla resultan objetables, el Contratista deberá efectuar las modificaciones o reajustes necesarios. Una vez que el Supervisor apruebe el diseño de mezcla, éste sólo podrá reajustarse ó modificarse durante la ejecución de los trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los elementos que intervienen en ella, el cual será previamente aprobado por el Supervisor.

El Supervisor podrá autorizar el inicio de los trabajos, recién cuando el Contratista cuente con el Diseño de la Mezcla aprobado, la totalidad de los equipos necesarios para garantizar la continuidad de la obra y la asistencia técnica de parte del fabricante del estabilizador.

Para el Diseño se empleará el procedimiento de Illinois del Instituto del Asfalto basado en la norma ASTM D-1559 o AASHTO T-245.

El reporte del diseño debe especificar la siguiente información:

- Contenido óptimo de emulsión (%).
- Contenido óptimo de residuo asfáltico (%).
- Recubrimiento de la mezcla (%).
- Humedad óptima para compactación (%).
- Estabilidad Marshall modificado (kg).

301.E.10 Preparación de la superficie existente

En relación con la preparación de la superficie existente, se aplicarán los procedimientos descritos en la [Subsección 301.A.08](#).

301.E.11 Transporte de agregados

Cuando la estabilización incluya agregados de aporte, ellos se transportarán a la vía o a la planta de mezcla protegidos con lonas u otros protectores adecuados, asegurados a la carrocería, de manera de impedir que parte del material caiga sobre las vías por donde transitan los vehículos.

Igual precaución deberá tomarse durante el transporte a la vía de las mezclas elaboradas en planta.

Durante el transporte de los suelos y agregados, estos serán protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería y humedecidos, a fin de evitar derrames de material.

301.E.12 Disgregación del suelo

Antes de aplicar el estabilizador, el material a tratar, sea que haya sido escarificado en el lugar (in situ) o transportado desde los sitios de origen aprobados por el Supervisor, se disgregará con la máquina adecuada en el ancho y espesor suficientes de tal forma no contengan grumos y que permitan obtener la sección compactada indicada en el Proyecto o aprobada por el Supervisor.

La longitud de calzada disgregada no deberá exceder de la que pueda tratarse y compactarse de acuerdo con esta especificación en 2 días de trabajo, salvo aprobación del Supervisor.

Una vez disgregado el suelo, éste deberá conformarse a la sección transversal de la calzada, con el empleo de motoniveladora.

Durante la realización de este trabajo se tomarán las medidas para que el material particulado emitido no pase el límite permisible. Con el fin de proteger la salud de las personas.

301.E.13 Aplicación de la emulsión asfáltica

La emulsión se aplicará sobre el suelo en la proporción prevista en el diseño aprobado por el Supervisor.

La aplicación deberá efectuarse por medio de un tanque cisterna autopropulsado.

Durante estas obras se tomará en cuenta que la emulsión esparcida no pase del área de trabajo. Los residuos y excedentes se colocarán en los DME, según lo dispuesto en la [Sección 209](#).

301.E.14 Mezcla

Después de aplicar la emulsión asfáltica y siempre que su empleo lo exija, se efectuará la mezcla en todo el espesor indicado en los planos u ordenado por el Supervisor, empleando para ello el equipo aprobado. El número de pasadas del equipo, será el necesario para obtener una mezcla homogénea, según se defina en un Tramo de Prueba, según se indica en la [Subsección 400.05](#).

En caso de que se requiera, se añadirá el agua faltante y se continuará la mezcla hasta que la masa, resultante presente completa homogeneidad, garantizando las pendientes requeridas antes de proceder a la compactación.

Durante esta actividad se tendrá cuidado para evitar los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar. El área de trabajo será limpiada y los residuos o excedentes se colocarán en los DME.

En caso que la mezcla sin compactar sea afectada por la lluvia, debe ser retirada por el Contratista a un DME, según lo dispuesto en la [Sección 209](#).

301.E.15 Aireación

Antes de la compactación, se llevará a cabo la aireación de la mezcla para llegar a la humedad óptima determinada en laboratorio; el tiempo de duración estará sujeto al clima de la zona y será aprobada por la Supervisión.

301.E.16 Compactación

La compactación de la mezcla se realizará con el equipo propuesto por el Contratista y aprobado por el Supervisor durante la ejecución del tramo de prueba.

Los trabajos de compactación deberán terminarse en el lapso que fije el Tramo de Prueba, contado desde el inicio de la mezcla. Si durante ese lapso no se logran las condiciones de compactación exigidas, el tramo se pondrá en observación.

Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado durante la fase de prueba, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, aprobados por el Supervisor, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta actividad, deben ser colocados en los DME, según lo dispuesto en la [Sección 209](#).

301.E.17 Juntas de trabajo

Al respecto, resulta aplicable lo indicado en la [Subsección 301.A.14](#).

301.E.18 Apertura al tránsito

La base compactada se protegerá contra la acción del tránsito automotor durante el período establecido por el fabricante de la emulsión utilizada, el cual debe estar especificado en el diseño aprobado.

301.E.19 Conservación

Al respecto, se aplica lo descrito en la [Subsección 301.A.18](#)

301.E.20 Limitaciones en la ejecución

En la ejecución de los trabajos, se observarán todas las precauciones en relación con las condiciones meteorológicas que recomiende el fabricante del producto estabilizante, que garanticen la obtención de una base durable y que cumpla las exigencias de esta especificación.

301.E.21 Aceptación de los Trabajos

a. Controles

En adición a lo indicado en la [Subsección 400.07\(a\)](#) de las presentes especificaciones, el Supervisor deberá efectuar ensayos para el control de mezcla y de densidad y resistencia de ella luego de compactada.

El Supervisor vigilará la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en la [Subsección 301.E.14.](#)

Se deberá tener especial cuidado en el control del contenido óptimo de emulsión, trabajabilidad y recubrimiento de la mezcla y rotura de la emulsión. El control de la estabilidad se efectuará medianía el procedimiento de Illinois del Instituto del Asfalto basado en la norma ASTM D-1559 ó AASHTO T-245.

b. Calidad de los materiales

1. Calidad de la emulsión

La certificación expedida por el fabricante de la emulsión, debe indicar entre otros la fecha de elaboración y despacho, el tipo y velocidad de rotura.

Cuando el estabilizador se provea en estado líquido, la Supervisión tomará muestras representativas del lote, las que se analizarán de acuerdo ensayos indicados en la [Tabla 301.E-02.](#) Si el estabilizador

viene en bidones, el muestreo se efectuará sobre un mínimo de dos, tomados aleatoriamente, las cuales finalmente se mezclarán. Si el estabilizador es suministrado en tanques, el muestreo se efectuará al menos tres veces durante la descarga por cada tanque. En cualquiera de los dos casos la muestra total obtenida debe ser como mínimo 8 litros.

Además, el Supervisor podrá ordenar la ejecución de los ensayos señalados, cuando:

- El estabilizador haya permanecido almacenado por un periodo superior al señalado en estas especificaciones ó en la hoja técnica del fabricante.
- Las condiciones atmosféricas son desfavorables (muy húmedos, congelación) y perjudiciales para la emulsión almacenada.

El Supervisor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de emulsión asfáltica que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante.

2. Calidad de los suelos

De cada procedencia de los suelos y agregados de aporte empleados en la estabilización y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro muestras y de cada fracción de ellas se determinarán;

- La plasticidad de la fracción fina.
- Contenido de sulfatos.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los suelos y agregados que, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Además, efectuará las verificaciones periódicas que se indican en la [Tabla 301.E-02](#).

Tabla 301.E-02
Ensayos Específicos y Frecuencias

Material o producto	Propiedad y características	Método de ensayo	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Suelo	Granulometría	MTC E204	750 m ³	Pista
	Plasticidad	MTC E110	750 m ³	Pista
	Sulfatos	NTP 339.178	2.000 m ³	Pista
	Materia Orgánica	AASHTO T 194	2.000 m ³	Pista
	Abrasión	MTC E 207	2.000 m ³	Pista
	Durabilidad (2)	MTC E 209	2.000 m ³	Pista
Suelo estabilizado con emulsión	Contenido residuo de asfalto	MTC E 502	2 por día	Pista
	Granulometría	MTC E 204	2 por día	Pista
	Marshall	MTC E 504	2 por día	Pista
	Densidad de campo	MTC E 506	Cada 250 m ²	Pista
		MTC E 508 MTC E 5010		
Espesor	MTC E 507	Cada 250 m ²	Pista	
Emulsión	Según 301.E.03			Tanque/Bidón

Nota:

- (1) O antes, si por su génesis existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados En caso de que los metrados del Proyecto no alcancen frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o característica
- (2) Ensayo exigido para capas estructurales en zonas con altitud mayor a 3000 m.s.m

3. Calidad del agua

El Supervisor siempre que lo considere necesario verificará el pH y el contenido de sulfatos del agua empleada.

c. Calidad de la mezcla

La calidad de la mezcla se verificará mediante el procedimiento de Illinois del Instituto del Asfalto basado en la norma ASTM D-1559 ó AASHTO T-245, para tal efecto tomará como mínimo 2 muestras por día, de las cuales moldearán testigos (mínimo 2 por muestra) para verificar en el laboratorio el cumplimiento de su densidad, granulometría, estabilidad Marshall y el contenido de asfalto, respecto del diseño Marshall.

El incumplimiento de alguna de estas exigencias producirá el rechazo del tramo representado por las muestras.

d. Calidad del trabajo terminado

Se aplica lo indicado en la [Subsección 301.A.20\(d\)](#)

La evaluación de los trabajos de suelo estabilizado con emulsión asfáltica se efectuará de acuerdo a lo indicado en las [Subsección 04.11](#) y el cálculo estadístico según la [Subsección 04.06](#) que conduce a determinar la aceptabilidad o el rechazo del trabajo.

e. Compactación

Para el control de compactación de la capa estabilizada, alternativamente pueden extraerse testigos con equipo diamantino, uno cada 250 m² al cual se medirá su Densidad (MTC E 506).

De 6 testigos, la densidad media del tramo (D_m) deberá ser cuando menos, el 95% de la media (D_e) obtenida de los controles de mezcla del sector en evaluación.

$$D_m > 0,95 D_e$$

Además, la densidad de cada testigo individual (D_i) deberá ser mayor ó igual al 94% de la densidad media D_e .

$$D_i > 0,94 D_e$$

De emplearse como parámetro de control el ensayo de densidad (MTC E-506), el incumplimiento de alguno de estos dos requisitos implica el rechazo del tramo por parte del Supervisor.

f. Rugosidad

Medida en unidades IRI, la rugosidad no podrá ser superior a 6 m/km, salvo que la especificación particular establezca un límite diferente, cuando se estabiliza a nivel de superficie de rodadura.

Medición

301.E.22

La unidad de medida será en metro cúbico (m^3), de material o mezcla suministrada, colocada y compactada en el espesor previsto, que cuentan con la aprobación del Supervisor. El volumen se determinara por el sistema de áreas extremas, utilizando la sección transversal y la longitud real, medida a lo largo del eje del Proyecto. No se medirán cantidades en exceso de las especificadas.

Pago

301.E.23

El pago se hará por metro cúbico (m^3) al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo esta especificación y cuente con la aprobación del Supervisor.

Se aplica lo especificado en la [Subsección 400.09](#).

Se incluye el precio de la emulsión asfáltica en la aplicación y curado en esta partida.

Partida de pago	Unidad de pago
301.E.A Suelo Estabilizado con Emulsión Asfáltica	Metro cúbico (m^3).



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



CAPITULO IV

PAVIMENTOS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



CAPAS ANTICONTAMINANTES SUBBASES Y BASES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 400

DISPOSICIONES GENERALES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 400

Disposiciones generales

Descripción

400.01

Esta especificación presenta las disposiciones que son generales a los trabajos sobre pavimentos que están referidos a capas anticontaminantes, subbases y bases granulares, con o sin estabilizadores.

Para la construcción de capas anticontaminantes, subbases y bases granulares, con o sin estabilizadores, se utilizarán materiales granulares naturales procedentes de excedentes de excavaciones, canteras, o escorias metálicas establecidas en el Expediente Técnico y aprobadas por el Supervisor; así mismo podrán provenir de la trituración de rocas, gravas o estar constituidos por una mezcla de productos de diversas procedencias.

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Los requisitos de calidad que deben cumplir los diferentes materiales y los requisitos granulométricos se presentan en la especificación respectiva.

Para el traslado del material para conformar capas anticontaminantes, subbases y bases al lugar de obra, se deberá humedecer adecuadamente los materiales y cubrirlos con lona para evitar emisiones de material particulado, que pudiera afectar a los trabajadores y poblaciones aledañas.

Los montículos de material almacenados temporalmente en las canteras y plantas de procesamiento de materiales, se cubrirán con lonas impermeables, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera, y a cuerpos de agua cercanos y protegerlos de la excesiva humedad en caso de ocurrencia de lluvia.

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como SO_4^- y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3.000 ppm, determinado según la norma NTP 339.072. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.

Equipo

400.03

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de la [Subsección 06.01](#) y de la correspondiente partida de trabajo.

El equipo será el apropiado para la explotación de los materiales, su clasificación, trituración de ser requerido, lavado de ser necesario, equipo de carga, descarga, transporte, extendido, mezcla, homogeneización, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

El equipo debe cumplir con lo que se estipula en la [Subsección 05.11](#).

Requerimientos de construcción

400.04 Explotación y elaboración de materiales

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para su explotación y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del Supervisor, lo que no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de cada especificación.

Evaluar conjuntamente con el Supervisor las canteras establecidas, el volumen total a extraer de cada cantera, así mismo estimar la superficie que será explotada y proceder al estacado de los límites.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes.

Si el Contratista no cumple con esos requerimientos, el Supervisor exigirá los cambios que considere necesarios.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán efectuar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá ejecutarlos en la vía.

Luego de la explotación de canteras, se deberá readecuar el terreno en conformidad con la morfología de la zona, ya sea con cobertura vegetal o con otras obras para recuperar las características de la zona antes de su uso, siguiendo las disposiciones de la [Sección 906](#).

Los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la vegetación nativa. Al abandonar las canteras, el Contratista readecuará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas, teniendo en consideración lo indicado en la [Subsección 05.06](#) de estas especificaciones.

En los casos que el material proceda de lechos de río, el contratista deberá contar previamente al inicio de su explotación, con los permisos respectivos. Así también, el material superficial removido debe ser almacenado para ser reutilizado posteriormente para la readecuación del área de préstamo. La explotación del material se realizará fuera del nivel del agua y sobre las playas del lecho, para evitar la remoción de material que generaría aumento en la turbidez del agua.

La explotación de los materiales de río debe localizarse aguas abajo de los puentes y de captaciones para acueductos, considerando todos los detalles descritos en el Plan de Manejo Ambiental, y las recomendaciones para que no se altere el comportamiento hidráulico, no se altere el ancho y la profundidad fluvial, condiciones geométricas de tramo fluvial, y que el comportamiento del flujo de las aguas no se modifique.

Si la explotación es dentro del cauce de río, esta no debe tener más de un 1.5 metros de profundidad, evitando hondonadas y cambios morfológicos del río. Esta labor debe realizarse en los sectores de playa más ancha utilizando toda la extensión de la misma. Paralelamente, se debe proteger las márgenes del río, a fin de evitar desbordes en épocas de creciente.

Al concluir con la explotación de las canteras de río, se debe efectuar la recomposición total del área afectada, no debiendo quedar hondonadas, que produzcan empozamientos del agua y que en épocas de crecidas puede ocasionar fuertes desviaciones de la corriente y crear erosión lateral de los taludes del cauce.

Se deberán establecer controles para la protección de los taludes; así mismo se deberá humedecer el área de operación o patio de carga, a fin de evitar la emisión de material particulado, durante la explotación de materiales.

Los desechos de los cortes no podrán ser dispuestos a media ladera, ni arrojados a los cursos de agua; éstos deberán ser colocados en el lugar de disposición de materiales excedentes, o reutilizados para la readecuación de la zona afectada.

Para mantener la estabilidad del macizo rocoso, y salvaguardar la integridad física de las personas, no se permitirán alturas de taludes superiores a 10 m.

Se debe presentar un registro de control de las cantidades extraídas de la cantera al Supervisor, para evitar la sobreexplotación. La extracción por sobre las cantidades máximas de explotación, se realizará únicamente con la autorización del Supervisor.

El material no seleccionado para el empleo en la construcción de carreteras, deberá ser apilado convenientemente a fin de que pueda ser posteriormente utilizado en el nivelado del área.

- **Planta de Trituración**

La planta de trituración se debe instalar y ubicar en el lugar que cause el menor daño posible al medio ambiente y estar dotada de filtros, pozas de sedimentación y captadores de polvo u otros aditamentos necesarios, a fin de evitar la contaminación de aguas, suelos, aire, vegetación, poblaciones aledañas, etc. por causa de su funcionamiento.

La instalación de la planta de trituración, requiere un terreno adecuado para ubicar los equipos, establecer patios de materias primas, así como las casetas para oficinas y administración.

La planta de trituración, debe estar ubicada a prudente distancia de las viviendas, en medio de barreras naturales (alta vegetación, pequeñas formaciones de alto relieve) y próximas a las fuentes de materiales, tomando en consideración la direccionalidad de los vientos a fin de evitar afectar cultivos y poblaciones aledañas.

Si el lugar de ubicación es propiedad de particulares, se deberá contar con los permisos por escrito del dueño o representante legal.

Los operadores y trabajadores que están expuestos al ruido y las partículas generados principalmente por la acción mecánica de las trituradoras y la tamizadora, deberán estar dotados con gafas, tapa oídos, tapabocas, ropa de trabajo, casco, guantes, botas y otros que sean necesarios.

Dependiendo de la velocidad del viento, las fajas transportadoras deben ser cubiertas con mangas de tela, para evitar la dispersión de partículas al medio ambiente.

Se deben instalar campanas de aislamiento acústico sobre los sitios de generación de ruido, a fin de disminuir este efecto y la emisión de partículas finas. Si es necesario se debe instalar un sistema de recirculación en el interior de las campanas, a baja velocidad. El volumen de aire dependerá de la capacidad de la planta y de las características del material.

En épocas secas se deben mantener húmedas las zonas de circulación, principalmente aquellas de alto tráfico.

Al finalizar el funcionamiento de la planta de trituración se debe proceder a la recomposición total del área afectada recuperando en lo posible su fisonomía natural según se indica en la [Sección 906](#). Todas las construcciones que han sido hechas para el funcionamiento de la planta de trituración deberán ser demolidas y trasladadas a los lugares de disposición final de materiales excedentes, según se indica en la [Sección 209](#).

- **Previsión en el transporte de materiales**

Los materiales se transportarán protegidos con lonas u otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería y humedecidos para evitar derrames y caídas de material.

400.05 Tramos de prueba

Antes de iniciar los trabajos de cada partida, el Contratista emprenderá una fase de ejecución de tramos de prueba, para verificar el estado y comportamiento de los equipos y determinar, en secciones de ensayo, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación de los materiales, de manera que se cumplan los requisitos de cada especificación.

Para tal efecto, construirá uno o varios tramos de prueba de ancho y longitud aprobados por el Supervisor y en ellas se probarán el equipo y el plan de trabajo.

El Supervisor tomará muestras de las capas de prueba en cada caso y las ensayará para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría y demás requisitos.

En el caso de que los ensayos indiquen que los materiales no se ajustan a dichas condiciones, el Contratista deberá efectuar las correcciones requeridas a los sistemas de preparación, extensión y compactación, hasta que ellos resulten satisfactorios para el Supervisor, debiendo repetirse los tramos de prueba cuantas veces sea necesario.

Bajo estas condiciones, si el tramo de prueba defectuoso ha sido realizado sobre un sector de la carretera proyectada, todo el material colocado será totalmente removido y transportado al lugar de disposición final de materiales excedentes, según lo indique el Supervisor a cuenta, costo y riesgo del Contratista.

400.06 Acopio de los materiales

Los agregados para afirmados, subbases y bases se deberán acopiar cubriéndolos con plásticos o con lona para evitar que el material particulado sea dispersado por el viento y contamine la atmósfera y cuerpos de agua cercanos; además se debe evitar que el material se contamine con otros materiales o sufra alteraciones por factores climáticos o sufran daños o

transformaciones perjudiciales. Cada agregado diferente deberá acopiarse por separado, evitando la formación de montículos con alturas mayores a 2 – 3 m, para prevenir cambios en su granulometría original. Los últimos 15 cm de cada acopio que se encuentren en contacto con la superficie natural del terreno no deberán ser utilizados, a menos que se hayan colocado sobre éste lonas que prevengan la contaminación del material de acopio.

Aceptación de los trabajos

400.07 Criterios

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos, según lo especificado en la [Sección 103](#).
- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo aprobado por el supervisor y empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en la [Subsección 400.02](#) y en la respectiva especificación.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de los tramos de prueba.
- Ejecutar ensayos de compactación.
- Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de tamaño superior al máximo especificado, siempre que ello sea necesario. Este control se realizará en el espesor de capa realmente construida.
- Tomar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie granular mediante controles del IRI con equipos previamente definidos y calibrados.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.
- Vigilar la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta sección para la ejecución de obras.

b. Condiciones y tolerancias para la aceptación

Las condiciones y tolerancias para la aceptación de las obras ejecutadas, se indican en las especificaciones correspondientes. Todos los ensayos y mediciones requeridos para la recepción de los trabajos especificados, estarán a cargo del Supervisor.

Aquellas áreas donde los defectos de calidad o excedencias de tolerancias, deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor y aprobadas por esté.

La evaluación de los trabajos de las especificaciones correspondientes se efectuará según lo indicado en la [Subsección 04.11.](#)

Medición

400.08 Medición de los trabajos

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al entero, de material o mezcla suministrado, colocado y compactado, y aprobado por el Supervisor, de acuerdo con lo que exija la especificación respectiva, las dimensiones que se indican en el Proyecto o las modificaciones aprobadas por el Supervisor.

El volumen se determinará por el sistema promedio de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y la longitud real, medida a lo largo del eje del Proyecto.

No se medirán cantidades en exceso de las especificadas, ni fuera de las dimensiones de los planos y del Proyecto, especialmente cuando ellas se produzcan por sobreexcavaciones; por parte del Contratista.

Pago

400.09

El pago se hará por metro cúbico (m³), al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección, así como con la especificación respectiva y aceptada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, lavado, carga, descarga y transporte dentro de las zonas de producción, almacenamiento, clasificación, desperdicios, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte del agua requerida y su distribución.

El transporte del material al punto de aplicación se pagará de acuerdo a lo establecido en la [Sección 700](#).

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de ejecución de los tramos de prueba y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de la capa respectiva, según lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#).

En el caso de utilización de materiales provenientes de la misma vía, el precio unitario deberá incluir su escarificación en el espesor requerido y su posterior procesamiento hasta cumplir las exigencias de la respectiva especificación. Tanto si los materiales provienen de la misma vía, como si son transportados, el precio unitario deberá incluir el costo del agua requerido, la aplicación y mezcla del producto estabilizante, así como el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargas, transporte, descargas y aplicación del producto requerido para la estabilización y curado, según lo exija la respectiva especificación y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 401

CAPA ANTICONTAMINANTE



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 401

Capa anticontaminante

Descripción

401.01

Se denomina así a la colocación de una o más capas de materiales anticontaminantes que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados debidamente aprobados, con la finalidad de evitar efectos de capilaridad o contaminación e impedir la intrusión de materiales inadecuados que puedan contaminar las capas superiores de la estructura del pavimento. Los materiales aprobados son provenientes de canteras u otras fuentes.

Materiales

401.02

El material de la capa anticontaminante será arena no plástica, además debe cumplir las relaciones de diámetros entre el material que está por colocarse (el material anticontaminante) y el suelo de la subrasante, que a continuación se indica:

- Para impedir el movimiento de las partículas del suelo hacia el material filtrante:

$$\frac{D_{15}}{S'_{85}} \leq 5$$

$$\frac{D_{50}}{S'_{50}} \leq 25$$

- Para impedir el movimiento de las partículas del suelo hacia el material filtrante, cuando el terreno tiene una granulometría uniforme:

$$\frac{D_{15}}{S'_{85}} \leq 4$$

$$\frac{D_{50}}{S'_{50}} \leq 25$$

- Para que el agua alcance fácilmente el dren

$$\frac{D_{15}}{S'_{15}} \geq 5$$

En estas relaciones:

- D_x : Corresponde a la abertura del tamiz por el cual pasa el x% en peso del material de la capa anticontaminante.
- S'_x : Corresponde a la abertura del tamiz por el cual pasa el x% en peso del material del suelo.

También se podrán utilizar arenas no plásticas obtenidas de los cortes o de las áreas de préstamo, siempre y cuando cumplan con los requerimientos de estas especificaciones.

Los materiales se utilizarán de acuerdo a los planos de canteras aprobados y será responsabilidad del Contratista, presentar las muestras de los materiales a utilizarse con los correspondientes análisis. Las muestras serán presentadas con suficiente anterioridad a la operación en que se utilicen los materiales, a fin de obtener la aprobación del Supervisor.

En caso de la carencia de arena o por razones técnicas y/o económicas, podría ser factible el uso de un geotextil, detalle éste que será definido previamente por el proyectista. Para el uso de geotextiles, se observará lo establecido en la [Sección 414](#).

Para el traslado del material, éste se deberá humedecer adecuadamente y cubrirlos con lona para evitar derrames que puedan afectar a la salud de las personas o tengan otros efectos negativos.

Los montículos de material almacenados temporalmente se cubrirán con lonas impermeables, para evitar el arrastre de partículas contaminantes a la atmósfera y cuerpos de agua cercanos.

Equipo

401.03

Se aplica lo indicado en la [Subsección 400.03](#).

Requerimientos de construcción

401.04 Generalidades

De acuerdo al diseño, se colocará una capa de espesor uniforme debidamente nivelada y compactada. Este espesor será como mínimo de 15 cm.

Es importante remarcar que la capa debe ser anticontaminante y que impida la intrusión de los finos arcillosos del terreno natural, que puedan contaminar los agregados limpios de las capas superiores.

401.05 Compactación y Extendido

La capa anticontaminante deberá cumplir los requisitos de calidad del producto terminado especificado en la [Subsección 205.12\(c\)](#) en lo que sea aplicable. Las frecuencias de los controles se ceñirán a:

Relación de diámetros	Frecuencia de control
Relación (a)	1 cada 500 m ³
Relación (b)	
Relación (c)	

401.06 Aceptación de los trabajos

Se producirá después que la Supervisión se pronuncie favorablemente por escrito acerca del cumplimiento de todos los aspectos estipulados en la presente especificación.

La evaluación de los trabajos de "Capa Anticontaminante" se efectuará según lo indicado en las [Subsección 04.11](#).

Medición

401.07

El material de la capa anticontaminante será medido en metros cúbicos (m³).

Pago

401.08

El pago del material de la capa anticontaminante será hecho al precio unitario del contrato por metro cúbico de capa anticontaminante colocada y este precio y pago constituirá compensación total por el trabajo realizado de acuerdo a los alcances de la [Subsección 400.09](#) y según lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#).

El transporte del material al punto de aplicación se pagará de acuerdo a lo establecido en la [Sección 700](#).

Partida de pago	Unidad de pago
401.A Capa anticontaminante	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 402

SUBBASES GRANULARES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 402

Subbases granulares

Descripción

402.01

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de materiales granulares, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, que se colocan sobre una superficie preparada. Los materiales aprobados son provenientes de canteras u otras fuentes. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación del material, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del Proyecto y aprobados por el Supervisor, y teniendo en cuenta lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental.

Materiales

402.02

Los materiales para la construcción de la subbase granular deberán satisfacer los requisitos indicados en la [Subsección 400.02](#).

Además, deberán ajustarse a una de las franjas granulométricas indicadas en la siguiente [Tabla 402-01](#).

Tabla 402-01
Requerimientos Granulométricos para Subbase Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100	-	-
25 mm. (1")	-	75-95	100	100
9,5 mm. ($\frac{3}{8}$ ")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm. (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: ASTM D 1241

Notas:

(1) La curva de Gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnm.

Además, el material también deberá cumplir con los requisitos de calidad, indicados en la [Tabla 402-02](#).

Tabla 402-02
Subbase Granular
Requerimientos de Ensayos Especiales

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx.	50 % máx.
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín.	40 % mín.
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx.	25% máx.
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 90	6% máx.	4% máx.
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% mín.	35% mín.
Sales Solubles	MTC E 219	.-	.-	1% máx.	1% máx.
Partículas Chatas y Alargadas	.-	D 4791	.-	20% máx.	20% máx.

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1"(2.5 mm)

(2) La relación ha emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/longitud)

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Equipo

402.03

Se aplica las condiciones establecidas en la [Subsección 400.03](#).

Requerimientos de construcción

402.04 Explotación y elaboración de materiales

Se aplica lo indicado en la [Subsección 400.04](#).

402.05 Preparación de la superficie existente

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de subbase granular, cuando la superficie sobre la cual debe asentarse, tenga la densidad establecida las presentes especificaciones, así como de las cotas, alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del Proyecto y aprobados por el Supervisor. Además, deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Cualquier diferencia que exceda las tolerancias especificadas, serán corregidas por el Contratista, a su costo y riesgo y con la aprobación del Supervisor.

402.06 Tramos de Prueba

Se aplica lo indicado en la [Subsección 400.05](#).

402.07 Transporte y colocación del material

El Contratista deberá transportar y colocar el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

Cualquier contaminación, deberá ser subsanada antes de proseguir el trabajo.

La colocación del material sobre la capa subyacente, se hará en una longitud que no sobrepase 1.500 m de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material de la subbase granular.

Durante ésta labor se tomarán las medidas para el manejo del material de sub-base, evitando los derrames del material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

402.08 Distribución y mezcla del material

El material será dispuesto en un carril de la vía, de tal forma que permita el tránsito por el otro carril. Si la subbase granular se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos serán dispuestos de igual modo, intercalando dichos materiales según su dosificación, los cuales luego serán mezclados hasta lograr su homogeneidad.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de prueba.

Durante esta actividad se tomarán las medidas para el extendido y mezcla del material, evitando los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

402.09 Compactación

Una vez que el material de la subbase granular tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el Supervisor, hasta alcanzar la densidad especificada.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a otras obras, no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material, mientras no se haya realizado los controles topográficos y de compactación aprobados por el Supervisor en la capa precedente. Tampoco se ejecutará la subbase granular durante precipitaciones pluviales o cuando la temperatura ambiente sea inferior a 6°C.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación.

Los materiales excedentes regenerados por esta y las actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en los depósitos de materiales excedentes, según se indica en la [Sección 209](#).

402.10 Apertura al tránsito

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El Contratista deberá responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del Supervisor.

402.11 Conservación

Si después de aceptada la subbase granular, el Contratista demora por cualquier motivo la construcción de la capa inmediatamente superior, deberá reparar, a su cuenta, costo y riesgo, todos los daños en la subbase y restablecer el mismo estado en que se aceptó.

Aceptación de los trabajos

402.12

a. Controles

Se aplica lo indicado en la [Subsección 400.07\(a\)](#).

b. Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales y para cualquier volumen previsto se tomarán 4 muestras para los ensayos y frecuencias que se indican en la [Tabla 402-02.](#)

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la [Subsección 402.02.](#)

No se permitirá acopios que presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores del máximo especificado.

c. Calidad del trabajo terminado

Resultan aplicables todos los controles y criterios de aceptación de la [Subsección 301.10\(c\).](#) Además de ellos, el Supervisor deberá verificar:

- Que la cota de cualquier punto de la subbase granular conformada y compactada, no varíe en más de 1 cm. con respecto a la cota proyectada.
- La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal al eje de la vía, que no existan variaciones superiores a 1 cm. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor.

402.13 Ensayo de deflectometría sobre la subbase terminada

Una vez terminada la construcción de la subbase granular, el Contratista, con la verificación del Supervisor, efectuará una evaluación deflectométrica, aplicando las condiciones mencionadas en la [Subsección 202.20.](#)

Medición

402.14

Se aplica lo descrito en la [Subsección 400.08.](#)



Pago

402.15

Se aplica la [Subsección 400.09.](#)

Partida de pago	Unidad de pago
402.A Subbases granulares	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 403

BASES GRANULARES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 403

Bases granulares

Descripción

403.01

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de materiales granulares, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, con inclusión o no de algún tipo de estabilizador o ligante, debidamente aprobados, que se colocan sobre una subbase, afirmado o subrasante. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación de material de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del Proyecto y aprobados por el Supervisor, y teniendo en cuenta lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental. Incluye así mismo el aprovisionamiento de los estabilizadores.

Materiales

403.02

Los materiales para la construcción de la base granular deberán satisfacer los requisitos indicados en la [Subsección 400.02.](#)

Además, deberán ajustarse a las siguientes especificaciones de calidad:

a. Granulometría

La composición final de los materiales presentará una granulometría continua, bien graduada y según los requerimientos de una de las franjas granulométricas que se indican en la [Tabla 403-01](#) Para las zonas con altitud iguales o mayores a 3.000 msnm. se deberá seleccionar la gradación "A".

Tabla 403-01
Requerimientos granulométricos para base granular

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100		
25 mm. (1")		75-95	100	100
9,5 mm. ($\frac{3}{8}$ ")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm. (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: ASTM D 1241

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que se indican en la [Tabla 403-02](#).

Tabla 403-02

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Tráfico en ejes equivalentes ($<10^6$)	Mín. 80%
	Tráfico en ejes equivalentes ($\geq 10^6$)	Mín. 100%

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm)

La franja por utilizar será la establecida en los documentos del Proyecto y aprobada por el Supervisor.

b. Agregado Grueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la malla N° 4, que podrán provenir de fuentes naturales, procesados o combinación de ambos.

Deberán cumplir las características, indicadas en la [Tabla 403-03](#).

Tabla 403-03
Requerimientos agregado grueso

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos Altitud	
				< 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% mín.	50% mín.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas chatas y alargadas (1)		D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales solubles totales	MTC E 219	D 1888		0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104		18% máx.

c. Agregado Fino

Se denominará así a los materiales que pasan la malla N^o 4, que podrán provenir de fuentes naturales, procesados o combinación de ambos.

Deberán cumplir las características, indicadas en la [Tabla 403-04](#).

Tabla 403-04
Requerimientos Agregado Fino

Ensayo	Norma	Requerimientos Altitud	
		<3.000 msnm	≥3.000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% mín.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sales solubles	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	-----	15%

Equipo
403.03

Se aplican las condiciones generales establecidas en la [Subsección 400.03](#).

Requerimientos de construcción

403.04 Explotación y elaboración de materiales

Se aplica lo indicado en la [Subsección 400.04](#). Para las Vías de Primera Clase los materiales de base serán elaborados en planta, utilizando para ello dosificadoras. Para este tipo de vías no se permitirá la combinación en patio ni en vía mediante cargadores u otros equipos similares.

La mezcla de agregados deberá salir de la planta con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación.

Definida la Fórmula de Trabajo, la granulometría deberá estar dentro del rango dado por el huso granulométrico adoptado.

403.05 Preparación de la superficie existente

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad especificada, esté acorde a los planos del Proyecto y aprobada por el Supervisor. Además deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües, filtros y otras obras necesarias.

403.06 Tramo de Prueba

Se aplica lo descrito en la [Subsección 400.05](#).

403.07 Transporte y colocación de material

Se aplica lo indicado en la [Subsección 402.07](#).

403.08 Distribución y mezcla del material

Se aplica lo indicado en la [Subsección 402.08](#)

403.09 Compactación

El procedimiento para compactar es igual al descrito en la [Subsección 402.09](#).

También, resultan válidas las limitaciones expuestas en dicha Subsección.

403.10 Apertura al tránsito

Se aplica lo descrito en la [Subsección 402.10](#).

403.11 Conservación

Resulta aplicable todo lo indicado en la [Subsección 402.11](#).

Aceptación de los trabajos

403.12 Criterios

a. Controles

Se aplica lo indicado en la [Subsección 400.07\(a\)](#)

b. Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro muestras para los ensayos y frecuencias que se indican en la [Tabla 403-05](#).

Tabla 403-05

Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Base Granular	Granulometría	MTC E 204	C 136	T 27	750 m ³	Cantera (2)
	Límite líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	750 m ³	Cantera (2)
	Índice de plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 90	750 m ³	Cantera (2)
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C131	T 96	2.000 m ³	Cantera (2)
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	2.000 m ³	Cantera (2)
	Sales Solubles	MTC E 219			2.000 m ³	Cantera (2)
	CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	2.000 m ³	Cantera (2)
	Partículas fracturadas	MTC E 210	D 5821		2.000 m ³	Cantera (2)
	Partículas Chatas y Alargadas		D 4791		2.000 m ³	Cantera (2)
	Durabilidad al Sulfato de Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	2.000 m ³	Cantera (2)
	Densidad y Humedad	MTC E 115	D 1557	T180	750 m ²	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	D 4718 D 2922	T191 T238	250 m ²	Pista

Notas:

- (1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico-mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del Proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y /o característica.
- (2) Material preparado previo a su uso.

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la [Subsección 403.02](#).

No se permitirá que el material presente restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores del máximo especificado.

403.13 Calidad del trabajo terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del Proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Supervisor quien, además, deberá verificar que la cota de cualquier punto de la base conformada y compactada, no varíe en más de 10 mm. de la proyectada.

Así mismo, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

a. Compactación

Las determinaciones de la densidad se efectuarán cuando menos una vez por cada 250 m² y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de 6 medidas de densidad, exigiéndose que los valores individuales (D_i) sean iguales o mayores al 100% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor Modificado (D_e).

$$D_i \geq D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en $\pm 1,5$ % respecto del Óptimo Contenido de Humedad obtenido con el ensayo Próctor Modificado.

En caso de no cumplirse estos requisitos se rechazará el tramo.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

b. Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d$$

Además el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, como mínimo, igual al 95% del espesor de diseño, en caso contrario se rechazará el tramo controlado.

$$e_i \geq 0,95 e_d$$

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde se presenten agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, y aprobadas por el Supervisor.

c. Uniformidad de la Superficie

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal, al eje de la vía, que no existan variaciones superiores a 10 mm. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor.

403.14 Ensayo de deflectometría sobre la base terminada

Se aplicará lo indicado en la [Subsección 202.20.](#)

Medición

403.15

Se aplica lo indicado en la [Subsección 400.08.](#)

Pago

403.16

Se aplica lo especificado en la [Subsección 400.09.](#)

Partida de pago	Unidad de pago
403.A Bases granulares	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 403.A

BASE DE CONCRETO HIDRÁULICO POROSO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 403.A

Base de concreto hidráulico poroso

Descripción

403.A.01

Consiste en la construcción de una o más capas de base drenante de gradación abierta, constituidas por materiales granulares ligados con cemento hidráulico, y que generalmente sirve de apoyo a los pavimentos de concreto hidráulico, de acuerdo con las estas especificaciones técnicas, así como de las dimensiones, alineamientos y secciones transversales indicados en los documentos del Proyecto.

Materiales

403.A.02

Los materiales a utilizar serán los que se especifican a continuación:

a. Cemento Portland

Será aplicable lo indicado en la [Sección 439](#).

b. Granulometría

La composición final de la mezcla de agregados presentará una granulometría continua y bien gradada, según la Fórmula de Trabajo de dosificación aprobada por el Supervisor y según los requisitos granulométricos que se indican en la [Tabla 403.A-01](#).

Tabla 403.A-01**Gradación de los agregados para bases de concreto hidráulico poroso**

Tamiz	Porcentaje que pasa
37,5 mm (1½")	100
25,0 mm (1")	95-100
12,5 mm (1/2")	25-60
4,75 mm (N.º 4)	0-10
2,00 mm (N.º 10)	0-5
75 µm (N.º 200)	0-2

Fuente: Tabla 703.06-2 AASHTO

c. Agregado grueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla N.º 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes.

Los agregados pétreos deberán satisfacer los requisitos de calidad indicados en la [Subsección 400.02](#).

Los agregados pétreos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que se puedan dar en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del pavimento, o contaminar corrientes de agua.

El Contratista, como responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos, deberá realizar todos los ensayos necesarios para establecer la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar, independiente y complementariamente de los que se exigen en estas especificaciones.

Los agregados gruesos deben cumplir además con los requisitos de la [Tabla 403.A-02](#).

Tabla 403.A-02
Requerimientos agregado grueso para bases de concreto hidráulico poroso

Ensayo	Norma MTC	Requerimientos Altitud	
		< 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	70% mín.	70% mín.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	40% máx.
Partículas chatas y alargadas	MTC E 221	15% máx.	15% máx.
Sales solubles totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	-.-	18% máx.
Soft Particles	ASTM C 235 AASHTO T 189	5% máx.	5% máx.

d. Agregado fino

Se denominará así a los materiales pasantes de la malla N° 4 que podrán provenir de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

Los agregados finos deben cumplir además con los requisitos de la [Tabla 403.A-03](#).

Tabla 403.A-03
Requerimientos de agregado fino

Ensayo	Norma	Requerimientos Altitud	
		< 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% mín.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sales solubles	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	-.-	15% máx.

Para los agregados grueso y fino, se realizarán los ensayos y frecuencias indicados de acuerdo a la [Tabla 403.A-07.](#)

e. Cenizas volantes

Las cenizas volantes deberán cumplir lo relativo a la norma AASHTO M 295.

f. Agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^{=}$ y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3.000 ppm, determinado según la norma NTP 339.072. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.

Equipo

403.A.03

Se tendrá en cuenta todo lo que resulte aplicable de la [Subsección 403.C.11.](#)

Requerimientos de construcción

403.A.04 Contenido de cemento

La cantidad de cemento necesaria para elaborar la mezcla se determinará con un tramo de prueba, donde se establecerá la dosificación y además la densificación necesaria para que la base de concreto hidráulico poroso no se deforme ni desgrane. Los métodos, procedimientos y dosificaciones determinados en el tramo de pruebas y aprobados por el Supervisor, deberán mantenerse estrictamente durante la construcción de la base de concreto asfáltico poroso.

403.A.05 Diseño de la mezcla

La proporción de cemento de la mezcla varía del 5 al 10% del peso del agregado seco, y la relación agua/cemento no puede superar el valor de 0,45.

El estudio de la mezcla y la obtención de la Fórmula de Trabajo pueden comenzar siguiendo las recomendaciones de la norma AASHTO, incorporando un contenido mínimo de cemento de 118 kg/m³. La adición de cenizas volantes podrá sustituir hasta un 25% del peso de cemento requerido, en la proporción de 1 kg de cenizas volantes por 1 kg de cemento. La relación agua/cemento (W/C) no debe superar el valor de 0,45 calculada de la siguiente forma:

$$W/C = (\text{peso del agua})/(\text{peso de cemento} + \text{peso de cenizas volantes})$$

La resistencia a la flexión del concreto (MTC E 709) del material compactado no deberá ser inferior a 3,3 MPa a los 28 días.

El Contratista diseñará la mezcla en laboratorio mediante algún método reconocido y definirá una Fórmula de Trabajo, la cual someterá a aprobación del Supervisor. Dicha fórmula deberá satisfacer los criterios indicados en la [Tabla 403.A-04](#).

Tabla 403.A-04

Requisitos de la mezcla para la base de concreto hidráulico poroso

Ensayo	Norma	Límites
Resistencia a la compresión a 7 días	MTE C 704	≥ 4,5 MPa
Resistencia a la compresión a 28 días	MTE C 704	4,5 - 7 MPa

Por cada una de las dosificaciones se confeccionarán probetas, a fin de obtener la resistencia a la compresión a los 7 y a los 28 días. Aunque las prescripciones de resistencia se establecen a 28 días, el control en obra se realizará a 7 días. Para ello en el laboratorio se determinará, por interpolación de resultados, el contenido de aglomerante y la resistencia a los 7 días que permitirá alcanzar en obra el valor prescrito, debiéndose ir a la obligación de resistencias ligeramente superiores a las especificadas.

Normalmente un exceso entre el 10 y el 15% suele ser suficiente para compensar la disminución de resistencia en obra.

La Fórmula de Trabajo deberá señalar:

- La granulometría de los agregados combinados.
- La proporción de cada fracción de agregado.

- El tipo y dosificación de cemento hidráulico.
- Los aditivos y su proporción, en caso de que sean necesarios.
- La consistencia del concreto.
- El contenido de aire.
- El plazo de trabajabilidad de la mezcla.

Para cada dosificación ensayada, se controlará la consistencia (MTC E 705), las resistencias a compresión (MTC E 704) a 7 y a 28 días y el contenido de aire incluido (MTC E 706).

Los ensayos de resistencia se llevarán a cabo sobre probetas procedentes de 4 amasadas diferentes de concreto, confeccionando series de 4 probetas por amasada. De cada serie se ensayarán 2 probetas a 7 días y 2 a 28 días, obteniéndose los valores promedio de cada grupo de resultados.

Se considerará como Fórmula de Trabajo, una mezcla cuyo valor promedio obtenido a siete días, supere la resistencia especificada en la [Tabla 403.A-04](#) con un margen suficiente para que sea razonable esperar que, con la dispersión que introduce la ejecución de la obra, la resistencia característica real de la mezcla también sobrepase la especificada. Al efecto, el Contratista deberá tener en cuenta que la magnitud en que el promedio de resistencia de la mezcla, deba exceder la resistencia especificada, dependerá de la desviación estándar de la resistencia durante la etapa de producción y de la precisión con la que dicho valor pueda ser estimado a partir de datos históricos sobre mezclas iguales o similares. Simultáneamente, la mezcla deberá presentar a veintiocho días una resistencia dentro del rango señalado en la [Tabla 403.A-04](#).

Será obligatoria la realización de ensayos de módulo de elasticidad estáticos a los 28 días, para la mezcla diseñada. Este módulo podrá ser medido sobre cilindros fabricados para ensayar a compresión.

Los documentos del Proyecto podrán establecer requisitos mínimos para el módulo de elasticidad del concreto, caso en el cual la mezcla deberá ser diseñada para cumplir también con dicho requisito.

El Contratista deberá presentar al Supervisor, el diseño completo de la mezcla, mostrando las proporciones de los ingredientes y los resultados de la resistencia a compresión del concreto a 7 y 28 días, así como el módulo de elasticidad y la densidad del concreto endurecido, determinada según la

norma de ensayo ASTM C 642. El diseño deberá incluir los resultados de los ensayos de laboratorio, incluyendo las fechas de las pruebas, una lista completa de los materiales, indicando tipo, fuente y características especificadas, tipo y resultados de las pruebas físicas y químicas sobre el cemento, el agua y los eventuales aditivos. También, deberá incluir el módulo de fineza de la arena y el contenido de aire incluido en la mezcla. El diseño no podrá tener una edad superior a 90 días y la producción industrial de la mezcla no podrá comenzar hasta que el Supervisor apruebe por escrito el diseño.

Durante la etapa de producción, se deberá reajustar la Fórmula de Trabajo cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- La marca del cemento.
- El tipo de agregado grueso.
- El tipo de agregado fino o su módulo de fineza en más de 0,2.
- La naturaleza o proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra.
- La procedencia del agua.

403.A.06 Preparación e impermeabilización de la superficie de apoyo

Si la superficie corresponde a una sub-base granular o base granular, su terminación se registrará por lo indicado en las [Secciones 402](#) y [403](#), para sub-bases granulares o bases granulares respectivamente, según corresponda.

Cuando se establezca en el Proyecto, se deberá impermeabilizar la superficie de apoyo con polietileno de mínimo 0,2 mm de espesor, o según otro procedimiento allí señalado.

403.A.07 Preparación de la mezcla

Las mezclas para bases de concreto hidráulico poroso, deberán prepararse en plantas mezcladoras fijas o móviles, diseñadas para producir mezclas homogéneas y con las proporciones de agregados, cemento y agua requeridos por la dosificación aprobada. La planta deberá disponerse de manera que se minimice la caída libre de la mezcla y estará provista de dispositivos que permitan modificar fácilmente las proporciones de los componentes. Asimismo, los alimentadores de agregados y cemento, deberán permitir realizar muestreos de forma sencilla.

403.A.08 Transporte y colocación

Cuando el Proyecto no establezca la necesidad de impermeabilizar la capa subyacente, la superficie de apoyo previamente aprobada deberá ser ligeramente humedecida, antes de comenzar a colocar el material.

La base de concreto hidráulico poroso no deberá mezclarse o colocarse cuando la temperatura ambiental sea menor que 6°C.

El material transportado directamente desde la planta mezcladora deberá extenderse con máquinas distribuidoras autopropulsadas, debiendo quedar la mezcla homogénea y lista para ser compactada sin necesidad de mayor manipuleo del material colocado, para obtener el espesor, ancho y bombeo deseado.

Una vez colocada la mezcla no se deberá agregar agua ni materiales diferentes a la mezcla preparada, tales como mortero, arena, lechada de cemento, u otros.

El material se extenderá en una sola capa entre 12 cm y 24 cm de espesor compactado. Espesores superiores a 24 cm deberán extenderse en capas, de manera que ninguna sobrepase de 24 cm de espesor una vez compactada.

La mezcla que se coloque en áreas inaccesibles para el equipo de colocación, podrá ser esparcida y compactada a través de un método que asegure los resultados requeridos y aprobados por el Supervisor.

Los sectores de camino donde se coloquen bases de concreto hidráulico poroso, deberán estacarse emplazando puntos de referencia altimétrica y de ubicación del eje y bordes, a distancias no superiores a 20 m entre sí. Deberán estacarse además, todos los puntos singulares del trazado; en zonas de transición de peraltes las estacas se deberán colocar a 10 m de distancia entre sí, como máximo.

403.A.09 Compactación y terminación de la superficie

La compactación deberá comenzar tan pronto como concluya el extendido del material. No deberán transcurrir más de dos horas desde que se agregó el agua a la mezcla y el comienzo de la compactación. Tampoco deberán transcurrir más de tres horas entre la adición del agua y el término de la compactación. Durante este último período, deberán realizarse los rebajes que resulten necesarios.

Utilizar algún equipo vibratorio durante las operaciones de consolidación de la mezcla de concreto para consolidar la mezcla al 95% de los ensayos AASHTO T 121M / T 121. El Supervisor determinará la consolidación de la base colocada, de acuerdo con la norma AASHTO T 310.

La superficie terminada no variará en ningún punto en más de 10 mm sobre o por debajo de las cotas establecidas en el Proyecto.

Las eventuales áreas endurecidas con cotas inferiores o superiores a 10 mm con respecto a lo que señale el Proyecto, serán reemplazadas en todo el espesor de la capa con nueva mezcla, por cuenta del Contratista.

Los materiales excedentes serán retirados a los DME, según lo dispuesto en la [Sección 209](#).

El Contratista tomará todas las precauciones necesarias para cumplir con los requisitos de espesor, uniformidad de la superficie, rugosidad (IRI) y otros exigidos para las bases de concreto hidráulico poroso.

403.A.10 Juntas de construcción

Las juntas transversales de construcción en el sentido normal al eje del camino, se deberán construir al final de cada día de trabajo y/o cuando las operaciones de colocación se paralicen por más de 2 horas. Las juntas consistirán en un corte vertical sobre material completamente compactado.

Cuando se construya por media calzada, una vez terminada la compactación de la base de concreto hidráulico poroso, se procederá a cortar verticalmente la junta longitudinal de construcción entre pista. Cuando lo ordene el Supervisor, también se cortará verticalmente el borde adyacente a la berma. Todo material, producto de los cortes, deberá ser retirado de la obra.

La colocación de la base de concreto hidráulico poroso, sólo deberá reiniciarse después que el Supervisor hubiere aprobado la disposición de las juntas de construcción. Las caras verticales, producto de los cortes, deberán humedecerse antes de continuar con la colocación del material en áreas adyacentes.

403.A.11 Curado, mantenimiento y construcción de la capa superior

El curado se iniciará tan pronto se termine la compactación y perfilado de la base, debiéndose cumplir con todos los requisitos pertinentes señalados en el método descrito en la [Subsección 403.C.34](#).

No se permitirá ningún tipo de tránsito vehicular durante el período de curado, que establezca el Proyecto o apruebe el Supervisor.

El Contratista tomará todas las precauciones necesarias para que el equipo de construcción no cause daños a los bordes.

El Contratista deberá conservar las bases de concreto hidráulico poroso, en condiciones satisfactorias hasta la construcción de la capa superior o la recepción de la obra. Todo daño que se presente, deberá corregirlo, a su cuenta, costo y riesgo, y contar con la aprobación de la Supervisión.

403.A.12 Restricciones al tráfico durante el periodo de curado

La apertura al tránsito será a la culminación del proceso de curado que establezca el Proyecto o apruebe el Supervisor. La apertura será inicialmente durante un tiempo corto que permita verificar el comportamiento de la capa compactada.

Como resultado de lo observado en esta apertura parcial, el Supervisor definirá el momento de apertura definitiva.

403.A.13 Eficiencia hidráulica

El supervisor verterá 1 litro de agua sobre la superficie del pavimento hidráulico poroso y ésta deberá ser totalmente absorbida en 15 segundos, sin que quede agua en la superficie. Si esto no sucede así, indicará que el concreto poroso se encuentra contaminado, y su eficiencia hidráulica dañada. En tal caso el Contratista deberá demoler y reemplazar el tramo dañado, a su cuenta, costo y riesgo, y contar con la aprobación de la Supervisión.

403.A.14 Calidad de la mezcla

1. Consistencia

El Supervisor controlará la consistencia de cada carga transportada, para lo cual extraerá una muestra en el momento de la colocación del concreto, para someterla al ensayo de asentamiento. El resultado obtenido se deberá ajustar al establecido al definir la Fórmula de Trabajo, con las tolerancias que muestra la [Tabla 403.A-05](#).

Tabla 403.A-05**Tolerancia en el asentamiento y en el contenido de aire
respecto de los definidos en la Fórmula de Trabajo**

Característica	Construcción	Tolerancia
Asentamiento	Encofrados fijos	+25 mm a -38 mm
	Encofrados deslizantes	+13 mm a -38 mm
Aire	Encofrados fijos	+ 1,8 %
	Encofrados deslizantes	+ 1,8 %

2. Contenido de aire

El Supervisor controlará el contenido de aire en la mezcla transportada por cada uno de los tres primeros camiones que lleguen a la obra en la jornada de trabajo y los tres primeros después de cada interrupción, programada o no, durante el curso de la jornada. Los resultados se deberán ajustar al valor establecido al definir la Fórmula de Trabajo, con las tolerancias que muestra la [Tabla 403.A-05](#). Si se rechaza el concreto de los tres camiones consecutivos por este motivo, se suspenderá la producción de la mezcla y la construcción de la base, hasta que se detecten y corrijan las causas de la anomalía.

3. Resistencia de control

Se deberá determinar la resistencia a compresión del concreto (norma de ensayo MTC E 704) a 7 y 28 días.

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, la menor cantidad de base construida con el mismo tipo de mezcla, que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.
- 350 m³ de concreto colocado.

De cada lote definido para inspección se moldearán aleatoriamente y de amasadas diferentes, probetas para un mínimo de 5 ensayos, constituido cada ensayo por dos especímenes cilíndricos de una misma amasada y cuyas dimensiones, preparación y curado deberán estar de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 702.

Los especímenes deberán ser curados en obra durante 48 horas antes de moverlos, y serán ensayados a la compresión a los 7 días de curado, conforme a la norma de ensayo MTC E 704. De los resultados obtenidos por cada par de especímenes, se tomará el de mayor valor como representativo de la resistencia del ensayo, salvo que la diferencia entre las dos resistencias exceda del 10% del valor menor, caso en el cual se tomará este último como representativo. Los valores de todos los ensayos de la muestra que representa al lote se promediarán.

La conformidad o no conformidad de la mezcla, se establecerá como se indica a continuación:

- Se determinará el valor estimado de la resistencia característica del concreto del lote sometido a evaluación, a partir de la expresión:

$$f_{c,est} = f_{c,7} - (k \times s)$$

Donde:

$f_{c,est}$ = Valor estimado de la resistencia característica a la compresión, del concreto del lote al que representa la muestra.

$f_{c,7}$ = Valor promedio de los ensayos de resistencia a compresión, a una edad de 7 días, de los ensayos que integran la muestra que representa al lote.

$$f_{c,7} = \frac{\sum f_i}{n}$$

f_i = Resultado de un ensayo de resistencia a los 7 días.

n = Número de muestras que componen el lote.

k = Factor que establece el límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad de 90%, se encuentra la resistencia del concreto que integra el lote. Este factor depende del número de ensayos (n) que integran la muestra y su valor se indica en la [Tabla 403.A-06](#).

Tabla 403.A-06**Valores del factor k**

n	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
k	0,685	0,602	0,544	0,500	0,465	0,437	0,413	0,393	0,376	0,360	0,347

s = Desviación estándar de los resultados de los ensayos que integran la muestra.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f_i - f_{c,7})^2}{n - 1}}$$

El lote recibirá aceptación provisional, en relación con la resistencia de control, si:

$$f_{c,est} \geq f_{c,D}$$

Donde:

$f_{c, D}$ = Resistencia característica a compresión del concreto a siete días, correspondiente al valor mínimo indicado en la [Tabla 403.A-04](#).

Si no se satisface el criterio de resistencia para aceptación provisional, se rechazará el lote al cual representa la mezcla controlada.

403.A.15 Calidad del trabajo terminado

La capa de base terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto y con aprobación del Supervisor.

La distancia entre el eje del Proyecto y el borde de la capa construida no podrá ser menor que la indicada en los planos.

La cota de cualquier punto de la base curada no deberá variar en más de 10 mm de la proyectada.

Además, el Supervisor deberá efectuar las siguientes verificaciones:

1. Espesor

El espesor de la base de concreto hidráulico poroso, se verificará mediante la norma de ensayo MTC E 712 sobre los núcleos extraídos de la capa para la verificación de la resistencia definitiva.

El lote que se verifica se aceptará, en relación con el espesor, si el valor promedio de los núcleos respectivos (e_m) es igual o mayor que el espesor de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d$$

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, como mínimo, igual al 90% del espesor de diseño ($0,9 e_d$), admitiéndose un solo valor por debajo de dicho límite. Si algún núcleo presenta un espesor mayor que el de diseño en más de 10 %, para los cálculos del espesor promedio al cual se refiere este inciso se supondrá que su espesor es solamente 10 % mayor que el de diseño ($e_i = 1,10 e_d$).

Si el requisito del espesor promedio se cumple, pero más de un valor de espesor individual resulta inferior al 90% del espesor de diseño, se delimitarán las áreas donde los espesores no resultaron satisfactorios mediante la toma de núcleos adicionales, a separaciones no mayores de ≤ 5 m. Delimitadas dichas zonas, se demolerá la base en la longitud definida y en todo el ancho del lote y se reemplazará con una mezcla adecuada, en espesor conforme con el diseño, todo ello a costa del Contratista, y con la aprobación del Supervisor.

Si el espesor promedio resulta inferior al espesor de diseño y, además, existen valores individuales inferiores al 90 % del espesor de diseño ($e_i \leq 0,9 e_d$), se rechazará el lote, el cual deberá ser demolido y reconstruido por el Contratista, a su costo, y con aprobación del Supervisor.

2. Resistencia de la base de concreto hidráulico poroso terminado

Independientemente de que se hayan superado los requisitos indicados en la [Subsección 403.A.14\(a\)](#) en relación con la resistencia de la mezcla de concreto, se deberá verificar la resistencia efectiva del concreto en la capa de base construida.

Al efecto, se extraerá por cada 350 m³, en sitios determinados por el Supervisor, como mínimo 5 núcleos cilíndricos para determinar la resistencia a la compresión. Estos elementos se tomarán según la norma MTC E 707. Los núcleos deberán tener un diámetro de 15 cm.

La capa de base de la cual se extraen los elementos deberá tener una edad de, cuando menos, 28 días.

Los elementos se sumergirán en agua durante 48 horas y a continuación se someterán a rotura por compresión.

Con los valores de resistencia obtenidos con estos especímenes, corregidos por esbeltez cuando corresponda, se estimará una resistencia característica definitiva ($f_{c, \text{ est definitiva}}$).

El lote será aceptado de manera definitiva, en relación con la resistencia del concreto, si la resistencia característica definitiva iguala o supera la resistencia característica a compresión del concreto a 28 días, correspondiente al valor promedio utilizado para el diseño estructural del pavimento (o la resistencia a compresión equivalente a la resistencia promedio a flexión a 28 días empleada en el diseño estructural del pavimento):

$$f_{c, \text{ est definitiva}} \geq f_{c, D}$$

Si esta condición de resistencia definitiva no se cumple, se rechazará el lote, el cual deberá ser demolido y reconstruido por el Contratista, a su costo.

Todas las obras de reconstrucción que se deban acometer, serán sometidas a los mismos controles descritos en la Sección para la base original.

La obligación de ejecutar cualquier corrección, no podrá ser utilizada por el Contratista como excusa para incumplir el plazo de ejecución de las obras.

3. Densidad del concreto

A los testigos extraídos de la base terminada se les determinará su densidad, según la norma de ensayo ASTM C 642. Los resultados deberán ser reportados, pero no se emplearán como criterio para aceptación o rechazo de la base construida.

Tabla 403.A-07
Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Base de concreto hidráulico poroso	Granulometría	MTC E 204	750 m ³	Cantera
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	2.000 m ³	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	2.000 m ³	Cantera
	Sales Solubles	MTC E 219	2.000 m ³	Cantera
	Partículas fracturadas	MTC E 210	2.000 m ³	Cantera
	Durabilidad al Sulfato de Magnesio	MTC E 209	2.000 m ³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	2.000 m ³	Cantera
	pH	NTP 339.073	2.000 m ³	Fuente de agua
	Compresión	MTC E 1101 MTC E 1103	2 muestras por día	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m ³	Cantera
	Soft Particles	ASTM C 235 AASHTO T 189	2.000 m ³	Cantera

Notas:

- (1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico-mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del Proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y /o característica.

403.A.16 Ensayos de deflectometría sobre la base terminada

Se realizarán ensayos de deflectometría sobre la base terminada teniendo en cuenta lo que resulte aplicable de la [Subsección 202.20](#).

Además de la viga Benkelman pueden utilizarse otros equipos tales como curvímetros, deflectómetros de impacto y otros con la aprobación del Supervisor y teniendo como referencia las recomendaciones de las normas NLT-333 y NLT-338.

Medición

403.A.17

La unidad de medida del pavimento de concreto hidráulico poroso será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de concreto suministrado, colocado, compactado y terminado, debidamente aprobado y aceptado por el Supervisor.

El volumen se determina multiplicando la longitud real medida a lo largo del eje del Proyecto, por el ancho y el espesor especificados en los planos y con la aprobación del Supervisor. No se medirán cantidades fuera de estos límites.

Pago

403.A.18

El pago se hará por metro cúbico (m³) al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo a esta especificación y aprobada por el Supervisor.

Se aplica lo especificado en [Subsección 400.09](#).

Deberá cubrir, también, costos y colocación de los pasadores, varillas de unión, mallas electrosoldadas, elementos para separación del pavimento o curado y materiales para el sello de todas las juntas según lo contemple el Proyecto; el transporte del concreto al sitio de los trabajos, su colocación y vibrado, la ejecución de juntas, el acabado superficial y el curado requerido; en general todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados y lo especificado en la [Subsección 07.05](#).

Partida de pago	Unidad de pago
403.A.A Base de concreto hidráulico poroso	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 403.B

BASE DE CONCRETO ASFÁLTICO POROSO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 403.B

Base de concreto asfáltico poroso

Descripción

403.B.01

Consiste en la construcción de una o más capas de base drenante de gradación abierta, constituidas por materiales granulares ligados con cemento asfáltico o emulsiones asfálticas, y que normalmente sirven de apoyo a pavimentos de concreto asfáltico o de concreto, de acuerdo con las estas especificaciones técnicas, así como de las dimensiones, alineamientos y secciones transversales indicados en los documentos del Proyecto.

Materiales

403.B.02

Los materiales a utilizar serán los que se especifican a continuación:

a. Agregados

Los agregados pétreos deberán satisfacer los requisitos de calidad indicados en la [Subsección 400.02](#).

Los agregados pétreos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que presumiblemente se puedan dar en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del pavimento, o contaminar corrientes de agua.

El Contratista, como responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos, deberá realizar todos los ensayos necesarios para establecer la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar,

independiente y complementariamente de los que se exigen en estas especificaciones.

De cada procedencia de los agregados y para cualquier volumen previsto se tomarán 4 muestras y de cada fracción se determinarán los ensayos y frecuencias que se indican en la [Tabla 403.B-04](#).

Los agregados deben cumplir además con los requisitos de la [Tabla 403.B-01](#) y la [Tabla 403.B-02](#).

Tabla 403.B-01

Requerimientos para los agregados gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3.000	> 3.000
Durabilidad	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	-
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.
Arcilla en terrones y partículas	MTC E 212	0% máx.	0% máx.
Soft particles	ASTM C 235	5% máx.	5% máx.
Adherencia	ASTM D 3625	>95 %	>95 %

*Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.

- La adherencia del agregado grueso para zonas mayores a 3000 msnm será evaluada mediante la performance de la mezcla según lo señalado en la Subsección 430.02.
- La notación "85/50" indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 50% tiene dos caras fracturadas.

(1) A partir de una altitud $A \geq 3.000$ m.s.n.m. debe considerarse el ensayo de durabilidad.

Tabla 403.B-02
Requerimientos para los agregados finos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASHTO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N°)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad	MTC E 209	18 máx.	18% máx.
Índice de Durabilidad (1)	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Adherencia Riedel Weber	MTC E 220	>4 %	>4 %
Absorción* *	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

**Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.

- La adherencia del agregado fino para zonas mayores a 3000 msnm será evaluada mediante la performance de la mezcla, Subsección 430.02.

(1) A partir de una altitud $A \geq 3.000$ m.s.n.m. debe considerarse el ensayo de durabilidad.

El conjunto de agregados deberá ajustarse a la gradación que se indica en la **Tabla 403.B-03.**

Tabla 403.B-03
Granulometría de los agregados para base de concreto asfáltico poroso

Tamiz	Porcentaje que pasa
37,5 mm (1 ½")	100
25,0 mm (1 ")	95-100
12,5 mm (1/2")	25-60
4,75 mm (N.º 4)	0-10
3,75 mm (N.º 10)	0-5
75 µm (N.º 200)	0-3

Fuente: Tabla 703.05-2 AASHTO

Tabla 403.B-04
Ensayos y frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	200 m ³	Tolva en frío
	Plasticidad	MTC E 110	200 m ³	Tolva en frío
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	500 m ³	Tolva en frío
	Equivalente arena	MTC E 114	1.000 m ³	Tolva en frío
	Partículas planas y alargadas	ASTM D 4791	500 m ³	Tolva en frío
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	1.000 m ³	Tolva en frío
	Angularidad del agregado fino	MTC E 222	1.000 m ³	Tolva en frío
	Perdida en sulfato de magnesio	MTC E 209	1.000 m ³	Tolva en frío
	Azul de metileno	AASHTO TP 57	1.000 m ³	Tolva en frío
Base de concreto asfáltico poroso	Contenido de Asfalto	MTC E 502	2 por día	Pista/planta
	Granulometría			
	Ensayo Marshall	MTC E 504	2 por día	Pista/planta
	Temperatura	-	Cada volquete	Pista/planta
	Contenido de asfalto residual	AASHTO T 164	1.000m ³	Pista previo a compactacion
	Densidad	MTC E 506, MTC E 508 y MTC E 510	1 cada 250 m ²	Pista compactada
	Espesor	MTC E 507	Cada 250 m ²	Pista compactada
	Resistencia al deslizamiento	MTC E 1004	1 por día	Pista compactada
	Adherencia	MTC E 519	1.000 m ³	Pista/planta
Ligante bituminoso	Según: 403.B.02(b)		\sqrt{n} (*)	Tanques al llegar a obra

(*) n representa el número de tancadas de 30.000 l de cemento asfáltico requeridos en la obra.

b. Cemento asfáltico

Como ligante deberá utilizarse cementos asfálticos del tipo PEN 60-70 o PEN 85-100. En situaciones especiales, indicadas en el Proyecto, se podrán emplear cementos asfálticos del tipo PEN 120-150. Estos asfaltos deberán cumplir con los requisitos especificados en la [Subsección 415.02\(b\)](#)

Alternativamente, se podrán emplear emulsiones asfálticas de rotura media o lenta, que cumplan con los requisitos de las especificaciones descritas en la [Tabla 415-04.](#)

Para comprobar las características de los materiales deberán efectuarse los ensayos correspondientes con la frecuencia que se indica en la [Tabla 403.B-04.](#)

El tipo de asfalto a emplear será el señalado en las especificaciones técnicas del Proyecto.

Equipo

403.B.03

Se tendrá en cuenta las indicaciones de la [Subsección 400.03.](#)

Requerimientos de construcción

403.B.04 Diseño de la mezcla

La cantidad de asfalto o de emulsión asfáltica, necesaria para elaborar la mezcla se determinará con un tramo de prueba, donde se establecerá la dosificación y además la densificación necesaria para que la base asfáltica no se deforme ni desgrane. Los métodos, procedimientos y dosificaciones determinados en el tramo de pruebas y aprobados por el Supervisor, deberán mantenerse durante la construcción de la base de concreto asfáltico poroso.

403.B.05 Preparación e impermeabilización de la superficie de apoyo

Cuando la superficie de apoyo corresponda a la subrasante del Proyecto, a una sub-base granular o base granular, su terminación se ajustará a lo establecido en el Proyecto o en estas especificaciones.

Cuando lo establezca el Proyecto, la superficie de apoyo deberá ser impermeabilizada.

403.B.06 Aplicación de una capa de imprimación cuando sea necesario.

Se aplica lo indicado en la [Subsección 416](#).

403.B.07 Tolerancia superficial.

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal, al eje de la vía, que no existan variaciones superiores a 10 mm. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor.

403.B.08 Limitaciones climáticas.

Las mezclas asfálticas calientes, se colocarán únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura ambiental no sea menor a 6°C y sin presencia de precipitaciones pluviales.

403.B.09 Apertura al tránsito y tiempo de curado

Deberá evitarse el tránsito de vehículos hasta que el asfalto poroso se haya enfriado a la temperatura ambiente y termine el periodo de curado; el Supervisor autorizará la apertura al tráfico cumplidas las condiciones indicadas. Las reparaciones que deriven de un incorrecto control del tránsito, deberán ser corregidos por el Contratista, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor, y sin costo alguno para la entidad contratante. Se deberá evitar derrames de tierra, lodo u otros materiales que puedan comprometer el funcionamiento hidráulico de la base de concreto asfáltico poroso.

En el caso de bases fabricadas con emulsiones asfálticas, no se permitirá el tránsito hasta que la mezcla compactada pueda soportar el paso de vehículos sin que se produzcan desplazamientos.

403.B.10 Eficiencia hidráulica

La prueba consiste en verter 1 litro de agua sobre el asfalto poroso, el cual deberá ser totalmente absorbido en 15 segundos. Si esto no sucede, indicará

que el asfalto poroso se encuentra contaminado, y su eficiencia hidráulica dañada. Por tanto, El Contratista deberá demoler y reemplazar el tramo observado a su costo, el cual además deberá ser aprobado por el Supervisor.

403.B.11 Preparación de la mezcla

La mezcla en caliente deberá prepararse en plantas continuas o discontinuas, debiéndose cumplir los requisitos de la [Subsección 423.03\(b\)](#).

Las mezclas con emulsión asfáltica deberán prepararse según los requisitos establecidos en la [Subsección 424.07\(b\)](#).

403.B.12 Transporte

El transporte de la base de concreto asfáltico poroso fabricado con cemento asfáltico se realizará según lo indicado en las [Subsecciones 423.03\(c\)](#) y la base fabricada con emulsiones asfálticas se transportará siguiendo las indicaciones de la [Subsección 424.14](#).

403.B.13 Colocación

Para la colocación de la base de concreto asfáltico poroso fabricada con cemento asfáltico, se tendrán en cuenta las indicaciones de las [Subsección 423.12](#) y extensión de la base de concreto asfáltico poroso fabricada con emulsiones asfálticas, se regirá por lo que resulte aplicable de la [Subsección 424.15](#).

La mezcla que se coloque en zonas inaccesibles para el equipo de colocación, podrá ser esparcida y compactada a través de un método que asegure los resultados requeridos.

El material se extenderá en una sola capa de entre 12 cm y 24 cm de espesor. Para espesores superiores a 24 cm deberán extenderse en capas, de manera que ninguna sobrepase de 24 cm de espesor una vez compactada.

403.B.14 Compactación y terminación de la superficie

La compactación deberá comenzar tan pronto como concluya el extendido del material. La densificación se realizará preferentemente con rodillos de tipo liso metálico, de manera que se obtenga una superficie que no se deforme ni se desgrane al ser compactada y se ajuste a los perfiles y niveles del Proyecto. Se deberá asegurar un número de pasadas de rodillo, igual o mayor al número establecido en el tramo de prueba.

La superficie terminada no variará en ningún punto en más de 10 mm por encima o por debajo de las cotas establecidas en el Proyecto.

Las eventuales áreas endurecidas con cotas inferiores o superiores a 10 mm con respecto a lo que señale el Proyecto, serán reemplazadas en todo el espesor de la capa con nueva mezcla, por cuenta del Contratista.

403.B.15 Juntas de construcción

Al final de cada jornada, se deberán construir juntas transversales de construcción mediante un corte vertical sobre material completamente compactado.

En construcciones por media calzada, una vez terminada la compactación de la base abierta ligada con asfalto, se procederá a cortar verticalmente la junta longitudinal de construcción entre pistas. Cuando lo ordene el Supervisor, también se cortará verticalmente el borde adyacente a la berma. Todo el material producto de los cortes, deberá ser retirado de la obra. La colocación del nuevo material, solo deberá reiniciarse cuando el Supervisor haya aprobado la disposición de las juntas de construcción. A las caras verticales producto de los cortes, se les aplicará un riego de liga antes de reiniciar la faena de colocación en las áreas adyacentes.

403.B.16 Calidad del trabajo terminado

Se aplica lo indicado en la [Subsección 301.A.20\(d\)](#) a excepción del grado de compactación que debe ser como mínimo el 100%.

La evaluación de los trabajos con concreto asfáltico poroso, se efectuará de acuerdo a lo indicado en las [Subsección 04.11](#) y el cálculo estadístico según la [Subsección 04.06](#) que conduce a determinar la aceptación o el rechazo del trabajo.

403.B.17 Ensayo de deflectometría sobre la base terminada

Se realizarán ensayos de deflectometría sobre la base terminada teniendo en cuenta lo que resulte aplicable de la [Subsección 202.20](#).

Además de la viga Benkelman pueden utilizarse otros equipos tales como curvímetros, deflectómetros de impacto y otros con la aprobación del Supervisor y teniendo como referencia las recomendaciones de las normas NLT-333 y NLT-338.

403.B.18 Mantenimiento y construcción de la capa superior

El Contratista deberá mantener las bases abiertas ligadas con asfalto en condiciones satisfactorias hasta la construcción de la capa superior o la recepción de la obra. Si el Supervisor constatará deterioro o deformaciones, éste ordenará al Contratista ejecutar las reparaciones que estime necesarias, como requisito previo para autorizar la colocación de la capa superior.

No se permitirá transitar sobre la superficie terminada, el Contratista tomará todas las precauciones necesarias, para que el equipo de construcción se apoye a suficiente distancia de los bordes para no dañarlos.

Cualquier daño producido a las bases colocadas, por efecto de congelamiento, precipitaciones y otras condiciones climáticas adversas, deberá ser reparado o reemplazado por del Contratista a su costo y con aprobación del Supervisor.

Medición

403.B.19

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de asfalto poroso suministrado y compactado en obra, y aprobado por el Supervisor, de acuerdo a lo establecido en el Proyecto y las presentes especificaciones.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje de trabajo, por el ancho y espesor especificados en los planos y aprobados por el Supervisor.

Pago

403.B.20 Ejecución de asfaltos porosos

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico (m³), para toda la obra ejecutada de acuerdo al Proyecto, las presentes especificaciones y aprobado por el Supervisor.

Se aplica lo especificado en la [Subsección 400.09](#).



En todos los casos, el precio deberá incluir el suministro en el sitio, almacenamiento, desperdicios y aplicación de agua y aditivos mejoradores de adherencia y control de rotura que se requieran; la protección de todos los elementos aledaños a la zona de los trabajos y que sean susceptibles de ser manchados por riegos de asfalto, así como toda labor, mano de obra, equipo o material necesarios para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Se excluyen del precio unitario el suministro del producto asfáltico para la mezcla, el cual se pagará según lo establece la [Secciones 426](#).

Partida de pago	Unidad de pago
403.B.A Base de concreto asfáltico poroso	Metro cúbico (m ³)



SECCION 403.C

BASE DE CONCRETO

HIDRÁULICO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 403.C

Base de concreto hidráulico

Descripción

403.C.01

Este trabajo consiste en la elaboración y colocación, sobre una superficie debidamente preparada, de una mezcla de concreto hidráulico con cemento Portland, la que normalmente sirve de base o apoyo a pavimentos de concreto asfáltico o de concreto hidráulico, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

403.C.02 Concreto

Estará conformado por una mezcla homogénea de cemento agua, agregados fino y grueso y aditivos de ser el caso, materiales que deberán cumplir los requisitos básicos que se indican a continuación.

403.C.03 Cemento

El cemento utilizado será Portland, de marca aprobada oficialmente. Si los documentos del Proyecto o una especificación especial no señalan algo diferente, se empleará el denominado Tipo I de los descritos en la [Subsección 439.02.](#)

No se permitirá el uso de cemento endurecido por diversas razones o cuya fecha de vencimiento haya expirado.

403.C.04 Adiciones

Si el Proyecto lo contempla, se podrá utilizar un cemento con aditivos, de conformidad con la especificación ASTM C 595. Las adiciones deberán ser incorporadas en la fábrica del cemento.

Si la adición está constituida por una puzolana, ésta deberá cumplir los requisitos de la clase F de la especificación ASTM C 618.

Si se trata de escoria de alto horno, molida y granulada, deberá cumplir lo exigido en la especificación ASTM C 989 para los grados 100 ó 120. Su proporción dentro de la masa cementante total, se deberá encontrar entre 25% y 55%.

Tanto si se emplea cemento Portland normal como adicionado, el Contratista deberá presentar los resultados de todos los ensayos físicos y químicos relacionados con él, como parte del diseño de la mezcla.

403.C.05 Agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como SO_4^- y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3.000 ppm, determinado según la norma NTP 339.072. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.

403.C.06 Agregado fino

Se considera como tal, a la fracción del agregado que pasa el tamiz de 4,75 mm (N.º 4). Deberá provenir de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias metálicas u otro producto que resulte adecuado, de acuerdo con el proyecto. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del 30% de la masa del agregado fino.

El agregado fino deberá cumplir los requerimientos que se indican en la [Tabla 403.C-01](#).

Tabla 403.C-01
Requerimientos Agregado Fino para bases de concreto hidráulico

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		Altitud	
		< 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% mín.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sales Solubles	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al Sulfato de Magnesio	MTC E 209	-.-	15% máx.
Terrones de arcilla y partículas deleznales	MTC E 212	3% máx.	3% máx.
Partículas livianas	MTC E 211	0,5% máx.	0,5% máx.
Contenido de Sulfatos expresados como SO ₄ ⁻²	MTC E 218	1,2% máx.	1,2% máx.
Absorción de agua	MTC E 205	4% máx.	4% máx.
Contenido de materia orgánica	MTC E 213	Igual a muestra patrón	Igual a muestra patrón

Si el agregado fino no cumple el requisito indicado en la [Tabla 403.C-01](#) para el contenido de materia orgánica, se podrá aceptar si al ser ensayado en relación con el efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia del mortero, se obtiene una resistencia relativa a siete días no menor del 95%, calculada de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma ASTM C 87.

403.C.07 Agregado grueso

Se considera como tal, la porción del agregado retenida en el tamiz de 4,75 mm (N.º.4). Dicho agregado podrá ser natural, proceder de la trituración de roca o de grava o estar conformado por una combinación de materiales natural y triturado; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar la calidad de la mezcla y/o el comportamiento de la base terminada.

El agregado grueso deberá cumplir los requerimientos de calidad señalados en la [Tabla 403.C-02](#).

Siempre que la obtención de la granulometría especificada requiera la mezcla de dos o más agregados gruesos de diferente procedencia, los requisitos indicados en la [Tabla 403.C-02](#) deberán ser satisfechos por la mezcla de ellos, en las proporciones definidas en la fórmula de trabajo.

Tabla 403.C-02
Requerimientos de agregado grueso para bases de concreto hidráulico

Ensayo	Norma MTC	Requerimientos Altitud	
		< Menor de 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	40% máx.
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	70% mín.	80% mín.
Partículas Chatas y alargadas	MTC E 221	10% máx.	10% máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al Sulfato de Magnesio	MTC E 209	-.-	18% máx.
Terrones de arcilla y partículas deleznable	MTC E 212	0,25% máx.	0,25% máx.
Partículas livianas	MTC E 211	0,5% máx.	0,5% máx.
Contenido de Sulfatos expresados como SO ₄ ⁻	MTC E 218	1,0% máx.	1,0% máx.
10% de finos	Valor en seco	BS 812	50 kN mín
	Relación húmedo/seco	part 110	70% mín.

403.C.08 Gradación combinada

La combinación de los agregados grueso y fino, lista para elaborar la mezcla de concreto, deberá satisfacer el requisito granulométrico indicado en la [Tabla 403.C-03](#).

Tabla 403.C-03**Granulometría para bases de concreto hidráulico**

Tamiz		Porcentaje que pasa
Normal	Alternativo	
9,5 mm	2"	100
25,0 mm	1"	55-85
19,0 mm	3/4"	50-80
4,75 mm	N.º 4	30-60
425 µm	N.º 40	10-30
75 µm	N.º 200	0-15

403.C.09 Reactividad

Los agregados, tanto gruesos como finos, no deberán presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de SiO₂ y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma MTC E 217, se obtienen los siguientes resultados:

$$\text{SiO}_2 > R \quad \text{cuando } R \geq 70$$

$$\text{SiO}_2 > 35 + 0,5 R \quad \text{cuando } R < 70$$

Si el agregado califica como potencialmente reactivo con base en los criterios anteriores, no debe ser utilizado en la producción de concretos, a no ser que se demuestre que no es nocivo para el concreto con base en evaluaciones complementarias, como las indicadas en el apéndice de la especificación ASTM C 33, en especial las que hacen referencia a las normas ASTM C 227 y C 342.

403.C.10 Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la base por construir. Su empleo se deberá definir por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con las dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin que se perturben las propiedades restantes de la mezcla.

Los aditivos por usar pueden ser los siguientes:

- Inclusores de aire, los cuales deberán cumplir los requerimientos de la especificación ASTM C 260. El agente inclusor de aire deberá ser compatible con cualquier aditivo reductor de agua que se utilice.
- Aditivos químicos, que pueden ser reductores de agua, acelerantes de fraguado y retardantes de fraguado, los cuales deberán cumplir los requerimientos de la especificación ASTM C 494, incluyendo el ensayo de resistencia a la flexión. Los aditivos reductores de agua se deberán incorporar en la mezcla separadamente de los inclusores de aire, de conformidad con las instrucciones del fabricante.

La utilización de acelerantes y retardantes se debe evitar, en la medida de lo posible; se podrán utilizar únicamente en casos especiales, previa evaluación por parte del Contratista, que permita definir las condiciones de empleo de los mismos. El documento con toda la sustentación respectiva, incluyendo los certificados de calidad de los productos propuestos, deberá ser presentado al Supervisor para su evaluación y eventual aprobación, sin la cual no se permitirá el uso de los aditivos en el proyecto.

Equipo

403.C.11

El Contratista deberá poner al servicio de los trabajos contratados todo el equipo necesario para manejar los materiales y ejecutar todas las partes de la base de concreto hidráulico conforme se establece en la presente Sección.

Todo el equipo deberá ser situado en el lugar de los trabajos con anticipación suficiente al inicio de las operaciones de pavimentación, con el fin de que el Supervisor lo pueda revisar con todo detalle y aprobar oportunamente su utilización.

En todos los casos, el equipo se deberá ajustar a lo dispuesto en la legislación vigente en las materias ambiental, de seguridad, de salud y de transporte.

403.C.12 Equipo para la elaboración de los agregados

Para la elaboración de los agregados pétreos se requieren equipos para su explotación, carga, transporte y proceso. La unidad de proceso consistirá en una unidad clasificadora y una planta de trituración provista de trituradoras primaria, secundaria y terciaria siempre que esta última se requiera, así como

un equipo de lavado. La planta deberá estar provista de los filtros y demás accesorios necesarios para controlar la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.

403.C.13 Equipos para la elaboración del concreto

El concreto para la construcción del pavimento se fabricará en centrales de mezcla discontinua, capaces de manejar simultáneamente el número de fracciones de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada. La producción horaria de la central de fabricación deberá ser capaz de suministrar el concreto sin que se interrumpa la alimentación de la pavimentadora, cuando este equipo se utilice.

Las tolvas para agregados deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y estarán provistas de dispositivos para evitar intercontaminaciones; su número mínimo será función del número de fracciones de agregado pétreo que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Para el cemento a granel se utilizará una báscula independiente de la utilizada para los agregados.

El mecanismo de carga deberá estar protegido contra un eventual cierre antes de que la tolva de pesada estuviera adecuadamente cargada. El de descarga, contra una eventual apertura antes que la carga del cemento en la tolva de pesada hubiera finalizado, y que la masa del cemento en ella difiera en $\pm 1\%$ de la especificada; además, estará diseñado de forma que permita la regulación de la salida del cemento sobre los agregados.

La dosificación de los agregados se podrá efectuar por pesadas acumuladas en una sola tolva o individualmente con una tolva de pesada independiente para cada fracción. En el primer caso, las descargas de las tolvas de alimentación y la descarga de la tolva de pesada estarán protegidas de forma que:

- No podrá descargar más de una tolva al mismo tiempo.
- El orden de descarga no podrá ser distinto al previsto.
- La tolva de pesada no se podrá descargar hasta que haya sido depositada en ella la cantidad requerida de cada uno de los agregados y estén cerradas todas las descargas de las tolvas.

- La descarga de la tolva de pesada deberá estar protegida contra una eventual apertura antes que la masa de agregado en la tolva, difiera en $\pm 1\%$ del acumulado de cada fracción.

Si se emplean tolvas de pesada independientes para cada fracción, todas ellas deberán poder ser descargadas simultáneamente. La descarga de cada tolva de pesada deberá estar protegida contra una eventual apertura antes que la masa de agregado en ella difiera en $\pm 2\%$ de la especificada.

No se permitirá que se descargue parte alguna de la dosificación, hasta que todas las tolvas de los agregados y la del cemento estuvieran correctamente cargadas, dentro de los límites especificados.

Una vez comenzada la descarga, no se podrá comenzar una nueva dosificación hasta que las tolvas de pesada estén vacías, sus compuertas de descarga cerradas y los indicadores de masa de las balanzas a cero, con una tolerancia del $\pm 0,3\%$ de su capacidad total.

Los dosificadores ponderales deberán estar aislados de vibraciones y de movimientos de otros equipos de la central, de forma que, cuando éstos funcionen, sus lecturas, después de paradas las agujas, no difieran de la masa designada en $\pm 1\%$ para el cemento, $\pm 1,5\%$ para cada fracción del agregado o $\pm 1\%$ para el total de las fracciones, si la masa de éstas se determinase conjuntamente. Su precisión no deberá ser inferior al $\pm 0,5\%$ para los agregados, ni al $\pm 0,3\%$ para el cemento. El agua añadida se medirá en masa o volumen, con una precisión no inferior al $\pm 1\%$ de la cantidad total requerida.

Una vez fijadas las proporciones de los componentes, la única operación manual que se podrá efectuar para dosificar los agregados y el cemento de una amasada, será la de accionamiento de interruptores o conmutadores. Los mandos del dosificador deberán estar en un compartimento fácilmente accesible, que pueda ser cerrado con llave cuando así se requiera.

Si se prevé la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con precisión suficiente. Los aditivos en polvo se dosificarán en masa y los aditivos en forma de líquido o de pasta en masa o en volumen, con una precisión no inferior al $\pm 3\%$ de la cantidad especificada de producto.

El temporizador del amasado y el de la descarga del mezclador deberán estar protegidos de tal forma que, durante el funcionamiento del mezclador, no se pueda producir la descarga hasta que haya transcurrido el tiempo de amasado previsto.

La posibilidad de utilizar equipos de otras características para la fabricación de la mezcla, deberá ser definida en una especificación particular.

403.C.14 Elementos de transporte

El transporte del concreto a la obra se realizará en camiones mezcladores provistos de tambor giratorio cerrado con paletas internas, los cuales estarán equipados con cuentarrevoluciones.

Deberán ser capaces de proporcionar mezclas homogéneas y descargar su contenido sin que se produzcan segregaciones.

Para distancias de transporte cortas, se podrán emplear camiones abiertos, del tipo volquete, sin elementos de agitación, de forma que se impida toda segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños en aquél. Su caja deberá ser lisa y estanca, y estar perfectamente limpia, para lo cual se deberá disponer de un equipo adecuado. Estos camiones deberán estar siempre provistos de una lona o cobertor para proteger el concreto fresco durante su transporte, evitando la excesiva evaporación del agua o la intrusión de elementos extraños.

Se deberá disponer de los equipos necesarios para la limpieza de los elementos de transporte antes de recibir una nueva carga de concreto.

Ambos tipos de equipos de transporte deben cumplir con la especificación ASTM C 94.

403.C.15 Equipos de puesta en obra del concreto

La mezcla de concreto se extenderá y se compactará por los medios apropiados para garantizar la homogeneidad de la mezcla colocada, evitando la segregación y la aparición de vacíos y logrando alcanzar el espesor y la densidad adecuados y el contenido de aire especificado. La colocación se puede realizar mediante extendido entre encofrados fijas o con equipos de encofrados deslizantes.

403.C.16 Elementos necesarios para la puesta en obra del concreto empleando encofrados fijos

Cuando se emplee el método de construcción con encofrados fijos, el equipo mínimo necesario para la ejecución de las obras será el indicado en la [Subsección 438.03\(c\)](#)

403.C.17 Equipo de encofrados deslizantes para la puesta en obra del concreto

El equipo de encofrados deslizantes deberá cumplir con los requisitos indicados en la [Subsección 438.03\(d\)](#).

403.C.18 Equipos para la extensión manual del concreto

En áreas localizadas de pequeñas dimensiones, inaccesibles al equipo convencional, el Supervisor podrá autorizar la extensión y compactación del concreto por medios manuales. En este caso, para distribuir el concreto se emplearán palas y para enrasarlo se usará una regla vibratoria ligera.

403.C.19 Elementos para el acabado superficial

Se requiere una herramienta manual de acabado superficial con una superficie metálica, lisa y rígida, provista de un mango largo articulado, que al ser rotado accione un mecanismo de elevación, que le permita el deslizamiento planeando sobre la superficie del concreto. Su longitud deberá ser del orden de 3 m y su ancho de 15 cm; para áreas pequeñas, la longitud se puede reducir a 1,5 m y su ancho a 10 cm. La herramienta tener sus bordes ligeramente curvos y chaflanados, evitando que se hunda en el concreto fresco, dejando surcos. Su sección transversal debe tener forma de canal.

También, se requieren llanas para terminaciones puntuales y para corregir imperfecciones localizadas de la superficie de la base recién colocada.

403.C.20 Equipo para el curado del concreto

La aplicación de las membranas de curado se deberá realizar por medio de un equipo pulverizador que asegure un reparto uniforme y continuo del producto en todo lo ancho de la losa y en sus costados descubiertos. El equipo deberá estar provisto de dispositivos que proporcionen una adecuada protección del producto pulverizado contra el viento, así como de otro dispositivo dentro del tanque de almacenamiento del producto, cuya función es mantenerlo en agitación durante su aplicación. En áreas reducidas o inaccesibles a dispositivos mecánicos, el Supervisor podrá autorizar el empleo de aspersores manuales.

403.C.21 Elementos para la ejecución de juntas en fresco

Siempre que la base requiera juntas en fresco, ellas se ejecutarán mediante un equipo con cuchillas vibrantes o se podrán emplear dispositivos para la inserción de tiras continuas de plástico, con un espesor mínimo de 0,35 mm.

Requerimientos de construcción

403.C.22 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y los equipos empleados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados pétreos, requieren aprobación previa del Supervisor, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requerimientos de esta especificación.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento deberán garantizar el suministro de un producto de calidad uniforme. Si el Contratista no cumple con estos requerimientos, el Supervisor exigirá los cambios que considere necesarios.

Siempre que las condiciones lo permitan, los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras, deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la vegetación nativa. Al abandonar las canteras temporales, el Contratista remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas.

403.C.23 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista suministrará al Supervisor, para su verificación, muestras representativas de los agregados, cemento, agua y eventuales aditivos por utilizar, avaladas por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el diseño de la mezcla.

Los agregados y el cemento deberán cumplir con las recomendaciones de la ASTM C-33 y ASTM C-50 respectivamente, además se deberá cumplir las indicaciones de la ASTM C-94, relativas a la producción de concreto.

Una vez el Supervisor efectúe las comprobaciones que considere necesarias y dé su aprobación a los materiales cuando resulten satisfactorios, de acuerdo con lo que establece la presente especificación, el Contratista diseñará la mezcla mediante algún método reconocido y definirá una fórmula de trabajo, la cual someterá a aprobación del Supervisor. Dicha fórmula deberá satisfacer los criterios indicados en la [Tabla 403.C-04](#). El requerimiento sobre resistencia máxima a los 28 días se podrá obviar, si se diseñan y construyen juntas en la capa de base de concreto hidráulico.

Tabla 403.C-04

Criterios de diseño de la mezcla para la base de concreto hidráulico

Ensayo	Norma	Límites
Asentamiento	MTE C 705	25-75 mm
Contenido de aires	MTE C 706	≤4 %
Resistencia a la compresión a 7 días	MTE C 704	≥3,5 MPa
Resistencia a la compresión a 28 días	MTE C 704	5,0–8,5 MPa

La fórmula de trabajo deberá señalar:

- Proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles, así como la granulometría de los agregados combinados, por los tamices de 50 mm, 25,0 mm, 19,0 mm, 4,75 mm, 450 μm y 75 μm (2", 1", $\frac{3}{4}$ " y N.º. 4, 40 y 200).
- Módulo de finura del agregado fino.
- Las dosificaciones de cemento, agua libre y eventuales aditivos, por metro cúbico (m^3) de concreto fresco.
- La consistencia del concreto.
- El contenido de aire.

Para cada dosificación ensayada, se controlarán la consistencia (MTC E 705), las resistencias a compresión (MTC E 704) a 7 y 28 días y el contenido de aire incluido (MTC E 706).

Los ensayos de resistencia se llevarán a cabo sobre probetas procedentes de cuatro amasadas diferentes de concreto, confeccionando series de 4 probetas

por amasada. De cada serie se ensayarán dos probetas a 7 días y 2 a 28 días, obteniéndose los valores promedio de cada grupo de resultados.

Se considerará como fórmula de trabajo, una mezcla cuyo valor promedio obtenido a siete días supere la resistencia especificada en la [Tabla 403.C-04](#) con un margen suficiente para que sea razonable esperar que, con la dispersión que introduce la ejecución de la obra, la resistencia característica real de la mezcla también sobrepase la especificada. Al efecto, el Contratista deberá tener en cuenta que la magnitud en que el promedio de resistencia de la mezcla deba exceder la resistencia especificada dependerá de la desviación estándar de la resistencia durante la etapa de producción y de la precisión con la que dicho valor pueda ser estimado a partir de datos históricos sobre mezclas iguales o similares. Simultáneamente, la mezcla deberá presentar a 28 días una resistencia dentro del rango señalado en la [Tabla 403.C-04](#), salvo que, por el motivo indicado con anterioridad, sólo se exija un límite inferior.

Será obligatoria la realización de ensayos de módulo de elasticidad estáticos a los 28 días, para la mezcla diseñada. Este módulo podrá ser medido sobre cilindros fabricados para ensayar a compresión. Los documentos del proyecto podrán establecer requerimientos mínimos para el módulo de elasticidad del concreto, caso en el cual la mezcla deberá ser diseñada para cumplir también con dicho requerimiento.

Aunque no es obligatoria, resulta recomendable la elaboración de probetas prismáticas de sección cuadrada, para someterlas a flexión mediante cargas en los tercios (norma de ensayo MTC E 709), simultáneamente con la elaboración y ensayo de los cilindros a compresión, con el fin de disponer de una correlación entre las dos resistencias.

El Contratista deberá remitir al Supervisor el diseño completo de la mezcla, mostrando las proporciones de los ingredientes y los resultados de la resistencia a compresión del concreto a 7 y 28 días, así como el módulo de elasticidad y la densidad del concreto endurecido, determinada según la norma de ensayo ASTM C 642. El diseño deberá incluir una copia de todos los formularios de ensayo, incluyendo las fechas de las pruebas, una lista completa de los materiales, indicando tipo, fuente y características especificadas, tipo y resultados de las pruebas físicas y químicas sobre el cemento, el agua y los eventuales aditivos. También, deberá incluir el módulo de finura de la arena y el contenido de aire incluido en la mezcla. El diseño no podrá tener una edad superior a 90 días y la producción industrial de la

mezcla no podrá comenzar hasta que el Supervisor apruebe por escrito el informe de diseño.

Durante la etapa de producción, se deberá reajustar la fórmula de trabajo cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- La marca del cemento
- El tipo de agregado grueso.
- El tipo de agregado fino o su módulo de finura en más de 0,2.
- La naturaleza o proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra.
- La procedencia del agua.

403.C.24 Tramo de prueba

Aprobados por el Supervisor la fórmula de trabajo y el informe con el diseño de la mezcla, se procederá a la realización de un tramo de prueba con el mismo equipo, velocidad de puesta en obra y espesor de capa que se vayan a utilizar en la obra. La construcción de este tramo de prueba, de mínimo 20 m de longitud, en un ancho que determine el Supervisor, será obligatoria en proyectos diseñados para vías con alto tránsito de diseño. Su obligatoriedad para niveles de tránsito menores deberá ser establecida en los documentos contractuales del respectivo proyecto.

El tramo servirá para verificar las condiciones de elaboración de la mezcla y para comprobar que la colocación es adecuada y que los medios de vibración disponibles son capaces de compactar adecuadamente el concreto en todo el espesor del pavimento; que se pueden cumplir las limitaciones sobre uniformidad y lisura establecidas por la presente especificación; que el proceso de curado y protección del concreto fresco es adecuado y que las juntas se podrán realizar correctamente.

En caso de que los resultados del primer tramo no sean satisfactorios, éste se demolerá por cuenta del Contratista y se construirá otro u otros, introduciendo variaciones en los equipos, métodos de ejecución o, incluso, en la dosificación, hasta obtener una base con las condiciones exigidas. Logrado esto, se podrá proceder a la construcción de la base contratada.

Del tramo satisfactorio se extraerán 8 núcleos cilíndricos de 15 cm de diámetro para determinar la resistencia a compresión. Estos testigos se tomarán conforme lo indica la norma MTC E 707. 4 de ellos se tomarán a los 7

días de la puesta en obra y los otros 4 a los 28 días de la puesta en obra, en sitios distantes entre sí no menos de 7 m en sentido longitudinal y a no menos de 50 cm de cualquier junta o borde.

Los testigos se sumergirán en agua durante 48 horas y se someterán en seguida al ensayo de compresión (MTC E 704). Los valores de resistencia obtenidos se corregirán por esbeltez, siempre que corresponda.

La extracción de los testigos servirá, también, para observar la homogeneidad del concreto colocado como verificación de los procesos de colocación y vibrado. La eventual presencia de hormigueros hará obligatoria la demolición de los tramos afectados y el replanteamiento completo de los procesos de colocación y vibrado del concreto.

Con los valores de resistencia de estos testigos se determinarán los valores estimados de la resistencia característica a compresión, de acuerdo con el procedimiento indicado en la [Subsección 403.C.40\(c\)\(3\)](#). La resistencia se considerará satisfactoria, si el valor estimado de resistencia característica a siete días iguala o supera la resistencia característica del concreto a compresión a la misma edad, correspondiente al valor mínimo admisible indicado en la [Tabla 403.C-04](#), y si el valor estimado de resistencia característica a 28 días se encuentra dentro del rango establecido en la misma Tabla o supera el mínimo exigido. Si el valor estimado de resistencia característica a 28 días es inferior a la mínima especificada, el tramo se demolerá por cuenta del Contratista y se construirá uno nuevo, también a su cargo.

A todos los testigos extraídos se les determinará la densidad, según la norma de ensayo ASTM C642.

Todos los orificios resultantes de la extracción de testigos del tramo de prueba aprobado, para determinar la resistencia y la densidad de la base terminada, deberán ser rellenados, vibrados y curados por el Contratista, sin costo para la entidad contratante, con un concreto de igual o mayor resistencia que el extraído.

403.C.25 Preparación de la superficie existente

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Supervisor. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación de la unidad de obra

correspondiente, se corregirán de acuerdo con lo establecido en ella, y aprobado por el Supervisor.

Cuando la superficie existente presente deficiencias en las cotas en relación con las previstas en los planos o aprobados por el Supervisor, la deficiencia deberá completarse con material de base de concreto hidráulico. El volumen de concreto colocado para suplir dicha deficiencia no será objeto de pago, si la capa de apoyo fue construida en desarrollo del mismo contrato.

Antes de verter el concreto, se humedecerá la superficie de apoyo, sin que se alcance la saturación, para prevenir pérdidas rápidas en la humedad de la mezcla. En todos los casos, se prohibirá circular sobre la superficie preparada, salvo las personas y los equipos indispensables para la ejecución del pavimento.

Los requisitos indicados en este numeral rigen, también, para el tramo de prueba al cual hace referencia la Subsección precedente.

403.C.26 Elaboración de la mezcla

a. Manejo y almacenamiento de los agregados pétreos

Resulta aplicable lo indicado en la [Subsección 438.08\(a\)](#).

b. Suministro y almacenamiento del cemento

Rige lo indicado en la [Subsección 438.08\(b\)](#).

c. Almacenamiento de aditivos

Se aplicará lo descrito en la [Subsección 438.08\(c\)](#).

d. Mezcla de los componentes

La mezcla se realizará en una planta central, conforme se describe en la [Subsección 403.C.13](#)

El amasado se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogeneización de todos los componentes. La cantidad de agua añadida a la mezcla será la necesaria para alcanzar la relación agua/cemento fijada por la fórmula de trabajo; para ello, se deberá tener en cuenta el agua aportada por la humedad de los agregados, especialmente el fino.

Los aditivos en forma líquida o en pasta se añadirán al agua de amasado, mientras que los aditivos en polvo se deberán introducir en el mezclador junto con el cemento o los agregados.

A la descarga del mezclador, todo el agregado deberá estar uniformemente distribuido en el concreto fresco, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de pasta de cemento.

Los tiempos de mezcla y amasado, necesarios para lograr una mezcla homogénea y uniforme, sin segregación, así como la temperatura máxima del hormigón al salir del mezclador, serán fijados durante la realización del tramo de prueba especificado en la [Subsección 403.C.24](#).

Antes de volver a cargar el mezclador, se vaciará totalmente su contenido. Si hubiera estado detenido por más de 30 minutos, se limpiará perfectamente antes de volver a verter materiales dentro de él. De la misma manera se procederá antes de comenzar la fabricación de concreto con un nuevo tipo de cemento.

403.C.27 Transporte del concreto

Se aplica lo indicado en la [Subsección 438.09](#).

403.C.28 Colocación de los encofrados

Rige lo descrito en la [Subsección 438.10](#).

403.C.29 Colocación de elementos de guía para pavimentadoras de encofrados deslizantes

Resulta aplicable lo indicado en la [Subsección 438.11](#).

403.C.30 Colocación del concreto

Según se indica en la [Subsección 438.13](#).

403.C.31 Ejecución de las juntas en fresco (recientemente colocado)

Resulta aplicable lo indicado en la [Subsección 438.15](#).

403.C.32 Acabado superficial

El acabado de los pavimentos construidos entre encofrados fijos se realizará con una terminadora autopropulsada que pueda rodar sobre los encofrados o carriles adyacentes, la disposición y movimiento del elemento enrasador serán los adecuados para eliminar las irregularidades superficiales y obtener el perfil, sin superar las tolerancias prefijadas.

El acabado de bases construidas con pavimentadoras de encofrados deslizantes deberá ser efectuado por la misma máquina pavimentadora, la cual deberá disponer de los elementos necesarios para ello.

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal, al eje de la vía, que no existan variaciones superiores a 10 mm. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor.

Se prohibirá el riego de agua o la extensión de mortero sobre la superficie para facilitar el acabado y corregir irregularidades de la base.

La superficie terminada de la base de concreto hidráulico deberá quedar libre de áreas porosas y de resaltos de mortero y otras proyecciones, y no requerirá ninguna operación especial de texturizado.

403.C.33 Protección del concreto fresco

Rige lo indicado en la [Subsección 438.18.](#)

403.C.34 Curado del concreto

El curado de la base de concreto hidráulico se deberá realizar inmediatamente después del acabado final, empleando el producto especificado, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial.

El curado se deberá realizar en todas las superficies libres, incluyendo los bordes de la base, por un período no inferior a 7 días y, de ser posible, se deberá prolongar hasta 10 días. Sin embargo, el Supervisor podrá modificar dicho plazo, de acuerdo con los resultados obtenidos sobre muestras del concreto empleado en la construcción del pavimento.

El producto de curado se deberá aplicar en dos capas, la primera de ellas una vez terminado el acabado final y la segunda, con función antiadherente, dentro de las 48 horas previas a la extensión del concreto de la capa superior. En ningún caso, el producto se aplicará en momentos de lluvia.

Su aplicación se llevará a cabo asegurando su aspersion como un rocío fino, de forma continua y uniforme, en la cantidad aprobada por el Supervisor, la cual no podrá ser inferior a 250 g/m². El equipo aspersor deberá estar en

capacidad de mantener el producto en suspensión y tendrá un dispositivo que permita controlar la cantidad aplicada de la membrana.

Si por algún motivo la membrana sufre deterioro durante el período de curado, las áreas afectadas deberán ser reparadas inmediatamente.

403.C.35 Desencofrado

Cuando la base se construya entre encofrados fijos, el desencofrado se efectuará luego de transcurridas 18 horas a partir de la colocación del concreto. En cualquier caso, el Supervisor podrá aumentar o reducir el tiempo, en función de la consistencia alcanzada por el concreto.

403.C.36 Apertura al tránsito

No se deberá permitir la circulación de ningún tipo de tránsito sobre la base de concreto hidráulico, mientras ésta no haya alcanzado una resistencia a la compresión de, cuando menos, 5 MPa.

403.C.37 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la extensión de la mezcla para la construcción de la base de concreto hidráulico, mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente.

Los trabajos de construcción de la base de concreto hidráulico se deberán realizar en condiciones de luz solar.

El vaciado del concreto se deberá interrumpir cuando se produzcan precipitaciones pluviales, debiendo autorizar el Supervisor el reinicio del mismo, cuando dicho evento haya culminado.

En zonas calurosas, se deberán extremar las precauciones, con el fin de evitar fisuraciones o desecación superficial. Donde la temperatura ambiente exceda de 30°C, se deberá contemplar el empleo de aditivos retardadores de fraguado y/o el empleo de agua fría en la elaboración de la mezcla. La temperatura de la mezcla no podrá exceder de 38°C durante el vaciado.

La temperatura de la masa de concreto, durante la operación de vaciado, tampoco podrá ser inferior a 6°C y se prohibirá la puesta en obra sobre una superficie cuya temperatura sea inferior a 0°C o cuando la temperatura ambiental sea inferior a 6°C.

403.C.38 Control ambiental

Todas las labores requeridas para la construcción de la base de concreto hidráulico se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del Proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales; así como del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto.

Así mismo, se controlará que los procesos de preparación de agregados; elaboración, transporte, colocación de la mezcla y el acabado de la base, se realicen cumpliendo las normas ambientales vigentes.

Al término de los trabajos de construcción de la base de concreto hidráulico, el Contratista deberá limpiar la superficie y retirar todo material sobrante o desperdicio, transportarlo y depositarlo en un DME, según lo establecido en la [Sección 209](#).

403.C.39 Conservación

La base de concreto hidráulico deberá ser mantenida en buenas condiciones por el Contratista, hasta la colocación de la capa superior o recepción de la obra, sin que ello implique costo adicional alguno para la entidad contratante.

Aceptación de los trabajos

403.C.40

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo mecánico.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por las especificaciones técnicas.
- Controlar la adecuada aplicación del método de trabajo aprobado en cuanto a la elaboración, manejo de los agregados, transporte, colocación, compactación, ejecución de juntas, acabados y curado de las mezclas de concreto que constituyen la base.

- Efectuar los ensayos necesarios para el control de calidad de los trabajos.
- Verificar acorde a la norma aplicable el asentamiento (slump) y el contenido de aire de la mezcla.
- Tomar según lo especificado, muestras de la mezcla, para las pruebas de resistencia correspondiente.
- Tomar según lo especificado, muestras para determinar el espesor, densidad y resistencia, de la base.
- Realizar según lo especificado, los controles para comprobar la uniformidad de la superficie de la base terminada.

Los orificios que dejen las muestras tomadas para las pruebas correspondientes serán rellenados por el Contratista, sin costo alguno para la entidad contratante, con una mezcla de similares características que la empleada en la construcción de la base, la cual será compactada, enrasada y curada adecuadamente y aprobada por el Supervisor.

b. Condiciones específicas y tolerancias para la aceptación

1. Calidad del cemento

El Supervisor verificará que el cemento, cumpla con lo especificado en las normas NTP 334.009 ó NTP 334.090, y cuente con las certificaciones de calidad vigentes del fabricante.

2. Calidad el agua

El Supervisor verificará que la calidad del agua cumpla con las exigencias establecidas en la [Subsección 403.C.05.](#)

3. Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- El desgaste en la máquina de Los Ángeles.
- Las pérdidas en el ensayo de solidez (durabilidad) en sulfato de magnesio.
- El equivalente de arena del agregado fino.

- El contenido de materia orgánica del agregado fino mediante el ensayo colorimétrico.
- Pruebas de detección de sustancias perjudiciales.

La curva granulométrica de cada ensayo individual se deberá ajustar a la franja de tolerancia. Esta franja se construirá a partir de la granulometría de diseño de la mezcla (Fórmula de Trabajo aprobada), con los límites fijados en la [Tabla 403.C-05](#).

Tabla 403.C-05

Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula de trabajo

Tamiz	Tolerancia en puntos de % sobre el peso seco de los agregados
4,75 mm (N.º 4) y mayores	±4
450 µm (N.º 40)	±3
75 µm (N.º 200)	±2

Para comprobarse las características de los agregados y el agua deberán efectuarse los ensayos correspondientes con la frecuencia que se indica en la [Tabla 403.C-08](#).

4. Calidad de los productos químicos para curado

El Contratista deberá presentar certificaciones periódicas de los fabricantes ó de los proveedores de estos productos, que garanticen su calidad, para la revisión y autorización de uso por parte del Supervisor.

c. Calidad de la mezcla

1. Consistencia

El Supervisor controlará la consistencia de cada carga transportada, para lo cual extraerá una muestra antes de la colocación del concreto, para someterla al ensayo de asentamiento. El resultado obtenido se deberá ajustar de acuerdo al establecido en la Fórmula de Trabajo aprobada, con las tolerancias que muestra la [Tabla 403.C-06](#). Si el asentamiento se encuentra por fuera de los límites de tolerancia o por

fuera del rango aceptado en la [Tabla 403.C-04](#), se tomará una segunda muestra del mismo camión y se repetirá el ensayo. Si este último se encuentra dentro de los límites y tolerancias especificados, se aceptará el viaje. En caso contrario, se rechazará.

Tabla 403.C-06

Tolerancia en el asentamiento y en el contenido de aire respecto de los definidos en la fórmula de trabajo

Característica	Construcción	Tolerancia
Asentamiento	Encofrados fijos	25 mm a 38 mm
	Encofrados deslizantes	13 mm a 38 mm
Aire	Encofrados fijos	+ 1,8 %
	Encofrados deslizantes	+ 1,8 %

2. Contenido de aire

El Supervisor controlará el contenido de aire en la mezcla transportada por cada uno de los tres primeros camiones que lleguen a la obra en la jornada de trabajo y los tres primeros después de cada interrupción, programada o no, durante el curso de la jornada. Los resultados se deberán ajustar al valor establecido al definir la fórmula de trabajo aprobada, con las tolerancias que muestra la [Tabla 403.C-06](#). Si el resultado de la muestra de algún camión se encuentra por fuera de los límites de tolerancia o excede el valor máximo aceptado en la [Tabla 403.C-04](#), se tomará una segunda muestra del mismo camión y se repetirá el ensayo. Si este último se encuentra dentro de los límites y las tolerancias especificados, se aceptará el viaje. En caso contrario, se rechazará. Si se rechaza el concreto de los tres camiones consecutivos por este motivo, se suspenderán la producción de la mezcla y la construcción de la base, hasta que se detecten y corrijan las causas de la anomalía.

3. Control de Resistencia

Se deberá determinar la resistencia a compresión del concreto (norma de ensayo MTC E 704) a los 7 y 28 días.

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, la menor cantidad de base construida con el mismo tipo de mezcla, que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.
- 350 m³ de concreto colocado.

De cada lote definido para inspección se moldearán probetas para un mínimo de 5 ensayos, constituido cada ensayo por 2 probetas, cuyas dimensiones, preparación y curado deberán estar de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 702.

Las probetas deberán ser curadas en obra durante 48 horas antes de moverlas, y serán ensayados a la compresión a los 7 días de curado, conforme a la norma de ensayo MTC E 704. De los resultados obtenidos por cada par de probetas, se tomará el de mayor valor como representativo de la resistencia del ensayo, salvo que la diferencia entre las dos resistencias exceda del 10% del valor menor, caso en el cual se tomará este último como representativo. Los valores de todos los ensayos de la muestra que representa al lote se promediarán.

La conformidad o no conformidad de la mezcla, se establecerá como se indica a continuación:

- Se determinará el valor estimado de la resistencia característica del concreto del lote sometido a evaluación, a partir de la expresión:

$$f_{c,est} = f_{c,7} - (k \times s)$$

Donde:

$f_{c,est}$ = Valor estimado de la resistencia característica a la compresión, del concreto del lote al que representa la muestra.

$f_{c,7}$ = Valor promedio de los ensayos de resistencia a compresión, a una edad de 7 días, de los ensayos que integran la muestra que representa al lote.

$$f_{c,7} = \frac{\sum f_i}{n}$$

f_i = Resultado de un ensayo de resistencia a los 7 días.

- n = Número de muestras que componen el lote.
- k = Factor que establece el límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad de 90%, se encuentra la resistencia del concreto que integra el lote. Este factor depende del número de ensayos (n) que integran la muestra y su valor se indica en la [Tabla 403.C-07](#).

Tabla 403.C-07

Valores del factor k

n	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
K	0,685	0,602	0,544	0,500	0,465	0,437	0,413	0,393	0,376	0,360	0,347

- s = Desviación estándar de los resultados de los ensayos que integran la muestra.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f_i - f_{c,7})^2}{n - 1}}$$

El lote recibirá aceptación provisional, en relación con la resistencia de control, si:

$$f_{c,est} \geq f_{c,D}$$

Donde:

- f_{c, D} = Resistencia característica a compresión del concreto a 7 días, correspondiente al valor mínimo indicado en la [Tabla 403.C-04](#).

Si no se satisface el criterio de resistencia para aceptación provisional, se rechazará el lote al cual representa la mezcla controlada.

d. Calidad del trabajo terminado

La capa de base terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las dimensiones, rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto, o las modificaciones aprobadas.

La distancia entre el eje del Proyecto y el borde de la capa construida no podrá ser menor que la indicada en los planos o las modificaciones aprobadas.

La cota de cualquier punto de la base curada no deberá tener una diferencia mayor o menor de 10 mm de la proyectada.

Además, el Supervisor deberá efectuar las siguientes verificaciones:

1. Espesor

El espesor de la base de concreto hidráulico se verificará mediante la norma de ensayo MTC E 712 sobre los núcleos extraídos de la capa para la verificación de la resistencia definitiva.

El lote que se verifica se aceptará, en relación con el espesor, si el valor promedio de los núcleos respectivos (e_m) es igual o mayor que el espesor de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d$$

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, como mínimo, igual al 90% del espesor de diseño ($0,9 e_d$), admitiéndose un solo valor por debajo de dicho límite. Si algún núcleo presenta un espesor mayor que el de diseño en más del 10%, para los cálculos del espesor promedio al cual se refiere este inciso se supondrá que su espesor es solamente 10% mayor que el de diseño ($e_i=1,10 e_d$).

Si el requerimiento del espesor promedio se cumple, pero más de un valor de espesor individual resulta inferior al 90% del espesor de diseño, se delimitarán las áreas donde los espesores no resultaron satisfactorios mediante la toma de núcleos adicionales, a separaciones no mayores de $\leq 5m$. Delimitadas dichas zonas, se demolerá la base en la longitud definida y en todo el ancho del lote y se reemplazará con una mezcla adecuada, en espesor conforme con el diseño, todo ello a costo del Contratista, y aprobado por el Supervisor.

Si el espesor promedio resulta inferior al espesor de diseño, pero ningún valor individual es inferior al 90% del espesor de diseño, el Supervisor podrá admitir el espesor construido, siempre que el Contratista suscriba el compromiso de compensar la merma con un espesor adicional de la capa superior, numéricamente igual al valor de la deficiencia, a fin de que el paquete estructural en su conjunto se mantenga invariable, sin que ello implique ningún reconocimiento monetario para la entidad contratante. En caso contrario se rechazará

el lote, que deberá ser demolido y reconstruido por el Contratista, a su costo y riesgo.

Si el espesor promedio resulta inferior al espesor de diseño y, además, existen valores individuales inferiores al 90% del espesor de diseño ($e_i \leq 0,9 e_d$), se rechazará el lote, el cual deberá ser demolido y reconstruido por el Contratista, a su costo, y aprobado por el Supervisor.

2. Resistencia de la base de concreto hidráulico terminada

Independientemente de que se hayan superado los requerimientos indicados en la [Subsección 403.C.40\(c\)\(3\)](#) en relación con la resistencia de la mezcla de concreto, se deberá verificar la resistencia efectiva del concreto en la capa de base construida.

Al efecto, se extraerá por cada 350 m³, en sitios escogidos al azar, al menos 5 núcleos cilíndricos para determinar la resistencia a la compresión. Estos elementos se tomarán conforme lo indica la norma MTC E 707.

La capa de base de la cual se extraen los elementos deberá tener una edad no menor a 28 días.

Los elementos se sumergirán en agua durante 48 horas y a continuación se someterán a la rotura por compresión.

Con los valores de resistencia obtenidos con estos especímenes, corregidos por esbeltez cuando corresponda, se estimará una resistencia característica definitiva ($f_{c, \text{est definitiva}}$).

El lote será aceptado de manera definitiva, en relación con la resistencia del concreto, si la resistencia característica definitiva iguala o supera la resistencia característica a compresión del concreto a 28 días, correspondiente al valor promedio utilizado para el diseño estructural del pavimento (o la resistencia a compresión equivalente a la resistencia promedio a flexión a 28 días empleada en el diseño estructural del pavimento):

$$f_{c, \text{est definitiva}} \geq f_{c, D}$$

Si esta condición de resistencia definitiva no se cumple, se rechazará el lote, el cual deberá ser demolido y reconstruido por el Contratista, a su costo. Alternativamente, el lote podrá ser aceptado por el Supervisor,

si el Contratista realiza un rediseño del pavimento para el lote, en función del espesor promedio de la base y la resistencia característica definitiva del concreto, y suscribe un compromiso para construir, a su responsabilidad y costo, el espesor adicional de capa de rodadura, respecto del contratado, que sea necesario según los cálculos estructurales, para compensar las deficiencias que presente la capa de base de concreto hidráulico. Para efectos del rediseño del pavimento, se empleará el mismo método utilizado en el diseño original. El rediseño deberá contar con la aprobación del Supervisor.

Todas las obras de reconstrucción que se deban efectuar, serán sometidas a los mismos controles descritos en Sección para la base original.

La obligación de ejecutar cualquier corrección, no podrá ser utilizada por el Contratista como excusa para incumplir el plazo de ejecución de las obras.

3. Densidad del concreto

A los testigos extraídos de la base terminada se les determinará su densidad, según la norma de ensayo ASTM C 642. Los resultados deberán ser reportados, pero no se emplearán como criterio para aceptación o rechazo de la base construida.

e. Ensayo de deflectometría sobre la base terminada

Se realizarán ensayos de deflectometría sobre la base terminada teniendo en cuenta lo que resulte aplicable de la [Subsección 202.20](#).

Además de la viga Benkelman pueden utilizarse otros equipos tales como curviómetros, deflectómetros de impacto y otros con la aprobación del Supervisor y teniendo como referencia las recomendaciones de las normas NLT-333 y NLT-338.

Tabla 403.C-08
Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Base de Concreto hidráulico	Granulometría	MTC E 204	750 m ³	Cantera
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	2.000 m ³	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	2.000 m ³	Cantera
	Sales Solubles	MTC E 219	2.000 m ³	Cantera
	Partículas fracturadas	MTC E 210	2.000 m ³	Cantera
	Durabilidad al Sulfato de Magnesio	MTC E 209	2.000 m ³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	2.000 m ³	Cantera
	Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	2.000 m ³	Cantera
	Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	2.000 m ³	Cantera
	Índice plástico	MTC E 111	2.000 m ³	Cantera
	Terrones de arcilla y partículas deleznable	MTC E 212	2.000 m ³	Cantera
	Partículas livianas	MTC E 211	2.000 m ³	Cantera
	Contenido de Sulfatos expresados como SO ₄ -	MTC E 218	2.000 m ³	Cantera
	Absorción de agua	MTC E 205	2.000 m ³	Cantera
	Contenido de materia orgánica	MTC E 213	2.000 m ³	Cantera
	10% de finos	BS 812 part 110	2.000 m ³	Cantera
	pH	NTP 339.073	2.000 m ³	Fuente de agua
	Compresión	MTC E 1101 MTC E 1103	2 muestras por día	Pista

Notas:

- (1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico-mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del Proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y /o característica.

Medición

403.C.41

La unidad de medida del pavimento de concreto hidráulico será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de concreto suministrado, colocado, compactado y terminado, debidamente aprobado y aceptado por el Supervisor.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real medida a lo largo del eje del proyecto, por el ancho y el espesor especificados en los planos o modificados por el Supervisor. No se medirán cantidades por fuera de estos límites.

Pago

403.C.42

El pago se hará por metro cúbico (m³) al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo esta especificación y cuente con la aprobación del Supervisor.

Se aplica lo especificado en la [Subsección 400.09](#).

Deberá cubrir, también, costos y colocación de los pasadores, varillas de unión, mallas electrosoldadas, elementos para separación del pavimento o curado y materiales para el sello de todas las juntas según lo contemple el proyecto; el transporte del concreto al sitio de los trabajos, su colocación y vibrado, la ejecución de juntas, el acabado superficial y el curado requerido; en general todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados y lo especificado en la [Subsección 07.05](#).

Partida de pago	Unidad de pago
403.C.A Base de concreto hidráulico	Metro cúbico (m ³)



SECCION 412

PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 412

Plantas de producción de materiales

Descripción

412.01

Esta Sección se refiere a las consideraciones, criterios y actividades que se deberán tener en cuenta para la instalación, operación, desmontaje y retiro de las plantas de producción de materiales, los que estarán contemplados en el Plan de Manejo para Plantas de Producción, al que hace referencia la [Sección 412.06](#)

Previo al inicio de cualquier actividad referente a esta partida, el Contratista deberá contar con el Plan de Manejo para Plantas de Producción de Materiales, debidamente aprobado por el Supervisor y las entidades públicas y privadas que correspondan, incluyendo todos los permisos legales.

Materiales

412.02

Los materiales necesarios para cumplir con la presente especificación, deberán ser los establecidos en el Proyecto, que deberán ser aprobados por el Supervisor.

Requerimientos de construcción

412.03

La ubicación e instalación de las plantas de asfalto, concreto u otras, deberá tener en cuenta criterios ambientales, escogiéndose preferentemente lugares planos, desprovistos de cubierta vegetal y alejados áreas pobladas. Cuando se trate de obras en áreas urbanas o cercanas a éstas, deberá solicitarse las autorizaciones correspondientes para su ubicación.

El procedimiento de trabajo en este caso, deberá obedecer a lo indicado en el Plan de Manejo para Plantas de Producción de Materiales, que se refiere en la [Subsección 412.06](#)

Durante el período de construcción se deberá reducir al mínimo la contaminación por ruido, residuos, gases, humo y partículas en suspensión y sedimentables generados por las plantas de producción. Para tal efecto, las emisiones se registrarán por los límites establecidos por la legislación vigente.

El Contratista deberá especificar los métodos de control de emisiones atmosféricas y de ruido que se utilizarán. Estos métodos deberán ser presentados y aprobados por el Supervisor antes de iniciar los trabajos.

Todas las instalaciones deberán contar con dispositivos o elementos necesarios para evitar la contaminación del ambiente como, por ejemplo, los producidos por desechos sólidos, derrames de materias tóxicas o peligrosas, emisiones de gases, ruidos y partículas transportables por el viento.

No obstante a lo indicado en el párrafo anterior, si hubiera consideraciones especiales no atendidas en el Plan de Manejo para Plantas de Producción de Materiales, que pudieran implicar daño para el medio ambiente, será responsabilidad del Contratista indicarlas al Supervisor, incluyendo las medidas adecuadas para cada caso.

Medición

412.04

Esta actividad no es materia de medición.

Pago

412.05

Las plantas de producción de materiales no es objeto de pago específico, teniendo en consideración que los costos de los materiales producidos forman parte de los precios unitarios correspondientes.

412.06 Plan de Manejo para Plantas de Producción de Materiales

El Contratista debe contar con un plan de manejo de plantas de producción de materiales, acorde con la normativa legal y reglamentaria vigente, el cual debe ser aprobado por el Supervisor.

412.07 Criterios de localización

Para la instalación de plantas de producción de materiales, se deberán considerar entre otros los siguientes criterios ambientales:

- Evitar la afectación de los lugares donde exista flora y fauna en zonas o áreas protegidas.
- Evitar la afectación de restos arqueológicos y sitios históricos.
- Evitar la afectación de terrenos con procesos erosivos, riesgos de alteraciones geofísicas o riesgos de inundación.
- Evitar la proximidad con poblados, caseríos o aldeas, guardando distancias mínimas que se especifique en el Proyecto y sean aprobadas por el Supervisor, acorde a la normatividad vigente.

Para la localización de la Planta se deberá tener en cuenta, la dinámica eólica natural, evitando su localización a barlovento de un centro poblado ubicado a menos de 100 metros.

412.08 Contenidos del Plan de Manejo para Plantas de Producción de Materiales

A continuación se indica los contenidos mínimos:

a. Antecedentes generales:

- Nombre de la Instalación.
- Ubicación: Región, Provincia, Distrito, Distancia Acumulada del lugar donde se conecta con un camino público.
- Identificación de los accesos, indicando distancia respecto al punto más cercano del Proyecto (camino recorrido) y distancia en línea recta a zonas pobladas.
- Superficie.
- Tipo de producción.

- Plazo de duración de la planta en operación.
- Inicio y fin de las actividades.
- Tipo de insumo y/o recurso.
- Fotografías del área de emplazamiento, antes, durante y después de ocupado el lugar.
- En caso de que existan en el estudio del Proyecto, se complementará el análisis con fotografías aéreas de la zona de emplazamiento.
- Plano de planta general con la ubicación de las oficinas, almacén de materiales, talleres, plantas de producción a escala 1:100 ó 1:200.
- Permisos sectoriales y ambientales requeridos. Cuando se trate de obras en áreas urbanas o cercanas a éstas, deberá solicitarse la autorización para su ubicación.
- Autorizaciones o permisos para ocupación de terrenos, según sea la propiedad privada o pública.
- Señalar el procedimiento para tratar los residuos provenientes de la planta, tales como, restos de desechos provenientes del mantenimiento de la planta o de sus maquinarias que, en general, se encuentran contaminados con productos derivados del petróleo.

b. Características del entorno:

- Caracterización del estado actual de los componentes ambientales.
- Determinación de áreas sensibles para las cuales se deberán definir medidas ambientales especiales.
- Identificación de los lugares con presencia de restos arqueológicos y sitios históricos.

c. Descripción de actividades

- Horario de trabajo.
- Flujo de camiones y maquinarias.
- Sectores para la disposición de residuos sólidos y líquidos.
- Número de trabajadores.
- Tecnologías utilizadas para la producción de materiales.

- Señalamiento de la producción bruta diaria ($m^3/día$) y promedio semanal, quincenal o mensual.
- Esquema del proceso constructivo.

d. Identificación y valoración de impactos

e. Medidas ambientales

Señalar las medidas de prevención, mitigación, reparación y compensación para los impactos identificados y valorados, originados por cada actividad, incluyéndose:

- Objetivos
- Características técnicas de la medida
- Lugar de aplicación

f. Monitoreo ambiental

Definir un monitoreo de las variables y las medidas propuestas para que se minimice el efecto sobre ellas, las que deberán ser aprobadas por el Supervisor.

g. Retiro de la instalación

Definición de las actividades y acciones necesarias para restaurar el área de la instalación, con el fin de restablecer las condiciones iniciales, previas a su instalación.

- Definición del uso posterior que se le dará al área explotada, si corresponde.
- Se deberá considerar la realización de una recepción ambiental preliminar, y otra al final del retiro de las instalaciones, por parte del Supervisor.

412.09 Documentación requerida

- Plan de Manejo para Plantas de Producción de Materiales, según contenidos indicado.
- Permisos y autorizaciones de las autoridades competentes.

412.10 Consideraciones ambientales para la operación de plantas de producción de materiales

- Reducir al mínimo, durante el período de operación, la contaminación por ruido, residuos, gases, humo y partículas en suspensión y sedimentables generadas por las plantas de producción. Para tal efecto, las emisiones se regirán por los límites establecidos en la legislación y normatividad vigente.
- El Contratista deberá especificar los métodos de control de emisiones atmosféricas y de ruido que se utilizarán. Estos métodos deberán considerar aquellos contenidos en el plan de manejo ambiental de plantas de producción de materiales y otros indicados por el Contratista, los cuales serán aprobados por el Supervisor.
- Todas las instalaciones deberán contar con dispositivos especiales diseñados para evitar la contaminación del ambiente, como aquellos producidos por desechos sólidos, derrames de materias tóxicas o peligrosas, emisiones de gases, ruidos y partículas trasportables por el viento.
- La planta de producción de materiales solo podrá comenzar a operar una vez que se cuente con la aprobación del Supervisor.

412.11 Consideraciones ambientales para el retiro de plantas de producción de materiales

- Terminada la producción de materiales, se deberán limpiar los lugares afectados, a fin de restituir y/o mejorar las condiciones del lugar, previas a la instalación de la planta.
- Si se ha utilizado suelos de uso agrícola, se deberán implementar las medidas para recuperar la capacidad agrícola que tenía el terreno antes del inicio de los trabajos.
- Relleno de pozos y retiro de todo vestigio de ocupación del lugar.
- Solo podrán permanecer dentro del área de la planta aquellos elementos o estructuras que presten utilidad, que constituya mejora para el ambiente y que sean autorizados por el Supervisor.

- Se deberá considerar la realización de una recepción ambiental preliminar, y otra al final del retiro de las instalaciones, por parte del Supervisor.

412.12 Planes especiales

Cuando las características del Proyecto y del área de emplazamiento lo hagan necesario, el Contratista deberá elaborar planes de manejo ambiental especiales. En general, este requisito estará condicionado a lo que señale cada Proyecto en particular. En efecto, en la etapa de estudio del Proyecto se deberá determinar la pertinencia de solicitar estos planes.

Por otra parte, la elaboración e implantación de estos planes estará condicionada al lugar que se elija para el emplazamiento de obras anexas. Este emplazamiento será definido por el Contratista y aprobado por el Supervisor.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 413

CAPA DE AGREGADO - SUELO VEGETAL PARA RECUBRIMIENTO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 413

Capa de agregado - suelo vegetal para recubrimiento

Descripción

413.01

Este trabajo consiste en enrasar y colocar una capa de agregado mezclado con suelo vegetal y semillas sobre superficies tales como taludes y áreas complementarias de la vía, con la finalidad principal de dar protección a dichas áreas contra los efectos de erosión.

Materiales

413.02 Agregado

Debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Granulometría: AASHTO M 43 N° 57.
- Calidad: AASHTO M 80 clase E.

413.03 Semillas

No se usará semilla húmeda, contaminada o deteriorada. Debe suministrarse cada tipo de semilla en un contenedor separado. Cada recipiente debe estar rotulado con lo siguiente:

- Nombre y tipo de semilla.
- Número de lote.
- Peso neto.
- Porcentaje de pureza, germinación y semilla dura.
- Porcentaje máximo de contenido de semilla de maleza.

413.04 Suelo vegetal

Debe cumplir lo indicado en la [Subsección 901.02](#).

413.05 Agua

El agua debe estar libre de sustancias peligrosas para la vida de las plantas, como: aceites, ácidos, álcalis, o sales.

Requerimientos de construcción

413.06 Preparación de la superficie

El área donde se colocará la mezcla de agregado-suelo vegetal se escarificará hasta una profundidad de 7.5 cm. Para el caso de los taludes se efectuará la remoción manual del mismo espesor.

413.07 Dosificación, Colocación y Compactación

Se preparará la mezcla con $50\pm 10\%$ de agregados y $50\pm 10\%$ de suelo vegetal por volumen, con suficiente agua para su compactación.

Los componentes se batirán para formar una mezcla homogénea que será distribuida sobre la superficie preparada, en una capa uniforme. Se colocará la mezcla con el alineamiento y pendiente de la sección transversal y se retirarán los terrones y piedras mayores de 5 cm. Antes de compactar, se esparcirá la semilla seca sobre la mezcla, en las cantidades que establezca el Proyecto y apruebe el Supervisor.

La densidad máxima de la mezcla será calculada de acuerdo a la AASHTO T 99, método C. Se compactará la mezcla a no menos del 90% de la densidad máxima y se determinará la densidad in situ conforme a la AASHTO T 238 u otro método de prueba aceptado. Después de la compactación, se esparcirá de nuevo semilla seca, en las cantidades que establezca el Proyecto y apruebe el Supervisor.

413.08 Aprobación

El Supervisor aprobará el trabajo una vez que este haya sido satisfactoriamente concluido de acuerdo al Proyecto y las especificaciones técnicas.

Debe proporcionarse toda la información necesaria del avance, proceso del trabajo y del control del comportamiento de la obra, de manera que se pueda comprobar que se cumple con los requisitos del contrato.

Las pruebas a realizarse comprenden los ensayos y frecuencias indicadas en la [Tabla 413-01](#).

Las semillas deberán contar con los certificados de control de calidad del productor.

Tabla 413-01

Ensayos y Frecuencias

Material	Propiedades	Métodos de ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregados para mezcla	Graduación	AASHTO T 27 AASHTO T 11	1 de cada 1.500 toneladas	Fuente de apilamiento
Agregados-Suelo vegetal	Humedad - Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 de cada mezcla o cambio de material	Material procesado antes de incorporado al trabajo
	Contenido de humedad y densidad in situ	AASHTO T 238 y T 239 u otros aprobados	1 de cada 2.500 m ²	Material compactado

Medición

413.09

La medida se hará por metro cuadrado (m²).

Pago

413.10

Las cantidades aceptadas y medidas conforme a lo anterior, se pagarán de acuerdo al precio unitario del contrato. El pago será la compensación total por el trabajo prescrito en esta sección, incluyendo el riego periódico para asegurar el crecimiento de las plantas.

Ítem de pago	Unidad de pago
413.A Capa de Agregado-Suelo Vegetal para recubrimiento	Metro cuadrado (m ²)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 414

SEPARACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE Y CAPAS GRANULARES CON GEOTEXTIL



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 414

Separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextil

Descripción

414.01

El trabajo consiste en la colocación de un geotextil y una capa de material granular sobre una superficie de suelo previamente preparada, con la finalidad de evitar efectos de contaminación, de acuerdo a lo establecido en el Proyecto y aprobado por el Supervisor.

Materiales

414.02 Geotextiles

Los geotextiles deberán satisfacer los requisitos que se indiquen en el Proyecto y deben cumplir los requerimientos establecidos en las [Tabla 511-03](#) y [511-04](#). Debe entenderse que estos límites corresponden a condiciones normales de instalación.

Las propiedades de los geotextiles dependen de los requerimientos de resistencia y de las condiciones de instalación de cada aplicación.

Equipo

414.03

Se deberá disponer de los equipos necesarios para colocar el geotextil y para explotar, procesar, cargar, transportar, colocar y compactar el material granular.

Requerimientos de construcción

414.04 Generalidades

El Contratista efectuará los trabajos con una adecuada coordinación entre las actividades de preparación del terreno, la colocación del geotextil y la colocación y compactación del material granular de manera que el geotextil quede expuesto el menor tiempo posible y que las molestias a los usuarios sean mínimas.

Será responsabilidad del Contratista la colocación de elementos de señalización en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las 24 horas del día. La indicada señalización requerirá la aprobación del Supervisor.

414.05 Preparación del terreno

La colocación del geotextil sólo será autorizada cuando el terreno se haya preparado adecuadamente, removiendo de la subrasante material mayor a 2" y otros que puedan perforar o cortar el geotextil, excavando o rellenando hasta la rasante de diseño, de acuerdo a lo indicado en el Proyecto y aprobados por el Supervisor.

414.06 Colocación del geotextil

El geotextil se colocará sobre la superficie preparada. Si es necesario colocar más de un rollo de geotextil se deberá traslapar o coser según lo disponga el Proyecto y apruebe el Supervisor. El traslape deberá ser mínimo de 40 cm si el expediente técnico no indica lo contrario.

Para hacer las costuras, se deberán utilizar máquinas especialmente diseñadas para esta función. Las costuras se podrán hacer con hilo de poliéster o polipropileno, pero en ningún caso se podrá emplear hilo de fibra natural que tenga una tenacidad mayor que la de la cinta o la fibra del geotextil. El patrón de costura se determinará con ensayos en campo y debe cumplir por lo menos el 90% de la resistencia evaluada por el método de la tira ancha. El ensayo para costuras es ASTM D-4632.

No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor de dos semanas en el caso de tejidos y de dos días en el caso de no tejidos.

414.07 Colocación del material de relleno

El material granular se descargará en un lugar previamente escogido y aprobado por el Supervisor. Posteriormente el material se esparcirá sobre el geotextil, empleando un método que no dé lugar a daños. No se permitirá el tránsito de maquinaria sobre el geotextil hasta que se extienda el material granular.

No se podrá compactar una capa granular sobre el geotextil menor de 15 cm.

414.08 Condiciones para la aprobación de los trabajos

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se realizarán los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado.
- Verificar que el terreno se prepare adecuadamente y que se cumplan las dimensiones de la rasante de diseño señaladas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor.
- Verificar que el material granular cumpla las especificaciones del diseño.
- Verificar la correcta aplicación del método constructivo aprobado, indicado en lo relativo a la preparación del terreno, la colocación del geotextil y la colocación de la capa granular.
- Comprobar que los materiales a utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar ensayos de control de calidad del geotextil y del material granular.
- Verificar que cada rollo de geotextil cuente con las características e información técnica suministrada por el fabricante y el número del lote.
- Verificar que cada lote tenga el certificado de calidad correspondiente.
- Para el muestreo del control de calidad en obra de los geotextiles, se deberá seguir la norma ASTM D-4354 que establece escoger al azar un número de rollos aplicando la sección titulada "Procedimiento de Muestreo para Ensayos de Conformidad de Especificaciones del Comprador". De cada rollo se deberán descartar las primeras dos

vueltas de geotextil para el muestreo. Posteriormente se deberá tomar una muestra de un metro lineal por el ancho correspondiente al rollo y se deberá empacar y enviar a un laboratorio especializado en medir las propiedades mecánicas e hidráulicas de los geotextiles. No se permitirá que este laboratorio corresponda al fabricante y/o distribuidor de los geotextiles.

- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles se cubran con empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, de la humedad, polvo, pinturas y otros materiales que puedan afectar sus propiedades.

Aceptación de los trabajos

414.09 Calidad del geotextil

Cada despacho de geotextil deberá venir acompañado de una certificación del fabricante que garantice que el producto satisface las exigencias de calidad indicadas en los documentos del Proyecto y en esta especificación. El Contratista, de acuerdo con lo establecido en la [Subsección 511.12](#), efectuará las pruebas especificadas en las [Tablas 511-1](#) y [511-3](#), y el Supervisor rechazará el geotextil si éste incumple una o más de las exigencias de las pruebas.

Por ningún motivo se aceptarán geotextiles rasgados, agujereados o usados.

414.10 Calidad del trabajo terminado

Se aceptarán los trabajos realizados donde las dimensiones y los alineamientos se ajusten a los requerimientos del Proyecto y cuyos materiales y procedimientos de ejecución se ajusten a lo prescrito en esta especificación, lo cual deberá contar con la aprobación del Supervisor.

Medición

414.11 Geotextil

La unidad de medida del geotextil será el metro cuadrado (m²), aproximado al décimo del metro cuadrado de geotextil realmente suministrado y colocado en



obra, teniendo en cuenta los traslapes, incluyendo la preparación del terreno y el material granular de relleno, debidamente aprobados por el Supervisor.

Pago

414.12

Esta actividad no es objeto de pago específico, teniendo en consideración que su costo formará parte de los precios unitarios correspondientes de la respectiva partida (capa anticontaminante, mejoramiento de suelos, etc.).



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

PAVIMENTOS FLEXIBLES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 415

DISPOSICIONES GENERALES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

Sección 415

Disposiciones generales

Descripción

415.01

Contiene las disposiciones generales correspondientes a los trabajos de pavimentación flexible tales como riegos, sellos, tratamientos superficiales, emulsiones y morteros asfálticos, así como de concretos asfálticos en caliente y en frío.

Materiales

415.02

Los materiales a utilizar deberán corresponder a los siguientes requerimientos:

a. Agregados pétreos y filler o relleno mineral

Los agregados pétreos empleados para la ejecución de cualquier tratamiento o mezcla bituminosa deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una capa del material asfáltico, ésta no se desprenda por la acción del agua y del tránsito. Sólo se admitirá el empleo de agregados con características hidrófilas, si se añade algún aditivo de comprobada eficacia para proporcionar una adecuada adherencia.

Para efecto de las presentes especificaciones, se denominará agregado grueso a la porción de agregado retenido en el tamiz de 4,75 mm (N.º 4); agregado fino a la porción comprendida entre los tamices de 4,75 mm y 75 µm (N.º 4 y N.º 200) y polvo mineral o llenante la que pase el tamiz de 75 µm (N.º 200).

El agregado grueso deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios,

resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan impedir la adhesión con el asfalto. Sus requisitos básicos de calidad se presentan en cada especificación.

El agregado fino estará constituido por arena de trituración o una mezcla de ella con arena natural. La proporción admisible de esta última será establecida en el diseño aprobado correspondiente.

Los granos del agregado fino deberán ser duros, limpios y de superficie rugosa y angular. El material deberá estar libre de cualquier sustancia, que impida la adhesión con el asfalto y deberá satisfacer los requisitos de calidad indicados en cada especificación.

El polvo mineral o llenante provendrá de los procesos de trituración de los agregados pétreos o podrá ser de aporte de productos comerciales, generalmente cal hidratada o cemento portland. Podrá usarse una fracción del material proveniente de la clasificación, siempre que se verifique que no tenga actividad y que sea no plástico. Su peso unitario aparente, determinado por la norma de ensayo MTC E 205, deberá encontrarse entre 0,5 y 0,8 g/cm³ y su coeficiente de emulsibilidad (NLT 180) deberá ser inferior a 0,6.

La mezcla de los agregados grueso y fino y el polvo mineral deberá ajustarse a las exigencias de la respectiva especificación, en cuanto a su granulometría.

b. Cemento asfáltico

El cemento asfáltico a emplear en los riegos de liga y en las mezclas asfálticas elaboradas en caliente será clasificado por viscosidad absoluta y por penetración. Su empleo será según las características climáticas de la región, la correspondiente carta viscosidad del cemento asfáltico y tal como lo indica la [Tabla 415-01](#), según lo establecido en Proyecto y aprobado por el Supervisor.

Tabla 415-01**Selección del tipo de cemento asfáltico**

Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C - 15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40-50 ó 60-70 o modificado	60-70	85-100 120-150	Asfalto Modificado

Los requisitos de calidad del cemento asfáltico son los que establecen las [Tablas 415-02](#) y [415-03](#).

El cemento asfáltico debe presentar un aspecto homogéneo, libre de agua y no formar espuma cuando es calentado a la temperatura de 175°C.

El cemento asfáltico podrá modificarse mediante la inclusión de aditivos de diferente naturaleza tales como: rejuvenecedores, polímeros, o cualquier otro producto garantizado, con los ensayos correspondientes. En tales casos, las especificaciones particulares establecerán el tipo de aditivo y las especificaciones que deberán cumplir tanto el cemento asfáltico modificado como las mezclas asfálticas resultantes, que serán aprobadas por el Supervisor, al igual que la dosificación y dispersión homogénea del aditivo incorporado.

Las especificaciones particulares de los cementos asfálticos modificados con polímeros se describen en la [Sección 431](#) junto con sus requisitos de calidad, que se establecen las [Tablas 431-01](#), [431-02](#) y [431-03](#).

Tabla 415-02

Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por penetración

Tipo		Grado Penetración									
Grado	Ensayo	PEN 40-50		PEN 60-70		PEN 85-100		PEN 120-150		PEN 200-300	
		min	máx	min	máx	min	máx	min	máx	min	máx
Pruebas sobre el Material Bituminoso											
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Punto de Inflamación, °C	MTC E 312	232		232		232		218		177	
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	100		100		100		100		100	
Solubilidad en Tricloro-etileno, %	MTC E 302	99,0		99,0		99,0		99,0		99,0	
Índice de Penetración (Susceptibilidad Térmica) ⁽¹⁾	MTC E 304	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
Ensayo de la Mancha (Oliensies) ⁽²⁾											
Solvente Nafta – Estándar	AASHTO M 20	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Nafta – Xileno, %Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Heptano – Xileno, %Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Pruebas sobre la Película Delgada a 163°C, 3,2 mm, 5 h											
Pérdida de masa, %	ASTM D 1754		0,8		0,8		1,0		1,3		1,5
Penetración retenida después del ensayo de película fina, %	MTC E 304	55+		52+		47+		42+		37+	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm ⁽³⁾	MTC E 306			50		75		100		100	

(1), (2) Ensayos opcionales para su evaluación complementaria del comportamiento geológico en el material bituminoso indicado.

(3) Si la ductilidad es menor de 100 cm, el material se aceptará si la ductilidad a 15,5 °C es mínimo 100 cm a la velocidad de 5 cm/min.



Tabla 415-03

Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por viscosidad

Características	Grado de Viscosidad				
	AC-2,5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-40
Viscosidad Absoluta a 60°C, Poises	250±50	500±100	1.000±200	2.000±400	4.000±800
Viscosidad Cinemática, 135°C St mínimo	80	110	150	210	300
Penetración 25°C, 100gr, 5 s mínimo	200	120	70	40	20
Punto de Inflamación COC, °C mínimo	163	177	219	232	232
Solubilidad en tricloroetileno, % masa, mínimo	99	99	99	99	99
Pruebas sobre el residuo del ensayo de película fina					
➤ Viscosidad Absoluta, 60°C, Poises máximo	1.250	2.500	5.000	10.000	20.000
➤ Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm, mínimo	100	100	50	20	10
Ensayo de la Mancha (Oliensies) ⁽¹⁾					
Solvente Nafta – Estándar	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Nafta – Xileno, %Xileno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Heptano – Xileno, %Xileno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

(1) Porcentajes de solvente a usar, se determinara si el resultado del ensayo indica positivo.

Fuente: ASTM D 3381, NTP

c. Emulsiones asfálticas

De acuerdo con la aplicación y según lo establezca la respectiva especificación, se utilizarán emulsiones catiónicas de rotura rápida, media y lenta, cuyas características básicas se presentan en la [Tabla 415-04](#).

Las emulsiones catiónicas podrán ser modificadas mediante polímeros cuyas características se presentan en la [Tabla 415-04A](#) y [Tabla 432-01](#), en tal caso las especificaciones de calidad, dosificación y dispersión del producto deberán ser las establecidas en el Proyecto y contar con la aprobación del Supervisor.

d. Asfaltos líquidos

Se aplicarán en determinados casos, según lo establezca la respectiva especificación.

Estos asfaltos pueden ser de curado medio (MC) o curado rápido (RC).

Las características básicas de los MC se presentan en la [Tabla 415-05](#) y de los RC en la [Tabla 415-06](#).

Tabla 415-04

Especificaciones para emulsiones catiónicas

Tipo	Rotura Rápida				Rotura Media				Rotura Lenta				Rotura rápida	
	CRS-1		CRS-2		CMS-2		CMS-2h		CSS-1		CSS-1h		CQS-1H	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Prueba sobre Emulsiones														
- Viscosidad Saybolt Furol a 25°Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	20	100	20	100	20	100
- Viscosidad Saybolt Furol a 50°Cs	20	100	100	400	50	450	50	450	-	-	-	-	-	-
- Estabilidad de Almacenamiento, 24h,%(**)	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
Demulsibilidad, 35 cm ³ , 0.8% Diocilsulfosuccinato sódico, %	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Revestimiento y Resistencia al agua:														
- Revestimiento agregado seco					Bueno				Bueno					
- Revestimiento, agregado seco después del rociado					Aceptable				Aceptable					
- Revestimiento, agregado húmedo					Aceptable				Aceptable					
- Revestimiento, agregado húmedo después del rociado					Aceptable				Aceptable					
Carga de partícula	Positivo		Positivo		Positivo		Positivo		Positivo		Positivo		Positivo	
Prueba de Tamiz % (**)	-	0,1	-	0,10	-	0,10	-	0,10	-	0,10	--	0,10	-	0,10
Mezcla con Cemento, %									-	2,0	-	2,0		
Destilación:														
- Destilación de aceite, por volumen de emulsión	-	3	-	3	-	12	-	12						
- % Residuo	60	-	65	-	65	-	65	-	57	-	57	-	57	-
Pruebas sobre el Residuo de destilación:														
- Penetración, 25°C, 100 g, 5s	100 ^(a)	250 ^(a)	100 ^(a)	250 ^(a)	100	250	40	90	100	250	40	90	40	90
	50 ^(a)	150 ^(a)	50 ^(a)	150 ^(a)										
- Ductilidad, 25°C, 5 cm/min, cm	40		40		40		40		40		40		40	
- Solubilidad en Tricloretileno, %	97,5		97,5		97,5		97,5		97,5		97,5		97,5	

(*) CQS – 1H, emulsión que debe cumplir los requisitos considerados en la Norma D 3910.

CQS – 1h, usado para sistemas de mortero asfáltico.

(**) Este requerimiento de prueba en muestras representativas se exige.

(a) En función a las condiciones climáticas del Proyecto se definirá uno de los grados indicados (50-150 ó 100-250)

Fuente: ASTM D 2397 y D 3910.



Tabla 415-04A

Especificaciones para emulsiones catiónicas con polímeros

Tipo	Rotura Rápida				Rotura Media				Rotura Lenta		Norma	
	CRS-1P		CRS-2P		CMS-1P		CMS-2hP		CSS-1P			
	min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.		
Prueba sobre Emulsiones												
- Viscosidad Saybolt Furol a 25°Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	20	100	MTC E430 -00	
- Viscosidad Saybolt Furol a 50°Cs	20	-	20	-	20	-	20	-	-	-	MTC E 404-00	
- Estabilidad de Almacenamiento, 24h,% ^(**)	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1		
Carga de partícula	Positivo		Positivo		Positivo		Positivo		Positivo		MTC E 407-00	
Residuo de evaporación, %	60		65		59		57		60		MTC E 411 -00	
Sedimentación (a los 7 días), %	5		5		5		5		5		MTC E 404 -00	
Prueba de tamiz, %	0,1		0,1		0,1		0,1		0,1		MTC E 405 -00	
Mezcla con Cemento, %									2,0		MTC E 410 -00	
- Revestimiento y Resistencia al agua: - Revestimiento agregado seco - Revestimiento, agregado seco después del rociado - Revestimiento, agregado húmedo - Revestimiento, agregado húmedo después del rociado					Bueno Aceptable Aceptable Aceptable		Bueno Aceptable Aceptable Aceptable				MTC E 409 -00	
Pruebas sobre el residuo de Evaporación:											MTC E 411 -00	
- Penetración, 25°C, 100 g, 5s	100 ^(a) 50 ^(a)	200 ^(a) 90 ^(a)	100 ^(a) 50 ^(a)	200 ^(a) 90 ^(a)	100	220	50	90	100 50 ^(a)	150 90 ^(a)	MTC E 304-00	
- Punto de ablandamiento (A y B), °C	45		45		40		40		45		MTC E 307-00	
-Ductilidad, 25°C, 5 cm/min, cm											≥ 10	MTC E 306-00
- Recuperación elástica, 25 ° C, %											≥ 30	ASTM D 6084
- Recuperación elástica, 25 ° C, por torsión, %											≥ 20	MTC E 320-00

Nota: ^(a) En función a las condiciones climáticas del Proyecto se definirá uno de los grados indicados (50-90 ó 100-200 ó 100 -150)

Fuente: ASTM D 2397 y NTP 321.141 (2003) y AASHTO T 316.

e. Aditivos mejoradores de adherencia

En caso de que los requisitos de adherencia indicados en cada especificación no sean satisfechos, no se permitirá el empleo del agregado, salvo que se incorpore un producto mejorador de adherencia de comprobada eficacia para proporcionar la adherencia requerida, en la proporción establecida en el proyecto y aprobada por el Supervisor [Sección 430.](#)

f. Temperatura de aplicación del material bituminoso

El material bituminoso a utilizar en los diferentes trabajos según la especificación respectiva será obligatoriamente aplicado dentro de los rangos de la carta viscosidad-temperatura (ASTM D341) establecidos en el proyecto y aprobado por el Supervisor. Se observará los rangos de temperatura de aplicación establecidos en la [Tabla 415-07.](#)

g. Agente rejuvenecedor

El agente rejuvenecedor deberá ser un material orgánico cuyas características químicas y físicas permitan devolverle al asfalto envejecido las condiciones necesarias para el buen comportamiento de la nueva mezcla, según lo establezca el proyecto, y de acuerdo a las especificaciones técnicas correspondientes. La dosificación y la dispersión homogénea del agente rejuvenecedor deberán seguir las recomendaciones de su fabricante y ser aprobadas por el Supervisor.

Equipo

415.03

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requerirán la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de calidad de la presente especificación y de la correspondiente a la respectiva partida de trabajo.

El equipo que emplee el Contratista para los trabajos de pavimentación flexible cumplirá los requerimientos establecidos en la [Sección 400.03.](#)

Tabla 415-05
Requisitos de material bituminoso diluido de curado medio

Tipo	Material Bituminoso Diluido									
	MC-30		MC-70		MC-250		MC-800		MC-3000	
	min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.
Pruebas sobre el Material Bituminoso										
-Viscosidad Cinemática a 60°C, cSt	30	60	70	140	250	500	800	1.600	3000	6.000
-Punto de Inflamación, °C	-	0,2	-	0,2	-	0,2	-	0,2	-	0,2
-Ensayo de destilación										
-Destilado, porcentaje por volumen del total de destilado a 360 °C										
-a 225 °C	-	25	-	20	-	10	-	-	-	-
-a 260 °C	40	70	20	60	15	55	-	35	-	15
-a 315 °C	75	93	65	90	60	87	45	80	15	75
Residuo del destilado a 360 °C, % en volumen por diferencia	50	-	55	-	67	-	78	-	80	-
Pruebas en el Residuo de Destilación:										
Viscosidad Absoluta a 60°C, Pa.s., (P) ^(*)	30 (300)	120 (1.200)	30 (300)	120 (1.200)	30 (300)	120 (1.200)	30 (300)	120 (1.200)	30 (300)	120 (1.200)
Ductilidad a (25°C), 5 cm/min, cm	100	-	100	-	100	-	100	-	100	-
Solubilidad en Tricloro – etileno, %	99,0	-	99,0	-	99,0	-	99,0	-	99,0	-
Ensayo de la Mancha (Oliensies) ^(**)										
Solvente Nafta – Estándar	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Nafta – Xileno, % Xileno	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Heptano – Xileno, % Xileno	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	

(*) En reemplazo del ensayo de viscosidad absoluta del residuo, se puede reportar el ensayo de penetración a 100g, 5s a 25°C, siendo el rango de 120 a 250 para los materiales bituminosos citados.

(**) Porcentajes de solvente a usar, se determinará si el resultado del ensayo indica positivo.

Nota: Si la ductilidad a 25°C es menor a 100cm, el material será aceptado si la ductilidad a 15°C, 5 cm/min es como mínimo 100cm.

Fuente: ASTM D 2027, AASHTO M 82 y NTP



Tabla 415-06

Requisitos de material bituminoso diluido por curado rápido

Tipo	Material Bituminoso Diluido							
	RC-70		RC-250		RC-800		RC-3000	
	min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.
Pruebas sobre el Material Bituminoso								
Viscosidad Cinemática a 60 °C , cSt.	70	140	250	500	800	1.600	3.000	6.000
Punto de Inflamación, °C	-	-	27	-	27	-	27	-
Contenido de Agua, %	-	0,2	-	0,2	-	0,2	-	0,2
Ensayo de destilación:								
Destilado, porcentaje por volumen del total de destilado a 360 °C								
-a 190°C	10	-	-	-	-	-	-	-
-a 225°C	50	-	35	-	15	-	-	-
-a 260°C	70	-	60	-	45	-	25	-
-a 315°C	85	-	80	-	75	-	70	-
Residuo del destilado a 360°C , % en volumen por diferencia	55	-	65	-	75	-	80	-
Pruebas en el Residuo de Destilación:								
Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s.(P) ^(*)	60 (600)	240 (2.400)	60 (600)	240 (2.400)	60 (600)	240 (2.400)	60 (600)	240 (2.400)
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	100	-	100	-	100	-	100	-
Solubilidad en Tricloro-etileno, %	99,0	-	99,0	-	99,0	-	99,0	-
Ensayo de la Mancha (Oliensies) ^(**)								
Solvente Nafta-Estándar	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Nafta-Xileno, %Xileno	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Heptano-Xileno, % Xileno	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	

(*) En reemplazo del ensayo de viscosidad absoluta del residuo, se puede reportar el ensayo de penetración a 100g, 5s a 25°C, siendo el rango de 80 a 120 para los materiales bituminosos citados.

(**) Porcentajes de solvente a usar, se determinara si el resultado del ensayo indica positivo Fuente: ASTM D 2028 Y AASHTO M-81

Tabla 415-07
Rangos de temperatura de aplicación (°C)

Tipo y Grado del Asfalto	Temperaturas de Esparcido ⁽²⁾		Temperaturas de Mezclado en Planta ⁽¹⁾	
	Mezclas in situ	Tratamientos superficiales	Mezclas Densas	Mezclas Abiertas
Asfaltos Diluidos				
MC-30	--	30	--	--
RC-70 o MC-70	20	50	--	--
RC-250 o MC-250	40	75	55-80	--
RC-800 o NC-800	55	95	75-100	--
Emulsiones Asfálticas				
CRS-1	--	50-85	--	--
CRS-2	--	50-85	--	--
CMS-2	20-70	--	10-70	
CMS-2h, CSS-1, CSS-1h	20-70	--	10-70	
Cemento Asfáltico				
Todos los grados	140 máx (4)		140 máx (4)	

(1) Temperatura de mezcla inmediatamente después de preparada.

(2) La Máxima temperatura deberá estar debajo de aquella en la que ocurre vapores o espuma

(3) En algunos casos la temperatura de aplicación puede estar por encima del punto de inflamación. Por tanto se debe tener precaución para prevenir fuego o explosiones.

(4) Se podrá variar esta temperatura de acuerdo a la carta de viscosidad-temperatura

Fuente: MS-16-Asphalt Institute

Requerimientos de construcción

415.04 Explotación de materiales y producción de agregados

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del Supervisor, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de cada especificación.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes. Si el Contratista no cumple con estos requerimientos, el Supervisor exigirá los cambios que considere necesarios.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán ejecutar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá efectuarlos en la vía.

Los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la recuperación ambiental de las áreas afectadas. Al concluirse los trabajos en las canteras temporales, el Contratista remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas, así como de la recuperación ambiental de las áreas afectadas de acuerdo al Plan de Manejo Ambiental y debiendo cumplir en lo que corresponda lo indicado en la [Subsección 05.06](#).

415.05 Fórmulas de trabajo para riegos, tratamientos superficiales, emulsiones, morteros y sellos, asfálticos; así como, mezclas asfálticas.

Antes de iniciar el acopio de los materiales, el Contratista deberá suministrar para verificación del Supervisor muestras de ellos, del producto bituminoso por emplear y de los eventuales aditivos, avaladas por los resultados de los ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el tratamiento o mezcla. El Supervisor después de las comprobaciones que considere convenientes y dé su aprobación a los materiales, solicitará al Contratista definir una "Fórmula de Trabajo" que obligatoriamente deberá cumplir las exigencias establecidas en la especificación correspondiente. En dicha fórmula se consignará la granulometría de cada uno de los agregados pétreos y las proporciones en que deben mezclarse, junto con el polvo mineral (filler), de ser el caso, para obtener la gradación aprobada.

En el caso de mezclas y morteros asfálticos deberán indicarse, además, el porcentaje de ligante bituminoso en relación con el peso de la mezcla y el porcentaje de aditivo respecto al peso del ligante asfáltico, cuando su incorporación resulte necesaria. Si la mezcla es en frío y requiere la incorporación de agua, deberá indicarse la proporción de ésta.

En el caso de mezclas en caliente también deberán señalarse:

- Los tiempos requeridos para la mezcla de agregados en seco y para la mezcla de los agregados con el ligante bituminoso.

- La temperatura máxima y mínima de calentamiento previo de los agregados y el ligante. En ningún caso se introducirán en el mezclador agregados pétreos a una temperatura que sea superior a la del ligante en más de 15°C.
- Porcentaje de filler (polvo de roca, cemento, cal, etc.) en peso de la mezcla, en caso sea necesario su utilización.
- Las temperaturas máximas y mínimas al salir del mezclador.
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga a los elementos de distribución en obra.
- La temperatura mínima de la mezcla al inicio y terminación de la compactación.

Cuando se trate de tratamientos superficiales, el Contratista deberá presentar al Supervisor el diseño con las cantidades de ligante asfáltico y agregados pétreos para los distintos riegos, incluyendo la posible incorporación de aditivos.

La aprobación definitiva de la Fórmula de Trabajo por parte del Supervisor no exime al Contratista de su responsabilidad de alcanzar, en base a ella, la calidad exigida por la respectiva especificación.

Las tolerancias que se admiten en los trabajos específicos, se aplican a la Fórmula de Trabajo aprobada por el Supervisor, para la ejecución de la obra.

La fórmula aprobada sólo podrá modificarse durante la ejecución de los trabajos, si se produce cambios en los materiales, canteras o si las circunstancias lo aconsejan y previa aprobación del Supervisor.

415.06 Tramo de prueba y ejecución en riegos, tratamientos superficiales, emulsiones, morteros y sellos, asfálticos; así como, mezclas asfálticas.

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista efectuará un tramo de prueba para verificar el estado de los equipos y determinar, en secciones de ensayo de ancho y longitudes aprobadas por el Supervisor, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación de la mezcla o tratamiento, de manera que se cumplan los requisitos de la respectiva especificación.

En el caso de la construcción de morteros asfálticos, se hace necesaria la compactación en aquellas áreas donde el espesor sea mayor que 6 mm, con el equipo que sea aprobado por el Supervisor.

El Supervisor tomará muestras del tratamiento, mortero o mezcla, para determinar su conformidad con las condiciones especificadas que correspondan en cuanto a granulometría, dosificación, densidad y demás requisitos.

En caso que el trabajo elaborado no se ajuste a dichas condiciones, el Contratista deberá efectuar las correcciones requeridas en los equipos y sistemas o, si llega a ser necesario, en la Fórmula de Trabajo, repitiendo las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

El Supervisor determinará si es aceptable la ejecución de los tramos de prueba como parte integrante de la obra en construcción.

En el caso de tratamientos superficiales y morteros asfálticos se definirán en esta fase sus tiempos de rotura y curado, con el fin de que se puedan tomar las previsiones necesarias en el control del tránsito.

En caso de riegos asfálticos se verificara la tasa de aplicación. Para riegos de imprimación se comprobará adicionalmente la penetración.

En caso que los tramos de prueba sean rechazados o resulten defectuosos, el Contratista deberá levantarlo totalmente, transportando los residuos a los DME, acorde a la [Sección 209](#). El Contratista deberá efectuar las correcciones requeridas a los sistemas de producción de agregados, preparación de mezcla, extensión y compactación hasta que ellos resulten satisfactorios para el Supervisor, debiendo repetirse los tramos de prueba cuantas veces sea necesario. Todo esto a su cuenta, costo y riesgo del Contratista. Finalmente el Supervisor aprobara la Fórmula de Trabajo de la obra.

El empleo de un pavimento asfáltico en la construcción de carreteras requiere tener un adecuado manejo ambiental, dado que las consecuencias pueden ser grandes. Para lo cual, se requiere realizar una serie de acciones complementarias para que sus efectos negativos se minimicen o eviten y no altere el ecosistema.

Para realizar las actividades de suministrar y aplicar materiales diversos a una base, la cual ha sido preparada con anterioridad, es necesario considerar las implicaciones ambientales para ser tratados adecuadamente.

Durante la aplicación del material bituminoso, el Contratista deberá contar con extintores, dispuestos en lugares de fácil accesibilidad para el personal de obra, debido a que las temperaturas en las que se trabajan pueden generar incendios.

En estas etapas, se debe contar con un botiquín permanente que reúna los implementos apropiados para cualquier tipo de quemaduras que pudiera sufrir el personal de obra. Además, es conveniente dotar al personal de obra que trabaja directamente en las labores de aplicación del material bituminoso, con los equipos de seguridad y protección personal correspondientes, así como de los equipos de auxilio (ambulancia y otros) en caso de ocurrencia de accidentes.

Se deben tomar las previsiones correspondientes para evitar el ingreso de personas, animales u otros a la zona de la obra.

Se debe dar la protección adecuada para evitar que se manche y dañe la infraestructura adyacente a la vía. Se debe proteger veredas, cursos de agua, jardines, áreas verdes naturales, zonas arqueológicas, etc.

En las áreas que han sido tratadas, no se debe permitir el tránsito vehicular, para lo cual se instalarán las señalizaciones y desvíos correspondientes. De existir zonas críticas indicadas en el Proyecto, se debe dar una protección adecuada contra los factores climáticos, geodinámicos, etc.

Aceptación de los trabajos

415.07 Criterios

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos, lo especificado en la [Sección 103](#).

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Verificar que las plantas de asfalto y de trituración estén provistas de filtros, captadores de polvo, sedimentadores de lodo y otros aditamentos que el Supervisor considere adecuados y necesarios para impedir emanaciones de elementos particulados y gases que puedan afectar el entorno ambiental.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos en la [Subsección 415.02](#).
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado del tramo de prueba, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de los tratamientos y mezclas asfálticas.
- Ejecutar ensayos de control de mezcla, de densidad de las probetas de referencia, de densidad de la mezcla asfáltica compactada in situ, de extracción de asfalto y granulometría; así como control de las temperaturas de mezclado, descarga, extendido y compactación de las mezclas (los requisitos de temperatura son aplicables sólo a las mezclas elaboradas en caliente).
- Efectuar ensayos de control de mezcla, extracción de asfalto y granulometría en morteros asfálticos.
- Ejecutar ensayos para verificar el diseño en tratamientos superficiales, así como la granulometría de aquellos.
- Efectuar ensayos para verificar las dosificaciones de ligante en riegos de liga e imprimaciones, si el Proyecto no establece el método de medición, será propuesto por el Contratista y aprobado por el Supervisor.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezclas o morteros asfálticos, durante el período de ejecución de las obras.
- Efectuar pruebas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- Realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie, siempre que ello corresponda.

El Contratista rellenará inmediatamente con mezcla asfáltica, a su cuenta, costo y riesgo, todos los orificios realizados con el fin de medir densidades en el terreno y compactará el material de manera que su densidad cumpla con los requisitos indicados en la respectiva especificación.

También cubrirá, sin costo para la entidad contratante, las áreas en las que el Supervisor efectúe verificaciones de la dosificación de riegos de imprimación y liga, tratamientos superficiales y morteros asfálticos.

b. Condiciones y tolerancias para la aceptación

Las condiciones y tolerancias para la aceptación las obras ejecutadas, se indican en las especificaciones correspondientes. Todos los ensayos y mediciones requeridas para la aceptación de los trabajos especificados, estarán a cargo del Supervisor.

Aquellas áreas donde los defectos de calidad y excedan las tolerancias, deberán ser reemplazadas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo a las instrucciones del Supervisor y aprobadas por éste.

Medición

415.08

- Ejecución de riegos de imprimación y liga, sellos de arena-asfalto, tratamientos superficiales y morteros asfálticos.

La unidad de medida será el metro cuadrado (m^2), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado con la aprobación del Supervisor, de acuerdo a lo exigido en la especificación respectiva.

El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho especificado en los planos aprobados.

No se medirá ninguna área por fuera de tales límites.

- Ejecución de mezclas densas y abiertas en frío y en caliente.

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla suministrada y compactada en obra con la aprobación del Supervisor, de acuerdo con lo exigido por la especificación respectiva.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho y espesor especificados en los planos aprobados.

No se medirá ningún volumen por fuera de tales límites.

- Ejecución de bacheos o parchados con mezcla asfáltica.

La unidad de medida será el metro cuadrado (m^2), aproximado al décimo de metro cuadrado, de bacheo o parchado con mezcla asfáltica ejecutado, de acuerdo con lo exigido por la especificación respectiva.

La indicada área se determinará multiplicando las dos dimensiones de cada bacheo o parche.

Pago

415.09 Riegos, tratamientos superficiales, emulsiones, morteros y sellos, asfálticos y bacheos o parchados con mezcla asfáltica

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado (m^2), para toda la obra ejecutada de acuerdo al proyecto, las presentes especificaciones y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, lavado, carga, descarga y transporte dentro de las zonas de producción, almacenamiento, clasificación, desperdicios, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte del agua requerida y su distribución.

El transporte del material al punto de aplicación se pagará de acuerdo a lo establecido en la [Sección 700](#).

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de ejecución de los tramos de prueba y, en general, todo costo relacionado con la correcta

ejecución de la capa respectiva, según lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#). También, deberá incluir los costos de la definición de la Fórmula de Trabajo.

En todos los casos, el precio deberá incluir el suministro en el sitio, almacenamiento, desperdicios y aplicación de agua y aditivos mejoradores de adherencia y de control de rotura que se requieran; la protección de todos los elementos aledaños a la zona de los trabajos y que sean susceptibles de ser afectados por los riegos de asfalto.

415.10 Mezclas asfálticas

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico (m³), para toda obra ejecutada de acuerdo al proyecto, las presentes especificaciones y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, lavado, carga, descarga y transporte dentro de las zonas de producción, almacenamiento, clasificación, desperdicios, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte del agua requerida y su distribución.

El transporte del material al punto de aplicación se pagará de acuerdo a lo establecido en la [Sección 700](#).

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de ejecución de los tramos de prueba y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de la capa respectiva, según lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#). También, deberá incluir los costos de la definición de la Fórmula de Trabajo.

En todos los casos, el precio deberá incluir el suministro en el sitio, almacenamiento, desperdicios y aplicación del material bituminoso, agua y aditivos mejoradores de adherencia y de control de rotura que se requieran; la protección de todos los elementos aledaños a la zona de los trabajos y que sean susceptibles de ser afectados por los riegos de asfalto.



SECCION 416

IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 416

Imprimación asfáltica

Descripción

416.01

Consiste en la aplicación de un riego asfáltico sobre la superficie de una base debidamente preparada, con la finalidad de recibir una capa de pavimento asfáltico o de impermeabilizar y evitar la disgregación de la base construida, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto. Incluye la aplicación de arena cuando sea requerido.

Materiales

416.02

El material bituminoso a aplicar en este trabajo será el siguiente:

- Emulsiones Asfálticas, de curado lento (CSS-1, CSS-1h), mezclado para la imprimación, de acuerdo a la textura de la Base y que cumpla con los requisitos de la [Tabla 416-01](#).
- Podría ser admitido el uso de Asfalto líquido, de grados MC-30, MC-70 ó MC-250 que cumpla con los requisitos de la [Tabla 416-02](#).



Tabla 416-01

Especificaciones para emulsiones catiónicas

Rotura Rápida				Rotura Media				Rotura Lenta		
CRS-1		CRS-2		CMS-2		CMS-2h		CSS-1		CSS-1h
min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.	min
-	-	-	-	-	-	-	-	20	100	20
20	100	100	400	50	450	50	450	-	-	-
.	1		1		1		1		1	
40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-
				Bueno		Bueno				
				Aceptable		Aceptable				
				Aceptable		Aceptable				
				Aceptable		Aceptable				
Positivo		Positivo		Positivo		Positivo		Positivo		Positivo
-	0,1	-	0,10	-	0,10	-	0,10	-	0,10	--
								-	2,0	-
-	3	-	3	-	12	-	12			
60	-	65	-	65	-	65	-	57	-	57
100 ^(a)	250 ^(a)	100 ^(a)	250 ^(a)	100	250	40	90	100	250	40
50 ^(a)	150 ^(a)	50 ^(a)	150 ^(a)							
40		40		40		40		40		40
97,5		97,5		97,5		97,5		97,5		97,5

Nota:

(*) CQS – 1H, emulsión que debe cumplir los requisitos considerados en la Norma D 3910.

CQS – 1h, usado para sistemas de mortero asfáltico.

(**) Este requerimiento de prueba en muestras representativas se exige.

^(a) En función a las condiciones climáticas del proyecto se definirá uno de los grados indicados (50-150 ó 100-250)

Fuente: ASTM D 2397 y D 3910.

El tipo de material a utilizar deberá ser establecido en el Proyecto. El material debe ser aplicado tal como sale de planta, sin agregar ningún solvente o material que altere sus características.

La cantidad por m² de material bituminoso, debe estar comprendida entre 0,7-1,5 l/m² para una penetración dentro de la capa granular de apoyo de 5 mm a 7 mm por lo menos, para el caso de asfaltos diluidos, y de 5.0 a 7.5 mm para el caso de las emulsiones, verificándose esto cada 25 m.

Antes de la iniciación del trabajo, el Supervisor aprobará la cantidad por m² de material bituminoso de acuerdo a los resultados del tramo de prueba **Subsección 415.06.**

Tabla 416-02
Especificaciones para asfaltos líquidos

Tipo	Material Bituminoso Diluido					
	MC-30		MC-70		MC-250	
	min	máx.	min	máx.	min	máx.
Pruebas sobre el Material Bituminoso						
-Viscosidad Cinemática a 60°C, cSt	30	60	70	140	250	500
-Punto de Inflamación, °C	38		38		66	
-Ensayo de destilación						
-Destilado, porcentaje por volumen del total de destilado a 360 °C						
-a 225 °C	-	25	-	20	-	10
-a 260 °C	40	70	20	60	15	55
-a 315 °C	75	93	65	90	60	87
Residuo del destilado a 360 °C, % en volumen por diferencia	50	-	55	-	67	-
Pruebas en el Residuo de Destilación:						
Viscosidad Absoluta a 60°C, Pa.s., (P) ^(*)	30 (300)	120 (1.200)	30 (300)	120 (1.200)	30 (300)	120 (1.200)
Ductilidad a (25°C), 5 cm/min, cm	100	-	100	-	100	-
Solubilidad en Tricloro – etileno, %	99,0	-	99,0	-	99,0	-
Ensayo de la Mancha (Oliensies) ^(**)						
Solvente Nafta – Estándar	Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Nafta – Xileno, % Xileno	Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Heptano – Xileno, % Xileno	Negativo		Negativo		Negativo	

(*) En reemplazo del ensayo de viscosidad absoluta del residuo, se puede reportar el ensayo de penetración a 100g, 5s a 25°C, siendo el rango de 120 a 250 para los materiales bituminosos citados.

(**) Porcentajes de solvente a usar, se determinará si el resultado del ensayo indica positivo.

Nota: Si la ductilidad a 25°C es menor a 100cm, el material será aceptado si la ductilidad a 15°C, 5 cm/min es como mínimo 100cm.

Fuente: ASTM D 2027, AASHTO M 82 y NTP

Equipo

416.03

Se aplica lo especificado en la [Subsección 415.03](#).

Adicionalmente se deberá cumplir lo siguiente:

Para los trabajos de imprimación se requieren elementos mecánicos de limpieza y camión imprimador y cisterna de agua.

El equipo para limpieza estará constituido por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. La primera será del tipo rotatorio y ambas serán operadas mediante empuje o arrastre con tractor. Como equipo adicional podrán utilizarse compresores, escobas, y demás implementos con la aprobación del Supervisor.

El camión cisterna imprimador de materiales bituminosos deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s), visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme del asfalto en sentido longitudinal.

El camión cisterna deberá aplicar el producto asfáltico a presión y en forma uniforme, para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.

Para áreas inaccesibles al equipo irrigador y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará una caldera regadora portátil, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del camión cisterna con una boquilla de expansión que permita un riego uniforme. No se permitirá el empleo de regaderas u otros dispositivos de aplicación manual por gravedad.

Requerimientos de construcción

416.04 Clima

La capa de imprimación debe ser aplicada cuando la superficie se encuentre seca, que la temperatura ambiental sea mayor a 6°C, que las condiciones climáticas sean las apropiadas y sin presencia de lluvia, debiendo contar con la aprobación del Supervisor.

416.05 Preparación de la superficie

La superficie de la base a ser imprimada (impermeabilizada) debe estar en conformidad con los alineamientos, gradientes y secciones típicas mostradas en los planos del Proyecto y con los requisitos de las Especificaciones relativas a la Base Granular.

Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño debe ser removido y eliminado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario.

416.06 Aplicación de la capa de imprimación

Durante la ejecución del trabajo, el Contratista debe tomar las precauciones necesarias para evitar accidentes con la utilización de los materiales, equipo y personal.

El material bituminoso de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, por un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente. El Contratista dispondrá de material aislante aprobado por el Supervisor, para evitar la superposición de riegos, sobre un área ya imprimada. El material debe ser aplicado uniformemente a la temperatura y a la velocidad de régimen especificado y aprobado por el Supervisor. En general, el régimen debe estar entre 0,7 a 1,5 l/m², dependiendo de cómo se halle la textura superficial de la base.

La temperatura del material bituminoso en el momento de aplicación, debe estar comprendida dentro de los límites indicados en la [Tabla 415-07](#), ó la establecida de la carta viscosidad-temperatura, la que debe ser aprobada por el Supervisor.

Al aplicar la capa de imprimación, el distribuidor debe ser conducido a lo largo de un filo marcado para mantener una línea recta de aplicación. El Contratista

debe determinar la tasa de aplicación del ligante y hacer los ajustes necesarios.

Si las condiciones de tráfico lo permiten, la aplicación debe ser hecha sólo en la mitad del ancho de la superficie a imprimir. Debe tenerse cuidado de colocar la cantidad correcta de material bituminoso a lo largo de la junta longitudinal resultante. Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, ésta debe ser protegida por avisos y barricadas que impidan el tránsito durante el período de curado que establezca el Proyecto y apruebe el Supervisor.

416.07 Protección de las estructuras adyacentes

La superficie de todas las estructuras y árboles adyacentes al área sujeta a tratamiento, deben ser protegidas de manera tal, que se eviten salpicaduras o manchas. En caso de que estas ocurran, el Contratista; por cuenta propia; retirará el material y reparará todo daño ocasionado.

416.08 Apertura al tráfico y mantenimiento

El área imprimada debe airearse, sin ser arenada por un término de 24 horas, a menos que lo ordene de otra manera el Supervisor. Si el clima es frío o si el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la base, un período más largo de tiempo podrá ser necesario. Cualquier exceso de material bituminoso que quede en la superficie después de tal lapso debe ser retirado usando arena, u otro material aprobado que lo absorba y como lo ordene el Supervisor, antes de que se reanude el tráfico.

La aplicación del riego de imprimación, deberá estar coordinada con la puesta en obra de la capa asfáltica, de manera que el ligante no haya perdido su efectividad como elemento de unión.

El Contratista deberá conservar satisfactoriamente la superficie imprimada hasta que la capa de superficie sea colocada. La labor de conservación debe incluir, el extender cualquier cantidad adicional de arena u otro material aprobado necesario para evitar la adherencia de la capa de imprimación a las llantas de los vehículos y parchar las roturas de la superficie imprimada con mezcla bituminosa. En otras palabras, cualquier área de superficie imprimada que haya perdido su efectividad adherente, resulte dañada por el tráfico de vehículos o por otra causa, deberá ser reparada antes de que la capa superficial sea colocada, a cuenta, costo y riesgo del Contratista y aprobada por el Supervisor.

Aceptación de los trabajos

416.09 Criterios

a. Controles

Se aplica todo lo que sea pertinente de la [Subsección 415.07\(a\)](#)

b. Calidad del material asfáltico

A la llegada de cada camión que transporte el material asfáltico a utilizarse en la imprimación, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que éste cumple con las condiciones especificadas en las [Subsecciones 415.02\(c\)](#) ó [\(d\)](#). Dicho certificado no exceptúa, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Supervisor, ni implica la aceptación de la entrega. El Supervisor no aceptará el empleo de material asfáltico que no cuente con la certificación de calidad del producto.

En el caso de empleo de asfalto líquido, el Supervisor comprobará mediante muestras representativas (mínimo una muestra por cada 40 m³ o antes si el volumen de entrega es menor), el grado de viscosidad cinemática del producto; para el caso emulsión asfáltica, se comprobará su tipo, contenido de agua y penetración del residuo.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en las [Tablas 415-04](#), [415-05](#) ó [415-06](#).

c. Tasa de aplicación

La tasa de aplicación de las áreas imprimadas no deberá variar en más del 10%, con respecto al diseño aprobado.

Medición

416.10

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.08](#). El precio Incluye la aplicación de arena que sea necesario.

Pago

416.11

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.09](#). Incluye el precio de la arena que fuera necesario.

Partida de pago	Unidad de pago
416.A Imprimación Asfáltica	Metro cuadrado (m ²)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 417

RIEGO DE LIGA



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 417

Riego de liga

Descripción

417.01

Consiste en la aplicación de un riego asfáltico sobre una superficie asfáltica, o de concreto de cemento portland, previa a la colocación de otra capa bituminosa, para facilitar la adherencia entre ambas, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

417.02

Los materiales asfálticos a utilizar para la aplicación del Riego de Liga son:

- Cemento asfáltico 40/50; 60/70; 85/100 o 120/150, según requisitos establecidos en la [Tabla 415-02](#).
- Emulsión catiónica de rotura lenta CSS-1 o CSS-1h diluido con agua (según [Tabla 415-04](#)).
- Emulsión catiónica de rotura rápida CRS-1 o CRS-1h (según [Tabla 415-04](#)).

El tipo de material asfáltico debe ser seleccionado e indicado en el Proyecto y debe satisfacer los requisitos establecidos en la [Subsección 415.02 \(b\)](#) y [\(c\)](#).

Cualquier otro material que sea especificado por el Proyecto y aprobado por el Supervisor.

Con suficiente anticipación a y antes de los trabajos de Riego de Liga, el Contratista debe someter a la aprobación de la Supervisión, muestra(s) del material asfáltico propuesto.

De acuerdo al tipo de material asfáltico seleccionado y aprobado, se debe determinar la cantidad de litros de material asfáltico que se debe aplicar por metro cuadrado. La [Tabla 417-01](#) debe servir como guía para dicha determinación.

Tabla 417-01

Cantidad de aplicación de material asfáltico para riego de liga

Material Asfáltico	Tipo	Cantidad (l/m ²)
Cemento Asfáltico	40/50; 60/70; 80/100 o 120/150	0,1-0,4
Emulsión catiónica de rotura lenta diluida con agua en partes iguales	CSS-1 ó CSS-1h	0,2-0,7
Emulsión catiónica de rotura rápida	CRS-1 ó CRS-1h	Dato

Equipo

417.03

Se aplica lo indicado en la [Subsección 416.03](#).

Excepcionalmente y para trabajos de poca magnitud, podrá utilizarse cocinas asfálticas portátiles con elementos de irrigación a presión o de una extensión del tanque imprimador con una boquilla de expansión que permita un riego uniforme.

No se permitirá el uso de regaderas manuales recipientes perforados.

Requerimientos de construcción

417.04 Preparación de la superficie

La superficie sobre la cual ha de aplicarse el riego, deberá cumplir los requisitos de uniformidad exigidos, para que pueda recibir la capa asfáltica según lo contemple el Proyecto. De no ser así, el Contratista deberá realizar las correcciones previas que le indique el Supervisor.

La superficie deberá ser limpiada de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que pueda ser perjudicial para el trabajo, empleando

barredoras o sopladoras mecánicas en sitios accesibles a ellas y escobas manuales donde aquellas no puedan acceder.

417.05 Aplicación del material bituminoso

El control de la cantidad de material asfáltico aplicado en el Riego de Liga se debe hacer comprobando la adherencia de la cubierta recién regada. La variación, permitida de la proporción (l/m²) seleccionada, no debe exceder en 10%, por exceso o por defecto, a dicha proporción.

Durante la aplicación del Riego de Liga, el Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar cualquier contacto de llamas o chispas con los materiales asfálticos y con gases que se desprenden de los mismos.

El riego solo se aplicará cuando la superficie esté seca y con la anticipación necesaria a la colocación de la capa bituminosa, para que presente las condiciones de adherencia requeridas.

La secuencia de los trabajos de pavimentación asfáltica, se debe planear de manera que las áreas que sean cubiertas con el Riego de Liga, se les aplique el mismo día la capa asfáltica subsiguiente.

El Contratista debe tomar las precauciones necesarias para evitar que con el riego del material asfáltico se manchen sumideros, cunetas, barandas, etc. Igualmente debe proteger la vegetación adyacente a la zona para evitar que sea salpicada o dañada. El Contratista está obligado a limpiar y a reparar todo lo que resulte afectado por el Riego de Liga, sin recibir compensación alguna por tales trabajos.

No se requerirá riego de liga en el caso de mezclas asfálticas colocadas como máximo dentro de las 48 horas de la colocación de la primera capa asfáltica y no haya habido tránsito vehicular, ni contaminación de la superficie.

No se permitirán riegos de liga cuando la temperatura ambiental sea inferior a 6°C o exista precipitaciones pluviales.

Aceptación de los trabajos

417.06 Criterios

a. Controles

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.07\(a\)](#), en lo que es pertinente a esta especificación.

b. Calidad del material bituminoso

A la llegada de cada camión que transporte el material asfáltico a utilizarse en el riego de liga, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que éste cumple con las condiciones especificadas en las [Subsecciones 415.02 \(b\) ó \(c\)](#).

El Supervisor no aceptará el empleo de suministros de material bituminoso que no se encuentren respaldados por la certificación de calidad del fabricante. En el caso de empleo de cemento asfáltico, el Supervisor comprobará, mediante muestras representativas mínimo una cada 9000 galones ó antes si el volumen de entrega es menor, el grado de viscosidad absoluta del producto, mientras que si está utilizando emulsión asfáltica, se comprobará su tipo, contenido de residuo asfáltico, penetración del residuo y estabilidad de almacenamiento a 24 horas previo a su empleo.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en las [Tablas 415-02, 415-03 ó 415-04](#), según el caso, de las presentes especificaciones.

Medición**417.07**

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.08](#).

Pago**417.08**

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.09](#).

Partida de pago	Unidad de pago
417.A Riego de Liga	Metro cuadrado (m ²)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 418

TRATAMIENTOS

SUPERFICIALES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 418

Tratamientos superficiales

Descripción

418.01

Este trabajo consiste en la colocación de una o más capas de tratamientos superficiales (asfalto, agregados y de ser el caso, aditivos) sobre la superficie de una base imprimada o cualquier otra, preparada con tal finalidad, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Para tratamientos múltiples, a partir de la segunda capa se repite el riego asfáltico y colocación de agregado pétreo.

Materiales

418.02

Los materiales para ejecutar estos trabajos serán:

a. Agregados pétreos

Los agregados pétreos para la ejecución del tratamiento superficial deben cumplir con las exigencias de calidad, indicadas en la [Tabla 418-01](#).

Tabla 418-01

Ensayos	Especificaciones
Partículas fracturadas del agregado grueso con una cara facturada (MTC E 210)	85% mín.
Partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas (MTC E 210)	60% mín.
Partículas chatas y alargadas (ASTM D 4791-NTP 400.4)	15% máx.
Abrasión (MTC E 207)	40% máx.
Pérdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18% máx.
Adherencia (ASTM D 1664-AASHTO T 182)	+95
Terrones de arcilla y partículas friables (MTC E 212)	3% máx.
Sales solubles total (MTC E 219)	0,5% máx.

Además, los agregados triturados y clasificados deberán presentar una gradación uniforme, que se ajustará a alguna de las franjas granulométricas que se indican en la [Tabla 418-02](#).

b. Material bituminoso

El material bituminoso a ser aplicado de acuerdo a lo indicado en el proyecto, podrá ser:

- Cemento Asfáltico que cumpla con las características que se dan en las [Tablas 415-02](#), [415-03](#) y [415-07](#).
- Asfaltos Diluidos que cumplan los requisitos de calidad establecidos en las [Tablas 415-05](#) y [415-06](#).
- Emulsión asfáltica catiónica que cumplan los requisitos de calidad establecidos en las [Tablas 415-04](#) y [415-04A](#).

El material bituminoso de acuerdo a la aplicación y al tipo de tratamiento establecido será calentado de manera general referencial dentro de los rangos de temperatura establecidos en la [Tabla 415-07](#) y determinados de manera definitiva mediante la carta viscosidad-temperatura (ASTM D 341).

c. Aditivos mejoradores de adherencia

Cuando se establezca en el proyecto o sea requerida por el Supervisor, deberá ajustarse a lo descrito en la [Subsección 415.02 \(e\)](#) y según lo especificado en la [Sección 430](#).

Tabla 418-02
Rangos de gradación para tratamientos superficiales

Nº de Huso	Tamaño Normal de agregado	Tipo de material (Porcentaje que pasa)								
		1 1/2 (37,5 mm)	1 (25,0 mm)	3/4" (19,0 mm)	1/2" (12,5 mm)	3/8" (9,5 mm)	Nº 4 (4,75 mm)	Nº 8 (2,36 mm)	Nº 16 (1,18 mm)	Nº 50 (300 um)
5	25,0 mm a 12,5 mm (1" a 1/2")	100	90-100	20-55	0-10	0-5				
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4" a 3/8")		100	90-100	20-55	0-15	0-5			
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2" a n.º 4)			100	90-100	40-70	0-15	0-5		
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8" a n.º 8)				100	85-100	10-30	0-10	0-5	
9	4,75 mm a 1,18 mm (n.º 4 a n.º 16)					100	85-100	10-40	0-10	0-5

Fuente: ASTM D 448

Equipo

418.03

Se aplica lo descrito en la [Subsección 415.03](#).

Para la ejecución del tratamiento superficial se requieren, básicamente, equipos para la explotación de agregados, una planta de trituración y clasificación de agregados, equipo para la limpieza de la superficie, distribuidor del material bituminoso, esparcidor de agregado pétreo, compactadores neumáticos y herramientas menores.

a. Equipo para la elaboración y clasificación de agregados triturados

La planta de trituración estará provista de una trituradora primaria y una trituradora secundaria; deberá incluir también una clasificadora y un equipo de lavado. Además, deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental.

b. Equipo para la aplicación del ligante bituminoso

Consistirá en un camión imprimador de las características descritas en la [Subsección 416.03](#).

Para áreas inaccesibles al camión imprimador, se usará una regadora portátil, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del mencionado camión con boquilla de expansión que permita un riego uniforme, todo lo cual deberá ser aprobado por el Supervisor.

c. Equipo para la colocación del agregado pétreo

Se emplearán distribuidoras o esparcidores de agregados autopropulsados, que sean aprobados por el Supervisor y garanticen un esparcido uniforme del agregado.

d. Equipo de compactación

Se emplearán rodillos metálicos lisos y neumáticos autopropulsados con características y pesos mínimos acorde a las características de los agregados, aprobados por el Supervisor.

Requerimientos de construcción

418.04 Explotación y producción de agregados

Se aplica lo establecido en la [Subsección 415.04](#).

418.05 Preparación de la superficie existente

La construcción del tratamiento superficial no se iniciará hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar, tenga la compactación y densidad adecuada, las cotas y dimensiones indicadas en los planos y aprobados por el Supervisor.

No se permitirá la construcción del tratamiento hasta que la capa de imprimación haya completado su curado y, en ningún caso, antes de 24 horas, transcurridas desde su aplicación.

En el momento de aplicar el ligante bituminoso, la superficie deberá estar seca y libre de cualquier sustancia que resulte objetable.

418.06 Tramo de prueba

Se aplica lo establecido en la [Subsección 415.06](#).

418.07 Aplicación del material bituminoso

Antes de la aplicación del material bituminoso se marcará una línea guía en la calzada para controlar el paso del distribuidor y se señalará la longitud de la carretera que quedará cubierta, de acuerdo con la cantidad de material bituminoso disponible en el distribuidor y la capacidad de extensión del esparcidor de agregados pétreos.

La dosificación aprobada del material, se aplicará de manera uniforme a una temperatura que se halle entre los rangos indicados en la [Subsección 415.02 \(f\)](#), evitando duplicaciones de dotación en las juntas transversales de trabajo, para lo cual se colocará material aprobado por el Supervisor, de ancho no menor a 1,0 m, bajo los difusores, en aquellas zonas donde comience o se interrumpa la aplicación.

Al comienzo de cada jornada de trabajo se deberá verificar la uniformidad del riego. Si fuere necesario, se calentarán las boquillas de irrigación antes de cada descarga. La bomba y la barra de distribución deberán limpiarse al final de la jornada.

Por ningún motivo se permitirá la ejecución del tratamiento cuando la temperatura ambiental sea inferior a 6°C o haya lluvia.

Durante la aplicación deberán protegerse los sardineles, vallas, cabezales de alcantarillas, árboles y otros.

No se permitirá ningún tipo de tránsito sobre el ligante aplicado.

418.08 Extensión y compactación del agregado pétreo

El esparcido del agregado se realizará de manera uniforme, en la cantidad aprobada por el Supervisor e inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso. La distribución del agregado se hará de manera que se evite el tránsito del esparcidor sobre la capa del ligante sin cubrir.

Cuando el material bituminoso se aplique por franjas, el agregado se esparcirá de forma que quede sin cubrir una banda de 15 cm a 20 cm de la zona tratada, aledaña a la zona que aún no ha recibido el riego, con el objeto de completar en dicha banda la dosificación prevista del ligante al efectuar su aplicación en la franja adyacente.

Las operaciones de compactación se realizarán con el rodillo neumático y comenzarán inmediatamente después de la aplicación del agregado pétreo. En zonas en tangente, la compactación se iniciará por el borde exterior avanzado hacia el centro. En curvas, se iniciará desde el borde inferior hacia el borde superior, traslapando cada recorrido con el anterior de acuerdo, con las instrucciones del Supervisor. La compactación continuará hasta obtener una superficie lisa y estable en un tiempo máximo de 30 minutos, contado desde el inicio del esparcido del agregado pétreo. En ningún caso se aceptará menos de tres pasadas completas del rodillo neumático.

418.09 Aplicación del material bituminoso en tratamientos múltiples

Las siguientes capas del material bituminoso para tratamientos múltiples serán aplicadas en cantidad y temperaturas indicadas en el Proyecto y aprobado por el Supervisor. Cada capa sucesiva se aplicará después de ponerla al tráfico por lo menos durante 72 horas.

El ancho de franja en que se aplique cada riego debe variar en relación con el empleado en el anterior en unos 20 cm, aproximadamente, con la finalidad de impedir que la junta de construcción longitudinal se superponga con la de la anterior capa, para obtener una superficie uniforme.

418.10 Esparcido y compactación del agregado pétreo en tratamientos múltiples

El esparcido se realizará en la cantidad indicada en el Proyecto y aprobado por el Supervisor, de la misma forma que la indicada en la [Subsección 418.08](#) inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso correspondiente.

En la capa final de superficie de un tratamiento múltiple y según lo ordene el Supervisor puede utilizarse un rodillo liso cilíndrico metálico para mejorar el acabado de la capa final.

418.11 Dosificación del tratamiento superficial

a. Tratamiento superficial simple (TS)

La tasa de aplicación de material bituminoso y agregado pétreo serán las que se determinen de acuerdo a diseño aprobado por el Supervisor.

En la [Tabla 418-03](#) se dan cantidades referenciales de los materiales, que deben ser ajustados para las condiciones de cada Proyecto y aprobados por el Supervisor antes de su aplicación, de acuerdo a la Formula de Trabajo aprobada.

Tabla 418-03
Cantidades aproximadas de material para tratamiento superficial simple (TS)

Tamaño Nominal de agregado	Nº Huso ^(b) Granulométrico	Cantidad de Agregado m ³ /m ²	Cantidad de Asfalto l/m ² ^(a)	Tipo y Grado de Asfalto	
				Tiempo cálido (+26,7°C)	Tiempo frío (06 a 26,7°C)
25,0 mm a 12,5 mm (1" a 1/2")	5	0,017	1,90	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 2 PEN 120-150	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 1, 2 PEN 120-150
19,0 mm a 9,5 mm (3/4" a 3/8")	6	0,012	1,68	MC 3000 RC 3000 RS 2 CRS 1, 2 PEN 120-150	MC 800 RC 800 RS 2 CRS 1, 2
12,5 mm a 4,75 mm (1/2" a n.º 4)	7	0,008	1,04	MC 3000 RC 800, 3000 RS 2 CRS 1, 2 PEN 200-300	MC 800 RC 250,800 RS 2 CRS 1, 2
9,5 mm a 2,36mm (3/8" a n.º 8)	8	0,006	0,86	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2
4,75 mm a 1,18 mm (n.º 4 a n.º 16)	9	0,004	0,59	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2	RC 250, 800 RS 1, 2 CRS 1, 2

(a) La experiencia indica que las cantidades indicadas deben incrementarse entre un 5 y un 10% cuando los materiales bituminosos sean aplicados con poco o ningún calentamiento.

(b) Según clasificación en la ASTM D 448

Fuente: ASTM D 1369.

El proyecto deberá indicar el huso granulométrico y el material bituminoso a emplear.

b. Tratamiento superficial múltiple (TM)

Consiste en la aplicación de dos o más capas de ligante bituminoso y agregados pétreos, la tasa de aplicación de material bituminoso y agregado pétreo serán las que se establezcan en el diseño aprobado por el Supervisor, acorde a la Formula de Trabajo aprobada.

Las cantidades aproximadas de materiales a utilizar se dan en las [Tablas 418-04](#) y [418-05](#), las que deben ser ajustadas para las condiciones de

cada proyecto y aprobadas por el Supervisor antes de su aplicación, de acuerdo a la Formula de Trabajo aprobada.

Tabla 418-04

Cantidades aproximadas de materiales para Tratamientos Superficiales Dobles

Aplicaciones	Tamaño Nominal del agregado	Nº Huso ^(b) Granulométrico	Cantidad de Agregado m ³ /m ²	Cantidad de ^(a) Asfalto l/m ²
Primera Aplicación	25,0 mm a 12,5 mm (1" a 1/2")	5	0,017	1,90
Segunda Aplicación	12,5 mm a 4,75 mm (1/2" a n.º 4)	7	0,008	1,18
Primera Aplicación	19,0 mm a 9,5 mm (3/4" a 3/8")	6	0,012	1,68
Segunda Aplicación	9,5 mm a 2,36mm (3/8" a n.º 8)	8	0,006	0,91

(a) La experiencia indica que las cantidades indicadas deben incrementarse entre un 5 y un 10% cuando los materiales bituminosos sean aplicados con poco o ningún calentamiento.

(b) Según clasificación en la ASTM D 448

Fuente: ASTM D 1369.

Tabla 418-05

Cantidades aproximadas de materiales para Tratamientos Superficiales Triples

Aplicaciones	Tamaño Nominal del agregado	Nº Huso ^(b) Granulométrico	Cantidad de Agregado m ³ /m ²	Cantidad de ^(a) Asfalto l/m ²
Primera Aplicación	25,0 mm a 12,5 mm (1" a 1/2")	5	0,017	1,90
Segunda Aplicación	12,5 mm a 4,75 mm (1/2" a n.º 4)	7	0,008	1,18
Tercera Aplicación	4,75 mm a 1,18 mm (Nº 4 a n.º 16)	9	0,004	0,63
Primera Aplicación	19,0 mm a 9,5 mm (3/4" a 3/8")	6	0,012	1,68
Segunda Aplicación	9,5 mm a 2,36mm (3/8" a n.º 8)	8	0,006	0,91
Tercera Aplicación	4,75 mm a 1,18 mm (n.º 4 a n.º 16)	9	0,004	0,63

(a) La experiencia indica que las cantidades indicadas deben incrementarse entre un 5 y un 10% cuando los materiales bituminosos sean aplicados con poco o ningún calentamiento.

(b) Según clasificación en la ASTM D 448

Fuente: ASTM D 1369.

El Proyecto deberá indicar el tipo de tratamiento superficial múltiple, el tipo de agregado y el tipo de material bituminoso.

418.12 Acabado, limpieza y eliminación de sobrantes

Una vez terminada la compactación de cada capa, se barrerá la superficie del tratamiento para eliminar todo exceso de agregados que haya quedado suelto sobre la superficie, operación que deberá continuarse aún después que el tramo con el tratamiento haya sido abierto al tránsito.

El material sobrante deberá ser recogido por el Contratista, quien lo dispondrá en los DME, de acuerdo a lo establecido en la [Sección 209](#).

418.13 Apertura al tránsito

Deberá evitarse todo tipo de tránsito sobre la capa recién ejecutada durante las 24 horas siguientes a su terminación. Si ello no es factible, deberán tomarse medidas para que los vehículos no circulen a una velocidad superior a 30 km/h. En ningún caso se permitirá el tránsito vehicular antes de las 2 horas de concluida la compactación.

418.14 Reparaciones

No se aceptarán reparaciones, en todo caso, si el trabajo ejecutado presenta deficiencias será rechazado y remplazado por el Contratista a su costo y riesgo, lo cual deberá ser aprobado por el Supervisor.

Acceptación de los trabajos

418.15 Criterios

a. Controles

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.07\(a\)](#).

b. Condiciones y tolerancias para la aceptación

1. Calidad del Material Bituminoso

En relación con la calidad del material bituminoso por emplear en la ejecución del tratamiento superficial se aplican los mismos criterios de control expuestos en la [Subsecciones 416.09\(b\)](#) y [423.18\(b\)](#), según sea el tipo de material bituminoso especificado.

2. Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinará:

- El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según norma de ensayo MTC E 207.
- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 209.
- La adherencia, ensayo MTC E 519.
- Partículas chatas y alargadas, ensayo MTC E 221.

Cuyos resultados deberán cumplir las exigencias indicadas en la [Subsección 418.02\(a\)](#).

Los materiales producidos deben ser acopiados y manipulados con los cuidados correspondientes a fin de evitar su contaminación con tierra vegetal, materia orgánica u otros, de ocurrir tal hecho, serán rechazados por el Supervisor.

En la [Tabla 418-06](#) se indica los ensayos y frecuencias requeridas.

Tabla 418-06
Ensayos y frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia*	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	250 m ³	Pista Dist. Agregado
	Tasa de aplicación		250m ³	Pista Dist. Agregado
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	250m ³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	250m ³	Cantera
	Abrasión	MTC E 207	1.000m ³	Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio	MTC E 209	1.000m ³	Cantera
	Adhesividad		1.000m ³	Cantera
Tratamiento Superficial	Resistencia al Deslizamiento (1)	MTC E 1004	por día	Pista Compactada
	Profundidad de textura (1)	MTC E 1005	1 por día	Pista Compactada
Material Bituminoso	Según tipo de material. Ver 418.02(b)		\sqrt{N} (2)	Tanque térmico al llegar a obra

(*) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada Propiedad y/o Característica.

(1) Solo en la última capa.

(2) N representa el número de tancadas de 30.000 l de material bituminoso requerido en la obra.

c. Calidad del trabajo terminado

El pavimento terminado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la zona pavimentada no podrá ser, en ningún punto, inferior a la señalada en los planos o la aprobada por el Supervisor.

Se considerará como "lote" que se aceptará o rechazará en bloque, la obra ejecutada por jornada de trabajo, en la cual el Supervisor efectuará los controles indicados a continuación:

1. Tasa de aplicación

En sitios ubicados al azar se efectuarán en cada una de las capas de tratamiento y diariamente, como mínimo 3 determinaciones de las

tasas de aplicación de ligante y agregados pétreos. Las tasas medias de aplicación de ligante (TML) y de agregados (TMA) por jornada, no podrán variar en más de 10% de las aprobadas por el Supervisor como resultado del tramo de prueba (TPL y TPA) y Formula de Trabajo aprobada.

$$0,9 \text{ TPL} \leq \text{TML} \leq 1,1 \text{ TPL}$$

$$0,9 \text{ TPA} \leq \text{TMA} \leq 1,1 \text{ TPA}$$

2. Textura

Por jornada se efectuarán, como mínimo, dos determinaciones de la resistencia al deslizamiento (MTC E1004) y de la profundidad de textura con el círculo de arena (MTC E1005). En relación con la primera, ningún valor individual podrá ser inferior a 0,45 y en cuanto a la segunda, el promedio de las dos lecturas deberá ser, cuando menos, igual a 1,2 mm, sin que ninguno de los valores individuales sea inferior a 1,0 mm.

3. Rugosidad

Se entenderá que la superficie del pavimento tiene una rugosidad aceptable, si el promedio por km o fracción tienen un valor de IRI igual o inferior a 2,5 m/km, salvo que la especificación particular establezca un límite diferente.

Todas las áreas con defectos de calidad y que excedan las tolerancias indicadas en el presente numeral, deberán ser reconstruidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las instrucciones y la aprobación del Supervisor.

Para la medición de rugosidad se seguirá lo especificado en la [Subsección 423.18\(g\) \(5\)](#).

Medición

418.16

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.08](#).

La medición se efectuará cuando todas las capas que componen el Proyecto hayan sido concluidas y aprobadas por el Supervisor.



Pago

418.17

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.09](#).

Partida de pago	Unidad de pago
418.A Tratamiento superficial simple	Metro cuadrado (m ²)
418.B Tratamiento superficial múltiple ("n" capas)	Metro cuadrado (m ²)

"n" indica el número de capas a aplicar.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 419

SELLO ASFÁLTICO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 419

Sello asfáltico

Descripción

419.01

Trabajo que consiste en la aplicación de un material asfáltico, sobre la superficie de un pavimento existente, seguida de la extensión y compactación de una capa de arena, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

419.02

Los materiales a utilizar para ejecutar estos trabajos serán:

a. Agregados pétreos

Estarán constituidos por agregado fino que cumpla las exigencias de calidad, establecidos en la [Tabla 419-01](#).

Tabla 419-01

Pérdida en Sulfato de Na	(MTC E 209)	15% máx.
Pérdida en Sulfato de Mg	(MTC E 209)	25% máx.
Adhesividad (Riedel Weber) (*)	(MTC E 220)	4 mín.
Azul de metileno	AASHTO TP 57	8 máx.
Índice de Plasticidad	(MTC E 111)	NP
Equivalente de Arena	(MTC E 114)	50% mín.
El peso específicos de la arena	-----	Dato.

* Corresponde al desprendimiento inicial.

Su gradación deberá encontrarse dentro de los siguientes límites, establecidos en la [Tabla 419-02](#).

Tabla 419-02

Tamiz	Porcentaje que pasa
12,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (Nº. 4)	95-100
2,38 mm (Nº. 8)	80-100
1,19 mm (Nº. 16)	50-85
590 µm (Nº. 30)	25-60
300 µm (Nº. 50)	10-30
150 µm (Nº. 100)	2-10

b. Material bituminoso

Será una emulsión catiónica de rotura rápida, de los tipos CRS-1 o CRS-2, que cumpla los requisitos de calidad indicados en la [Tabla 415-04](#) o un cemento asfáltico, según requisitos de calidad establecidos en la [Tabla 415-02](#) ó [415-03](#).

El Proyecto debe definir el tipo de material a utilizar.

Equipo**419.03**

En relación con el equipo requerido para los trabajos, resulta aplicable lo descrito en la [Subsección 418.03](#).

En el caso de existir áreas inaccesibles a los equipos de esparcido, el Supervisor aprobará el sistema de esparcido a emplear.

Requerimientos de construcción**419.04 Explotación de materiales y elaboración de agregados**

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.04](#).

419.05 Tasa de aplicación

Las cantidades por aplicar de material bituminoso y arena, estarán entre los rangos de 0,5 l/m²-1,5 l/m² de ligante y de 8,0 kg/m² - 13,0 kg/m² de arena.

El Proyecto debe definir las cantidades a emplear y el Supervisor aprobará la Formula de Trabajo correspondiente.

419.06 Preparación de la superficie existente

Antes de aplicar el riego del material bituminoso, la superficie deberá encontrarse seca y libre de polvo, tierra o cualquier otra sustancia objetable.

Las reparaciones previas que requiera el pavimento, deberán efectuarse conforme lo indique el Proyecto y las instrucciones del Supervisor.

419.07 Aplicación del ligante bituminoso

Se aplica lo indicado al respecto en la [Subsección 418.07](#).

419.08 Extensión y compactación de la arena

Se aplica lo que establece al respecto en la [Subsección 418.08](#).

419.09 Acabado, limpieza y eliminación de sobrantes

Estas operaciones se efectuarán de acuerdo con lo establecido en la [Subsección 418.12](#).

419.10 Apertura al tránsito

Se aplica lo establecido en la [Subsección 418.13](#).

419.11 Reparaciones

Se aplica lo establecido la [Subsección 418.14](#).

Aceptación de los trabajos

419.12 Criterios

a. Controles

Rige todo lo que resulte aplicable de la [Subsección 415.07\(a\)](#).

b. Condiciones y tolerancia para la aceptación

1. Calidad del material bituminoso.

Se aplica lo establecido en la [Subsección 418.15 \(b\) \(1\)](#).

2. Calidad de la arena.

De cada procedencia de la arena y para cualquier volumen previsto se tomarán dos muestras y para cada fracción de ellas se determinarán:

- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de magnesio, según norma de ensayo MTC E 209.
- La adhesividad, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 220.
- Azul de metileno, de acuerdo a la norma AASHTO TP 57
- El equivalente de arena, según norma de ensayo MTC E 114.
- La plasticidad (normas de ensayo MTC E 716).

Cuyos resultados deberán cumplir las exigencias indicadas en la [Subsección 419.02\(a\)](#).

En la [Tabla 419-03](#) se indican los ensayos y frecuencias requeridas.

Tabla 419-03

Ensayos y Frecuencia

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Arena	Granulometría	MTC E 204	150 m ³	Pista
	Pérdida en Sulfato de Na o Mg	MTC E 209	1.000 m ³	Cantera
	Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	1.000 m ³	Cantera
	Azul de metileno	AASHTO TP 57	1.000 m ³	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	150 m ³	Cantera
Material Bituminoso	Según tipo de material (Ver Subsección 419.02 (b))		\sqrt{N} (1)	Tanques al llegar a obra

(1) N representa el número de tancadas de 30,000 L de material bituminoso requerido en la obra.

c. Calidad del trabajo terminado

En el área ejecutada durante una jornada de trabajo se efectuarán dos determinaciones de la aplicación del material bituminoso y el agregado pétreo, ninguna de las cuales podrá variar en $\pm 10\%$, en relación con la dosificación de diseño aprobada por el Supervisor. Si lo indicado no se cumple, se rechazará el tramo construido durante la jornada de trabajo.



Medición

419.13

Se aplica lo descrito en la [Subsección 415.08\(a\)](#).

Pago

419.14

Se aplica lo descrito en la [Subsección 415.09](#).

Partida de pago	Unidad de pago
419.A Sello asfáltico	Metro cuadrado (m ²)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 420

MORTERO ASFÁLTICO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 420

Mortero asfáltico

Descripción

420.01

Este trabajo consiste en la colocación de una mezcla de emulsión asfáltica modificada o no con polímeros, y agregados pétreos, sobre la superficie de una vía, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

420.02

Los materiales a usar para la ejecución de este trabajo será:

a. Agregados pétreos y polvo mineral

Los agregados pétreos y el polvo mineral para la construcción del mortero asfáltico deberán cumplir los requisitos de calidad, establecidos en la [Tabla 420-01](#).

Tabla 420-01

Requerimientos para los agregados

Ensayos	Norma	Requerimiento
Pérdida en Sulfato de Mg	MTC E 209	18% máx.
Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	25% máx.
Índice de Plasticidad	MTC E 111	NP
Equivalente de Arena ⁽¹⁾	MTC E 114	40% min.
Azul de metileno	AASHTO TP 57	8 máx.
Adherencia (Riedel Weber) ⁽²⁾	MTC E 220	4 min.

⁽¹⁾ El equivalente de arena será el del agregado finalmente obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, según las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo y antes de la incorporación del polvo mineral de aporte.

⁽²⁾ Corresponde al desprendimiento inicial

La mezcla de agregados y polvo deberá ajustarse a alguna de las gradaciones, establecidos en la [Tabla 420-02](#).

Tabla 420-02

Granulometría de los agregados

Tipo	I	II	III
Tamaño del tamiz	% Pasa	% Pasa	% Pasa
3/8" (9,50 mm)	100	100	100
N°. 4 (4,75 mm)	100	90-100	70-90
N°. 8 (2,36 mm)	90-100	65-90	45-70
N°. 16 (1,18 mm)	65-90	45-70	28-50
N°. 30 (0,60 µm)	40-60	30-50	19-34
N°. 50 (0,30 µm)	25-42	18-30	12-25
N°. 100 (0,15 µm)	15-30	10-21	7-18
N°. 200 (0,075 µm)	10-20	5-15	5-15

Fuente: ISSA A 105

La gradación por utilizar estará indicada en el Proyecto y dependerá del estado de la superficie y la función que vaya a cumplir el mortero.

Si la fórmula de trabajo exige la mezcla de dos o más agregados para obtener la granulometría de diseño, los requisitos indicados en la [Tabla 420-01](#) deberán ser satisfechos de manera independiente por cada uno de ellos.

La arena deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o parcialmente de fuentes naturales. La proporción de arena natural no podrá exceder del 25% de la masa total del agregado combinado.

El polvo mineral incluido en los agregados podrá complementarse o suplirse con un producto comercial o especialmente preparado, cuya misión sea controlar el proceso de rotura de la emulsión o activar la consecución de la cohesión del mortero asfáltico.

b. Material bituminoso

La emulsión a emplear será de grado (CSS-1, CSS-1h, CQS-1h, de rápida rotura), que cumpla los requisitos indicados en la [Tabla 415-04](#).

El empleo de una emulsión de otro tipo implica la aplicación de una especificación particular o los que cumplan los requisitos indicados en la [Tabla 432-02](#) (Emulsiones asfálticas catiónicas con polímeros).

c. Agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como $\text{SO}_4^{=}$ y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3.000 ppm, determinado según la norma NTP 339.072. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados.

d. Aditivos para control de rotura

Cuando las características del proyecto exijan un control especial de los tiempos de rotura y apertura al tránsito, se emplearán aditivos cuyas características se definirán en las especificaciones particulares de construcción.

Equipo

420.03

Rige lo indicado en la [Subsección 415.03](#), más lo que se describe a continuación.

El equipo deberá incluir elementos para la explotación y elaboración de agregados pétreos; una mezcladora móvil para la fabricación y extensión del mortero; elementos para la limpieza de la superficie, elementos para el humedecimiento de la superficie y herramientas menores para correcciones localizadas durante la extensión del mortero.

La mezcladora móvil será de tipo continuo, dotada de las tolvas, tanques y dispositivos necesarios, sincronizados para dosificar los agregados, el llenante, el agua, la emulsión y los aditivos que requiera el mortero; tendrá, además, un mezclador y una capa repartidora provista de dispositivos para evitar pérdidas laterales y de una maestra regulable de caucho que permita el correcto reparto, extensión y buena terminación del mortero. La rastra deberá

llevar en su interior un dispositivo que reparta uniformemente el mortero asfáltico ante la maestra al avanzar la mezcladora.

Requerimientos de construcción

420.04 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.04](#).

420.05 Diseño del mortero asfáltico y obtención de la fórmula de trabajo

Para elegir la clase de mortero asfáltico a utilizar, de las indicadas en la [Tabla 420-02](#) habrá que tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Tipo 1. Se aplica en zonas de bajo tránsito, donde el objetivo principal es el óptimo sellado de la superficie. Es adecuado para realizar sello de grietas, relleno de huecos y reparar la erosión en la superficie. El contenido de asfalto residual debe encontrarse entre el 10 y el 16% del peso del agregado seco. Se debe aplicar en una relación comprendida entre 4,3 a 6,5 kg/m². Este tipo de mortero asfáltico debe ser utilizado, donde la resistencia al deslizamiento sea la característica más importante a conseguir.
- Tipo 2. Este tipo de mortero protege la superficie subyacente del envejecimiento y daño por efecto del agua y mejora la fricción superficial. Se recomienda para realizar relleno de huecos y corregir daños en la superficie producidos por la erosión. El contenido de asfalto residual debe encontrarse entre el 7,5 y el 13,5% del peso del agregado seco. Se debe aplicar en una relación comprendida entre 5,4 y 9,8 kg/m². Este tipo de mortero se utilizará en pavimentos que estén dañados por la erosión o tengan numerosas grietas. También pueden ser utilizados para cubrir una superficie bituminosa desgastada o como sellador de capa base estabilizada.
- Tipo 3. Se utiliza para conseguir altos valores de fricción superficial, se recomienda su aplicación en vías con elevados niveles de tránsito. Es adecuado para realizar una renovación de la superficie. El contenido de asfalto residual deberá estar comprendido entre el 6,5 y el 12% del peso del agregado seco. Debe ser aplicado en una relación de 8,1 a 12 kg/m².

En cuanto al diseño, rige todo lo que resulte pertinente de la [Subsección 415.05](#).

La consistencia apropiada del mortero, se determinará en el laboratorio por medio de la prueba del cono de consistencia (MTC E 416).

El contenido óptimo del ligante, se determinará mediante los ensayos mecánicos de abrasión en pista húmeda, según la norma MTC E 417 y absorción de arena en la máquina de rueda cargada. Para la elección del óptimo, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Pérdida máxima admisible en el ensayo de abrasión = $0,065 \text{ g/cm}^2$
- Cohesión en húmedo (MTC E 419)
 - 30 minutos; 12 kg/cm mínimo.
 - 60 minutos; 20 kg/cm mínimo.
- Exceso de asfalto 538 g/m^2 máximo (ISSA TB109).
- Desprendimiento en húmedo 90% mínimo (ISSA TB114).
- Absorción máxima admisible de arena en el ensayo de rueda cargada (MTC E 418):

Tránsito medio diario (vehículos)	Absorción admisible (g/cm^2)
Menos de 300	0,08
300-1.500	0,07
Más de 1.500	0,06

420.06 Preparación de la superficie existente

Antes de proceder a la aplicación del mortero asfáltico, la superficie que habrá de recibirla se limpiará de polvo, barro seco o cualquier material suelto que pueda ser perjudicial, utilizando barredoras mecánicas o máquinas sopladoras.

Sólo se permitirá el uso de escobas manuales en lugares inaccesibles a los equipos mecánicos.

Si la superficie sobre la cual se va a aplicar el mortero, corresponde a un pavimento asfáltico, se deberá eliminar mediante fresado todos los excesos de ligante que puedan existir y se repararán los desperfectos que puedan impedir una correcta adherencia del mortero asfáltico, acorde a las instrucciones del Supervisor.

420.07 Tramo de prueba

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.06.](#)

420.08 Elaboración y aplicación del mortero asfáltico

Una vez preparada y antes de iniciar la extensión del mortero, la superficie por tratar de ser el caso, deberá ser humedecida con agua de manera uniforme en una cantidad que será aprobada por el Supervisor, teniendo en cuenta el estado de la superficie y las condiciones climatológicas existentes.

El mortero preparado en el cajón mezclador de la máquina, pasará a través de una compuerta vertedero a la caja repartidora, la cual se encargará de distribuirla de manera uniforme sobre la superficie.

El avance del equipo se hará paralelamente al eje de la carretera y su velocidad se ajustará para garantizar una aplicación correcta del mortero y una superficie uniforme.

No se permitirá la elaboración y aplicación del mortero si la temperatura ambiental es inferior a 6°C o durante precipitaciones pluviales.

La aplicación de los morteros asfálticos tendrá espesores en el rango de 3 a 10 mm para el caso de una sola capa, y cuando se trata de mayores espesores se aplicaran por capas sucesivas, rotura previa de la capa precedente. Cuando se especifique compactación, esta deberá efectuarse con rodillo neumático autopropulsado, iniciándose solo cuando la rotura del mortero permita el paso de los rodillos sin que se adhiera a las ruedas.

420.09 Juntas de trabajo

Las juntas de trabajo longitudinales no podrán presentar traslapes, ni áreas sin cubrir y las acumulaciones que se produzcan serán alisadas manualmente antes de la rotura de la emulsión. Los traslapes de las juntas transversales serán igualmente alisados, antes de la rotura de la emulsión, de modo que no se presenten cambios en la uniformidad de la superficie.

420.10 Aplicación en varias capas

En caso de estar prevista una segunda aplicación de mortero, ésta no podrá efectuarse hasta cuando haya curado por completo el material extendido en la primera aplicación y haya sido sometido al tránsito vehicular al menos durante un día.

420.11 Apertura al tránsito

Deberá impedirse la circulación de todo tipo de tránsito sobre las capas que no hayan curado completamente. El tiempo requerido para dicho curado depende del tipo de emulsión, las características de la mezcla y las condiciones climáticas y será aprobado por el Supervisor.

420.12 Reparaciones

Se aplica lo establecido en la [Subsección 418.14.](#)

Aceptación de los trabajos

420.13 Criterios

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

a. Controles

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.07\(a\)](#) además de cumplir con todos los requisitos de calidad exigidos en la [Subsección 420.02.](#)

b. Calidad de la emulsión

La calidad de emulsión deberá ser sustentada para cada tanque de transporte, por un certificado de calidad del fabricante según lo especificado en la [Tabla 415-04.](#) Además dicha emulsión deberá cumplir con los requisitos de calidad y criterios de control que se indican en la [Subsección 416.09\(b\).](#)

c. Calidad del agua

Se aplicará lo establecido en la [Subsección 420.02 \(c\).](#)

d. Calidad de los agregados pétreos y el polvo mineral

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según norma de ensayo MTC E 207.
- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de magnesio, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 209.

- El equivalente de arena, según norma de ensayo MTC E 114.
- La plasticidad, en acuerdo a las normas MTC E 111.
- Sales Solubles Totales MTC E 219.

Así mismo, para cada procedencia del polvo mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y sobre ellas se determinarán:

- La densidad aparente (ASTM C 110).
- El coeficiente de emulsibilidad (NLT 180).
- Azul de metileno (AASHTO TP 57).

Los resultados de todas estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en las presentes especificaciones, caso contrario se rechazará los materiales defectuosos.

Los materiales producidos deben ser acopiados y manipulados con los cuidados correspondientes a fin de evitar su contaminación con tierra vegetal, materia orgánica u otros, de ocurrir tal hecho, serán rechazados por el Supervisor.

Además, efectuará las siguientes verificaciones:

- Determinación de la granulometría de los agregados (MTC E 204), una vez por jornada de trabajo.
- Determinación de la plasticidad de la fracción fina (MTC E 110), una vez cada 150 m³.
- Determinación del equivalente de arena (MTC E 114), una vez cada 150 m³.
- Determinación de la adhesividad, una vez cada 1.000 m³.
- Determinación del desgaste Los Ángeles (MTC E 207) y la solidez (MTC E 209), al menos una vez cada 1.000 m³.

Sobre el polvo mineral se efectuarán pruebas de densidad aparente y coeficiente de emulsibilidad a razón de una vez por semana, como mínimo, y cada vez que se cambie la procedencia del polvo mineral.

En la [Tabla 420-03](#) se incluye los ensayos y frecuencias requeridas.

Tabla 420-03
Ensayos y Frecuencia

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Agregados	Granulometría	MTC E 204	150 m ³	Pista
	Pérdida en Sulfato de Na o Mg	MTC E 209	1.000 m ³	Cantera
	Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	1.000 m ³	Cantera
	Azul de metileno	AASHTO TP 57	1.000 m ³	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	150 m ³	Cantera
Material Bituminoso	Según tipo de material (Ver Subsección 420.02 (b))		\sqrt{N} (1)	Tanques al llegar a obra

(1) N representa el número de tancadas de 30,000 L de material bituminoso requerido en la obra.

e. Composición y resistencia del mortero
1. Contenido de asfalto

Para efectos del control se considerará como lote, el mortero extendido en cada jornada de trabajo, de la cual el Supervisor extraerá un mínimo de 5 muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, de un peso aproximado de 2 kg cada una, las cuales empleará en la determinación del contenido de asfalto (MTC E 502) y la granulometría de los agregados (MTC E 503).

El contenido medio de asfalto residual del tramo construido en la jornada (ART%) no deberá diferir del contenido de asfalto establecido en la fórmula de trabajo (ARF%) en más del 0,5%.

$$ARF \% - 0,5\% \leq ART \% \leq ARF \% + 0,5\%$$

A su vez, sólo se admitirá un valor de contenido de asfalto residual de muestra individual (ARI%) que se aparte en más del 1,0% del valor medio del tramo.

$$ART \% - 1,0\% \leq ARI \% \leq ART \% + 1,0\%$$

Si alguno de estos requisitos se incumple, se rechazará el tramo construido durante la jornada de trabajo.

2. Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados. Para cada ensayo individual, la curva granulométrica deberá encajar dentro de la franja adoptada.

3. Resistencia

Por cada jornada de trabajo, se extraerán tres muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, con las cuales se elaborarán especímenes para los ensayos de abrasión en pista húmeda (MTC E 417) y absorción de arena en la máquina de rueda cargada.

Si el desgaste medio (d_m) o la absorción media de arena (A_m), superan los valores definidos en la fórmula de trabajo (d_t) y (A_t) en más del 10%, se rechazará el tramo construido durante la jornada de trabajo.

$$d_m \leq 1,1 d_t$$

$$A_m \leq 1,1 A_t$$

f. Calidad del trabajo terminado

El pavimento terminado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde del pavimento tratado con mortero asfáltico no podrá ser, en ningún punto, inferior a la señalada en los planos y aprobada por el Supervisor.

g. Controles adicionales que debe efectuar el Supervisor durante cada jornada de trabajo:

1. Tasa de aplicación

En sitios ubicados al azar, se efectuarán como mínimo tres determinaciones diarias de la tasa de aplicación del mortero, sobre la superficie. La tasa media de aplicación (TMA), en kg/m^2 , no podrá variar en más de 10% de la autorizada como resultado del tramo de prueba (Tasa Media Especificada-TME), bajo sanción del rechazo del tramo construido durante la jornada de trabajo.

$$0,90 \text{ TME} \leq \text{TMA} \leq 1,10 \text{ TME}$$

2. Textura

Por jornada de trabajo deberá efectuarse, como mínimo dos pruebas de resistencia al deslizamiento (MTC E 1004) y dos de profundidad de textura con el Método del Círculo de Arena (MTC E 1005). En relación con la primera, ningún valor individual podrá presentar un valor inferior a 0,45, y respecto de la segunda, el promedio de las dos lecturas deberá ser cuando menos igual a 0,6 mm, sin que ninguno de los dos valores (PTI) sea inferior en más del 10% al promedio mínimo exigido.

$$PTI \geq 0,54 \text{ mm}$$

3. Rugosidad

La rugosidad, medida en unidades IRI, no podrá ser superior a 2,5 m/km, salvo que las especificaciones particulares establezcan un límite diferente.

Todas las áreas que presenten defectos de calidad y excedan las tolerancias indicadas en el presente numeral, serán reemplazadas por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones y aprobación del Supervisor.

Para la medición de rugosidad se seguirá lo especificado en la [Subsección 423.18\(g\) \(5\)](#).

Medición

420.14

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.08](#).

Pago

420.15

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.09](#).

Partida de pago	Unidad de pago
420.A Mortero asfáltico	Metro cuadrado (m ²)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 421

SELLO DE FISURAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 421

Sello de fisuras

Descripción

421.01

Este trabajo consiste en la preparación de la superficie afectada y la aplicación de material bituminoso en las fisuras existentes en el pavimento, con el objetivo de evitar su propagación y que la humedad llegue a las capas granulares del pavimento de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Definiciones

421.02

Fractura: una abertura larga de ancho pequeño en el pavimento.

421.03

Fisura: una fractura fina, de variados orígenes, con un ancho igual o menor de 3 mm.

Materiales

421.04

Los materiales para ejecutar esta actividad serán:

a. Material Bituminoso

Se empleará una emulsión asfáltica cuya fluidez garantice su adecuada penetración en la fisura. De preferencia, se usará una emulsión de curado lento que cumpla con los requisitos establecidos en la [Tabla 415-04](#), debidamente aprobado por el Supervisor.

b. Agregado pétreo

Será una arena, de granulometría que pase el tamiz N.º 4. La arena podrá ser natural o de trituración, los granos serán densos, limpios y duros, libre de terrones de arcilla y de cualquier material que pueda impedir la adhesión de éstos con el material bituminoso, cumpliendo con los requisitos establecidos en la [Tabla 421-01](#).

Tabla 421-01

Requerimientos Agregado Fino

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		Altitud	
		< 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% mín.
Equivalente de arena	MTC E 114	35 % mín.	45% mín.
Sales Solubles	MTC E 219	0,5 % máx.	0,5% máx.
Durabilidad al Sulfato de Magnesio	MTC E 209	-,-	15% máx.

c. Otros materiales sellantes

En el caso del empleo de otros materiales bituminosos tales como asfaltos poliméricos ó sellantes elastoméricos, los requisitos de calidad de estos, serán regidos por las especificaciones ASTM D 6690. Su calidad será verificada con ejecución de ensayos según las normas ASTM D 5329 y su empleo deberá ser aprobado por el Supervisor.

Equipo

421.05

Todos los equipos empleados deben ser compatibles con los procedimientos constructivos adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia, se ajusten al programa de ejecución de la obra y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

No se permitirá el uso de recipientes perforados u otros implementos, que no garanticen la aplicación homogénea de la emulsión asfáltica sobre la fisura.

Procedimiento de construcción

421.06 Señalización y seguridad

El Contratista colocará los dispositivos de señalización y seguridad, según lo establecido en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras.

421.07 Preparación de la superficie

El Supervisor indicará la zona de fisuras a sellar y el Contratista procederá inicialmente a la limpieza del área objeto de trabajo. Esta limpieza deberá hacerse con el mayor esmero y detalle a todo lo largo de la fisura por sellar, utilizando para ello aire a presión y cepillos especiales o cualquier otro instrumento autorizado por el Supervisor que pudiera facilitar esta labor.

Tanto el espacio de la fisura como el área adyacente a la misma, en un ancho no menor de 20 cm deberán estar libres de polvo, arcilla ó cualquier otro material contaminante, previo a continuar con la siguiente operación.

No se utilizarán barretas, cinceles, equipos neumáticos de percusión, ni tampoco solventes que puedan degradar, disolver o transportar a los contaminantes hacia el interior de la fisura y que impidan una adecuada adherencia del material de sello.

421.08 Aplicación del material bituminoso

Ejecutada la preparación de la superficie y previa aprobación del Supervisor, se procederá a llenar la fisura con el material aprobado, cuya fluidez durante la aplicación garantice la penetración adecuada, utilizando para ello medios mecánicos o un recipiente de volumen fácilmente maniobrable que posea una boca de salida del tamaño y forma que permita fluir de manera homogénea y en línea fina el material sellante.

421.09 Acabado

Completado el llenado de la fisura, se esparcirá una capa delgada de arena fina, que cumpla los requisitos indicados en [Subsección 421.04 \(b\)](#) sobre el área longitudinal de la fisura, con el objeto de cubrir el material bituminoso en la superficie sellada, formando una cáscara o costra que no permita

desprendimiento o la pérdida del asfalto recién aplicado en la superficie, por adherencia a las ruedas del tránsito circulante. Finalmente debe limpiarse y barrerse todo material suelto.

Medición

421.10

El sello de fisuras en pavimentos asfálticos se medirá por metro lineal (m) ejecutado y aprobado por la Supervisión.

Pago

421.11

Las cantidades aceptadas de esta actividad de sello de fisuras en pavimentos asfálticos, se pagará a los precios unitarios establecidos en el contrato. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por ejecutar las actividades descritas en esta sección, con el equipo, materiales, mano de obra, herramientas, señalización e imprevistos necesarios para la ejecución de los trabajos especificados en esta sección. Incluye el material bituminoso y arena.

Partida de pago	Unidad de pago
421.A Sello de fisuras	Metro lineal (m)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 422

SELLO DE GRIETAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 422

Sello de grietas

Descripción

422.01

Este trabajo consiste en la preparación de la superficie afectada y aplicación de material o mezcla bituminosa en las grietas existentes en el pavimento, con el objetivo de evitar su propagación y que la humedad llegue a las capas granulares del pavimento, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Esta actividad no será ejecutada en aquellas áreas donde las grietas, formen bloques interconectados de carácter poliédrico (piel de cocodrilo).

Definiciones

422.02

Fractura: una abertura larga de ancho pequeño en el pavimento.

422.03

Grieta: fractura, de variados orígenes, con un ancho mayor de 3 mm.

Materiales

422.04

Los materiales para la ejecución de esta actividad son:

a. Para grietas (entre 3 mm y 6 mm)

- 1. Material Bituminoso:** se empleará una emulsión asfáltica cuya fluidez garantice su adecuada penetración en la grieta. De preferencia, se usará una emulsión de curado lento que cumpla con los requisitos

establecidos en la [Tabla 415-04](#), debidamente aprobada por el Supervisor.

2. Arena: la arena será la porción de agregado pétreo seco, de granulometría que pase el tamiz N° 4. La arena podrá ser natural o de trituración, los granos serán densos, limpios y duros, libre de terrones de arcilla y de cualquier material que pueda impedir la adhesión de éstos con el material bituminoso.

b. Para grietas (entre 6 mm y 20 mm)

1. Material Bituminoso: se empleará una emulsión asfáltica cuya fluidez garantice su adecuada penetración en la grieta. De preferencia, se usará una emulsión de curado lento que cumpla con los requisitos establecidos en la [Tabla 415-04](#), debidamente aprobada por el Supervisor.
2. Arena: la arena podrá ser natural o de trituración, y debe cumplir las exigencias de calidad señalados en la [Tabla 422-01](#).

Tabla 422-01

Ensayo	Norma	Requisito
Pérdida en Sulfato de Magnesio	(MTC E 209)	18% máx.
Adhesividad (Riedel Weber) (*)	(MTC E 220)	6 mín.
Índice de Plasticidad	(MTC E 111)	NP
Equivalente de Arena	(MTC E 114)	45%

(*) Referido al desprendimiento inicial.

La gradación deberá encontrarse dentro del siguiente Huso Granulométrico, señalado en la [Tabla 422-02](#).

Tabla 422-02

Tamiz	Porcentaje que pasa	
N.º 4	100	
N.º 8	90	100
N.º 16	65	90
N.º 30	40	65
N.º 50	25	42
N.º 100	15	30
N.º 200	10	20

c. Aditivos mejoradores de adherencia

Cuando el proyecto lo establezca o sea requerido durante la ejecución de la obra el empleo de un mejorador de adherencia, para la mezcla a utilizar en el sellado de las grietas indicadas en (a) y (b), este se ajustará a lo descrito en la [Subsección 415.02\(e\)](#) y lo especificado en la [Sección 430](#). Su uso deberá ser aprobado por el Supervisor.

d. Otros materiales sellantes

En el caso del empleo de otros materiales bituminosos tales como asfaltos poliméricos ó sellantes elastoméricos, los requisitos de calidad de estos, serán regidos por las especificaciones ASTM D 6690. Su calidad será verificada con ejecución de ensayos según las normas ASTM D 5329 y su empleo deberá ser aprobado por el Supervisor.

Equipo

422.05

Todos los equipos empleados deben ser compatibles con los procedimientos constructivos adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de la obra y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

No se permitirá el uso de regaderas manuales recipientes perforados u otros implementos que no garanticen una aplicación homogénea de la emulsión asfáltica ó mezcla emulsión asfáltica con arena.

Requerimientos de construcción

422.06 Señalización y seguridad

El Contratista colocará los dispositivos de señalización y seguridad, según lo establecido en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras.

422.07 Preparación de la superficie

Las zonas de grietas a sellar serán establecidas por el Proyecto o indicadas por el Supervisor. El Contratista procederá inicialmente a la limpieza del área objeto de trabajo, utilizando para ello aire a presión, cepillos especiales o cualquier otro instrumento aprobado por el Supervisor.

Las grietas deberán ser aserradas de tal forma que permitan ser selladas conformando un factor de sellado 1:1 (ancho: profundidad) para el correcto desempeño del sellante. Estas cajas aserradas, deberán ser abiertas por medios mecánicos tales como discos cortadores, ruteadoras de grietas, etc.

Tanto el espacio de la grieta como el área adyacente a la misma, en un ancho no menor de 20 cm deberán estar libres de polvo, arcilla ó cualquier otro material contaminante, previo a continuar con la siguiente operación.

No se utilizarán barretas, cinceles, equipos neumáticos de percusión, ni tampoco solventes que puedan degradar, disolver o transportar a los contaminantes, que impidan una adecuada adherencia del material de sello.

422.08 Aplicación del material bituminoso

a. Sello de grietas (entre 3 mm y 6 mm)

Ejecutada la preparación de la Superficie y con la aprobación de la Supervisión, se procede a llenar la grieta con el material aprobado cuya fluidez durante la aplicación garantice la penetración adecuada, utilizando para ello medios mecánicos o un recipiente de volumen fácilmente maniobrable que posea una boca de salida del tamaño y forma, que permita fluir homogéneamente y en línea fina el material sellante.

b. Sello de grietas (entre 6 mm y 20 mm)

Ejecutada la preparación de la Superficie y con la aprobación de la Supervisión, se procede a llenar la grieta con el material aprobado, cuya fluidez durante la aplicación garantice la penetración adecuada, utilizando para ello medios mecánicos o un recipiente de volumen fácilmente maniobrable que posea una boca de salida del tamaño y forma que permita fluir homogéneamente y en línea fina el material sellante.

c. Sello de grietas con otros materiales sellantes

En el caso se emplee otro material sellante, tal como el indicado en [Subsección 422.04\(d\)](#), se deberá cumplir lo siguiente:

El material deberá ser aplicado según las temperaturas recomendadas por el fabricante y aprobado por el Supervisor.

Los equipos mecánicos para el sellado deben asegurar un vaciado continuo y uniforme, que no deje espacios intermedios sin rellenar. La operación deberá además ser limpia, rellenando exclusivamente las áreas requeridas, sin dejar manchas en zonas del pavimento fuera de la grieta, evitando derrames y pérdidas de material.

422.09 Acabado

En el caso del sello de grietas según lo indicado en [Subsecciones 422.08 \(a\), \(b\) y \(c\)](#), una vez culminada esta labor, se esparcirá una capa delgada de arena fina que cumpla los requisitos indicados en [Subsección 422.04\(a.2\)](#) sobre el área longitudinal de la grieta en proceso de sello, con el objeto de cubrir el material o mezcla bituminosa en la superficie sellada. Se formará una cáscara o costra que no permita desprendimiento o la pérdida del material o mezcla bituminosa recién aplicada, por adherencia a las ruedas del tránsito circulante. Finalmente debe limpiarse y barrerse todo material suelto.

Medición

422.10

El sello de grietas en pavimentos asfálticos se medirá por metro lineal (m) ejecutado y aprobado por la Supervisión.

Pago

422.11

Las cantidades aceptadas de esta actividad de sello de grietas en pavimentos asfálticos, se pagará a los precios unitarios establecidos en el contrato. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por llevar a cabo las actividades descritas en esta sección, con el equipo, mano de obra, herramientas, señalamiento e imprevistos necesarios para la ejecución de los trabajos especificados en esta sección.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

Ítem de Pago	Unidad de Pago
422.A Sello de grietas	Metro lineal (m)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 423

PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 423

Pavimento de concreto asfáltico en caliente

Descripción

423.01 Generalidades

Este trabajo consistirá en la fabricación de mezclas asfálticas en caliente y su colocación en una o más capas sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

423.02

Los materiales a utilizar serán los que se especifican a continuación:

a. Agregados minerales gruesos

Se aplica en lo que corresponda, lo especificado en la [Subsección 415.02\(a\)](#). Los agregados gruesos, deben cumplir además con los requerimientos, establecidos en la [Tabla 423-01](#):

b. Agregados minerales finos

Se aplica en lo que corresponda, lo especificado en la [Subsección 415.02\(a\)](#). Adicionalmente deberá cumplir con los requerimientos de la [Tabla 423-02](#).

Tabla 423-01
Requerimientos para los agregados gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

* Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.

- La adherencia del agregado grueso para zonas mayores a 3000 msnm será evaluada mediante la performance de la mezcla según lo señalado en la Subsección 430.02.
- La notación "85/50" indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 50% tiene dos caras fracturadas.

Tabla 423-02
Requerimientos para los agregados finos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		≤ 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N.º 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N.º 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción**	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

**Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.

- La adherencia del agregado fino para zonas mayores a 3000 msnm será evaluada mediante la performance de la mezcla, Subsección 430.02.

c. Gradación

La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica en caliente deberán ajustarse a alguna de las siguientes gradaciones y serán propuestas por el Contratista y aprobadas por el Supervisor.

Además de los requisitos de calidad que debe tener el agregado grueso y fino según lo establecido en el acápite (a) y (b) de esta Subsección, el material de la mezcla de los agregados debe estar libre de terrones de arcilla y se aceptará como máximo el 1% de partículas deleznable según ensayo MTC E 212. Tampoco deberá contener materia orgánica y otros materiales deletéreos.

1. Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)

La gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) deberá responder a algunos de los husos granulométricos, especificados en la [Tabla 423-03](#). Alternativamente pueden emplearse las gradaciones especificadas en la ASTM D 3515 e Instituto del Asfalto.

Tabla 423-03

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

2. Gradación para mezcla superpave

En las [Tablas 423-04](#) y [423-05](#) se especifican las características que deben cumplir las mezclas de agregados para tamaño nominal máximo del agregado de 19 y 25 mm respectivamente.

La curva granulométrica del agregado debe quedar dentro de los puntos de control y principalmente fuera de la zona restrictiva. Se recomienda que la curva pase por debajo de esta zona restrictiva.

El tipo de asfalto a utilizar en estas mezclas, debe ser según clasificación superpave–SHRP, AASHTO (MP-320, MP-1); así mismo la calidad de los agregados deberá regirse a lo establecido por la metodología SHRP.

Tabla 423-04

Graduación superpave para agregado de tamaño nominal máximo de 19 mm.

Tamaño del tamiz mm	Puntos de Control		Línea de Máxima Densidad	Zona de Restricción		Formula de Mezcla	Tolerancia (**)
				Mínimo	Máximo		
25		100,0	100,0				
19,00	100,0	90,0	88,4				
12,50			73,2				
9,50			59,6				
4,75			49,5			*	(6)
2,36	49,0	23,0	34,6	34,6	34,6	*	(6)
1,18			25,3	22,3	28,3		
0,60			18,7	16,7	20,7	*	(4)
0,30			13,7	13,7	13,7	*	(3)
0,15			10,0				
0,075	8,0	2,0	7,3			*	(2)

(*) El Contratista especificará los valores con aproximación al 0.1%

(**) Desviaciones aceptables (\pm) de los valores de la Fórmula

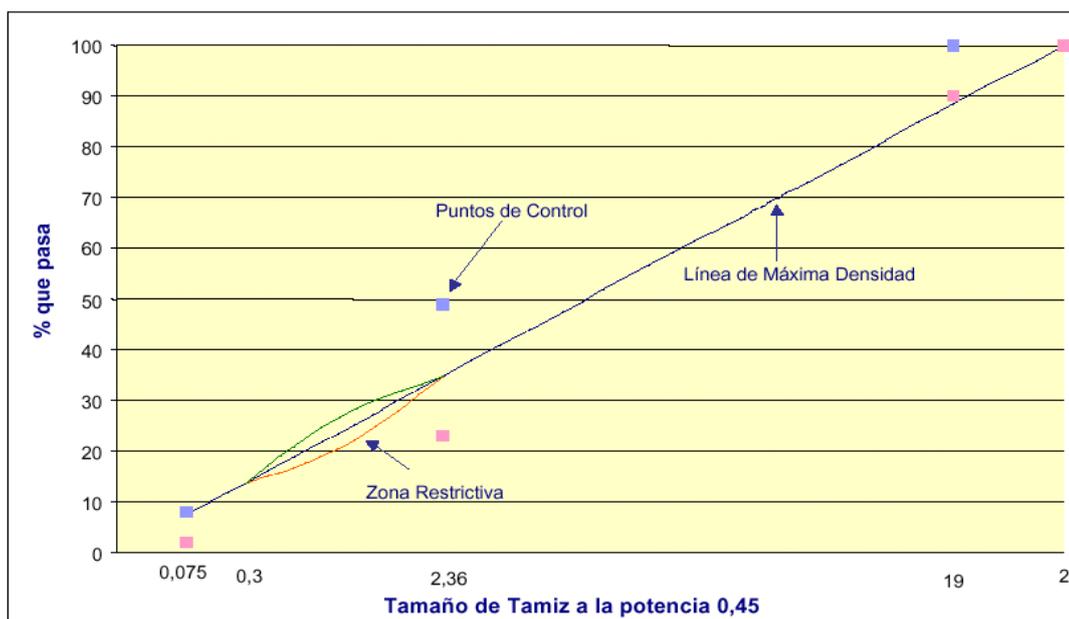


Tabla 423-05

**Graduación superpave para agregado de tamaño nominal máximo
25 mm**

Tamaño del tamiz mm	Puntos de Control		Línea de Máxima Densidad	Zona de Restricción		Formula de Mezcla	Tolerancia (**)
				Mínimo	Máximo		
37,5		100,0	100,0				
25,0	100,0	90,0	83,3				
19,00			73,6				
12,50			61,0				
9,50			53,9			*	(6)
4,75			39,5	39,5	39,5	*	(6)
2,36	45,0	19,0	28,8	26,8	30,8		
1,18			21,1	18,1	24,1	*	(4)
0,60			15,6	13,6	17,6	*	(3)
0,30			11,4	11,4	11,4		
0,15	7,0	1,0	8,3			*	(2)
0,075			6,1				

(*) El Contratista especificará los valores con aproximación al 0.1%

(**) Desviaciones aceptables (\pm) de los valores de la Fórmula.

d. Filler o polvo mineral

El filler o relleno de origen mineral, que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante del asfalto o como mejorador de adherencia al par agregado-asfalto, podrá ser de preferencia cal hidratada, que deberá cumplir la norma AASHTO M-303 y lo indicado en la [Sección 429](#).

La cantidad a utilizar se definirá en la fase de diseños de mezcla según el Método Marshall.

e. Cemento asfáltico

El Cemento Asfáltico deberá cumplir con lo especificado en la [Subsección 415.02 \(b\)](#) y los equivalentes al PG (Grado de Comportamiento-AASHTO M-320) especificados en la [Tabla 423-13](#), [Tabla 423-14](#) y [Tabla 423-15](#), basados en el clima y temperatura de la zona.

f. Fuentes de provisión o canteras

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.04](#). Adicionalmente el Supervisor deberá aprobar los yacimientos de los agregados, relleno mineral de aportación y cemento asfáltico, antes de procederse a la entrega de dichos materiales.

Equipo

423.03

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.03](#). Adicionalmente se deberá considerar lo siguiente:

a. Equipo para la elaboración de los agregados triturados

La planta constará de una trituradora primaria y una secundaria, obligatoriamente. Una terciaria siempre y cuando se requiera. Se deberá incluir también una clasificadora y un equipo de lavado. Además deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental de acuerdo a lo indicado en las [Subsecciones 05.06](#), [05.11](#), [400.03](#) y [400.04](#).

b. Planta de asfalto

La mezcla de concreto asfáltico se fabricará en plantas adecuadas de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Las plantas productoras de mezcla asfáltica deberán cumplir con lo establecido en la reglamentación vigente sobre protección y control de calidad del aire.

Las tolvas de agregados en frío deberán tener paredes resistentes y estar provistas de dispositivos de salida que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición. El número mínimo de tolvas será función del número de fracciones de agregados por emplear y deberá tener aprobación del Supervisor.

En las plantas del tipo tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación de agregados en frío deberá ser ponderal y tener en cuenta su humedad para corregir la dosificación en función de ella. En los demás tipos de plantas se aceptarán sistemas de dosificación de tipo volumétrico.

La planta estará dotada de un secador que permita el secado correcto de los agregados y su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla. El sistema de extracción de polvo deberá evitar su emisión a la atmósfera o el vertido de lodos a cauces de agua o instalaciones sanitarias.

Las plantas que no sean del tipo tambor secador-mezclador, estarán dotadas, así mismo, de un sistema de clasificación de los agregados en caliente, de capacidad adecuada a la producción del mezclador, en un número de fracciones no inferior a tres y de tolvas de almacenamiento de las mismas, cuyas paredes serán resistentes y de altura suficiente para evitar contaminaciones. Dichas tolvas en caliente estarán dotadas de un rebosadero, para evitar que el exceso de contenido se vierta en las contiguas o afecte el funcionamiento del sistema de clasificación; este sistema estará provisto de un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, que advierta cuando el nivel de la tolva baje, proporcionando el peso o volumen de material establecido y de un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones suministradas.

La instalación deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los agregados, situados a la salida del secador y en las tolvas en caliente.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del asfalto deberá permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo.

En el calentamiento del asfalto se emplearán, preferentemente, serpentines de aceite o vapor, evitándose en todo caso el contacto del cemento asfáltico con elementos metálicos de la caldera que estén a temperatura muy superior a la de almacenamiento. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc., deberán estar provistos de dispositivos calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del cemento asfáltico a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros en lugares convenientes, para asegurar el control de la temperatura del cemento asfáltico, especialmente en la boca de salida de éste al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de una toma para el muestreo y comprobación de la calibración del dispositivo de dosificación.

En caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos. La instalación estará dotada de sistemas independientes de almacenamiento y alimentación de aditivos, los cuales deberán estar protegidos contra la humedad.

Las instalaciones de tipo discontinuo deberán estar provistas de dispositivos de dosificación por peso cuya exactitud sea superior al 0,5%. Los dispositivos de dosificación del filler y cemento asfáltico tendrán, como mínimo, una sensibilidad de 0,5 kg. El cemento asfáltico deberá ser distribuido uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas ni goteos.

En las instalaciones de tipo continuo, las tolvas de agregados clasificados calientes deberán estar provistas de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición. Estos dispositivos deberán ser calibrados antes de iniciar la fabricación de cualquier tipo de mezcla, en condiciones reales de funcionamiento.

El sistema dosificador del cemento asfáltico deberá disponer de instrumentos para su calibración a la temperatura y presión de trabajo. En las plantas de mezcla continua, deberá estar sincronizado con la alimentación de los agregados pétreos y el filler mineral.

En las plantas continuas con tambor secador-mezclador se deberá garantizar la distribución homogénea del asfalto y que ésta se efectúe de manera que no exista ningún riesgo de contacto con el fuego, ni de someter al cemento asfáltico a temperaturas inadecuadas.

En las instalaciones de tipo continuo, el mezclador será de ejes gemelos.

Si la planta posee tolva de almacenamiento de la mezcla elaborada, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los vehículos de transporte.

En la planta mezcladora y en los lugares de posibles incendios, es necesario que se cuente con un extintor de fácil acceso y uso del personal debidamente entrenado en la obra.

Antes de la instalación de la planta mezcladora, el Contratista deberá solicitar a las autoridades correspondientes, los permisos de localización, concesión de aguas, disposición de sólidos, funcionamiento para emisiones atmosféricas, vertimiento de aguas y permiso por escrito al dueño o representante legal del terreno. Para la ubicación se debe considerar dirección de los vientos, proximidad a las fuentes de materiales, fácil acceso y cumplir lo especificado en las [Subsecciones 05.06, 05.11, 400.03 y 400.04](#).

Los trabajadores y operarios más expuestos al ruido, gases tóxicos y partículas deberán estar dotados con elementos de seguridad industrial y adaptados a las condiciones climáticas tales como: gafas, protectores de oído, protectores de gas y polvo, casco, guantes, botas y otros que se considere necesarios.

c. Equipo para el transporte

Tanto los agregados como las mezclas se transportarán en volquetes debidamente acondicionadas para tal fin. La forma y altura de la tolva será tal, que durante el vertido en la terminadora, el volquete sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos para ello. Para carreteras con volúmenes de tráfico superiores a 4.000 vehículos/día o que se ubiquen en zonas climáticas desfavorables (bajas temperaturas), se verterá la mezcla desde la tolva del volquete a un vehículo de transferencia de material y desde allí a la pavimentadora.

Los volquetes deberán estar siempre provistos de dispositivos que mantengan la temperatura, los cuales deben estar debidamente asegurados, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir emisiones contaminantes.

d. Equipo para el esparcido de la mezcla

La extensión y terminación de las mezclas densas en caliente, se hará con una pavimentadora autopropulsada, adecuada para extender y terminar la mezcla con un mínimo de precompactación de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La pavimentadora poseerá un equipo de dirección adecuado y tendrá velocidades para retroceder y avanzar.

Estará equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. El mecanismo de accionamiento de los transportadores de cadena no deberá producir segregación física central.

La pavimentadora tendrá dispositivos mecánicos compensadores para obtener una superficie pareja y formar los bordes de la capa sin uso de formas. Será ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño, que deberá ser verificada por el Supervisor. Tanto la plancha como las extensiones deberán contar con sistema de calentamiento uniforme.

Deberá poseer sensores electrónicos para garantizar la homogeneidad de los espesores.

Se evitará todo tipo de derrames durante la descarga de la mezcla a la tolva, a la vez de procurar una pavimentación continua y manteniendo una velocidad constante de la pavimentadora.

Si se determina que el equipo deja huellas en la superficie de la capa, áreas defectuosas u otras irregularidades objetables durante la construcción, el Supervisor exigirá su cambio.

Cuando la mezcla se prepare en planta portátil, la misma planta realizará su extensión sobre la superficie.

e. Equipo de compactación

Se deberán utilizar rodillos autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos o vibratorios tándem y de neumáticos. El equipo de compactación será aprobado por el Supervisor, a la vista de los resultados obtenidos en el tramo de prueba. Para Vías de Primer orden los rodillos lisos se restringen a los denominados tipos tándem, no permitiéndose el uso de los que poseen dos llantas traseras neumáticas. Para otros tipos de vías se aconseja el uso de equipos tándem.

En el caso de compactación de mezclas porosas, se empleará compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, aprobados por el Supervisor, a la vista de los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

Los compactadores de rodillos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Además, deberán poseer controladores de vibración y de frecuencia independientes. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslape de las huellas delanteras y traseras y, en caso necesario, faldones de lona protectora contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones lineales estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos compactadores, serán las necesarias para conseguir la compactación adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor,

pero sin producir roturas del agregado ni desplazamiento de la mezcla a las temperaturas de compactación.

f. Equipo accesorio

Estará constituido por elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica. Así mismo, se requieren herramientas menores para efectuar correcciones localizadas durante la extensión de la mezcla.

Al término de obra se desmontarán las plantas de asfalto, dejando el área limpia y sin que signifique cambio alguno al paisaje o comprometa el medio ambiente.

Requerimientos de construcción

423.04 Mezcla de agregados

Las características de calidad de la mezcla asfáltica, deberán estar de acuerdo con las exigencias para mezclas de concreto bituminoso que se indican en la [Tablas 423-06](#) y [423-08](#), según corresponda al tipo de mezcla que se produzca, de acuerdo al diseño del proyecto.

Tabla 423-06
Requisitos para mezcla de concreto bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	<u>Ver Tabla 423-10</u>		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín.		

- (1) A la fecha se tienen tramos efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor 2%) con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3.000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos.
- (2) Relación entre el porcentaje en peso del agregado más fino que el tamiz 0,075 mm y el contenido de asfalto efectivo, en porcentaje en peso del total de la mezcla.
- (3) Para zonas de clima frío es deseable que la relación Est. /flujo sea de la menor magnitud posible.
- (4) El Índice de Compactabilidad mínimo será 5.
El Índice de Compactabilidad se define como:
$$\frac{1}{\text{GEB } 50 - \text{GEB } 5}$$

Siendo GEB50 y GEB5, las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.

Tabla 423-07
Requisitos de adherencia

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		< 3.000	> 3.000*
Adherencia (Agregado grueso)	MTC E 517	+95	-
Adherencia (Agregado fino)	MTC E 220	4 mín.**	-
Adherencia (mezcla)	MTC E 521	-	+95
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	AASHTO T 283	-	80 Mín.

* mayor a 3000 msnm y zonas húmedas ó lluviosas

** grado inicial de desprendimiento

Para zonas de alturas mayores a 3000 msnm. ó zonas húmedas y lluviosas; la efectividad, compatibilidad y alto rendimiento del aditivo entre el par asfalto – agregado en cada uno de los diseños de mezcla, será evaluado según [Subsección 430.02](#) ó en el caso de evaluarse con la norma ASTM D-1075 y/o ASTM D-4867 (Lottman Modificado), debe obtener valores mínimos de ochenta por ciento (80%).

Tabla 423-08

Vacíos mínimos en el agregado mineral (VMA)

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado mineral %	
	Marshall	Superpave
2,36 mm (N.º 8)	21	-
4,75 mm (N.º 4)	18	-
9,50 mm (3/8")	16	15
12,5 mm (½")	15	14
19,0 mm (3/4")	14	13
25,0 mm (1")	13	12
37,5 mm (1 ½")	12	11
50,0 mm (2")	11,5	10,5

Nota: Los valores de esta tabla serán seleccionados de acuerdo al tamaño máximo de las mezclas que se dan en la Subsección 423.02(c). Las tolerancias serán definidas puntualmente en función de las propiedades de los agregados.

Para el caso de mezclas tipo superpave nivel 1, deberán tenerse en cuenta los requerimientos de la [Tabla 423-08](#), así como los solicitados en las [Tablas 423-9](#) a [423-10](#).

Tabla 423-09
**Mezcla asfáltica tipo superpave
Requerimientos generales**

Parámetros de Diseño	Requerimientos
Porcentaje de vacíos con aire a los giros de diseño, N_{dis}	4,0
Porcentaje de la densidad máxima a los giros iniciales, N_{ini}	89% máx.
Porcentaje de la densidad máxima a los giros máximos, $N_{máx}$	98% máx.
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta (AASHTO T 283)	80% mín.

Tabla 423-10
**Mezcla asfáltica tipo superpave
Vacíos llenos con asfalto (VFA)**

Tráfico (millones de ejes equivalentes)	VFA
$\leq 0,3$	70-80
$> 0,3-3$	65-78
> 3	65-75

Tabla 423-11
**Mezcla asfáltica superpave
Giros de compactación**

Tráfico (millones de ejes equivalentes)	Temperatura promedio alta del aire											
	<39°C			39-40°C			41-42°C			43-44°C		
	N_{ini}	N_{dis}	$N_{máx.}$	N_{ini}	N_{dis}	$N_{máx.}$	N_{ini}	N_{dis}	$N_{máx.}$	N_{ini}	N_{dis}	$N_{máx.}$
$\leq 0,3$	7	68	104	7	74	114	7	78	121	7	82	127
$> 0,3-1$	7	76	117	7	83	129	7	88	138	8	93	146
$> 1-3$	7	86	134	8	95	150	8	100	158	8	105	167
$> 3-10$	8	96	152	8	106	169	8	113	181	9	119	192
$> 10-30$	8	109	174	9	121	195	9	128	208	9	135	220
$> 30-100$	9	126	204	9	139	228	9	146	240	10	153	253
> 100	9	142	233	10	158	262	10	165	275	10	172	288

423.05 Fórmula de trabajo

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.05](#) y adicionalmente:

a. Gradación

La Gradación de la mezcla será la que se indica en el Proyecto, de acuerdo a lo que se especifica en la [Subsección 423.02\(c\) \(1\)](#) o [423.02\(c\) \(2\)](#) para mezcla asfáltica en caliente (MAC) o superpave del nivel 1, respectivamente.

b. Aplicación de la fórmula de trabajo en obra y tolerancias

Todas las mezclas provistas, deberán concordar con la fórmula de trabajo en obra, fijada por el Supervisor, dentro de las tolerancias establecidas en la [Subsección 423.05\(e\)](#).

El Supervisor extraerá diariamente como mínimo una muestra de los agregados pétreos y dos de la mezcla, para verificar la uniformidad requerida del producto. El Supervisor podrá aprobar una nueva fórmula de trabajo, cuando los resultados fueran desfavorables o la variación de las condiciones de los materiales lo haga necesario. De todas maneras, la fórmula de trabajo será revisada cada vez que se cumpla una tercera parte de la meta física del Proyecto.

c. Métodos de comprobación

Cuando se compruebe la existencia de un cambio en el material o se deba cambiar el lugar de su procedencia, El Contratista deberá elaborar una nueva fórmula de trabajo, que deberá ser aprobada por el Supervisor. Los agregados serán rechazados cuando no cumplan con las especificaciones técnicas pertinentes, para obtener una mezcla equilibrada.

d. Composición de la mezcla de agregados

La mezcla se compondrá básicamente de agregados pétreos gruesos, finos y relleno mineral (separados por tamaños), en proporciones tales que se produzca una curva continua, aproximadamente paralela y centrada al huso granulométrico especificado. La fórmula de trabajo será determinada para las condiciones de operación regular de la planta asfáltica.

La fórmula de trabajo con las tolerancias admisibles, producirá el huso granulométrico de control de obra, debiéndose elaborar una mezcla de agregados que no escape de dicho huso.

Las mezclas con valores de estabilidad muy altos y valores de flujos muy bajos, no son adecuadas cuando las temperaturas de servicio fluctúan sobre valores bajos.

e. Tolerancias

Las tolerancias recomendadas en las mezclas, son aplicables para la fórmula de trabajo, estarán dentro del huso de especificación y son las indicadas en la [Tabla 423-12](#).

Tabla 423-12

Parámetros de Control	Variación permisible en % en peso total de áridos
N.º 4 o mayor	±5%
N.º 8	±4%
N.º 30	±3%
N.º 200	±2%
Asfalto	±0,2%

f. Modulo resiliente

La mezcla definida como óptima, deberá ser verificada con la medida de su módulo resiliente. El valor del módulo, determinado según la norma de ensayo ASTM D4123-82 (1995) a la temperatura y frecuencia de aplicación de carga que define la norma, se obtendrá compactando las probetas con 75 golpes por cara. Las probetas que se sometan a este ensayo deberán ser elaboradas con una mezcla sometida a envejecimiento previo, según la norma de ensayo AASHTO R-30. Si este valor de módulo no se cumple, será necesario rediseñar la mezcla hasta lograr su cumplimiento.

g. Leyes de fatiga

Las mezclas óptimas diseñadas con el método Marshall, deberán ser verificadas con la medida de sus leyes de fatiga, tensión y deformación, aplicado al procedimiento de ensayo definido en las normas AASHTO T

321, NLT 350 u otros de reconocida aceptación, como los descritos en la norma europea EN-12697-24. Los ensayos se realizarán bajo condiciones de densidad, temperatura y frecuencia, representativas de las condiciones reales de operación del pavimento. Las probetas que se sometan a este ensayo deberán ser elaboradas con una mezcla sometida a envejecimiento previo según la norma de ensayo AASHTO R-30.

Aunque los resultados de los ensayos de fatiga no tengan por finalidad la aceptación o el rechazo de la mezcla por parte del Supervisor, el Contratista deberá asegurarse de que las leyes de fatiga de las mezclas que elabore sean adecuadas para las necesidades de tránsito del proyecto donde se utilizará, por cuanto será de su entera y única responsabilidad cualquier deterioro prematuro atribuible exclusivamente a la fatiga de las capas asfálticas, durante el período de garantía de estabilidad de la obra.

h. Medidas de prevención contra la fisuración descendente de las capas asfálticas (top-down cracking)

Adicionalmente a todos los requerimientos para el diseño de la mezcla, señalados en las secciones precedentes, el Contratista deberá adoptar todas las previsiones técnicas y operativas necesarias que permitan la prevención del desarrollo de fisuras y grietas descendentes (*top-down cracking*) en las capas asfálticas. Todo deterioro por este concepto que se produzca durante el período de garantía de la obra se considerará de responsabilidad del Contratista, debiendo proceder a su corrección, con la aprobación de la entidad contratante.

423.06 Recomendaciones para mezclas asfálticas en climas fríos con altitud mayor de 3.000 msnm y cambios muy marcados entre las máximas y mínimas temperaturas

Para casos de pavimentos bituminosos ubicados en zonas con altitud mayor de 3.000 m.s.n.m. en que generalmente existen climas severos con alta pluviosidad y gradientes térmicas diarias altas, situación climática muy frecuente en el país, es preciso tener en cuenta entre otras las siguientes recomendaciones:

- Se deberá proporcionar una mezcla rica en cemento asfáltico, que debe ser superior a 6%, sin embargo, ello dependerá de las condiciones propias de obra y la calidad de los agregados.
- El diseño de la mezcla deberá ser indicado en el Proyecto.

- Se recomienda el uso de cal hidratada, como material aglomerante, espesante de mezcla y de adhesividad y estabilidad.
- En caso de requerirse aditivos mejoradores de adhesividad del par agregado-bitumen, será indicado en el Proyecto y este deberá cumplir la especificación correspondiente.
- Se usaran camiones térmicos.
- Se usará un equipo de transferencia de material para verter la mezcla asfáltica a la pavimentadora, evitando que el volquete vacíe directamente a ella, con la finalidad de evitar la segregación y uniformizar la temperatura.

423.07 Limitaciones climáticas

Las mezclas asfálticas calientes se colocarán cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura ambiental sea superior a 6°C, y no haya precipitaciones pluviales; además la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias previstas en la [Sección 403](#).

423.08 Preparación de la superficie existente

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en el Proyecto o aprobadas por el Supervisor. Las secciones que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas.

Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos fluidificados ni de agua en la superficie.

423.09 Tramo de prueba

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.06](#).

423.10 Elaboración de la mezcla

Los agregados se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acumular y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

Cada fracción del agregado se acumulará separadamente de las demás, para evitar contaminaciones al entremezclarse. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los 15 cm inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a 1,5 m, y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro, los agregados se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado.

La carga de las tolvas en frío se realizará de forma que éstas contengan entre el 50% y el 100% de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

Las aberturas de salida de las tolvas en frío, se regularán en forma tal, que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de trabajo de la alimentación en frío. El caudal total de esta mezcla en frío se regulará de acuerdo con la producción prevista, no debiendo ser ni superior ni inferior, lo que permitirá mantener el nivel de llenado de las tolvas en caliente a la altura de calibración.

Los agregados preferentemente secos se calentarán antes de su mezcla con el asfalto. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Si el polvo recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al filler y su utilización está prevista, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario, deberá eliminarse. El tiro de aire en el secador se deberá regular de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría del filler recuperado sean uniformes. La dosificación del filler de recuperación y/o el de aporte, se hará de manera independiente de los agregados y entre sí.

En las plantas que no sean del tipo tambor secador-mezclador, deberá comprobarse que la unidad clasificadora en caliente proporcione a las tolvas en caliente agregados homogéneos; en caso contrario, se tomarán las medidas necesarias para corregir la heterogeneidad. Las tolvas en caliente de las plantas continuas deberán mantenerse por encima de su nivel mínimo de calibración, sin rebosar.

Los agregados preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el filler mineral seco, se pesarán o medirán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo.

Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, se introducirá en el mezclador al mismo tiempo, la cantidad de asfalto requerida, a la temperatura apropiada, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla al volquete.

Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los agregados y el filler, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada amasada, el cual deberá encontrarse a la temperatura adecuada y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En ningún caso se introducirá en el mezclador el agregado caliente, a una temperatura superior en más de 5°C a la temperatura del asfalto.

El cemento asfáltico será calentado a una temperatura tal, que se obtenga una viscosidad comprendida entre 170 ± 20 cSt (según Carta Temperatura-Viscosidad proporcionado por el fabricante) y verificada en laboratorio por la Supervisión.

En mezcladores de ejes gemelos, el volumen de materiales no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical, siendo recomendable que no superen los dos tercios de su altura.

A la descarga del mezclador, todos los tamaños del agregado deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla y sus partículas total y homogéneamente cubiertas. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada durante la definición de la fórmula de trabajo.

Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten indicios de humedad. En este último caso, se retirarán los agregados de las correspondientes tolvas en caliente. También se rechazarán aquellas mezclas en las que la envuelta no sea perfecta.

423.11 Transporte de la mezcla

La mezcla se transportará a la obra en volquetes hasta una hora del día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz natural. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche, cuando exista una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de manera adecuada, lo cual deberá ser aprobado por el Supervisor.

Durante el transporte de la mezcla deberán tomarse las precauciones necesarias para que al descargarla desde la máquina de transferencia del material a la pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase del tramo de prueba.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del Contratista.

423.12 Esparcido de la mezcla

La mezcla se extenderá con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en el Proyecto y aprobados por el Supervisor.

El esparcido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la pavimentadora. Durante el extendido de la mezcla, la tolva de descarga de la pavimentadora permanecerá llena para evitar la segregación. Se utilizará un equipo especial de transferencia de material para verter la mezcla asfáltica a la pavimentadora, evitando que el camión vacíe directamente a las tolvas de la misma, mejorando así la uniformidad superficial de la carpeta.

A menos que se ordene otra cosa, la extensión comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

Como se ha indicado, la colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas, no siendo permitido el uso de herramientas manuales en los acabados de la capa extendida. En caso de trabajo intermitente, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no baje de la especificada; de lo contrario, deberá ejecutarse una junta transversal.

En los sitios en los que a juicio del Supervisor no resulte posible el empleo de máquinas pavimentadoras, la mezcla podrá extenderse con otros medios aprobados por el Supervisor. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme y de espesor tal que, una vez compactada, se ajuste al Proyecto o instrucciones del Supervisor, con las tolerancias establecidas en la presente especificación.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del Contratista.

No se permitirá la extensión y compactación de la mezcla en presencia de precipitaciones pluviales, o cuando la temperatura ambiental sea inferior a 6°C.

423.13 Compactación de la mezcla

La compactación deberá comenzar, una vez esparcida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete, sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos, según haya sido dispuesto durante la ejecución del tramo de prueba y dentro del rango establecido en la carta temperatura-viscosidad.

La compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el compactado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Supervisor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que apruebe el Supervisor, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada.

Se tendrá cuidado para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; Los bordes exteriores del pavimento terminado serán chaflanados ligeramente.

La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementará con el trabajo manual necesario. Se cuidará que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si es preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

La compactación se continuará mientras la mezcla se encuentre en condiciones de ser compactada hasta alcanzar la densidad especificada y se concluirá con un apisonado final que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes.

Si se diseña una mezcla tipo superpave, los procesos de compactación deberán ser diferentes, en especial, en la temperatura, amplitud y frecuencia de la compactación inicial, el tiempo de espera, el tipo de equipos y temperatura en la compactación intermedia y final.

En la etapa de tramo de prueba se podrá probar, para mezclas tipo superpave, con la siguiente rutina inicial, la cual deberá ajustarse de acuerdo con los resultados obtenidos:

- **Compactación inicial**

Rodillo tándem vibratorio, entrando a una temperatura entre 145°C y 150°C. Inicialmente se dan dos pasadas con amplitud alta a 50-53,33 Hz (3000 – 3200 VPM) y luego dos pasadas con amplitud baja a 50-56,67 Hz o (3000 – 3400 VPM).

- **Zona Tierna**

En esta etapa se deberá esperar que la temperatura baje hasta 115°C sin operar ningún equipo sobre la mezcla.

- **Compactación intermedia**

Rodillo neumático de 20.000 a 22.000 kg de peso, ejerciendo una presión de contacto por llanta entre 520 kPa y 550 kPa, en 2 a 4 pasadas, en un rango de temperatura entre 95°C y 115°C.

- **Compactación final**

Rodillo tándem vibratorio usado en modo estático, haciendo 3 pasadas en un rango de temperatura entre 85°C y 95°C.

423.14 Juntas de trabajo

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada.

Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deberán cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad, se les aplicará una capa uniforme y ligera de asfalto antes de colocar la mezcla nueva, dejándola curar suficientemente.

El borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor.

La nueva mezcla se extenderá contra la junta y se compactará y alisará con elementos adecuados, antes de permitir el paso sobre ella del equipo de compactación.

Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente. Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Supervisor lo considere necesario, se añadirá mezcla que, después de colocada y se compactará mecánicamente.

En casos de carreteras ubicadas por encima de 3.000 m.s.n.m. las juntas longitudinales deben ser efectuadas con el uso de 2 distribuidores de asfalto trabajando simultáneamente en cada carril pavimentado. Esto permitirá obtener una junta monolítica y cerrada.

Para el caso en que el pavimento este constituido por 2 capas superpuestas, las juntas transversales de una y otra capa guardarán una separación mínima de 5 m; y para el caso de las juntas longitudinales la separación mínima será de 15 cm.

423.15 Pavimento sobre puentes y viaductos

Las losas de los puentes si así están dispuestas en el proyecto o aprobado por el Supervisor, se pavimentarán con una mezcla densa en caliente de la calidad exigida para la capa de rodadura, previa aplicación del riego de liga de esta especificación.

Durante la ejecución del riego de liga y de la pavimentación, el Contratista deberá proteger con lonas, papel o similares, todas aquellas partes de los puentes que puedan ser afectadas por el material bituminoso. El Contratista será responsable por todo daño que causen las operaciones de sus equipos y, en consecuencia, los trabajos de reparación y limpieza correrán por su cuenta.

423.16 Apertura al tránsito

Alcanzada la densidad exigida, el tramo pavimentado podrá abrirse al tránsito tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente.

423.17 Reparaciones

Se aplica lo establecido en la [Subsección 418.14.](#)

Aceptación de los trabajos

423.18 Criterios

a. Controles

Se aplicará lo indicado en la [Subsección 415.07\(a\).](#)

b. Calidad del cemento asfáltico

El Supervisor efectuará las siguientes actividades de control:

Comprobar, mediante muestras representativas de cada entrega y por cada carro termotanque, la curva viscosidad - temperatura y el grado de penetración del asfalto.

Efectuar los ensayos y frecuencias que se indica en la [Tabla 423-16](#) y los controles de las demás características descritas en la [Tabla 415-03.](#)

Efectuar los ensayos necesarios para determinar la cantidad de cemento asfáltico incorporado en las mezclas que haya aceptado a satisfacción.

c. Calidad de los agregados pétreos y del filler o polvo mineral

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán 6 muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según la norma MTC E 207.

- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o de magnesio, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 209.
- El equivalente de arena, de acuerdo con la norma MTC E 114.
- La plasticidad, aplicando las normas MTC E 111.
- Sales solubles totales de acuerdo a la norma MTC E 219.
- Adherencia entre el agregado y el bitumen según la norma MTC E 220 / MTC E 517.
- Azul de Metileno, según norma AASHTO TP 57.

Así mismo, para cada procedencia del polvo mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y sobre ellas se determinarán:

- La densidad aparente.
- El coeficiente de emulsibilidad.

Los resultados de estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en la [Subsección 415.02\(a\)](#).

Los materiales producidos deben ser acopiados y manipulados con los cuidados correspondientes a fin de evitar su contaminación con tierra vegetal, materia orgánica u otros, de ocurrir tal hecho, serán rechazados por el Supervisor.

Además, efectuará las verificaciones de calidad y frecuencias que se indican en la [Tabla 423-16](#) para el agregado de cada tolva en frío.

Si existe incorporación independiente de filler mineral, sobre él, se efectuarán las siguientes determinaciones:

- Densidad aparente y coeficiente de emulsibilidad, al menos una vez a la semana y siempre que se cambie de procedencia del filler.
- Granulometría y peso específico, una prueba por suministro.

Los resultados de estas pruebas deben satisfacer los requisitos de calidad establecidos en la [Subsección 423.02](#).

d. Composición de la mezcla

1. Contenido de asfalto

Por cada jornada de trabajo se tomará un mínimo de 2 muestras y se considerará como lote, el tramo constituido por un total de cuando

menos seis muestras, las cuales corresponderán a un número entero de jornadas.

En la [Tabla 423-16](#) se establecen los controles de calidad y frecuencias de los ensayos.

El porcentaje de asfalto residual promedio del tramo (ART %) tendrá una tolerancia de 0,2%, respecto a lo establecido en la fórmula de trabajo (ARF %).

$$\text{ARF \%} - 0,2 \% \leq \text{ART \%} \leq \text{ARF \%} + 0,2 \%$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI %), no podrá diferir del valor medio del tramo (ART %) en más del 0,3%, admitiéndose un solo valor fuera de ese intervalo.

$$\text{ART \%} - 0,3 \% \leq \text{ARI \%} \leq \text{ART \%} + 0,3 \%$$

Un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del tramo.

2. Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados.

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican en la [Subsección 423.05\(e\)](#).

e. Calidad de la mezcla

1. Resistencia

Con un mínimo de 2 muestras se moldearán probetas (2 por muestra), para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo Marshall (MTC E 504); paralelamente se determina la densidad media de las 4 probetas moldeadas (D_e).

La estabilidad media de las 4 probetas (E_m) deberá ser como mínimo, igual al 95% de la estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo (E_t).

$$E_m \geq 0,95 E_t.$$

Además, la estabilidad de cada probeta (E_i) deberá ser igual o superior al 90% del valor medio de estabilidad, admitiéndose solo un valor individual por debajo de ese límite.

$$E_i \geq 0,9 E_m$$

El incumplimiento de alguna de estas exigencias determina el rechazo del tramo representado por las muestras.

3. Flujo

El flujo medio de las probetas sometidas al ensayo de estabilidad (F_m) deberá encontrarse entre el 90% y el 110% del valor obtenido en la mezcla aprobada como fórmula de trabajo (F_t), pero no se permitirá que su valor se encuentre por fuera de los límites establecidos en [Tabla 423-10](#).

$$0,90 F_t \leq F_m \leq 1,10 F_t$$

Si el flujo medio se encuentra dentro del rango establecido, pero no satisface la exigencia recién indicada en relación con el valor obtenido al determinar la fórmula de trabajo, el Supervisor decidirá, al compararlo con las estabilidades, si el tramo debe ser rechazado o aceptado.

f. Calidad del trabajo terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en el proyecto o aprobada por el Supervisor. La cota de cualquier punto de la mezcla densa compactada en capas de base o rodadura, no deberá variar en más de 5 mm de la proyectada.

g. El Supervisor deberá efectuar las siguientes verificaciones:

1. Compactación

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos una por cada 250 m² y los tramos por aprobar se definirá sobre la base de un mínimo de 6 determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se

elegirán de acuerdo al anexo N.º 1 "Proceso Aleatorio para seleccionar la ubicación de puntos de muestreo azar".

La densidad media del tramo (D_m) deberá ser, cuando menos, el 98% de la media obtenida al compactar en el laboratorio con la técnica Marshall, las 4 probetas por jornada de trabajo (D_e), que se indicaron en la [Subsección 423.18\(e\) \(1\)](#).

$$D_m \geq 0,98 D_e$$

Además, la densidad de cada testigo individual (D_i) deberá ser mayor o igual al 97% de la densidad media de los testigos del tramo (D_m).

$$D_i \geq 0,97 D_m$$

El incumplimiento de alguno de estos 2 requisitos implica el rechazo del tramo por parte del Supervisor.

La toma de muestras testigo se hará de acuerdo con norma MTC E 509 y las densidades se determinarán por alguno de los métodos indicados en las normas MTC E 506, MTC E 508 y MTC E 510.

2. Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, el Supervisor determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i), deberá ser, cuando menos, igual al 95% del espesor de diseño.

$$e_i \geq 0,95 e_d$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del tramo.

3. Uniformidad de la Superficie

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal, al eje de la vía, que no existan variaciones superiores de 5 mm en capas de rodadura o 10 mm en capas de base y bacheos. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como

cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor.

4. Textura

En el caso de mezclas compactadas como capa de rodadura, el coeficiente de resistencia al deslizamiento (MTC E 1004) luego del curado de la mezcla deberá ser, como mínimo, de 0,45 en cada ensayo individual, debiendo efectuarse un mínimo de 2 pruebas por jornada de trabajo.

5. Regularidad de la superficie de rodadura o rugosidad

La regularidad superficial de la superficie de rodadura será medida y aprobada por el Supervisor, para lo cual, por cuenta y cargo del Contratista, deberá determinarse la rugosidad en unidades IRI.

Para la determinación de la rugosidad podrán utilizarse métodos topográficos, rugosímetros, perfilómetros tipo de alto rendimiento u otro método debidamente aprobado por el Supervisor.

La medición de la rugosidad sobre la superficie de rodadura terminada, deberá efectuarse en toda su longitud y debe involucrar ambas huellas por tramos preestablecidos o aprobados por el Supervisor, en los cuales las obras estén concluidas, registrando mediciones en secciones cada 100 m. La rugosidad, en términos IRI, tendrá un valor máximo de 2,0 m/km.

6. Medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada

Se efectuarán mediciones de deflexión en los dos carriles, en ambos sentidos cada 50 m y en forma alternada. Se analizará la deformada o la curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos 3 valores por punto y se obtendrán indirectamente los módulos de elasticidad de la capa asfáltica. Además, la deflexión característica obtenida por sectores homogéneos se comparará con la deflexión admisible para el número de repeticiones de ejes equivalentes de diseño.

Para efecto de la medición de deflexiones podrá emplearse la viga Benkelman, el FWD, o cualquier otro método debidamente aprobado por el Supervisor; los puntos de medición estarán referenciados con el estacado del proyecto, de tal manera que exista una coincidencia con

relación a las mediciones que se hayan efectuado a nivel de subrasante según se indican en las [Subsecciones 202.20](#) y [205.12 \(d\)](#).

Se requiere un estricto control de calidad tanto de los materiales como de la fabricación de la mezcla asfáltica, de los equipos para su esparcido y compactación, y en general de todos los elementos involucrados en la puesta en obra de la mezcla asfáltica. De dicho control forma parte la medición de las deflexiones y el subsecuente cálculo de los módulos elásticos de las capas que se mencionan en el primer párrafo. La medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada tiene como finalidad la evaluación, diagnóstico y complementación de los diferentes controles que deben realizarse a la carpeta asfáltica, asimismo, determinar las deflexiones características por sectores homogéneos, cuyos resultados, según lo previsto en el diseño, deberán teóricamente ser menores a la deflexión admisible.

La medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada, se efectuará al finalizar la obra como control final de calidad del pavimento terminado y para efectos de recepción de la obra. Es de cumplimiento obligatorio por parte del Contratista.

En cuanto a la responsabilidad de estos trabajos y la provisión de personal, equipos e insumos, se cumplirá lo establecido en la [Subsección 205.12\(d\)](#).



Tabla 423-13

Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por PG según Tabla 1 de AASHTO M320

	PG 46			PG 52						PG 58					PG 64						
	34	40	46	10	16	22	28	34	40	46	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	40
Temperatura de diseño máxima del pavimento promedio de 7 días, °C ^a	<46			<52						<58					<64						
Temperatura de diseño mínima del pavimento, °C ^c	>-34	>-40	>-46	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-46	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40
Asfalto original																					
Punto de inflamación, T 48, °C, mínimo	230																				
Viscosidad, T 316: ^b máximo 3 Pa·s, temp de prueba, °C	135																				
Esfuerzo Cortante Dinámico, T 315: ^c G*/senS, ^d mínimo 1.00 kPa temp de prueba @ 10 rad/s, °C	46			52						58					64						
Película delgada en horno rotativo (T 240)																					
Cambio de masa, ^e máximo, %	1.00																				
Esfuerzo cortante dinámico, T 315: G*/senS, ^d mínimo 2.20 kPa temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	46			52						58					64						
Residuo en cámara de presión (R 28)																					
Temperatura de curado PAV, °C ^f	90			90						100					100						
Esfuerzo cortante dinámico G* senS, ^d máximo 5000 kPa temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16
Resistencia al deslizamiento, T 313 : ^g S, máximo 300 MPa valor-m, mínimo 0,300 temp de prueba @ 60 s, °C	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30
Tensión Directa, T 314: ^g Def unitaria de la falla, mínimo 1,0% temp de prueba @ 1.0 mm/min, °C	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30

^a La temperatura del pavimento puede estimarse a partir de la temperatura del aire, usando un algoritmo contenido en el programa de cálculo de superpave, la dependencia específica puede ser suministrada o ser obtenida siguiendo los procesos indicados en M 323 and R 35.

^b Este requerimiento puede omitirse a discreción de la agencia específica, si el proveedor garantiza que el cemento asfáltico puede bombearse y mezclarse convenientemente a una temperatura que satisfaga todos los estándares aplicables de seguridad

^c Para el control de calidad de la producción de cemento asfáltico no modificado, la medición de viscosidad del cemento asfáltico original puede sustituirse por las mediciones del esfuerzo cortante dinámico de G*/senS, para una temperatura de prueba para la cual el asfalto sea un fluido newtoniano.

^d G*/senS = Resistencia a alta temperatura y G* senS = Resistencia a temperatura intermedia.

^e El cambio de masa debe ser menor que 1,00 % tanto para la variación positiva (aumento de masa) como la negativa (pérdida de masa)

^f La temperatura de curado PAV se basa en condiciones climáticas simuladas y es una de tres temperaturas, 90°C, 100°C ó 110°C. Normalmente la temperatura de curado PAV es de 100 °C para el PG 58-xx y superiores. Sin embargo, en climas desérticos la temperatura de curado PAV para PG 70-xx y superiores deben ser fijada como 110°C

^g Si la Resistencia al deslizamiento es inferior a 300 MPa, la prueba de tensión directa no es necesaria. Si la resistencia al deslizamiento se encuentra entre 300 y 600 MPa puede usarse el requerimiento de la deformación unitaria a la falla por tensión directa, en lugar del requerimiento de la resistencia al deslizamiento. En ambos casos debe satisfacerse el requerimiento del valor-m.



Tabla 423-13 (continuación)
Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por PG Tabla 1 de AASHTO M320

	PG 70						PG 76					PG 82				
	10	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	10	16	22	28	34
Temperatura de diseño máxima del pavimento promedio de 7 días, °C ^a	<70						<76					<82				
Temperatura de diseño mínima del pavimento, °C ^a	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34
Asfalto original																
Punto de inflamación, T 48, °C, mínimo							230									
Viscosidad, T 316: ^b máximo 3 Pa·s, temp de prueba, °C							135									
Esfuerzo Cortante Dinámico, T 315: ^c G*/senS, ^d mínimo 1.00 kPa temp de prueba @ 10 rad/s, °C	70						76					82				
Película delgada en horno rotativo (T 240)																
Cambio de masa, ^e máximo, %							1.00									
Esfuerzo cortante dinámico G*/senS, ^d mínimo 2.20 kPa temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	70						76					82				
Residuo en cámara de presión (R 28)																
Temperatura de curado PAV, °C ^f	100 (110)						100(110)					100 (110)				
Esfuerzo cortante dinámico G* senS, ^d máximo 5000 kPa temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	25	40	37	34	31	28
Resistencia al deslizamiento, T 313 : ^g S, máximo 300 MPa valor-m, mínimo 0,300 temp de prueba @ 60 s, °C	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24
Tensión Directa, T 314: ^g Def unitaria de la falla, mínimo 1,0% temp de prueba @ 1.0 mm/min, °C	0		-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24

^a La temperatura del pavimento puede estimarse a partir de la temperatura del aire, usando un algoritmo contenido en el programa de cálculo de superpave, la dependencia específica puede ser suministrada o ser obtenida siguiendo los procesos indicados en M 323 and R 35.

^b Este requerimiento puede omitirse a discreción de la agencia específica, si el proveedor garantiza que el cemento asfáltico puede bombearse y mezclarse convenientemente a una temperatura que satisfaga todos los estándares aplicables de seguridad

^c Para el control de calidad de la producción de cemento asfáltico no modificado, la medición de viscosidad del cemento asfáltico original puede sustituirse por las mediciones del esfuerzo cortante dinámico de G*/senS, para una temperatura de prueba para la cual el asfalto sea un fluido newtoniano.

^d G*/senS = Resistencia a alta temperatura y G* senS = Resistencia a temperatura intermedia.

^e El cambio de masa debe ser menor que 1,00 % tanto para la variación positiva (aumento de masa) como la negativa (pérdida de masa)

^f La temperatura de curado PAV se basa en condiciones climáticas simuladas y es una de tres temperaturas, 90°C, 100°C ó 110°C. Normalmente la temperatura de curado PAV es de 100 °C para el PG 58-xx y superiores. Sin embargo, en climas desérticos la temperatura de curado PAV para PG 70-xx y superiores deben ser fijada como 110°C

^g Si la Resistencia al deslizamiento es inferior a 300 MPa, la prueba de tensión directa no es necesaria. Si la resistencia al deslizamiento se encuentra entre 300 y 600 MPa puede usarse el requerimiento de la deformación unitaria a la falla por tensión directa, en lugar del requerimiento de la resistencia al deslizamiento. En ambos casos debe satisfacerse el requerimiento del valor-m.



Tabla 423-14
Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por PG Tabla 2 de AASHTO M320

	PG 46			PG 52							PG 58					PG 64					
	34	40	46	10	16	22	28	34	40	46	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	40
Temperatura de diseño máxima del pavimento promedio de 7 días, °C ^a	<46			<52							<58					<64					
Temperatura de diseño mínima del pavimento, °C ^c	>-34	>-40	>-46	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-46	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40
Asfalto original																					
Punto de inflamación, T 48, °C, mínimo	230																				
Viscosidad, T 316; ^b máximo 3 Pa·s, temp de prueba, °C	135																				
Esfuerzo Cortante Dinámico, T 315: ^c G*/senS, ^d mínimo 1.00 kPa temp de prueba @ 10 rad/s, °C	46			52							58					64					
Película delgada en horno rotativo (T 240)																					
Cambio de masa, ^e máximo, %	1.00																				
Esfuerzo cortante dinámico, T 315: G*/senS, ^d mínimo 2.20 kPa temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	46			52							58					64					
Residuo en cámara de presión (R 28)																					
Temperatura de curado PAV, °C ^f	90			90							100					100					
Esfuerzo cortante dinámico G* senS, ^d máximo 5000 kPa temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16
Temperatura baja crítica de falla, R 49: Temperatura crítica de falla determinada mediante R 49, temperatura de prueba, °C	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30

^a La temperatura del pavimento puede estimarse a partir de la temperatura del aire, usando un algoritmo contenido en el programa de cálculo de superpave, la dependencia específica puede ser suministrada o ser obtenida siguiendo los procesos indicados en M 323 and R 35.

^b Este requerimiento puede omitirse a discreción de la agencia específica, si el proveedor garantiza que el cemento asfáltico puede bombearse y mezclarse convenientemente a una temperatura que satisfaga todos los estándares aplicables de seguridad

^c Para el control de calidad de la producción de cemento asfáltico no modificado, la medición de viscosidad del cemento asfáltico original puede sustituirse por las mediciones del esfuerzo cortante dinámico de G*/senS, para una temperatura de prueba para la cual el asfalto sea un fluido newtoniano.

^d G*/senS = Resistencia a alta temperatura y G* senS = Resistencia a temperatura intermedia.

^e El cambio de masa debe ser menor que 1,00 % tanto para la variación positiva (aumento de masa) como la negativa (pérdida de masa)

^f La temperatura de curado PAV se basa en condiciones climáticas simuladas y es una de tres temperaturas, 90°C, 100°C ó 110°C. Normalmente la temperatura de curado PAV es de 100 °C para el PG 58-xx y superiores. Sin embargo, en climas desérticos la temperatura de curado PAV para PG 70-xx y superiores deben ser fijada como 110°C



Tabla 423-14 (continuación)
Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por PG Tabla 2 de AASHTO M320

	PG 70						PG 76					PG 82				
	10	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	10	16	22	28	34
Temperatura de diseño máxima del pavimento promedio de 7 días, °C ^a	<70						<76					<82				
Temperatura de diseño mínima del pavimento, °C ^c	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34
Asfalto original																
Punto de inflamación, T 48, °C, mínimo							230									
Viscosidad, T 316: ^b máximo 3 Pa·s, temp de prueba, °C							135									
Esfuerzo Cortante Dinámico, T 315: ^c G*/senS, ^d mínimo 1.00 kPa temp de prueba @ 10 rad/s, °C	70						76					82				
Película delgada en horno rotativo (T 240)																
Cambio de masa, ^e máximo, %							1.00									
Esfuerzo cortante dinámico, T 315: G*/senS, ^d mínimo 2.20 kPa temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	70						76					82				
Residuo en cámara de presión (R 28)																
Temperatura de curado PAV, °C ^f	100(110)						100(110)					100(110)				
Esfuerzo cortante dinámico G* senS, ^d máximo 5000 kPa temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	25	40	37	34	31	28
Temperatura baja crítica de falla, R 49: Temperatura crítica de falla determinada mediante R 49, temperatura de prueba, °C	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24

^a La temperatura del pavimento puede estimarse a partir de la temperatura del aire, usando un algoritmo contenido en el programa de cálculo de superpave, la dependencia específica puede ser suministrada o ser obtenida siguiendo los procesos indicados en M 323 and R 35.

^b Este requerimiento puede omitirse a discreción de la agencia específica, si el proveedor garantiza que el cemento asfáltico puede bombearse y mezclarse convenientemente a una temperatura que satisfaga todos los estándares aplicables de seguridad

^c Para el control de calidad de la producción de cemento asfáltico no modificado, la medición de viscosidad del cemento asfáltico original puede sustituirse por las mediciones del esfuerzo cortante dinámico de G*/senS, para una temperatura de prueba para la cual el asfalto sea un fluido newtoniano.

^d G*/senS = Resistencia a alta temperatura y G* senS = Resistencia a temperatura intermedia.

^e El cambio de masa debe ser menor que 1,00 % tanto para la variación positiva (aumento de masa) como la negativa (pérdida de masa)

^f La temperatura de curado PAV se basa en condiciones climáticas simuladas y es una de tres temperaturas, 90°C, 100°C ó 110°C. Normalmente la temperatura de curado PAV es de 100 °C para el PG 58-xx y superiores. Sin embargo, en climas desérticos la temperatura de curado PAV para PG 70-xx y superiores deben ser fijada como 110°C



Tabla 423-15
Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por PG Tabla 3 de AASHTO M320

	PG 46			PG 52						PG 58					PG 64						
	34	40	46	10	16	22	28	34	40	46	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	40
Temperatura de diseño máxima del pavimento promedio de 7 días, °C ^a	<46			<52						<58					<64						
Temperatura de diseño mínima del pavimento. °C ^c	>-34	>-40	>-46	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-46	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40
Asfalto original																					
Punto de inflamación, T 48, °C, mínimo	230																				
Viscosidad, T 316: ^b máximo 3 Pa·s, temp de prueba, °C	135																				
Esfuerzo Cortante Dinámico, T 315: ^c G*/senS, ^d mínimo 1.00 kPa temp de prueba @ 10 rad/s, °C	46			52						58					64						
Película delgada en horno rotativo (T 240)																					
Cambio de masa, ^e máximo, %	1.00																				
MSCR, TP 70 ^k : Tráfico standard "S" ^h J _{nr3.2r} , maximum 4.0 J _{nrdiff} , maximum 75% Temp de prueba @ 10 rad/sec, °C	46			52						58					64						
MSCR, TP 70 ^k : Tráfico pesado "H" ⁱ J _{nr3.2r} , maximum 2.0 J _{nrdiff} , maximum 75% Temp de prueba @ 10 rad/sec, °C	46			52						58					64						
MSCR, TP 70 ^k : Tráfico muy pesado "V" Grade ^j J _{nr3.2r} , maximum 1.0 J _{nrdiff} , maximum 75% Temp de prueba @ 10 rad/sec, °C	46			52						58					64						

^a La temperatura del pavimento puede estimarse a partir de la temperatura del aire, usando un algoritmo contenido en el programa de cálculo de superpave, la dependencia específica puede ser suministrada o ser obtenida siguiendo los procesos indicados en M 323 and R 35.

^b Este requerimiento puede omitirse a discreción de la agencia específica, si proveedor garantiza que cemento asfáltico puede bombearse y mezclarse convenientemente a una temperatura que satisfaga todos los estándares aplicables de seguridad

^c Para el control de calidad de la producción de cemento asfáltico no modificado, la medición de viscosidad del cemento asfáltico original puede sustituirse por las mediciones del esfuerzo cortante dinámico de G*/senS, para una temperatura de prueba para la cual el asfalto sea un fluido newtoniano.

^d G*/senS = Resistencia a alta temperatura y G* senS = Resistencia a temperatura intermedia.

^e El cambio de masa debe ser menor que 1,00 % tanto para la variación positiva (aumento de masa) como la negativa (pérdida de masa)

^f La temperatura de curado PAV se basa en condiciones climáticas simuladas y es una de tres temperaturas, 90°C, 100°C ó 110°C. Normalmente la temperatura de curado PAV es de 100 °C para el PG 58-xx y superiores. Sin embargo, en climas desérticos la temperatura de curado PAV para PG 70-xx y superiores deben ser fijada como 110°C

^g Si la Resistencia al deslizamiento es inferior a 300 MPa, la prueba de tensión directa no es necesaria. Si la resistencia al deslizamiento se encuentra entre 300 y 600 MPa puede usarse el requerimiento de la deformación unitaria a la falla por tensión directa, en lugar del requerimiento de la resistencia al deslizamiento. En ambos casos debe satisfacerse el requerimiento del valor-m.

^h Tráfico estándar "S" en las situaciones más típicas será para niveles de tráfico de menos de 10 millones de EALs.

ⁱ Tráfico pesado "H" en las situaciones más comunes será para niveles de tráfico comprendidos entre 10 y 30 millones de EALs

^k Prueba MSCR en residuo RTFO debe realizarse en graduación PG basada en alta temperatura ambiental pavimento. Clasificación por golpeo realiza necesitando un valor <Jnr mientras realiza prueba a T.A.



Tabla 423-15 (continuación)
Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por PG Tabla 3 de AASHTO M320

	PG 46			PG 52						PG 58					PG 64						
	34	40	46	10	16	22	28	34	40	46	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	40
Residuo en cámara de presión (R 28)																					
PAV temperature envejecimiento, °C ^f	90			90						100					100						
Esfuerzo Cortante Dinámico, T 315: Grado "S" G* senS,d máximo 5000 kPa Temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16
Esfuerzo Cortante Dinámico, T 315: Grados "H & V" G* senS,d maximum 6000 kPa Temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16
Resistencia al deslizamiento, T 313: ^g S, máximo 300 MPa m-value, mínimo 0,300 temperatura de prueba @ 60 s, °C	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30
Tensión directa, T 314: ^h Rotura de falla, minimum 1.0% Temp de prueba @ 1.0 mm/min, °C	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30

^a La temperatura del pavimento puede estimarse a partir de la temperatura del aire, usando un algoritmo contenido en el programa de cálculo de superpave, la dependencia específica puede ser suministrada o ser obtenida siguiendo los procesos indicados en M 323 and R 35.

^b Este requerimiento puede omitirse a discreción de la agencia específica, si el proveedor garantiza que el cemento asfáltico puede bombearse y mezclarse convenientemente a una temperatura que satisfaga todos los estándares aplicables de seguridad

^c Para el control de calidad de la producción de cemento asfáltico no modificado, la medición de viscosidad del cemento asfáltico original puede sustituirse por las mediciones del esfuerzo cortante dinámico de G*/senS, para una temperatura de prueba para la cual el asfalto sea un fluido newtoniano.

^d G*/senS = Resistencia a alta temperatura y G* senS = Resistencia a temperatura intermedia.

^e El cambio de masa debe ser menor que 1,00 % tanto para la variación positiva (aumento de masa) como la negativa (pérdida de masa)

^f La temperatura de curado PAV se basa en condiciones climáticas simuladas y es una de tres temperaturas, 90°C, 100°C ó 110°C. Normalmente la temperatura de curado PAV es de 100 °C para el PG 58-xx y superiores. Sin embargo, en climas desérticos la temperatura de curado PAV para PG 70-xx y superiores deben ser fijada como 110°C

^g Si la Resistencia al deslizamiento es inferior a 300 MPa, la prueba de tensión directa no es necesaria. Si la resistencia al deslizamiento se encuentra entre 300 y 600 MPa puede usarse el requerimiento de la deformación unitaria a la falla por tensión directa, en lugar del requerimiento de la resistencia al deslizamiento. En ambos casos debe satisfacerse el requerimiento del valor-m.

^h Tráfico estándar "S" en las situaciones más típicas será para niveles de tráfico de menos de 10 millones de EALs.

ⁱ Tráfico pesado "H" en las situaciones más comunes será para niveles de tráfico comprendidos entre 10 y 30 millones de EALS

^j Tráfico muy pesado "V" en las situaciones más comunes será para niveles de tráfico de más de 30 millones de EALS.

^k La prueba MSCR en el residuo RTFO residuo debe ser realizada en la graduación PG basada en alta temperatura ambiental del pavimento. La clasificación por golpeo se realiza necesitando un valor menor de Jnr mientras se realiza la prueba a temperatura ambiental.



Tabla 423-15 (continuación)
Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por PG Tabla 3 de AASHTO M320

	PG 70						PG 76					PG 82				
	10	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	10	16	22	28	34
Temperatura de diseño máxima del pavimento promedio de 7 días, °C ^a	<70						<76					<82				
Temperatura de diseño mínima del pavimento, °C ^a	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34
Asfalto original																
Punto de inflamación, T 48, °C, mínimo							230									
Viscosidad, T 316: ^b máximo 3 Pa·s, temp de prueba, °C							135									
Esfuerzo Cortante Dinámico, T 315: ^c G*/senS, ^d mínimo 1.00 kPa temp de prueba @ 10 rad/s, °C	70						76					82				
Película delgada en horno rotativo (T 240)																
Cambio de masa, ^e máximo, %							1.00									
MSCR, TP 70 ^k : Tráfico standard "S" ^h J _{nr3.2} , maximum 4.0 J _{nrdiff} , maximum 75% Temp de prueba @ 10 rad/sec, °C	70						76					82				
MSCR, TP 70 ^k : Tráfico pesado "H" ⁱ J _{nr3.2} , maximum 2.0 J _{nrdiff} , maximum 75% Temp de prueba @ 10 rad/sec, °C	70						76					82				
MSCR, TP 70 ^k : Tráfico muy pesado "V" Grade ^j J _{nr3.2} , maximum 1.0 J _{nrdiff} , maximum 75% Temp de prueba @ 10 rad/sec, °C	70						76					82				

^a La temperatura del pavimento puede estimarse a partir de la temperatura del aire, usando un algoritmo contenido en el programa de cálculo de superpave, la dependencia específica puede ser suministrada o ser obtenida siguiendo los procesos indicados en M 323 and R 35.

^b Este requerimiento puede omitirse a discreción de la agencia específica, si el proveedor garantiza que el cemento asfáltico puede bombearse y mezclarse convenientemente a una temperatura que satisfaga todos los estándares aplicables de seguridad

^c Para el control de calidad de la producción de cemento asfáltico no modificado, la medición de viscosidad del cemento asfáltico original puede sustituirse por las mediciones del esfuerzo cortante dinámico de G*/senS, para una temperatura de prueba para la cual el asfalto sea un fluido newtoniano.

^d G*/senS = Resistencia a alta temperatura y G* senS = Resistencia a temperatura intermedia.

^e El cambio de masa debe ser menor que 1,00 % tanto para la variación positiva (aumento de masa) como la negativa (pérdida de masa)

^f La temperatura de curado PAV se basa en condiciones climáticas simuladas y es una de tres temperaturas, 90°C, 100°C ó 110°C. Normalmente la temperatura de curado PAV es de 100 °C para el PG 58-xx y superiores. Sin embargo, en climas desérticos la temperatura de curado PAV para PG 70-xx y superiores deben ser fijada como 110°C

^g Si la Resistencia al deslizamiento es inferior a 300 MPa, la prueba de tensión directa no es necesaria. Si la resistencia al deslizamiento se encuentra entre 300 y 600 MPa puede usarse el requerimiento de la deformación unitaria a la falla por tensión directa, en lugar del requerimiento de la resistencia al deslizamiento. En ambos casos debe satisfacerse el requerimiento del valor-m.

^h Tráfico estándar "S" en las situaciones más típicas será para niveles de tráfico de menos de 10 millones de EALs.

ⁱ Tráfico pesado "H" en las situaciones más comunes será para niveles de tráfico comprendidos entre 10 y 30 millones de EALs

^j Tráfico muy pesado "V" en las situaciones más comunes será para niveles de tráfico de más de 30 millones de EALs.

^k Prueba MSCR en residuo RTFO debe realizarse en graduación PG basada en alta temperatura ambiental pavimento. Clasificación por golpeo realiza necesitando un valor <Jnr mientras realiza prueba a T.A.



Tabla 423-15 (continuación)
Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por PG Tabla 3 de AASHTO M320

	PG 70						PG 76					PG 82				
	10	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	10	16	22	28	34
Residuo en cámara de presión (R 28)																
PAV temperature envejecimiento, °C ^f	100 (110)						100 (110)					100(110)				
Esfuerzo Cortante Dinámico, T 315: Grado "S" G* senS, d máximo 5000 kPa Temp de prueba @ 10 rad/s, °C	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	25	40	37	34	31	28
Esfuerzo Cortante Dinámico, T 315: Grados "H & V" G* senS, d maximum 6000 kPa Temp de prueba @ 10 rad/s, °C	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	25	40	37	34	31	28
Resistencia al deslizamiento, T 313: ^g S, máximo 300 MPa m-value, mínimo 0,300 temperatura de prueba @ 60 s, °C	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24
Tensión directa, T 314: ^g Rotura de falla, minimum 1.0% Temp de prueba @ 1.0 mm/min, °C	0		-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24

^a La temperatura del pavimento puede estimarse a partir de la temperatura del aire, usando un algoritmo contenido en el programa de cálculo de superpave, la dependencia específica puede ser suministrada o ser obtenida siguiendo los procesos indicados en M 323 and R 35.

^b Este requerimiento puede omitirse a discreción de la agencia específica, si el proveedor garantiza que el cemento asfáltico puede bombearse y mezclarse convenientemente a una temperatura que satisfaga todos los estándares aplicables de seguridad

^c Para el control de calidad de la producción de cemento asfáltico no modificado, la medición de viscosidad del cemento asfáltico original puede sustituirse por las mediciones del esfuerzo cortante dinámico de G*/senS, para una temperatura de prueba para la cual el asfalto sea un fluido newtoniano.

^d G*/senS = Resistencia a alta temperatura y G* senS = Resistencia a temperatura intermedia.

^e El cambio de masa debe ser menor que 1,00 % tanto para la variación positiva (aumento de masa) como la negativa (pérdida de masa)

^f La temperatura de curado PAV se basa en condiciones climáticas simuladas y es una de tres temperaturas, 90°C, 100°C ó 110°C. Normalmente la temperatura de curado PAV es de 100 °C para el PG 58-xx y superiores. Sin embargo, en climas desérticos la temperatura de curado PAV para PG 70-xx y superiores deben ser fijada como 110°C

^g Si la Resistencia al deslizamiento es inferior a 300 MPa, la prueba de tensión directa no es necesaria. Si la resistencia al deslizamiento se encuentra entre 300 y 600 MPa puede usarse el requerimiento de la deformación unitaria a la falla por tensión directa, en lugar del requerimiento de la resistencia al deslizamiento. En ambos casos debe satisfacerse el requerimiento del valor-m.

^h Tráfico estándar "S" en las situaciones más típicas será para niveles de tráfico de menos de 10 millones de EALs.

ⁱ Tráfico pesado "H" en las situaciones más comunes será para niveles de tráfico comprendidos entre 10 y 30 millones de EALs

^j Tráfico muy pesado "V" en las situaciones más comunes será para niveles de tráfico de más de 30 millones de EALs.

^k La prueba MSCR en el residuo RTFO residuo debe ser realizada en la graduación PG basada en alta temperatura ambiental del pavimento. La clasificación por golpeo se realiza necesitando un valor menor de Jnr mientras se realiza la prueba a temperatura ambiental.

Tabla 423-16
Ensayos y frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	200 m ³	Tolva en frío
	Plasticidad	MTC E 110	200 m ³	Tolva en frío
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	500 m ³	Tolva en frío
	Equivalente arena	MTC E 114	1.000 m ³	Tolva en frío
	Partículas planas y alargadas	MTC E 221	500 m ³	Tolva en frío
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	1.000 m ³	Tolva en frío
	Angularidad del agregado fino	MTC E 222	1.000 m ³	Tolva en frío
	Perdida en sulfato de magnesio	MTC E 209	1.000 m ³	Tolva en frío
	Azul de metileno	AASHTO TP 57	1.000 m ³	Tolva en frío
Mezcla Asfáltica	Contenido de Asfalto	MTC E 502	2 por día	Pista/planta
	Granulometría			
	Ensayo Marshall	MTC E 504	2 por día	Pista/planta
	Temperatura	-	Cada volquete	Pista/planta
	Densidad	MTC E 506, MTC E 508 y MTC E 510	1 cada 250 m ²	Pista compactada
	Espesor	MTC E 507	Cada 250 m ²	Pista compactada
	Resistencia al deslizamiento	MTC E 1004	1 por día	Pista compactada
	Adherencia	MTC E 519	1.000 m ³	Pista/planta
Cemento Asfáltico	Según 423.02.2(e)		\sqrt{n} (*)	Tanques Térmicos al llegar a obra

(*) n representa el número de tancadas de 30.000 l de cemento asfáltico requeridos en la obra.

Tabla 423-16 (Continuación)
Ensayos y frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	200 m ³	Tolva en frío
	Plasticidad	MTC E 110	200 m ³	Tolva en frío
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	500 m ³	Tolva en frío
	Equivalente arena	MTC E 114	1.000 m ³	Tolva en frío
	Partículas planas y alargadas	MTC E 221	500 m ³	Tolva en frío
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	1.000 m ³	Tolva en frío
	Angularidad del agregado fino	MTC E 222	1.000 m ³	Tolva en frío
	Perdida en sulfato de magnesio	MTC E 209	1.000 m ³	Tolva en frío
	Azul de metileno	AASHTO TP 57	1.000 m ³	Tolva en frío
Mezcla Asfáltica	Contenido de Asfalto	MTC E 502	2 por día	Pista/planta
	Granulometría			
	Ensayo Marshall	MTC E 504	2 por día	Pista/planta
	Temperatura	-	Cada volquete	Pista/planta
	Densidad	MTC E 506, 508 y 510	1 cada 250 m ²	Pista compactada
	Espesor	MTC E 507	Cada 250 m ²	Pista compactada
	Resistencia al deslizamiento	MTC E 1004	1 por día	Pista compactada
	Adherencia	MTC E 519	1.000 m ³	Pista/planta
	Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	AASHTO T283	1.000 m ³	Pista/planta
	Prueba de Hamburgo Wheel Track	AASHTO T324	1.000 m ³	Pista/planta
Cemento Asfáltico	Según 436.05		\sqrt{n} (*)	Tanques Térmicos al llegar a obra

(*) n representa el número de tancadas de 30.000 l de cemento asfáltico requeridos en la obra.

Medición

423.19

Se aplica lo descrito en la [Subsección 415.08.](#)

Pago

423.20

Se aplica lo descrito en la [Subsección 415.10.](#)

Partida de pago	Unidad de pago
423.A Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente (MAC)	Metro cúbico (m ³)
423.B Pavimento superpave (nivel 1)	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 424

PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN FRIO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 424

Pavimento de concreto asfáltico en frío

Descripción

424.01

Este trabajo consiste en la fabricación de mezclas asfálticas en frío y su colocación en una o más capas sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Teniendo en consideración que esta tecnología es cada vez menos utilizada por razones técnicas y ambientales, se recomienda que su aplicación se limite solo a aquellos casos estrictamente indispensables, por razones de ubicación de la obra u otros factores como bajo volumen de tránsito.

424.02 Mezcla densa en frío

Para los efectos del presente Sección, las capas de mezcla densa en frío se denominarán rodadura, intermedia y base, según la posición descendente que ocupen dentro de la estructura del pavimento.

Los documentos del proyecto establecerán los tipos y calidades de las capas asfálticas que componen la estructura. Si esta tiene solamente una capa asfáltica, ella será de rodadura; si tiene 2 capas asfálticas, serán rodadura e intermedia; y si tiene 3 o más capas asfálticas, la o las subyacentes a la intermedia recibirán el nombre de base.

Materiales

424.03 Agregados pétreos y polvo mineral

Los agregados pétreos y el filler mineral para la elaboración de la mezcla densa en frío, deberán cumplir los requisitos establecidos para ellos en la [Subsección 415.02\(a\)](#).

Los agregados pétreos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración fisicoquímica apreciable bajo las condiciones más desfavorables que se puedan dar en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del pavimento, o contaminar corrientes de agua.

El Contratista, como responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos, deberá realizar todos los ensayos necesarios para establecer la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar, independiente y complementariamente los que se exigen en estas especificaciones.

El equivalente de arena que se exige en la [Tabla 424-01](#) será el del agregado finalmente obtenido, mediante la combinación de las distintas fracciones, según las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo. En caso que no se cumpla el valor mínimo señalado en la [Tabla 424-01](#), el agregado se aceptará si su equivalente de arena es superior a 40% y, simultáneamente, el índice de azul de metileno, es inferior a 10.

El agregado fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o parcialmente de fuentes naturales de arena. La proporción en masa de arena natural no podrá exceder del 15% de la masa total del agregado combinado, cuando sean vías de alto tránsito, ni exceder del 25% para tránsitos de menor intensidad. En todo caso, la proporción en masa de agregado fino no triturado no podrá exceder la del agregado fino triturado.

El filler mineral podrá proceder de la trituración de los agregados o aportarse como producto comercial o especialmente preparado para este fin. La proporción de filler mineral de aporte se fijará en las especificaciones del Proyecto.

La mezcla de agregados grueso y fino y filler mineral, se deberá ajustar a alguna de las gradaciones indicadas en la [Tabla 424-02](#). Las determinaciones se efectuarán de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 204.

Tabla 424-01

Requisitos de los agregados pétreos para pavimento asfáltico en frío

	Ensayo	Requerimiento								
		Bajo tránsito			Tránsito medio			Alto tránsito		
		Agregado grueso	Agregado fino	Gradación combinada	Agregado grueso	Agregado fino	Gradación combinada	Agregado grueso	Agregado fino	Gradación combinada
Desgaste de Los Ángeles	MTC E 207	25% máx. (rodadura) 35% máx.. (intermedia)			25% máx. (rodadura) 35% máx.. (intermedio y base)			25% máx.(rodadura) 35% máx. (intermedio y base)		
Desgaste Micro-Deval	ASTM D 7428				25% máx. (rodadura) 35% máx.. (intermedia y base)			25% máx. (rodadura) 35% máx.. (intermedia y base)		
10% de finos (KN)	Seco							110 min (rodadura) 90 min (intermedia) 75 min (base)		
	Relación Húmedo/seco							75% min		
Pérdidas en ensayos de solidez	Sulfato de sodio	MTC E 209	12% máx.	12% máx.		12% máx.	12% máx.		12% máx.	12% máx.
	Sulfato de magnesio		18% máx.	18% máx.		18% máx.	18% máx.		18% máx.	18% máx.
Partículas fracturadas mecánicamente (agregado grueso) % mínimo 1 cara/2 caras	MTC E 210	75/- (rodadura) 60/- (intermedia)			75/60 (rodadura) 75/- (intermedia) 60/- (base)			85/70 (rodadura) 75/- (intermedia) 60/- (base)		



Tabla 424-01 (Continuación)
Requisitos de los agregados pétreos para pavimento asfáltico en frío

	Ensayo	Requerimiento								
		Bajo tránsito			Tránsito medio			Alto tránsito		
		Agregado grueso	Agregado fino	Gradación combinada	Agregado grueso	Agregado fino	Gradación combinada	Agregado grueso	Agregado fino	Gradación combinada
Angularidad (Agregado fino)	ASTM D 1252		40% min (rodadura) 35% min (intermedia)			45% min (rodadura) 40% min (intermedia) 35% min (base)			45% min (rodadura) 40% min (intermedia) 35% (base)	
Coefficiente de pulimento acelerado	UNE 146130	0,45 min (rodadura)			0,45 min (rodadura)			0,45 min. (rodadura)		
Partículas planas y alargadas	MTC E 221	10% máx.			10% máx.			10% máx.		
I.P.	MTC E 111			N.P.				N.P.		N.P.
Equivalente de arena	MTC E 114			50% mín.				50% mín.		50% mín.
Contenido de impurezas (Agregado grueso)	UNE 14613	0,5% máx.			0,5% máx.			0,5% máx.		
Adhesividad										
Resistencia conservada inm-comp				75 % mín.						75% mín.

Tabla 424-02
Gradaciones para mezclas densas en frío

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA		
Normal	Alterno	MDF-1	MDF-2	MDF-3
7,5mm	1 1/2"	100	-	-
25,0 mm	1"	80-95	100	-
19,0 mm	3/4"	-	80-95	100
12,5 mm	1/2"	62-77	-	-
9,5 mm	3/8"	-	60-75	-
4,75 mm	N.º 4	45-60	47-62	50-65
2,36 mm	N.º 8	35-50	35-50	35-50
300 µm	N.º 50	13-23	13-23	13-23
75 µm	N.º 200	3-8	3-8	3-8

La franja por utilizar dependerá del tipo y del espesor que vaya a tener la capa compactada y se definirá en los documentos del Proyecto, siguiendo los criterios de la [Tabla 424-03](#).

Tabla 424-03
Tipos de mezcla en función del tipo y espesor compacto de la capa

Tipo de capa	Espesor compacto (mm)	Tipo de Mezcla
Rodadura	50-75	MDF-2
	40-50	MDF-3
Intermedia	≥50	MDF-2
Base	≥75	MDF-1
Bacheo	50-75	MDF-2
	≥75	MDF-1

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior del tamiz adyacente y viceversa.

424.04 Material bituminoso

Será una emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta, de los tipos CSS-1 o CSS-1h, que cumpla los requisitos de calidad establecidos en la [Tabla 415-04](#) y que sea compatible con los agregados pétreos a emplear.

424.05 Agua

Se aplica lo indicado en la [Subsección 420.02\(c\)](#).

424.06 Aditivos mejoradores de adherencia entre los agregados y el asfalto

En caso que los requisitos de adhesividad no sean satisfechos, no se permitirá el empleo del agregado pétreo, salvo que se incorpore un producto mejorador de adherencia, de calidad reconocida, en la proporción necesaria para satisfacerlos, el cual deberá ser aprobado por el Supervisor. Los aditivos por emplear deberán ser recomendados y suministrados por el Contratista.

Equipo

424.07

Al respecto, rigen las condiciones generales que se indican en la [Subsección 415.03](#)

a. Equipo para la elaboración de los agregados triturados

La planta de trituración constará de una trituradora primaria y una secundaria obligatoriamente. Una terciaria siempre y cuando se requiera. Se deberá incluir también una clasificadora y un equipo de lavado. Además deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental de acuerdo a lo indicado en las [Subsecciones 05.06, 05.11, 400.03 y 400.04](#)

b. Planta de asfalto

La mezcla asfáltica en frío se deberá fabricar en plantas apropiadas, capaces de manejar simultáneamente el número de fracciones de agregados que exija la fórmula de trabajo aprobada. Dichas plantas deberán cumplir las reglamentaciones vigentes sobre control de polución y para su funcionamiento en la obra.

Si se utiliza una planta fija para la fabricación de una mezcla densa en frío, esta podrá ser de tipo continuo o discontinuo y dispondrá del número necesario de tolvas, con sus dosificadores, que le permita manejar simultáneamente el número de fracciones de agregados disponibles para obtener la granulometría seleccionada para la elaboración de la mezcla.

Las tolvas para agregados deberán tener paredes resistentes, con bocas de anchura suficiente para que la alimentación se pueda realizar correctamente. La separación entre ellas debe garantizar que no se produzcan intercontaminaciones. Además, sus dispositivos de salida deben permitir ajustes exactos para mantenerlos en cualquier posición. El número mínimo de tolvas será función del número de fracciones de agregados por emplear.

Las instalaciones de tipo discontinuo deberán estar provistas de dispositivos de dosificación por peso cuya exactitud sea superior al 0,5%. Los dispositivos de dosificación de agua y ligante tendrán una exactitud, como mínimo, de 0,3%. El ligante, que deberá tener un sistema idóneo de almacenamiento y alimentación, deberá ser distribuido uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas ni goteos.

Si se emplea una instalación de tipo continuo, un sistema de bandas transportará los agregados desde las tolvas hasta el mezclador, que será del tipo de ejes gemelos, donde se incorporarán el agua y el ligante bituminoso. Los dosificadores de agua y ligante deberán estar sincronizados con los dosificadores de los agregados, de manera que se pueda reproducir la fórmula de trabajo. La planta deberá disponer, además, de dispositivos para su calibración a la presión de trabajo, así como para la toma de muestras. En caso que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de ellos.

Las mezclas densas en frío podrán ser elaboradas también en plantas ambulantes montadas sobre bastidores autopropulsados, las cuales actuarán al mismo tiempo como extendedoras. Constarán de tolva de recepción de agregados ya mezclados y con la gradación adecuada, depósitos de agua y emulsión y eventuales aditivos, y dispositivos de alimentación de todos los materiales a la mezcladora. Dispondrán,

además, de una extendidora que regule el espesor y proporcione el perfil transversal y un buen acabado superficial.

Se permite el empleo de instalaciones de diferente concepción a las descritas en el presente Sección, siempre que cuenten con la aprobación del Supervisor y previos los ensayos que demuestren la calidad de la mezcla fabricada con ellas.

No se permitirá el uso de mezcladoras tipo tambor para estos trabajos.

c. Equipo para el transporte de agregados y mezclas

Tanto los agregados como las mezclas elaboradas en plantas fijas, se transportarán en volquetes debidamente acondicionadas para tal fin. Cuando se transporte la mezcla, la superficie interna del volquete deberá ser tratada con un producto cuya composición y cantidad deberán ser aprobadas por el Supervisor, con el fin de evitar la adherencia de la mezcla a ella. La forma y la altura del volquete serán tales, que durante el vertido en la pavimentadora, el volquete solo toque a ésta, a través de los rodillos previstos para ello.

Durante el transporte, tanto los agregados como las mezclas se deberán cubrir con lonas u otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería, tanto para protegerlos como para prevenir emisiones contaminantes.

En relación con los volquetes, el Contratista deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones sobre tránsito automotor y medio ambiente.

d. Equipo de transferencia

Se usará un equipo de transferencia de material para verter la mezcla asfáltica a la pavimentadora, evitando que el volquete vacíe directamente a las tolvas de la misma, con la finalidad de evitar la segregación y mejorar la uniformidad superficial de la carpeta.

e. Equipo para el esparcido de la mezcla

El esparcido de las mezclas densas en frío se hará con una pavimentadora autopropulsada, adecuada para extender y terminar la mezcla con un mínimo de compactación de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La capacidad de la tolva, así como la potencia de la máquina, deberán ser adecuadas para el tipo de trabajo que deba desarrollar. La pavimentadora estará equipada con un vibrador y un

distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. Poseerá un equipo de dirección adecuado y tendrá velocidades para retroceder y avanzar. La pavimentadora tendrá dispositivos mecánicos compensadores para obtener una superficie pareja y formar los bordes de la capa sin uso de formaletas. Será ajustable para lograr la sección transversal especificada en el diseño u ordenada por el Supervisor.

Si se determina que el equipo deja huellas en la superficie de la capa, áreas defectuosas u otras irregularidades objetables durante la construcción, el Supervisor exigirá su remplazó. Cuando la mezcla se prepare en planta portátil, la misma planta realizará el esparcido y acabado correspondiente.

f. Equipo de compactación

Se deberán utilizar compactadores autopropulsados de rodillos metálicos estáticos o vibratorio tándem y de neumáticos. El equipo de compactación será aprobado por el Supervisor.

Todos los compactadores estarán dotados de dispositivos para la limpieza de los rodillos o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario, así como inversores de marcha suaves.

Los compactadores de rodillos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslape de las huellas delanteras y posteriores.

Las presiones lineales, estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos tipos de compactadores, serán las necesarias para conseguir la compactación adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor.

g. Equipo accesorio

En caso que la mezcla se elabore en plantas ambulantes, se deberá disponer de vehículos adecuados para el suministro permanente de agregados, agua y emulsión a las plantas.

Al término de obra se desmontarán las plantas de asfalto, dejando el área limpia y sin que signifique cambio alguno al paisaje o comprometa el medio ambiente.

Requerimientos de construcción

424.08 Explotación de los materiales y elaboración de los agregados

Rige lo indicado en la [Subsección 415.04.](#)

424.09 Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.

Se aplica al respecto, todo lo que resulte pertinente de la [Subsección 415.05.](#)

Los contenidos de los agregados y del material bituminoso se deberán determinar teniendo en consideración las características de los mismos y el porcentaje de humedad de los agregados a utilizar. Se hará, ante todo, una determinación de la humedad de compactación y del contenido óptimo teórico del material bituminoso, utilizando métodos basados en la superficie específica de los agregados; y luego, con proporciones variables del material bituminoso por encima y por debajo de este óptimo teórico, se elaboraran mezclas para someterlas al ensayo de inmersión-compresión (MTC E 518), aplicando el siguiente criterio para la determinación del contenido óptimo del material bituminoso:

- Resistencia seca $(R_s) \geq 25 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia húmeda $(R_h) \geq 20 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia conservada $R_c = (R_h/R_s) * 100 \geq 75\%$

El diseño de la mezcla también puede efectuarse por el método de Illinois establecido en el Manual MS-14 del Instituto del Asfalto, cuyo procedimiento permitirá determinar el contenido óptimo de asfalto residual en función a los criterios establecidos en la [Tabla F-3:](#)

Tabla F-3***Criterios para el diseño de mezcla de agregados - Emulsión Asfáltica.***

Propiedades de los Ensayos	Mínimo	Máximo
Estabilidad, N (lb) a 22.2° C (72°F) Mezclas para pavimentos	2224 (500)	-
Porcentaje de Perdida de estabilidad Después de saturación de vacíos e inmersión	-	50
Agregado para recubrimiento	50	-

La mezcla cuyo contenido de asfalto residual que se considere óptimo, debe poseer un valor de vacíos totales en el rango de 2% a 8%, en la absorción de humedad no debe ser mayor de 4%.

Para capas de rodadura en vías de alto tránsito, la mezcla definida como óptima al efectuar el diseño por el método de inmersión-compresión, deberá ser verificada con la medida de su resistencia a la deformación plástica, mediante la pista de ensayo de laboratorio, modificada de manera que se permita el curado de la mezcla compactada antes de proceder al ensayo.

La velocidad de deformación en el intervalo comprendido entre 105 y 120 minutos, no podrá ser mayor de 15 $\mu\text{m}/\text{minuto}$ para mezclas que se vayan a emplear en pavimentos sometidos a temperaturas medias anuales superiores a 24°C, ni mayor de 20 $\mu\text{m}/\text{minuto}$ para pavimentos en régimen con temperaturas medias hasta de 24°C. Si este requisito no se cumple, se deberán efectuar los ajustes necesarios en el diseño de la mezcla.

Los requerimientos para mezclas densas en frío se indican en la [Tabla 424-04](#).

Tabla 424-04
Requerimientos para mezclas densas en frío

Parámetros de diseño (A)	Ensayo	Especificación
Recubrimiento (%) Capa rodadura	Visual (B)	75 min.
Resistencia Ri a 22,8 ± 3°C Cura temprana(*) Cura total y condicionamiento con humedad(**)	(C)	70 min. 78 min.
Estabilidad Marshall (kN) Mínimo a 22,2 ± 1°C Estabilidad retenida (%) (***)	AASHTO T 245	2,22 50 min.

(A) De acuerdo con el Instituto del Asfalto; Manual Series No. 19 (MS-19)

(B) Se debe evaluar la mezcla posterior al secado de superficie, cuantificando en % de partículas recubiertas.

(C) $R_i = R + 0,05C$; donde: R=valor de resistencia (AASHTO T 190) ; C=valor cohesiómetro (AASHTO T246)

(*) Curado en molde durante 24 h a la temperatura especificada.

(**) Curado en molde durante 72 h a la temperatura especificada y con desecación en vacío

(***) Después de saturación de vacíos e inmersión.

La mezcla densa en frío no se podrá fabricar a escala industrial, mientras el Supervisor no haya aprobado la fórmula de trabajo y realizado las verificaciones correspondientes en la ejecución del tramo de prueba. Igualmente, si durante la ejecución de las obras varía la procedencia de alguno de los componentes de la mezcla o se rebasan de forma frecuente las tolerancias granulométricas establecidas en esta Sección, se requerirá el estudio de una nueva fórmula de trabajo.

424.10 Preparación de la superficie existente

La mezcla densa en frío no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en el Proyecto las que deberán ser aprobadas por el Supervisor. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.

Si la extensión de la mezcla requiere riegos previos de imprimación o de liga, se realizarán conforme lo establecen las Secciones correspondientes de estas especificaciones.

Antes de aplicar la mezcla, se verificará que se haya producido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante en la superficie. Si

hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación del riego, se comprobara que su capacidad de liga con la mezcla no se haya mermado en forma perjudicial; si ello ha sucedido, el Contratista deberá efectuar un riego adicional de liga, en la cuantía que fije el Supervisor. Si la pérdida de efectividad del riego anterior es imputable al Contratista, el nuevo riego deberá realizarlo a su costo.

Si la superficie sobre la cual se va a colocar la mezcla corresponde a un pavimento asfáltico antiguo que, requiere un fresado previo, este se realizara conforme se establece en la [Sección 435](#).

424.11 Tramo de pruebas

Rige lo que sea aplicable de la [Subsección 415.06](#).

424.12 Suministro de los agregados

Cuando la mezcla se elabore en instalaciones fijas, los agregados se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias aceptadas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y se podrá acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

Cada fracción del agregado se acopiará separada de las demás para evitar contaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los 15 cm inferiores de ellos. Los acopios se colocarán por capas de espesor no superior a 1,5 m, y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro, los agregados se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptación. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado.

La carga de las tolvas se realizara de forma que estas contengan entre 50% y 100% de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. La alimentación del agregado fino se realizara en 2 tolvas, aunque este sea de un tipo único.

424.13 Fabricación de la mezcla asfáltica

Las aberturas de salida de las tolvas se regularán de forma que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de obra de alimentación en frío.

Los agregados preparados como se ha indicado anteriormente, se pesarán o medirán exactamente; y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo.

Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, una vez que los agregados se encuentren en el mezclador, se introducirá el agua de preenvuelta necesaria de acuerdo con la humedad de aquellos y, más adelante, la cantidad de emulsión requerida, a la temperatura apropiada, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado.

La tolva de descarga se abrirá intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla al camión.

Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido los agregados en el mezclador, se añadirá el agua necesaria de preenvuelta de acuerdo con la humedad de aquellos y, tras un lapso que permita el humedecimiento homogéneo de los agregados, se añadirá automáticamente el material bituminoso calculado para cada batchada, el cual se deberá encontrar a la temperatura adecuada y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En los mezcladores de ejes gemelos, el volumen total de los agregados, agua y asfalto no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando estas se encuentren en posición vertical.

Según el tipo de instalación, la mezcla puede caer directamente al volquete, a una banda transportadora, a un silo desde donde se vierte al volquete o directamente a una pila de almacenamiento. En el caso que se emplee una banda, se deberá regular su velocidad, verificar el buen funcionamiento del raspador y lubricarla con una pequeña cantidad de agua, con el fin de evitar segregaciones de la mezcla.

Cuando la mezcla se elabore en plantas ambulantes, la dosificación de los agregados se deberá efectuar en una instalación ubicada fuera de la obra, donde los volquetes serán cargados y transportarán la mezcla de agregados a la tolva receptora de la planta ambulante, la cual estará provista de

dispositivos dosificadores similares a los de las plantas continuas, los cuales deberán ser sincronizados para obtener las proporciones deseadas de agregados, agua y emulsión. Los ingredientes serán conducidos a una mezcladora continua que verterá la mezcla en la carretera. La distribución de la mezcla se hará por medio de dos tornillos sinfín delante de una viga maestra niveladora, que extiende y perfila la capa.

En todos los casos en que se empleen aditivos, estos se unirán a los agregados antes de su mezcla con la emulsión asfáltica.

En caso que se utilicen métodos de fabricación especiales, el Supervisor deberá aprobar previamente los procedimientos de elaboración.

424.14 Transporte de la mezcla

La mezcla se transportara a la obra en volquetes, hasta que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con la luz natural. El trabajo en horas de la noche solo se permitirá bajo las condiciones mencionadas en el [Subsección 424.21](#).

Durante el transporte de la mezcla se deberán tomar las precauciones necesarias para reducir al mínimo las pérdidas de humedad, así como para prevenir la segregación de la mezcla.

Antes de abordar cualquier vía pavimentada, se deberán limpiar perfectamente las llantas de los vehículos destinados al transporte de la mezcla. Los vehículos de transporte de mezcla deberán mantener al día los permisos de tránsito y ambientales requeridos y sus cargas por eje y totales deberán encontrarse dentro de los límites fijados.

424.15 Esparcido de la mezcla

La mezcla densa en frío se esparcirá con la maquina pavimentadora, de modo que se cumpla con los alineamientos, anchos y espesores señalados en el Proyecto.

La extensión comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior de las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales y para conseguir la mayor continuidad en la operación de extendido, teniendo en cuenta el ancho y las pendientes de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas, con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. Por ningún motivo se permitirá el empleo de maquinas pavimentadoras que dejen marcas o depresiones en la superficie u otros defectos permanentes en ella.

Tampoco se permitirá la segregación de materiales, si ocurre, el esparcido de la mezcla deberá ser suspendida inmediatamente hasta que su causa sea determinada y corregida. Toda área segregada que no sea corregida antes de la compactación, deberá ser removida y reemplazada con material apropiado, a costo del Contratista, no siendo permitido el uso de herramientas manuales en los acabados de la capa extendida.

En el caso que la mezcla se elabore y extienda con la planta móvil, serán igualmente aplicables todas estas instrucciones.

En los sitios que a juicio del Supervisor no resulte posible el empleo de maquinas pavimentadoras o plantas móviles, en especial en trabajos de bacheo, la mezcla se podrá esparcir a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y se distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos, en una capa uniforme y de espesor tal que, una vez compactada, se ajuste al Proyecto dentro de las tolerancias establecidas en la presente especificación.

424.16 Compactación de la mezcla

La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el plan propuesto por el Contratista y aprobado por el Supervisor durante la ejecución del tramo de prueba.

La compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindro avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aceptada por el Supervisor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que apruebe el Supervisor, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada.

La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementará con el trabajo manual necesario. Se cuidará que

los elementos de compactación estén siempre limpios y, si es preciso, húmedos.

En los lugares inaccesibles a los equipos normales de compactación, el proceso se efectuará mediante maquinas de tamaño y diseño adecuado para la labor por realizar, aprobados por el Supervisor.

Cuando la mezcla tenga por objeto servir como capa de rodadura, la textura del pavimento terminado deberá ser uniforme y permitir una adecuada adherencia con las llantas de los vehículos en condición de superficie húmeda.

424.17 Juntas de trabajo

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada.

Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, se deberán cuidar, con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad, se les aplicará una capa uniforme y ligera de riego de liga, antes de colocar la mezcla nueva, dejándola curar suficientemente.

El borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se tratará como se ha indicado en el párrafo anterior. La nueva mezcla se extenderá contra la junta y se compactará y alisará con elementos adecuados, antes de permitir el paso sobre ella del equipo de compactación.

Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, se deberán cortar para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Supervisor lo considere necesario, se añadirá mezcla que, después de colocada y compactada con pisonos, se compactará mecánicamente.

Para el caso en que el pavimento este constituido por 2 capas superpuestas, las juntas transversales de una y otra capa guardarán una separación mínima de 5 m; y para el caso de las juntas longitudinales la separación mínima será de 15 cm.

424.18 Pavimento sobre puentes y viaductos

Las losas de los puentes y viaductos se pavimentarán con mezcla densa en frío de la calidad exigida para la capa de rodadura, previa la aplicación del riego de liga mencionado en la [Subsección 424.10](#), "Preparación de la superficie existente".

Durante la ejecución del riego y de la pavimentación, el Contratista deberá proteger con lonas, papel o similares, todas aquellas partes de los puentes y viaductos que puedan ser afectadas por el material bituminoso. El Contratista será responsable por todo daño que causen las operaciones de sus equipos y, en consecuencia, todos los trabajos de reparación y limpieza correrán de su cuenta.

424.19 Bacheos

Cuando la excavación sea de profundidad menor o igual a 15 cm, se rellenará en su totalidad con mezcla asfáltica en capas de espesor compactado comprendido entre 5 y 7.5 cm, hasta alcanzar la rasante existente.

Si la excavación es de profundidad mayor a 15 cm, tendrá que rellenarse con una primera capa de agregado, eligiendo alguno de los que se presentan en la [Sección 403](#), siendo ésta compactada, y posteriormente, proceder al relleno final con mezcla asfáltica según se describe en el párrafo anterior.

Estos espesores podrán variar si así lo establece el Proyecto o lo apruebe el Supervisor, en particular cuando se trate de labores de conservación y rehabilitación de pavimentos asfálticos antiguos con estructuras complejas.

Tanto la superficie que recibirá las capas asfálticas como las paredes de la excavación en contacto con ellas, deberán ser tratadas con un riego de liga, conforme a las instrucciones del Supervisor.

424.20 Apertura al tránsito

No se permitirá el tránsito público hasta que la mezcla compactada pueda soportar el paso de los vehículos sin que se produzcan desplazamientos. Durante las primeras 48 horas a partir de la apertura, se deberá limitar la velocidad a 20 km/h para impedir que sobre la capa se produzcan aceleraciones, frenadas o giros bruscos.

424.21 Limitaciones a la ejecución

No se permitirán la extensión y la compactación de mezclas densas en frío cuando la temperatura ambiental sea inferior a 6°C o haya precipitaciones pluviales. En caso que la mezcla sin compactar o compactada sea afectada por el agua de la lluvia y como resultado de ello se lave la emulsión, el Contratista deberá, a su costo, retirar la mezcla afectada y reconstruir el sector afectado, el mismo que deberá contar con aprobación del Supervisor.

Los trabajos de construcción de la mezcla asfáltica en frío se deberán realizar en condiciones de luz natural. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado o se deban evitar horas de alto tránsito público, el Supervisor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Contratista garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio.

424.22 Reparaciones

Se aplica lo establecido en la [Subsección 418.14.](#)

Aceptación de los trabajos

424.23 Criterios

a. Controles

Se aplica todo lo que sea pertinente de la [Subsección 415.07\(a\).](#)

b. Calidad de la emulsión

A la llegada de cada carrotanque con emulsión para mezcla densa en frío al sitio de los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor una certificación expedido por el fabricante, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo y velocidad de rotura, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones especificadas en la [Tabla 432-01.](#)

El Supervisor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de emulsión asfáltica que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Además, efectuara las verificaciones exigidas en las [Subsecciones 432.05](#) y [432.06.](#) En todos los casos, guardará una

muestra para ensayos posteriores de contraste, cuando el Contratista o el fabricante manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos.

c. Calidad del agua

Se aplicará lo establecido en la [Subsección 420.02\(c\)](#).

d. Calidad de los agregados pétreos y del filler mineral

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y a cada fracción de ellas se le deberán realizar los ensayos que sean pertinentes de aquellos que se encuentran indicados en la [Tabla 424-01](#).

Así mismo, para cada procedencia del filler mineral y para cualquier volumen previsto, se tomaran dos muestras y sobre ellas se determinará la densidad aparente.

Los resultados de estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en la [Subsección 415.02\(a\)](#), o se efectuará el rechazo de los materiales defectuosos.

Los materiales producidos deben ser acopiados y manipulados con los cuidados correspondientes a fin de evitar su contaminación con tierra vegetal, materia orgánica u otros, de ocurrir tal hecho, serán rechazados por el Supervisor.

Además, efectuará las verificaciones de calidad indicadas en las [Tablas 423-01](#) y [423-02](#) para los agregados grueso y fino.

Si existe incorporación independiente del filler mineral, sobre él se efectuaran las siguientes determinaciones:

- Densidad aparente (Norma de ensayo NLT 176/92), al menos 1 vez a la semana y siempre que cambie la procedencia del filler.
- Granulometría (Norma de ensayo MTC E 207), 1 prueba por suministro.

En ningún caso se permitirá el empleo de agregados o polvo mineral que no satisfagan los requisitos pertinentes de la [Subsección 424.03](#). En la eventualidad que alguna prueba dé lugar a un resultado insatisfactorio, se tomarán dos muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos de comprobación deberán ser

satisfactorios, en caso contrario el Supervisor rechazará la utilización del material.

e. Composición de la mezcla

1. Contenido de asfalto

Sobre 3 muestras de la mezcla elaborada, se determinará el contenido de asfalto residual.

El porcentaje de asfalto residual promedio del lote (ART %) tendrá una tolerancia del 0,3%, respecto del óptimo definido en la fórmula de trabajo (ARF %).

$$\text{ARF \%} - 0,3 \% \leq \text{ART \%} \leq \text{ARF \%} + 0,3 \%$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI%), no podrá diferir del valor promedio (ART%) en más de medio por ciento (0,5%), admitiéndose un solo valor fuera de ese intervalo.

$$\text{ART \%} - 0,5 \% \leq \text{ARI \%} \leq \text{ART \%} + 0,5 \%$$

Un porcentaje de asfalto residual promedio (ART %) fuera de tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del lote salvo que, en el caso de exceso del filler, el Contratista demuestre que no habrá problemas de comportamiento de la mezcla.

2. Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados según la norma de ensayo MTC E 503. Para cada ensayo individual, la curva granulométrica deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la Fórmula de Trabajo con las tolerancias que se indican en la [Tabla 424-05](#), pero sin permitir que la curva se salga de los límites de la franja.

Tabla 424-05**Tolerancias granulométricas de los agregados
para mezclas densas en frío**

TAMIZ	TOLERANCIA EN PUNTOS DE % SOBRE EL PESO SECO DE LOS AGREGADOS
4,75 mm (N.º 4) y mayores	± 4%
2,36 mm (N.º 8) 300 µm (N.º 50)	± 3%
75 µm (N.º 200)	± 1%

En caso de que los valores obtenidos incumplan estos requisitos, pero no salgan de la franja, el Contratista deberá preparar en el laboratorio una mezcla con la gradación defectuosa y el porcentaje de emulsión que dé lugar al contenido medio de asfalto residual de la mezcla elaborada con este agregado. Ella se someterá a todas las pruebas de valoración descritas en la [Subsección 424.09](#). Si los requisitos allí indicados no se cumplen en su totalidad, se rechazará el tramo.

f. Calidad de la mezcla**1. Resistencia**

Con un mínimo de 2 muestras por lote de la mezcla elaborada, se moldearán probetas (3 por muestra) para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo de inmersión-compresión (norma de ensayo MTC E 518). 3 de las probetas se curarán en seco y 3 bajo condición húmeda.

Tanto la resistencia media tras curado seco como tras curado húmedo de las probetas elaboradas, (R_m), deberá superar o al menos igualar al 90% de la respectiva resistencia de la mezcla definitiva de trabajo (R_t):

$$R_m \geq 0,9 R_t$$

Además, la resistencia de cada probeta (R_i) deberá ser igual o superior al 80% del valor medio de su respectivo grupo, admitiéndose solo un valor por debajo de ese límite:

$$R_i \geq 0,8 R_m$$

A su vez, la resistencia conservada promedio (R_{cm}) deberá ser, como mínimo, el 75 %, sin que al respecto se acepte ninguna tolerancia.

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se rechazara el lote representado por estas muestras.

El incumplimiento de este requisito en 2 lotes consecutivos, implicará la suspensión de los trabajos hasta que se estudie y apruebe una nueva Fórmula de Trabajo, que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en la [Subsección 424.09](#).

g. Calidad del trabajo terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del Proyecto y el borde de la capa construida, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en el proyecto o aprobada por el Supervisor. La cota de cualquier punto de la mezcla densa compactada en capas de base, intermedia o rodadura, no deberá variar en más de 10 mm de la proyectada.

Se considerará como "lote" que se aceptará o rechazará en bloque, la obra ejecutada por jornada de trabajo.

h. El Supervisor deberá efectuar las siguientes verificaciones:

1. Compactación

Se aplica lo indicado en la [Subsección 423.18\(g\)\(1\)](#)

2. Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, El Supervisor determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d):

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada muestra individual (e_i) deberá ser, cuando menos, igual al 90% del espesor de diseño (e_d).

$$e_i \geq 0,9 e_d$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del tramo.

3. Uniformidad de la Superficie

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal, al eje de la vía, que no existan variaciones superiores de 5 mm en capas de rodadura o 10 mm en capas de base o intermedias y bacheos. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor.

4. Resistencia al deslizamiento

Se aplica lo indicado en la [Subsección 423.18\(g\)\(4\)](#)

5. Regularidad superficial

Se aplica lo indicado en la [Subsección 423.18\(g\)\(5\)](#)

6. Medidas de deflexión

El Supervisor verificará la solidez de la estructura construida al nivel de la capa de mezcla densa en frío, realizando medidas de deflexión con la viga Benkelman, el FWD, o cualquier otro método debidamente aprobado por el Supervisor; de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 1002. Los resultados de las medidas, que se realizarán en tresbolillo cada 20 metros, no constituirán base para aceptación o rechazo de la capa construida, sino que servirán al Supervisor para verificar la homogeneidad de la estructura que se construye y realizar los ajustes que pudieran resultar necesarios al diseño estructural del pavimento.

Todas las áreas de mezcla densa en frío colocadas y compactadas, donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, así como aquellas en que se presente retención de agua en la superficie, deberán ser reconstruidas por el Contratista, a su costo, con la aprobación del Supervisor.

i. Construcción de capas de nivelación

Cuando la mezcla densa en frío se emplee en la construcción de capas de nivelación de un pavimento existente, deberá cumplir los mismos requisitos que se exigen cuando se coloca como capa de base, si su

espesor compacto es mayor o igual a 7.5 cm. En caso contrario, deberá cumplir los requisitos exigidos a la capa intermedia.

j. Correcciones por variaciones en el diseño o por causas no imputables al Contratista

Estos casos se ejecutarán de acuerdo a lo establecido en el Contrato y las presentes especificaciones técnicas o especificaciones especiales del Proyecto.

k. Manejo ambiental

El empleo de un pavimento asfáltico en la construcción de carreteras requiere un adecuado manejo ambiental, para ello se deberá tener en cuenta todo lo indicado en las [Subsecciones 05.06](#), [05.11](#) y [06.01](#)

Se debe disponer, si las condiciones así lo requieren, de un personal exclusivo para vigilar y evitar que personas ajenas a las obras ingresen a las zonas de obra.

Se debe dar la protección adecuada para evitar que se manche y dañe la infraestructura adyacente a la vía. Se debe proteger veredas, cursos de agua, jardines, áreas verdes naturales, zonas arqueológicas, etc.

Los controles de calidad de los materiales se efectuarán teniendo en cuenta la [Tabla 424-06](#) Ensayos y frecuencias.

Tabla 424-06
Ensayos y frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia (*)	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	250 m ³	Pista Dist. Agregado
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	250m ³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	250m ³	Cantera
	Abrasión	MTC E 207	1.000m ³	Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio	MTC E 209	1.000m ³	Cantera
	Adhesividad		1.000m ³	Cantera
Mezcla densa en frío	Contenido de asfalto	AASHTO T 164	1.000m ³	Pista previo a compactacion
	Granulometría	AASHTO T 30	1.000m ³	Pista previo a compactacion
	Densidad	AASHTO T 166 AASHTO T 209	1.000m ³	Pista compactada
Material Bituminoso	Según tipo de material. Ver 424.04		\sqrt{N} (1)	Tanque al llegar a obra

(*) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico – mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada Propiedad y/o Característica.

(1) N representa el número de tancadas de 30.000 l de material bituminoso requerido en la obra.

Medición

424.24

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla suministrada, colocada y compactada en obra, aprobada por Supervisor, de acuerdo con las especificaciones técnicas del Proyecto.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje de trabajo, por el ancho y espesor especificados en el Proyecto y aprobados por el Supervisor.

Pago

424.25

Se aplica lo descrito en la [Subsección 415.10.](#)

Partida de pago	Unidad de pago
424.A Pavimento de concreto asfáltico en frío (mezcla densa)	Metro cúbico (m ³)

424.26 Mezcla abierta en frío

Para los efectos de la presente Sección, las capas de mezcla abierta en frío se denominarán rodadura, intermedia y base, según la posición descendente que ocupen dentro de la estructura del pavimento.

Los documentos del proyecto establecerán los tipos y calidades de las capas asfálticas que componen la estructura. Si esta tiene solamente una capa asfáltica, ella será de rodadura; si tiene 2 capas asfálticas, serán rodadura e intermedia; y si tiene 3 o más capas asfálticas, la o las subyacentes a la intermedia recibirán el nombre de base.

Materiales

424.27 Agregados pétreos

Los agregados pétreos para la elaboración de una mezcla abierta en frío, deberán cumplir los requisitos de calidad establecidos para ellos en la [Subsección 415.2\(a\).](#)

Los agregados pétreos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración fisicoquímica apreciable bajo las condiciones más desfavorables que presumiblemente se puedan dar en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del pavimento, o contaminar corrientes de agua.

El Contratista, como responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos, deberá realizar todos los ensayos necesarios para

establecer la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar, independiente y complementariamente de los que taxativamente se exigen en estas especificaciones.

Los agregados deberán cumplir los requisitos de la [Tabla 424-08](#) y ajustarse a alguna de las gradaciones indicadas en la [Tabla 424-07](#).

Tabla 424-07

Gradaciones para mezclas abiertas en frío

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA			
NORMAL	ALTERNO	MAF-1	MAF-2	MAF-3	MAF-4
37,5 mm	1 1/2"	100			
25,0 mm	1"	95-100	100		
19,0 mm	3/4"	-	95-100	100	
12,5 mm	1/2"	25-65	-	95-100	
9,5 mm	3/8"	-	20-55	35-40	85-100
4,75 mm	N.º 4	0-10	0-10	-	-
2,36 mm	N.º 8	0-5	0-5	3-7	-
1,18 mm		-	-	-	0-5
75 µm	N.º 200	0-2	0-2	0-1	0-2

La gradación MAF-1 se empleará en la construcción de bacheos y de capas de espesor compacto superior a 7.5 cm, la MAF-2 para capas de espesor entre 4 cm y 7.5 cm y la MAF-3 se usará cuando el espesor de la capa compacta sea inferior a 4 cm.

Durante el proceso de compactación de la mezcla se deberá aplicar un sello de arena para evitar la adhesión de las llantas de los vehículos, debido a la presencia de fluidificantes en la emulsión asfáltica. La arena será natural, proveniente de trituración o una mezcla de ambas; estará exenta de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras materias objetables.

Tabla 424-08
Requisitos de los agregados pétreos para mezclas abiertas en frío

		Ensayo	Requerimiento		
			Bajo tránsito	Tránsito medio	Alto tránsito
Desgaste de los Ángeles		MTC E 207	25% máx. (rodadura) 25% máx. (intermedia)	25% máx. (rodadura) 35% máx. (intermedia)	25% máx. (rodadura) 35% máx. (intermedia)
Desgaste Micro-Deval		ASTM D 7428		25% máx. (rodadura) 30% máx. (intermedia)	20% máx. (rodadura) 25% máx. (intermedia)
10% de fino (KN)	Seco				110 min. (rodadura) 90 min. (intermedia)
	Relación Húmedo/seco				75 % máx. (rodadura e intermedia)
Pérdidas en ensayos de solidez	Sulfato de sodio	MTC E 209	12% máx.	12% máx.	12% máx.
	Sulfato de magnesio		18% máx.	18% máx.	18% máx.
Partículas fracturadas mecánicamente (agregado grueso) % mínimo 1cara/2caras		MTC E 210	75/- (rodadura) 60/- (intermedia)	75/60 (rodadura) 75/- (intermedia)	85/70 (rodadura) 75/- (intermedia)
Angularidad (Agregado fino)		ASTM D 1252			
Coeficiente de pulimento acelerado		UNE 146130	0,45 min. (rodadura)	0,45 min. (rodadura)	0,45 mín. (rodadura)
Partículas planas y alargadas		MTC E 221	10% máx.	10% máx.	10% máx.
Equivalente de arena		MTC E 114			
Contenido de impurezas (Agregado grueso)		UNE 14613	0,5 % máx.	0,5 % máx.	0,5 % máx.
Adhesividad Stripping		MTC E 517	95% min.	95% min.	95% min.

424.28 Material bituminoso

El material bituminoso para elaborar la mezcla abierta en frío será una emulsión asfáltica catiónica de rotura media, de las indicadas en la [Tabla 415-04](#) y que sea compatible con los agregados pétreos por emplear.

424.29 Aditivos mejoradores de adherencia entre los agregados y el asfalto

Cuando se requieran, deberán ajustarse a lo descrito en la [Sección 430](#).

Equipo

424.30

Al respecto, rigen las condiciones generales que se indican en el [Subsección 415.03](#), así como lo descrito en la [Subsección 424.07](#), con la salvedad que las mezclas abiertas en frío normalmente no requieren la adición de agua y, en consecuencia, los depósitos y dispositivos para la aplicación de agua en la planta pueden no ser necesarios.

Como equipo accesorio se requiere, además, un esparcidor mecánico o volquete desde el cual se pueda repartir arena manualmente sobre la superficie con ayuda de palas.

Requerimientos de construcción

424.31 Explotación de los materiales y elaboración de los agregados

Rige lo indicado en la [Subsección 415.04](#).

424.32 Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.

Se aplica al respecto, todo lo que resulte pertinente de la [Subsección 415.05](#)

Los contenidos de los agregados y del material bituminoso, se deberán determinar teniendo en consideración las características de los mismos. Se hará, ante todo, una determinación del contenido óptimo teórico del material bituminoso, utilizando métodos basados en la superficie específica de los agregados; y luego, con proporciones variables del material bituminoso por encima y por debajo de este óptimo teórico, se elaborarán mezclas para someterlas al ensayo de cubrimiento y desplazamiento, según la norma MTC E 517, cuyos resultados permitirán definir la proporción de emulsión en relación con el peso de los agregados secos.

La mezcla abierta en frío no se podrá fabricar a escala industrial, mientras el Supervisor no haya aprobado la fórmula de trabajo y realizado las verificaciones correspondientes en la ejecución del Tramo de Prueba. Igualmente, si durante la ejecución de las obras varía la procedencia de alguno de los componentes de la mezcla o se rebasan de manera frecuente las tolerancias granulométricas establecidas en esta Sección, se requerirá el estudio de una nueva fórmula de trabajo.

424.33 Preparación de la superficie existente

Al respecto, resulta aplicable lo descrito para las mezclas densas en frío en la [Subsección 424.10](#)

424.34 Tramo de pruebas

Rige lo que sea aplicable de la [Subsección 415.06](#).

424.35 Suministro de los agregados y elaboración de la mezcla

Se aplica el procedimiento descrito para las mezclas densas en frío en las [Subsecciones 424.12](#) y [424.01](#), modificado este último en el hecho de que la incorporación de agua de preenvuelta en el mezclador no suele ser necesaria.

424.36 Transporte de la mezcla

La mezcla se transportara a la obra en volquetes, hasta que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con la luz natural. El trabajo en horas de la noche solo se permitirá bajo las condiciones mencionadas en el [Subsección 424.21](#).

Durante el transporte de la mezcla se deberán tomar las precauciones necesarias para reducir al mínimo las pérdidas de los solventes volátiles de la emulsión.

424.37 Reparaciones

Rige lo que resulte aplicable de la [Subsección 424.22](#).

Aceptación de los trabajos

424.38 Criterios

a. Controles

Se aplica todo lo que sea pertinente de la [Subsección 415.07\(a\)](#).

b. Calidad de la emulsión

Al respecto, son aplicables las exigencias incluidas en la [Subsección 424.23\(b\)](#) de las presentes especificaciones, con la salvedad de la diferencia en el tipo de emulsión, por cuanto la mezcla abierta en frío se elabora con una emulsión de rotura media.

c. Calidad de los agregados pétreos

En relación con los agregados pétreos, resultan aplicables las exigencias de la [Subsección 424.23\(d\)](#), con las siguientes modificaciones:

- No es necesario determinar la plasticidad, el equivalente de arena de los agregados, el valor de azul de metileno, ni la angularidad del agregado fino.
- Durante la etapa de tramo de pruebas y al menos una vez a la semana durante la etapa de producción, se deberá efectuar la prueba de adhesividad, según la norma de ensayo MTC E 517.

d. Composición de la mezcla

A la salida del mezclador o del silo de almacenamiento, sobre cada vehículo de transporte, el Supervisor controlará la homogeneidad de la mezcla. Rechazará las mezclas segregadas, así como aquella cuya envuelta no sea homogénea.

Cuantitativamente, realizará los siguientes controles:

1. Contenido de asfalto

Sobre 5 muestras de la mezcla elaborada, se determinará el contenido de asfalto residual.

El porcentaje de asfalto residual promedio (ART%) tendrá una tolerancia de 0,3%, respecto del establecido en la fórmula de trabajo (ARF%).

$$\text{ARF \%} - 0,3 \% \leq \text{ART \%} \leq \text{ARF \%} + 0,3 \%$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de una muestra individual (ARI%), no podrá diferir del valor promedio (ART%) en más de 0,5%, admitiéndose un solo valor por fuera de este intervalo.

$$\text{ART \%} - 0,5 \% \leq \text{ARI \%} \leq \text{ART \%} + 0,5 \%$$

Un porcentaje de asfalto residual promedio (ART%) fuera de tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del lote, salvo que, en el caso de exceso del material bituminoso, el Contratista demuestre que no habrá problemas de comportamiento de la mezcla.

2. Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados.

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican en la [Tabla 424-09](#).

Tabla 424-09

**Tolerancias granulométricas de los agregados
para mezclas abiertas en frío**

TAMIZ	TOLERANCIA EN PUNTOS DE % SOBRE EL PESO SECO DE LOS AGREGADOS
4,75 mm (N.º 4) y mayores	± 4%
Menores que 4,75 mm (N.º 4)	± 3%

e. Calidad del trabajo terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, excluidos sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en el Proyecto y aprobada

por el Supervisor. La cota de cualquier punto de la mezcla abierta en frío compactada en capas de rodadura o intermedia no deberá variar en más de 10 mm de la proyectada.

Se considerará como "lote" que se aceptará o rechazará en bloque, la obra ejecutada por jornada de trabajo.

f. El Supervisor deberá efectuar las siguientes verificaciones:

1. Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, El supervisor determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d):

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada muestra individual (e_i) deberá ser, cuando menos, igual al 80% del espesor de diseño (e_d).

$$e_i \geq 0,8 e_d$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del tramo.

2. Uniformidad de la Superficie

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal, al eje de la vía, que no existan variaciones superiores de 5 mm en capas de rodadura o 10 mm en capas de base o intermedias y bacheos. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor.

3. Textura

Las medidas de textura se realizarán antes de la puesta en servicio de la capa y se harán únicamente sobre mezclas compactadas como capa de rodadura, empleando el método descrito en la norma de ensayo MTC E 1005.

El número mínimo de puntos a controlar por lote será de 3, que se ampliarán a 5 si la textura obtenida en uno de los 3 primeros es inferior a la especificada.

La ubicación de los puntos de medida se realizará de acuerdo al Anexo N.º 1 "Proceso aleatorio para seleccionar la ubicación de puntos de muestreo al azar".

La profundidad media de textura deberá ser, cuando menos, igual a 1,0 mm, sin que ningún valor individual sea inferior a 0,8 mm y sin que existan áreas con evidencias de segregación.

Si este requisito no se cumple, la capa de mezcla abierta en frío correspondiente al tramo controlado, deberá ser levantada mediante fresado y reconstruida a costo del Contratista, con la aprobación del Supervisor.

4. Resistencia al deslizamiento

En relación con este parámetro, son aplicables los criterios en la [Subsección 424.23\(h\)\(4\)](#).

5. Regularidad superficial o rugosidad

Para mezclas abiertas en frío que hagan las veces de capa de rodadura, se aplicarán las exigencias de la [Subsección 424.23\(h\)\(5\)](#).

6. Medidas de deflexión

El Supervisor verificara la solidez de la estructura construida al nivel de la capa de mezcla densa en frío, realizando medidas de deflexión con la viga Benkelman, el FWD, o cualquier otro método debidamente aprobado por el Supervisor; de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 1002. Los resultados de las medidas, que se realizarán en tresbolillo cada 20 metros, no constituirán base para aceptación o rechazo de la capa construida, sino que servirán al Supervisor para verificar la homogeneidad de la estructura que se construye y realizar los ajustes que pudieran resultar necesarios al diseño estructural del pavimento.

Todas las áreas de mezcla densa en frío colocada y compactada, donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, así como aquellas en que se presente retención de agua

en la superficie, deberán ser reconstruidas a su costo por el Contratista, con la aprobación del Supervisor.

g. Construcción de capas de nivelación

Cuando una mezcla abierta en frío se emplee como capa de nivelación de un pavimento existente, deberá cumplir con los mismos requisitos que se exigen cuando se coloca como capa intermedia.

h. Correcciones por variaciones en el diseño o por causas no imputables al Contratista

Estos casos se ejecutarán de acuerdo a lo establecido en el Contrato y las presentes especificaciones técnicas o especificaciones especiales del Proyecto.

Los controles de calidad de los materiales se efectuarán teniendo en cuenta la [Tabla 424-10](#) Ensayos y frecuencias.

Tabla 424-10
Ensayos y frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia (*)	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	250 m ³	Pista Dist. Agregado
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	250m ³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	250m ³	Cantera
	Abrasión	MTC E 207	1.000m ³	Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio	MTC E 209	1.000m ³	Cantera
	Adhesividad		1.000m ³	Cantera
Mezcla abierta en frío	Contenido de asfalto residual	AASHTO T 164	1.000m ³	Pista previo a compactacion
Material Bituminoso	Según tipo de material. Ver 424.28		\sqrt{N} (1)	Tanque al llegar a obra

(*) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada Propiedad y/o Característica.

(1) N representa el número de tancadas de 30.000 l de material bituminoso requerido en la obra.



Medición

424.39

Según lo indicado en la [Subsección 424.24.](#)

Pago

424.40

Según lo indicado en la [Subsección 424.25.](#)

Partida de pago	Unidad de pago
424.B Pavimento de concreto asfáltico en frío (mezcla abierta)	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 425

MICROPAVIMENTO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 425

Micropavimento

Descripción

425.01

Este trabajo consiste en la colocación de una mezcla de emulsión asfáltica modificado con polímeros y agregados pétreos, sobre la superficie de una vía, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

425.02

Los materiales a usar para la ejecución de este trabajo será:

a. Agregados pétreos y polvo mineral

Los agregados pétreos deberán ser limpios, angulares, durables y bien gradados. Deberán gradarse en zonas habilitadas especialmente para este efecto, y de manera que no se produzca contaminación ni segregación de los agregados pétreos. Los acopios se ubicarán en superficies limpias, planas y niveladas. Se debe retirar cualquier fuente de materia extraña que pueda contaminar el material como vegetación, rocas, etc. Además, el área debe tener un drenaje adecuado para evitar acumulación de agua en el acopio.

Los agregados para los micropavimentos en frío, deberán provenir de la trituración de roca y deberán cumplir con los requisitos de la [Tabla 425-01](#). El tipo de granulometría y número de capas a utilizar será el establecido en el Proyecto.

Se entenderá por agregados pétreos limpios, aquellos agregados pétreos libres de materia orgánica, arcilla o materias extrañas. En caso necesario el Supervisor podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otro método aprobado por éste.

Los agregados pétreos y el polvo mineral para la construcción de micropavimentos en frío deberán cumplir los requisitos de calidad exigidos en la [Tabla 425-02](#).

Tabla 425-01

Granulometría de los agregados pétreos para micropavimentos en frío

Tamices		Bandas granulométricas			
		Porcentaje en peso que pasa, %			
(mm)	(ASTM)	Tipo M-I	Tipo M-II	Tipo M-III	Tipo M-IV
12,5	(1/2")				100
10,0	(3/8")		100	100	85-98
5,0	(N.º 4)	100	85-95	70-90	62-80
2,5	(N.º 8)	85-95	62-80	45-70	41-61
1,25	(N.º 16)	60-80	45-65	28-50	28-46
0,63	(N.º 30)	40-60	30-50	18-34	18-34
0,315	(N.º 50)	25-42	18-35	12-25	11-23
0,16	(N.º 100)	15-30	10-24	7-17	6-15
0,08	(N.º 200)	10-20	5-15	5-11	4-9

Tabla 425-02

Requerimientos de los agregados pétreos para micropavimentos en frío

Ensayo	Norma	Exigencia
Partículas fracturadas	MTC E 210	100%
Durabilidad al Sulfato de sodio	MTC E 209	Máx. 12%
Desgaste de Los Ángeles	MTC E 207	Máx. 25%
Equivalente de Arena	MTC E 114	Mín. 60%
Azul de metileno	AASHTO TP 57	Máx. 8
Adherencia Riedel-Weber	MTC E 220	Mín 4*
Adherencia Método Estático	ASTM D 1664	Mín. 95%

*Grado inicial de desprendimiento

Las tolerancias para conformar la banda de trabajo se indican en [Tabla 425-03](#).

Tabla 425-03
**Agregados pétreos para micropavimentos en frío - Tolerancias
para banda de trabajo**

Tamices		Tolerancia (%)
(mm)	(ASTM)	
5,0	(N.º 4)	± 5
2,5	(N.º 8)	± 5
1,25	(N.º 16)	± 5
0,63	(N.º 30)	± 5
0,315	(N.º 50)	± 4
0,16	(N.º 100)	± 3
0,08	(N.º 200)	± 2

Si se quiere adicionar filler de aportación, éste deberá estar constituido por polvo mineral fino, tal como cemento hidráulico, cal u otro material inerte de origen calizo, libre de materia orgánica y partículas de arcilla, que cumpla con la banda granulométrica establecida en la [Tabla 425-04](#).

Tabla 425-04
Granulometría de filler

Tamices		% Que pasa en peso
(mm)	(ASTM)	
0,630	(N.º 30)	100
0,315	(N.º 50)	95-100
0,080	(N.º 200)	70-100

b. Material bituminoso

El material bituminoso a emplear será emulsión asfáltica modificada con polímeros que cumplan lo establecido en la [Tabla 425-05](#). El tipo de asfalto a emplear será el indicado en el Proyecto, basándose principalmente en el tipo de agregado pétreo, trazo del camino, características del tránsito y condiciones climatológicas locales.

Tabla 425-05**Requerimientos para las emulsiones modificadas con polímeros**

Ensayo	Norma	Exigencia
Viscosidad Saybolt Furol (25°C) (sSf)	MTC E 403	20-100
Sedimentación (7 días)	MTC E 404	5% máx.
Prueba de Tamiz	MTC E 405	0,1% máx.
Carga de partícula	MTE C 407	Positiva/Negativa
Determinación del residuo asfáltico	MTC E 411	62% mín.
Prueba sobre el Residuo de Evaporación		
Penetración, 25°C. 100 g. 5 s, 0,1 mm	MTC E 304	50*-90* 100-150
Ductilidad 5°C	MTC E 306	≥ 10 cm
Índice de Fraass	MTC E 311	-17°C máx.
Recuperación elástica, 25°C, 20 cm, 1h	ASTM D6084	30% mín.

* En función a las condiciones climáticas del proyecto se definirá uno de los grados indicados (50-90 ó 100-150)

c. Agua

Se aplica lo indicado en la [Subsección 420.02\(c\)](#).

Equipo**425.03**

La mezcla deberá prepararse en un equipo mezclador móvil de tipo continuo con sistema central computarizado, que deberá disponer de tanques separados para el agua y la emulsión, provistos de bombas de alimentación. Deberá ser capaz de suministrar las proporciones adecuadas de los diversos materiales a la unidad mezcladora y de descargar en flujo igualmente continuo.

El equipo debe disponer de instalaciones adecuadas para incorporar aditivos.

No se deberá colocar ninguna mezcla cuya emulsión hubiese "roto" antes de las operaciones de extendido, ni cuando hubiese demoras de más de 30 minutos entre la preparación de la mezcla y su colocación. Las mezclas deberán ser homogéneas y uniformes, para lo cual, el Contratista deberá

disponer del número de unidades mezcladoras suficientes para asegurar una operación continua e ininterrumpida.

Los micropavimentos deberán colocarse mediante un vehículo con una caja esparcidora incorporada capaz de cubrir el ancho de una pista. La caja esparcidora deberá estar equipada con deflectores y enrasadores ajustables, que permitan ser adaptados a las secciones con peraltes o bombeo, asegurando una aplicación uniforme.

En la caja esparcidora se exigirá un repartidor con elemento helicoidal. El mezclador dispondrá de un sistema de revoltura adecuado para lograr una mezcla homogénea. El mezclador será del tipo paleta para realizar una revoltura adecuada y lograr una mezcla homogénea.

La goma trasera flexible estará destinada a enrasar, para lo cual deberá ser ajustable y quedar en contacto preciso con el pavimento, de modo que resulte una capa selladora del espesor especificado.

Requerimientos de construcción

425.04 Explotación de los materiales y elaboración de los agregados

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del Supervisor, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de cada especificación.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes. Si el Contratista no cumple con estos requerimientos, el Supervisor exigirá los cambios que considere necesarios.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán ejecutar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá efectuarlos en la vía.

Siempre que las condiciones lo permitan, los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la vegetación nativa. Al concluirse los

trabajos en las canteras temporales, el Contratista remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas, así como de la recuperación ambiental de las áreas afectadas de acuerdo al Plan de Manejo Ambiental y debiendo cumplir en lo que corresponda lo indicado en la [Subsección 05.06](#).

425.05 Diseño del micropavimento y obtención de la fórmula de trabajo

El micropavimento deberá dosificarse por el método de abrasión en pista húmeda que describe las normas de ensayo MTC E 417 e ISSA TB 100, con el que se determinará el contenido mínimo de asfalto de la mezcla. Habrá que considerar una pérdida máxima de 538 g/m².

Mediante el ensayo del cohesiómetro desarrollado en las normas de ensayo MTC E 419 e ISSA TB 139 se determinarán las características de rompimiento y curado de las mezclas para micropavimentos.

La compatibilidad de los finos como elemento cohesivo en mezclas asfálticas de alto rendimiento, como son los micropavimentos, se determinará mediante los ensayos de Schulze Breuer Ruck para clasificación de agregados y compatibilidad de finos-bitumen, según desarrollan las normas de ensayo ASTM D 6372 e ISSA TB 144.

La tolerancia en el diseño del micropavimento será de:

± 2,0 puntos porcentuales para el agua

± 0,5 puntos porcentuales para la emulsión

Para condiciones extremas de carga, tales como tránsito pesado, cargas lentas, curvas cerradas (radios de curvatura inferiores a 100 m) o en pendientes superiores a 10%, se deberá verificar el diseño según la norma de ensayo de la rueda cargada (MTC E 418, ISSA TB 109), en el cual el máximo de la arena adherida según lo establecido por la International Slurry Surfacing Association (ISSA) será 538 gr/m², según lo indicado en la [Tabla 425-06](#).

La dosificación del micropavimento en frío deberá cumplir con los requisitos establecidos en la [Tabla 425-07](#).

Tabla 425-06

Cantidad máxima de arena adherida para verificar el diseño de micropavimentos según la rueda cargada.

Vehículos /día	Máxima adhesión de arena (g/m ²)
0 a 500	750
500 a 1.500	650
1.500 a más de 3.000	538

Tabla 425-07

Requerimientos para el diseño de micropavimentos en frío.

Ensayo	Norma	Exigencia
Consistencia	ASTM D 3910 ISSA TB-106	2-3 cm
Cohesión húmeda (30 minutos)	ISSA TB-139	12 kg-cm mín.
Cohesión húmeda (60 minutos)	ISSA TB-139	20 kg-cm mín.
Desprendimiento	ISSA TB-114	10% max.
Abrasión húmeda (1 hora)	ISSA TB 109 MTC E 417	538 g/m ² máx.
Abrasión húmeda (6 días)	ISSA TB 109 MTC E 417	807 g/m ² máx.
Rueda Cargada	ISSA TB-109 MTC E418	538 g/m ² máx.
Desplazamiento Lateral	ISSA TB-147	5% máx.
Tiempo de Mezclado (25 °C)	ISSA TB-113	120 s mín. controlable

La dosificación deberá comprobarse mediante la construcción de un tramo de prueba, en un lugar autorizado por el Supervisor

425.06 Preparación de la superficie existente

Antes de proceder a la aplicación de los micropavimentos, la superficie se limpiará de polvo, barro seco o cualquier material suelto que pueda ser perjudicial, utilizando barredoras mecánicas o máquinas sopladoras.

Solo se permitirá el uso de escobas manuales en lugares inaccesibles a los equipos mecánicos, los que deberán ser aprobados por el Supervisor.

Si la superficie sobre la cual se va a aplicar el micropavimento corresponde a un pavimento asfáltico, se deberá eliminar mediante fresado todos los excesos de material bituminoso que puedan existir y se repararán todos los desperfectos que puedan impedir una correcta adherencia.

425.07 Tramo de prueba

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.06](#).

425.08 Esparcido de la mezcla

Cuando se deba mantener el tránsito, los micropavimentos en frío se esparcirán por media calzada, no pudiéndose iniciar los trabajos en la otra mitad, hasta que no haya sido entregada al tránsito la primera. El Contratista deberá proveer los medios necesarios para controlar el tránsito de la vía.

Los micropavimentos en frío deberán colocarse por capas según lo establecido en el Proyecto. Cuando se coloque más de una capa, se deberá esperar a la rotura de la emulsión de la capa precedente.

425.09 Compactación

Cuando se especifique compactación, esta deberá efectuarse con rodillo neumático autopropulsado. La compactación deberá comenzar solo cuando la rotura de la emulsión del micropavimento permita el paso de los rodillos sin que se adhiera a las ruedas.

425.10 Limitaciones climatológicas

No deberá colocarse micropavimento cuando la temperatura ambiental o de la superficie a tratar sean inferiores a 6°C, o en presencia de precipitaciones pluviales.

425.11 Apertura al tránsito

La superficie tratada podrá ser entregada al tránsito una vez que la mezcla haya "roto" y no se deforme con el paso de los vehículos.

425.12 Reparaciones

Se aplica lo establecido en la [Subsección 418.14](#).

Aceptación de los trabajos

425.13 Criterios

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

a. Controles

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.07\(a\)](#) además de cumplir con todos los requisitos de calidad exigidos para los materiales en la [Subsección 425.01](#).

b. Calidad de la emulsión

La calidad de emulsión deberá ser sustentada para cada tanque de transporte, por un certificado de calidad del fabricante según lo especificado en la [Tabla 425-05](#). Además dicha emulsión deberá cumplir con todos los requisitos de calidad y criterios de control que se indican en la [Subsección 416.09\(b\)](#).

c. Calidad del agua

Se aplica lo indicado en la [Subsección 420.02\(c\)](#).

d. Calidad de los agregados pétreos y el polvo mineral

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según norma MTC E 207.
- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de magnesio, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 209.
- El equivalente de arena, según norma de ensayo MTC E 114.
- La plasticidad, en acuerdo a las normas MTC E 111.
- Sales Solubles Totales MTC E 219.

Así mismo, para cada procedencia del polvo mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y sobre ellas se determinarán:

- La densidad aparente (ASTM C 110).
- El coeficiente de emulsibilidad (NLT 180).
- Azul de metileno (AASHTO TP 57).

Los resultados de todas estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en las presentes especificaciones, bajo sanción del rechazo de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, el Contratista está obligado a que los materiales pétreos utilizados cumplan con las especificaciones del Proyecto, debiendo el Supervisor efectuar las verificaciones correspondientes disponiendo el retiro de los agregados que presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al especificado.

Además, efectuará las siguientes verificaciones:

- Granulometría de los agregados (MTC E 204), una vez por jornada de trabajo.
- Plasticidad de la fracción fina (MTC E 110), una vez cada 150 m³.
- Equivalente de arena (MTC E 114), una vez cada 150 m³.
- Adhesividad, una vez cada 1.000 m³.
- Desgaste Los Ángeles (MTC E 207) y la solidez (MTC E 209), al menos una vez cada 1.000 m³.

Tabla 425-08

Ensayos y Frecuencia

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Agregados	Granulometría	MTC E 204	150 m ³	Pista
	Pérdida en Sulfato de Na o Mg	MTC E 209	1.000 m ³	Cantera
	Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	1.000 m ³	Cantera
	Azul de metileno	AASHTO TP 57	1.000 m ³	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	150 m ³	Cantera
Material Bituminoso	Según tipo de material (Ver Subsección 425.01(b))		\sqrt{N} (1)	Tanques al llegar a obra

(1) N representa el número de tancadas de 30,000 L de material bituminoso requerido en la obra.

Sobre el polvo mineral se efectuarán pruebas de densidad aparente y coeficiente de emulsibilidad a razón de una vez por semana, como mínimo.

e. Composición y resistencia del mortero

1. Contenido de asfalto

Para efectos del control se considerará como lote el mortero extendido en cada jornada de trabajo, de la cual el Supervisor extraerá un mínimo de cinco muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, de un peso aproximado de 2 kg. cada una, las cuales empleará en la determinación del contenido de asfalto (MTC E 502) y la granulometría de los agregados (MTC E 503).

El contenido medio de asfalto residual del tramo construido en la jornada de trabajo (ART%) no deberá diferir del contenido de asfalto establecido en la fórmula de trabajo (ARF%) en más del 0,5%.

$$ARF \% - 0,5\% \leq ART \% \leq ARF \% + 0,5\%$$

A su vez, sólo se admitirá un valor de contenido de asfalto residual de muestra individual (ARI%) que supere en 1,0% el valor medio del tramo.

$$ART \% - 1,0\% \leq ARI \% \leq ART \% + 1,0\%$$

Si alguno de estos requisitos se incumple, El Supervisor rechazará el tramo construido durante la jornada de trabajo.

2. Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados. Para cada ensayo individual, la curva granulométrica deberá encajar dentro de la franja adoptada.

3. Resistencia

Por cada jornada de trabajo se extraerán 3 muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, con las cuales se elaborarán especímenes para los ensayos de abrasión en pista húmeda (MTC E 417) y absorción de arena en la máquina de rueda cargada.

Si el desgaste medio (dm) o la absorción media de arena (Am), superan los valores definidos en la fórmula de trabajo (dt) y (At) en más del 10%, el Supervisor rechazará el tramo construido durante la jornada de trabajo.

$$d_m \leq 1,1 d_t$$

$$A_m \leq 1,1 A_t$$

f. Calidad del trabajo terminado

El pavimento terminado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto. La distancia entre el eje del proyecto y el borde del pavimento tratado con mortero asfáltico no deberá ser, en ningún punto, inferior a la señalada en el Proyecto.

g. Durante cada jornada de trabajo, además el Supervisor efectuará los siguientes controles:

1. Tasa de aplicación

En sitios ubicados al azar, se efectuarán como mínimo 3 determinaciones diarias de la tasa de aplicación del mortero sobre la superficie. La tasa media de aplicación (TMA), en kg/m^2 , no podrá variar en más del 10% de la autorizada como resultado del tramo de prueba (Tasa Media Especificada-TME), en caso contrario será rechazado por el Supervisor el tramo construido durante la jornada de trabajo.

$$0,90 \text{ TME} \leq \text{TMA} \leq 1,10 \text{ TME}$$

2. Textura

Por jornada de trabajo deberán efectuarse, como mínimo 2 pruebas de resistencia al deslizamiento (MTC E 1004) y 2 de profundidad de textura con el Método del Círculo de Arena (MTC E 1005). En relación con la primera, ningún valor individual podrá presentar un valor inferior a 0,45, y respecto de la segunda, el promedio de las 2 lecturas deberá ser cuando menos igual a 0,6 mm, sin que ninguno de los 2 valores (PTI) sea inferior en más del 10% al promedio mínimo exigido.

$$\text{PTI} \geq 0,54 \text{ mm}$$

3. Rugosidad

La rugosidad, medida en unidades IRI, no podrá ser superior a 2,5 m/km, salvo que las especificaciones particulares establezcan un límite diferente.

Esta exigencia no se aplicará cuando el micropavimento se construya sobre un pavimento existente. En este caso el Proyecto deberá indicar el nivel de rugosidad aceptable.

Todas las áreas donde no se cumplan lo especificado, deberán ser reconstruidos por el Contratista, a su costo y riesgo, y aprobado por el Supervisor

Para la medición de rugosidad se seguirá lo especificado en la [Subsección 423.18\(f\) \(5\)](#).

Medición

425.14

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.08](#).

Pago

425.15

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.09](#).

Partida de pago	Unidad de pago
425.A Micropavimentos	Metro cuadrado (m ²)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 426

CEMENTO ASFÁLTICO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 426

Cemento asfáltico

Descripción

426.01

El cemento asfáltico es un material bituminoso aglomerante, de consistencia sólida, utilizado para la fabricación de mezclas asfálticas en caliente.

Materiales

426.02 Material bituminoso

El material por suministrar será cemento asfáltico clasificado por viscosidad o por grado de penetración de acuerdo con las características del proyecto y que cumpla los requisitos de calidad establecidos en la [Subsección 415.02\(b\)](#).

Los materiales por suministrar generan emisiones debido al proceso de calentamiento, por lo que se recomienda ubicar los tanques que contienen dichos elementos en zonas alejadas de centros urbanos o asentamientos humanos. En caso de que los materiales sean vertidos accidentalmente, deberán recogerse incluyendo el suelo contaminado y colocarlos en las áreas de disposición de desechos que hayan sido aprobados por el Supervisor.

Equipo

426.03

En adición a las consideraciones generales de la [Sección](#) que resulten aplicables, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

a. Vehículos de transporte

El transporte del cemento asfáltico desde la planta de producción a la planta mezcladora, deberá efectuarse en caliente y a granel, en carros termotanques con adecuados sistemas de calefacción y termómetros ubicados en sitios visibles.

Deberán estar dotados, además, de los medios mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento.

Antes de cargar los termotanques se debe examinar el contenido y remover todo el remanente de transportes anteriores que puedan contaminar el material. Las válvulas de abastecimiento deben llevar un precinto de seguridad del proveedor.

b. Depósitos de almacenamiento

El almacenamiento que requiera el cemento asfáltico, antes de su uso, se realizará en tanques con dispositivos de calentamiento que permitan mantener la temperatura necesaria del asfalto para su mezcla con los agregados. Los tanques de almacenamiento deben ser destinados para un determinado tipo de producto asfáltico, que debe estar identificado con una inscripción en el tanque que así lo indique.

c. Protección al personal

Es necesario dotar con elementos de seguridad al personal de obra tales como máscaras de protección de gases, cascos, guantes, y otros que se crean pertinentes, a fin de evitar sean afectados por la emisión de gases tóxicos así como por las probables quemaduras que pueda ocurrir al realizar estas actividades.

d. Elementos de seguridad

Se debe disponer para el personal de obra un botiquín, y un extintor de manera tal que pueda ser accesible y utilizado de manera fácil. Por otro lado, el Contratista debe proteger los cruces de los tanques con los cuerpos de agua y colocar barreras que impidan la contaminación del drenaje natural.

Incorporación del producto

426.04

El Contratista suministrará el cemento asfáltico cumpliendo las disposiciones legales al respecto, en especial las referentes a las dimensiones y pesos de los vehículos de transporte y al control de la contaminación ambiental.

El empleo del cemento asfáltico en la elaboración de mezclas asfálticas se hará conforme lo establece la Sección correspondiente a la partida de trabajo de la cual formará parte.

Aceptación del producto

426.05 Criterios

a. Controles

El Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Exigir un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que el producto cumple las condiciones especificadas en la [Subsección 415.02\(b\)](#).
- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento.
- Verificar que durante el vaciado de los termotanques no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar la calidad del producto y la seguridad de las personas.
- Tomar muestras para los ensayos que exige la [Subsección 423.18 \(b\)](#) y efectuar las respectivas pruebas.
- Verificar que el calentamiento del asfalto, antes de su mezcla con los agregados pétreos, impida la oxidación prematura del producto y se ajuste a las exigencias de la partida en ejecución.
- No permitir que el nivel de asfalto descienda por debajo de la superficie calentadora de los serpentines o elementos térmicos para evitar su oxidación.

Medición

426.06

La unidad de medida del cemento asfáltico será el kilogramo (kg), aproximado al kilogramo completo, incorporado en la mezcla en caliente, aprobada por el Supervisor.

Pago

426.07

El pago del cemento asfáltico no se pagará en forma independiente, será incluido en el precio unitario de la partida correspondiente.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 427

EMULSIÓN ASFÁLTICA



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 427

Emulsión asfáltica

Descripción

427.01

Es un producto bituminoso compuesto por cemento asfáltico, emulsificante y agua, que al ponerse en contacto con el material pétreo produce un desequilibrio que ocasiona su rotura, llevando las partículas del asfalto a adherirse a la superficie del material pétreo, que pueden ser utilizados en riegos de imprimación y liga, sellos de arena-asfalto, tratamientos superficiales y morteros asfálticos.

Materiales

427.02 Material bituminoso

El material bituminoso por suministrar será una emulsión asfáltica catiónica, cuyo tipo y características de rotura dependerán de la partida de la que vaya a formar parte.

Deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en la [Subsección 415.02\(c\)](#).

En el caso de requerirse una emulsión asfáltica de diferentes características (modificadas con polímeros), deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en la [Subsección 415.02](#).

427.03 Almacenamiento y transporte

En adición a las consideraciones generales que resulten aplicables de la [Sección 415](#), deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

a. Vehículos de transporte

El transporte de la emulsión asfáltica desde la planta de fabricación hasta el sitio de mezcla o de colocación se realizará a granel, en camión

cisterna que no requieren aislamientos térmicos ni calefacción. Estarán dotados de los medios mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento.

Antes de cargar los vehículos se debe examinar su contenido y remover todo el remanente de transportes anteriores que puedan contaminar el material. Las válvulas de abastecimiento deben llevar un precinto de seguridad del proveedor.

b. Depósitos de almacenamiento

El almacenamiento que requiera la emulsión asfáltica, antes de su uso, se realizará en tanques cilíndricos verticales, con tuberías de fondo para carga y descarga, las cuales deberán encontrarse en posiciones diametralmente opuestas.

Los tanques tendrán bocas de ventilación para evitar que trabajen a presión y contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios para garantizar su correcto funcionamiento.

Deberán, además, estar provistos de elementos que permitan la recirculación de la emulsión, cuando ésta deba almacenarse por tiempo prolongado, En la [Tabla 427-01](#) se indican las temperaturas de almacenamiento de las emulsiones.

Tabla 427-01

Temperaturas de almacenamiento para emulsiones asfálticas

Grado	Temperatura (°C)	
	Mínimo	Máximo
CRS-1, CRS-2, HFRS-2	50	85
CSS-1, CSS-1h	10	60
CMS-2, CMS-2h	50	85

Nota: RS, rotura rápida; CRS, catiónica de rotura rápida; SS, rotura lenta; CSS, catiónica de rotura lenta; CMS, catiónica de rotura media.

Incorporación del producto

427.04

El Contratista suministrará la emulsión asfáltica cumpliendo las disposiciones legales al respecto, en especial las referentes a las dimensiones y pesos de los vehículos de transporte y al control de la contaminación ambiental.

A la llegada de cada camión cisterna al sitio de los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor una certificación expedida por el fabricante de la emulsión, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo y velocidad de rotura, efectuados sobre muestras representativas de la entrega. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Supervisor.

El Supervisor se abstendrá de recibir y aceptar el empleo de suministros de emulsión asfáltica que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante.

El empleo de la emulsión asfáltica en la elaboración de riegos, tratamientos superficiales, sellos de arena-asfalto y morteros asfálticos, se hará conforme se establece en la especificación correspondiente a la partida de trabajo de la cual formará parte.

Aceptación del producto

427.05 Criterios

a. Controles

En relación con esta especificación, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Exigir para cada envío de emulsión asfáltica un Certificado de Calidad del Producto, así como la garantía del fabricante de que dicho producto cumple las condiciones especificadas en la [Subsección 415.02\(c\)](#).
- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento.
- Verificar que durante el vaciado de los camiones cisternas no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar la calidad del producto.

- Tomar muestras para los ensayos que se indican en la [Subsección 416.09\(b\)](#), según corresponda y efectuar las pruebas respectivas.

Medición

427.06

La unidad de medida de la emulsión asfáltica será el litro (l), aproximado al decímetro cúbico completo, de emulsión incorporada en los riegos de imprimaciones, liga, tratamientos superficiales y sello arena-asfalto ejecutadas y aprobadas por el Supervisor.

Pago

427.07

El pago de la emulsión asfáltica no se pagará en forma independiente, será incluido en el precio unitario de la partida correspondiente.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 428

ASFALTOS LÍQUIDOS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 428

Asfaltos líquidos

Descripción

428.01

Son materiales asfálticos de consistencia blanda o fluida, que pueden ser utilizados en riegos de imprimación y liga, sellos de arena-asfalto y tratamientos superficiales.

Materiales

428.02 Material bituminoso

El material por suministrar será un asfalto líquido de curado medio o rápido, cuyo tipo y característica dependerán del trabajo en el cual vaya a ser aplicado.

Deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en la [Subsección 415.02 \(d\)](#).

Equipo

428.03

Debe considerarse los requerimientos indicados en la [Subsección 426.03](#).

Incorporación del producto

428.04

El Contratista suministrará el asfalto líquido cumpliendo las disposiciones legales al respecto, en especial las referentes a dimensiones y pesos de los vehículos de transporte y al control de la contaminación ambiental.

El empleo de asfalto líquido se hará de acuerdo a lo establecido en el Proyecto y conforme lo establece la sección correspondiente a la partida de trabajo de la cual formará parte.

El asfalto líquido deberá ser aplicado tal como salió de la planta del proveedor, sin efectuar ninguna adición de solvente o material que altere sus características de calidad.

Aceptación del producto

428.05 Criterios

a. Controles

El Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Exigir un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que el producto cumple las condiciones de calidad especificadas en la [Subsección 415.02 \(d\)](#).
- Verificar el estado de funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento.
- Verificar que durante el vaciado de los camiones cisternas no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar la calidad del producto y la seguridad de las personas.
- Tomar cada vez que lo estime conveniente, muestras para los ensayos que exige la [Subsección 416.09 \(b\)](#) según corresponda y efectuar las pruebas respectivas.

Medición

428.06

La unidad de medición del asfalto líquido, según el tipo utilizado, será el litro (l), aproximado al litro completo de asfalto líquido incorporado en los riegos de imprimación y liga, sellos de arena-asfalto y tratamientos superficiales ejecutados y aprobadas por el Supervisor.



Pago

428.07

El pago del asfalto líquido no se pagará en forma independiente, será incluido en el precio unitario de la partida correspondiente.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 429

FILLER



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 429

Filler

Descripción

429.01

El filler es un material que se utiliza en las mezclas asfálticas, con la finalidad de complementar la granulometría de los agregados finos cuyas características no cumplen las especificaciones técnicas correspondientes.

Materiales

429.02

Los materiales que pueden utilizarse como filler puede ser cal hidratada, cemento Portland, polvo de roca, polvo de escoria, ceniza fina o loes.

La cal hidratada deberá cumplir los requisitos que se especifican en la norma AASHTO-M303 y los restantes materiales antes descritos, deben cumplir la norma ASTM D-242.

El Contratista presentará al Supervisor para cada lote del producto a utilizar, los certificados de calidad del fabricante o los resultados de las pruebas que certifiquen los requisitos especificados.

429.03 Almacenamiento y transporte

Se deberá cumplir:

a. Empaque

Para su traslado al sitio de las obras, el filler podrá empacarse en bolsas o a granel.

b. Vehículos de transporte

Si el suministro se hace en bolsas, el transporte podrá efectuarse en cualquier camión convencional. El vehículo deberá disponer de lonas o

cobertores adecuados, debidamente asegurados a su carrocería, que protejan al aditivo durante su transporte.

Si el suministro se realiza a granel, deberán emplearse camiones adecuados para tal fin, dotados de dispositivos mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento.

En todos los casos, los vehículos deberán cumplir las disposiciones legales vigentes en relación con pesos, dimensiones y control de contaminación ambiental.

c. Depósitos de almacenamiento

El depósito para el filler suministrado en bolsas deberá ser ventilado y cubierto y disponer de los elementos que aseguren la protección del producto contra los agentes atmosféricos, particularmente la humedad proveniente tanto del suelo como de las paredes del almacén.

Los silos de almacenamiento del filler suministrados a granel deberán estar completamente aislados contra la humedad y dispondrán de sistemas apropiados para su rápido llenado y vaciado.

Incorporación del material

429.04

La incorporación del filler a las mezclas asfálticas, se hará en la proporción definida en el diseño aprobado y en la fórmula de trabajo establecida según la [Subsección 415.05](#).

El abastecimiento se hará en la misma planta de asfalto utilizando tolvas especiales para el material y sistemas que impidan la pérdida. La dosificación debe ser uniforme y constante durante todo el proceso de elaboración de la mezcla.

Aceptación del material

429.05 Criterios

a. Controles

El Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Llevar un registro detallado del período de almacenamiento de cada lote, debiendo rechazar cualquier material con posterioridad a su fecha de vencimiento.
- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos de transporte, almacenamiento y abastecimiento a la planta.
- Verificar que durante el manejo del filler no se efectúen manipulaciones y traslados que puedan afectar su calidad.
- Comprobar la correcta incorporación del filler en la mezcla.

Medición

429.06

La unidad de medición será el kilogramo. La determinación del metrado en Obra será mediante la siguiente fórmula:

$$F_{rm} = \frac{W_{asf} * V_{asf} * P_{rm}}{100} (\%)$$

Donde:

- F_{rm} Peso del Relleno Mineral a pagar (kg).
- W_{asf} Peso Unitario de la Mezcla Asfáltica (MPa) en plataforma.
- V_{asf} Volumen (m^3 a valorizar en el mes) de Carpeta Asfáltica y/o Base Asfáltica en su posición final de colocación.
- P_{rm} Porcentaje en peso del relleno mineral por m^3 de Mezcla Asfáltica, establecido en la fórmula de trabajo.

Los valores W_{asf} , V_{asf} y P_{rm} se determinan por el promedio del mes en concordancia con los ensayos diarios de laboratorio, los cuales no excederán por ningún concepto lo estipulado en las fórmulas de diseño aprobadas por la Supervisión.



Pago

429.07

El filler no se pagará en forma independiente, será incluido en el precio unitario de la partida correspondiente.



SECCION 430

MEJORADORES DE

ADHERENCIA



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 430

Mejoradores de adherencia

Descripción

430.01

Son productos utilizados en las mezclas asfálticas, que tienen por finalidad mejorar la adherencia entre el asfalto y los agregados pétreos.

Materiales

430.02

Para el mejoramiento de la adherencia entre los productos bituminosos y los agregados pétreos se podrán emplear:

- Cal tipo I y II (AASHTO M303).
- Base tipo amina.
- Cenizas (AASHTO M295).
- Otros productos de calidad certificada.

El mejorador de adherencia seleccionado, previamente en el Proyecto o aprobado por el Supervisor, deberá garantizar el grado de afinidad requerido entre el par asfalto-agregado, según el tipo de pavimento bituminoso a utilizar. En el caso de mejoradores de adherencia líquidos, deben ser homogéneos y no presentar separación de fases.

La efectividad, compatibilidad y alto rendimiento del aditivo entre el par asfalto – agregado en cada uno de los diseños de mezcla, será evaluada según AASHTO T283 señalado en la [Tabla 430-01](#).

Tabla 430-01
Efectividad de los aditivos

Ensayos	Norma	Requerimiento
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta (**)	AASHTO T 283*	80 mín.

* El Ensayo AASHTO T-283 deberá ser efectuado teniendo en cuenta la aplicación de los ciclos completos de congelamiento y calentamiento

** Opcionalmente se puede efectuar el método ASTM D 4867 (Lootman Modificado) y deberá ser efectuada teniendo en cuenta la aplicación de los ciclos completos de congelamiento y calentamiento

En caso de que el producto utilizado sea cal, deberá cumplir los requerimientos indicados en las [Tablas 430-02](#) y [430-03](#).

Tabla 430-02
Requerimientos para Cal Tipo I y Cal Tipo II

Requerimiento	% en masa
Contenido mínimo de Cal Activa (% en masa) (% Ca (OH) ₂ + % Ca (O) ^a)	90
Contenido máximo de Cal Deshidratada (% en masa de CaO)	7
Contenido máximo de Agua (% en masa de H ₂ O)	3

a No se permite más del 7% en masa de óxido de calcio (cal deshidratada) en la determinación del contenido total de cal activa.

Fuente: AASHTO M303

Tabla 430-03
Requerimientos para Cal Tipo II

Requerimiento	%
Contenido mínimo de residuo de ignición de Óxido de Calcio y Magnesio (% ^a)	96
Contenido máximo de Dióxido de Carbono (de base recibida)	7
Contenido máximo de óxido de calcio deshidratado (de base recibida)	3

a La ignición a masa constante será realizada en horno eléctrico a temperaturas de 1000-1100 °C (1800-2000. °F)

Fuente: AASHTO M303

El producto a utilizarse como mejorador de adherencia estará respaldado por los certificados de calidad y ficha técnica del fabricante sobre su eficiencia, dosificación, forma de uso, almacenaje y fechas de elaboración y vencimiento.

430.03 Almacenamiento y transporte

Se deberá cumplir:

a. Empaque

Para su traslado al sitio de las obras, el producto podrá empacarse en cilindros y/o en bolsas. Las bolsas sólo podrán emplearse cuando el aditivo sea sólido.

b. Vehículos de transporte

Si el suministro se hace en cilindros o bolsas, el transporte podrá efectuarse en cualquier camión convencional. El vehículo deberá disponer de lonas o cobertores adecuados, debidamente asegurados a su carrocería, que protejan al producto durante su transporte.

En todos los casos, los vehículos deberán cumplir las disposiciones legales vigentes en relación con pesos, dimensiones y control de contaminación ambiental.

c. Depósitos de almacenamiento

El depósito de los productos suministrados en cilindros o bolsas deberá ser ventilado y cubierto y disponer de los elementos que aseguren la protección del producto contra los agentes atmosféricos, particularmente la humedad proveniente tanto del suelo como de las paredes del almacén.

El almacenamiento de los productos mejoradores de adherencia, deberán cumplir con las especificaciones del fabricante (temperatura de aire, tiempo de almacenaje y otros).

Incorporación del producto

430.04

La incorporación de los mejoradores de adherencia en los pavimentos bituminosos correspondientes se hará de acuerdo al diseño y fórmula de trabajo aprobados.

430.05

La adición del producto a emplearse se efectuará mediante el procedimiento establecido en el Proyecto o aprobado por el Supervisor, debiendo garantizarse la distribución homogénea en la mezcla.

Aceptación del producto

430.06 Criterios

a. Controles

El Contratista cumplirá lo siguiente:

- Es responsable de la calidad y utilización de los productos. Para la comprobación de la eficiencia de los mismos, efectuará una mezcla normal sin aditivo y otra con el producto mejorador de adherencia, para evaluar la efectividad del producto
- Se encargará de la provisión, transporte, almacenamiento y manejo de los productos a ser usados.

El Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Llevar un registro detallado del período de almacenamiento de cada lote, debiendo rechazar cualquier producto con fecha de caducidad vencida.
- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento.
- Verificar que durante el manejo del producto no se efectúen operaciones que puedan afectar su calidad.
- Comprobar la correcta incorporación del producto en el pavimento bituminoso a emplearse.

Medición

430.07

La unidad de medida será en litros (l) o kilogramos (kg) según corresponda, calculado en porcentaje del peso del material bituminoso de la mezcla.



Pago

430.08

El mejorador de adherencia no se pagará en forma independiente, será incluido en el precio unitario de la partida correspondiente.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 431

CEMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO CON POLÍMEROS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 431

Cemento asfáltico modificado con polímeros

Descripción

431.01

Es un material bituminoso aglomerante, de consistencia sólida, al que se le agrega un polímero para mejorar sus propiedades visco-elásticas, utilizados para la fabricación de mezclas asfálticas en caliente.

Materiales

431.02 Material bituminoso

El material bituminoso será el cemento asfáltico modificado con polímero de acuerdo con las características del proyecto y que cumplen los requisitos de calidad establecidos en las [Tablas 431-01](#), [431-02](#), [431-03](#) y [431-04](#).

Tabla 431-01

Especificaciones del cemento asfáltico modificado con polímeros

Características		TIPO I (*)							
		I - A		I - B		I - C		I - D	
		min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.
Pruebas sobre el producto original									
Penetración, 25°C. 100g. 5s, dmm	MTC E-304	100	150	75	100	50	75	40	75
Viscosidad absoluta 60°C, poise	MTC E-308	1.250		2.500		5.000		5.000	
Viscosidad. 135°C, cSt	MTCE-310		3.000		3.000		3.000		3.000
Punto de inflamación. COC. °C	MTC E 303	232		232		232		232	
Solubilidad en tricloroetileno; % (**)	MTC E 302	99		99		99		99	
Separación, diferencia entre punto de ablandamiento (anillo y bola) de porción superior e inferior; °C	MTC E 307 MTC E 319		2,2		2,2		2,2		2,2
Recuperación elástica, 25°C; %	ASTM D 6084	60		60		60		60	
Recuperación elástica. 5°C; %	ASTM D 6084	50				-.-		-.-	
Punto de Ablandamiento (anillo y bola). %	MTC E 307	45		50		60		60	
Pruebas en el residuo de película fina y rotatoria (1)									
Recuperación elástica 25°C, 10 cm do elongación; %	ASTM D 6084	60		60		60		60	
Penetración. 4°C. 200g. 60s; dmm	MTC E-304	20		15		13		10	
Separación, diferencia entre punto de ablandamiento (anillo y bola) de porción superior e inferior; °C	MTC E 307	≤10		≤10		≤10		≤10	

(*) Asfalto modificado con polímero tipo Elastómero

(1) Puede utilizarse el horno de película fina (no rotatoria), pero la película fina rotatoria será el método que defina en caso de discrepancia

Fuente: NTP 321.146 (2003)

(**) Opcionalmente se puede utilizar el método ASTM D 5546, para el caso de polímeros que no sean solubles con tricloroetileno

Tabla 431-02

Especificaciones del cemento asfáltico modificado con polímeros

Características		TIPO II (*)							
		II-A		II-B		II-C		II-D	
		min	max	min	máx	min	máx	min	max
Pruebas sobre el producto original									
Penetración, 25°C. 100g. 5s;dmm	MTC E-304	100		70		85		80	
Viscosidad, 60°C. 1 s-\ poise	MTC E-308	800		1.600		800		1.600	
Viscosidad. 135°C, C; cSt	MTCE-310	300		300		300		300	
Ductilidad. 4°C. 5crn/min; cm	MTCE-306	50		50		25		25	
Punto de inflamación. COC, °C	MTC E 303	232		232		232		232	
Recuperación elástica, 25°C; %	ASTM D 6084	50		50		50		50	
Separación, diferencia entre punto de ablandamiento (anillo y bola) de porción superior e inferior; °C	MTC E. 307 MTC E 319		3		3		3		3
Punto de Ablandamiento (anillo y bola):%	MTC E307	45		50		50		50	
Pruebas en el residuo de película fina y rotatoria (1)									
Ductilidad. 4°C. 5cm/min; cm	MTC E 306	25		25		10		10	
Viscosidad, 60°C. 1 s-\ poise	MTC E-308		4.000		8.000		4.000		8.000

(*) Asfalto modificado con polímero tipo Elastómero.

(1) Puede utilizarse indistintamente el horno de película fina (no rotatoria) u Horno de película fina rotatoria.

Fuente NTP 321.147 (2003)

Tabla 431-03

Especificaciones del cemento asfáltico modificado con polímeros

Características		TIPO IV ⁽⁴⁾							
		IV-A		IV-B		IV-C		IV-D	
		min	máx.	min	máx.	min	máx.	min	máx.
Pruebas sobre el producto original									
Penetración, 25°C. 100g. 5s. dmm	MTC E-304	90		75		65		50	
Viscosidad absoluta 60°C, poise	MTC E-308	1.250		4.000		2.500		6.000	
Viscosidad. 135°C. cSt	MTCE-310		3.000		3.000		3.000		3.000
Punto de inflamación. COC. °C	MTC E 303	232		232		232		232	
Solubilidad en tricloroetileno; % (**)	MTC E 302	99		99		99		99	
Separación, diferencia entre punto de ablandamiento (anillo y bola) de porción superior e inferior; °C	MTC E 307 MTC E 319		2,2		2,2		2,2		2,2
Recuperación elástica, 25°C; %	ASTM D 6084	60		60		60		60	
Recuperación elástica. 5°C; %	ASTM D 6084	50		--		--		--	
Punto de Ablandamiento (anillo y bola), %	MTC E 307	50		50		50		50	
Pruebas en el residuo de película fina y rotatoria (1)									
Recuperación elástica 25°C, 10 cm de elongación; %	ASTM D 6084	60		70		60		70	
Penetración. 4°C. 200g. 60s; dmm	MTC E-304	20		20		15		15	
Separación, diferencia entre punto de ablandamiento (anillo y bola) de porción superior e inferior; °C	MTC E 307	≤10		≤10		≤10		≤10	

(*) Asfalto modificado con polímero tipo Elastómero.

Fuente NTP 321.149 (2003)

(1) Puede utilizarse indistintamente el horno de película fina (no rotatoria), pero la película fina rotatoria será el método que defina en discrepancias

(**) Opcionalmente se puede utilizar el método ASTM D 5546, para el caso de polímeros que no sean solubles con tricloroetileno

Tabla 431-04

Especificaciones del cemento asfáltico modificado con caucho

Características	Normas	TIPO 1		TIPO 2		TIPO 3	
		min	máx.	min	máx.	min	máx.
Pruebas sobre el producto original							
Penetración, 25°C. 100g. 5s, dmm	MTC E-304	25	-	25	-	25	-
Penetración, 4°C. 200g. 60s, dmm	MTC E-304	10	-	15	-	25	-
Viscosidad Rotacional Brookfield a 175 °C , Cp (*)	ASTM D 2196	1500	-	1500	-	1500	-
Punto de inflamación. COC. °C	MTC E 303	232	-	232	-	232	-
Punto de ablandamiento (anillo y bola) ; °C	MTC E 307	47	-	47	-	55	-
Recuperación elástica, 25°C; %	ASTM D 6084	40	-	60	-	60	-
Resilencia , 25°C %	ASTM D 5329	25	-	20	-	10	-
Pruebas en el residuo de película fina y rotatoria (**)							
Penetración retenida, % de original. 4°C. 200g. 60s; dmm	MTC E-304	75	-	75	-	75	-

(*) Para modelos de LV, usar velocidad de 3 at 12 rpm.

(*) Para modelos y series de RV y HA, usar velocidad de 3 at 20 rpm.

(**) Para casos de controversial usar el residuo de película fina rotativa RTFOT (método ASTM D 2872).

Fuente: ASTM D 6114

El cemento asfáltico modificado con polímero deberá homogenizarse solamente mediante agitación manual al momento de preparar las muestras para ejecutar los diferentes ensayos.

El cemento asfáltico modificado no deberá calentarse a una temperatura superior a lo indicado por el proveedor, a fin de evitar posible daño al elastómero ó plastómero adicionado.

Todo cargamento de material bituminoso que llega a obra debe tener un certificado de control de calidad, con los resultados de ensayos especificados, además de traer la indicación clara del origen, tipo y cantidad del contenido.

El muestreo deberá realizarse según lo establecido en la norma MTC E-301.

Los rangos de temperatura de calentamiento del material bituminoso modificado, en obra, serán establecidos según recomendación del proveedor y especificaciones técnicas de cada proyecto.

Equipo

431.03

En adición a las consideraciones generales de la [Sección 415](#) que resulten aplicables, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

a. Vehículos de transporte

El transporte del cemento asfáltico modificado con polímeros desde la planta de producción a la planta mezcladora, deberá efectuarse en caliente y a granel, en carros termotanques con adecuados sistemas de calefacción y termómetros ubicados en sitios visibles.

Deberán estar dotados, además, de los medios mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento. Antes de cargar los termotanques, se debe examinar el contenido y remover todo el remanente de transportes anteriores, que puedan contaminar el material. Las válvulas de abastecimiento deben llevar un precinto de seguridad del proveedor.

b. Depósitos de almacenamiento

El almacenamiento que requiera el cemento asfáltico modificado con polímeros, antes de su uso, se realizará en tanques con dispositivos de

calentamiento que permitan mantener la temperatura necesaria del asfalto para su mezcla con los agregados. Los tanques de almacenamiento deben ser destinados para un determinado tipo de producto asfáltico, que debe estar identificado con una inscripción en el tanque que así lo indique.

c. Protección al personal

Es necesario dotar con elementos de seguridad al personal de obra tales como mascarillas, cascos, guantes, y otros que sean necesarios y aprobados por el Supervisor, a fin de evitar sean afectados por la emisión de gases tóxicos así como por las probables quemaduras que pueda ocurrir al realizar estas actividades.

d. Elementos de seguridad

Se debe disponer para el personal de obra un botiquín, y un extintor de manera tal que pueda ser accesible y utilizado de manera fácil.

En cuanto a acciones ambientales para el manejo del material bituminoso modificado, la hoja de seguridad deberá ser suministrada por los proveedores y/o fabricantes así como aspectos de control en resguardo del medio ambiente (manejo de residuo).

Incorporación del producto

431.04

La incorporación del cemento asfáltico modificado con polímeros, en los pavimentos bituminosos correspondientes se hará de acuerdo al diseño y fórmula de trabajo aprobados.

La adición del producto a emplearse se efectuará mediante el procedimiento establecido en el Proyecto o aprobado por el Supervisor, debiendo garantizarse la distribución homogénea en la mezcla.

Aceptación del producto

431.05

a. Controles

El Contratista cumplirá lo siguiente:

- Será responsable por la calidad de los asfaltos modificados suministrados.
- Se encargará de la provisión, transporte, almacenamiento y manejo de los productos a ser usados.

El Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Tomará muestras para los ensayos y pruebas indicadas en las [Tablas 431-01, 431-02, 431-03 y 431-04.](#)
- Exigirá un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que el producto cumple las especificaciones establecidos en el Proyecto.
- Verificará el estado y funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento.
- Verificará que durante el vaciado de los termotanques no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar la calidad del producto.
- Verificará que el calentamiento del asfalto modificado con polímeros, antes de su mezcla con los agregados pétreos, impida la oxidación prematura del producto y se ajuste a las exigencias del Proyecto.

Medición

431.06

La unidad de medida del cemento asfáltico modificado con polímeros, será el kilogramo (kg), incorporado en la mezcla en caliente, aprobada por el Supervisor.

Pago

431.07

El cemento asfáltico modificado con polímeros no se pagará en forma independiente, será incluido en el precio unitario de la partida correspondiente.



SECCION 432

EMULSIÓN ASFÁLTICA MODIFICADA CON POLÍMEROS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 432

Emulsión asfáltica modificada con polímeros

Descripción

432.01

Es un producto bituminoso compuesto por material cemento asfáltico, agente emulsivo y agua, con adición de polímeros, que al ponerse en contacto con el material pétreo produce un desequilibrio que ocasiona su rotura, llevando las partículas del asfalto a adherirse a la superficie del material pétreo, que pueden ser utilizados en riegos de imprimación y liga, sellos de arena-asfalto, tratamientos superficiales, micropavimentos, morteros asfálticos y mezclas abiertas en frío.

Materiales

432.02 Material bituminoso

Las emulsiones asfálticas modificadas con polímeros se definen como dispersiones de pequeñas partículas de un ligante hidrocarbonado y de un polímero en una solución de agua y un agente emulsificante de carácter catiónico, lo que determina la denominación de la emulsión. Las emulsiones asfálticas se fabrican a base de cemento asfáltico modificado con polímeros de los definidos en la [Sección 431](#) o a base de un cemento asfáltico de los definidos en la [Sección 415.02\(b\)](#) más un polímero, agua, emulsificantes y, en su caso, fluidificantes.

Las emulsiones asfálticas modificadas con polímeros deberán presentar un aspecto homogéneo y una adecuada dispersión del cemento asfáltico en la fase acuosa.

De acuerdo con su denominación, las características de las emulsiones bituminosas modificadas con polímeros deberán cumplir las especificaciones de la [Tabla 432-01](#).



Tabla 432-01

Especificaciones para Emulsiones Asfálticas Catiónicas con Polímero

Tipo	Grado	Norma	Rotura Rápida				Rotura Media				Rotura Lenta	
			CRS-1P		CRS-2P		CMS-1P		CMS-2hP		CSS-1P	
			mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
Prueba sobre Emulsiones:												
- Viscosidad Saybolt Furol a (25°C), s	MTC E 403	--	--	--	--	--	--	--	--	20	100	
- Viscosidad Saybolt Furol a (50°C), s	MTC E 404	20	--	20	--	20	--	20	--	--	--	
- Estabilidad de Almacenamiento, 24 h%	MTC E 404	--	1	--	1	--	1	--	1	--	1	
Carga de partícula	MTC E 407	Positivo										
Residuo de Evaporación. %	MTC E 411	60		65		59		57		60		
Sedimentación (a los 7 días), %	MTC E 404		5		5		5	-	5		5	
Prueba de Tamiz, %	MTC E 405	-	0,10	-	0,10	-	0,10	-	0,10	-	0,10	
Mezcla con cemento, %	MTC E 410										2	
Revestimiento y Resistencia al agua:												
- Revestimiento, agregado seco	MTC E 409					Bueno		Bueno				
- Revestimiento, agregado seco después del rociado	MTC E 409					Aceptable		Aceptable				
- Revestimiento, agregado húmedo	MTC E 409					Aceptable		Aceptable				
- Revestimiento, agregado húmedo después del rociado	MTC E 409					Aceptable		Aceptable				
Pruebas sobre el Residuo de Evaporación:												
- Penetración, 25°C, 100 g, 5s	MTC E 304	100 ^(a)	200 ^(a)	100 ^(a)	200 ^(a)	100	220	40	90	100	150	
	MTC E 304	50 ^(a)	90 ^(a)	50 ^(a)	90 ^(a)					50 ^(a)	90 ^(a)	
- Punto de ablandamiento (A y B), °C	MTC E 307	45		45		40		40		45		
-Ductilidad, 5 ^a C, 5 cm/min, cm	MTC E 306	≥ 10										
-Recuperación elástica, 25° C, %	ASTM D 6084	≥ 30										
-Recuperación elástica, 25 °C, por torsión, %	MTC E 320	≥ 30										

Nota: ^(a) En función a las condiciones climáticas del proyecto se definirá uno de los grados indicados (50-90 ó 100-200 ó 100-150).

Fuente: ASTM D 2397, NTP 321.141 y AASHTO T316

Equipo

432.03

En adición a las consideraciones generales que resulten aplicables a la [Sección 415](#), deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

a. Vehículos de transporte

El transporte de la emulsión asfáltica modificada desde la planta de fabricación hasta el sitio de mezcla y colocación se realizará a granel, en camión cisterna que no requieren aislamientos térmicos ni calefacción. Estarán dotados de medios mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento. Deberán disponer de un elemento adecuado para la toma de muestras.

Antes de cargar los vehículos, se debe examinar su contenido y remover todo el remanente de transportes anteriores que puedan contaminar el material.

b. Depósitos de almacenamiento

El almacenamiento que requiera la emulsión asfáltica modificada, antes de su uso, se realizará en uno o varios tanques adecuadamente aislados entre sí, con tubería de fondo para carga y descarga, las cuales deberán encontrarse en posiciones diametralmente opuestas.

Los tanques tendrán bocas de ventilación para evitar que trabajen a presión y contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios para garantizar su correcto funcionamiento. También dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

Deberán, además, estar provistos de elementos que permitan la recirculación de la emulsión, cuando ésta se deba almacenar por tiempo prolongado.

Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, los camiones cisterna empleados para el transporte de la emulsión asfáltica modificada con polímeros deberán estar dotados de medios neumáticos o mecánicos apropiados para el trasvase rápido de su contenido a los tanques. Cuando se empleen bombas de trasvase, se preferirán las de tipo rotativo a las centrífugas. El trasvase desde el camión cisterna se realizará siempre por tubería directa.

Todas las tuberías y bombas utilizadas para el trasvase de la emulsión asfáltica, desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar dispuestas de modo que se puedan limpiar fácil y perfectamente después de cada aplicación y/o jornada de trabajo.

Incorporación del producto

432.04

La incorporación de la emulsión asfáltica modificada con polímeros, en los pavimentos bituminosos correspondientes se hará de acuerdo al diseño y fórmula de trabajo aprobados.

La adición del producto a emplearse se efectuará mediante el procedimiento establecido en el Proyecto o aprobado por el Supervisor, debiendo garantizarse la distribución homogénea en la mezcla.

A la llegada de cada camión cisterna al sitio de los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor una certificación expedida por el fabricante de la emulsión, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo de velocidad de rotura, así como los resultados de ensayos básicos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega. Dicha constancia no evitará en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Supervisor, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega. En todo caso, el Supervisor, rechazará la emulsión asfáltica modificada con polímeros que no cuente con la certificación del fabricante.

El Supervisor deberá comprobar, los sistemas de transporte y trasvase y las condiciones de almacenamiento, en todo cuanto pueda afectar a la calidad del material y ordenará la suspensión de la utilización del contenido del camión cisterna, mientras realiza las comprobaciones de las características de calidad de la emulsión asfáltica modificada con polímeros.

Además de lo anteriormente establecido, el Supervisor llevará a cabo los ensayos necesarios para la comprobación de las características especificadas en la [Tabla 431-01](#).

El empleo de la emulsión asfáltica modificada con polímeros en la elaboración de riegos de liga, tratamientos superficiales, micropavimentos, morteros

asfálticos y mezclas abiertas en frío, se hará conforme se establece en la especificación correspondiente a la partida de trabajo de la cual formará parte.

Aceptación del producto

432.05 Criterios

El Supervisor realizará los siguientes controles principales:

- Verificar que en las operaciones de suministro de la emulsión asfáltica modificada con polímeros, el Contratista cumpla con las normas vigentes sobre seguridad industrial, almacenamiento, transporte y protección ambiental.
- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento de la emulsión asfáltica modificada con polímeros.
- Verificar que durante el vaciado de los camiones cisterna, se efectúe sin afectar la calidad del producto, cumpliendo con todas las normas de seguridad industrial y ambiental.

432.06 Controles y tolerancias del producto

Al respecto, el Supervisor realizará las siguientes verificaciones:

- Comprobar, mediante muestras representativas de cada entrega, el tipo de emulsión, su contenido de asfalto residual y sobre el residuo de evaporación se hará la determinación de su penetración, punto de ablandamiento y recuperación elástica por torsión. Si los resultados de las pruebas de contraste no son satisfactorios, se rechazará el producto y los trabajos que eventualmente se hubiesen fabricado con él.
- Comprobar una vez por cada mes de ejecución de las obras y como mínimo 3 veces a intervalos convenientemente espaciados si la obra dura menos de 3 meses, todos los ensayos necesarios para verificar las características especificadas en la [Tabla 432-01](#).
- Efectuar los ensayos necesarios para determinar la cantidad de emulsión asfáltica modificada con polímeros incorporada en riegos de liga, tratamientos superficiales, micropavimentos, morteros asfálticos y mezclas abiertas en frío.

En el desarrollo de las 2 primeras actividades no se admitirá ninguna tolerancia en relación con los límites que se establecen en la [Tabla 432-01](#) o en la especificación especial del Proyecto y en cuanto a la tercera, se aplicará lo que recomiende la especificación correspondiente a la partida de trabajo que se esté controlando.

Si la emulsión se ha almacenado durante un plazo superior a 15 días antes de su empleo, se deberán realizar determinaciones del contenido de asfalto residual y tamizado sobre muestras representativas de las partes superior e inferior de la emulsión almacenada. En caso de que no se cumpla lo establecido para estas características en la [Tabla 432-01](#), se procederá a su homogenización y realización de nuevos ensayos y si los resultados de estos últimos no resultan satisfactorios, la emulsión será rechazada.

Medición

432.07

La unidad de medida de la emulsión asfáltica será el litro (l), aproximado al decímetro cúbico completo de emulsión asfáltica modificada con polímeros aplicada en mezclas ejecutadas y aprobadas por el Supervisor.

Pago

432.08

La emulsión asfáltica modificada con polímeros no se pagará en forma independiente, será incluido en el precio unitario de la partida correspondiente.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 433

PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO CON MEZCLAS POROSAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 433

Pavimento de concreto asfáltico con mezclas porosas

Descripción

433.01

Este trabajo consistirá en la fabricación de mezclas asfálticas drenantes y su colocación en una o más capas sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

433.02 Agregados pétreos y filler o relleno mineral

Los agregados pétreos deberán satisfacer los requisitos de calidad indicados en la [Subsección 415.02\(a\)](#).

Los agregados pétreos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable, bajo las condiciones más desfavorables. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del pavimento, o contaminar corrientes de agua.

El Contratista, como responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos, deberá realizar todos los ensayos necesarios para establecer la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar.

El equivalente de arena que se exige en la [Tabla 423-02](#) será el del agregado finalmente obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones (incluido el filler o relleno mineral), según las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo y antes de pasar por el secador de la planta mezcladora. En caso de que no cumpla este valor mínimo, el agregado se aceptará si su equivalente de arena, medido en las mismas condiciones, es

superior a 40% y, simultáneamente, el valor de azul de metileno determinado según la norma AASHTO TP 57, determinado es inferior a 10.

El agregado fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o parcialmente de fuentes naturales de arena. La proporción de arena natural no podrá exceder del 20% de la masa total del agregado combinado.

El filler o relleno mineral estará compuesto por los materiales y cumplirá los requisitos y características indicadas en la [Sección 429](#).

El conjunto de agregado grueso, agregado fino y filler o relleno mineral deberá ajustarse a la gradación indicada en la [Tabla 433-01](#).

Tabla 433-01

Granulometría agregados mezcla drenante

Tamiz		Porcentaje que pasa
19,0 mm	(3/4")	100
12,5 mm	(1/2")	70-100
9,5 mm	(3/8")	50-75
4,75 mm	(N.º 4)	15-32
2,00 mm	(N.º 10)	9-20
425 µm	(N.º 40)	5-12
75 µm	(N.º 200)	3-7

Tabla 453.1 Norma INV-07

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior del tamiz adyacente y viceversa.

433.03 Material bituminoso

El material bituminoso para elaborar la mezcla porosa será cemento asfáltico convencional o modificado con polímeros que corresponda con los tipos I o II de la [Tabla 431-01](#). El tipo por utilizar, será el indicado en el Proyecto.

433.04 Mejoradores de adherencia entre los agregados y el asfalto

En caso de que no se cumplan los requisitos de adhesividad, se incorporará un producto mejorador de adherencia suministrados por el Contratista y aprobado por el Supervisor.

El producto agregado no deberá producir ningún efecto nocivo a los agregados, al material asfáltico o a la mezcla.

Equipo

433.05

Se aplica todo lo indicado en la [Subsección 415.03](#). En relación con el detalle del equipo necesario para la ejecución de los trabajos, se tendrá en cuenta lo que se indica a continuación.

433.06 Equipo para la elaboración de los agregados triturados

Se aplica lo indicado en la [Subsección 423.03\(a\)](#).

433.07 Planta mezcladora

Se aplica lo indicado en la [Subsección 423.03\(b\)](#).

433.08 Equipo para el transporte de agregados y mezclas

Se aplica lo indicado en la [Subsección 423.03\(c\)](#).

433.09 Equipo para la transferencia de la mezcla

Este equipo, cuyo empleo es de carácter opcional, tiene por finalidad reducir la segregación y transferir la mezcla de los volquetes a la tolva de la máquina pavimentadora, sin que los volquetes entren en contacto con ésta, ni circulen sobre superficies con riegos de imprimación o liga.

433.10 Equipo para el esparcido de la mezcla

Se aplica lo indicado en la [Subsección 423.03\(d\)](#).

433.11 Equipo de compactación

Se aplica lo indicado en la [Subsección 423.03\(e\)](#).

433.12 Equipo accesorio

Estará constituido por elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica. Así mismo, se requieren herramientas menores para efectuar correcciones localizadas durante la extensión de la mezcla, termómetros, etc.

Requerimientos de construcción

433.13 Elaboración y aprovisionamiento de agregados y explotación de materiales

En la explotación de materiales y elaboración de agregados, se tendrá en cuenta lo indicado en la [Subsección 415.04](#).

En cuanto al aprovisionamiento de los agregados, se suministrarán fraccionados y se manejarán separados hasta su introducción en las tolvas en frío. El número de fracciones deberá ser tal, que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y se deberá poder acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación. En el caso de plantas asfálticas del tipo tambor secador-mezclador no se permitirá, por ningún motivo, realizar una predosificación de las fracciones de agregados antes de su vertido a las tolvas de agregados en frío.

Cada fracción del agregado se acopiará separada de las demás, para evitar contaminaciones cruzadas. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los 15 cm inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superiores a 1,5 m, y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro, los agregados se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado.

433.14 Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

Se ha de tener en cuenta todo lo que resulte aplicable de la [Subsección 415.05](#)

Las mezclas porosas se diseñarán a partir de probetas cilíndricas tipo Marshall, confeccionadas como se describe en la norma de ensayo MTC E 515. Las temperaturas de mezcla y compactación dependerán de las características del material bituminoso que se emplee y se definirán en cada caso particular durante la etapa de diseño. La temperatura de elaboración de la mezcla deberá ser tal, que se obtenga una adecuada envuelta del agregado, sin que se produzcan escurrimientos del material bituminoso.

El contenido óptimo de material bituminoso en la mezcla se deberá elegir de manera que se cumplan los siguientes criterios:

- Los vacíos con aire de la mezcla compactada, medidos como se indica en la norma MTC E 505, no deberán ser inferiores al 20%, ni mayores del 25%.
- Para asegurar que los vacíos con aire, estén debidamente interconectados, se realizará una prueba de permeabilidad. La capacidad de drenaje se mide colocando 100 cm³ de agua en un molde conteniendo la probeta prehumedecida. El tiempo que tarde el agua en atravesar la muestra no deberá exceder de 15 segundos.
- Las pérdidas por desgaste a 25°C, determinadas de acuerdo con el procedimiento descrito en el ensayo MTC E 515, no deberán ser superiores al 25%.
- La dosificación del material bituminoso no podrá ser inferior al 4,5%, respecto del peso seco de los agregados, incluido el filler o polvo mineral.
- Se deberá comprobar además, la adhesividad entre el agregado y el material bituminoso, caracterizando la mezcla en presencia de agua. Al efecto, la pérdida por abrasión en el ensayo Cántabro (MTC E 515), tras ser sometidas las probetas a un proceso de inmersión durante 24 horas a 60°C, no podrá exceder del 40%. Si se supera este valor, se deberá mejorar la adhesividad mediante un aditivo mejorador de adherencia.

La fórmula de trabajo establecida en el laboratorio, se podrá ajustar con los resultados de las pruebas realizadas durante la ejecución del tramo de prueba. Igualmente, si durante la ejecución de las obras varía alguno de los componentes de la mezcla o se rebasan de manera frecuente las tolerancias granulométricas establecidas en esta Sección, se requerirá el estudio de una nueva fórmula de trabajo.

433.15 Preparación de la superficie existente

No se permitirá el esparcido de la mezcla porosa mientras el Supervisor no certifique que la capa sobre la cual se va a colocar, es estructuralmente sana y que su superficie es impermeable y presenta una sección transversal apropiada.

No se permitirá el esparcido de mezclas porosas directamente sobre superficies fresadas.

El esparcido de la mezcla porosa requiere la aplicación de un riego previo de liga, empleando una emulsión asfáltica convencional o modificada con polímeros, el cual se realiza según lo establece la [Sección 417](#).

Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie. Si hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación del riego, se comprobará que su capacidad de liga con la mezcla no se haya mermado en forma perjudicial; si ello ha sucedido, el Contratista deberá efectuar un riego de liga adicional, a su costo, en la cuantía que fije el Supervisor.

433.16 Tramo de pruebas

Rige lo que corresponda de la [Subsección 415.06](#). Las temperaturas de esparcido y compactación tienen especial importancia en el comportamiento de estas mezclas, razón por la cual se debe tener especial cuidado en su definición durante la ejecución de los tramos de prueba y aprobación de la fórmula de trabajo.

Así mismo, se deberá analizar la correspondencia entre el contenido de vacíos con aire de la mezcla compactada y la permeabilidad de la capa, medida según el ensayo MTC E 516.

433.17 Elaboración de la mezcla

Según lo indicado en la [Subsección 423.10](#).

433.18 Transporte de la mezcla

Según lo indicado en la [Subsección 423.11.](#)

433.19 Esparcido de la mezcla

Según lo indicado en la [Subsección 423.12.](#)

433.20 Compactación de la mezcla.

Se tendrá en cuenta lo que resulte aplicable de la [Subsección 423.13](#), para la compactación de las mezclas asfálticas en caliente.

433.21 Juntas de trabajo

Las juntas de trabajo de las mezclas porosas deberán permitir siempre el libre flujo de agua a través de la capa compactada. Por ningún motivo se permitirá la aplicación de un riego de liga sobre la superficie de contacto entre las dos franjas.

Las juntas transversales en la capa de rodadura porosa se deberán construir en forma diagonal, con el punto más avanzado en la parte más alta de la franja que se compacta, de tal forma que si la junta forma una barrera, la pendiente permita la salida del agua hacia el exterior.

433.22 Apertura al tránsito

Alcanzando el nivel de compactación exigido, el tramo pavimentado se podrá abrir al tránsito tan pronto como la capa alcance la temperatura ambiente en todo su espesor.

433.23 Limitaciones climáticas

Las mezclas porosas se colocarán únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura ambiental sea superior a 6°C y no haya precipitaciones pluviales.

433.24 Reparaciones

Se aplica lo establecido en la [Subsección 418.14.](#)

Aceptación de los trabajos

433.25 Criterios

a. Controles

Lo que resulte aplicable de la [Subsección 415.07\(a\)](#).

La toma de muestras para la ejecución de los diferentes ensayos de control, se realizará de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 201 para agregados pétreos, MTC E 301 para materiales bituminosos y MTC E 501 para mezclas asfálticas.

b. Calidad del cemento asfáltico

A la llegada del termotanque con cemento asfáltico convencional o modificado con polímeros al sitio de los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor una certificación expedida por el fabricante del producto, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo de asfalto, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega.

El Supervisor rechazará los suministros de material asfáltico que no encuentren respaldados por la certificación del fabricante.

Además, el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- 1.** Comprobar mediante muestras representativas de cada entrega la penetración y recuperación elástica por torsión en el caso del asfalto modificado con polímeros. En todos los casos, guardará una muestra para eventuales ensayos posteriores de contraste, cuando el Contratista o el proveedor manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.
- 2.** Efectuar con la frecuencia de la [Tabla 423-13](#), controles de las demás características descritas en la [Tabla 431-01](#).
- 3.** Efectuar los ensayos necesarios para determinar la cantidad de cemento asfáltico incorporado en las mezclas que haya aceptado.

En todos los caso, se guardará una muestra para ensayos posteriores de contraste, cuando el Contratista o el fabricante muestren inconformidad con los resultados iniciales.

c. Calidad de los agregados pétreos y del filler o polvo mineral

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro muestras y a cada fracción de ellas se les deberá realizar los ensayos que sean pertinentes que se encuentran indicados en la [Tabla 433-02](#).

Tabla 433-02

Requisitos de los agregados pétreos para mezcl

		Ensayo	Requerimiento		
			Bajo Tránsito	Tránsito Medio	Alto Tránsito
Desgaste de Los Ángeles		MTC E 207	35% máx.	35% máx.	35% máx.
Desgaste Micro-Deval		ASTM D 7428	-	30% máx.	25% máx.
10% de fino (KN)	Seco		-	-	90% min.
	Relación Húm/seco		-	-	75% min.
Pérdidas en ensayos de solidez	Sulfato de sodio	MTC E 209	12% máx.	12% máx.	12% máx.
	Sulfato de magnesio		18% máx.	18% máx.	18% máx.
Partícula fracturadas mecánicamente (agregado grueso) % mínimo 1 cara/2caras		MTC E 210	60/-	75/60	75/-
Partículas planas y alargadas		MTC E 221	10 % máx.	10% máx.	10% máx.
Contenido de impurezas (Agregado grueso)		UNE 14613	0,5% máx.	0,5% máx.	0,5% máx.
Adhesividad (Stripping)			95% máx.	95% máx.	95% máx.

Tablas 400.01(a), 400.01(b) y 400.01(c) Norma INV-07

Así mismo, para cada procedencia de filler o polvo mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán dos muestras y sobre ellas se determinará la densidad aparente.

Los resultados de estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en la [Subsección 415.02\(a\)](#)

Los materiales producidos deben ser acopiados y manipulados con los cuidados correspondientes a fin de evitar su contaminación con tierra vegetal, materia orgánica u otros, de ocurrir tal hecho, serán rechazados por el Supervisor.

Además, efectuará las verificaciones de calidad indicadas en la [Tabla 423-01](#) y [423-02](#) para los agregados grueso y fino.

Si existe incorporación independiente del filler o polvo mineral, sobre él se efectuarán las siguientes determinaciones:

- Densidad aparente, al menos una vez a la semana y cada vez que se cambie la procedencia del filler o polvo mineral.
- Granulometría, una prueba por suministro.

En ningún caso se permitirá el empleo de minerales que no satisfagan los requisitos de la [Subsección 415.02\(a\)](#).

d. Composición de la mezcla

A la salida del mezclador o del silo de almacenamiento, sobre cada vehículo de transporte, el Supervisor controlará la temperatura de la mezcla. Rechazará todas las mezclas segregadas, carbonizadas, o sobrecalentadas, así como las mezclas con espuma, aquellas cuya envuelta no sea homogénea y las que presenten indicios de humedad o de contaminación por combustible. En este último caso y cuando la planta sea de tipo discontinuo, se deberán retirar los agregados de las correspondientes tolvas en caliente.

1. Contenido de asfalto

Por cada jornada de trabajo se tomará un mínimo de 2 muestras y se considerará como lote, el tramo constituido por un total de cuando menos 6 muestras, las cuales corresponderán a un número entero de jornadas.

Sobre estas muestras se determinará el contenido de asfalto residual según lo descrito en la norma de ensayo MTC E 502.

El porcentaje de asfalto residual promedio del lote (ART %) tendrá una tolerancia del 0,3%, respecto del óptimo definido en la fórmula de trabajo (ARF %).

$$ARF \% - 0,3 \% \leq ART \% \leq ARF \% + 0,3 \%$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI %), no podrá diferir del valor promedio (ART %) en más del 0,5%, admitiéndose un solo valor fuera de ese intervalo.

$$\text{ART } \% - 0,5 \% \leq \text{ARI } \% \leq \text{ART } \% + 0,5 \%$$

Un porcentaje de asfalto residual promedio (ART %) fuera de la tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica rechazo del tramo.

2. Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados.

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican en la [Tabla 433-03](#).

Tabla 433-03

Tolerancias granulométricas de los agregados para mezclas porosas

Tamiz	Tolerancia en puntos de % sobre el peso seco de los agregados
9,50 mm (3/8") y mayores	± 4
4,75 mm (n.º 4) 2,00 mm (n.º 10) 425 µm (n.º 40)	± 3
75 µm (n.º 200)	± 1

Tabla 453.2 Norma INV-07

e. Calidad de la mezcla

1. Resistencia

Con un mínimo de 2 muestras por lote de la mezcla elaborada, se moldearán probetas (3 por muestra), para el ensayo Cántabro (MTC E 515)

Con tres de las probetas se medirá la pérdida por abrasión en seco y con las otras 3 se determinará la pérdida por abrasión después de un período de inmersión en agua a 60°C durante 24 horas.

Los valores promedio de pérdida en ambos grupos deberán satisfacer los criterios descritos en la [Subsección 433.14](#). Ninguna de las probetas podrá presentar una pérdida mayor del 20% de la máxima admisible para cada grupo.

El incumplimiento de alguna de estas exigencias implica el rechazo del lote representado por las muestras.

2. Vacíos con aire

Las probetas que van a ser utilizadas para la verificación de la resistencia, se determinará previamente los vacíos con aire. El valor promedio de los vacíos con aire de las 6 probetas no podrá diferir en más de 2 puntos porcentuales ($\pm 2\%$) del definido al establecer las fórmulas de trabajo y, simultáneamente, se deberá encontrar en el rango que se establece en la [Subsección 433.14](#), sin que ningún valor individual se pueda salir de él en más de 3 puntos porcentuales ($\pm 3\%$).

El incumplimiento de alguna de estas exigencias implica el rechazo del lote representado por las muestras.

f. Calidad del trabajo terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada por el Supervisor. La cota de cualquier punto de la mezcla porosa compactada, no deberá variar en más de 10 mm de la proyectada.

g. El Supervisor deberá efectuar las siguientes verificaciones:

1. Compactación

Las verificaciones de la compactación de la capa se realizarán en una proporción de cuando menos 5 por lote. Los sitios para las mediciones se elegirán de acuerdo con el Anexo N.º 1 "Proceso Aleatorio para seleccionar la ubicación de puntos de muestreo al azar".

El porcentaje promedio de vacíos con aire en la mezcla no podrá variar en más de 3 puntos porcentuales ($\pm 3\%$) del obtenido en la fórmula de trabajo, y simultáneamente, se deberá encontrar en el rango que se establece en la [Subsección 433.14](#). Además, no más de 3

especímenes del lote ensayado podrán presentar valores que difieran en más de $\pm 4\%$ del obtenido al establecer la fórmula de trabajo.

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del tramo por el Supervisor.

2. Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, el Supervisor determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d):

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i), deberá ser, cuando menos, igual al 90% del espesor de diseño, admitiéndose sólo un valor por debajo de dicho límite:

$$e_i \geq 0,9 * e_d$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del tramo por parte del Supervisor.

3. Uniformidad de la Superficie

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal, al eje de la vía, que no existan variaciones superiores de 5 mm en capas de rodadura o 10 mm en capas de base o intermedias y bacheos. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor.

4. Textura

Las medidas de textura se realizarán antes de la puesta en servicio de la capa, empleando el método de ensayo descrito en la norma MTC E 1005.

El número mínimo de puntos a controlar por lote será de 3, que se ampliarán a 5 si la textura obtenida en uno de los 3 primeros es inferior a la especificada. Los sitios para las mediciones se elegirán de acuerdo con el [Anexo N°.1](#) "Proceso Aleatorio para seleccionar la

ubicación de puntos de muestreo al azar". Después de 10 lotes consecutivos aceptados, el Supervisor podrá reducir la frecuencia de los ensayos.

La profundidad promedio de textura de tramo no podrá ser menor de 1,5 mm, sin que ningún valor individual sea inferior en más del 20% al promedio mínimo exigido.

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del tramo.

5. Resistencia al deslizamiento

Una vez transcurridos, como mínimo, 30 días de la puesta en servicio de la capa de mezcla porosa, se harán las determinaciones de la resistencia al deslizamiento.

Debido a que este parámetro se encuentra relacionado directamente con la seguridad de los usuarios, los puntos para su determinación no se elegirán al azar, sino que serán ubicados por el Supervisor en los lugares que considere más sensibles al deslizamiento de los vehículos en condición de superficie húmeda.

Las medidas se realizarán con el péndulo británico, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 1004 en 3 puntos por tramo en zonas en tangente y en uno por cada curva horizontal y por cada zona singular (plazoleta, intersección, zona de frenado, etc.) incluida dentro del tramo, y ninguna de las cuales podrá presentar un valor inferior de 0,55 para las zonas en tangente y 0,60 para las demás zonas.

En caso de que se presenten valores menores, el Supervisor indicará las medidas adicionales para delimitar perfectamente el área deficiente, la cual deberá ser reconstruida por el Contratista, a su costo.

Se permite el empleo de otros dispositivos para verificar la resistencia al deslizamiento. En tal caso, la especificación especial indicará el equipo aprobado, así como los valores mínimos por alcanzar.

6. Rugosidad

La rugosidad de la superficie de rodadura será medida y aprobada por el Supervisor, para lo cual, por cuenta y cargo del Contratista, deberá determinarse en unidades IRI.

Para la determinación de la rugosidad podrán utilizarse métodos topográficos, rugosímetros, perfilómetros o cualquier otro método aprobado por el Supervisor.

Para efectos de la evaluación con fines de recibo, las medidas se harán en cada uno de los carriles del pavimento construido y los valores del IRI se presentarán en m/km, por tramos de 5 km, registrando mediciones cada 100 m, cumpliendo los valores de la [Tabla 433-04](#), con la excepción que se cita en el párrafo siguiente.

No habrá exigencia sobre el cumplimiento de rugosidad superficial en tramos que incluyan singularidades, entendiendo por tales todas aquellas alteraciones del perfil longitudinal de la carretera que incrementen el IRI y no provengan de deficiencias constructivas, como pueden ser intersecciones con otras vías, puentes, pozos de inspección, etc., los cuales serán definidos por el Supervisor, con su ubicación respectiva (carril y abscisa), antes de proceder con la determinación del IRI.

Si los resultados del IRI exceden los límites especificados en la [Tabla 433-04](#) el tramo correspondiente será rechazado.

7. Segregación térmica

El Contratista deberá entregar al Supervisor un registro fotográfico, tomado con cámara infrarroja, de las temperaturas de esparcido y compactación de toda la mezcla colocada, debidamente referenciadas.

Estas fotografías, serán incluidas en el informe final y servirán a la entidad contratante como antecedente técnico si se presentan deterioros de la capa de mezcla porosa durante el período de garantía, como consecuencia de la segregación térmica durante la construcción.

Todas las áreas de la mezcla porosa colocada y compactada, donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberán ser demolidas y reconstruidas por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones y aprobación del Supervisor.

8. El Supervisor así mismo deberá efectuar los controles de los materiales de acuerdo a las frecuencias y ensayos indicados en la [Tabla 433-05.](#)

Tabla 433-04
Valores de Rugosidad Admisible IRI (m/km) según tipo de Carretera

Tipo de Carretera	Rugosidad Característica Inicial Pavimento Nuevo IRI (m/km)	Rugosidad Característica Inicial Pavimento Reforzado IRI (m/km)	Rugosidad Característica Durante Periodo de Servicio IRI (m/km)	Observación
Autopistas: IMDA > 6000 veh./día, de calzadas separadas, c/u con 2 o + carriles.	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 98%
Carreteras Duales o Multicarril: IMDA entre 6000 y 4001 veh./día, de calzadas separadas, c/u con 2 o + carriles.	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 95%
Carreteras de Primera Clase: IMDA entre 4000 y 2001 veh./día, de una calzada de 2 carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase: IMDA entre 2000 y 401 veh./día, de una calzada de 2 carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 90%
Carreteras de Tercera Clase: IMDA entre 400 y 201 veh./día, de una calzada de 2 carriles.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 90%
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: IMDA ≤ 200 veh./día, de una calzada.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 85%

Tabla 433-05
Ensayos y frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	200 m ³	Tolva en frío
	Plasticidad	MTC E 110	200 m ³	Tolva en frío
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	500 m ³	Tolva en frío
	Equivalente arena	MTC E 114	1.000 m ³	Tolva en frío
	Partículas planas y alargadas	MTC E 221	500 m ³	Tolva en frío
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	1.000 m ³	Tolva en frío
	Angularidad del agregado fino	MTC E 222	1.000 m ³	Tolva en frío
	Perdida en sulfato de magnesio	MTC E 209	1.000 m ³	Tolva en frío
	Azul de metileno	AASHTO TP 57	1.000 m ³	Tolva en frío
Mezcla Asfáltica	Contenido de Asfalto	MTC E 502	2 por día	Pista/planta
	Granulometría			
	Ensayo Marshall	MTC E 504	2 por día	Pista/planta
	Temperatura	-	Cada volquete	Pista/planta
	Densidad	MTC E 506, MTC E 508 y MTC E 510	1 cada 250 m ²	Pista compactada
	Espesor	MTC E 507	Cada 250 m ²	Pista compactada
	Resistencia al deslizamiento	MTC E 1004	1 por día	Pista compactada
	Adherencia	MTC E 519	1.000 m ³	Pista/planta
Cemento Asfáltico	Según 433.03		\sqrt{n} (*)	Tanques Térmicos al llegar a obra

(*) n representa el número de tancadas de 30.000 l de cemento asfáltico requeridos en la obra.

Medición

433.26

Se aplica lo descrito en la [Subsección 415.08.](#)

Pago

433.27

Se aplica lo descrito en la [Subsección 415.10.](#)

Partida de pago	Unidad de pago
433.A Pavimento de concreto asfáltico con mezclas porosas	Metro cúbico (m ³)



SECCION 434

PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO CON MEZCLAS STONE MASTIC ASPHALT (SMA)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 434

Pavimento de concreto asfáltico con mezclas Stone Mastic Asphalt (SMA)

Descripción

434.01

Este trabajo consistirá en la fabricación de mezclas asfálticas Stone Mastic Asphalt (SMA) y su colocación en una o más capas sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Utilizada principalmente en rutas de elevado tránsito, tránsito pesado y zonas de pendiente fuerte, entre otros.

La particularidad de esta mezcla asfáltica consiste en revestir y aglutinar con un mortero rico en ligante una gran cantidad de grava triturada, de bajo desgaste y a prueba de impacto, que aseguran una vida útil muy prolongada para este tipo de construcción. La elevada dosis de ligante asfáltico empleada en esta mezcla, del orden de 6,5 a 8,0 % en peso, requiere la adición de una fibra de celulosa para evitar el escurrimiento y la exudación de la mezcla puesta en el terreno.

Materiales

434.02

Los materiales a utilizar serán los que se indican a continuación:

a. Agregados gruesos

Los agregados pétreos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración fisicoquímica apreciable bajo las condiciones más desfavorables que se puedan dar en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a

estructuras o a otras capas del pavimento, o contaminar corrientes de agua.

Los agregados deberán clasificarse y acopiarse separadamente en zonas habilitadas especialmente para este efecto, de manera que no produzca contaminación ni segregación de los materiales, en al menos tres fracciones: grava, fino y polvo mineral (filler).

El Contratista, como responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos, deberá realizar todos los ensayos necesarios para establecer la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar, independiente y complementariamente de los que exigen en estas especificaciones.

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.02\(a\)](#). Los agregados gruesos, deben cumplir además con los siguientes, indicado en la [Tabla 434-01](#).

Tabla 434-01

Requerimientos para los agregados gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		=< 3.000	> 3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	15% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	25% máx.	20% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	-
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	MTC E 221	25% máx.	15% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	100/90	100/90
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción	MTC E 206	2,0% máx.	1,0% máx.

* La notación "85/50" indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 50% tiene dos caras fracturadas.

b. Agregados finos

El agregado fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o parcialmente de fuentes naturales de arena. Se aplica lo que es válido al respecto de la [Subsección 415.02\(a\)](#).

Adicionalmente deberá cumplir con los requerimientos de la [Tabla 434-02](#).

Tabla 434-02

Requerimientos para los agregados finos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		≤ 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	15% máx.	15% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N° 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

c. Gradación

Las distintas fracciones de agregados, incluyendo el relleno mineral (filler), deberán combinarse en proporciones tales que la mezcla resultante cumpla con alguna de las bandas granulométricas especificadas en la [Tabla 434-03](#).

Las determinaciones se efectuarán de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 204.

Tabla 434-03
Granulometría para Mezclas Stone Mastic Asphalt

Tamiz		Porcentaje que pasa			
		Tamaño máximo 20 mm	Tamaño máximo 12,5 mm	Tamaño máximo 10 mm	Tamaño máximo 5 mm
25,0 mm	1"	100	-	-	-
19,0 mm	¾"	90-100	100	-	-
12,5 mm	½"	45-60	90-100	100	-
9,5 mm	3/8"	30-45	60 máx.	90-100	-
6,3 mm	¼"	-	-	-	100
4,75 mm	N.º 4	20-25	30-40	26-60	90-100
2,5 mm	N.º 8	16-23	20-27	20-28	30-40
75 µm	N.º 200	9-13	9-13	9-13	9-13

d. Fibras de celulosa

Es uno de los componentes que forman parte del mastic, junto con el material asfáltico y el filler.

Se debe presentar un certificado de calidad del producto antes de su uso y durante la obra.

e. Filler mineral

El filler o polvo mineral podrá proceder de la trituración de los agregados o aportarse como producto comercial o especialmente preparado para este fin. La proporción de polvo mineral de aporte se fijará en las especificaciones especiales del Proyecto.

En el caso de usar filler, se deben realizar ensayos de densidad aparente en tolueno y en tricloroetileno (ASTM D 546 y ASTM D 854).

f. Cemento asfáltico

Como material bituminoso se usará cemento asfáltico, cuyo grado deberá definirse en función de las condiciones de clima, tránsito y estructura del Proyecto. Deberá cumplir con las especificaciones de las mezclas asfálticas en caliente y además se deberá proporcionar la siguiente información:

- Punto de Ablandamiento.
- Perfil de viscosidades rotacional a temperaturas de 100°, 135° y 150°C.
- Viscosidad a 60°C después del ensayo de película delgada rotatoria.
- Rango de temperaturas de mezclado y compactación.
- Temperatura máxima de calentamiento.
- La viscosidad rotacional a 60°C del asfalto envejecido en el ensayo de película delgada rotatoria dividido por la viscosidad rotacional a 60°C del asfalto original, debe ser menor o igual a 3.

De forma opcional, el material bituminoso puede ser clasificado según la norma AASHTO M-320 (Performance Graded Asphalt Binder Specification), debiéndose informar su valor antes de la primera entrega de material y posteriormente cada 500 toneladas de material bituminoso entregado. Si la cantidad de material utilizado es menor de dicha cifra, se debe realizar al menos un ensayo Performance Graded (PG).

Alternativamente podrá usarse cemento asfáltico modificado con polímero que cumpla con la [Tablas 431-01](#), [431-02](#) y [431-03](#).

Los asfaltos modificados deberán cumplir además con los siguientes requisitos adicionales, indicados en la [Tabla 434-04](#).

Tabla 434-04**Requerimientos para los asfaltos modificados**

Ensayos	Norma	Requerimiento
Recuperación Elástica Torsional a 25°C	NLT 329 MTC E 320	70 % min.
Ensayo de Separación (diferencia de viscosidad rotacional a 170 °C)	ASTM D 5976	Entre la parte superior y la inferior 15 % máx.
Perfil de Viscosidad Rotacional a 135, 150, 170 y 190 °C	ASTM D 4402	Debe ser indicado (incluyendo rpm, % torque, n.º spindle y razón de corte)

g. Riego de liga

Se aplicará como riego de liga una emulsión asfáltica modificada con polímeros que cumpla con lo especificado en la [Tabla 432-01](#).

En el caso de no utilizar la emulsión modificada, se podrá emplear en su lugar una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida CRS-1.

Equipo**434.03**

Al respecto, rigen las condiciones generales que se indican en la [Subsección 415.03](#)

a. Equipo para la elaboración de los agregados triturados

La planta de trituración constará de una trituradora primaria y una secundaria obligatoriamente. Una terciaria siempre y cuando se requiera. Se deberá incluir también una clasificadora y un equipo de lavado. Además deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental de acuerdo a lo indicado en las [Subsecciones 05.06, 05.11, 400.03 y 400.04](#).

b. Planta mezcladora

La mezcla de SMA se fabricará en plantas adecuadas de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Las plantas productoras de mezcla SMA deberán cumplir con lo establecido en la normativa vigente sobre protección y control de calidad del aire.

Las tolvas de agregados en frío deberán tener paredes resistentes y estar provistas de dispositivos de salida que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición. El número mínimo de tolvas será función del número de fracciones de agregados por emplear y deberá tener aprobación del Supervisor.

En las plantas del tipo tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación de agregados en frío deberá ser ponderal y tener en cuenta su humedad para corregir la dosificación en función de ella. En los demás tipos de plantas se aceptarán sistemas de dosificación de tipo volumétrico.

La planta estará dotada de un secador que permita el secado correcto de los agregados y su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla. El sistema de extracción de polvo deberá evitar su emisión a la atmósfera o el vertido de lodos a cauces de agua o instalaciones sanitarias.

Las plantas que no sean del tipo tambor secador-mezclador, estarán dotadas, así mismo, de un sistema de clasificación de los agregados en caliente, de capacidad adecuada a la producción del mezclador, en un número de fracciones no inferior a 3 y de tolvas de almacenamiento de las mismas, cuyas paredes serán resistentes y de altura suficiente para evitar contaminaciones. Dichas tolvas en caliente estarán dotadas de un rebosadero, para evitar que el exceso de contenido se vierta en las tolvas contiguas o afecte el funcionamiento del sistema de clasificación; de un dispositivo de alarma, perceptible por el operador, que avise cuando el nivel de la tolva baje del que proporcione el caudal calibrado y de un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones almacenadas.

La instalación deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los agregados, situados a la salida del secador y en las tolvas en caliente.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del asfalto deberá permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo.

En el calentamiento del asfalto se emplearán, preferentemente, serpentines de aceite o vapor, evitándose en todo caso el contacto del material bituminoso con elementos metálicos de la caldera que estén a temperatura muy superior a la de almacenamiento. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc., deberán estar provistos de dispositivos calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del material bituminoso a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros en lugares convenientes, para asegurar el control de la temperatura del material bituminoso, especialmente en la boca de salida de éste al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de una toma para el muestreo y comprobación de la calibración del dispositivo de dosificación.

En caso que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos. La instalación estará dotada de sistemas independientes de almacenamiento y alimentación del filler de recuperación y adición, los cuales deberán estar protegidos contra la humedad.

Las instalaciones de tipo discontinuo deberán estar provistas de dispositivos de dosificación por peso cuya exactitud sea superior al 0,5%. Los dispositivos de dosificación del filler y material bituminoso tendrán, como mínimo, una sensibilidad de 0,5 kg. El material bituminoso deberá ser distribuido uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas ni goteos.

En las instalaciones de tipo continuo, las tolvas de agregados clasificados calientes deberán estar provistas de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición. Estos dispositivos deberán ser calibrados antes de iniciar la fabricación de cualquier tipo de mezcla, en condiciones reales de funcionamiento.

El sistema dosificador del material bituminoso deberá disponer de dispositivos para su calibración a la temperatura y presión de trabajo. En

las plantas de mezcla continua, deberá estar sincronizado con la alimentación de los agregados pétreos y el filler mineral.

En las plantas continuas con tambor secador-mezclador se deberá garantizar la difusión homogénea del asfalto y que ésta se realice de manera que no exista ningún riesgo de contacto con la llama ni de someter al material bituminoso a temperaturas inadecuadas.

En las instalaciones de tipo continuo, el mezclador será de ejes gemelos.

Si la planta posee tolva de almacenamiento de la mezcla elaborada, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los vehículos de transporte.

En la planta mezcladora y en los lugares de posibles incendios, es necesario que se cuente con un extintor de fácil acceso y uso del personal de obra.

Antes de la instalación de la planta mezcladora, el Contratista deberá solicitar a las autoridades correspondientes, los permisos de localización, concesión de aguas, disposición de sólidos, funcionamiento para emisiones atmosféricas, vertimiento de aguas y permiso por escrito al dueño o representante legal. Para la ubicación se debe considerar dirección de los vientos, proximidad a las fuentes de materiales, fácil acceso y cumplir lo estipulado en las [Subsecciones 05.06](#), [05.11](#), [400.03](#) y [400.04](#).

Los trabajadores y operarios más expuestos al ruido, gases tóxicos y partículas deberán estar dotados con elementos de seguridad industrial y adaptados a las condiciones climáticas tales como: gafas, protectores de oído, protectores de gas y polvo, casco, guantes, botas y otros aprobados por el Supervisor.

c. Equipo para el transporte

Tanto los agregados como las mezclas se transportarán en volquetes debidamente acondicionadas para tal fin. La forma y altura de la tolva será tal, que durante el vertido en la terminadora, el volquete sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos para ello. Para carreteras con volúmenes de tráfico superiores a 4.000 vehículos/día o que se ubiquen en zonas climáticas desfavorables (bajas temperaturas), se verterá la mezcla desde la tolva del volquete a un vehículo de transferencia de material y desde allí a la pavimentadora.

Los volquetes deberán estar siempre provistos de dispositivos que mantengan la temperatura, los cuales deben estar debidamente asegurados, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir emisiones contaminantes.

d. Equipo para el esparcido de la mezcla

El esparcido y terminación de las mezclas densas en caliente se hará con una pavimentadora autopropulsada, adecuada para extender y terminar la mezcla con un mínimo de precompactación de acuerdo con los anchos y espesores especificados en el Proyecto. La pavimentadora poseerá un equipo de dirección adecuado y tendrá velocidades para retroceder y avanzar.

Estará equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. El mecanismo de accionamiento de los transportadores de cadena no deberá producir segregación física central.

La pavimentadora tendrá dispositivos mecánicos compensadores para obtener una superficie pareja y formar los bordes de la capa sin uso de formas. Será ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño o aprobada por el Supervisor. Tanto la plancha como las extensiones deberán contar con sistema de calentamiento uniforme.

Deberá poseer sensores electrónicos para garantizar la homogeneidad de los espesores.

Se evitará todo tipo de derrames durante la descarga de la mezcla a la tolva, a la vez de procurar una pavimentación continua y manteniendo una velocidad constante de la pavimentadora.

Si se determina que el equipo deja huellas en la superficie de la capa, áreas defectuosas u otras irregularidades objetables, el Supervisor exigirá su inmediato cambio.

Cuando la mezcla se realice en planta portátil, la misma planta realizará su esparcido sobre la superficie.

e. Equipo de compactación

Se deberán utilizar rodillos autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos, vibratorios tándem y de neumáticos. El equipo de compactación será aprobado por el Supervisor, acorde a los resultados

obtenidos en la ejecución del tramo de prueba. Para vías de Primer orden los rodillos lisos se restringen a los denominados tipos tándem, no permitiéndose el uso de los que poseen dos llantas traseras neumáticas. Para otros tipos de vías se aconseja el uso de equipos tándem, mas no se restringen exclusivamente a éste.

Los compactadores de rodillos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Además, deberán poseer controladores de vibración y de frecuencia independientes. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslape de las huellas delanteras y traseras y, en caso necesario, faldones de lona protectora contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones lineales estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos compactadores, serán las necesarias para conseguir la compactación adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del agregado ni arrollamiento de la mezcla a las temperaturas de compactación.

Estará constituido por elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica. Así mismo, se requieren herramientas menores para efectuar correcciones localizadas durante el esparcido de la mezcla.

Al culminar los trabajos las plantas de asfalto serán desmontadas y las condiciones del área ocupada deberán ser restituidas al estado del inicio de la obra, de acuerdo a lo establecido en la [Sección 906](#).

Requerimientos de construcción

434.04 Propiedades de la mezcla SMA

El Contratista deberá presentar al Supervisor, la dosificación de las mezclas asfálticas antes de comenzar la pavimentación.

Sólo se podrá comenzar la colocación de las SMA cuando el Contratista haya recibido la aprobación por parte del Supervisor.

La confección de las probetas se regirá por lo indicado en el método Marshall descrito en la norma de ensayo MTC E 504. La mezcla deberá cumplir con las exigencias que se indican en la [Tabla 434-05](#).

Tabla 434-05

Requerimientos para el diseño de la mezcla SMA

Ensayos	Requerimiento
Compactación Marshall	50 golpes por cara
Compactación Superpave	75 a 100 giros, dependiendo del Proyecto
Vacíos de aire totales	2% (climas fríos) 4% (climas templados y cálidos)
Vacíos agregado mineral (VAM)	≥ 17 %
VCA mezcla, % (1)	< que VCA varillado
Contenido de ligante en peso total de la mezcla	≥ 6,5 %
Contenido de fibras celulósicas en peso total de la mezcla	≥ 0,3 %
Escurrecimiento de ligante a la temperatura de mezclado	≤ 0,3 %

(1) VCA: porcentaje de vacíos de la fracción gruesa

434.05 Limitaciones climáticas

Las mezclas asfálticas calientes se colocarán únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura ambiental sea superior a 6°C y no haya precipitaciones pluviales; además la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias previstas en la [Sección 403](#).

434.06 Preparación de la superficie existente

Antes de iniciar las faenas de colocación de la mezcla SMA, se deberá realizar un riego de liga con emulsión asfáltica modificada de rotura rápida, con una dosis entre 0,20 y 0,35 l/m² en base al residuo asfáltico. Se deberá verificar la tasa de riego cada 500 m y como mínimo una vez al día.

434.07 Tramo de prueba

Se aplica lo indicado en la [Subsección 415.03](#).

434.08 Elaboración de la mezcla

Se registrá por lo establecido en la [Subsección 423.11.](#)

434.09 Transporte de la mezcla

Se tendrá en cuenta lo que resulte aplicable de la [Subsección 423.11.](#)

434.10 Esparcido de la mezcla

Según lo indicado en la [Subsección 423.12.](#)

434.11 Compactación de la mezcla

La compactación se hará con rodillos lisos de un peso comprendido entre 100 y 150 kN, los que irán inmediatamente detrás de la pavimentadora. Se deberán pasar a la mayor temperatura posible, sin sobrepasar la temperatura indicada en la dosificación y en número superior a 6 pasadas. No se debe producir desplazamiento de la mezcla y se continuará mientras la temperatura de la mezcla no sea inferior a la indicada en la dosificación. No se utilizarán rodillos neumáticos. Se recomienda el uso de al menos 3 rodillos.

434.12 Apertura al tránsito

Alcanzada la densidad exigida, el tramo pavimentado podrá abrirse al tránsito tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente.

434.13 Reparaciones

Se aplica lo establecido en la [Subsección 418.14.](#)

Aceptación de los trabajos

434.14 Criterios

Se tendrá en cuenta lo que resulte aplicable de la [Subsección 423.18.](#)

Los controles de calidad de los materiales se efectuarán teniendo en cuenta la [Tabla 434-06](#) Ensayos y frecuencias.

Tabla 434-06
Ensayos y frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	200 m ³	Tolva en frío
	Plasticidad	MTC E 110	200 m ³	Tolva en frío
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	500 m ³	Tolva en frío
	Equivalente arena	MTC E 114	1.000 m ³	Tolva en frío
	Partículas planas y alargadas	MTC E 221	500 m ³	Tolva en frío
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	1.000 m ³	Tolva en frío
	Angularidad del agregado fino	MTC E 222	1.000 m ³	Tolva en frío
	Perdida en sulfato de magnesio	MTC E 209	1.000 m ³	Tolva en frío
	Azul de metileno	AASHTO TP 57	1.000 m ³	Tolva en frío
SMA	Contenido de Asfalto	MTC E 502	2 por día	Pista/planta
	Granulometría			
	Ensayo Marshall	MTC E 504	2 por día	Pista/planta
	Temperatura	-	Cada volquete	Pista/planta
	Densidad	MTC E 506, MTC E 508 y MTC E 510	1 cada 250 m ²	Pista compactada
	Espesor	MTC E 507	Cada 250 m ²	Pista compactada
	Resistencia al deslizamiento	MTC E 1004	1 por día	Pista compactada
	Adherencia	MTC E 519	1.000 m ³	Pista/planta
Cemento Asfáltico	Según 434.02(f)		\sqrt{n} (*)	Tanques Térmicos al llegar a obra

(*) n representa el número de tancadas de 30.000 l de cemento asfáltico requeridos en la obra.

Medición

434.15

Se aplica lo descrito en la [Subsección 415.08 \(b\)](#).

Pago

434.16

Se aplica lo descrito en la [Subsección 415.10](#).

Se excluye del pago el cemento asfáltico utilizado en la mezcla que se pagará de acuerdo a lo establecido en la [Sección 426](#).

Partida de pago	Unidad de pago
434.A Pavimento de concreto asfáltico con mezclas Stone Mastic Asphalt (SMA)	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 435

FRESADO DE PAVIMENTO

ASFÁLTICO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 435

Fresado de pavimento asfáltico

Descripción

435.01

Este trabajo consiste en cortar total o parcialmente la capa de rodadura del pavimento, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

435.02

Este requisito no es aplicable en la presente especificación.

Equipo

435.03

El equipo para la ejecución de los trabajos deberá ser una máquina fresadora, cuyo estado, potencia y capacidad productiva garanticen el correcto cumplimiento del plan de trabajo. Si durante el transcurso de los trabajos el Supervisor observa deficiencias o mal funcionamiento de la máquina, ordenará su reemplazo.

El Contratista deberá utilizar equipo autopulsado con las siguientes características:

- Equipado con un control automatizado para la profundidad de corte.
- Capaz de mantener una profundidad de corte uniforme.
- Capaz de fresar a la profundidad requerida, abarcando al menos la mitad del ancho de la capa a reciclar, o un carril, el que sea mayor.
- Capaz de triturar el material fresado.

El equipo de fresado no deberá dañar el material a profundidades mayores a la de corte proyectada.

Requerimientos de construcción

435.04 Preparación de la superficie existente

Antes del inicio del fresado, la superficie del pavimento deberá encontrar limpia, mediante trabajos de barrido y/o soplado.

435.05 Fresado del pavimento

El fresado se efectuará sobre el área y el espesor que indique el Proyecto o apruebe el Supervisor, a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto existente.

El material extraído como resultado del fresado, deberá ser transportado y acopiado en los lugares que indique el Proyecto o que establezca el Supervisor y será propiedad de la entidad contratante. Se exceptúan de esta disposición los materiales provenientes de las capas de una construcción nueva que deban ser fresadas por el Contratista como resultado de deficiencias en los trabajos de pavimentación que esté ejecutando y cuyo retiro sea ordenado por el Supervisor, sin medida ni pago por parte de la entidad contratante. En tal caso, el material fresado será de propiedad del Contratista quien dispondrá el mismo en los DME, según lo establecido en la [Sección 209](#).

Durante la manipulación del material fresado, se deberá evitar su contaminación con suelos u otros materiales extraños.

En proximidades de sardineles y en otros sitios inaccesibles al equipo de fresado, el pavimento se deberá remover empleando otros métodos aprobados por el Supervisor.

El trabajo de fresado se podrá realizar en varias capas, hasta alcanzar el espesor del Proyecto, debiendo quedar una superficie nivelada y sin fracturas.

Si se diera el caso, que al terminar una jornada de trabajo no se completase el fresado en todo el ancho de la calzada, los bordes verticales, en sentido longitudinal, cuya altura supere 5 cm, se deberán suavizar de manera que no

impliquen peligro para el tránsito automotor. Igual precaución se tomará en los bordes transversales que queden al final de cada jornada.

Cualquiera que sea el método utilizado por el Contratista, los trabajos de fresado no deberán producir daños a objetos, estructuras y plantas que se encuentren cerca de la zona de acción de sus equipos y, por lo tanto, deberá tomar las precauciones que corresponda, siendo de su responsabilidad todos los daños y perjuicios que se ocasionen en dichos elementos durante el desarrollo de los trabajos. Al efecto, el Supervisor dispondrá el incremento de las medidas de seguridad, que sean necesarias.

435.06 Limitaciones en la ejecución

Los trabajos de fresado se deberán realizar en condiciones de luz natural. Sin embargo cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Supervisor podrá autorizar el trabajo en horas nocturnas, siempre y cuando el Contratista garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio.

435.07 Protección ambiental

Al respecto, rige todo lo que resulte aplicable del [Capítulo 9](#).

Aceptación de los trabajos

435.08 Criterios

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor verificará el funcionamiento del equipo empleado y efectuará los controles topográficos que sean necesarios.

b. Condiciones y tolerancias para la aceptación

1. Espesor del fresado

Se admitirá una tolerancia de las cotas de la superficie resultante, respecto de las del Proyecto, hasta de 5 mm. Los tramos donde se supere esta tolerancia se deberán someter a un tratamiento adicional por parte del Contratista, a su cuenta y costo, debiendo contar con la aprobación del Supervisor.

2. Rugosidad

Cuando sobre la superficie fresada se vaya a construir un tratamiento superficial, mortero asfáltico o carpeta asfáltica, se comprobará previamente el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) en toda la longitud fresada.

Para la determinación de la rugosidad podrán utilizarse métodos topográficos, rugosímetros, perfilómetros o cualquier otro método aprobado por el Supervisor.

Para efectos de la evaluación, las medidas se presentarán en m/km, realizándose la medición de la rugosidad sobre la superficie de rodadura terminada, en toda su longitud y debe involucrar ambas huellas por tramos de 5 km, en los cuales las obras estén concluidas, registrando mediciones cada 100 m.

No habrá exigencia sobre el cumplimiento de regularidad superficial en tramos que incluyan alteraciones del perfil longitudinal de la carretera que incrementen el IRI y no provengan de deficiencias en el procedimiento de fresado, como pueden ser intersecciones con otras vías, puentes, pozos de inspección, etc., los cuales serán previamente aprobados por el Supervisor, con su ubicación respectiva (carril y abscisa).

La superficie fresada tiene una regularidad superficial aceptable, si a lo largo de la longitud evaluada en cada carril se satisfacen los valores indicados en la [Tabla 435-01](#).

Tabla 435-01

Valores máximos admisibles de IRI

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	IRI (m/km)
40	1,9
80	2,5
100*	3,0

* Se recomienda la medición en secciones de 100 m.

Si los resultados de rugosidad exceden estos límites, los efectos de regularidad se corregirán mediante el fresado adicional en los tramos

que el Supervisor lo indique. Los espesores por fresar en cada tramo serán establecidos por el Supervisor y los costos, serán asumidos por el Contratista.

Medición

435.09

La unidad de medida del pavimento asfáltico fresado será el metro cuadrado (m^2), aproximando al entero, de la superficie fresada de acuerdo con las presentes especificaciones, el Proyecto y con la aprobación del Supervisor.

El área tratada se determinará multiplicando la longitud fresada por el ancho tratado, el cual estará establecido en el Proyecto o de acuerdo a las instrucciones del Supervisor. No se medirá ningún área por fuera de tales límites.

Pago

435.10

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por toda la obra ejecutada de acuerdo con esta especificación.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de limpieza previa que requiera la superficie, el fresado para alcanzar las cotas o espesores que indique el Proyecto o autorice el Supervisor; la carga, transporte, descarga y acopio del material fresado en los sitios establecidos; la reparación a satisfacción de todos los elementos que hayan sido afectados por la ejecución de los trabajos; la señalización preventiva y el ordenamiento del tránsito público durante el lapso de ejecución de los trabajos y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del fresado del pavimento asfáltico.

Partida de pago	Unidad de pago
435.A Fresado de pavimento asfáltico	Metro cuadrado (m^2)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 436

PAVIMENTO CON MEZCLA ASFÁLTICA RECICLADA EN CALIENTE



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 436

Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en caliente

Descripción

436.01

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas asfálticas, empleando mezcla asfáltica producida en planta en caliente, reutilizando materiales provenientes de capas asfálticas antiguas, con adición de nuevos materiales y de ser el caso, agentes rejuvenecedores y otros aditivos, con la finalidad de cumplir con las especificaciones técnicas correspondientes y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

436.02 Agregados pétreos y filler mineral

Los agregados pétreos para la elaboración de las mezclas recicladas tendrán 2 procedencias: los recuperados de pavimento y los requeridos como adición para corregir la gradación y garantizar la calidad de la mezcla.

436.03 Agregados pétreos de adición

El agregado pétreo de adición deberá presentar las características señaladas en la [Tabla 436-01](#) y la [Tabla 436-02](#), debiendo garantizar que el material obtenido como resultado de su mezcla con los agregados recuperados del pavimento, en las proporciones definidas durante el establecimiento de la fórmula de trabajo, incluyendo el filler mineral requerido, cumpla todos los requisitos exigidos en la [Subsección 415.02\(a\)](#)

Es recomendable que el agregado de adición tenga características mineralógicas similares a las del agregado que se recicla, con el fin de evitar que el material bituminoso tenga diferente adhesividad con cada uno de los componentes.

Tabla 436-01
Requerimientos agregados gruesos de adición en mezclas recicladas en caliente

	Ensayo	Requerimiento según tipo de tráfico (millones de ejes equivalentes)		
		≤ 0,3	> 0,3 - 3	> 3
Desgaste de Los Ángeles	MTC E 207	25% máx.	25% máx.	25% máx.
Desgaste Micro-Deval	ASTM D 7428		25% máx.	20% máx.
10 % de finos (KN)	Seco	BS 812 Part 110		110 min.
	Relación Húmedo/seco			75% min.
Durabilidad al Sulfato de Magnesio	MTC E 209	18 % máx.	18 % máx.	18 % máx.
Partículas fracturadas mecánicamente (agregado grueso) % mínimo 1cara/2 caras	MTC E 210	75 / --	75 / 60	85 / 70
Coefficiente de resistencia al deslizamiento	ASTM E 303	0,45 min.	0,45 min.	0,45 min.
Partículas chatas y alargadas	ASTM D 4791	10% máx.	10% máx.	10% máx.

Tabla 436-02
Requerimientos agregados finos de adición en mezclas recicladas en caliente

	Ensayo	Requerimiento según tipo de tráfico (millones de ejes equivalentes)		
		≤ 0,3	> 0,3-3	> 3
Durabilidad (al sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	18% máx.	18% máx.
Angularidad	ASTM D 1252	40% mín.	45% mín.	45% mín.
Índice de plasticidad	MTC E 111	N.P.	N.P.	N.P.
Equivalente de arena	MTC E 114	50% mín.	50% mín.	50% mín.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.	0,5% máx.

Los agregados pétreos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que se puedan dar en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del pavimento, o contaminar corrientes de agua.

El Contratista, como responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos, deberá realizar todos los ensayos necesarios para establecer la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar, independiente y complementariamente de los que se exigen en estas especificaciones.

Los agregados pétreos empleados para la ejecución asfáltica en caliente deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una película del material asfáltico, ésta no se desprenda por la acción combinada del agua y del tránsito. Solo se podrá admitir el empleo de agregados con características hidrófilas, si se añade algún aditivo de comprobada eficacia para proporcionar una adhesividad satisfactoria con el asfalto.

El equivalente de arena que se exige será de 50% como mínimo para el agregado finalmente obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones (incluido el filler mineral), según las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo y antes de pasar por el secador de la planta mezcladora. En caso de que no cumpla este valor mínimo, el agregado se aceptará si su equivalente de arena, medido en las mismas condiciones, es superior a 40% y, simultáneamente, el valor de azul de metileno determinado según la norma AASHTO TP 57, determinado es inferior a 10.

El agregado fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o parcialmente de fuentes naturales de arena. La proporción de arena natural no podrá exceder del 15% de la masa total del agregado combinado, cuando se trate de vías de alto tránsito de vehículos, ni exceder de 25% en vías con tránsitos de menor intensidad. En todo caso, la proporción de agregado fino no triturado no podrá exceder la del agregado fino triturado.

El filler mineral podrá proceder de los agregados pétreos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la planta mezcladora, o aportarse a la mezcla por separado como un producto preparado para este fin. La proporción de filler mineral de aporte deberá ser, como mínimo, la indicada en la [Tabla](#)

436-03, excluido el que inevitablemente quede adherido a los agregados. Este último, no podrá exceder del 2% de la masa de la mezcla, salvo que el Supervisor apruebe que se cumpla con las mismas condiciones que el exigido como aporte.

Tabla 436-03

**Proporción de polvo mineral de aporte
(% en masa del polvo mineral total,
excluido el adherido a los agregados)**

Tipo de Capa	Requerimiento según tipo de tráfico (millones de ejes equivalentes)	
	> 0,3 - 3	> 3
Rodadura	≥ 25	≥ 50
Intermedia	≥ 25	≥ 50
Base	---	≥ 25

La granulometría del agregado obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, incluido el filler mineral, deberá estar comprendida dentro de alguna de las franjas fijadas en la [Tabla 436-04](#).

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior del tamiz adyacente y viceversa.

Tabla 436-04
Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100	-	-
19,0 mm (3/4")	80-100	100	-
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	-
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

436.04 Agregados recuperados de la capa asfáltica antigua

Los agregados obtenidos mediante la disgregación de una capa asfáltica existente, no deberán mostrar signos de meteorización, y su calidad deberá ser similar a la exigida para los agregados de adición.

No se permitirá el empleo de materiales recuperados de capas asfálticas que hubieran presentado deterioros de los tipos afloramientos de asfalto (exudación) o deformaciones plásticas.

El material que se va a reciclar deberá ser homogéneo, no contener contaminantes y estar caracterizado, siendo necesario que se someta a un proceso previo de trituración, de ser el caso.

436.05 Material bituminoso

El material bituminoso tendrá también 2 procedencias: el presente en la mezcla por reciclar y el requerido como adición para garantizar la calidad de la mezcla, acorde al diseño aprobado.

436.06 Material bituminoso de adición

El material asfáltico del grado de penetración que indique el diseño, puede corresponder a uno de los indicados en la [Tabla 415-02](#) o al que establezca la especificación especial del Proyecto.

436.07 Material bituminoso de la mezcla por reciclar

El material bituminoso proveniente de una capa asfáltica antigua, deberá ser susceptible de mezclar en forma homogénea con el material bituminoso de adición, de manera de obtener con la incorporación de un agente rejuvenecedor si se requiere, un producto de características similares a uno de los cementos asfálticos indicados en la [Tabla 415-02](#).

436.08 Agente rejuvenecedor

En caso se requiera un agente rejuvenecedor, deberá ser un material orgánico cuyas características químicas y físicas permitan devolverle al asfalto envejecido las condiciones necesarias para el buen comportamiento de la nueva mezcla, según lo establezca el diseño aprobado. La dosificación y la dispersión homogénea del agente rejuvenecedor deberán seguir las recomendaciones del fabricante y ser aprobadas por el Supervisor.

436.09 Aditivos mejoradores de adherencia

Para el conjunto de los agregados de adición, se exigirá el requisito de adhesividad obtenido mediante el ensayo de resistencia conservada en tracción indirecta con un valor del 80 % como mínimo; en caso que estos requisitos no sean satisfechos, no se permitirá el empleo de agregado pétreo, salvo que se incorpore un producto mejorador de adherencia, de calidad reconocida, en la proporción necesaria para satisfacerlos, la cual deberá ser aprobada por el Supervisor. Los aditivos a emplear deberán ser propuestos y suministrados por el Contratista.

Los mejoradores de adherencia se deberán ajustar a lo descrito en la [Sección 430](#). La dosificación y dispersión homogénea de los aditivos deberán seguir las recomendaciones de su fabricante y ser aprobadas por el Supervisor.

Equipo

436.10

El equipo requerido para el reciclado de los pavimentos asfálticos en caliente es el mismo que se emplea para los pavimentos de concreto asfáltico en caliente según se describe en la [Subsección 423.03](#).

La planta asfáltica deberá estar debidamente acondicionada para el reciclado del pavimento en caliente, de manera que el asfalto recuperado, el asfalto nuevo y de ser el caso el agente rejuvenecedor no se vean sobrecalentados, ni sufran deterioro.

Las plantas del tipo tambor secador-mezclador, en las que el flujo de los agregados coincide con el tiro del humo, no se podrán emplear si la mezcla por reciclar constituye más del 25% de la nueva mezcla. Entre las plantas del tipo tambor secador-mezclador se emplearán de preferencia aquellas en las que el flujo de agregados va en contra del tiro del humo o las que tengan doble tambor, que eviten la exposición directa a la llama del material por reciclar.

Las plantas de tipo discontinuo deberán estar provistas de un tambor secador independiente para el material por reciclar. Los gases producidos en el calentamiento de éste, deberán ser recogidos y quemados durante el proceso de elaboración de la mezcla, evitándose su emisión a la atmósfera. Además, estas plantas deberán estar provistas de silos para almacenar en caliente el material por reciclar y un sistema de dosificación por peso de dicho material.

Los elementos apropiados para la recuperación de los materiales de la capa asfáltica antigua y el proceso mismo de recuperación se encuentran contemplados en la [Sección 435](#).

Requerimientos de construcción

436.11 Explotación de materiales y elaboración de agregados nuevos

El material pétreo virgen que se requiera para la elaboración de la mezcla reciclada, deberá ser explotado y procesado conforme se describe en la [Subsección 415.04](#)

436.12 Acopio del material por reciclar

El material disgregado por reciclar podrá provenir de la misma obra o extraído de otro lugar, no debiendo ser almacenado por más de 48 horas antes de su utilización para evitar su contaminación.

En las regiones donde la temperatura ambiente exceda de 30°C, los acopios del material por reciclar no podrán tener una altura mayor de 3 m para evitar que el material se aglomere.

Se deberá llevar un registro de la procedencia de todas las mezclas bituminosas por reciclar, identificando y acopiando por separado las provenientes de mezclas de los tipos denso y abiertas.

436.13 Tratamiento del material por reciclar

El material disgregado por reciclar se deberá tratar y mezclar para su homogeneización. Para ello, será necesario triturar todos los bloques, de manera que el material pase por el tamiz de 2.5 cm de abertura.

Se deberá proceder, también a la detección y retiro de elementos metálicos.

Posteriormente, el material deberá ser mezclado hasta obtener un producto homogéneo y sin segregaciones.

436.14 Caracterización y acopio del material por reciclar, después de tratado

Una vez tratado el material disgregado por reciclar, se deberá disponer en acopios homogéneos. Para que se considere que un acopio es homogéneo, muestras de él se deberán someter a los ensayos de extracción de asfalto, granulometría del agregado y penetración del material bituminoso recuperado, y sus resultados, respecto de los valores promedio encontrados, se deberán hallar dentro de los rangos indicados en la [Tabla 436-04](#).

Los diferentes materiales tratados, que cumplan los requisitos de homogeneidad, se podrán acopiar juntos. Cada acopio homogéneo quedará identificado y caracterizado por los resultados de los ensayos citados en el párrafo anterior y se podrá emplear en la fabricación de la mezcla asfáltica reciclada en caliente con una misma fórmula de trabajo, siempre y cuando los agregados nuevos también sean homogéneos.

Los acopios del material por reciclar, después de tratado, se deberán situar en una zona bien drenada y, en caso de que la superficie no sea pavimentada, no se podrán emplear los 15 cm inferiores de ellos.

Tabla 436-05

Tolerancias en el material por reciclar para considerarlo homogéneo

Característica	Tolerancia respecto de la masa total del material por reciclar (%)
Porcentaje que pasa tamiz de 2 mm y mayores (n.º 10 y mayores)	±5
Porcentaje que pasa tamices de 425 mm y 180 µm (n.º 40 y 80)	±5
Porcentaje que pasa tamiz de 75 µm	±2
Contenido de asfalto (%)	±0,5
Penetración del asfalto recuperado (0,1 mm)	±5

436.15 Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

Al respecto rige todo lo que resulte aplicable de la [Subsección 415.05](#)

Además de lo anterior, en el diseño de una mezcla reciclada en caliente, la fórmula deber señalar también:

- Proporciones en que se deben mezclar los materiales recuperados del pavimento y el agregado nuevo, así como la granulometría resultante de su mezcla, determinada por los tamices correspondientes a la franja granulométrica aprobada.
- Tipo y porcentaje de material bituminoso, en relación con el peso de la mezcla
- Porcentaje requerido de agente rejuvenecedor, en relación con el peso del asfalto envejecido.
- Porcentaje requerido de aditivo mejorador de adherencia, en relación con el peso del material bituminoso nuevo.

- Las temperaturas máximas y mínimas de calentamiento previo de agregados, del pavimento recuperado, del asfalto nuevo y del agente rejuvenecedor. En ningún caso se podrá calentar el material por reciclar a una temperatura superior a la del material bituminoso de adición.

La mezcla se deberá diseñar por el método Marshall y deberá ser verificada mediante la prueba de Hamburgo Wheel Track (AASHTO T324). Si este requisito no se cumple, se deberá efectuar los ajustes necesarios en el diseño de la mezcla, lo cual debe contar con la aprobación del Supervisor.

En ningún caso se permitirá que el material por reciclar constituya más del 40% de la masa total de la mezcla.

436.16 Preparación de la superficie existente

En general la superficie existente debe cumplir lo establecido, en la [Subsección 423.08](#).

La mezcla reciclada en planta y en caliente se podrá colocar en el mismo tramo de vía donde se disgregaron las capas asfálticas para su reciclado o en uno diferente, según lo contemplen el proyecto o lo ordene el Supervisor.

Si la superficie sobre la cual se va a colocar la mezcla corresponde a un pavimento asfáltico antiguo que, de acuerdo con el Proyecto o con la aprobación del Supervisor, requiere un fresado previo, éste se realizará conforme se establece en la [Sección 435](#).

Si la extensión de la mezcla requiere riegos previos de imprimación o de liga, ellos se realizarán conforme lo establecen las [Secciones 416](#) y [417](#), respectivamente, de las presentes especificaciones.

Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego previo de liga o imprimación, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie.

436.17 Tramo de prueba

Rige lo descrito en la [Subsección 415.06](#)

436.18 Elaboración de la mezcla

Rige lo establecido, en la [Subsección 423.10](#)

436.19 Transporte de la mezcla

En relación con el transporte de la mezcla, desde la planta hasta el sitio de las obras, rige lo descrito en la [Subsección 423.11](#), para el transporte de mezclas asfálticas en caliente.

436.20 Extensión de la mezcla

Según lo indicado en la [Subsección 423.12](#).

436.21 Compactación de la mezcla

Se tendrá en cuenta lo que resulte aplicable de la [Subsección 423.13](#), para la compactación de las mezclas asfálticas en caliente.

436.22 Juntas de trabajo

Rige todo lo descrito en la [Subsección 423.14](#) y además la junta longitudinal se deberá calentar después de la rotura de la emulsión de riego de liga, previamente a la extensión de la siguiente franja contra ella.

436.23 Bacheos con mezcla reciclada en caliente

Cuando se haya efectuado una excavación para la reparación de un pavimento asfáltico convencional (constituido por capas asfálticas densas, base granular y subbase granular), con una profundidad mayor de 15 cm y se tenga contemplado en el proyecto, el empleo de las mezclas asfálticas en caliente de la presente Sección para efectuar parte del relleno de la excavación, los 7.5 cm superiores, hasta alcanzar el nivel de rasante del pavimento que se repara, se deberán rellenar con una mezcla asfáltica en caliente y el espesor restante se rellenará con material de base.

Cuando la excavación sea de profundidad menor o igual a 15 cm, se rellenará en su totalidad con mezcla asfáltica en caliente, en capas de espesor compacto de no menos de 5 cm. De todas maneras, la capa superior del bacheo no podrá tener un espesor superior a 7.5 cm.

En todos los casos, las capas deberán ser compactadas con equipos adecuados, hasta lograr los niveles de densidad prescritos en esta Sección.

Tanto la superficie que recibirá las capas asfálticas como las paredes de la excavación en contacto con ellas, deberán ser pintadas con un riego de liga con emulsión asfáltica, debidamente aprobadas por el Supervisor.

436.24 Limitaciones climáticas

Se tendrá en cuenta lo indicado en la [Subsección 423.07.](#)

436.25 Apertura al tránsito

Al respecto se aplica lo descrito en la [Subsección 423.16.](#)

436.26 Reparaciones

Rige lo establecido en la [Subsección 423.17](#), para las reparaciones de los trabajos.

Aceptación de los trabajos

436.27 Criterios

a. Controles

Rige todo lo que resulte aplicable de la [Subsección 415.07\(a\).](#)

b. Calidad del cemento asfáltico

Se aplica lo indicado en la [Subsección 423.18\(b\).](#)

c. Calidad de los agregados pétreos y del filler mineral de adición

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y a cada fracción de ellas se le deberán realizar los ensayos que sean pertinentes de aquellos que se encuentran indicados en las [Tabla 436-01](#) y [Tabla 436-02.](#)

Se aplica lo indicado en la [Subsección 423.18\(c\).](#)

436.28 Calidad del material disgregado por reciclar

De cada procedencia del material disgregado, una vez tratado, se tomarán al menos 4 muestras para verificar su homogeneidad y caracterizar los acopios. Las pruebas por realizar serán:

- Contenido del material bituminoso, según la norma MTC E 502.
- Granulometría de los agregados recuperados, según la norma de ensayo MTC E 503.
- Penetración del material bituminoso recuperado, según la norma MTC E 304.

Los resultados de estos ensayos permitirán la separación de los materiales en acopios homogéneos, cuando se cumplan las tolerancias indicadas en la [Tabla 436-05](#).

Durante la etapa de producción de la mezcla, el Supervisor vigilará la altura, estado de los elementos de separación y homogeneidad de los acopios. Además, efectuará las verificaciones indicadas en la [Tabla 436-06](#). Si los resultados de alguna de ellas no satisfacen las tolerancias aceptables, según la [Tabla 436-05](#), se suspenderá la producción de la mezcla y se tomarán 2 muestras adicionales y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, se rechazará el material.

Tabla 436-06
Ensayos de verificación sobre el material disgregado por reciclar

Ensayo	Norma de ensayo	Frecuencia
Composición		
Contenido de asfalto	MTC E 502	1 por jornada
Granulometría	MTC E 503	1 por jornada
Caracterización del asfalto recuperado		
Penetración	MTC E 304	1 por jornada

436.29 Composición de la mezcla

Se aplica lo indicado en la [Subsección 423.18.\(d\)](#).

436.30 Calidad del producto terminado

Rige lo indicado en la [Subsección 423.18.\(f\)](#) y [Subsección 423.18.\(g\)](#).

Medición

436.31

Rige lo descrito en la [Subsección 415.08\(b\)](#).

Pago

436.32 Ejecución de reciclado de pavimentos asfálticos

Se aplica lo descrito en la [Subsección 415.10.](#)

El precio unitario deberá incluir todos los costos de corte, acopio, tratamiento de los materiales por reciclar y caracterización de los materiales recuperados de la capa asfáltica antigua; así como el suministro y uso de los rejuvenecedores y aditivos requeridos acorde al diseño y fórmula de trabajo aprobados.

En caso de fresado de pavimentos se pagarán de acuerdo a la [Sección 435.](#)

Partida de pago	Unidad de pago
436.A Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en caliente	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 437

PAVIMENTO CON MEZCLA ASFÁLTICA RECICLADA EN FRÍO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 437

Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en frío

Descripción

437.01

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas asfálticas, empleando mezcla asfáltica producida en planta en frío, reutilizando materiales provenientes de capas asfálticas antiguas, con nuevos materiales y de ser el caso, agentes rejuvenecedores y otros aditivos, con la finalidad de cumplir con las especificaciones técnicas correspondientes y de conformidad con el Proyecto.

Teniendo en consideración que esta tecnología es cada vez menos utilizada por razones técnicas y ambientales, se recomienda que su aplicación se limite solo a aquellos casos estrictamente indispensables, por razones de ubicación de las obras u otros factores que así lo justifiquen.

Materiales

437.02

Los materiales a utilizar serán los que se especifican a continuación:

a. Agregados pétreos

Los agregados pétreos serán los resultantes de la trituración mecánica de las capas de pavimento en el espesor indicado en el Proyecto y aprobado por el Supervisor, los cuales deberán cumplir con la granulometría indicada en la [Tabla 437-01](#).

Tabla 437-01

**Granulometría de los agregados reciclados en frío in situ
empleando cemento asfáltico**

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
NORMAL	ALTERNO	
37,5 mm	1 1/2"	100
25,0 mm	1"	75-100
19,0 mm	3/4"	65-100
9,5 mm	3/8"	45-75
4,75 mm	N.º 4	30-60
2,00 mm	N.º 10	20-45
425 µm	N.º 40	10-30
75 µm	N.º 200	5-20

En el caso que se requiera la adición de material pétreo para satisfacer el requisito de gradación, éste deberá cumplir con las características para material de adición para reciclado en frío, señaladas en la [Tabla 437-02](#) y la [Tabla 437-03](#).

Es recomendable que el agregado de adición tenga características mineralógicas similares a las del agregado que se recicla, con el fin de evitar que el material bituminoso tenga diferente adhesividad con cada uno de los componentes.

El producto del porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (Nº. 200) del agregado combinado por su índice de plasticidad, no podrá ser mayor de 72.

Tabla 437-02
Requisitos agregado grueso de adición en mezclas recicladas en frío

	Ensayo	Requerimiento según tipo de tráfico (millones de ejes equivalentes)		
		≤ 0,3	> 0,3-3	> 3
Desgaste de Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	40% máx.	40% máx.
Desgaste Micro-Deval	ASTM D 7428		30% máx.	25% máx.
10% de finos (KN)	Seco			75 mín.
	Relación Húmedo/seco			75% mín.
Durabilidad al Sulfato de magnesio	MTC E 209	18% máx.	18% máx.	18% máx.
Partículas fracturadas mecánicamente (agregado grueso) % mínimo 1 cara/2 caras	MTC E 210	50/-	50/-	50/-
Partículas planas y alargadas	MTC E 221	10% máx.	10% máx.	10% máx.

Tabla 437-03
Requisitos agregados finos de adición en mezclas recicladas en frío

	Ensayo	Requerimiento según tipo de tráfico (millones de ejes equivalentes)		
		≤ 0,3	> 0,3-3	> 3
Durabilidad al Sulfato de magnesio	MTC E 209	18% máx.	18% máx.	18% máx.
Angularidad	ASTM D 1252	35% mín.	35% mín.	35% mín.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18 máx.	18% máx.	18% máx.
Índice de plasticidad	MTC E 111	N.P.	N.P.	N.P.
Equivalente de arena	MTC E 114	30% mín.	30% mín.	30% mín.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.	0,5% máx.

b. Materiales bituminosos

Para los reciclados en frío efectuados en el mismo lugar, con emulsión asfáltica de rotura lenta, del tipo CSS-1, (cuyo residuo de destilación tenga una penetración entre 100 y 250 décimas de milímetro), que deberán ser compatible con los agregados pétreos y cumplir con los requisitos de calidad establecidos en la [Subsección 415.02\(c\)](#). Si se requiere una emulsión de diferentes características, para rejuvenecer el asfalto por ejemplo, deberá ser objeto de una especificación especial. Se deberá comprobar, además, la compatibilidad de la emulsión asfáltica con el material fresado mediante el ensayo de recubrimiento y resistencia al desplazamiento sin adición de carbonato de calcio, según la norma de ensayo MTC E 409.

Para los reciclados con cemento asfáltico espumado, el material bituminoso será de penetración 85-100, compatible con los agregados pétreos, deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en la [Subsección 415.02\(b\)](#). Si se requiere un cemento asfáltico de diferentes características, éste deberá ser especificado en el Proyecto.

En cualquier caso, se prohíbe la adición de fluidificantes ligeros o crudos de petróleo para producir el reblandecimiento del asfalto del pavimento existente.

c. Puzolanas

Se consideran como tales, algunos filler comerciales que complementan la acción del material bituminoso asfáltico en cuanto a su reactividad. Los más utilizados son el cemento Portland, la cal hidratada y las cenizas volátiles, cuyas características se deberán establecer en una especificación especial.

d. Aditivos mejoradores de adherencia entre los agregados y el asfalto

Cuando se requieran estos aditivos, se deberán ajustar a lo descrito en la [Sección 430](#). La dosificación y dispersión homogénea del aditivo, deberán contar con la aprobación del Supervisor.

e. Agua

Según lo indicado en la [Subsección 420.02\(c\)](#).

La frecuencia de los ensayos se ejecutara de acuerdo a lo señalado en la [Tabla 437-08.](#)

Equipo

437.03

En adición a lo que establece la [Subsección 415.03](#), el equipo para los trabajos aquí especificados deberá contar con elementos para la explotación, carga, transporte, trituración, lavado cuando se requiera, y clasificación de los eventuales agregados pétreos de adición para la corrección granulométrica; para la extracción de agua; para el almacenamiento, transporte y distribución del agua y del material bituminoso asfáltico; para la disgregación del pavimento existente y para la mezcla adecuada de todos los ingredientes; así como para la compactación y conformación de la capa reciclada.

Salvo justificación de lo contrario, será obligatorio el empleo de máquinas recicladoras que integren en una sola unidad las operaciones de fresado, de dosificación, de distribución de los fluidos, de mezcla y de extensión de la mezcla elaborada.

La máquina recicladora deberá estar provista de un rotor de fresado de eje horizontal y deberá ser capaz de fresar el pavimento en la profundidad y ancho especificados, produciendo un material homogéneo en una sola pasada a velocidad constante. La máquina deberá poseer un dispositivo de control automático que asegure el fresado en el espesor especificado, y de un elemento que evite el levantamiento del material en bloques.

La máquina recicladora deberá tener la posibilidad de introducir los aditivos líquidos de manera uniforme y precisa. Deberá, además, estar equipada con un tacómetro acoplado al control de la bomba de caudal variable, que asegure que el material bituminoso sólo es adicionado cuando la máquina está en marcha. El sistema de medida debe incluir un totalizador que permita conocer la cantidad de producto bituminoso que se está utilizando en cualquier período y un medidor de caudal que indique la cantidad instantánea de flujo durante la operación de mezclado. El mezclador deberá garantizar una mezcla homogénea y uniforme en todo el ancho y profundidad del reciclado.

El suministro de la emulsión asfáltica, del cemento asfáltico y del agua se realizará desde depósitos móviles, de manera que no se produzcan paradas innecesarias de la máquina recicladora.

Los equipos de compactación deberán ser autopropulsados, tener inversores de marcha suaves y disponer de elementos para la limpieza de los rodillos o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario. El tren de compactación se definirá durante la ejecución del tramo de prueba, en todo caso, estará constituido, como mínimo, por un compactador vibratorio de rodillo metálico y un compactador de neumáticos. Las presiones lineales, estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos tipos de compactadores, serán las necesarias para conseguir la compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor.

Los compactadores de rodillos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslape de las huellas delanteras y traseras.

Requerimientos de construcción

437.04 Explotación de los materiales y elaboración de los agregados

Cuando se requiera la adición de material pétreo, para su explotación y elaboración rige lo especificado en la [Sección 415.04](#).

437.05 Estudio de los materiales por reciclar

Se realizará una inspección a la superficie por reciclar para comprobar los datos del reconocimiento del Proyecto. Se tomarán muestras representativas de los materiales existentes en los diferentes tramos, comprobando el espesor y tipo de material en las diferentes capas. Como mínimo, se realizarán 4 perforaciones por kilómetro o por tramo diferenciado, si su longitud fuese menor.

Se tomarán muestras de material fresado en el espesor previsto en el Proyecto para el reciclado, empleando una máquina fresadora de iguales o similares características o que produzca un fresado adecuado o semejante a la

máquina que exijan las especificaciones técnicas del Proyecto. Sobre las muestras de cada material fresado se determinará la granulometría, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 204.

Los resultados del reconocimiento del terreno, de las perforaciones y de los ensayos de granulometría permitirán verificar que los tramos en los cuales se dividió la obra en los estudios del Proyecto son suficientemente homogéneos en relación con los objetivos pretendidos para el reciclado. Se considerará que no hay homogeneidad en un tramo, cuando los resultados de los ensayos individuales de granulometría y los espesores de las capas por reciclar presenten, respecto del promedio de los valores encontrados, variaciones superiores a las tolerancias establecidas en la [Tabla 437-04](#), o cuando se detecte una variación manifiesta en el tipo de agregados.

Tabla 437-04

Tolerancias en la granulometría y en el espesor del material por reciclar para considerar que un tramo es homogéneo

CARACTERÍSTICA		TOLERANCIA
Granulometría (tolerancia respecto de la masa total del material por reciclar)	Porcentaje que pasa tamiz de 2 mm y mayores (n.º 10 y mayores)	± 6
	Porcentaje que pasa tamiz de 425 µm (n.º 40)	± 4
	Porcentaje que pasa tamiz de 75 µm	± 3
Espesor (variación en el espesor de la capa, en mm)	Capas asfálticas	25
	Capas granulares	50

437.06 Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

Al respecto, rige todo lo que sea pertinente de la [Subsección 415.05](#).

El Contratista determinará la cantidad óptima necesaria de material bituminoso residual para la combinación de agregados de cada tramo homogéneo y determinará el tipo y porcentaje de emulsión asfáltica o cemento asfáltico espumado y de los aditivos y otros elementos por incorporar, de modo de producir una mezcla cuya calidad sea comparable a una base estabilizada con emulsión asfáltica elaborada con agregados pétreos y material bituminoso asfáltico nuevos.

Previamente a la definición del contenido de material bituminoso, el Contratista establecerá la necesidad de incorporar agregados pétreos nuevos

en la mezcla para corregir deficiencias granulométricas e indicará la proporción en que ellos deban intervenir.

El Contratista también definirá la necesidad de prehumedecer el material preparado para la mezcla y determinará las humedades más apropiadas de mezcla y compactación. La humedad de compactación se determinará mediante el ensayo correspondiente (norma de ensayo MTC E 115) sobre el material por reciclar. Esta humedad se ajustará, si fuese necesario, durante la ejecución del tramo de prueba. Estas pruebas se deberán complementar con ensayos mecánicos adecuados para el diseño de la mezcla.

En el caso de reciclados con emulsión asfáltica, se utilizará para el diseño de la mezcla el ensayo de inmersión-compresión (MTC E 518), aplicándose los siguientes criterios como guías para la selección del contenido óptimo de material bituminoso en la mezcla reciclada, contenidos en la [Tabla 437-05](#).

En el caso de reciclados con cemento asfáltico espumado, el diseño de la mezcla se efectuará a través de la medida de la resistencia a la tensión indirecta (ASTM D 4123), estableciéndose los siguientes parámetros para la preparación del espumado del asfalto:

- Relación de expansión (veces) ≥ 10
- Vida media (segundos) ≥ 08

Para la selección del contenido óptimo de cemento asfáltico en la mezcla reciclada, se aplicarán los criterios, contenidos en la [Tabla 437-05](#).

En ambos casos, el porcentaje óptimo de material bituminoso residual será aquel que, cumpliendo las exigencias indicadas, permita alcanzar el valor máximo de resistencia tras curado húmedo.

Se pueden utilizar otros procedimientos para el diseño de las mezclas. En tal caso, los métodos de diseño y los criterios de selección del porcentaje óptimo de material bituminoso se deberán definir en una especificación especial.

Tabla 437-05
Requisitos de la mezcla

pro cm	0,051			0,063	0,083	0,103	0,120	0,140
pro Inch	0,13			0,16	0,21	0,26	0,30	0,35
COEFICIENTES ESTRUCTURALES DESPUÉS DE LA ESTABILIZACIÓN								
RANGOS REPRESENTATIVOS DE RIGIDEZ								
Rigidez Inicial Fase 1 (MPa)	500			750	1000	1500	2000	3000
Rigidez Permanente Fase 2 (MPa)	250			450	600	800	1000	1500
Resistencia a la tracción Indirecta (kPa)	100			150	200	300	400	500
CARACTERÍSTICAS ESPERADAS DEL MATERIAL (DESPUÉS DE LA ESTABILIZACIÓN)								
Nota: 1. Para un tráfico de diseño mayor a 300.000 ESALs la resistencia a la tracción Indirecta (ITS) siempre debería obtenerse a partir de un diseño de mezclas en laboratorio. 2. Ver la tabla de abajo para una Razón de Tensiones adecuada (TSR)								
TASA DE APLICACIÓN ESPERADA DE ASFALTO ESPUMADO (% EN PESO)								
CLASIFICACIÓN AASHTO DE MATERIAL NATURAL ANTES DE LA ESTABILIZACIÓN								
Valor CBR saturado a la densidad especificada								

Notas:

1. Todos los materiales clasificados como A4 o de menor calidad deberían ser pretratados con cal hidratada.
2. Materiales con IP < 10 y CBR < 45% deberían ser tratados con cemento a un porcentaje nominal de 1%.
3. Si se requiere, será necesario agregar finos bajo 0,075 mm para aumentar lograr el 5% mínimo requerido.
4. Las siguientes resistencias retenidas a la tracción son requeridas: (%)

Geometría del camino y drenaje	Seco (precipitación menor a 600 mm por año)	Moderado (precipitación entre 600 a 1000 mm por año)	Saturado (precipitación sobre los 1000 mm por año)
Sinuoso – buen drenaje	50	60	70
Plano – mal drenaje	60	65	75

El informe de diseño que presente el Contratista, en el cual propondrá la Fórmula de Trabajo por aplicar en cada tramo homogéneo, para consideración y aprobación del Supervisor, contendrá, cuando menos, la siguiente información:

- La identificación del tramo homogéneo, espesores y gradaciones características de los materiales por reciclar.
- La identificación y la proporción (en masa seca por m³) de cada fracción del material granular, si se requieren agregados de adición.
- La granulometría de cada fracción del material granular y la granulometría combinada, si se requieren agregados de adición.
- El Optimo Contenido de Humedad (OCH) para mezcla y compactación.
- El porcentaje óptimo de material bituminoso residual y de emulsión o asfalto espumado.
- La identificación y dosificación de puzolanas y de aditivos, si se requieren, los cuales deben ser del mismo tipo utilizado en las pruebas de laboratorio y en la ejecución del Tramo de Prueba.
- La relación de expansión y vida media del cemento asfáltico, para el caso de reciclados con asfalto espumado.
- Las resistencias obtenidas a la compresión en la prueba de inmersión-compresión o tracción indirecta, según el caso.
- La masa unitaria seca máxima y la humedad óptima correspondientes a la dosificación de diseño.
- Los resultados de los ensayos complementarios que se indican en la presente especificación.
- La fórmula de trabajo establecida en el laboratorio se podrá ajustar con los resultados de las pruebas realizadas durante el Tramo de Prueba. Igualmente, si durante la ejecución de las obras varía la procedencia de alguno de los componentes de la mezcla, se requerirá el estudio de una nueva Fórmula de Trabajo.

Los trabajos no se podrán iniciar a escala industrial, si la Fórmula de Trabajo definitiva para cada tramo no ha sido aprobada por el supervisor.

La aprobación de la Fórmula de Trabajo por parte del Supervisor, no exime al Contratista de su responsabilidad de alcanzar, con base en ella, la calidad exigida en esta Sección.

437.07 Remoción de obstáculos

Antes de proceder a la disgregación del pavimento, se deberán demoler parcial y temporalmente las estructuras de servicios públicos ubicadas dentro del área de pavimento por reciclar, cubriendo adecuadamente los orificios resultantes, de manera que el proceso de reciclado no afecte de manera adversa las estructuras, ni estas produzcan daño a la máquina recicladora.

La profundidad de demolición de las estructuras será la necesaria para proporcionar una altura libre suficiente entre la tapa temporal de ellas y la superficie del pavimento existente, de manera de permitir la operación libre y continua de la recicladora.

Las tapas temporales de las estructuras se deberán asegurar adecuadamente a ellas y deberán tener la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos generados durante el proceso de reciclado.

La localización de las estructuras demolidas parcial y temporalmente deberá ser relacionada con precisión, de manera que una vez concluido el trabajo de reciclado ellas se puedan ubicar y reconstruir hasta el nivel definitivo de la rasante del pavimento.

437.08 Preparación de la superficie existente

También con antelación a la disgregación del pavimento, el Contratista deberá efectuar los bacheos en las zonas que se especifique en el Proyecto y/o apruebe el Supervisor, las cuales deberán corresponder a fallas de origen profundo que requieran corrección previa, con el fin de evitar deficiencias en el soporte de la capa reciclada. Las excavaciones se deberán rellenar con material de base granular hasta el nivel de la rasante existente, colocándolo y compactándolo en espesores que permitan obtener las densidades exigidas para dicho material en la [Subsección 403.13](#).

Antes de proceder a la disgregación del pavimento, se deberá barrer y/o limpiar la superficie por tratar.

437.09 Tramo de pruebas

Rige lo indicado en la [Subsección 415.06](#)

437.10 Fresado del pavimento existente y eventual incorporación del agregado de adición.

Empleando el equipo y los procedimientos aprobados durante la ejecución del tramo de prueba, el Contratista fresará la capa bituminosa existente y la mezclará en una sola operación con parte de la base y/o subbase de acuerdo al espesor de diseño o aprobado por el Supervisor y, como resultado de dicho proceso, el material deberá cumplir con la gradación establecida en la [Subsección 437.02\(a\)](#).

En caso que se requiera la adición de material pétreo para obtener la granulometría establecida en la Fórmula de Trabajo, la operación de fresado y mezclado deberá ser ejecutada, después de adicionar el agregado de aporte.

Todo material mayor al tamaño máximo especificado en el huso granulométrico que no haya sido reducido durante el proceso, será retirado y dispuesto en el lugar aprobado por el Supervisor.

Si fuera necesario abrir al tránsito vehicular alguna sección del pavimento colocado deberá ser previamente compactada y aprobada por el Supervisor.

En las áreas donde resulte imposible la operación de la máquina recicladora, el material se demolerá con otros medios mecánicos aprobados por el Supervisor y los productos así obtenidos se trasladarán a los DME, según lo establecido en la [Sección 209](#).

437.11 Incorporación de aditivos, agua y producto bituminoso, elaboración y extensión de la mezcla

Antes de iniciar el proceso en obra, se deberán purgar y poner a punto las bombas y difusores de agua y producto bituminoso de la recicladora, por fuera del lugar de empleo, para garantizar las dosificaciones establecidas en la Fórmula de Trabajo, de manera continua y uniforme. En cada parada de la recicladora se deberán limpiar los difusores y, como mínimo, 2 veces por día.

Las operaciones de abastecimiento de agua y productos bituminosos a la máquina se deberán realizar sin afectar la circulación en los carriles que se mantengan en servicio.

La aplicación de los aditivos puzolánicos, en la cantidad especificada, se hará sobre la superficie del pavimento por reciclar, antes del paso de la máquina

recicladora, si el proceso se va a realizar en una sola capa; en caso contrario, se aplicarán sobre el material pulverizado en cada capa.

Cuando el ancho de la superficie por reciclar sea mayor que el de operación de la recicladora, el trabajo se realizará por franjas paralelas que se traslaparán en un ancho aproximado de 30 cm, para no dejar materiales sin mezclar en los bordes. Si se están usando 2 equipos de reciclado en paralelo, se adoptará la misma precaución y el desfase en la operación de ellos deberá ser el menor posible para evitar la formación de una junta longitudinal.

La operación de extensión se deberá detener si se observa que se produce segregación o contaminación y se procederá a efectuar las correcciones necesarias antes de continuar los trabajos, no siendo permitido el uso de herramientas manuales en los acabados de la capa extendida.

Las operaciones de reciclado se deben realizar en segmentos completos. Cada segmento deberá ser pulverizado, mezclado y compactado en la misma jornada de trabajo.

Toda mezcla afectada por las lluvias durante su elaboración o después de compactada, será reemplazada a cuenta y costo del Contratista con la aprobación del Supervisor.

437.12 Compactación de la mezcla

Extendida la mezcla, se procederá a su compactación con el equipo y procedimiento aprobados durante la ejecución del tramo de prueba, hasta lograr los niveles de compactación exigidos.

Sin embargo, no podrá transcurrir más de media hora desde su extensión hasta el inicio de la compactación.

La compactación se realizará longitudinalmente, comenzando por el borde más bajo de la franja que se esté tratando, de manera continua, hasta alcanzar la masa unitaria especificada en este artículo.

Al compactar cada franja se efectuará un traslape mínimo de 30 cm con la precedente.

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz hacia el frente; los cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad.

Siempre que el Supervisor lo considere necesario, se aplicarán riegos de agua durante el proceso de compactación para compensar las pérdidas por evaporación y para cerrar la textura de la capa.

En los lugares inaccesibles a los equipos convencionales de compactación, se permitirá la operación de placas o rodillos vibratorios pequeños, pero de características apropiadas para lograr resultados similares a los obtenidos con el equipo de compactación aprobado.

De ser preciso, se efectuará un perfilado final con motoniveladora, con el fin de obtener una pendiente transversal adecuada para el drenaje del agua superficial.

437.13 Juntas de trabajo

Después de extendida y compactada una franja, se realizará la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre en condiciones de ser compactado; de lo contrario, se ejecutará una junta longitudinal, aplicando una capa delgada y uniforme de emulsión asfáltica antes de extender la nueva franja. Se procurará que las juntas longitudinales queden en los bordes de los carriles de la vía y, en caso excepcional, en el centro de ellos, pero nunca en las zonas de concentración de la circulación de las ruedas del tránsito automotor.

Las juntas transversales de trabajo se efectuarán fresando el material de una zona ya tratada en la longitud suficiente (en general no menos de un diámetro del rotor de fresado), bajando hasta la profundidad especificada sin avanzar, para que se pueda regular con precisión la incorporación del material bituminoso en la zona no tratada.

437.14 Apertura al tránsito

Terminada la compactación, la capa se podrá abrir al tránsito vehicular, limitando la velocidad de los vehículos a 30 km/h durante las primeras 48 horas, cuando el reciclado se haya realizado con asfalto espumado. Si el reciclado se ha realizado con emulsión asfáltica, la apertura no se podrá realizar antes de tres días o el aprobado por el Supervisor.

437.15 Curado y protección superficial de la capa compactada

Las capas recicladas en frío requieren un período de curado para su maduración, antes de que se autorice su apertura al tráfico. El tiempo de

curado deberá ser el suficiente para que el contenido de humedad del material reciclado y compactado sea inferior al uno 1%. Por lo general, dicho período es, como mínimo, de 10 días en el caso de reciclados con emulsión asfáltica y de 5 días cuando se utilice cemento asfáltico espumado, dependiendo de las condiciones climáticas.

Durante dicho periodo, el Contratista aplicará los riegos de protección que le solicite el Supervisor, para prevenir el deterioro de la capa reciclada por la acción de las aguas superficiales y del tránsito automotor. Dichos riegos se realizarán con una emulsión diluida en agua de manera que el material bituminoso residual sea aproximadamente el 30% y la dosificación del material bituminoso estará entre 0,2-0,3 kg/m² de material bituminoso residual.

437.16 Conservación

El Contratista deberá conservar la capa de pavimento reciclado en frío en perfectas condiciones hasta que se construya la capa superior prevista en el Proyecto. Todo daño que se presente deberá ser corregido, a su costo, con aprobación del Supervisor.

437.17 Trabajos de reciclado en frío

No se permitirán trabajos de reciclado en frío en el lugar con productos bituminosos cuando la temperatura ambiental sea inferior a 6°C o en presencia de precipitaciones pluviales.

Los trabajos de construcción del pavimento reciclado en frío en el lugar con material bituminoso se deberán efectuar en condiciones de luz natural. Sin embargo, cuando se requiera culminar el Proyecto en un tiempo especificado o se deban evitar horas de alto tránsito público, el Supervisor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre que el Contratista garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que lo apruebe.

437.18 Reparaciones

Se aplica lo establecido en la [Subsección 418.14](#).

Aceptación de los trabajos

437.19 Criterios

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

a. Controles

Rige lo que resulte aplicable de la [Subsección 415.07\(a\)](#)

b. Condiciones y tolerancias específicas para la aceptación

Si el reciclado se realiza con emulsión asfáltica, a la llegada de cada camión cisterna con emulsión al sitio de los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor una certificación original, expedida por el fabricante de la emulsión, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo y velocidad de rotura, así como los resultados de los ensayos básicos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones especificadas en la [Subsección 415.02\(c\)](#) o las que se establezcan en la especificación especial.

El Supervisor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de emulsión asfáltica que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Además, efectuará las verificaciones exigidas en la [Subsección 427.05\(b\)](#) de estas especificaciones.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la [Tabla 415-04](#) o en la especificación especial, según corresponda.

Cuando el reciclado se realice mediante la técnica del cemento asfáltico espumado, a la llegada de cada termotanque con cemento asfáltico al sitio de los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor una certificación original, expedida por el fabricante del producto, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo de asfalto, así como los resultados de los ensayos básicos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones especificadas en la [Subsección 415.02\(b\)](#) o las que se establezcan en la especificación especial.

El Supervisor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de cemento asfáltico que no se encuentren respaldados por la certificación

del fabricante. Además, efectuará las verificaciones exigidas en la [Subsección 426.05\(b\)](#).

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la [Tabla 415-02](#) o en la especificación especial, según corresponda.

Además, realizará u ordenará pruebas para verificar la relación de expansión y la vida media del asfalto espumado.

c. Calidad del agua

Según lo indicado en la [Subsección 420.02\(c\)](#).

d. Calidad de los aditivos y los elementos de aporte

El Supervisor realizará u ordenará las pruebas requeridas para verificar la calidad de estos productos, cada vez que lo considere necesario. El incumplimiento de las especificaciones pertinentes de estos productos, implicará el rechazo del envío correspondiente.

e. Calidad de los agregados pétreos de aporte

En caso que se requieran agregados pétreos nuevos, de cada procedencia de ellos y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- La granulometría, según norma de ensayo MTC E 204.
- La resistencia a la abrasión, según la norma de ensayo MTC E207.
- La resistencia a la abrasión, según la norma de ensayo ASTM D 6928. (se exige solo en proyectos para tránsitos medio y alto).
- El 10% de finos, (se exige solo en proyectos para tránsito bajo).
- Las pérdidas en el ensayo de durabilidad en sulfatos, según la norma de ensayo MTC E 209.
- Las partículas fracturadas mecánicamente, según norma de ensayo MTC E 210.
- La angularidad de la fracción fina, según norma de ensayo MTC E 222.
- Partículas chatas y alargadas, según la norma de ensayo ASTM D 4791.
- El índice de plasticidad, según normas de ensayo MTC E 110 y MTC E 111.

- El equivalente de arena, según la norma de ensayo MTC E 114.
- El valor de azul de metileno, según norma de ensayo AAHTO TP 57.
- Contenido de terrones de arcilla y partículas friables, norma de ensayo MTC E 212.
- La adhesividad con el material bituminoso asfáltico, según norma de ensayo MTC E 518.
- El valor de CBR, medido según la norma de ensayo MTC E 132.

Para permitir el uso del agregado, los resultados de estos ensayos deberán cumplir las exigencias que, para el material de aporte de reciclados en frío, contempla la [Tabla 437-03](#).

La frecuencia de los ensayos se ejecutara de acuerdo a lo señalado en la [Tabla 437-08](#).

Los materiales producidos deben ser acopiados y manipulados con los cuidados correspondientes a fin de evitar su contaminación con tierra vegetal, materia orgánica u otros, de ocurrir tal hecho, serán rechazados por el Supervisor.

Además, realizará las verificaciones periódicas indicadas en la [Tabla 423-13](#).

Así mismo, el Supervisor podrá efectuar las pruebas adicionales que considere necesarias para tener certeza de que la calidad de los agregados de adición se ajusta a las exigencias de la presente especificación.

En ningún caso se permitirá el uso de agregados que no satisfagan los requisitos mencionados en la presente Sección. En el caso de que alguna prueba dé lugar a un resultado no satisfactorio, se tomarán 2 muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Supervisor rechazará el uso del volumen de agregado al cual representen dichos ensayos.

f. Composición de la mezcla

1. Contenido de asfalto

Sobre 3 muestras de la mezcla elaborada cada 3.500 m², se determinará el contenido de asfalto de ellas, empleando la norma de ensayo MTC E 502.

El porcentaje de asfalto residual promedio del lote (ART%) tendrá una tolerancia del 1% con respecto al establecido en la Fórmula de Trabajo (ARF%). Dicho porcentaje incluye tanto la cantidad de material bituminoso aportada por la emulsión o el cemento asfáltico espumado, como la suministrada por la estructura que se recicla.

$$ARF\% - 1,0\% \leq ART\% \leq ARF\% + 1,0\%$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI%), no podrá diferir del valor medio del lote (ART%) en más del 1,0%, admitiéndose sólo un valor por fuera de este intervalo.

$$ART\% - 1,0\% \leq ARI\% \leq ART\% + 1,0\%$$

Un porcentaje de asfalto residual fuera de tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del lote.

La frecuencia de los ensayos se ejecutara de acuerdo a lo señalado en la [Tabla 437-08](#).

2. Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados. Las curvas obtenidas deberán ajustarse a la establecida al determinar la Fórmula de Trabajo, con las tolerancias que se indican en la [Tabla 437-06](#)

Tabla 437-06**Tolerancias granulométricas de los agregados para reciclado en frío in situ empleando material bituminosos bituminosos**

TAMIZ	TOLERANCIA EN PUNTOS DE % SOBRE EL PESO SECO DE LOS AGREGADOS
2,00 mm (Nº. 10) y mayores	±6
425 µm (Nº. 40)	±4
75 µm (Nº. 200)	±3

Cuando los valores obtenidos no cumplan este requisito, el Contratista deberá preparar en el laboratorio una mezcla con la gradación defectuosa y el porcentaje de emulsión o asfalto espumado que dé lugar al contenido medio de asfalto residual de la mezcla elaborada con dicho material. Ella se someterá a las pruebas mencionadas en la [Subsección 437.06](#). Si todos los requisitos allí indicados no se cumplen, se rechazará el lote al cual correspondan esas muestras.

La frecuencia de los ensayos se ejecutara de acuerdo a lo señalado en la [Tabla 437-08](#).

g. Calidad de la mezcla**1. Resistencia**

Con un mínimo de 2 muestras por lote de la mezcla elaborada, se moldearán probetas (3 por muestra) para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo de inmersión-compresión cuando el reciclado se ejecute con emulsión asfáltica o en el ensayo de tracción indirecta cuando se realice con asfalto espumado, 3 de ellas se curarán en seco y 3 condición húmeda.

El promedio de la resistencia de las 3 probetas sometidas a curado seco (R_m) deberá ser, como mínimo, igual al 95% de la resistencia seca de la mezcla definitiva de trabajo (R_t). Un criterio similar se aplicará para las probetas sometidas a curado húmedo.

$$R_m \geq 0,95 R_t$$

Además, la resistencia de cada probeta (R_i) deberá ser igual o superior al 90% del valor medio correspondiente (R_m), admitiéndose sólo un valor individual por debajo de ese límite.

$$R_i \geq 0,9 R_m$$

Si estos requisitos se no cumplen, se rechazará el lote al cual representan las muestras.

En caso de rechazo, la capa reciclada correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y reemplazada con aprobación del Supervisor, todo ello a cargo y costo del Contratista.

Si el incumplimiento se presenta en 2 lotes consecutivos, se deberán suspender los trabajos hasta que se estudie una nueva Fórmula de Trabajo que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en la [Subsección 437.06](#), para el tipo de mezcla que se esté evaluando.

La frecuencia de los ensayos se ejecutara de acuerdo a lo señalado en la [Tabla 437-08](#).

h. Calidad del trabajo terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se recicla, excluidos sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Supervisor. La cota definitiva de cualquier punto de la capa reciclada en frío no podrá variar en más de 10 mm de la proyectada.

Además, el Supervisor deberá realizar las siguientes verificaciones:

1. Compactación

Las determinaciones de la densidad de la capa compactada se realizará en una proporción de cuando menos 5 por cada 3.500 m² y las cuales se efectuarán por alguno de los métodos descritos en las normas MTC E-117 y MTC E-124. Los sitios para las mediciones se elegirán de acuerdo al [Anexo N° 1](#) "Proceso aleatorio para seleccionar la ubicación de puntos de muestreo al azar".

La densidad seca promedio de los ensayos en el terreno que integran la muestra que representa al tramo (D_m), deberá ser comparada con la

máxima de referencia obtenida en el ensayo modificado de compactación (norma de ensayo MTC E-115), efectuado durante el diseño de la mezcla (D_e).

Si $D_m - (k \times s) \geq 0,95 D_e$ se acepta el lote

Si $D_m - (k \times s) < 0,95 D_e$ se rechaza el lote

Siendo:

D_m : Valor promedio de los resultados de los ensayos en el terreno que integran la muestra que representa al tramo

$$D_m = \frac{\sum D_i}{n}$$

D_i : Resultado de un ensayo.

n : Número de ensayos que integran la muestra.

k : Factor que establece el límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad de 90%, se encuentra la densidad seca del lote. Este factor depende del número de ensayos (n) que integran la muestra y su valor se indica en la [Tabla 437-07](#).

Tabla 437-07

Valores del factor K

n	5	6	7	8	9	10
k	0,685	0,602	0,544	0,500	0,465	0,437

s : Desviación estándar de la muestra.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (D_i - D_m)^2}{n - 1}}$$

D_e : Valor máximo de la densidad seca del material, y corregido por presencia de partículas gruesas, siempre que el material lo requiera.

Las comprobaciones de la compactación se realizarán cuando se haya cumplido el período de curado de la mezcla, conforme se haya determinado en la ejecución del Tramo de Prueba.

En caso de rechazo, la capa de pavimento reciclado en frío correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y reemplazada con la aprobación del Supervisor, todo ello a cargo y costo del Contratista.

2. Espesor

Sobre la base de los sitios escogidos para el control de la compactación, el Supervisor determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i), deberá ser, cuando menos, el 95% del espesor de diseño, admitiéndose sólo un valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando este valor sea superior al 85% del espesor de diseño (e_d).

$$e_i \geq 0,95 e_d$$

Si se incumple alguno de estos requisitos, se rechazará el lote, salvo que el Contratista se comprometa a compensar la deficiencia incrementando el espesor de la capa superior del pavimento en el espesor faltante, sin que el exceso de espesor por colocar de esta última genere costo alguno para la entidad contratante.

3. Uniformidad de la superficie

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal, al eje de la vía, que no existan variaciones superiores de 5 mm en capas de rodadura o 10 mm en capas de base o intermedias y bacheos. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor.

4. Medidas de deflexión

El Supervisor verificará la solidez de la estructura construida al nivel de pavimento reciclado en frío en el lugar con productos bituminosos, realizando medidas de deflexión con la viga Benkelman o FWD u otro equipo debidamente aprobado por el Supervisor. Los resultados de las medidas, que se efectuarán alternadamente en las huellas externas cada 20 m, no constituirán base para la aceptación o el rechazo de la capa construida, sino que servirán al Supervisor para verificar la homogeneidad de la estructura que se construye y realizar los ajustes que pudieran resultar necesarios al diseño estructural del pavimento.

Todas las áreas del pavimento reciclado en frío en el lugar con productos bituminosos, donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias admitidas en esta especificación, deberán ser reemplazadas por el Contratista, a su costo, de acuerdo con la aprobación del Supervisor.

Tabla 437-08
Ensayos y frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	200 m ³	Tolva en frío
	Plasticidad	MTC E 110	200 m ³	Tolva en frío
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	500 m ³	Tolva en frío
	Equivalente arena	MTC E 114	1.000 m ³	Tolva en frío
	Partículas planas y alargadas	MTC E 221	500 m ³	Tolva en frío
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	1.000 m ³	Tolva en frío
	Angularidad del agregado fino	MTC E 222	1.000 m ³	Tolva en frío
	Perdida en sulfato de magnesio	MTC E 209	1.000 m ³	Tolva en frío
	Azul de metileno	Aashto Tp 57	1.000 m ³	Tolva en frío
Mezcla Asfáltica	Contenido de Asfalto	MTC E 502	2 por día	Pista/planta
	Granulometría			
	Inmersión-compresión	MTC E 518	2 por día	Pista/planta
	Resistencia curado en seco		2 por día	Pista/planta
	Densidad	MTC E 506, MTC E 508 y MTC E 510	1 cada 250 m ²	Pista compactada
	Espesor	MTC E 507	Cada 250 m ²	Pista compactada
	Resistencia al deslizamiento	MTC E 1004	1 por día	Pista compactada
	Adherencia	MTC E 519	1.000 m ³	Pista/planta
Cemento Asfáltico	Según 437.20(b)		\sqrt{n} (*)	Tanques al llegar a obra

(*) n representa el número de tancadas de 30.000 l de cemento asfáltico requeridos en la obra.

Medición

437.20

Rige lo especificado en la [Subsección 415.08.](#)

Pago

437.21

Rige lo descrito en la [Subsección 415.09.](#)

Partida de pago	Unidad de pago
437.A Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en frío con emulsión asfáltica	Metro cúbico (m ³)
437.B Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en frío con cemento asfáltico espumado	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

PAVIMENTOS RIGIDOS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 438

PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 438

Pavimento de concreto hidráulico

Descripción

438.01

Este trabajo consiste en la elaboración o fabricación de mezclas de concreto hidráulico con cemento Portland y su colocación, con o sin refuerzo, sobre una superficie debidamente preparada, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

438.02

a. Concreto hidráulico

Estará conformado por una mezcla homogénea de cemento, agua, agregado fino y grueso y aditivos, cuando estos últimos se requieran. Los materiales deberán cumplir con los requisitos básicos que se indican a continuación:

1. Cemento

El cemento utilizado será Portland, de marca aprobada oficialmente. Si los documentos del Proyecto o una especificación especial no señalan algo diferente, se empleará el denominado Tipo I de los descritos en la [Subsección 439.02](#).

No se permitirá el uso de cemento endurecido por diversas razones o cuya fecha de vencimiento haya expirado.

2. Adiciones

Si el Proyecto lo considera, se podrá utilizar cemento con adiciones, de conformidad con la especificación NTP 334.090 (ASTM C 595). Las adiciones deberán ser incorporadas en la fábrica del cemento.

Si la adición está constituida por cenizas volantes o puzolanas crudas o calcinadas, éstas deberán cumplir los requisitos de las clases C, F ó N de la especificación NTP 334.104 (ASTM C-618), excepto que las pérdidas por ignición para las clases F ó N no podrán exceder de 6%.

Si se trata de escoria de alto horno, molida y granulada, deberá cumplir lo exigido en la especificación ASTM C-989 para los grados 100 ó 120.

Tanto si se emplea cemento Portland tipo I como adicionado, el Contratista deberá presentar los resultados de todos los ensayos físicos y químicos relacionados con él, como parte del diseño de la mezcla.

3. Agua

Según lo indicado en la [Subsección 420.02\(c\)](#).

Cuando se empleen otras fuentes o cuando se mezcle agua de 2 o más procedencias, el agua deberá ser calificada mediante ensayos. Los requisitos primarios para esta calificación serán los incluidos en la [Tabla 438-01](#).

Tabla 438-01

Requisitos de performance del concreto para el agua de mezcla

Ensayo	Límites	Método de ensayo
pH	5.5 – 8.5	NTP 339.073
Resistencia a compresión, mínimo, % del control a 7 días ^A .	90	NTP 339.034
Tiempo de fraguado, desviación respecto al control, horas: minutos ^A .	De 1 h más temprano a 1,5 h más tarde	NTP 339.082

^A Las comparaciones estarán basada en proporciones fijas para un diseño de mezcla de concreto representativo con abastecimiento de agua cuestionable y una mezcla de control utilizando agua 100 % potable o agua destilada

Los requisitos que se muestran en la [Tabla 438-02](#) se consideran opcionales y sirven para que el productor de la mezcla mantenga documentada la química y el contenido del agua de mezclado.

Tabla 438-02
Límites químicos opcionales para el agua de mezclado

Contaminante	Límite ppm ^A	Método de ensayo
^A . Cloruro como Cl ⁻		
1. En concreto pretensado, tableros de puentes, o designados de otra manera.	500 ^B	NTP 339.076
2. Otros concretos reforzados en ambientes húmedos o que contengan aluminio embebido, o metales diversos, o con formas galvanizadas permanentes.	1.000 ^B	NTP 339.076
B. Sulfatos como SO ₄ ⁼	3.000	NTP 339.074
C. Álcalis como (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O)	600	ASTM C 114
D. Sólidos totales por masa	50.000	ASTM C 1603

^A ppm es la abreviación de partes por millón.

^B Cuando el productor pueda demostrar que estos límites para el agua de mezcla pueden ser excedidos, los requerimientos para el concreto del Código ACI 318 regirán. Para condiciones que permiten utilizar cloruro de calcio (CaCl₂) como aditivo acelerador, se permitirá que el comprador pueda prescindir de la limitación del cloruro

4. Agregado fino

Se considera como tal, a la fracción que pasa el tamiz de 4.75 mm (Nº. 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que resulte adecuado, de acuerdo al Proyecto.

El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del 30% de la masa del agregado fino.

El agregado fino deberá satisfacer el requisito granulométrico señalado en la [Tabla 438-03](#). Además de ello, la gradación escogida para el diseño de la mezcla no podrá presentar más del 45% de material retenido entre dos tamices consecutivos y su módulo de finura se deberá encontrar entre 2,3 y 3,1.

Siempre que el módulo de finura varíe en más de dos décimas respecto del obtenido con la gradación escogida para definir la Fórmula de Trabajo, se deberá ajustar el diseño de la mezcla.

Tabla 438-03**Granulometría para el agregado fino para pavimentos
de concreto hidráulico**

Tamiz		Porcentaje que pasa
Normal	Alternativo	
9,5 mm	3/8"	100
4,75 mm	N.º 4	95-100
2,36 mm	N.º 8	80-100
1,18 mm	N.º 16	50-85
600 µm	N.º 30	25-60
300 µm	N.º 50	10-30
150 µm	N.º 100	2-10

El agregado fino deberá cumplir, además, los requisitos de calidad indicados en la [Tabla 438-04](#).

Si el agregado fino no cumple el requisito indicado en la [Tabla 438-04](#) para el contenido de materia orgánica, este se podrá aceptar, si al ser ensayado en relación con el efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia del mortero, se obtiene una resistencia relativa a 7 días no menor de 95%, calculada de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma NTP 400.013 (ASTM C 87).

Tabla 438-04
Requisitos del agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico

Ensayo		Norma MTC	Norma NTP	Requisito
Durabilidad				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo $\geq 3\ 000$ msnm	- Sulfato de sodio	MTC E 207	NTP 400.016	10
	- Sulfato de magnesio	MTC E 209	NTP 400.016	15
Limpieza				
Índice de plasticidad, % máximo		MTC E 111	NTP 339.129	No plástico
Equivalente de arena, %mínimo	$f'c \leq 21$ MPa (210 kg/cm ²)	MTC E 114	NTP 339.146	65
	$f'c > 21$ MPa (210 kg/cm ²)	MTC E 114	NTP 339.146	75
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo		MTC E 212	NTP 400.015	3
Carbón y lignito, % máximo		MTC E 211	NTP 400.023	0,5
Material que pasa el tamiz de 75 μ m (N.º 200), % máximo		MTC E 202	NTP 400.018	3
Contenido de materia orgánica				
Color más oscuro permisible		MTC E 213	NTP 400.024	Igual a muestra patrón
Características químicas				
Contenido de sulfatos, expresado como SO ₄ , % máximo.		--	NTP 400.042	1,2
Contenido de cloruros, expresado como Cl ⁻ , % máximo.		--	NTP 400.042	0,1
Absorción				
Absorción de agua, % máximo		MTC E 205	NTP 400.022	4

5. Agregado grueso

Se considera como tal, la porción del agregado retenida en el tamiz de 4.75 mm (Nº. 4). Dicho agregado deberá proceder fundamentalmente de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará

exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar la calidad de la mezcla. Permitirá la utilización de agregado grueso proveniente de escorias de alto horno.

Su gradación se deberá ajustar a alguna de las señaladas en la [Tabla 438-05](#). Siempre que el tamaño máximo nominal sea mayor de 25 mm (1"), el agregado grueso se deberá suministrar en las dos fracciones que indica la [Tabla 438-05](#).

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas obtenidas al aplicar las fórmulas de Fuller o Bolomey.

El tamaño máximo nominal del agregado no deberá superar un tercio del espesor de diseño del pavimento. El agregado grueso deberá cumplir, además, los requisitos de calidad señalados en la [Tabla 438-06](#).

Siempre que se requiera la mezcla de dos o más agregados gruesos para obtener la granulometría de diseño, los requisitos indicados en la [Tabla 438-06](#) para dureza, durabilidad y contenido de sulfatos deberán ser satisfechos de manera independiente por cada uno de ellos. La limpieza y las propiedades geométricas, se medirán sobre muestras del agregado combinado en las proporciones definidas en la Fórmula de Trabajo.



Tabla 438-05

Granulometría del agregado grueso para concreto Portland

HUSO	Tamaño Nominal (tamices con aberturas cuadrada)	% Porcentaje que pasa													
		100 mm (4 plg)	90 mm (3 ½ plg)	75 mm (3 plg)	63 mm (2½ plg)	50 mm (2 plg)	37,5 mm (1½ plg)	25,0 mm (1 plg)	19,0 mm (¾ plg)	12,5 mm (½ plg)	9,5 mm (3/8 plg)	4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)	1,18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 a 37,5 mm (3 ½ a 1½ plg)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 a 37,5 mm (2½- 1½ plg)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 a 25 mm (2 a 1 plg)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 a 4,75 mm (2 plg a N° 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37,5 a 19,0 mm (1½ a ¾ plg)	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37,5 a 4,75 mm (1½ plg a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 a 12,5 mm (1 a ½ plg)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 a 9,5 mm (1 a 3/8 plg)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 a 4,75 mm (1 plg a N° 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 a 9,5 mm (¾ plg a 3/8 plg)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 a 4,75 mm (¾ plg a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12,5 a 4,75 mm (½ plg a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9,5 a 2,36 mm (3/8 plg a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9,5 a 1,18 mm (3/8 plg a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9A	4,75 a 1,18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

([^]) El agregado de número de tamaño 9 está definido en el documento Terminology C 125 como un agregado fino. Está incluido como un agregado grueso cuando está combinado con un material de número de tamaño 8 para crear un número de tamaño 89, que es un agregado grueso según está definido por el documento Terminology C 1.

Nota: Se permitirá el uso de los agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concreto de la calidad requerida (NTP 400.037).

(**) NTP 400.037 Agregados "Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)": se permitirá el uso de los agregados que no cumplan con las especificaciones específicas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la calidad requerida. Se debe de considerar como una EE.

Tabla 438-06
Requisitos del agregado grueso para pavimentos de concreto hidráulico

Ensayo		Norma MTC	Norma NTP	Requisito
Dureza				
Desgaste en la máquina de Los Ángeles		MTC E 207	NTP 400.019 NTP 400.020	40
Durabilidad				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo ≥ 3 000 msnm.	- Sulfato de sodio	MTC E 209	NTP 400.016	12
	- Sulfato de magnesio	MTC E 209	NTP 400.016	18
Limpieza				
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo		MTC E 212	NTP 400.015	3
Carbón y lignito, % máximo		MTC E 211	NTP 400.023	0,5
Geometría de las partículas				
Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), % mínimo		MTC E 210	D – 5821 (*)	60
Partículas chatas y alargadas (relación 5:1), % máximo		-.-	NTP 400.040	15
Características químicas				
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^{=}$, % máximo.		-.-	NTP 400.042	1,0
Contenido de cloruros, expresado como Cl^- , % máximo.		-.-	NTP 400.042	0,1

(*) ASTM D-5821

6. Reactividad

Los agregados, tanto gruesos como finos, no deberán presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de SiO_2 y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma MTC E-217, se obtienen los siguientes resultados:

$$SiO_2 > R \quad \text{cuando } R \geq 70$$

$$SiO_2 > 35 + 0,5 R \quad \text{cuando } R < 70$$

Si el agregado califica como potencialmente reactivo, en base a los criterios anteriores, no debe ser utilizado en la producción de concretos, a no ser que se demuestre que no es nocivo para el concreto, en base a evaluaciones complementarias, como las indicadas en el apéndice de la especificación NTP 400.011 (ASTM C 33), en especial las que hacen referencia a las normas NTP 339.067 (ASTM C 227), ASTM C 342 y NTP 334.110 (ASTM C 1260).

7. Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad para modificar las propiedades del concreto, con la finalidad de adecuarlo a las condiciones especiales del pavimento por construir. Su empleo se deberá definir por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con las dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin que se perturben las propiedades restantes de la mezcla, ni representen peligro para la armadura que pueda tener el pavimento.

Los aditivos por usar pueden ser los siguientes:

- Incluidores de aire, los cuales deberán cumplir los requerimientos de la especificación ASTM C 260. El agente incluidor de aire deberá ser compatible con cualquier aditivo reductor de agua que se utilice.
- Aditivos químicos, que pueden ser reductores de agua, acelerantes y retardantes de fraguado, los cuales deberán cumplir los requerimientos de la especificación ASTM C 494, incluyendo el ensayo de resistencia a la flexión. Los aditivos reductores de agua se deberán incorporar en la mezcla separadamente de los incluidores de aire, de conformidad con las instrucciones del fabricante.

La utilización de acelerantes o retardantes se debe evitar en la medida de lo posible; se podrán utilizar únicamente en casos especiales, previa evaluación por parte del Contratista y aprobación del Supervisor.

b. Acero

En el Proyecto se indicará el acero necesario para la construcción del pavimento, bien sea para los elementos de enlace o transferencia en las juntas o como refuerzo de las losas. Las barras de acero deberán cumplir con la especificación ASTM A 615.

1. Pasadores o barras pasajuntas

En las juntas transversales que muestren las especificaciones del Proyecto y/o en los sitios en que indique el Supervisor, se colocarán pasadores constituidos por barras lisas de hierro, como mecanismo para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes.

Las barras serán de acero redondo y liso, con límite de fluencia (f_y) mínimo de 420 MPa (4200 kg/cm^2); ambos extremos de los pasadores deberán ser lisos y estar libres de rebabas cortantes. En general, las barras deberán estar libres de cualquier imperfección o deformación que restrinja su deslizamiento libre dentro del concreto.

Los pasadores de barras lisas de acero se tratarán en un espacio comprendido entre la mitad y tres cuartos de su longitud con una película fina de algún producto que evite su adherencia al concreto. Cuando los pasadores se coloquen en juntas de dilatación, el extremo correspondiente a la parte tratada se protegerá con una cápsula de diámetro interior ligeramente mayor que el del pasador y una longitud mínima de 5 cm.

Las características y dimensiones de los pasadores y las varillas de unión serán las indicadas en el Proyecto.

Antes de su colocación, los pasadores se deberán revestir con una capa de grasa u otro material que permita el libre movimiento de ellos dentro del concreto e impida su oxidación.

El casquete para los pasadores colocados en las juntas transversales de dilatación deberá ser de metal u otro tipo de material aprobado y deberá tener la longitud suficiente para cubrir entre 5 cm y 7,5 cm del pasador, debiendo ser cerrado en el extremo y con un tope para mantener la barra al menos a 2,5 cm del fondo del casquete. Los casquetes deberán estar diseñados para que no se desprendan de los pasadores durante la construcción.

2. Barras de amarre

En las juntas que muestren las especificaciones técnicas del Proyecto y/o en los sitios en que indique el Supervisor, se colocarán barras de amarre, con el propósito de evitar el desplazamiento de las losas y la

apertura de las juntas. Las barras serán corrugadas, con límite de fluencia (f_y) de 420 MPa (4200 kg/cm²).

En general, las barras de amarre no deberán ser dobladas y enderezadas; sin embargo, si por razones constructivas es absolutamente indispensable doblarlas y enderezarlas, con aprobación del Supervisor, se deberá utilizar un acero con límite de fluencia (f_y) de 420 MPa (4200 kg/cm²); en este caso, el Contratista deberá rediseñar el sistema de barras de amarre para acomodarlo a la nueva resistencia, rediseño que deberá ser verificado y aprobado por el Supervisor, cuando corresponda.

3. Refuerzo de las losas

Los documentos del Proyecto pueden requerir la colocación de una o 2 parrillas de refuerzo en todas o algunas de las losas del Proyecto, bien sea como parte integral del diseño o como sistema para controlar la aparición o el ensanche de grietas. Como guía general, se requerirá la colocación de, al menos, una parrilla de refuerzo en las losas que tengan las siguientes características:

- Longitud de la losa (mayor dimensión en planta) superior a 24 veces el espesor de la misma.
- Losas con relación largo/ancho mayor que 1,4.
- Losas de forma irregular (diferente de la rectangular o cuadrada).
- Losas con aberturas en su interior para acomodar elementos tales como pozos de inspección o sumideros.
- Losas en las cuales no coinciden las juntas con las de las losas adyacentes.

El acero de refuerzo de las losas estará constituido por barras con límite de fluencia (f_y) de 420 MPa (4200 kg/cm²). Todos los detalles del refuerzo, como cuantía, distribución, localización, etc., deberán quedar definidos en el Proyecto.

c. Productos de curado

El curado del concreto en obra se podrá llevar a cabo según la forma prevista en los documentos del Proyecto, mediante:

- Humedad.
- Productos químicos.

- Láminas para cubrir el concreto.

Si el curado se realiza mediante humedad, el agua utilizada deberá cumplir los requisitos de la [Subsección 438.02\(a\)\(3\)](#). El material de cobertura deberá ser de un material con alta retención de humedad.

En el caso de los productos químicos, se empleará un producto de calidad certificada que, aplicado mediante aspersión sobre la superficie del pavimento garantice el correcto curado de éste. El producto por utilizar, debe satisfacer todas las especificaciones de calidad que indique su fabricante. La efectividad de los productos de curado se debe demostrar mediante experiencias previas exitosas o ensayos al inicio de la colocación del concreto. Deberán cumplir con la especificación ASTM C-309, tipo 2, clase B, o clase A sólo si la base es de parafina.

Las láminas de curado pueden ser de polietileno blanco o de papel de curado, que cumplan con la especificación ASTM C-171.

d. Membranas para la separación del pavimento

En caso que el Proyecto lo considere, para evitar la adherencia entre el concreto de las losas y el material de base o evitar el reflejo de fisuras de la base en las losas de concreto, se emplearán membranas de separación entre las losas y su capa de apoyo. Estas membranas deberán cumplir con la especificación ASTM C-171.

Es recomendable que al colocar este tipo de membranas, las losas de concreto se apoyen sobre bases de concreto sin o con juntas que no coincidan con las de las losas del pavimento.

e. Productos para las Juntas

1. Material de sello

En el Proyecto se especificará el tipo de material de sello a emplear en las juntas del pavimento, que podrá ser de los siguientes tipos:

- **Sello de silicona:** El material a emplear deberá cumplir tanto los requisitos establecidos en el Proyecto como las especificaciones de la [Tabla 438-07](#).
- **Sello de aplicación en caliente:** El material a emplear deberá cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM D-3405.

Tabla 438-07

**Requisitos para el material de sello de juntas
en pavimento de concreto hidráulico**

Propiedad	Norma de ensayo	Requisito
Esfuerzo de tensión a 150% de elongación (7 días de curado a 25°C ± 5°C y 45% a 55% de humedad relativa)	ASTM D 412	310 Kpa máximo
Flujo a 25°C ± 5°C	ASTM C 639 (15% Canal A)	No deberá fluir del canal
Tasa de extrusión a 25°C ± 5°C	ASTM C 603 (1/8" a 50 psi)	75-250 gm/min
Gravedad específica	ASTM D 792 (Método A)	1,01 a 1,51
Dureza a -18°C (7 días de curado a 25°C ± 5°C)	ASTM C 2240	10 a 25
Resistencia a intemperismo después de 5.000 horas de exposición continua	ASTM C 793	Sin agrietamiento, pérdida de adherencia o superficies polvorientas por desintegración
Superficie seca a 25°C ± 5°C y 45% a 55% de humedad relativa	ASTM C 679	Menor de 75 minutos
Elongación a la rotura después de 21 días de curado a 25°C ± 5°C y 45% a 55% de humedad relativa	ASTM D 412	750% mínimo
Fraguado al tacto a 25°C ± 5°C y 45% a 55% de humedad relativa	ASTM D 1640	Menos de 75 minutos
Vida en el contenedor a partir del día de embarque	-	6 meses mínimo
Adhesión a bloques de mortero	AASTHO T 132	345 kPa mínimo
Capacidad de movimiento y adhesión Extensión de 100% a 18°C después de 7 días de curado al aire a 25°C ± 5°C, seguido por 7 días en agua a 25°C ± 5°C	ASTM C 719	Ninguna falla por adhesión o cohesión después de 5 ciclos

2. Tirilla o cordón de respaldo

La tirilla de respaldo deberá ser de espuma de polietileno extruida de celda cerrada y de diámetro aproximadamente 25% mayor que el ancho de la caja de junta. Deberá cumplir con la especificación ASTM D 5249.

3. Material de relleno para juntas de expansión

El material de relleno para juntas de expansión deberá ser suministrado en piezas de la altura y el largo requeridos para la junta. Previa aprobación del Supervisor, se podrán utilizar ocasionalmente 2 piezas para completar el largo (nunca la altura), caso en el cual los 2 extremos que se juntan deberán quedar adecuadamente asegurados, para garantizar la conservación de la forma requerida, sin moverse. Los materiales por emplear deberán cumplir con alguna de las especificaciones ASTM D 994, ASTM D 1751 ó ASTM D 1752.

f. Resina epóxica

Si se insertan barras dentro del concreto endurecido, en orificios elaborados mediante taladrado, su anclaje al pavimento se deberá asegurar empleando resina epóxica conforme con la especificación ASTM C 881, Tipo I, grado 3, clase C. Las clases A y B se pueden emplear, si la temperatura del concreto endurecido es inferior a 16°C.

La resina epóxica que se utilice para la reparación de fisuras a edades tempranas del concreto, deberá ser del tipo IV, grado 1, de la especificación ASTM C-881, y la que se use como imprimante para la reparación de juntas astilladas, será del tipo III, grado 1, de la misma especificación.

Equipo

438.03

Todo el equipo necesario para la ejecución de los trabajos deberá cumplir con lo estipulado en la [Subsección 05.11](#). Los principales equipos requeridos son los siguientes:

a. Equipos para la elaboración de agregados

Para el proceso de producción de los agregados pétreos se requieren equipos para su explotación, carguío, transporte y producción. La unidad de proceso consistirá en una unidad clasificadora y, de ser necesario, una planta de trituración provista de trituradoras primaria, secundaria y terciaria siempre que esta última se requiera, así como un equipo de lavado. La planta deberá estar provista de los filtros necesarios para controlar la contaminación ambiental de acuerdo con la reglamentación vigente.

b. Equipos para la elaboración del concreto

El concreto para la construcción del pavimento se fabricará en centrales de mezcla discontinua, capaces de manejar simultáneamente el número de fracciones de agregados que exija la Fórmula de Trabajo adoptada. La producción horaria de la central de fabricación deberá ser capaz de suministrar el concreto sin que se interrumpa la alimentación de la pavimentadora, cuando este equipo se utilice.

Las tolvas para agregados deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y estarán provistas de dispositivos para evitar intercontaminaciones; su número mínimo será función del número de fracciones de agregado pétreo que exija la Fórmula de Trabajo adoptada.

Para el cemento a granel se utilizará una balanza independiente de la utilizada para los agregados.

El mecanismo de carga deberá estar protegido contra un eventual cierre antes de que la tolva de pesada estuviera adecuadamente cargada. El de descarga, contra una eventual apertura antes que la carga del cemento en la tolva de pesada hubiera finalizado, y que la masa del cemento en ella difiera en $\pm 1\%$ de la especificada; además, estará diseñado de forma que permita la regulación de la salida del cemento sobre los agregados.

La dosificación de los agregados se podrá efectuar por pesadas acumuladas en una sola tolva o individualmente con una tolva de pesada independiente para cada fracción. En el primer caso, las descargas de las tolvas de alimentación y la descarga de la tolva de pesada estarán protegidas de forma que:

- No podrá descargar más de una tolva al mismo tiempo.
- El orden de descarga no podrá ser distinto al previsto.
- La tolva de pesada no se podrá descargar hasta que haya sido depositada en ella la cantidad requerida de cada uno de los agregados y estén cerradas todas las descargas de las tolvas.
- La descarga de la tolva de pesada deberá estar protegida contra una eventual apertura antes que la masa de agregado en la tolva, difiera en $\pm 1\%$ del acumulado de cada fracción.

Si se emplean tolvas de pesada independientes para cada fracción, todas ellas deberán poder ser descargadas simultáneamente. La descarga de cada tolva de pesada deberá estar protegida contra una eventual apertura antes que la masa de agregado en ella, difiera en $\pm 2\%$ de la especificada.

No se permitirá que se descargue parte alguna de la dosificación, hasta que todas las tolvas de los agregados y la del cemento estuvieran correctamente cargadas, dentro de los límites especificados.

Una vez comenzada la descarga, no se podrá comenzar una nueva dosificación hasta que las tolvas de pesada estén vacías, sus compuertas de descarga cerradas y los indicadores de masa de las balanzas a cero, con una tolerancia del $\pm 0,3\%$ de su capacidad total.

Los dosificadores ponderales deberán estar aislados de vibraciones y de movimientos de otros equipos de la central, de forma que, cuando éstos funcionen, sus lecturas, después de paradas las agujas, no difieran de la masa designada en $\pm 1\%$ para el cemento, $\pm 1,5\%$ para cada fracción del agregado o $\pm 1\%$ para el total de las fracciones, si la masa de éstas se determinase conjuntamente. Su precisión no deberá ser inferior al $\pm 0,5\%$ para los agregados, ni al $\pm 0,3\%$ para el cemento. El agua añadida se medirá en masa o volumen, con una precisión no inferior al $\pm 1\%$ de la cantidad total requerida.

Una vez fijadas las proporciones de los componentes, la única operación manual que se podrá efectuar para dosificar los agregados y el cemento de una amasada, será la de accionamiento de interruptores o conmutadores. Los mandos del dosificador deberán estar en un compartimento fácilmente accesible, que pueda ser cerrado con llave cuando así se requiera.

Si se prevé la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con precisión suficiente. Los aditivos en polvo se dosificarán en masa y los aditivos en forma de líquido o de pasta en masa o en volumen, con una precisión no inferior al $\pm 3\%$ de la cantidad especificada de producto.

El temporizador del amasado y el de la descarga del mezclador deberán estar protegidos de tal forma que, durante el funcionamiento del mezclador, no se pueda producir la descarga hasta que haya transcurrido el tiempo de amasado previsto.

La posibilidad de utilizar equipos de otras características para la fabricación de la mezcla, deberá ser definida en una especificación especial.

Para garantizar la uniformidad de la mezcla deben realizarse pruebas periódicas a la salida de la mezcladora.

c. Equipo de transporte

El transporte del concreto a la obra se realizará en camiones con elementos de agitación o en camiones cerrados de tambor giratorio (mixer), provistos de paletas, los cuales estarán equipados con cuentarrevoluciones.

El equipo de transporte antes indicado deberá ser capaz de proporcionar mezclas homogéneas y descargar su contenido sin que se produzcan segregaciones.

d. Equipos de puesta en obra del concreto

La mezcla de concreto se extenderá y se compactará por los medios apropiados para garantizar la homogeneidad de la mezcla colocada, evitando la segregación y la aparición de vacíos y logrando alcanzar el espesor y la densidad adecuados y el contenido de aire especificado. La puesta en obra del Concreto se podrá realizar mediante extendido entre encofrados fijos, con equipos de encofrados deslizantes o con equipos de extensión manual.

1. Elementos necesarios para la puesta en obra del concreto empleando encofrados fijos.

El equipo mínimo necesario para la ejecución de las obras empleando encofrados fijos, estará integrado básicamente por los siguientes elementos:

- **Encofrados:**

Los elementos para la construcción deberán tener una longitud no menor de 3 m y su altura será igual al espesor del pavimento por construir. Deberá tener la suficiente rigidez para que no se deforme durante la colocación del concreto y, si va servir como rieles para el desplazamiento de equipos, para no deformarse bajo la circulación de los mismos.

En la mitad de su espesor y a los intervalos requeridos, los encofrados tendrán orificios para insertar a través de ellos las varillas de unión o anclaje, cuando ellas estén contempladas en el Proyecto.

La fijación de los encofrados al suelo se hará mediante pasadores de anclaje que impidan cualquier desplazamiento vertical u horizontal, debiendo estar separados como máximo 1 m, y existiendo al menos uno en cada extremo de los encofrados o en la unión de aquellos.

En las curvas, los encofrados se acomodarán a los polígonos más convenientes, pudiéndose emplear elementos rectos rígidos, de la longitud que resulte más adecuada.

Se deberá disponer de un número suficiente de encofrados para tener colocada, en todo momento de la obra, una longitud por utilizar igual o mayor que la requerida para 3 horas de trabajo, más la cantidad necesaria para permitir que el desencofrado del concreto se haga a las 16 horas de su colocación.

Todos los materiales utilizados en ésta actividad, deberán ser dispuestos en un lugar seguro, de manera que los clavos, fierros retorcidos, u otros no signifiquen peligro alguno para las personas que transitan por el lugar. De otro lado, todo el personal deberá tener necesariamente, guantes, botas y casco protector, a fin de evitar posibles desprendimientos y lesiones.

- **Equipo para la construcción del pavimento**

Estará integrado por una extendedora o esparcidora que dejará el concreto fresco repartido uniformemente; una terminadora transversal con elementos de enrase, compactación por vibración y alisado transversal; y una terminadora longitudinal que realice el alisado en dicho sentido.

Los vibradores superficiales deberán tener una frecuencia no inferior a 3.500 hz y los de inmersión de 5.000 hz. La amplitud de la vibración debe ser suficiente para ser visible en la superficie del concreto y generar una onda a 30 cm del vibrador.

Para el acabado superficial, se utilizarán planchas con la mayor superficie posible, que permita obtener un acabado del pavimento al nivel correcto y sin superficies porosas.

Sólo se usarán vibradores de inmersión en áreas pequeñas, donde no sea posible usar reglas vibratoras.

Para la ejecución de las juntas en fresco, se empleará un equipo con cuchillas vibrantes o podrán emplearse dispositivos para la inserción de tiras continuas metálicas.

Si las juntas se ejecutan sobre el concreto endurecido, se emplearán sierras cuyo disco requiere la aprobación previa del Supervisor, en lo relacionado con el material, espesor y diámetro. El número necesario de sierras se determinará mediante ensayos de velocidad de corte del concreto empleado en la construcción del pavimento.

En caso de que el pavimento se vaya a curar con un producto químico que forme membrana, se debe disponer del equipo adecuado para que la aspersion sea homogénea en toda la superficie por curar y sin que se produzcan pérdidas por la acción del viento.

2. Pavimentadora de encofrados deslizantes para la puesta en obra del concreto

La máquina pavimentadora de encofrados deslizantes deberá extender en el espesor de diseño, compactar y enrasar uniformemente el concreto, de manera de obtener mecánicamente un pavimento denso y homogéneo, salvo algunas operaciones de carácter manual.

La pavimentadora de encofrado deslizante debe estar equipada con un sistema de sensores de dirección y altura que garantice la geometría de la sección del pavimento.

La máquina estará dotada de encofrados móviles de dimensiones, forma y resistencia suficientes para sostener lateralmente el concreto durante el tiempo necesario para la construcción del pavimento, con la sección transversal requerida.

La pavimentadora compactará adecuadamente el concreto por vibración interna en todo el ancho colocado, mediante vibradores transversales o una serie de unidades de vibrado longitudinal; en este caso, la separación entre unidades de vibrado estará comprendida entre 50 cm y 75 cm, medidos centro a centro. Además, la separación entre el centro de la unidad de vibrado externa y la cara interna del encofrado correspondiente, no excederá de 15 cm.

La frecuencia de vibración de cada unidad no será inferior a 5.000 hz. y la amplitud de la vibración será suficiente para ser perceptible en la superficie de concreto a lo largo de la longitud vibrante y a una distancia mayor de 30 cm.

La longitud de la placa conformadora de la pavimentadora será la necesaria para que no se aprecien vibraciones en la superficie del concreto tras el borde posterior de la placa.

La ejecución de las juntas longitudinales con empleo de la pavimentadora de encofrado deslizante puede ser de construcción de manera que el ancho del carril estaría limitado por el de la pavimentadora, o para el caso de que el ancho de la pavimentadora contenga más de un carril (anchos superiores a 6 m) se emplearán equipos similares al de las juntas transversales en fresco.

Los productos de curado que se requieran serán los mismos que se exigen en caso de que el pavimento se construya entre encofrados fijos.

3. Equipos para la extensión o esparcido manual del concreto

En áreas localizadas de pequeñas dimensiones, inaccesibles al equipo convencional, el Supervisor podrá autorizar la extensión y compactación del concreto por medios manuales. En este caso, para

distribuir el concreto se emplearán palas y para enrasarlo se usará una regla vibratoria ligera.

e. Herramientas y elementos para el acabado

1. Flotador o enrasador

Esta herramienta manual de acabado superficial tendrá una superficie metálica, lisa y rígida, provista de un mango largo articulado. Su longitud deberá ser del orden de 3 m y su ancho de 15 cm; para áreas pequeñas, la longitud se puede reducir a 1,5 m y su ancho a 10 cm. Deberá tener sus bordes ligeramente curvos y chaflanados, evitando que se hunda en el concreto fresco, dejando surcos. Su sección transversal deberá tener forma de canal.

2. Tela de fique o yute

Será tejido de fibra vegetal de fique o yute que se pasará en sentido longitudinal a la vía, después de haber realizado el allanado. La tela no deberá tener costuras internas para no dejar marcas indeseables en la superficie del pavimento.

3. Cepillo de texturizado

Esta herramienta puede ser de manejo manual o puede ir montada sobre una máquina que sigue a la máquina pavimentadora, a una distancia determinada por la consistencia del concreto.

La herramienta constará de un cuerpo principal en forma de rastrillo o peine metálico cuya función es dejar una textura estriada transversal en la superficie del concreto, que debe medir aproximadamente 0,80 m de largo, con dientes metálicos flexibles y un mango.

Los dientes del peine deberán tener un ancho de cerda de 3 mm \pm 1 mm y las separaciones entre dientes deberán ser las adecuadas para minimizar el ruido. La huella que deja el peine en el concreto fresco deberá tener 3 mm y 6 mm de profundidad.

Los dientes deberán estar colocados aproximadamente a 45°, evitando así que ellos saquen los agregados a la superficie.

f. Equipos para el curado del concreto

En el caso de membranas de curado, su aplicación se deberá realizar por medio de equipos pulverizadores que aseguren un reparto uniforme y continuo del producto en toda la losa, inclusive en los costados

descubiertos. Estos equipos deberán estar provistos de dispositivos que proporcionen una adecuada protección del producto pulverizado contra el viento, así como de otro dispositivo dentro del tanque de almacenamiento del producto, cuya función es mantenerlo en agitación durante su aplicación.

En áreas reducidas o inaccesibles a dispositivos mecánicos, el Supervisor podrá autorizar el empleo de aspersores manuales.

g. Elementos para la ejecución de juntas

1. Equipos de corte

Para el corte de las juntas en el concreto endurecido, se deberán usar equipos con disco de diamante o de algún otro elemento abrasivo, que permita obtener resultados equivalentes; la calidad de los equipos y discos, así como la idoneidad del personal que los opera, deberá garantizar que la labor se desarrolle sin generar despostillamientos o agrietamientos en las zonas de corte. La potencia de cada equipo deberá ser, cuando menos, de 18 HP (13 428 watt (w)).

Se requerirán discos de diferentes diámetros y anchos para realizar los cortes iniciales y el ensanche de los mismos. Los equipos podrán ser de discos sencillos o múltiples. Los equipos de corte disponibles deberán permitir cortar las juntas requeridas para un día de trabajo (incluida la junta longitudinal) en menos de 8 horas. Además, el Contratista deberá contar con máquinas de reemplazo en caso de daño.

2. Elementos para la ejecución de la juntas en fresco

Para la ejecución de las juntas en fresco, se empleará un equipo con cuchillas vibrantes o se podrán emplear dispositivos para la inserción de tiras continuas de plástico, con un espesor mínimo de 0,35 mm.

h. Equipos de lavado, secado y sellado de juntas

Serán los recomendados por el fabricante del sello y deberán contar con la aprobación del Supervisor, antes del inicio de las labores correspondientes.

i. Bombas de agua de bajo consumo y alta presión

El Contratista deberá garantizar la adecuada limpieza de la cavidad de corte de las juntas, proponiendo, para evaluación y aprobación del Supervisor, los equipos apropiados dentro de las restricciones ambientales que puedan existir.

Para el correcto lavado de las juntas se podrán utilizar bombas de agua de bajo consumo y de alta presión. La presión será, como mínimo, de 10 MPa (100 kg/cm²).

j. Compresores de aire

El Contratista deberá garantizar el adecuado secado de la cavidad de corte. Para ello, deberá proponer, para evaluación y aprobación del Supervisor, los equipos más apropiados, dentro de las restricciones ambientales que puedan existir. Para el correcto secado de las juntas se podrán utilizar compresores de aire, de 1 MPa (10 kg/cm²) y caudal de 70 l/s.

k. Equipos para la inserción del sello

Los equipos deberán ser los recomendados por los fabricantes del material de sello y aprobados por el Supervisor.

Requerimientos de construcción

438.04 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos empleados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados necesarios, requieren aprobación previa del Supervisor, lo cual no implica la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de esta especificación.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de calidad uniforme. Si el Contratista no cumple con estos requerimientos, el Supervisor exigirá los cambios que considere necesarios.

Los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras, deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la vegetación nativa. Al abandonar las canteras temporales, el Contratista remodelará (nivelará) el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas.

Explotación de materiales y elaboración de agregados: las canteras deberán tener las señalizaciones adecuadas (de ubicación y camino de acceso), y al

cierre de la misma, se deberá escarificar el suelo, para posteriormente adecuar el terreno a la morfología existente de acuerdo a lo establecido en la [Sección 906](#).

438.05 Estudio de la mezcla y obtención de la Fórmula de Trabajo

El Contratista entregará al Supervisor, muestras de los agregados, cemento, agua y eventuales aditivos por utilizar y el Diseño de Mezcla, avalados por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen su calidad, quien comprobará la calidad de los materiales, (cemento, agua, agregados y aditivos) y la correcta dosificación, por metro cúbico de concreto fresco, de acuerdo con la resistencia requerida a los 28 días.

Los materiales componentes del concreto deberán cumplir con lo estipulado en la [Subsección 438.02 \(a\)](#)

La cantidad de cemento por metro cúbico (m^3) de concreto no será inferior a trescientos (300) kilogramos. La relación agua/cemento no será superior a 0,50 y el asentamiento, medido con el Cono de Abrams (MTC E 705) deberá estar entre 50 mm y 75 mm (2" - 3").

La fórmula de trabajo deberá corregirse, cuando varíe alguno de los siguientes factores: El tipo, clase o categoría del cemento y su marca, el tamaño máximo del agregado grueso, el módulo de fineza del agregado, fino en más de dos décimas (0.2), la proporción de los aditivos y/o el método de puesta en obra.

438.06 Tramo de prueba

Para cada dosificación de posible aplicación en obra, determinada a partir de los ensayos previos de laboratorio, se efectuarán ensayos de resistencia sobre prismas rectangulares procedentes de seis amasadas diferentes, confeccionando 2 prismas por amasada, las cuales se ensayarán a la flexotracción a 7 días, obteniéndose el valor medio del Módulo de Rotura (M_R). Para cada serie de probetas se controlará la resistencia y, de ser necesario, el aire incluido, con los mismos métodos empleados para los ensayos previos. Si el valor medio de la resistencia obtenida a los siete días es igual o superior al 80% de las resistencias especificadas a los veintiocho días, y no se han obtenido resultados fuera de especificación para la consistencia o el aire

incluido, se efectuará un tramo de prueba con un concreto de dicha dosificación. En caso contrario, se harán los ajustes necesarios hasta conseguir un concreto que cumpla las exigencias de este numeral. El tramo de prueba tendrá una longitud ± 20 m y su ancho será determinado por el Supervisor, fuera de la calzada por pavimentar. El tramo servirá para verificar que los medios de vibración disponibles son capaces de compactar adecuadamente el concreto en todo el espesor del pavimento, que se cumplen las limitaciones de regularidad y rugosidad establecidas por la presente especificación, que el proceso de curado y protección del concreto fresco es adecuado y que las juntas se realizan correctamente.

En caso que los resultados del primer tramo no sean satisfactorios, se construirán otros introduciendo variaciones en los equipos, métodos de ejecución o, incluso, en la dosificación, hasta obtener un pavimento con las condiciones exigidas. Logrado esto, se podrá proceder a la construcción del pavimento.

438.07 Preparación de la superficie existente

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga las características físicas, la densidad especificada, las cotas indicadas en los planos y hayan sido concluidos y aprobados todos los trabajos de drenaje, instalación de tuberías y de servicios que quedarán cubiertos por el pavimento, todo lo cual será aprobado por el Supervisor.

Antes de verter el concreto, se humedecerá ligeramente la superficie de apoyo de las losas sin que se presenten charcos o, si el Proyecto lo contempla, se cubrirá con papel especial o material plástico con traslapes no inferiores a 15 cm y plegándose lateralmente contra los encofrados, cuando éstas se utilicen. El traslape se hará teniendo en cuenta la pendiente longitudinal y transversal, para asegurar la impermeabilidad.

En todos los casos, se prohibirá circular sobre la superficie preparada, salvo las personas y equipos indispensables para la ejecución del pavimento.

En caso de efectuarse demoliciones y reconstrucciones, como consecuencia de la presencia de fisuras o defectos a edades tempranas, los escombros resultantes deberán ser eliminados por el Contratista, de acuerdo a lo establecido en la [Sección 209](#).

438.08 Elaboración de la mezcla

a. Manejo y almacenamiento de los agregados pétreos

No se permitirá ningún método de manejo y almacenamiento de los agregados que pueda causar segregación, degradación, mezcla de distintos tamaños o contaminación con el suelo u otros materiales.

Todos los materiales a utilizarse en la obra deben estar ubicados de tal forma que no cause incomodidad a los transeúntes y/o vehículos que circulen en los alrededores.

b. Suministro y almacenamiento del cemento

El cemento en sacos se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo, en rumas de no más de 8 bolsas.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en silos apropiados aislados de la humedad.

No se permitirá el uso de cemento endurecido por diversas razones o cuya fecha de vencimiento haya expirado.

Esta frecuencia será disminuida en relación directa a la condición climática, de temperatura, humedad y/o condiciones de almacenamiento. Este examen incluirá pruebas de laboratorio para determinar su conformidad con los requisitos de la NTP 334.009 ó NTP 334.090.

c. Almacenamiento de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos. Estas recomendaciones no son excluyentes de las especificadas por los fabricantes.

Todos los materiales a utilizarse en la obra deben estar ubicados de tal forma que no cause incomodidad a los transeúntes y/o vehículos que circulen en los alrededores.

d. Dosificación del concreto

Los agregados y el cemento a granel para la fabricación del concreto se dosificarán por peso, por medio de equipos automáticos de dosificación.

En la Fórmula de Trabajo, las dosificaciones de los agregados se establecerán en peso de materiales secos, teniéndose en cuenta su humedad al ajustar los dispositivos de pesaje. En el momento de su dosificación, los agregados tendrán una humedad suficientemente baja para que no se produzca un escurrimiento de agua durante el transporte desde la planta de dosificación al dispositivo de mezclado.

El cemento a granel deberá ser pesado en una balanza independiente de la utilizada para dosificar los agregados. El mecanismo de descarga de la tolva de pesaje del cemento estará diseñado de tal manera, que permita la regulación de la salida del cemento sobre los agregados.

Los aditivos en polvo se medirán en peso y los aditivos líquidos o en pasta, se medirán en peso o en volumen, con una precisión de $\pm 1\%$ de la cantidad especificada.

e. Mezcla de los componentes

La mezcla se realizará en una planta central. En obras de pequeño volumen se podrá autorizar la mezcla en camiones mezcladores (mixer), cuyas características deben adaptarse a lo prescrito en "Elementos de Transporte" tratado antes en la presente especificación. Los componentes de la mezcla se introducirán en la mezcladora de acuerdo con una secuencia previamente establecida por el Contratista y aprobada por el Supervisor. Los aditivos en forma líquida o en pasta se añadirán al agua antes de su introducción en la mezcladora. Los aditivos en polvo se introducirán en la mezcla junto con el cemento o los agregados, excepto cuando el aditivo contenga cloruro de calcio, en cuyo caso se añadirá en seco mezclado con los agregados, pero nunca en contacto con el cemento; no obstante, en este último caso se prefiere agregarlo en forma de disolución. Estas recomendaciones no son excluyentes de las especificadas por los fabricantes.

Los materiales deberán mezclarse durante el tiempo necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa, sin segregación. Su duración mínima se establecerá mediante pruebas de laboratorio y deberá contar con la aprobación del Supervisor.

438.09 Transporte del concreto

El transporte entre la planta y la obra se efectuará de la manera más rápida posible, empleando el equipo de transporte descrito en la [Subsección 438.03\(c\)](#). El concreto se podrá transportar a cualquier distancia, siempre y cuando no pierda sus características de trabajabilidad y se encuentre en estado plástico en el momento de la descarga.

En el caso de construcción en tiempo caluroso, se cuidará de que no se produzca desecación de la mezcla durante el transporte. Si existe tal riesgo, se deberá utilizar retardadores de fraguado.

438.10 Colocación de encofrados

Cuando la obra se ejecute entre encofrados fijos, éstos podrán constituir por sí mismos el camino de rodadura de las máquinas de construcción del pavimento o podrán tener un carril para atender esa función. En cualquier caso, deberá presentar las características de rigidez, altura y fijación señaladas en la [Subsección 438.03\(d\) \(1\)](#).

Las caras interiores de los encofrados aparecerán siempre limpias, sin restos de concreto u otras sustancias adheridas a ellas. Antes de verter el concreto, dichas caras se recubrirán con un producto antiadherente, cuya composición y dosificación deberán ser aprobadas previamente por el Supervisor.

Cuando la máquina utilice como encofrado un bordillo o una franja de pavimento construido previamente, éste deberá tener una edad de cuando menos 3 días.

438.11 Colocación de elementos de guía para pavimentadoras de encofrados deslizantes

El espaciamiento de los elementos (varillas de fijación) que sostienen el hilo guía no será mayor de 12 m; los apoyos de hilo en tales elementos tendrán la cota teórica y la flecha del hilo entre 2 varillas será menor de 2 mm.

Cuando se vierta concreto en una franja adyacente a otra existente, se tomarán las mismas precauciones que en el caso de trabajar entre encofrados fijos.

438.12 Colocación de los pasadores y de las barras de amarre

a. Colocación de los pasadores

Salvo que los pasadores se introduzcan por vibración en el pavimento mediante máquinas adecuadas para ello, deberán disponerse en su ubicación final con anterioridad al vertido de concreto sobre canastas de varillas metálicas, suficientemente sólidas y con uniones soldadas que se fijarán a la base de un modo firme.

Los pasadores se colocarán paralelos entre sí y al eje de la calzada, en la ubicación que se tenga prevista para la junta, de acuerdo con lo que establezca el Proyecto. Se deberá dejar una referencia precisa que defina dicha posición a la hora de completar la junta.

b. Colocación de las barras de amarre

Cuando el Proyecto contemple la colocación de barras de amarre, éstas se deberán instalar en forma perpendicular a la junta longitudinal, con la separación mostrada en los planos. Deberán quedar aproximadamente a mitad del espesor de la losa y en forma paralela a la superficie del pavimento, con una mitad a cada lado de la junta.

Cuando la pavimentación se realice entre encofrados fijos, las varillas se insertarán manualmente dentro de los encofrados, de manera que una mitad de ellas penetre dentro de la franja de concreto recién colocada.

Si la obra se realiza con pavimentadora de encofrado deslizante, las varillas se introducirán manualmente en la mitad del espesor del pavimento fresco, a las separaciones previstas en el Proyecto.

Si las barras de amarre se colocan en un pavimento endurecido, se efectuarán barrenos horizontales a la mitad del espesor de las losas y con una profundidad igual a la mitad de la longitud de las varillas, las cuales se insertarán manualmente, previamente lubricadas con la resina epóxica.

438.13 Colocación del concreto

Antes de vaciar el concreto, la superficie de apoyo se deberá encontrar preparada, de acuerdo con lo descrito en la [Subsección 438.07](#).

La máxima caída libre de la mezcla desde el vehículo de transporte en el momento de la descarga, será de 1 m, procurándose que ello ocurra lo más

cerca posible del lugar definitivo de colocación, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones. Antes que empiece el fraguado inicial, el concreto deberá ser colocado, vibrado y recibir el acabado final.

Cuando la puesta en obra se realice entre encofrados fijos, el concreto se distribuirá uniformemente y una vez extendido se compactará por vibración y enrasará con elementos adecuados, de modo de tener una superficie uniforme, lisa y libre de irregularidades, marcas y porosidades. Cuando se empleen reglas vibratorias, la compactación de los bordes de la placa deberá completarse con un vibrador de aguja (de inmersión).

Los elementos vibratorios de las máquinas no se apoyarán sobre pavimentos terminados o encofrados laterales y en las pavimentadoras de encofrados deslizantes deberán dejar de funcionar en el instante en que éstos se detengan.

En los pavimentos de concreto armado, el vaciado se hará en una sola capa. Teniendo en consideración que el pavimento de concreto es vaciado por paños, cada una de estos debe vaciarse en una sola operación, no permitiéndose la creación de juntas de construcción en un mismo paño.

El proceso constructivo en casos especiales será tratado de una forma particular. El Contratista deberá seguir las indicaciones del Proyecto para adelantar la construcción de las losas de concreto en todos los casos especiales, tal el caso de losas irregulares, empates con estructuras fijas o con otros pavimentos de concreto, presencia de estructuras hidráulicas tales como pozos de inspección y sumideros o empalmes con pavimentos asfálticos, entre otros.

Las limitaciones a la ejecución de pavimentos de concreto hidráulico entre otros, son las siguientes:

- Los trabajos de construcción del pavimento de concreto hidráulico se deberán realizar en condiciones de luz natural. Sin embargo, el Supervisor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Contratista garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio.
- No se realizará trabajos de vaciado del concreto durante precipitaciones pluviales.
- En zonas calurosas, se deberán extremar las precauciones, con el fin de evitar fisuraciones o desecación superficial. Cuando la temperatura

ambiental exceda de 30°C, se deberá contemplar el empleo de aditivos retardadores del fraguado.

- La temperatura de la masa de concreto, durante la operación de vaciado, no podrá ser inferior a 6°C y se prohibirá la puesta en obra sobre una superficie cuya temperatura sea inferior a 0°C o cuando la temperatura ambiente sea inferior a 6°C.
- El sellado de juntas en caliente se suspenderá cuando la temperatura ambiental baje de 6°C, salvo autorización del Supervisor, o en caso de precipitaciones pluviales o viento fuerte.

Todas las losas deberán recibir una identificación, la cual se imprimirá en un sitio previsto para una de sus esquinas.

438.14 Colocación de armaduras

Cuando el Proyecto contemple la colocación de varillas de unión y la pavimentación se realice entre encofrados fijos, las varillas se insertarán dentro de los encofrados, de manera que una mitad de ellas penetre dentro de la franja de concreto recién colocada.

Si la obra se realiza con pavimentadora de encofrados deslizantes y ésta no posee dispositivos de colocación, las varillas se podrán introducir manualmente en la mitad del espesor del pavimento fresco, a las separaciones previstas en el Proyecto. No obstante, lo más adecuado es utilizar pavimentadoras con dispositivos preparados para colocar las varillas, tanto transversal como longitudinalmente. En cualquier caso, el método utilizado deberá ser aprobado por el Supervisor.

En los pavimentos de tipo armado con juntas, las armaduras se encontrarán libres de suciedad y óxido no adherente, se colocarán en los sitios y forma establecidos en el Proyecto, sujetándolas, para impedir todo movimiento durante la colocación del concreto.

Cuando sea necesario el traslape de armaduras, las varillas longitudinales se colocarán de acuerdo a lo indicado en el Proyecto.

Es indispensable que la armadura se coloque paralela a la superficie del pavimento, por lo que los tejidos del acero se deben suministrar en barras y no en rollos.

Las varillas transversales irán debajo de las longitudinales y el recubrimiento de éstas deberá encontrarse entre 6 cm y 9 cm.

438.15 Ejecución de las juntas

Las juntas longitudinales y transversales de construcción del pavimento de concreto se realizarán en las dimensiones, características y empleando los materiales que establezca el Proyecto.

Se tendrá especial cuidado que el concreto nuevo que se coloque a lo largo de la junta sea homogéneo y quede perfectamente compactado, especialmente cuando la junta sea del tipo machihembrado.

438.16 Acabado superficial

Salvo que se instale un equipo de iluminación que resulte idóneo a juicio del Supervisor, la colocación del concreto se suspenderá con suficiente anticipación para que las operaciones de acabado se puedan concluir con luz natural.

El acabado de pavimentos construidos entre encofrados fijos se realizará con una terminadora autopropulsada que pueda rodar sobre los encofrados o los carriles adyacentes. La disposición y movimiento del elemento enrasador serán los adecuados para obtener el perfil, sin superar las tolerancias prefijadas.

En lugares que por su forma o ubicación no permitan el empleo de máquinas, el enrasado podrá efectuarse con herramientas manuales.

El acabado de pavimentos construidos con pavimentadoras de encofrados deslizantes deberá ser efectuado por la misma máquina pavimentadora, la cual deberá disponer de los elementos necesarios para ello.

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal, al eje de la vía, que no existan variaciones superiores a 5 mm. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor, no siendo permitido el agregar o eliminar concreto para corregir irregularidades.

Terminadas las operaciones de acabado recién descritas y mientras el concreto aún esté fresco, se redondearán cuidadosamente los bordes de las losas mediante un procedimiento aprobado por el Supervisor.

438.17 Textura superficial

Después de comprobar el acabado superficial y cuando el brillo producido por el agua haya desaparecido, se le dará al pavimento una textura transversal homogénea, en forma de estriado, por la aplicación manual o mecánica de un cepillo con púas de plástico, alambre u otro material aprobado por el Supervisor, en forma sensiblemente perpendicular al eje de la calzada, de tal forma que las estrías tengan unos 2 mm de profundidad, o según se haya dispuesto en el Proyecto.

438.18 Protección del concreto

Durante el tiempo de fraguado, el concreto deberá ser protegido contra el lavado por lluvia, la insolación directa, el viento y la humedad ambiente baja.

En épocas lluviosas, el Contratista colocará materiales impermeables o de cobertura sobre el concreto fresco, hasta que adquiera la resistencia suficiente para que el acabado superficial no sea afectado. Cualquier deterioro que sufra la superficie por la causa indicada será de responsabilidad del Contratista.

Durante el período de protección, que en general no será inferior a 3 días a partir de la colocación del concreto, estará prohibido todo tipo de tránsito sobre él, excepto el necesario para el aserrado de las juntas cuando se empleen sierras mecánicas.

438.19 Curado del concreto

El curado del concreto se deberá realizar en todas las superficies libres, incluyendo los bordes de las losas, por un período no inferior a 7 días. Sin embargo, el Supervisor podrá modificar dicho plazo, de acuerdo con los resultados obtenidos sobre muestras del concreto empleado en la construcción del pavimento.

a. Curado con productos químicos que forman película impermeable

Cuando el curado se realice con componentes de este tipo, ellos se deberán aplicar inmediatamente hayan concluido las labores de colocación y acabado del concreto y el agua libre de la superficie haya desaparecido completamente. Sin embargo, bajo condiciones ambientales adversas de baja humedad relativa, altas temperaturas, fuertes vientos o lluvias, el producto deberá aplicarse antes de cumplirse dicho plazo.

El compuesto de curado que se emplee deberá cumplir las especificaciones dadas por el fabricante y la dosificación de estos productos se hará siguiendo las instrucciones del mismo. Su aplicación se llevará a cabo con equipos que aseguren su aspersion como un rocío fino, de forma continua y uniforme. El equipo aspersor deberá estar en capacidad de mantener el producto en suspensión y tendrá un dispositivo que permita controlar la cantidad aplicada de la membrana.

Cuando las juntas se realicen por aserrado, se aplicará el producto de curado sobre las paredes de ellas. También se aplicará sobre áreas en las que, por cualquier circunstancia, la película se haya estropeado durante el período de curado, excepto en las proximidades de las juntas cuando ellas ya hayan sido selladas con un producto bituminoso.

No se permitirá la utilización de productos que formen películas cuyo color sea negro.

b. Curado por humedad

Cuando se opte por este sistema de curado, la superficie del pavimento se cubrirá con telas de algodón, arena u otros productos de alto poder de retención de humedad, una vez que el concreto haya alcanzado la suficiente resistencia para que no se vea afectado el acabado superficial del pavimento.

Mientras llega el momento de colocar el producto protector, la superficie del pavimento se mantendrá húmeda aplicando agua en forma de rocío fino y nunca en forma de chorro. Los materiales utilizados en el curado se mantendrán saturados todo el tiempo que dure el curado.

No se permite el empleo de productos que ataquen o decoloren el concreto.

c. Curado mediante membranas de polietileno o de papel

Cuando se adopte este método de curado, las membranas se colocarán cuando la superficie de concreto tenga la suficiente resistencia para que el pavimento no se vea afectado en su acabado. Durante el intervalo transcurrido mientras esto sucede, se aplicará agua en forma de rocío para mantener la superficie húmeda.

Se deberá asegurar la permanencia de las membranas durante todo el período previsto de curado, teniendo en cuenta traslapar las fajas al

menos 20 cm y asegurando con pesos los bordes y traslapes para impedir el levantamiento de las membranas por acción del viento.

No se permitirá la utilización de membranas de color negro.

438.20 Desencofrado

Cuando el pavimento se construya entre encofrados fijos, el desencofrado se efectuará luego de transcurridas por lo menos 16 horas a partir de la colocación del concreto. En cualquier caso, el Supervisor podrá aumentar o reducir el tiempo, en función de la resistencia alcanzada por el concreto.

438.21 Aserrado de juntas

En las juntas transversales, el concreto endurecido se aserrará de forma y en instante tales, que el borde de la ranura sea limpio y antes de que se produzcan grietas de retracción en la superficie.

Las juntas longitudinales pueden aserrarse en cualquier momento, después de transcurridas 8 horas de construido el pavimento, siempre que se asegure que no circulará ningún tráfico, hasta que se haya hecho esta operación.

Hasta el momento de sellado de las juntas o hasta el instante de apertura al tránsito en el caso que las juntas se vayan a dejar sin sello, ellas se obturarán con cuerdas u otros elementos similares, con el objeto de evitar la introducción de cuerpos extraños.

438.22 Sellado de las juntas

El sistema de sellado de juntas deberá garantizar la hermeticidad del espacio sellado, la adherencia del sello a las caras de la junta, la resistencia a la fatiga por tracción y compresión; la resistencia al arrastre por las llantas de los vehículos; la resistencia a la acción del agua, a los solventes, a los rayos ultravioleta y a la acción de la gravedad y el calor, con materiales estables y elásticos.

a. Instante de aplicación del sello

Las juntas deberán ser selladas pasados 21 a 28 días de edad del concreto, tan pronto como las condiciones climáticas lo permitan y antes que el pavimento sea abierto al tránsito. En el momento de la aplicación del componente de sello, la temperatura ambiental deberá estar por encima de 6°C y no debe haber precipitaciones pluviales.

El sello se deberá realizar, preferiblemente, en horas diurnas, En caso de que se requiera la aplicación del material de sello antes de la edad especificada, se deberán utilizar imprimantes que creen una barrera de vapor y garanticen una total adherencia del material sellante a los bordes de la junta.

b. Instalación del sello

Antes de sellar las juntas, el Contratista deberá demostrar que el equipo y los procedimientos para preparar, mezclar y colocar el sello producirán un sello de junta satisfactorio. El Supervisor deberá verificar que los procedimientos de instalación propuestos estén de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

Antes de iniciar esta tarea en forma masiva, se ejecutarán dos pruebas de instalación en juntas, de 50 m cada una, las cuales deberán ser aprobadas por el Supervisor.

Para conservar un buen nivel de productividad y calidad, se deberán mantener durante el período total de la obra, las personas y los equipos de trabajo usados para estas pruebas. Los cambios del personal, materiales o equipos, deberán ser notificados al Supervisor e implican la realización de nuevos tramos de prueba.

Las juntas deberán ser verificadas en lo que corresponde a ancho, profundidad, alineamiento y preparación de la superficie de los bordes de junta, y el material de sello deberá tener la aprobación del Supervisor, antes que sea aplicado.

Para sellar las juntas se emplearán llenantes elastoméricos autonivelantes a base de poliuretano o siliconas vaciadas en frío.

Previamente al vaciado del material de sello, se deberá colocar una tirilla de respaldo, presionándola dentro de la junta con un instalador adecuado de rueda metálica, de manera que quede colocada a la profundidad requerida. La tirilla, que deberá cumplir los requisitos citados en la [Subsección 438.02\(e\) \(2\)](#), no podrá ser estirada ni torcida durante la operación de colocación. Durante la jornada de trabajo, se deberá limitar la colocación de la tirilla de respaldo a las juntas que puedan ser selladas en el día.

Se deberá enrasar el sello pasando una herramienta en ambas direcciones, para asegurar una aplicación libre de aire. La superficie del sello deberá quedar 3 mm por debajo de los bordes de la junta.

El sello que no pegue a la superficie de la pared de junta, contenga huecos o falle en su tiempo de curado, será rechazado y deberá ser reemplazado por el Contratista, sin costo adicional alguno para la entidad contratante.

438.23 Apertura al tránsito

El pavimento se abrirá al servicio cuando el concreto haya alcanzado una resistencia del 80% de la especificada a 28 días y se haya procedido al sellado de juntas, las cuales también deben de ser capaces de funcionar correctamente en ese momento para evitar problemas con las contracciones y humedad del pavimento. A falta de esta información, el pavimento se podrá abrir al tránsito sólo después de transcurridos 10 días desde la colocación del concreto o cuando la resistencia a la flexión sea no menos de 3,86 MPa (38,6 kg/cm²).

438.24 Defectos a edades tempranas

Si una losa presenta una sola fisura, paralela o perpendicular a una de las juntas, el Supervisor podrá autorizar la recepción provisional del pavimento, sólo si dicha fisura permite ser sellada efectivamente. Dicho sello será efectuado a cuenta, costa y riesgo del Contratista. En caso que el fisuramiento continúe, el Supervisor debe disponer el cambio del paño, previa demolición.

Si se presentan fisuras de otra naturaleza, como las de esquina, el Supervisor deberá ordenar su demolición y reconstrucción. Todas las operaciones a que haya lugar, correrán por cuenta del Contratista.

Si a causa de un aserrado prematuro se presentan descascaramientos en las juntas, deberán ser reparados por el Contratista, a su costo, con un mortero de resina epóxica aprobado por el Supervisor.

438.25 Conservación

El pavimento de concreto hidráulico deberá ser mantenido en perfectas condiciones por el Contratista, hasta la recepción definitiva de los trabajos.

Aceptación de los trabajos

438.26 Criterios

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos de lo especificado en la [Sección 103](#).
- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Observar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación, compactación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas de concreto que constituyen el pavimento.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Establecer correlaciones entre la resistencia a la flexión y la resistencia para el concreto con el cual se construye el pavimento.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y la mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.
- Tomar cotidianamente muestras de la mezcla que se elabore, para determinar su resistencia a la flexión.
- Tomar núcleos para determinar el espesor del pavimento.
- Realizar medidas para levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie.

Los orificios que dejen los núcleos tomados por el Supervisor para determinar el espesor del pavimento y otros controles a que haya lugar, serán rellenados por el Contratista, sin costo alguno para la entidad Contratante, con una mezcla de iguales características que la empleada

en la construcción del pavimento, la cual deberá ser correctamente compactada y enrasada.

b. Condiciones específicas y tolerancias para la aceptación

1. Calidad del cemento

El Supervisor efectuará los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento, especificado según Norma NTP 334.009 o NTP 334.090.

2. Calidad del agua

Se determinarán su pH y sus contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros, así como sus características de calidad especificadas en la [Subsección 438.02\(a\)\(3\)](#).

3. Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados empleados en la construcción del pavimento de concreto hidráulico y para cualquier volumen previsto, se tomarán 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- El desgaste en la máquina de Los Ángeles.
- Las pérdidas en el ensayo de solidez (durabilidad) en sulfato de magnesio, principalmente en climas con ciclos de hielo y deshielo.
- El equivalente de arena del agregado fino.
- El contenido de materia orgánica del agregado fino mediante el ensayo colorimétrico.
- Además, cuando no existan antecedentes sobre los agregados por emplear, se efectuarán las pruebas de detección de sustancias perjudiciales.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, ordenará acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas o plasticidad y vigilará la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, efectuará las verificaciones de calidad y las frecuencias de control para los diversos agregados que se indican en la [Tabla 438-](#)

[09](#), cuyos resultados deberán satisfacer los requisitos establecidos en la [Subsección 503.03](#).

4. Calidad de pasadores, varillas de unión y mallas

El Supervisor efectuará las pruebas necesarias para verificar que la calidad del acero empleado responde a las exigencias del Proyecto.

5. Compuestos de curado, membranas y sellado de juntas

El Contratista deberá entregar al Supervisor certificaciones periódicas de estos productos, que garanticen su calidad.

6. Calidad del producto para el sellado de juntas

El Contratista deberá presentar certificaciones periódicas de los fabricantes ó proveedores de los productos por emplear en el sellado de las juntas, que garanticen la calidad para su utilización, para la revisión y aprobación de su uso por parte del Supervisor.

El Contratista deberá garantizar el sello contra defectos de los materiales y su instalación, por el período que establezca el Contrato.

c. Calidad de la mezcla

1. Consistencia

El Supervisor controlará la consistencia y densidad del concreto de cada carga transportada, para lo cual extraerá una muestra en el momento de la colocación del concreto para someterla al ensayo de asentamiento, cuyo resultado deberá encontrarse dentro de los límites indicados en la [Subsección 438.05](#). En caso de no cumplirse este requisito, se someterán a observación las losas construidas con dicha carga.

2. Resistencia

Por cada 50 m³ se tomará una muestra compuesta por 4 especímenes con los cuales se ensayarán probetas según MTC E 709 para ensayos de resistencia a flexotracción, de las cuales se fallarán 2 a 7 días y 2 a 28 días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia a siete días se emplearán únicamente para controlar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a 28 días se emplearán en la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de la resistencia de los dos especímenes tomados simultáneamente de la misma mezcla, se considera como un ensayo.

Ningún valor de ensayo podrá estar a más de 0,2 MPa (2 kg/cm²) por debajo de la resistencia a la flexión especificada en el Proyecto, y el promedio de cualquier grupo de cuatro ensayos consecutivos deberá ser igual o mayor que la resistencia a la flexión especificada en el Proyecto, más 0,2 MPa (2 kg/cm²).

Si el promedio de los 4 ensayos se encuentra entre el valor especificado en el Proyecto, y ese valor más 0,2 MPa. (2 kg/cm²), se podrá aceptar el pavimento con las sanciones que para este caso se prevea, salvo que el Contratista desee que, a sus expensas, se ejecuten los ensayos de información, los cuales consistirán en la toma de tres testigos cilíndricos para separaciones no mayores de 7 m entre sí y de 0,5 m de cualquier junta o borde de la superficie vaciada de la mezcla observada.

Estos testigos deberán ser tomados de preferencia antes de los 54 días de la puesta en obra del concreto y se ensayarán a flexión a la edad de 56 días, luego de haber sido conservados durante cuarenta y ocho horas en curado húmedo.

El valor medio de los resultados de estos ensayos se comparará con el valor medio obtenido con los testigos extraídos del tramo de prueba mencionado en la [Subsección 438.06](#). Si el valor iguala o supera el obtenido en el tramo de ensayo, se considerará aceptable la resistencia del concreto bajo discusión.

Si el resultado de un ensayo es menor en más de 0,2 MPa. (2 kg/cm²) que la resistencia de diseño o si el promedio de un grupo de 4 ensayos consecutivos resulta inferior a la resistencia de diseño, se demolerá el tramo del pavimento objeto de la controversia, a expensas del Contratista, quien lo reemplazará a su costo, con otro de calidad satisfactoria.

3. Contenido de aire

Si en el diseño de la mezcla se ha especificado un contenido de aire, el Supervisor lo controlará (norma de ensayo MTC E-706) en cada uno de los 3 primeros camiones que lleguen a la obra en la jornada de trabajo y en los 3 primeros después de cada interrupción, programada o no,

durante el curso de dicha jornada. Los resultados se deberán ajustar al valor establecido al definir la Fórmula de Trabajo, con las tolerancias que muestra la [Tabla 438-08](#). Si el resultado de la muestra de algún camión se encuentra por fuera de los límites de tolerancia, se tomará una segunda muestra del mismo camión y se repetirá el ensayo. Si este último se encuentra dentro de la tolerancia especificada, se aceptará el viaje. En caso contrario, se rechazará. Si se rechaza el concreto de los 3 camiones consecutivos por este motivo, se suspenderán la producción de la mezcla y la construcción del pavimento, hasta que se detecten y corrijan las causas de la anomalía.

Tabla 438-08

Tolerancias en el asentamiento y en el contenido de aire respecto de los definidos en la Fórmula de Trabajo

Característica	Construcción	Tolerancia
Asentamiento	Encofrados fijos	+25 mm a -38 mm
	Encofrados deslizantes	+13 mm a -38 mm
Aire	Encofrados fijos	+1,8%
	Encofrados deslizantes	+1,8%

d. Calidad del trabajo terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto.

La distancia entre el eje del Proyecto y el borde de la capa construida no podrá ser menor que la indicada en los planos o aprobada por el Supervisor.

La cota de cualquier punto del pavimento curado no deberá variar en más de 5 mm de la proyectada.

Además, el Supervisor deberá efectuar las siguientes verificaciones:

1. Espesor

La verificación de espesor se realizará subdividiendo la superficie del pavimento en zonas con un área de 3.500 m² cada una. Cada zona se subdividirá en sectores de 350 m² cada uno, debiendo extraerse de cada sector 2 testigos cilíndricos mediante equipos provistos de brocas rotativas. Los testigos se extraerán luego de transcurridos 15 días desde la colocación del concreto.

Si el espesor promedio de los 2 testigos correspondientes a un sector resulta inferior al espesor teórico de diseño (e_d) en más de 1,5 cm, el pavimento del sector será demolido y reconstruido por el Contratista con un concreto de las características especificadas y espesor adecuado, sin compensación alguna. Igual procedimiento se seguirá cuando el espesor de un testigo resulte inferior en más de 2 cm con respecto al teórico del diseño.

El retiro de los escombros correrá, también, por cuenta del Contratista.

Se considerará como espesor promedio de la zona (e_m), al promedio de las alturas de los testigos extraídos de ella, redondeados al mm. Cuando corresponda la demolición de un sector por los motivos expuestos en el párrafo anterior, las alturas de sus testigos no se considerarán en el cálculo del espesor promedio de la zona.

Si el espesor promedio de la zona es inferior al teórico de diseño en más de 2 mm hasta 10 mm, el pavimento, en cuanto a su espesor, el trabajo se aceptará con descuento por deficiencia de espesor. El descuento se aplicará a la zona de la cual se extrajeron los testigos, previa deducción de los sectores donde haya correspondido la demolición y la reconstrucción. El descuento (D), en porcentaje, por aplicar en el pago por metro cúbico (m^3) de pavimento en la zona así afectada (Z), se calculará con la expresión:

$$D = \left[1 - \frac{(e_m + 2)^2}{(e_d^2)} \right] * 100$$

e_m : espesor medio (mm)

e_d : espesor de diseño (mm)

Cuando el espesor promedio de la zona (e_m) sea inferior al teórico de diseño (e_d) en más de 10 mm, el Contratista deberá demoler, retirar y disponer escombros y reconstruir el pavimento a su costo, de modo de cumplir todas las exigencias de la presente especificación.

2. Uniformidad de la superficie

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal, al eje de la vía, que no exista variación superior a 5 mm. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo

realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor.

3. Textura

Al día siguiente de ejecutados los trabajos que se indican en la [Subsección 438.17](#), se determinará la profundidad de textura por medio del círculo de arena (MTC E 1005), al menos en 10 puntos aleatoriamente elegidos por día de trabajo, debiendo obtenerse una profundidad media no menor a 0,8 mm, con valores individuales no inferiores a 0,6 mm. Además, el coeficiente de resistencia al deslizamiento (MTC E-1004) deberá ser, cuando menos, de 45 centésimas. Si no se cumplen estas exigencias, se rechazará el tramo hasta que el Contratista presente soluciones para alcanzar los valores indicados, cuya implementación será a su exclusivo costo.

4. Rugosidad

La rugosidad superficial medida en unidades IRI no podrá ser mayor de 3,0 m/km.

Para la medición de la rugosidad se seguirá lo especificado en la [Subsección 423.18\(e\) \(5\)](#).

5. Defectos a edades tempranas

Al respecto, se aplicarán las exigencias de la [Subsección 438.24](#).

Todas las áreas del pavimento de concreto hidráulico donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor y con su aprobación.

6. Integridad

Siempre que se presenten losas agrietadas o astilladas, se procederá como se indica en la [Subsección 438.26\(d\)\(5\)](#).

7. Resistencia del pavimento terminado

Independientemente de que se hayan superado los requisitos indicados en la [Subsección 438.26\(c\)\(2\)](#), en relación con la resistencia de la mezcla de concreto, se deberá verificar la resistencia efectiva del concreto en el pavimento terminado.

Al efecto, se extraerán de cada lote, en sitios escogidos al azar sobre las losas elaboradas con las mezclas que presentaron los valores aceptables más bajos de resistencia de control, al menos 5 vigas prismáticas para determinar la resistencia a la flexión ó 5 núcleos cilíndricos para determinar la resistencia a compresión, según el tipo de resistencia que se haya adoptado para el control. Estos elementos se tomarán conforme lo indica la norma MTC E 707. Las dimensiones de las vigas serán 152x152x508 mm (6"x6"x20") y los núcleos deberán tener un diámetro de 15 cm. El pavimento del cual se extraen los elementos deberá tener una edad de, cuando menos, 28 días.

Los elementos extraídos se sumergirán en agua durante 48 horas y, a continuación, se someterán a rotura por flexión o compresión, según el caso.

Con los valores de resistencia obtenidos con estos especímenes se estimará una resistencia característica definitiva ($f_{ct, est\ definitiva}$ o $f_{c, est\ definitiva}$).

El lote será aceptado de manera definitiva, en relación con la resistencia del concreto, si la resistencia característica definitiva del pavimento terminado iguala o supera la resistencia característica de flexión del concreto a 28 días, correspondiente al valor promedio utilizado para el diseño estructural del pavimento (o su equivalente a la compresión según la correlación aprobada por el Supervisor):

$$f_{ct, est\ definitiva} \geq f_{ct,D}$$

o

$$f_{c, est\ definitiva} \geq f_{c, D}$$

Si esta condición de resistencia definitiva no se cumple, el Contratista deberá realizar una revisión analítica del diseño del pavimento, empleando el mismo método utilizado para el diseño original y adoptando para el lote el espesor promedio determinado (e_m) y el valor estimado de la resistencia característica definitiva a la flexión para el concreto del lote ($f_{ct, est\ definitiva}$). Si esta revisión indica, que el tránsito que puede soportar el pavimento es igual o superior al de diseño del

pavimento, se aceptará el lote de pavimento bajo discusión, en relación con los criterios de espesor y resistencia.

Si el tránsito calculado resulta inferior al de diseño, el Supervisor, podrá tomar alguna de las siguientes decisiones:

- Reforzar el pavimento representado por el lote.
- Demoler y reconstruir el pavimento representado por el lote.

En cualquiera de los dos casos, la eventual demolición del lote y los materiales y la ejecución de todos los trabajos de refuerzo o de reconstrucción correrán por cuenta exclusiva del Contratista, sin costo alguno para la entidad contratante. En caso de que se opte por el refuerzo, el diseño del mismo, que será de tipo rígido, correrá a cargo del Contratista y no se podrá implementar, mientras el Supervisor no lo apruebe.

Todas las obras de refuerzo o reconstrucción que se deban acometer, serán sometidas a los mismos controles descritos en esta Subsección para el pavimento original. La obligación de ejecutar estas correcciones, no podrá ser utilizada por el Contratista como excusa para incumplir el plazo de ejecución de las obras contratadas.

8. Densidad del concreto

A los testigos extraídos del pavimento terminado se les determinará su densidad, según la norma de ensayo ASTM C 642. Los resultados deberán ser reportados, pero no se emplearán como criterio para aceptación o rechazo del pavimento construido.

9. Módulo elástico del concreto

Sobre los núcleos cilíndricos extraídos del pavimento para el control de resistencia a la compresión [Subsección 438.26\(d\)\(7\)](#) se determinará el módulo de elasticidad, mediante el procedimiento descrito en la norma ASTM C 469.

El valor promedio de cada lote deberá ser reportado y se empleará, si corresponde, en la revisión de los diseños estructurales del pavimento, a los cuales se hace referencia en la [Subsección 438.26\(d\)\(7\)](#).

Si el control de resistencia se va a realizar mediante vigas sometidas a flexión, se deberá extraer el mismo número de núcleos cilíndricos, en las mismas losas, para la determinación del módulo de elasticidad.

Todos los orificios resultantes de la extracción de testigos para determinar la resistencia, la densidad y el módulo elástico del pavimento terminado, deberán ser rellenados, vibrados y curados por el Contratista, a la mayor brevedad posible y sin costo para la entidad contratante, con un concreto de igual o mayor resistencia que el extraído.

10. Alineación de los pasadores

La alineación de los pasadores en las juntas transversales se podrá verificar mediante tomografía magnética, empleando un dispositivo MIT Scan 2 u otro equipo aprobado por el Supervisor.

Si se advierten desviaciones superiores a las consideradas aceptables en la [Subsección 438.12\(a\)](#), el Contratista dispondrá de las siguientes opciones:

- Realizar, a su costo, los trabajos de realineación de las varillas desviadas, empleando un procedimiento validado por la experiencia y aceptado por el Supervisor.
- No realizar ninguna intervención.

Si acoge la segunda opción, de ello se dejará constancia en el acta de recepción definitivo de la obra y los registros respectivos se incluirán en el informe final de Supervisión. En tal evento, serán de responsabilidad exclusiva del Contratista los agrietamientos transversales que se presenten en las losas a causa de la falta de alineación, durante el período de vigencia de la garantía de estabilidad de la obra y, por lo tanto, estará obligado a reconstruir las losas afectadas y a reponer, a su costo, todo el sistema de transferencia de carga de ellas, a satisfacción completa de la entidad contratante, durante dicho período.

11. Transferencia de carga en las juntas

Se deberá comprobar la transferencia de carga, tanto en las juntas longitudinales como en las transversales, siguiendo las indicaciones del Proyecto. En ellos se fijarán también los valores mínimos admisibles y los procedimientos a seguir en caso de incumplimiento.

12. Proceso constructivo para casos especiales

El Contratista deberá seguir las indicaciones del Proyecto para adelantar la construcción de las losas de concreto en todos los casos especiales, tales como losas irregulares, empates con estructuras fijas o con otros pavimentos de concreto, estructuras hidráulicas (pozos de inspección y sumideros o empalmes con pavimentos asfálticos), etc.

13. Limitaciones en la ejecución

Los trabajos de construcción del pavimento de concreto hidráulico se deberán realizar con luz natural. Sin embargo, el Supervisor podrá autorizar el trabajo en horas nocturnas, siempre y cuando el Contratista garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte adecuado para la realización de dichos trabajos.

El vaciado del concreto no se realizará en presencia de cuando haya precipitaciones pluviales.

En zonas calurosas, se deberán extremar las precauciones, con el fin de evitar fisuraciones o desecación superficial. Donde la temperatura ambiente exceda de 30°C, se deberá contemplar el empleo de aditivos retardadores del fraguado.

La temperatura de la masa de concreto, durante la operación de vaciado, no podrá ser inferior a 6°C y se prohibirá la puesta en obra sobre una superficie cuya temperatura sea inferior a 0°C o cuando la temperatura ambiente sea inferior a 6°C.

El sellado de juntas en caliente se suspenderá cuando la temperatura ambiente baje de 6°C, salvo autorización del Supervisor, o en caso de precipitaciones pluviales o viento fuerte.

14. Manejo ambiental

Todas las labores requeridas para la construcción del pavimento de concreto hidráulico se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del Proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

Al término de los trabajos de construcción del pavimento de concreto hidráulico, el Contratista deberá limpiar la superficie y retirar todo

material sobrante o desperdicio y transportarlo y depositarlo en un DME, según lo establecido en la [Sección 209](#).

Siempre que se deban demoler y reponer losas, los productos de la demolición quedarán de propiedad del Contratista, quien deberá disponer de ellos de manera que no causen afectaciones ambientales ni se genere obligación de ninguna índole a la entidad contratante.

Medición

438.27

La unidad de medida del pavimento de concreto hidráulico será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico, de concreto suministrado, colocado, compactado y terminado, debidamente aprobado por el Supervisor.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real medida a lo largo del eje vial, por el ancho y el espesor especificados en el Proyecto y aprobados por el Supervisor.

No se medirán cantidades por fuera de estos límites.

Pago

438.28

El pago se hará al precio del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales y su acondicionamiento y la preparación de las zonas por explotar.

Deberá cubrir, también, todos los costos de explotación de dichas fuentes de materiales; la selección, trituración, eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, carga, transporte, descarga y mezcla de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya Fórmula de Trabajo se haya aprobado, incluidos los aditivos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, carga, transportes, descarga y colocación de los pasadores, varillas de unión, mallas electrosoldadas,

elementos para separación del pavimento o curado y materiales para el sello de todas las juntas según lo contemple el Proyecto; el transporte del concreto al sitio de los trabajos, su colocación y vibrado, la ejecución de juntas, el acabado superficial y el curado requerido; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes de materiales; la adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales al terminar su explotación; el tramo de prueba; y el período de curado, la demolición, retiro y disposición de las losas rechazadas y, en general todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados y lo especificado en la [Subsección 07.05](#).

La preparación de la superficie existente se considera incluida en el ítem referente a la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por este concepto.

En el caso de que el Contrato emplee el concreto pre-mezclado, el pago correspondiente será por el Costo Unitario del m³ de la mezcla adquirida, el cual debe cumplir la norma AASHTO M-157, en cuyo caso todo lo indicado estará incluido en el precio unitario del concreto pre-mezclado.

Partida de pago	Unidad de pago
438.A Pavimento de Concreto Hidráulico	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 439

SUMINISTRO DE CEMENTO

PORTLAND



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 439

Suministro de cemento portland

Descripción

439.01

El cemento hidráulico es un producto obtenido por la pulverización del clinker portland con adición eventual de yeso natural. El clinker portland se forma tras la calcinación de la caliza y arcilla a temperatura que fluctúan entre 1350° y 1450°C.

Materiales

439.02

El cemento utilizado será Portland, el cual deberá cumplir lo especificado en las normas NTP 334.009, NTP 334.090, NTP 334.050, NTP 334.082 (ASTM 1157), AASHTO M85, M240, M307, M321 o ASTM-C150.

Según la NTP 334.009 el cemento Portland se clasifica en cinco tipos de acuerdo con sus propiedades:

- Cemento Portland Tipo I: Para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier otro tipo.
- Cemento Portland Tipo II: Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- Cemento Portland Tipo III: Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- Cemento Portland Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
- Cemento Portland Tipo V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

Nota: Algunos cementos son denominados con un tipo de clasificación combinada, como Tipo I/II, indicando que el cemento reúne los requisitos de los tipos señalados y es ofrecido como adecuado para su uso cuando cualquiera de los dos tipos son deseados.

439.03 Requisitos químicos del cemento portland

Cada uno de los 5 tipos de cemento Portland definidos deberán cumplir los respectivos requisitos químicos prescritos en la [Tabla 439-01](#). Los requisitos químicos opcionales se indican en la [Tabla 439-02](#).

Tabla 439-01

Requisitos Químicos

Composición química	Método de ensayo aplicable	Tipos de cemento				
		I	II	III	IV	V
Dióxido de Silicio(SiO ₂), % mín.	334.086	-	20,0 (C,D)	-	-	-
Óxido de aluminio(Al ₂ O ₃) % máx.		-	6,0	-	-	-
Óxido Férrico(Fe ₂ O ₃)% máx.		-	6,0 (C,D)	-	6,5	-
Óxido de Mangnesio(MgO) % máx.		6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Trióxido de Azufre(SO ₃)% máx. (A)						
Cuando C ₃ A ≤8%		3,0	3,0	3,5	2,3	2,3
Cuando C ₃ A >8%		3,5	(B)	4,5	(B)	(B)
Pérdida por ignición,% máx.		3,0	3,0	3,0	2,5	3,0
Residuo insoluble, % máx.	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
Silicato Tricálcico (C ₃ S) %(máx) (E)	Véase Anejo C	-	-	-	35 (C)	-
Silicato Dicálcico (C ₂ S) %(mín) (E)		-	-	-	40 (C)	-
Aluminato Tricálcico (C ₃ A) %(máx) (E)		-	8	15	7 (C)	5 (D)
Alumino-ferrito tetracálcico más dos veces el Aluminato Tricálcico (C ₄ AF+2(C ₃ A)) ó Solución Sólida (C ₄ AF+C ₂ F) máx.		-	-	-	-	25 (D)

(A) Hay casos en los que él (SO₃) óptimo (Determinado con el método de ensayo indicado en NTP 334.075) para un cemento particular está muy cerca o excede el límite de esta NTP. En estos casos, cuando las propiedades de un cemento pueden mejorarse con un exceso en el límite de SO₃ dados en esta tabla, estos valore pueden permitirse con la condición que se haya demostrado mediante la NTP 334.093, que este cemento con exceso de SO₃ no desarrollará expansión en agua que sobrepase el 0,020% a los 14 días. Cuando el fabricante suministra cemento bajo esta provisión, facilitará a solicitud del comprador datos sustentatorios.

(B) No aplicable

(C) No aplicable cuando se especifique el límite de calor de hidratación de la Tabla 4.

(D) No aplicable cuando se especifique la resistencia a los sulfatos límite de la Tabla 4.

(E) Véase Anejo C para el cálculo

Tabla 439-02
Requisitos Químicos Opcionales (A)

Constituyentes	Método de ensayo aplicable	Tipos de cemento					Observaciones
		I	II	III	IV	V	
Aluminato Tricálcico (C ₃ A) (D), % (máx)	Véase Anejo C	-	-	8	-	-	Para moderada resistencia a los sulfatos
Aluminato Tricálcico (C ₃ A) (D), % (máx)	Véase Anejo C	-	-	5	-	-	Para alta resistencia a los sulfatos
Suma (C ₃ S+C ₃ A),%(máx)	Véase Anejo C	-	58(B)	-	-	-	Para moderado calor de hidratación
Álcalis Equivalentes (Na ₂ O + 0,658K ₂ O), % máx.	NTP 334.086	0,60 (C)	0,60 (C)	0,60 (C)	0,60 (C)	0,60 (C)	Cemento de bajo alcali

Notas:

- (A) Estos requisitos opcionales son aplicables sólo en el caso que sea solicitado específicamente
- (B) Cuando se solicite este límite, el límite opcional de calor de hidratación de la Tabla 4 no debe ser requerido.
- (C) Este límite debe especificarse cuando el cemento va a ser usado en concretos con agregados reactivos perjudiciales.
- (D) Véase Anejo C para el cálculo.

439.04 Requisitos físicos del cemento portland

Cada uno de los 5 tipos de cemento Portland deberá cumplir con los requisitos físicos indicados en la [Tabla 439-03](#). Si el Proyecto lo establece, el cemento Portland deberá cumplir con los requisitos físicos opcionales que se especifican en la [Tabla 439-04](#).

Tabla 439-03
Requisitos Físicos

Características	Método de ensayo aplicable	Tipo de cemento				
		I	II	III	IV	V
Contenido del aire de mortero (A),% volumen						
máx.	NTP 334.048	12	12	12	12	12
min.		-	-	-	-	-
Finura Superficie Específica, (m²/kg) (Métodos alternativos)(B)						
Ensayo de Turbidímetro (NTP 334.072), mín.	NTP 334.072	160	-	160	160	160
Ensayo de Permeabilidad (NTP 334.002),mín.	NTP 334.002	280	-	280	280	280
Expansión en autoclave (NTP 334.004), %, máx.	NTP 334.004	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Resistencia (NTP 334.051), no menor que los valores mostrados para las edades indicadas a continuación (C) Resistencia a la Compresión, MPa	NTP 334.051					
1 día		-	-	12,0	-	-
3 días		12,0	10,0 7(F)	24,0	-	8,0
7 días		19,0	17,0 12(F)	24,0	-	8,0
28 días		-	-	-	17,0	21,0
Tiempo de fraguado (Métodos alternativos) (D)						
Ensayo de Gilmore (minutos)	NTP 334.056					
Fraguado inicial: No menor que,mín.		60	60	60	60	60
Fraguado final: No mayor que,mín.		600	600	600	600	600
Ensayo de Vicat (NTP334.006) (minutos) (E)	NTP 334.006					
Tiempo de fraguado: No menor que,mín.		45	45	45	45	45
Tiempo de fraguado: No mayor que, mín.		375	375	375	375	375

(A) El cumplimiento con los requisitos de esta NTP, no necesariamente asegura que el contenido del aire deseado será obtenido en el concreto.

(B) Cualquiera de los métodos de ensayo pueden ser utilizados a opción del laboratorio de ensayo. Sin embargo, cuando la muestra no cumple con los requisitos del ensayo con la permeabilidad del aire, se usará el ensayo del Turbidímetro; por consiguiente regirán los requisitos dados en esta Tabla para el método turbidimétrico.

(C) Las resistencias ensayadas a cualquiera de las edades establecidas no serán menores que las alcanzadas a cualquier edad previa especificada.

(D) El comprador deberá especificar el tipo de ensayo de tiempo de fraguado requerido, en caso que no se especificara, regirán solamente los requisitos del ensayo de Vicat.

(E) El tiempo de fraguado es aquel descrito como tiempo de fraguado inicial en el método de ensayo de la NTP 334.006

(F) Cuando se especifique el requisito opcional de calor de hidratación o el límite químico de la suma del silicato tricálcico y aluminato tricálcico.

Tabla 439-04
Requisitos Físicos Opcionales (A)

Características	Método de ensayo aplicable	Tipos				
		I	II	III	IV	V
Falso fraguado, penetración final, mín., %	NTP 334.065	50	50	50	50	50
Calor de hidratación	NTP 334.064					
<ul style="list-style-type: none"> 7 días, máx.,kJ/kg (cal/g) 28 días máx.,kJ/kg (cal/g) 						
Resistencia a la compresión, MPa, 28 días	NTP 334.051	28,0	28,0 22,0 (B)			
Resistencia a Sulfatos, 14 días, máx., % de expansión	NTP 334.065	(D)	(E)			0,040

Notas:

- (A) Estos requisitos opcionales son aplicables cuando sea expresamente solicitado.
- (B) El límite opcional para la suma del silicato tricálcico y del aluminato tricálcico indicado en la tabla será requerido cuando se solicite este límite opcional. Estos requisitos de resistencia se aplican cuando sean solicitados, ya sea el calor de hidratación o la suma de silicato tricálcico y aluminato tricálcico
- (C) Cuando se especifique el límite de calor de hidratación, éste se indicará en el lugar de los límites de C3S, C2S y C3A, SiO₂ y Fe₂O₃ listados en la tabla1
- (D) Cuando se especifique la resistencia a los sulfatos, éste se indicará en el lugar de los límites de C3A y C4AF+ 2C3A SiO₂ y Fe₂O₃ listados en la tabla1
- (E) El cemento que cumple el límite de alta resistencia a los sulfatos de tipo V, se considera que reúne el requisito de moderada resistencia a los sulfatos de tipo II.

439.05 Cemento Portland adicionado

Un cemento Portland adicionado contiene dos o más constituyentes inorgánicos, los cuales contribuyen a mejorar las propiedades del cemento con o sin otros aditivos (NTP 334.082).

a. Clasificación y uso

Las características de los cementos de este tipo están indicadas en la NTP 334, la cual establece la siguiente clasificación y uso.

Cementos Portland adicionados: Para usos en construcciones de concreto en general.

Tipo IP : Cemento Portland Puzolánico.

Tipo I (PM) : Cemento Portland Puzolánico modificado.

Tipo IS : Cemento Portland de escoria de altos hornos

Tipo ICo : Cemento Portland compuesto Tipo ICo

Los requisitos que deben cumplir este tipo de Cementos Portland Adicionados para uso en construcciones en general y/o especial, se establecen en la Norma Técnica Peruana NTP 334.090.CEMENTOS. Cementos Portland adicionados. Requisitos. Tabla Nº 1, 2, 3, 4.

b. Propiedades especiales

La moderada resistencia a los sulfatos, moderado calor de hidratación o ambas, puede ser especificada por adición de los sufijos, (MS) o (MH), respectivamente, al tipo de cemento especificado en el numeral 5.1.1 de la NTP 334.090.

Cuando se solicite cementos adicionados con bajo calor de hidratación, esto se debe especificar adicionando el sufijo (LH), al tipo de cemento que lo requiera.

NOTA 2: Para efectos de la comercialización y para proporcionamiento de mezclas de concreto, se deberá tomar en cuenta que la densidad de estos cementos es diferente a la de los cementos Portland normales, por lo que una masa dada de cemento adicionado, tiene un volumen absoluto mayor que la misma masa de cemento Portland.

NOTA 3: Las características especiales atribuibles a la escoria o puzolana pueden variar dependiendo de la cantidad contenida en el cemento adicionado.

c. Requisitos Químicos

Los cementos definidos en la NTP deben cumplir los requisitos químicos prescritos en la [Tabla 439-05](#).

TABLA 439-05
Requisitos químicos

COMPOSICIÓN QUÍMICA	TIPOS DE CEMENTO Δ			
	IS(<70)	IS(\geq 70)	IP,I(PM)	ICo
Óxido de magnesio (MgO), %, máx.	---	---	6,0	6,0
Azufre como trióxido de azufre (SO ₃), %, máx.	3,0	4,0	4,0	4,0
Azufre (S), %, máx.	2,0	2,0	---	---
Residuo insoluble, %, máx.	1,0	1,0	---	---
Pérdida por ignición, %, máx.	3,0	4,0	5,0	---

Δ Cuando se verifique mediante el método de la NTP 334.075, que el SO₃ óptimo presenta un valor de 0,5% menor que el límite de esta especificación, puede permitirse una cantidad adicional de SO₃ a condición que se haya demostrado mediante el método de ensayo de la NTP 334.078, que el sulfato de calcio en el mortero hidratado a 24 h \pm ¼ h y expresado como SO₃ no exceda de 0,5 g/l.

El comprador podrá solicitar al fabricante la información sustentatoria.

Si el comprador solicita al fabricante la composición química del cemento adicionado, dicha composición comercial declara por el fabricante deberá cumplir con las siguientes tolerancias (Nota 7):

REQUISITOS	TOLERANCIA, + %
Dióxido de silicio (SiO ₂)	3
Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	2
Óxido de Calcio CaO	3

Nota 7: Esto significa que si la declaración del fabricante sobre la composición química dice "SiO₂: 32%", cuando se analice el cemento deberá contener entre 29% a 35 % de SiO₂.

d. Requisitos Físicos

Cemento Portland adicionado: Los cementos Portland adicionados deberán cumplir los requisitos físicos prescritos en la [Tabla 439-06](#).

TABLA 439-06
Requerimientos físicos

REQUISITOS FÍSICOS	TIPOS DE CEMENTO			
	IS (<70), IP, I(PM), ICo	IS(<70)MS, IP(MS)	IS(70)	IP(LH)
Finura	(A)	(A)	(A)	(A)
Expansión en autoclave %máx.	0,80	0,80	0,80	0,80
Contracción en autoclave % máx.	0,20	0,20	0,20	0,20
Tiempo de fraguado, Método Vicat :				
Fraguado en minutos, no menor de	45	45	45	45
Fraguado en horas, no mayor que	7	7	7	7
Contenido de aire del mortero, % Vol. Máx.	12	12	12	12
Resistencia a la compresión Mpa mín.				
3 días	13,0	11,0	---	---
7 días	20,0	18,0	5,0	11,0
28 días	25,0	25,0	11,0	21,0
Calor de hidratación, kJ/kg (cal/g), máx				
7 días	290 (70)	290 (70)	---	250 (60)
28 días	330 (80)	330 (80)	---	290 (70)
Requerimiento de agua, % en peso de cemento, máx.	---	---	---	64
Contracción por secado, % máximo	---	---	---	0,15
Expansión del mortero:				
14 días, % máx.	0,020	0,020	0,020	0,020
8 semanas, % máx.	0,060	0,060	0,060	0,060
Resistencia al sulfato, expansión a los 180 días, % máx.	(0,10)	0,10	---	(0,10)

A = La finura obtenida sobre los resultados de los ensayos realizados a todos los molinos, deberá ser informada tanto por porcentaje de retenido sobre tamiz normalizado de 45 µm (Nº. 325) vía húmeda, como por superficie específica, en m²/kg mediante el permeabilímetro de Blaine.

B = Los especímenes permanecerán firmes y duros, no deben mostrar signos de distorsión, rajaduras, grietas, picaduras o desmoronamiento cuando estén sometidos al ensayo de expansión en autoclave.

C = El tiempo de fraguado se refiere al del fraguado inicial, según el método señalado en la NTP 334.006. El tiempo de fraguado de cementos que contienen aditivos acelerantes o retardantes de tipo funcional, no necesariamente cumplirán con los límites de esta Tabla, pero deben ser establecidos por el fabricante.

D = Aplicable solamente cuando se requiera un moderado (MH) o un bajo (LH) calor de hidratación en este caso los requisitos de resistencia a la compresión podrán ser el 80% del valor indicado en la Tabla.

E = El ensayo de expansión del mortero es un requisito opcional y se aplicará solamente a petición del solicitante y cuando el cemento se va usar con agregados álcali-reactivos.

F = El requisito opcional de resistencia a los sulfatos se aplica solamente si es específicamente solicitado.

G = Aplicable solamente cuando no se requiera altas resistencias a edades tempranas o cuando se especifique, bajo calor de hidratación.

Puzolana o escoria: La puzolana o escoria se deberá ensayar al mismo grado de finura que aquella a la que será adicionada. La puzolana deberá cumplir los requisitos de finura y actividad puzolánica indicados en la [Tabla 439-07](#). La fabricación del cemento Portland de escoria de alto horno, Tipo IS (<25), deberá cumplir el requisito de actividad de la escoria de la [Tabla 439-07](#). Las puzolanas o las escorias que van a molerse conjuntamente con el clinker de cemento Portland, se ensayarán primero para verificar el cumplimiento con los requisitos de la [Tabla 439-07](#), y serán molidas en el laboratorio, a finura similar a la que tendrá en el cemento adicionado.

La puzolana utilizada en la fabricación de cemento Portland puzolánico I (PM), cumplirá los requisitos de la Norma Técnica Peruana NTP 334.090.CEMENTOS. Cementos Portland adicionados. Requisitos Tabla 3, cuando el cemento se ensaye para determinar la expansión de morteros de puzolana, según el método descrito en el apartado 11.1.13. Si el contenido de álcali del clinker a usarse en la producción por lotes cambia por más de 0,20 % del total como Na_2O equivalente, calculado como $\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{K}_2\text{O}$ de aquel clinker con el cual se efectuaron los ensayos de aceptación, la puzolana se reensayará para demostrar que cumple con los requisitos de la [Tabla 439-07](#).

TABLA 439-07

Requisitos de la puzolana para usar en cemento adicionados y de la escoria para usar en cementos Portland de escoria de alto horno Tipo IS (<25)

Puzolana y Escoria, según sea aplicable	Requisitos
Finura: Retenido en malla 45 μm (N°. 325), % máx.	20,0
Reactividad alcalina de la puzolana para su uso en cemento Tipo I (PM), seis ensayos, expansión de la barra de mortero a 91 días, %máx.	0,05
Índice de actividad con cemento Portland a 28 días, % mín.	75

TABLA 439-08**Requisitos de gradación de agregados para ensayo de expansión de morteros**

TAMICES N°		
Pasa	Retiene	% Peso
4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N°8)	10
2,36 mm N° 8)	1,18 mm (N°16)	25
1,18 mm (N° 16)	600 μ m Π	
μ m (N°30)	300 μ m Π	
μ m (N°50)	100 μ m Π	

Equipo**439.06 Vehículos de transporte**

El cemento Portland podrá ser transportado a granel o en sacos. En ambos casos los vehículos deberán garantizar que el producto no estará expuesto al humedecimiento, sea por lluvia o por la humedad del ambiente.

Si el cemento se transporta en sacos, los vehículos deberán tener un cobertor adecuado, debidamente asegurado, que impida vertido de la carga sobre las vías por las que circulan.

439.07 Silos de almacenamiento

El almacenamiento que requiera el cemento Portland transportado a granel se realizará en silos adecuados para tal fin, los que tendrán aparatos de medida y seguridad necesarios para garantizar su correcto funcionamiento. Así mismo, dispondrán de dispositivos adecuados para la toma de muestras y deberán ser herméticos para evitar el humedecimiento del cemento.

Requerimientos de construcción

439.08 Aspectos generales

El Contratista deberá suministrar el cemento Portland cumpliendo todas las disposiciones legales referentes a las dimensiones y pesos de los vehículos de transporte y al control de la contaminación ambiental de los mismos.

A la llegada de cada vehículo al sitio de los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor una certificación expedida por el fabricante del cemento Portland, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, así como los resultados de ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer todas las condiciones establecidas en las [Subsecciones 438.02](#), [438.03](#) y [438.04](#). Dicha comprobación, en ningún caso exime la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Supervisor, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega. De todas maneras, el Supervisor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de cemento Portland, que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante.

El Supervisor deberá comprobar, con la frecuencia que considere pertinente, los sistemas de transporte, y trasvase si la entrega es a granel, y las condiciones de almacenamiento, en todo cuanto pueda afectar la calidad del material y podrá ordenar la suspensión de la utilización del producto, mientras realiza las comprobaciones que estime convenientes, de las características de calidad del cemento Portland.

El empleo del cemento Portland en la elaboración de las distintas unidades de obra de las que formará parte, se hará conforme lo establece la Sección correspondiente.

Aceptación de los trabajos

439.09 Condiciones generales

El Supervisor realizará los siguientes controles principales:

- Verificar que en las operaciones de suministro del cemento Portland, el Contratista cumpla con la legislación vigente en relación con la materia ambiental, de seguridad industrial, almacenamiento y transporte.

- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento del cemento Portland.

439.10 Controles específicos y tolerancias para la aceptación

El Supervisor realizará las siguientes actividades:

- Realizar una vez por cada mes de ejecución de las obras y como mínimo 3 veces a intervalos convenientemente espaciados si la obra dura menos de 3 meses, los ensayos que considere necesarios para verificar las características del cemento utilizado en la obra, de aquellos especificados en las [Tablas 438-01](#), [438-02](#), [438-03](#) y [438-04](#). La toma de muestras se realizará de acuerdo a la norma NTP 334.007 y los ensayos se efectuarán en un laboratorio certificado. No se admitirá tolerancia alguna en relación con los límites que se establecen en las Tablas enunciadas en esta sección o con los establecidos en la especificación particular del Proyecto, si fuese el caso. Por lo tanto, el incumplimiento de alguno de los ensayos implica el rechazo del producto.
- Efectuar los ensayos necesarios para determinar la cantidad de cemento Portland incorporado en las mezclas que haya aprobado.

Medida

439.11

La unidad de medida del cemento Portland será el kilogramo (kg), aproximando al kilogramo completo, incorporado en la base estabilizada con cemento, debidamente aprobada por el Supervisor.

Cuando el cómputo de la fracción decimal de cemento Portland resulte mayor o igual a $\geq 0,5$ kg, la aproximación al entero que se realizará por exceso y si resulta $< 0,5$ kg, la aproximación se realizará por defecto.

Pago

439.12

El cemento portland no se pagará en forma independiente, será incluido en el precio unitario de la partida correspondiente.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 440

PAVIMENTO DE ADOQUINES DE CONCRETO O PIEDRA



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 440

Pavimento de adoquines de concreto o piedra

Descripción

440.01

Este trabajo consiste en la colocación de una capa de adoquines de concreto de cemento portland o de piedra, confinados, sellados y asentados en una cama de arena, sobre una superficie debidamente preparada, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

440.02

Se utilizarán los siguientes materiales:

a. Arena para capa de soporte

La arena utilizada para la capa de apoyo de los adoquines, será de origen aluvial, sin trituración, libre de finos plásticos, materia orgánica u otras impurezas. Deberá, además, satisfacer los siguientes requisitos:

1. Granulometría

La granulometría de la arena deberá corresponder a lo dispuesto en la NTP 400.037: Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto, según lo indicado en la [Tabla 440-01](#).

2. Limpieza

El equivalente de arena, determinado de conformidad con la NTP 339.146 o MTC E 114. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino, deberá ser, cuando menos, el 60%.

Descarga de arena: Antes de ser descargada la arena, esta deberá estar ligeramente humedecida. Esta actividad será realizada preferentemente en las primeras horas de la mañana.

Tabla 440-01

Granulometría de la arena para soporte de los adoquines

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,50 mm (3/8")	100
4,75 mm (N°.4)	95-100
2,36 mm (N°.8)	80-100
1,18 mm (N°.16)	50-85
600 µm (N°.30)	25-60
300 µm (N°.50)	10-30
150 µm (N°.100)	2-10

b. Adoquines

Deberán cumplir los requisitos establecidos en el expediente técnico, los que deben estar en conformidad con la NTP 399.611 Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos: su espesor y resistencia a la compresión deben ser los que señale el Proyecto. Su microtextura debe ser capaz de proporcionar una superficie lisa y resistente al desgaste.

c. Arena para sello

La arena utilizada para el sello de las juntas entre los adoquines será de origen aluvial sin trituración, libre de finos plásticos, materia orgánica u otras impurezas. Su granulometría se ajustará a los siguientes límites, según lo indicado en la [Tabla 440-02](#).

Tabla 440-02

Requisitos granulométricos para la arena de sello

Tamiz	Porcentaje que pasa
2,36 mm (N°. 8)	100
1,18 mm (N°. 16)	90-100
600 µm (N°. 30)	60-90
300 µm (N°. 50)	30-60
150 µm (N°. 100)	5-30
75 µm (N°. 200)	0-5

Equipo

440.03

Básicamente, el equipo necesario para la ejecución de los trabajos consistirá de elementos para el transporte ordenado de los adoquines que impida la alteración de calidad de las piezas, vehículos para el transporte de la arena, una vibrocompactadora de placa y herramientas manuales como rieles, reglas, enrasadoras, martillos de goma, palas, cepillos, etc, los que deberán contar con la aprobación del Supervisor.

Requerimientos de construcción

440.04 Generalidades

a. Preparación de la superficie existente

La capa de arena de soporte de los adoquines no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor.

Todas las irregularidades que excedan los límites que acepta la especificación correspondiente a dicha unidad de obra, se deberá corregir de acuerdo con lo establecido en ella, con aprobación del Supervisor.

b. Colocación y nivelación de la capa de arena

La arena se colocará seca y en un espesor uniforme tal que, luego de nivelado el pavimento, tenga un espesor entre 3 cm y 5 cm.

Si la arena ya colocada sufre algún tipo de compactación antes de colocar los adoquines, se someterá a la acción repetida de un rastrillo, para devolverle su carácter suelto y se enrasará de nuevo.

La capa de arena deberá irse extendiendo simultáneamente con la colocación de los adoquines, de manera que ella no quede expuesta al término de la jornada de trabajo.

c. Colocación de los adoquines

Los adoquines se colocarán directamente sobre la capa de arena nivelada, a tope unos con otros, de manera que generen juntas que no excedan de 3 mm.

La colocación seguirá un patrón uniforme, evitándose desplazamientos de los adoquines ya colocados, lo que se controlará con hilos para asegurar su alineamiento transversal y longitudinal. Si los adoquines son rectangulares con relación largo/ancho de 2/1, el patrón de colocación será de espina de pescado, dispuesto en cualquier ángulo sobre la superficie, patrón que se seguirá de manera continua, sin necesidad de alterar su rumbo al doblar esquinas o seguir trazados curvos. Si los adoquines se colocan en hileras, deberán cambiar de orientación para respetar la perpendicularidad a la dirección preferencial de circulación.

Los adoquines de otras formas se colocarán en hileras perpendiculares a la dirección preferencial de circulación, pero sin cambiarles el sentido al doblar esquinas o seguir trazados curvos.

Los adoquines no se nivelarán individualmente, pero sí se podrán ajustar horizontalmente para conservar el alineamiento.

Para zonas en pendiente, la colocación de los adoquines se hará preferiblemente de abajo hacia arriba.

d. Ajustes

Una vez colocados los adoquines enteros dentro de la zona de trabajo, se colocarán ajustes en las áreas que hayan quedado libres contra las estructuras de drenaje o de confinamiento.

Estos ajustes se harán, preferiblemente, partiendo adoquines en piezas con la forma necesaria. Los ajustes cuya área sea inferior a la cuarta parte del tamaño de un adoquín, se harán, después de la compactación final, empleando un mortero compuesto por una parte de cemento, 4 de arena y agua suficiente.

440.05 Compactación

a. Compactación inicial

Una vez terminados los ajustes con piezas partidas, se procederá a la compactación inicial de la capa de adoquines, mediante la pasada de una

vibrocompactadora de placa, cuando menos 2 veces en direcciones perpendiculares.

El área adoquinada se compactará hasta 1 m del borde del avance de la obra o de cualquier borde no confinado. Al terminar la jornada de trabajo, los adoquines deberán haber recibido, al menos, la compactación inicial, excepto en la franja de 1 m recién descrita.

Todos los adoquines que resulten partidos durante este proceso deberán ser extraídos y reemplazados por el Contratista, a su costo.

b. Compactación final y sello de juntas

Inmediatamente después de la compactación inicial, se aplicará la arena de sello sobre la superficie en una cantidad equivalente a una capa de 3 mm de espesor y se barrerá repetidamente y en distintas direcciones, con una escoba o cepillo de cerdas largas y duras. En el momento de su aplicación, la arena deberá encontrarse lo suficientemente seca para penetrar con facilidad por las juntas.

Simultáneamente, se aplicará la compactación final, durante la cual cada punto del pavimento deberá recibir al menos 4 pasadas del equipo, preferiblemente desde distintas direcciones.

Si el Supervisor lo considera conveniente, la compactación se completará con el paso de un rodillo neumático o uno liso de rodillos pequeños, con el fin de reducir las deformaciones posteriores del pavimento.

No se permitirá el tráfico de vehículo hasta que la compactación final y el sello de juntas hayan sido efectuados y aprobados por el Supervisor.

c. Confinamiento

Los pavimentos de adoquines deberán tener una estructura de confinamiento que impida su desplazamiento lateral a causa del empuje horizontal del tránsito vehicular.

Las estructuras de confinamiento deberán rodear completamente el área pavimentada y estar diseñadas para permanecer estáticas, aún cuando reciban impactos ocasionados por las llantas, asimismo deberán penetrar, por lo menos, 15 cm en la capa de base que se encuentre bajo la capa de arena y su nivel superior cubrirá, como mínimo, la mitad del espesor del adoquín después de compactado.

d. Apertura al tránsito

El tránsito automotor no se permitirá hasta que el pavimento haya recibido la compactación final y esté completamente confinado.

e. Cierre del tránsito

Deberá colocarse una apropiada señalización en los desvíos considerados en el proyecto. Estos desvíos no deberán pasar por lugares donde se ubican centros de salud, zonas de derrumbes, etc.

No debe permitirse el acceso de personas ajenas a la obra.

f. Limitaciones en la ejecución

Ninguna de las operaciones que forman parte de la construcción del pavimento de adoquines se realizará en presencia de precipitaciones pluviales. Si la capa de arena que sirve de apoyo a los adoquines ha soportado lluvia o agua de escorrentía, deberá ser levantada y reemplazada por una arena suelta de humedad baja y uniforme.

Si se tenían adoquines colocados sin compactar ni sellar, el Supervisor verificará si el agua ha producido erosión de la arena por debajo de las juntas y, en caso de que ello haya sucedido, el Contratista deberá retirar los adoquines y la capa de arena y repetir el trabajo, a su cuenta, costo y riesgo.

g. Manejo ambiental

Todas las labores para la construcción de pavimentos de adoquines se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

h. Conservación

Durante un lapso de cuando menos 2 semanas, se dejará un sobrante de arena esparcido sobre el pavimento terminado, de manera que el tránsito y las posibles lluvias ayuden a acomodar la arena en las juntas.

No se permitirá lavar el pavimento con chorro de agua a presión, antes ni después de su construcción.

Aceptación de los trabajos

440.06 Criterios

a. Controles

El Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Verificar el cumplimiento de lo especificado en la [Sección 103](#).
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Exigir la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.
- Realizar medidas para levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

b. Condiciones específicas y tolerancias para la aceptación

1. Calidad de la arena

De cada procedencia de las arenas empleadas en la capa de soporte y en el sello y para cualquier volumen previsto, el Supervisor tomará 4 muestras y de cada fracción de ellas se determinará:

- La plasticidad.
- El equivalente de arena.

Durante la etapa de producción, se realizarán las verificaciones periódicas de calidad indicadas en la [Tabla 440-03](#).

Tabla 440-03

Verificaciones periódicas sobre las arenas de soporte y sello

Ensayo	Norma de ensayo	Frecuencia
Composición		
Granulometría	MTC E 107	1 por jornada
Limpieza		
Índice de plasticidad	MTC E 111	1 por jornada
Equivalente de arena (sólo a la arena de soporte)	MTC E 114	1 por semana

Los resultados de estas pruebas deben satisfacer los requisitos de la presente especificación, caso contrario el Supervisor rechazará aquellos materiales que no la cumplan.

2. Calidad de los adoquines

Los adoquines deberán ir acompañados de un certificado de calidad del fabricante, que garantice que el material suministrado cumple con los requisitos de calidad exigidos en la [Subsección 440.02 \(b\)](#).

3. Calidad del trabajo terminado

El pavimento terminado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa construida no podrá ser menor que la indicada en el Proyecto y aprobada por el Supervisor.

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada será comprobada, por cualquier metodología que permita determinar tanto en forma paralela como transversal, al eje de la vía, que no existan variaciones superiores de 10 mm. Cualquier diferencia que exceda esta tolerancia, así como cualquier otra falla o deficiencia que presentase el trabajo realizado, deberá ser corregida por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo de acuerdo a las instrucciones y aprobación del Supervisor.

Medición

440.07

La unidad de medida del pavimento de adoquines de concreto y de piedra será el metro cuadrado (m^2), de pavimento colocado y terminado de acuerdo con esta especificación, aceptado y aprobado por el Supervisor.

El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje vial, por el ancho especificado en el Proyecto y aprobado por el Supervisor. No se incluirá en la medida, ninguna área por fuera de estos límites.

Pago

440.08

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato y por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación, aceptada y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales, así como los costos de explotación, clasificación, carguío, transportes, desperdicios, almacenamiento y colocación de la arena para capa de soporte y arena para el sello conforme lo exige esta especificación.

También, deberá cubrir todos los costos de los adoquines, incluyendo su carguío, transportes, descargas, desperdicios, almacenamiento, colocación y compactación de ellos; las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes de materiales y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

La preparación de la superficie existente se considera incluida en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por dicho concepto.

Partida de pago	Unidad de pago
440.A Pavimento de adoquines de concreto	Metro cuadrado (m ²)
440.B Pavimento de adoquines de piedra	Metro cuadrado (m ²)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

MANUAL DE CARRETERAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN

EG-2013

TOMO II



Revisada y Corregida a Junio 2013

TOMO II

CAPITULO V	881
DRENAJE	881
Sección 501 Excavación para estructuras	885
Sección 502 Rellenos para estructuras	895
Sección 503 Concreto estructural	905
Sección 504 Acero de refuerzo	939
Sección 505 Tubería de concreto simple	949
Sección 506 Tubería de concreto reforzado	959
Sección 507 Tubería metálica corrugada	969
Sección 508 Tubería de polietileno de alta densidad	981
Sección 509 Subdrenes	991
Sección 510 Cunetas revestidas de concreto.....	1001
Sección 511 Geotextiles	1009
Sección 512 Subdrenes con geotextil y material granular	1023
Sección 513 Geotextil para pavimentación.....	1031
Sección 514 Capa Filtrante.....	1039
CAPITULO VI	1041
OBRAS COMPLEMENTARIAS	1041
Sección 601 Mampostería.....	1045
Sección 602 Gaviones.....	1055
Sección 603 Defensas ribereñas.....	1061
Sección 604 Demoliciones.....	1067
Sección 605 Delimitación y Señalización del Derecho de Vía	1079
CAPITULO VII	1083
TRANSPORTE	1083
Sección 700 Transporte.....	1087



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

CAPITULO V

DRENAJE



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 501

EXCAVACIÓN PARA

ESTRUCTURAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 501

Excavación para estructuras

Descripción

501.01

Este trabajo consiste en la ejecución de excavaciones por encima o por debajo del nivel freático, para fundación de estructuras diversas, en materiales comunes (sueltos y/o rocas), para la cimentación de estructuras, alcantarillas, muros, zanjas de coronación, canales, cunetas y otras obras complementarias, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Las excavaciones para estructuras se clasificarán de acuerdo con las características de los materiales excavados y la posición del nivel freático.

- **Excavaciones para estructuras en roca en seco:** Comprende toda excavación de roca in situ de origen ígneo, metamórfico o sedimentario, bloques de los mismos materiales de volumen mayor a un metro cúbico, conglomerados que estuviesen tan firmemente cementados que presenten todas las características de roca sólida y, en general, todo material que se deba excavar mediante el uso sistemático de explosivos.
- **Excavaciones para estructuras en material común en seco:** Comprende toda excavación de materiales no cubiertos en el párrafo anterior, "Excavaciones para estructura en roca".
- **Excavaciones para estructura en roca bajo agua:** Comprende toda excavación de material cubierto por "Excavaciones para estructuras en Roca" en donde la presencia permanente de agua dificulte los trabajos de excavación.
- **Excavaciones para estructura en material común bajo agua:** Comprende toda excavación de material cubierta por "Excavaciones

para estructura en material común" en donde la presencia permanente de agua dificulte los trabajos de excavación.

Materiales

501.02

No se requieren materiales para la ejecución de los trabajos objeto de la presente Sección, excepto en el caso de excavación en roca que puede demandar el uso de explosivos.

Equipo

501.03

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de esta especificación.

El equipo deberá cumplir con las estipulaciones que se dan en la [Subsección 05.11.](#)

Requerimientos de construcción

501.04

En la zona de trabajo deberán efectuarse necesariamente actividades de desbroce y limpieza de acuerdo a lo especificado en la [Sección 201.](#)

Las excavaciones se deberán ceñir a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor. En general, los lados de la excavación tendrán caras verticales conforme a las dimensiones de la estructura, cuando no sea necesario utilizar encofrados para el vaciado del cimientto. Cuando la utilización de encofrados sea necesaria, la excavación se podrá extender hasta 45 cm fuera de las caras verticales del pie de la zapata de la estructura.

El Contratista deberá proteger la excavación contra derrumbes; todo derrumbe causado por error o procedimientos inapropiados del Contratista, se eliminará a su cuenta, costo y riesgo.

Todo material inadecuado que se halle al nivel de cimentación deberá ser excavado y reemplazado por material seleccionado o por concreto pobre, según lo determine el Supervisor.

El Contratista no deberá terminar la excavación hasta el nivel de cimentación, sino está preparado para iniciar la colocación del concreto o mampostería de la estructura, material seleccionado o tuberías de alcantarillas.

El Supervisor previamente debe aprobar la profundidad y naturaleza del material de cimentación. Toda sobre-excavación por debajo de las cotas autorizadas de cimentación, deberá ser rellenada por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con procedimientos aprobados por el Supervisor.

Todos los materiales excavados que sean adecuados y necesarios para rellenos deberán almacenarse en forma tal, de poderlos aprovechar en la construcción de éstos; no se podrán desechar ni retirar de la obra, para fines distintos a ésta, sin la aprobación previa del Supervisor.

El Contratista deberá preparar el terreno para las cimentaciones necesarias, de tal manera que se obtenga una cimentación firme y adecuada para todas las partes de la estructura. El fondo de las excavaciones que van a recibir concreto deberán nivelarse con herramientas manuales, hasta darle las dimensiones indicadas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor. Las superficies así preparadas deberán humedecerse y apisonarse con herramientas o equipos adecuados hasta dejarlas compactadas, de manera que constituyan una fundación firme para las estructuras.

Las excavaciones en roca para estructuras se harán teniendo en consideración lo dispuesto en la [Subsección 05.05](#); la ejecución de este tipo de voladuras deberá ser comunicada además al Supervisor, por lo menos con 24 horas de anticipación a su ejecución. Las técnicas usadas deberán garantizar el mantenimiento de las tolerancias indicadas en el Proyecto. La excavación próxima y vecina a la superficie definitiva, deberá hacerse de manera tal que el material de dicha superficie, quede prácticamente inalterado.

El Contratista deberá ejecutar todas las construcciones temporales y usar el equipo y métodos de construcción que se requieran para drenar las

excavaciones y mantener su estabilidad, tales como desviación de los cursos de agua, utilización de entibados y la extracción del agua por bombeo. Estos trabajos o métodos de construcción requerirán la aprobación del Supervisor, pero dicha aprobación no eximirá al Contratista, de su responsabilidad por el buen funcionamiento de los métodos empleados, ni por el cumplimiento de los requisitos especificados. El drenaje de las excavaciones se refiere tanto a las aguas de infiltración como a las aguas de lluvias.

El Contratista deberá emplear todos los medios necesarios para evitar accidentes de sus trabajadores, personas extrañas a la obra o vehículos.

Dichas medidas comprenderán el uso de entibados si fuere necesario, barreras de seguridad y avisos, y requerirán la aprobación del Supervisor.

Las excavaciones que presenten peligro de derrumbes que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán entibarse convenientemente. Los entibados serán retirados antes de rellenar las excavaciones.

Los últimos 20 cm de las excavaciones, en el fondo de éstas, deberán hacerse con herramientas manuales, antes de iniciar la construcción de las fundaciones, salvo en el caso de excavaciones en roca.

Después de terminar cada una de las excavaciones, el Contratista deberá dar el correspondiente aviso al Supervisor y no podrá iniciar la construcción de obras dentro de ellas sin su autorización.

En caso de excavaciones que se efectúen sobre vías abiertas al tráfico se deberán disponer los respectivos desvíos y adecuada señalización en todo momento, incluyendo la noche hasta la finalización total de los trabajos, o hasta que se restituyan niveles adecuados de seguridad al usuario. Será aplicable en la ejecución de los trabajos de Excavación para Estructuras, lo indicado en la [Sección 103](#).

Se debe proteger la excavación contra derrumbes que puedan desestabilizar los taludes y laderas naturales, provocar la caída de material de ladera abajo, afectando la salud de las personas y ocasionar impactos al medio ambiente. Para evitar daños en el medio ambiente como consecuencia de la construcción de muros, alcantarillas, subdrenes y cualquier otra obra que requiera excavaciones, se deberán cumplir entre otros, los siguientes requisitos:

- En el caso de muros y, principalmente, cuando en la ladera debajo de la ubicación de éstos existe vegetación, los materiales excavados deben ser depositados temporalmente en un lugar adecuado de la

plataforma de la vía, en espera de ser trasladado al lugar que designe el Supervisor.

- En el caso de la construcción de cunetas, subdrenes, etc., los materiales producto de la excavación no deben ser colocados sobre terrenos con vegetación o con cultivos; deben ser eliminados en los DME, de acuerdo a la [Sección 209](#).
- Los materiales pétreos sobrantes de la construcción de cunetas revestidas, muros, alcantarillas de concreto y otros, no deben ser esparcidos en los lugares cercanos, sino trasladados y eliminados en los DME, de acuerdo a la [Sección 209](#).

501.05 Uso de explosivos

El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación por escrito del Supervisor y según lo indicado en la [Subsección 05.05](#).

501.06 Utilización y eliminación de los materiales excavados

Los materiales provenientes de las excavaciones deberán utilizarse para el relleno posterior de las obras construidas, siempre que sean adecuados para dicho fin.

Los materiales sobrantes o inadecuados deberán ser retirados por El Contratista de la zona del Proyecto, hasta los sitios aprobados por el Supervisor, siguiendo las disposiciones de la [Sección 209](#). Los materiales excedentes provenientes de las excavaciones, se depositarán en lugares que consideren las características físicas, topográficas y de drenaje de cada lugar.

Se debe evitar zonas inestables o áreas de importancia ambiental como humedales o áreas de alta productividad agrícola.

Se medirán los volúmenes de las excavaciones para ubicar las zonas de disposición final adecuadas a esos volúmenes.

Las zonas de depósito final de desechos se ubicarán lejos de los cuerpos de agua, para asegurar que el nivel de agua, durante precipitaciones pluviales, no sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en el depósito. No se colocara el material en lechos de ríos, ni a 30 m de las orillas.

501.07 Tolerancias

En ningún punto la excavación realizada variará de la proyectada más de 2 cm en cota, ni más de 5 cm en la localización en planta.

Aceptación de los trabajos

501.08 Criterios

El Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el cumplimiento de lo exigido en la [Sección 103](#).
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajos aceptados.
- Controlar que no se excedan las dimensiones de la excavación según se indica en la [Subsección 501.04](#).
- Medir los volúmenes de las excavaciones.
- Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en esta [Sección 501](#).

La evaluación de los trabajos de "Excavación para Estructuras" se efectuará según lo indicado en la [Subsección 04.11](#).

Medición

501.09

Las medidas de las excavaciones para estructuras serán en volumen en metros cúbicos (m³), aproximado al décimo de metro cúbico en su posición original determinado dentro de las líneas indicadas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor. En las excavaciones para estructuras y alcantarillas toda medida se hará con base en caras verticales. Las excavaciones ejecutadas fuera de estos límites y los derrumbes no se medirán para los fines del pago.

La medida de la excavación de acequias, zanjas u obras similares se hará con base en secciones transversales, tomadas antes y después de ejecutar el trabajo respectivo.

Pago

501.10

El pago se hará por metro cúbico (m³), al precio unitario del Contrato, por toda obra ejecutada conforme a esta especificación y aprobada por el Supervisor, para los diferentes tipos de excavación para estructuras.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de excavación, eventual perforación y voladura; las obras provisionales y complementarias, tales como accesos, ataguías, andamios, entibados y desagües, bombeos, explosivos, la limpieza final de la zona de construcción y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados y según lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#).

El transporte y la remoción de los materiales excavados, hasta los sitios de utilización o desecho se pagarán de acuerdo a lo establecido en la [Sección 700](#).

Partida de pago	Unidad de pago
501.A Excavaciones para estructuras en roca en seco	Metro cúbico (m ³)
501.B Excavaciones para estructuras en roca bajo agua	Metro cúbico (m ³)
501.C Excavaciones para estructuras en material común en seco	Metro cúbico (m ³)
501.D Excavaciones para estructuras en material común bajo agua	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 502

RELLENOS PARA

ESTRUCTURAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 502

Rellenos para estructuras

Descripción

502.01

Este trabajo consistirá en la construcción de capas compactadas de relleno para obras de concreto y drenaje, con materiales aprobados provenientes de excavaciones u otras fuentes, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

En los rellenos para estructuras se distinguirán las mismas partes que en los terraplenes, según la [Subsección 205.01](#).

Materiales

502.02

Se utilizarán los mismos materiales que los empleados en terraplenes, según se establece en la [Subsección 205.02](#).

Para la construcción de las capas filtrantes, el material granular deberá cumplir con alguna de las granulometrías que se indican en la [Tabla 502-01](#), aprobado por el Supervisor.

Tabla 502-01
Requisitos de granulometría para filtros en estribos de puentes y muros de contención

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	Tipo I	Tipo II	Tipo III
150 mm (6")	100	-	-
100 mm (4")	90-100	-	-
75 mm (3")	80-100	100	-
50 mm (2")	70-95	-	100
25 mm (1")	60-80	91-97	70-90
12,5 mm (1/2")	40-70	-	55-80
9,5 mm (3/8")	-	79-90	-
4,75 mm (N°. 4)	10-20	66-80	35-65
2,00 mm (N°. 10)	0	-	25-50
0,60 mm (N°. 30)	-	0-40	15-30
150 µm (N°. 100)	-	0-8	0-3
75 µm (N°. 200)	-	-	0-2

El material, además, deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

Tabla 502-02

Ensayo	Método de Ensayo MTC	Unidad de pago
Abrasión	MTC E 207	50% máx.
Pérdida en sulfato de magnesio**		
-Agregado grueso	MTC E 209	18% máx.
-Agregado fino		15% máx.
CBR al 100% de MDS y 0,1" de penetración	MTC E 132	30% mín.
Índice de plasticidad	MTC E 111	N.P
Equivalente de arena	MTC E 114	45% mín.

** sólo para proyectos situados a una altitud superior a 3000 msnm

Para el traslado de materiales es necesario humedecerlo adecuadamente y cubrirlo con una lona para evitar emisiones de material particulado.

Los montículos de material almacenados temporalmente se cubrirán con lonas impermeables, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cuerpos de agua cercanos.

Equipo

502.03

Los equipos de esparcido o extensión, humedecimiento y compactación de los rellenos para estructuras deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con las exigencias de esta Sección y lo especificado en la [Sección 06.01](#).

El equipo deberá estar ubicado adecuadamente en sitios donde no perturbe a la población y al medio ambiente y contar además, con adecuados silenciadores, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

Requerimientos de construcción

502.04

El Contratista deberá notificar al Supervisor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que éste verifique los trabajos topográficos y la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados.

Antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocarán los rellenos, deberán contar con la aprobación del Supervisor.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permitirá su colocación después que el concreto haya alcanzado por lo menos el 80% de su resistencia.

Los rellenos estructurales para alcantarillas de tubería de concreto se podrán realizar luego que el mortero de la junta haya fraguado lo suficiente, para que no sufra ningún daño a causa de estos trabajos.

Siempre que el relleno se vaya a colocar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deberán desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno.

Todo relleno colocado antes que lo autorice el Supervisor, deberá ser retirado por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo.

502.05 Esparcido o extensión y compactación del material

Los materiales de relleno se extenderán en capas horizontales y de espesor uniforme, debiendo obtenerse en todos los casos el grado de compactación exigido.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas sólo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de 1 m de material relativamente seco.

Los rellenos alrededor de pilares y alcantarillas se deberán depositar simultáneamente a ambos lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación. En el caso de alcantarillas de tubos de concreto o metálicas se podrá emplear concreto tipo F en la sujeción hasta una altura que depende del tipo de tubo a instalar, por la dificultad de compactación de esta zona y luego que haya fraguado lo suficiente podrá continuarse con el relleno normal.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento y el contenido óptimo de humedad se determinará de acuerdo a los resultados que se obtengan en los ensayos de laboratorio realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, el Contratista deberá tomar las medidas adecuadas, pudiendo proceder a la desecación por aireación o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, como cal viva. En este último caso, deberá adoptar todas las precauciones que se requieran para garantizar la seguridad de los operarios.

Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles para los equipos mecánicos, se autorizará el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa. La compactación se deberá continuar hasta lograr las densidades exigidas en la [Subsección 502.09\(c\) \(1\)](#).

La construcción de los rellenos se deberá hacer con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a la estructura.

Las consideraciones a tomar en cuenta durante la extensión y compactación de material, están referidas a prevenir deslizamientos de taludes, erosión, y contaminación del medio ambiente.

502.06 Capas filtrantes

Se aplica lo establecido en la [Sección 514](#).

502.07 Acabado

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas de lluvia sin peligro de erosión.

502.08 Limitaciones en la ejecución

Los rellenos para estructuras sólo se llevarán a cabo cuando la temperatura ambiental no sea inferior a 6°C y no exista presencia de precipitaciones pluviales, para evitar que la escorrentía traslade material y contamine o colmate fuentes de agua cercanas, humedales, etc.

Aceptación de los trabajos

502.09 Criterios

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el cumplimiento de lo establecido en la [Sección 103](#).
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.

- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en la [Subsección 502.02.](#)
- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

Verificar la densidad de cada capa compactada. Este control se realizará en el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado.

- Controlar que la ejecución del relleno contra cualquier parte de una estructura, solamente comience cuando la estructura adquiera la resistencia especificada.
- Medir los volúmenes de relleno y material filtrante colocados por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.
- Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en esta Sección.

b. Calidad de los materiales

La calidad de los materiales de relleno se establecerá de conformidad con los ensayos indicados en la [Subsección 205.02.](#)

Sin embargo, teniendo en cuenta que los volúmenes de rellenos para estructuras suelen ser inferiores a los requeridos para el terraplén en la [Tabla 205-02](#), el Supervisor aprobará la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas de calidad.

c. Calidad del trabajo terminado

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista. La cota de cualquier punto de la subrasante en rellenos para estructuras, no deberá variar más de 10 mm de la proyectada.

En las obras concluidas no se admitirá ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

Adicionalmente, el Supervisor deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

1. Compactación

Los niveles de densidad por alcanzar en las diversas capas del relleno son los mismos que se indican en la [Subsección 205.12\(c\) \(1\).](#)

Sin embargo, deben tener como mínimo 3, ensayos de densidad de campo por capa.

La compactación de las capas filtrantes se considerará satisfactoria cuando ellas presenten una impermeabilidad similar a la del relleno adjunto.

2. Protección de la superficie del relleno

Al respecto, se aplica el mismo criterio indicado en la [Subsección 205.12\(c\) \(3\)](#), en relación con la protección de la corona de terraplenes.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias, deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las instrucciones y aprobación del Supervisor.

La evaluación de los trabajos de "Relleno para Estructuras" se efectuará según lo indicado en la [Subsección 04.11](#).

Medición

502.10

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico, de material compactado, aprobado por el Supervisor, en su posición final. No se considera los volúmenes ocupados por las estructuras de concreto, tubos de drenaje y cualquier otro elemento de drenaje cubierto por el relleno.

Los volúmenes serán determinados por el método de áreas promedios de secciones transversales del proyecto localizado, en su posición final, verificadas y aprobadas por el Supervisor antes y después de ser ejecutados los trabajos.

No habrá medida para los rellenos por fuera de las líneas del proyecto y aprobadas por el Supervisor, efectuados por el Contratista, ya sea por error o por conveniencia para la operación de sus equipos.

Pago

502.11

El trabajo de rellenos para estructuras se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su carga, descarga, almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los rellenos para estructuras, de acuerdo con el proyecto, esta especificación, la aprobación del Supervisor y lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#).

El transporte se pagará de acuerdo a lo establecido en la [Sección 700](#).

Partida de pago	Unidad de pago
502.A Rellenos para estructuras	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 503

CONCRETO ESTRUCTURAL



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 503

Concreto estructural

Descripción

503.01

Este trabajo consiste en el suministro de concreto de cemento Portland de diversas resistencias a la compresión, para la construcción de estructuras de drenaje, muros de contención, cabezales de alcantarillas, cajas de captación, aletas, sumideros y estructuras de puentes en general, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

503.02 Cemento

El cemento utilizado será Portland, el cual deberá cumplir lo especificado en la [Sección 438.02 \(1\)](#).

Si el proyecto no especifica lo contrario, se empleará el denominado Tipo I o Cemento Portland Normal.

503.03 Agregados

a. Agregado fino

Se considera como tal, a la fracción que pase la malla de 4,75 mm (Nº. 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas o gravas. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del 30% del agregado fino. El agregado fino deberá cumplir con los requisitos indicados en la [Tabla 503-01](#).

Tabla 503-01
Requisitos del agregado fino para concreto estructural

Ensayo		Norma MTC	Norma NTP	Requisito
Durabilidad				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo $\geq 3\ 000$ msnm	-Sulfato de sodio	MTC E 207	NTP 400.016	10
	-Sulfato de magnesio	MTC E 209	NTP 400.016	15
Limpieza				
Índice de plasticidad, % máximo		MTC E 111	NTP 339.129	No plástico
Equivalente de arena, % mínimo	$f'_{c} \leq 21$ MPa (210 Kg/cm ²)	MTC E 114	NTP 339.146	65
	$f'_{c} > 21$ MPa (210 Kg/cm ²)	MTC E 114	NTP 339.146	75
Valor de azul de metileno, máximo			TP- 57 (*)	5
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo		MTC E 212	NTP 400.015	3
Carbón y lignito, % máximo		MTC E 211	NTP 400.023	0,5
Material que pasa el tamiz de 75 μ m (n.º 200), % máximo		MTC E 202	NTP 400.018	3
Contenido de materia orgánica				
Color más oscuro permisible		MTC E 213	NTP 400.024 NTP 400.013	Igual a muestra patrón
Características químicas				
Contenido de sulfatos, expresado como SO ₄ , % máximo		--	NTP 400.042	1,2
Contenido de cloruros, expresado como Cl ⁻ , % máximo		--	NTP 400.042	0,1
Absorción				
Absorción de agua, % máximo		MTC E 205	NTP 400.022	4

(*) AASHTO TP-57

El agregado fino deberá cumplir, además, con los siguientes requisitos:

1. Reactividad

El agregado fino no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de SiO₂ y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma ASTM C289, se obtienen los siguientes resultados:

$$\text{SiO}_2 > R, \text{ cuando } R \geq 70 \quad \text{SiO}_3 > 35 + 0,5 R, \text{ cuando } R < 70$$

Si en la mezcla se emplean arenas provenientes de escorias siderúrgicas, se comprobará que no contengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Si el agregado califica como potencialmente reactivo con base a los criterios anteriores, no debe ser utilizado en la producción de concretos.

2. Granulometría

La curva granulométrica del agregado fino deberá encontrarse dentro de los límites que se señalan en la [Tabla 503-02](#).

Tabla 503-02
Granulometría agregado fino

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3 /8”)	100
4,75 mm (N.º 4)	95-100
2,36 mm (N.º 8)	80-100
1,18 mm (N.º 16)	50-85
0,60 mm (N.º 30)	25-60
0,30 mm (N.º 50)	5-30
0,15 mm (N.º 100)	0-10

Fuente: ASTM C33

En ningún caso, el agregado fino podrá tener más del 45% de material retenido entre 2 tamices consecutivos. El Módulo de Finura se encontrará entre 2,3 y 3,1.

Durante el período de construcción no se permitirán variaciones mayores de 0,2 en el Módulo de Finura, con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo.

b. Agregado grueso

Se considera como tal, al material granular que quede retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº. 4). Será grava natural o provendrá de la trituración de roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio, lo que será aprobado por el Supervisor. El agregado grueso deberá cumplir con los requisitos de la [Tabla 503-03](#).

Tabla 503-03
Requisitos del agregado grueso para concreto estructural

Ensayo		NORMA MTC	NORMA NTP	Requisito
Dureza				
Desgaste en la máquina de Los Ángeles, % máximo		MTC E 207	NTP 400.019 NTP 400.020	40
Durabilidad				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo \geq 3 000 msnm	-Sulfato de sodio	MTC E 209	NTP 400.016	12
	-Sulfato de magnesio	MTC E 209	NTP 400.016	18
Limpieza				
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo		MTC E 212	NTP 400.015	3
Carbón y lignito, % máximo		MTC E 211	NTP 400.023	0,5
Geometría de las partículas				
Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), % mínimo		MTC E 210	D-5821 (*)	60
Partículas chatas y alargados (relación 5:1), % máximo		--	NTP 400.040	10
Características químicas				
Contenido de sulfatos, expresado como ión $SO_4^{=}$, % máximo		--	NTP 400.042	1,0
Contenido de cloruros, expresado como ión Cl^- , % máximo		--	NTP 400.042	0,1

(*) ASTM D-5821

Los requisitos que debe cumplir el agregado grueso son los siguientes:

1. Reactividad

El agregado no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento, lo cual se comprobará por idéntico procedimiento y análogo criterio que en el caso de agregado fino.

2. Granulometría

La gradación del agregado grueso deberá satisfacer una de las siguientes franjas, según se especifique en el proyecto y apruebe el Supervisor con base en el tamaño máximo de agregado a usar, de acuerdo a la estructura de que se trate, la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas.

3. Forma

Para concretos de $f'c > 21$ MPa (210 Kg/cm²), los agregados deben ser 100% triturados.

c. Agregado ciclópeo

El agregado ciclópeo será roca triturada de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de 80 cm, se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de 30 cm. En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor volumen, previa autorización del Supervisor y con las limitaciones establecidas en la [Subsección 503.10\(c\)](#) "Colocación del concreto".

d. Agua

El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica, que cumpla los requisitos establecidos en la [Subsección 438.02\(a\)\(3\)](#).

Tabla 503-04
Granulometría del agregado grueso para concreto estructural

Tamaño nominal (apertura tamices cuadrada)	% Porcentaje que pasa															
	AG- 1 (90 a 37,5 mm)	AG- 2 (63 a 37,5 mm)	AG-3 (50 a 25 mm)	AG-357 (50 a 4,75 mm)	AG- 4 (37,5 a 19,0 mm)	AG- 467 (37,5 a 4,75 mm)	AG- 5 (25 a 12,5 mm)	AG- 56 (25 a 9,5 mm)	AG- 57 (25 a 4,75 mm)	AG- 6 (19 a 9,5 mm)	AG- 67 (19 a 4,75 mm)	AG- 7 (12,5 a 4,75 mm)	AG- 8 (9,5 a 2,36 mm)	AG- 89 (9,5 a 1,18 mm)	AG- 9 ^(*) (4,75 a 1,18 mm)	
100 mm (4")	100															
90 mm (3 ½")	90-100															
75 (3")		100														
63 mm (2 1/5")	25-60	90-100	100	100												
50 mm (2")		35-70	90-100	95-100	100	100										
37,5 mm (1½")	0-15	0-15	35-70		90-100	95-100	100	100	100							
25,0 mm (1")			0-15	35-70	20-55		90-100	90-100	95-100	100	100					
19,0 mm (¾")	0-5	0-5			0-15	35-70	20-55	40-85		90-100	90-100	100				
12,5 mm (½")			0-5	10-30			0-10	10-40	25- 60	20-55		90-100	100	100		
9,5 mm (3/8")					0-5	10-30	0-5	0-15		0-15	20-55	40-70	85-100	90-100	100	
4,75 mm (N°.4)				0-5		0-5		0-5	0-10	0-5	0-10	0-15	10-30	20-55	85-100	
2,36 mm (N°.8)									0-5		0-5	0-5	0-10	5-30	10-40	
1,18 mm (N°.16)													0-5	0-10	0-10	
300 µm (N°.50)														0-5	0-5	

(*) El tamaño de agregado número 9 (AG-9) se define en C 125 como agregado fino. Se incluye como agregado grueso cuando se combina con el tamaño número 8 (AG-8) creando el tamaño de material 89 (AG-89), es cual es un agregado de tamaño grueso definido en la C 125. Fuente: ASTM C 33.

(**) NTP 400.037 Agregados "Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)": se permitirá el uso de los agregados que no cumplan con las especificaciones específicas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la calidad requerida. Se debe de considerar como una EE.

e. Aditivos y adiciones

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad que cumplan con la norma ASTM C-494, NTP 334.087, NTP 334.088 y NTP 334.089 para modificar las propiedades del concreto, con el fin que sea adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla, ni representar riesgos para la armadura que tenga la estructura. En las Especificaciones Especiales (EE) del proyecto, se definirán qué tipo de aditivos se pueden usar, los requerimientos que deben cumplir y los ensayos de control que se harán a los mismos.

f. Sellantes de juntas

Se podrá usar los sellantes de juntas y grietas de reconocida calidad aplicadas en caliente que cumplan con la Norma ASTM D-6690 (Especificación Técnica para sellantes, juntas y grietas, aplicados en caliente, para pavimentos de concreto y asfalto). Su empleo deberá definirse por medio de los métodos de ensayo por lo que se evaluarán los sellantes; así como la forma de muestreo, calentamiento, aplicación y que cumplan con la norma ASTM D 5329.

503.04 Clases de concreto

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, determinada según la norma MTC E 704, se establecen las siguientes clases de concreto, indicadas en la [Tabla 503-07](#).

Tabla 503-07**Clases de concreto estructural**

Clase	Resistencia mínima a la compresión a 28 días
Concreto pre y post tensado	
A	35 MPa (350 Kg/cm ²)
B	32 MPa (320 Kg/cm ²)
Concreto reforzado	
C	28 MPa (280 Kg/cm ²)
D	21 MPa (210 Kg/cm ²)
E	17,5 MPa (175 Kg/cm ²)
Concreto simple	
F	14 MPa (140 Kg/cm ²)
Concreto ciclópeo	Se compone de concreto simple Clase F y agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo
G	14 MPa (140 Kg/cm ²)

Equipo**503.05**

Los principales elementos requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con dicho material, son los siguientes:

a. Equipo para la producción de agregados y la fabricación del concreto

Se aplica lo especificado en la [Subsección 438.03](#) en donde sea pertinente. Se permite, además, el empleo de mezcladoras portátiles en el lugar de la obra.

No se permitirá la mezcla manual para la elaboración del concreto.

b. Elementos de transporte

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del Supervisor. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el Contratista, y se da bajo la condición de que el uso del sistema de conducción o

transporte se suspenda, si el asentamiento o la segregación de la mezcla exceden los límites especificados que señale el Proyecto.

Cuando la distancia de transporte sea mayor de 300 m, no se podrán emplear sistemas de bombeo, sin la aprobación del Supervisor.

Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias superiores a 600 m, el transporte se deberá efectuar en camiones mezcladores.

c. Encofrados y obra falsa

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los encofrados necesarios para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor. Los encofrados podrán ser de madera, metálicos u otro material debidamente aprobado por el Supervisor, que deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes y evitar desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Los encofrados de madera podrán ser de madera cepillada o de triplay, y deberán tener un espesor uniforme.

d. Elementos para la colocación del concreto

El Contratista deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra los encofrados o el refuerzo.

e. Vibradores

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de 117 Hz y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

Para estructuras delgadas, donde los encofrados estén especialmente diseñados para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de encofrado.

f. Equipos varios

El Contratista deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

Requerimientos de construcción

503.06 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Al respecto, todos los procedimientos, equipos, etc. requieren ser aprobados por el Supervisor de acuerdo al Proyecto, sin que esto exima al Contratista de su responsabilidad posterior.

503.07 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista entregará al Supervisor, muestras de los materiales que se propone utilizar y el diseño de la mezcla, avaladas por los resultados de ensayos que demuestren la conveniencia de utilizarlos para su verificación. Si a criterio del Supervisor los materiales o el diseño de la mezcla resultan objetables, el Contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias para corregir las deficiencias.

Una vez que el Supervisor manifieste su conformidad con los materiales y el diseño de la mezcla, éste sólo podrá ser modificado durante la ejecución de los trabajos, si se presenta una variación en alguno de los componentes que intervienen en ella. El Contratista definirá una Formula de Trabajo, la cual someterá a la aprobación del Supervisor. Dicha fórmula señalará:

- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que dé lugar dicha mezcla.
- Las dosificaciones de cemento, agregados grueso y fino y aditivos en polvo, en peso por metro cúbico de concreto. La cantidad de agua y aditivos líquidos se podrá dar por peso o por volumen.
- Cuando se contabilice el cemento por bolsas, la dosificación se hará en función de un número entero de bolsas.
- La consistencia del concreto, se deberá encontrar dentro de los límites, que se indica en la [Tabla 503-08](#), al medirla según norma de ensayo MTC E 705.

Tabla 503-08**Rango de asentamientos permitidos en obras de concreto
estructurales**

Tipo de construcción	Asentamiento (")	
	Máximo	Mínimo
Zapata y muro de cimentación armada	3	1
Cimentaciones simples, cajones, y sub-estructuras de muros	3	1
Losas y pavimento	3	1
Viga y muro armado	4	1
Columna de edificios	4	1
Concreto ciclópeo	2	1

La Fórmula de Trabajo se deberá reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del cemento o su marca.
- El tipo, absorción o tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino en más de 0,2.
- La naturaleza o proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra del concreto.

El Contratista deberá considerar que el concreto deberá ser dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a la compresión, acorde con el Proyecto, que minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor de resistencia a la compresión especificada en el proyecto. Los planos deberán indicar claramente la resistencia a la compresión para la cual se ha diseñado cada parte de la estructura.

Al efectuar las pruebas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deberán ser preparadas y curadas de acuerdo con la norma MTC E 702 y ensayadas según la norma de ensayo MTC E 704. Se deberá establecer una curva que muestre la variación de la relación agua/cemento (o el contenido de cemento) y la resistencia a la compresión a los 28 días.

La curva se deberá basar en no menos de 3 puntos y preferiblemente 5, que representen tandas que den lugar a resistencias por encima y por debajo de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de por lo menos 3 cilindros ensayados a los 28 días.

La máxima relación agua/cemento permisible para el concreto a ser empleado en la estructura, será la mostrada por la curva, que produzca la resistencia promedio requerida que exceda la resistencia de diseño del elemento, según lo indica la [Tabla 503-09](#).

Tabla 503-09

Resistencia promedio requerida basada en datos estadísticos ACI 318

Resistencia a la Compresión Especificada (f'_c), MPa	Resistencia a la Compresión Requerida Promedio (f'_{cr}), Mpa
≤ 35	$f'_{cr} = f'_c + 1.34 s$
	$f'_{cr} = f'_c + 2.33 s - 3.45$
	Usar el valor mayor
Más de 35	$f'_{cr} = f'_c + 1.34 s$
	$f'_{cr} = 0.90 f'_c + 2.33 s$
	Usar el valor mayor

s: Desviación estándar calculada en función a los registros de los resultados de ensayos de obras realizadas.

Si la estructura de concreto va a estar sometida a condiciones de trabajo muy rigurosas, la relación agua/cemento no podrá exceder de 0,50 si va a estar expuesta al agua dulce, ni de 0,45 para exposiciones al agua de mar o cuando va a estar expuesta a concentraciones perjudiciales que contengan sulfatos.

Cuando se especifique concreto con aire, el aditivo deberá ser de clase aprobada según se indica en la [Subsección 503.03 \(e\)](#). La cantidad de aditivo utilizado deberá producir el contenido de aire incorporado que muestra la [Tabla 503-10](#).

Tabla 503-10**Requisitos sobre aire incluido**

Resistencia de diseño a 28 días	Porcentaje aire incluido
28 MPa -35 MPa concreto normal	6-8
28 MPa -35 MPa concreto pre-esforzado	2-5
14 MPa-28 MPa concreto normal	3-6

La cantidad de aire incorporado se determinará según la norma de ensayo AASHTO-T152 o ASTM-C231.

La aprobación que dé el Supervisor al diseño, no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan en base a dicho diseño, ni exime al Contratista de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y los planos. La aceptación de las obras para fines de pago dependerá de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia a compresión mínima especificada para la respectiva clase de concreto, resistencia que será comprobada en base a las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

503.08 Preparación de la zona de los trabajos, encofrados y obra falsa

La excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto y su preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario, se deberá efectuar conforme al Proyecto y la [Sección 501](#).

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los encofrados necesarios para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en el Proyecto y aprobados por el Supervisor. Los encofrados podrán ser de madera o metálicos y deberán ensamblarse firmemente, y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes u otras desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni que permita el escurrimiento del mortero.

Los encofrados de madera podrán ser de madera cepillada y deberán tener un espesor uniforme.

La obra falsa o armazones provisionales deberán ser construidos sobre cimientos suficientemente resistentes para soportar las cargas sin asentamientos perjudiciales. Toda la obra falsa deberá ser diseñada y construida con la solidez necesaria que le permita soportar, sin sufrir deformación apreciable, las cargas a que estará sometida, las cuales deberán incluir, además del peso de la superestructura, las correspondientes a los encofrados, arriostres, carriles de tráfico y demás cargas que le puedan ser impuestas durante la construcción. La obra falsa deberá ser convenientemente apuntalada y amarrada para prevenir distorsiones y movimientos que puedan producir vibraciones y deformaciones en el encofrado de la superestructura.

503.09 Fabricación de la mezcla

a. Almacenamiento de los agregados

Cada tipo de agregado se acopiará por pilas separadas, las cuales se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestos de tal forma, que se evite al máximo la segregación de los agregados.

Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los 15 cm inferiores de los mismos.

Los acopios se construirán por capas de espesor no mayor de 1,50 m y no por depósitos cónicos.

b. Suministro y almacenamiento del cemento

El cemento en bolsas se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo en rumas de no más de 8 bolsas.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en silos apropiados aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento será la suficiente para el consumo de dos jornadas de producción normal.

Todo cemento que tenga más de 3 meses de almacenamiento en sacos o 6 en silos, deberá ser examinado y usado previa certificación de calidad autorizado por el Supervisor, quien verificará si aún es susceptible de utilización. No se utilizará cemento endurecido o cuya fecha de vencimiento haya expirado.

c. Almacenamiento de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos. Ésta recomendaciones no son excluyentes de las especificadas por los fabricantes.

d. Elaboración de la mezcla

Cuando la mezcla se produce en una planta central, sobre camiones mezcladores o por una combinación de estos procedimientos, el trabajo se deberá efectuar de acuerdo con los requisitos aplicables de la especificación ASTM C-94.

1. Mezclado en plantas estacionarias en el lugar de la obra

Salvo indicación en contrario del Supervisor, la mezcladora se cargará primero con una parte no superior a la mitad del agua requerida para la tanda; a continuación se añadirán simultáneamente el agregado fino y el cemento y, posteriormente, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua.

La mezcla se hará a la velocidad recomendada por el fabricante de la maquina y el tiempo de mezclado deberá ser no menor a 1,5 min, contados a partir del momento en que todos los materiales están dentro del tambor mezclador y hasta el instante en que se inicie la descarga. Se podrá reducir este tiempo, solamente si se demuestra que la mezcla es satisfactoria. En todo caso, el tiempo de mezclado no deberá exceder de 5 minutos.

Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua.

Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de 30 minutos, deberá ser limpiada antes de verter materiales en ella. Así mismo, se

requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se elabore en mezcladoras al pie de la obra, el Contratista, con la aprobación del Supervisor, solo para resistencias $f'c$ menores a 21 MPa (210 Kg/cm²), podrá transformar las cantidades correspondientes en peso de la Fórmula de Trabajo a unidades volumétricas. El Supervisor verificará que existan los elementos de dosificación precisos para obtener las medidas especificadas de la mezcla.

2. Mezclado en planta central

Debe ajustarse, en todo lo pertinente, a lo indicado en la Subsección anterior para la mezcla en mezcladoras estacionarias.

3. Mezclado en camiones mezcladores (mixer)

Cuando se emplee un camión mezclador para mezclado completo, en tránsito o al llegar a la obra, cada bachada o tanda deberá ser mezclada por no menos de 70 ni más de 100 revoluciones de tambor o paletas a la velocidad de rotación fijada por el fabricante del equipo. El tiempo adicional de mezcla, cuando sea requerido, se debe completar a la velocidad de agitación especificada por el fabricante del mixer.

Todos los materiales incluyendo el agua, deben estar dentro del tambor mezclador, antes de iniciar el mezclado propiamente dicho y accionar el contador de revoluciones. El mezclado debe iniciar dentro de los 30 segundos siguientes al instante en que el cemento es puesto en contacto con los agregados dentro del tambor.

Cuando los agregados estén húmedos, haya agua dentro del tambor, la temperatura ambiente exceda de 30°C, se use un cemento de alta resistencia o se empleen aditivos aceleradores de fraguado, el tiempo citado en el párrafo anterior se podrá reducir a 15 segundos.

Cuando se trate de mezclado parcial en planta central, el tiempo de mezcla en la mezcladora estacionaria de la planta central se podrá reducir a 30 segundos, completando el mezclado en el camión mezclador en tránsito, en la forma indicada en este numeral.

Los camiones mezcladores no se deberán cargar a más del 63% del volumen del tambor para mezclado completo en tránsito o al llegar a la

obra, ni a más del 70% del volumen del tambor, cuando haya mezclado parcial en la planta central.

4. Mezclado manual

No se permitirá el mezclado manual en ningún caso.

5. Reablandamiento del concreto

No se deberá hacer ningún reablandamiento del concreto, agregándole agua o por otros medios, excepto que con la aprobación del Supervisor podrá añadirse agua adicional de mezcla al concreto transportado en camiones mezcladores o agitadores, siempre que dicho concreto, a su descarga, cumpla todos los requisitos exigidos, ni se excedan los tiempos de mezcla y transporte especificados en esta Sección.

503.10 Operaciones para el vaciado de la mezcla

a. Descarga, transporte y entrega de la mezcla

El concreto al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, plasticidad, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra. La descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de 1 ½ h, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que el Supervisor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

A su entrega en la obra, el Supervisor rechazará todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, determinado por no cumplir con el asentamiento dentro de los límites especificados, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el Supervisor, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, por un concreto que cumpla especificaciones del proyecto.

El material de concreto derramado como consecuencia de las actividades de transporte y colocación, deberá ser recogido inmediatamente por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo, para lo cual deberá contar con el equipo necesario.

b. Preparación para la colocación del concreto

Por lo menos 24 horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Contratista notificará por escrito al Supervisor al respecto, para que éste verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no podrá comenzar, mientras el Supervisor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar en contacto con el concreto. Dichas superficies deberán encontrarse completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado, por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método no es obligatorio.

Se deberá eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla y controlar que durante la colocación de la mezcla y el fraguado, no se vierta agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Las fundaciones en suelo donde se coloque el concreto, deberán ser humedecidas, o recubrirse con una capa delgada de concreto, si así lo exige el Supervisor.

c. Colocación del concreto

1. Requisitos generales

Esta operación se deberá efectuar en presencia del Supervisor.

El concreto no se podrá colocar cuando existan precipitaciones pluviales, salvo que el Contratista suministre cubiertas que, a juicio del Supervisor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra los encofrados o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a 1 m.

Al verter el concreto, se compactará enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

A menos que el Proyecto establezca lo contrario, el concreto se deberá colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de 0,5 m. El Supervisor podrá exigir espesores aún menores cuando se estime conveniente, si los considera necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

2. Colocación por bombeo

Cuando se utilice equipo de bombeo, se deberá disponer de los medios para continuar la operación de colocación del concreto en caso que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas, según se describe en la [Subsección 503.10 \(f\)](#).

4. Colocación del agregado ciclópeo

La colocación del agregado ciclópeo para el concreto clase G, se deberá ajustar al siguiente procedimiento. La piedra limpia y húmeda, se deberá colocar cuidadosamente, sin dejarla caer por gravedad, en la mezcla de concreto simple.

En estructuras cuyo espesor sea inferior a 80 cm, la distancia libre entre piedras o entre una piedra y la superficie de la estructura, no será inferior a 10 cm. En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumentará a 15 cm. En estribos y pilas no se podrá usar agregado ciclópeo en los últimos 50 cm debajo del asiento de la superestructura o placa. La proporción máxima del agregado ciclópeo será el 30% del volumen total de concreto.

Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto.

La zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

d. Colocación del concreto bajo agua

El concreto no deberá ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en el Proyecto y/o lo apruebe el Supervisor, quien efectuará una supervisión directa de los trabajos. En tal caso, el concreto tendrá una resistencia no menor de la exigida para la clase D y contendrá un 10 % de exceso de cemento.

Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un método aprobado por el Supervisor. Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua.

No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y los encofrados diseñados para retenerlo bajo el agua, deberán ser impermeables. El concreto se deberá colocar de tal manera, que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes que la precedente, haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto.

La zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

e. Vibración

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición vertical y con su cabeza sumergida totalmente dentro de la mezcla.

No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de los encofrados, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

f. Juntas

Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en el Proyecto o indicados por el Supervisor. El Contratista no podrá introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en el Proyecto o aprobadas por el Supervisor, sin la autorización de éste. En superficies expuestas, las juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario.

En general, se deberá dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas, utilizando para las mismas los rellenos, sellos o retenedores indicados en el Proyecto.

g. Agujeros para drenaje

Los agujeros para drenaje se deberán construir de la manera y en los lugares señalados en los planos. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática, se deberán colocar por debajo de las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los planos.

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto.

h. Remoción de los encofrados y de la obra falsa

Las operaciones de remoción de encofrados y soportes, se deben realizar cuidadosamente, en forma tal que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su propio peso.

Dada que las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencias de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrán efectuar, al lograrse las resistencias fijadas en el

diseño. Los cilindros de ensayos deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

Excepcionalmente si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio la siguiente lista puede ser empleada como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de encofrados y soportes:

- Estructuras para arcos: 14 días
- Estructuras bajo vigas: 14 días
- Soportes bajo losas planas: 14 días
- Losas de piso: 14 días
- Placa superior en alcantarillas de cajón: 14 días
- Superficies de muros verticales: 48 horas
- Columnas: 48 horas
- Lados de vigas: 24 horas

i. Curado

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el concreto a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Supervisor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de 14 días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de 7 días.

1. Curado con agua

El concreto deberá permanecer húmedo en toda la superficie y de manera continua, cubriéndolo con tejidos de yute o algodón saturados de agua, o por medio de rociadores, mangueras o tuberías perforadas, o por cualquier otro método que garantice los mismos resultados.

No se permitirá el humedecimiento periódico; éste debe ser continuo.

El agua que se utilice para el curado deberá cumplir los mismos requisitos del agua para la mezcla.

2. Curado con compuestos membrana

Este curado se podrá hacer en aquellas superficies para las cuales el Supervisor lo autorice, previa aprobación de éste sobre los compuestos a utilizar y sus sistemas de aplicación.

El equipo y métodos de aplicación del compuesto de curado deberán corresponder a las recomendaciones del fabricante, esparciéndolo sobre la superficie del concreto, de tal manera que se obtenga una membrana impermeable, fuerte y continua que garantice la retención del agua, evitando su evaporación. El compuesto de membrana deberá ser de consistencia y calidad uniformes.

j. Acabado

Todas las superficies de concreto deberán recibir un acabado después del retiro de los encofrados. El tipo de acabado dependerá de las características de la obra construida.

1. Acabado ordinario

Es el procedimiento usado para la mayoría de las estructuras. Después de remover los encofrados, toda la rebaba y salientes irregulares de la superficie del concreto se deberán retirar para obtener una superficie uniforme. Todos los alambres y varillas que sobresalgan se deberán cortar, cuando menos 5 mm bajo la superficie. Todas las cavidades pequeñas se deberán limpiar cuidadosamente, saturarse con agua y rellenarse con un mortero compuesto por una parte de cemento Portland y 2 de arena, el cual deberá ser completamente apisonado en su lugar. En caso de cavidades mayores, se aplicará una capa delgada de pasta de cemento puro antes de colocar el mortero de relleno. Todos los remiendos deberán mantenerse húmedos por un periodo no menor de 5 días.

Para el relleno de cavidades grandes o profundas se deberá incluir agregado grueso en el mortero de relleno.

Las zonas con "cangrejas" excesivas pueden ser causa de rechazo de la estructura, en cuyo caso el Contratista deberá demoler y reconstruir, a su costo, la parte afectada.

Todas las juntas de construcción y de dilatación en la obra terminada, deben quedar sin restos de mortero y concreto. El relleno de las juntas deberá quedar con los bordes limpios en toda su longitud.

2. Acabado por frotado de superficie

Tan pronto como se hayan removido las formaletas o encofrados y lo permita la condición del concreto, se iniciará el frotado, empapando las superficies con agua, y frotándolas luego con una piedra de carborundo de mediana aspereza, esmerilando la superficie hasta formar una pasta.

La operación de frotado se debe continuar hasta que todas las señales dejadas por los encofrados y demás salientes e irregularidades hayan sido removidas y la superficie presente una textura lisa y un color uniforme.

En este proceso no se deberá emplear ningún agua de cemento ni enlucido de mortero.

La pasta producida por el frotamiento debe ser cepillada cuidadosamente o extendida uniformemente en una capa delgada sobre la superficie, dejándose que vuelva a fraguar. El acabado final se obtiene mediante un segundo frotado con una piedra de carborundo más fina.

3. Acabado en los pisos de puentes

Si el piso va a ser cubierto con una capa asfáltica, basta con asegurar que la superficie de concreto sea correctamente nivelada para que presente las pendientes transversales indicadas en el Proyecto.

4. Acabado de losas de pisos

Si los documentos del proyecto no establecen otra cosa diferente, su acabado será como el descrito en la [Sección 438](#) para los pavimentos de concreto hidráulico.

5. Acabado en andenes de concreto

El concreto colocado y compactado deberá ser alisado con equipo similar al empleado en los pavimentos de concreto hidráulico. Los bordes y las juntas de dilatación deberán acabarse con una herramienta apropiada para ello.

Se deberá garantizar que la textura no sea resbaladiza cuando la superficie este mojada.

k. Limpieza final

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el Contratista deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable, lo cual deberá ser aprobado por el Supervisor.

l. Limitaciones en la ejecución

La temperatura de la mezcla de concreto, antes de su colocación, deberá estar entre 10°C y 32°C.

Durante el vaciado la temperatura ambiental no sea inferior a 6°C. La temperatura durante la colocación no deberá exceder de 32°C, para que no se produzcan pérdidas en el asentamiento, fraguado falso o juntas frías. Cuando la temperatura de los encofrados metálicos o de las armaduras exceda de 50°C, se deberán enfriar mediante rociadura de agua, antes de la colocación del concreto.

m. Deterioros

De acuerdo a la magnitud de las imperfecciones, todo concreto defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o removido y remplazado por el Contratista, con la aprobación del Supervisor. Todos los recursos necesarios de mano de obra, equipo y materiales requeridos para la reparación del concreto, serán suministrados por el Contratista.

Aceptación de los trabajos

503.11 Criterios

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación, consolidación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.
- Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.

b. Calidad del cemento

El Supervisor dispondrá que se efectúen los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

c. Calidad del agua

El Supervisor realizará las pruebas necesarias para determinar su pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros, además de la periodicidad fijada para los ensayos.

d. Calidad de los agregados

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas ya descritas en esta especificación. El Supervisor dispondrá la frecuencia de ejecución de los controles de calidad de los agregados, de acuerdo con la magnitud de la obra bajo control. De dicha decisión, se deberá dejar constancia escrita.

e. Calidad de aditivos y productos químicos de curado

El Supervisor deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, que garanticen su calidad y conveniencia de utilización, disponiendo la ejecución de los ensayos de laboratorio para su verificación.

f. Calidad de la mezcla

1. Dosificación

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas durante su diseño, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes:

- Agua, cemento y aditivos: $\pm 1\%$
- Agregado fino: $\pm 2\%$
- Agregado grueso hasta de 38 mm: $\pm 2\%$
- Agregado grueso mayor de 38 mm: $\pm 3\%$

Las mezclas dosificadas por fuera de estos límites, serán rechazadas por el Supervisor.

2. Consistencia

El Supervisor controlará la consistencia de cada carga entregada, con la frecuencia indicada en la [Tabla 503-11](#), cuyo resultado deberá encontrarse dentro de los límites indicados en la [Subsección 503.07](#). En caso de no cumplirse este requisito, se rechazará la carga correspondiente.

3. Resistencia

El Supervisor verificará la resistencia a la compresión del concreto con la frecuencia indicada en la [Tabla 503-11](#).

La muestra estará compuesta por nueve especímenes según el método MTC E 701, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a compresión (MTC E 704), de las cuales se probarán 3 a 7 días, 3 a 14 días y 3 a 28 días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia de 7 días y 14 días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de la

producción del concreto, mientras que los obtenidos a 28 días se emplearán para la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de resistencia de los 3 especímenes tomados simultáneamente de la misma mezcla, se considera como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto será considerada satisfactoria, si ningún espécimen individual presenta una resistencia inferior en más de 3,5 MPa (35 Kg/cm²), de la resistencia especificada y, simultáneamente, el promedio de 3 especímenes consecutivos de resistencia, iguala o excede la resistencia de diseño especificada en los planos.

Si alguna o las 2 exigencias así indicadas es incumplida, el Supervisor ordenará una revisión de la parte de la estructura que esté en duda, utilizando métodos idóneos para detectar las zonas más débiles y requerirá que el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, tome núcleos de dichas zonas, de acuerdo a la norma MTC E 707.

Se deberán tomar 3 núcleos por cada resultado de ensayo inconforme. Si el concreto de la estructura va a permanecer seco en condiciones de servicio, los testigos se secarán al aire durante 7 días a una temperatura entre 16°C y 27°C, y luego se probarán secos. Si el concreto de la estructura se va a encontrar húmedo en condiciones de servicio, los núcleos se sumergirán en agua por 48 horas y se probarán a continuación.

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia de los 3 núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al 85% de la resistencia especificada en los planos, siempre que ningún núcleo tenga menos del 75% de dicha resistencia.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el Contratista podrá solicitar que, a su cuenta, costo y riesgo, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especifica el reglamento ACI. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se aceptará el concreto en discusión. En caso contrario, el Contratista deberá demoler totalmente la estructura, y su posterior reconstrucción, sin costo alguno para la entidad contratante.

Tabla 503-11
Ensayos y frecuencias

Material o producto	Propiedades o características	Método De Ensayo		Frecuencia	Lugar de Muestreo
Agregado fino	Granulometría	MTC E 204		250 m ³ y no menos de uno cada 2 días	Cantera
	Material que pasa la malla n.º 200 (75 µm)	MTC E 202		1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Terrones de arcillas y partículas deleznales	MTC E 212	NTP 400.015	1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Equivalente de arena	MTC E 114	NTP 339.146	1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Reactividad alcali-agregado ⁽¹⁾	-		1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Cantidad de partículas livianas	MTC E 211	NTP 400.023	1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Contenido de sulfatos (SO ₄ ²⁻)	AASHTO T290		1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Contenido de cloruros (Cl ⁻)	AASHTO T291		1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Durabilidad ⁽²⁾	MTC E 209	NTP 400.016	1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
Agregado grueso	Granulometría	MTC E 204		250 m ³ y no menos de uno cada 2 días	Cantera
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	NTP 400.016	1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Partículas fracturadas	MTC E 210		500 m ³	Cantera
	Terrones de arcillas y partículas deleznales	MTC E 212	NTP 400.015	1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Cantidad de partículas livianas	MTC E 211	NTP 400.023	1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Contenido de sulfatos (SO ₄ ²⁻)	AASHTO T290		1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Contenido de cloruros (Cl ⁻)	AASHTO T291		1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Contenido de carbón y lignito	MTC E 215		1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Reactividad alcali-agregado ⁽¹⁾	-		1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Durabilidad ⁽²⁾	MTC E 209	NTP 400.016	1.000 m ³ y no menos de uno por semana	Cantera
	Porcentaje de partículas planas y alargadas (relac.largo espesor: 3:1)	MTC E 221		250 m ³ y no menos de uno cada 2 días	Cantera
	Resistencia al impacto ⁽¹⁾		NTP 400.037	500 m ³ y no menos de uno cada 3 días	Cantera
	Concreto	Consistencia	MTC E 705		1 por carga ⁽³⁾
Resistencia a Flexo – Tracción		MTC E 709		1 juego por cada 50 m ³ , pero no menos de uno por día	Punto de vaciado

(1) Opcional

(2) Requerido para proyectos ubicados a más de 3000 msnm.

(3) Se considera carga al volumen de un camión mezclador. En casos de no alcanzar este volumen, se efectuará un ensayo por cada elemento estructura.

g. Calidad del trabajo terminado

1. Desviaciones máximas admisibles de las dimensiones laterales

- Vigas pretensadas y postensadas: -5 mm a +10 mm.
- Vigas, columnas, placas, pilas, muros y estructuras similares de concreto reforzado: -10 mm a +20 mm.
- Muros, estribos y cimientos: -10 mm a +20 mm.
- El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los planos, no podrá ser mayor que la desviación máxima (+) indicada.

2. Otras tolerancias

- Espesores de placas: -10 mm a +20 mm.
- Cotas superiores de placas y veredas: -10 mm a +10 mm.
- Recubrimiento del refuerzo: $\pm 10\%$
- Espaciamiento de varillas: -10 mm a +10 mm.

3. Regularidad de la superficie

La superficie no podrá presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación.

- Placas y veredas: 4 mm.
- Otras superficies de concreto simple o reforzado: 10 mm.
- Muros de concreto ciclópeo: 20 mm.

4. Curado

Toda obra de concreto que no sea correctamente curada, puede ser rechazada; si se trata de una superficie de contacto con concreto, deficientemente curada, el Supervisor podrá exigir la remoción de una capa como mínimo de 5 cm de espesor, por cuenta del Contratista.

Todo concreto donde los materiales, mezclas y producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación deberá ser corregido por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor y con su aprobación.

La evaluación de los trabajos de concreto se efectuará de acuerdo a lo indicado en la [Subsección 04.11.](#)

Medición

503.12

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, aprobada por el Supervisor.

Pago

503.13

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

Deberá cubrir, también todos los costos de construcción o mejoramiento de las vías de acceso a las fuentes, los de la explotación de ellas; la selección, trituración, y eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargas, transportes, descargas y mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya Fórmula de Trabajo se haya aprobado, los aditivos si su empleo está previsto en el Proyecto o ha sido solicitado por el Supervisor.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos por concepto de patentes utilizadas por el Contratista; suministro, instalación y operación de los equipos; la preparación de la superficie de las excavaciones, el suministro de materiales y accesorios para los encofrados y la obra falsa y su construcción y remoción; el diseño y elaboración de las mezclas de concreto, su carga, transporte al sitio de la obra, colocación, vibrado, curado del concreto terminado, ejecución de juntas, acabado, reparación de desperfectos, limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados, las instrucciones del Supervisor y lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#).

Partida de pago	Unidad de pago
503.A Concreto Estructural (Clase A,B,....G)	Metro cúbico (m^3)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 504

ACERO DE REFUERZO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 504

Acero de refuerzo

Descripción

Este material está constituido por barras de acero corrugadas, con límite de fluencia (f_y) de 420 MPa (4200 kg/cm²), que se colocan como refuerzo dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

504.01

Los materiales que se proporcionen a la obra deberán contar con certificación de calidad del fabricante y de preferencia contar con certificación ISO 9000.

a. Barras de refuerzo

Deberán cumplir con la más apropiada de las siguientes normas, según se establezca en el proyecto: AASHTO M-31 y ASTM A-706.

Cuando en los planos del proyecto está prevista barras de refuerzo galvanizado, ésta debe cumplir la norma ASTM - A767.

b. Alambre y mallas de alambre

Deberán cumplir con las siguientes normas AASHTO, según corresponda: M-32, M-55, M-221 y M-225.

c. Pesos teóricos de las barras de refuerzo

Los pesos unitarios, se indican en la [Tabla 504-01](#).

Tabla 504-01**Peso de las barras por unidad de longitud**

Barra Nº	Diámetro Nominal en mm (pulg)	Peso Kg/m
2	6,35 (1/4")	0,25
3	9,5 (3/8")	0,56
4	12,7 (1/2")	1,00
5	15,7 (5/8")	1,55
6	19,1 (3/4")	2,24
7	22,2 (7/8")	3,04
8	25,4 (1")	3,97
9	28,7 (1 1/8")	5,06
10	32,3 (1 1/4")	6,41
11	35,8 (1 3/8")	7,91
14	43,0 (1 3/4")	11,38
18	57,3 (2 1/4")	20,24

Equipo**504.02**

Se requiere de un equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo. Si se autoriza el empleo de soldadura, el Contratista deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor.

Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

Al utilizar el acero de refuerzo, los operarios deben utilizar guantes de protección.

Los equipos de corte y doblado de las barras de refuerzo no deberán producir ruidos por encima de los permisibles o que afecten a la tranquilidad del personal de obra y las poblaciones aledañas. El empleo de los equipos deberá contar con la aprobación del Supervisor.

Requerimientos de construcción

504.03 Planos y despiece

Antes de cortar el material a los tamaños indicados en los planos, el Contratista deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado.

Si los planos no los muestran, las listas y diagramas deberán ser preparados por el Contratista y aprobados por el Supervisor, pero tal aprobación no exime al Contratista de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, el Contratista deberá contemplar el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados, en los precios de su oferta.

504.04 Suministro y almacenamiento

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

Se debe proteger el acero de refuerzo de los fenómenos atmosféricos, principalmente en zonas con alta precipitación pluvial. En el caso del almacenamiento temporal, se evitará dañar, en la medida de lo posible, la vegetación existente en el lugar, ya que su no-protección podría originar procesos erosivos del suelo.

504.05 Doblamiento

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el Supervisor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, serán los indicados en la [Tabla 502-02](#).

Tabla 504-02**Diámetro mínimo de doblamiento**

Número de Barra	Diámetro mínimo
2 a 8	6 diámetros de barra
9 a 11	6 diámetros de barra
17 a 18	6 diámetros de barra

El diámetro mínimo de doblamiento para flejes u otros elementos similares de amarre, no será menor que 4 diámetros de la barra, para barras N°. 5 o menores. Para las barras mayores, se doblarán de acuerdo con lo que establece la [Tabla 504-02](#).

504.06 Colocación y amarre

Al ser colocado en la obra y antes de producir el concreto, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido en escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar la adherencia. Todo el mortero seco deberá ser retirado del acero.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de los encofrados deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, soportes de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Los soportes de metal que entren en contacto con el concreto, deberán ser galvanizados. No se permitirá el uso de cascajo, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de 0,30 m, en el cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá tener un diámetro equivalente de 1,5875 mm (N° 16) ó 2,032 mm (N° 12), o calibre equivalente. No se permitirá la soldadura de las intersecciones de las barras de refuerzo.

Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en la última edición del Código ACI-318.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para uso en superficies planas, la malla deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

El Supervisor deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el Contratista inicie la colocación del concreto.

504.07 Traslapes y uniones

Los traslapes de las barras de refuerzo se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Supervisor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Contratista podrá introducir traslapes y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando: dichas modificaciones sean aprobadas por el Supervisor, los traslapes y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido por el Contratista.

En los traslapes, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

El Contratista podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society, AWS D1.4. En tal caso, los soldadores y los procedimientos deberán ser precalificados por el Supervisor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deberán ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté sancionado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, correrán por cuenta del Contratista.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deberán traslapar entre sí de acuerdo a lo especificado en el proyecto para mantener una resistencia uniforme, y se deberán asegurar en los extremos y bordes. El traslape de borde deberá ser, como mínimo, igual a 1 espaciamiento en ancho.

504.08 Sustituciones

La sustitución de las diferentes secciones de refuerzo sólo se podrá efectuar con aprobación del Supervisor. En tal caso, el acero sustituyente deberá tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño.

Aceptación de los trabajos

504.09 Criterios

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Solicitar al Contratista copia certificada de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante a las muestras representativas de cada suministro de barras de acero.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Verificar que el corte, doblado y colocación del refuerzo se efectúen de acuerdo con los planos, esta especificación y sus instrucciones.
- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el período de ejecución de los trabajos.
- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de áreas y perímetros iguales o superiores a los de diseño.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

b. Calidad del acero

Las barras y mallas de refuerzo deberán ser ensayadas en la fábrica y sus resultados deberán satisfacer los requerimientos de las normas respectivas de la AASHTO o ASTM correspondientes.

El Contratista deberá suministrar al Supervisor una copia certificada de los resultados de las pruebas físicas y mecánicas realizadas por el fabricante para el lote correspondiente a cada envío de acero de refuerzo a la obra.

En caso que el Contratista no cumpla este requisito, el Supervisor ordenará, a cuenta, costo y riesgo del Contratista, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización.

Cuando se autorice el empleo de soldadura para las uniones, su calidad y la del trabajo ejecutado se verificarán de acuerdo con lo indicado en la [Subsección 504.07.](#)

Las varillas que tengan fisuras o hendiduras en los puntos de flexión, serán rechazadas.

c. **Calidad del trabajo terminado**

Se aceptarán las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

1. Desviación en el espesor de recubrimiento

- Con recubrimiento ≤ 5 cm: 5 mm
- Con recubrimiento > 5 cm: 10 mm

2. Área

No se permitirá la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregido por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con procedimientos establecidos y aprobados por el Supervisor.

Medición

504.10

La unidad de medida será el kilogramo (kg), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de concreto armado,

realmente suministrado y colocado en obra, debidamente aprobado por el Supervisor.

La medida no incluye el peso de soportes separados, soportes de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio, ni los empalmes adicionales a los indicados en el Proyecto.

Si se sustituyen barras a solicitud del Contratista y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se medirá la cantidad adicional.

La medida para barras se basará en el peso computado para los tamaños y longitudes de barras utilizadas, usando los pesos unitarios indicados en la [Tabla 504-01](#).

La medida para malla de alambre será el producto del área en metros cuadrados de la malla efectivamente incorporada y aceptada en la obra, por su peso real en kilogramos por metro cuadrado.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en el Proyecto y aprobada por el Supervisor.

Pago

504.11

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transporte, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo necesario para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, esta especificación, con la aprobación del Supervisor y lo especificado en la [Subsección 07.05](#).

Partida de pago	Unidad de pago
504.A Acero de Refuerzo	Kilogramo (kg)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 505

TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 505

Tubería de concreto simple

Descripción

505.01

Este trabajo consiste en la instalación de tubos de concreto simple, debidamente aprobados para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

505.02 Tubería

Los tubos deberán ser elaborados con una mezcla homogénea de concreto, de calidad tal, que cumplan los requisitos de resistencia al aplastamiento y absorción indicados en la [Tabla 505-01](#), determinados de acuerdo con las normas de ensayo indicados.

En todo caso, el tamaño máximo nominal del agregado grueso no podrá exceder de 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ ") y la mezcla deberá ser de la clase definida en la [Sección 503](#) y no podrá contener menos de 330 kg de cemento por metro cúbico (m³) de concreto.

Cada tubo deberá tener una longitud entre (0,80 m - 1,00 m) y sus extremos deberán estar diseñados de manera de obtener un encaje adecuado entre ellos, formando un conducto continuo con una superficie interior lisa y uniforme.

Todos los materiales a utilizarse deberán estar ubicados de tal forma que no cause incomodidad a los transeúntes y/o vehículos que circulen en los alrededores.

Tabla 505-01

Diámetro interno de diseño (mm)	Espesor mínimo de pared (mm)	Resistencia promedio N/m (kg/m)	MTC-E-901 Absorción Máxima (%) MTC-E-902	Ancho de solado (m)
450	38	32,4 (3300)	9,0	1,15
600	54	38,2 (3900)	9,0	1,30
750	88	44,1 (4500)	9,0	1,45

505.03 Material para solado y sujeción

El solado y sujeción para la tubería se ejecutarán en concreto simple, clase F, según lo especificado en la [Subsección 503.04](#).

505.04 Mortero

El mortero para las juntas de la tubería deberá estar constituido por 1 parte de cemento Portland y 3 partes de arena, medidas por volumen en estado seco, con el agua necesaria para obtener una mezcla trabajable.

Alternativamente, se podrá emplear un mortero espeso de cemento Portland.

Equipo

505.05

Se requieren, principalmente, elementos para la producción de agregados pétreos, fabricación y curado de la mezcla de concreto, moldes para la fabricación de los tubos y equipos para su transporte y colocación en el sitio de las obras.

Requerimientos de construcción

505.06 Preparación del terreno base

Cuando el fondo de la tubería se haya proyectado a una altura aproximadamente igual o, eventualmente, mayor a la del terreno natural, éste se deberá limpiar, excavar, rellenar, conformar y compactar, de acuerdo con lo especificado en las [Secciones 201](#), [501](#) y [205](#); de manera que la

superficie compactada quede por lo menos 15 cm debajo de las cotas proyectadas del fondo exterior de la tubería.

El material utilizado en el relleno deberá clasificar como corona según la [Tabla 205-01](#) y su compactación deberá ser, como mínimo, el 95% de la máxima obtenida en el ensayo modificado de compactación (norma de ensayo MTC E 115).

Cuando la tubería se vaya a colocar en una zanja excavada, ésta deberá tener caras verticales, cada una de las cuales deberá quedar a una distancia suficiente del lado exterior de la tubería, que permita la construcción del solado en el ancho mencionado en la [Tabla 505-01](#) o el aprobado por el Supervisor. El fondo de la zanja deberá ser excavado a una profundidad de no menos de 15 cm debajo de las cotas especificadas del fondo de la tubería.

Dicha excavación se realizará conforme se indica en la [Sección 501](#), previo el desbroce y limpieza requeridos.

Cuando una corriente de agua impida la ejecución de los trabajos, el Contratista deberá desviarla hasta cuando se pueda conducir a través de la tubería.

Cuando exista la necesidad de desviar un curso natural, el contratista deberá previamente solicitar el permiso respectivo al Supervisor y a la autoridad competente. Así mismo, el curso abandonado deberá ser restaurado a su condición original.

No se permitirá el vadeo frecuente de arroyos con equipos de construcción, debiéndose utilizar puentes u otras estructuras donde se prevea un número apreciable de pasos del agua.

Los desechos ocasionados por la construcción de los pasos de agua, se eliminarán en los lugares señalados en el proyecto para éste fin.

No debe permitirse el acceso de personas ajenas a la obra.

505.07 Solado

Una vez preparada la superficie, se colocará el solado con el material especificado en la [Subsección 505.03](#), ancho según la [Tabla 505-01](#) y un espesor no menor de 15 cm o según sea establecido y aprobado por el Supervisor.

505.08 Colocación de la tubería

La tubería se colocará mientras el concreto del solado esté fresco, en forma ascendente, comenzando por el lado de salida y con los extremos acampanados o de ranura dirigidos hacia el cabezal o caja de entrada de la obra. El fondo de la tubería se deberá ajustar a los alineamientos y cotas señalados en el proyecto.

Cuando las tuberías y demás obras de drenaje de una construcción confluyan directamente a un río, éste deberá estar provisto de obras civiles que permitan la decantación de sedimentos.

Las tuberías deben conducirse siguiendo la menor pendiente hacia los cursos naturales protegidos. En caso que esto no sea posible, se deben construir obras civiles de protección mecánica para el vertimiento de las aguas, tales como estructuras de disipación de energía a la salida del terreno para evitar la erosión.

505.09 Juntas

Las juntas de los tubos deberán ser humedecidas completamente antes de hacer la unión con mortero. Previamente a la colocación del tubo siguiente, las mitades inferiores de las campanas o ranuras de cada tubo, deberán ser llenadas con mortero de suficiente espesor para permitir que la superficie interior de los tubos quede a un mismo nivel. Después de colocar el tubo, el resto de la junta se llenará con el mortero, usando una cantidad suficiente para formar un anillo exterior alrededor de la junta. El interior de la junta deberá ser limpiado y alisado.

Después del fraguado inicial, el mortero de los anillos exteriores deberá ser protegido contra el aire y el sol con una cubierta de tierra saturada o una arpillera húmeda.

Para las juntas con mortero de cemento, se deberán emplear moldes u otros medios aprobados por el Supervisor, para retener el mortero vertido o bombeado.

505.10 Sujeción

Tan pronto se hayan asentado los tubos en la mezcla, y una vez endurecido el mortero de las juntas, se sujetarán a los lados, con una mezcla igual a la

utilizada en el solado, hasta una altura no menor de un cuarto del diámetro exterior del tubo.

505.11 Relleno

Una vez que la sujeción haya curado suficientemente, se efectuará el relleno de la zanja conforme a lo señalado la [Sección 502.](#)

505.12 Limpieza

Terminados los trabajos, el Contratista deberá limpiar la zona de las obras y retirar los materiales sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aprobados por el Supervisor, de acuerdo con la [Sección 209.](#)

Aceptación de los trabajos

505.13 Criterios

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista emplee el equipo aprobado y comprobar su estado de funcionamiento.
- Verificar el cumplimiento de lo especificado en la [Sección 103.](#)
- Comprobar que los tubos y demás materiales y mezclas por utilizar cumplan los requisitos de la presente especificación.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.
- Verificar que el alineamiento y pendiente de la tubería estén de acuerdo con los requerimientos de los planos.
- Medir las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Contratista.

b. Calidad de la tubería

El Supervisor no aceptará el empleo de tubos que presenten:

- Fracturas o grietas que atraviesen la pared del tubo.
- Defectos que indiquen dosificación, mezcla o moldeo inadecuados.
- Defectos superficiales tales como cangrejeras y textura abierta.

- Extremos dañados que impidan la construcción de juntas aceptables.
- Cualquier grieta continua que tenga un ancho en superficie igual o superior a $\geq 0,3$ mm y se extienda en una longitud mayor de 300 mm, en cualquier sitio del tubo.
- Sonido que no sea claro al colocarlos en posición vertical y golpearlos ligera y secamente con un martillo liviano.

El Contratista deberá suministrar al Supervisor, sin costo para la entidad contratante, muestras para ensayo hasta el medio por ciento (0,5%) del número de tubos de cada diámetro incluidos en la obra, sin que en ningún caso sean menos de dos ejemplares. Los tubos deberán encontrarse sanos y tener la longitud completa.

Para determinar la sanidad del tubo, se colocará verticalmente y se golpeará con un martillo, debiendo dar un timbre metálico. Si ello no sucede o si en el tubo se advierten grietas u otros defectos de forma o dimensiones en exceso de los límites aceptados por esta especificación, se descartará y se reemplazará por una muestra adicional del mismo embarque que sea sana, sin que dicho reemplazo implique costo alguno para la entidad contratante.

El ensayo de resistencia al aplastamiento, se efectuará sobre por lo menos el 75% de los tubos recibidos para ensayo. La tubería se considerará satisfactoria, si todos los tubos de prueba igualan o exceden la resistencia mencionada en la [Tabla 505-01](#).

Si uno o más tubos no cumplen este requisito, el Contratista deberá suministrar, a su costo, dos tubos por cada tubo insatisfactorio y el embarque sólo será aceptado cuando todos los tubos adicionales cumplan el requisito de resistencia.

De cada tubo satisfactorio, se tomará una muestra para el ensayo de absorción, la cual deberá tener un área entre $77 \text{ cm}^2 - 129 \text{ cm}^2$, un espesor igual al de la pared del tubo y estar exenta de grietas visibles. El embarque sólo se considerará satisfactorio si todas las muestras ensayadas cumplen el requisito de absorción.

c. Tolerancias en las dimensiones de los tubos

1. Diámetro interno

Se aplicara lo indicado en la [Tabla 505-02](#).

Tabla 505-02

Diámetro de diseño (mm)	Diámetro mínimo (mm)	Diámetro máximo (mm)
450	450	465
600	600	620
750	750	775

2. Espesor de pared

El espesor de la pared no podrá ser menor que el indicado en la [Tabla 505-01](#). Tampoco podrá exceder en más 3 mm el espesor mínimo en los tubos de 45 cm y 60 cm, ni en más de 5 mm en los tubos de 750 mm.

Se admitirán tubos con variaciones localizadas de espesor por fuera de estos límites, si cumplen los requisitos de los ensayos físicos indicados en la [Subsección 505.103\(b\)](#).

3. Longitud

Ningún elemento individual podrá tener una longitud que varíe en más de 13 mm respecto de la indicada en el Proyecto.

d. Concreto para solado

En relación con la calidad de los ingredientes para la mezcla, se aplicarán los criterios expuestos en [Subsecciones 503.11\(b\), \(c\), \(d\), \(e\) y \(f\)](#).

En relación con la calidad de la mezcla elaborada, se aplicará lo descrito en la [Subsección 503.11\(f\)](#), excepto lo pertinente a la ejecución de pruebas de carga a cuenta y costo del Contratista.

El Supervisor no autorizará la colocación del concreto para solado, si la superficie de apoyo no se encuentra correctamente preparada.

e. Calidad del trabajo terminado

La tubería será objeto de rechazo si en tramos rectos presenta variaciones de alineamiento de más de 1 cm/m.

El Supervisor tampoco aceptará los trabajos, cuando las juntas estén deficientemente elaboradas.

Todos los materiales defectuosos y los desperfectos en los trabajos ejecutados deberán ser reemplazados y subsanados por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las instrucciones y aprobación del Supervisor.

La evaluación de los trabajos de “Tubería de Concreto Simple” se efectuará de acuerdo a lo indicado en la [Subsección 04.11](#).

Medición

505.14

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería de concreto simple suministrada y colocada de acuerdo con el Proyecto, esta especificación y aprobada por el Supervisor.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería. No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada fuera de los límites aprobados por el Supervisor.

Pago

505.15

El pago se hará al precio unitario del tubo de concreto simple, según el diámetro de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá incluir todos los costos por concepto de suministro en el lugar de los tubos y su instalación; el suministro de los demás materiales y mezclas requeridos; la ejecución de las juntas; la colocación, vibrado y curado de las mezclas de concreto para el solado y la sujeción; las conexiones a cabezales, cajas de entrada y aletas; la limpieza de la zona de los trabajos; el transporte, disposición de los materiales sobrantes y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados y lo indicado en la [Subsección 07.05](#).

La excavación de las zanjas y el relleno se pagarán de acuerdo a lo establecido en las [Subsecciones 501.10](#) y [502.11](#) respectivamente.

Partida de pago	Unidad de pago
505.A Tubería de concreto simple de diámetro interior (...) mm	Metro lineal (m)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 506

TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 506

Tubería de concreto reforzado

Descripción

506.01

Este trabajo consiste en la instalación de tubos de concreto reforzado, aprobados para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

506.02 Tubería

La tubería deberá cumplir los requisitos de materiales, diseño y manufactura establecidos en la especificación AASHTO M-170M. La clase de tubería y su diámetro interno, se deberán indicar en el Proyecto. Los extremos de los tubos y el diseño de las juntas deberán ser tales, que se garantice un encaje adecuado entre secciones continuas, de manera de formar un conducto continuo, libre de irregularidades en la línea de flujo.

El concreto para la tubería deberá ser de clase C definida en la [Sección 503](#).

506.03 Material para solado y sujeción

El solado y la sujeción se construirán con material para sub-base granular, cuyas características deberán satisfacer lo establecido en la [Sección 402](#).

506.04 Sello para juntas

Las juntas para las uniones de los tubos se sellarán con empaques flexibles que cumplan la especificación AASHTO M-198, mortero o lechada de cemento. Si se emplea mortero, éste deberá ser una mezcla volumétrica de una parte de cemento Portland y tres de arena aprobada, con el agua necesaria para obtener una mezcla seca pero trabajable.

Equipo

506.05

Básicamente, se requieren los mismos elementos mencionados en la [Subsección 505.05](#), así como herramientas adecuadas para la correcta colocación del refuerzo.

Requerimientos de construcción

506.06 Preparación del terreno base

El terreno base se preparará de acuerdo con lo indicado en la [Subsección 505.06](#).

Cuando la tubería se vaya a colocar en una zanja excavada, el ancho total de ésta deberá ser igual al diámetro exterior de los tubos más 60 cm por lo menos, salvo que los planos indiquen un valor diferente.

506.07 Solado

Sobre el terreno natural o el relleno preparado se colocará una capa o solado de material granular, que cumplan con las características de material para subbase, de por lo menos 15 cm de espesor compactado, y un ancho igual al diámetro exterior de la tubería más 60 cm por lo menos. La superficie acabada de dicha capa deberá coincidir con las cotas especificadas del fondo exterior de la tubería y su compactación mínima será la que se especifica para la corona en la [Subsección 205.12\(c\) \(1\)](#).

506.08 Colocación de la tubería

La tubería se colocará sobre el solado de material granular conformado y terminado, comenzando en el extremo de descarga, con el extremo de la ranura colocado en la dirección del nivel ascendente y con todo el fondo de la tubería ajustado con los alineamientos, las cotas y la posición que indiquen los planos.

En instalaciones múltiples de tubería, la línea central de cada una deberá ser paralela a las demás. Si los planos no indican otra cosa, la distancia libre entre 2 líneas de tubería deberá ser igual a 1/2 diámetro, y nunca inferior a 60 cm.

Cualquier tubo que no quede correctamente alineado o que presente asentamiento después de su colocación, deberá ser removido y vuelto a colocar correctamente, a cuenta y costo del Contratista.

506.09 Juntas

Las juntas se sellarán de acuerdo con materiales y procedimientos adecuados para el tipo de tubería usada, tal como lo contemplan en el Proyecto. Si se emplea mortero o lechada de cemento, se aplicarán las indicaciones establecidas en la [Subsección 505.08](#).

506.10 Sujeción

Una vez colocada y asentada la tubería sobre el lecho de material granular, éste se deberá aumentar y compactar en capas a los lados de la tubería y hacia arriba, al mismo nivel de densidad exigido para el solado, hasta una altura no menor a 1/6 del diámetro exterior de ella.

Si las juntas de la tubería se han sellado con lechada o mortero, la sujeción sólo se efectuará cuando el sello haya endurecido lo suficiente para que no sea dañado.

506.11 Relleno

El relleno posterior a lo largo de la tubería satisfactoriamente colocada, se hará de acuerdo con lo especificado en la [Sección 502](#).

506.12 Limpieza

Terminados los trabajos, el Contratista deberá limpiar la zona de las obras y retirar los materiales sobrantes, transportarlos y disponerlos en los DME, de acuerdo a la [Sección 209](#).

Aceptación de los trabajos

506.13 Criterios

a. Controles

El Supervisor efectuará los mismos controles generales indicados en la [Subsección 505.13\(a\)](#).

b. Calidad de la tubería

El Supervisor no aprobará el empleo de tubos que presenten:

- Fracturas o grietas.
- Defectos de forma o moldeo.
- Defectos superficiales tales como cangrejera o textura abierta.
- Extremos dañados que impidan la construcción de juntas adecuadamente.

El Contratista deberá suministrar, sin costo para la entidad contratante, el número requerido de tubos para los ensayos, los cuales serán elegidos al azar. Los tubos se someterán al ensayo de resistencia al aplastamiento según la norma de ensayo MTC E 901 y la carga necesaria para producir una grieta de 0,3 mm o la carga última, no podrá ser inferior a la prescrita en la tabla que corresponda de la especificación AASHTO M-170M. La tubería será aceptable bajo los ensayos de resistencia, si todas las muestras probadas cumplen los requisitos. En caso contrario, el Contratista, a su cuenta, costo, y riesgo, suministrará para reensayo dos muestras adicionales por cada muestra que haya fallado y la tubería se considerará aceptable solamente cuando todas las muestras reensayadas cumplan los requisitos de resistencia.

De cada tubo satisfactorio por resistencia se tomará una muestra para el ensayo de absorción según la norma MTC E 902, la cual deberá tener una masa mínima de 1 kg, estará libre de grietas y representará el espesor total del tubo. Si ningún valor de absorción excede del 9%, el lote se considerará satisfactorio. Si la absorción de algún tubo supera dicho límite, se tomará otra muestra del mismo tubo y su resultado reemplazará al anterior. Si el valor vuelve a superar el límite admisible, se rechazará el lote representado por el conjunto de tubos ensayados.

En adición a las pruebas anteriores, el Supervisor efectuará ensayos de compresión, según la norma MTC E 704, para verificar el cumplimiento de la resistencia de diseño. Los cilindros se curarán de la misma manera que los tubos. La resistencia promedio de todos los cilindros (R_c) deberá ser igual o mayor que la de diseño (R_d), ($R_c \geq R_d$). Simultáneamente, no más del 10% de los cilindros podrá tener resistencia inferior a la especificada y ninguno podrá presentar una resistencia menor al 80% de ésta.

Si el anterior requisito se incumple, se podrán tomar núcleos de paredes de los tubos representados por dicho concreto si la armadura lo permite, y la resistencia de cada núcleo deberá ser por lo menos igual a la de diseño.

Si algún núcleo no satisface este requisito, se tomará otro del mismo tubo y se repetirá la prueba. Si el resultado de ésta tampoco es satisfactorio, se rechazará el lote representado por el conjunto de tubos ensayados.

c. Tolerancias en las dimensiones de los tubos

1. Diámetro interno

En ningún caso se aceptarán tubos cuyo diámetro interno sea inferior al de diseño. Tampoco se aceptarán aquellos cuyo diámetro interno exceda los siguientes límites, indicados en la [Tabla 506-01](#).

Tabla 506-01

Diámetro interno de diseño (mm)	Diámetro interno máximo (mm)
900	925
1.000	1.080
1.200	1.230
1.350	1.385
1.500	1.540
1.800	1.850

Para diámetros diferentes, deberá consultarse la Tabla 6 de la especificación AASHTO M-170M.

2. Espesor de pared

No podrá variar $\pm 5\%$ o de 5 mm, el que resulte mayor, respecto del espesor de diseño indicado en la tabla correspondiente de la especificación AASHTO M-170M, de acuerdo con la clase de tubería empleada.

3. Longitud

Ningún tubo se aceptará si tiene una longitud que varíe en más de 13 mm respecto de la indicada en los planos.

d. Tolerancias en el refuerzo

1. Posición

La máxima variación admisible en la posición del refuerzo, será el mayor valor entre $\pm 10\%$ del espesor de diseño de la pared o ± 13 mm.

2. Área de refuerzo

Se considerará que el refuerzo satisface los requerimientos de diseño si el área, calculada sobre la base del área nominal de las varillas empleadas, iguala o excede los requerimientos de la respectiva tabla de diseño de la especificación AASHTO M-170M.

e. Material de solado y sujeción

En relación con su calidad, se deberán cumplir los requisitos del material de Subbase, de acuerdo a lo indicado en la [Sección 402](#).

En cuanto a la compactación, el número de verificaciones, si así, no lo estableciera el Proyecto será determinado por el Supervisor.

f. Calidad del trabajo terminado

La tubería será objeto de rechazo si en tramos rectos presenta variaciones de alineamientos superiores a 1 cm/m.

El Supervisor tampoco aprobará los trabajos, si las juntas están deficientemente elaboradas.

La evaluación de los trabajos de "Tubería de Concreto Reforzado se efectuará de acuerdo a lo indicado en las [Subsecciones 04.11](#).

Medición

506.14

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería de concreto reforzado suministrada y colocada de acuerdo con el Proyecto, esta especificación, y la aprobación del Supervisor.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería.

No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada por fuera de los límites aprobados por el Supervisor.

Pago

506.15

El pago se hará al precio unitario del contrato, según el diámetro interno de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto del suministro de los materiales requeridos para construir los tubos, incluido el acero de refuerzo, la elaboración y curado de los tubos, su transporte y correcta colocación; el suministro de los materiales requeridos para las juntas y la elaboración de éstas; el suministro, colocación y compactación de los materiales granulares requeridos para el solado y la sujeción; las conexiones de cabezales, cajas de entrada y aletas; la limpieza de la zona de los trabajos; el transporte y disposición de los materiales sobrantes y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados y lo indicado en la [Subsección 07.05](#).

Las excavaciones de las zanjas y el relleno se pagarán de acuerdo a lo establecido en [Subsección 501.10](#) y [502.11](#) respectivamente.

Partida de pago	Unidad de pago
506.A Tubería de concreto reforzado de diámetro interior (...) mm	Metro lineal (m)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 507

TUBERÍA METÁLICA

CORRUGADA



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 507

Tubería metálica corrugada

Descripción

507.01

Este trabajo consiste en la instalación de tubería de acero corrugado galvanizado, para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

507.02

Los materiales para la instalación de tubería corrugada deben satisfacer los siguientes requerimientos:

a. Tubos conformados estructuralmente de planchas o láminas corrugadas de acero galvanizado en caliente

Para los tubos, circulares y/o abovedados y sus accesorios (pernos, tuercas) de corruga (68mm x 13mm), del rango de las dimensiones corresponden a 900 mm y 2100 mm de diámetro, se seguirá la especificación ASTM A-929 y AASHTO M-36 / ASTM A-760.

Las planchas o láminas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-929 y AASHTO M-36 / ASTM A-760. Los pernos deberán cumplir con la especificación ASTM A-449 / F568 y ASTM A 307 Grado A y las tuercas con la especificación ASTM A-563 Grado C.

El corrugado, perforado y formación de las planchas deberán ser de acuerdo a la especificación ASTM A-929 y AASHTO M-36 / ASTM A-760.

El recubrimiento de los pernos, tuercas, deberán cumplir con la especificación ASTM A-153.

Los espesores mínimos para las tuberías con los respectivos diámetros serán los indicados en la [Tabla 507-01](#).

Tabla 507-01

Espesores Mínimos de Alcantarillas Circulares y Abovedadas

CIRCULAR			ABOVEDADA				
Diámetro		Espesor min	Luz		Flecha		Espesor min
mt	Pulg	mm	mt	Pulg	mt	Pulg	mm
0.60	24	1.80	0.60	24	0.40	16	1.80
0.90	36	2.00	0.90	36	0.57	22.5	2.00
1.20	48	2.50	1.20	48	0.75	29.5	2.50
1.50	60	3.00	1.50	60	0.92	36.5	3.00
1.80	72	3.30	1.80	72	1.11	44.0	3.30

b. Estructuras conformadas por planchas o láminas corrugadas de acero galvanizado en caliente

Para las estructuras y sus accesorios (pernos, tuercas) de más de 1,98 m de diámetro o luz, las planchas o láminas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A-123, ASTM A-761, ASTM A-1011, y AASHTO M-167 y pernos con la especificación ASTM A-449 y ASTM A-307 Grado A, y las tuercas deben cumplir con la norma ASTM A 563 Grado C, según lo indicado en la ASTM A-761.

El corrugado, perforado y formación de las planchas deberán ser de acuerdo a la especificación ASTM A-761, AASHTO M-167 y ASTM A-1011.

c. Galvanizado de planchas o láminas

El galvanizado de las planchas o láminas deberá cumplir con los requisitos establecidos en las normas ASTM A-761 y ASTM A-929, poniéndose énfasis en las siguientes consideraciones:

- El baño de zinc por inmersión en caliente deberá ser al menos del tipo "Prime Western" de acuerdo a la especificación ASTM B6.

- El peso del total de recubrimiento de zinc por ambas caras del producto galvanizado por inmersión en caliente, debe ser entre 610 y 915 g/m² como promedio. Ver [Tabla 507-02.](#)
- La medida del espesor de la plancha deberá ser tomada a no menos de 10 mm del borde de la plancha. En la plancha corrugada, la medición deberá ser tomada en la tangente de las corrugaciones, según las normas ASTM A-90 y ASTM A-123.

Tabla 507-02

Recubrimiento en peso de Zinc, de acuerdo al espesor del acero base

Espesor Especificado en acero (mm)	Peso de Zinc	
	Es la sumatoria de recubrimiento en ambos lados de la plancha	
	g/m ²	Onz/ft ²
1,80	610	2,00
2,00	610	2,00
2,50	610	2,00
3,00	610	2,00
3,30	610	2,00
3,50	610	2,00
4,00	610	2,00
4,50	915	3,00
5,00	915	3,00
5,50	915	3,00
6,00	915	3,00
6,40	915	3,00
7,00	915	3,00
8,00	915	3,00

d. Tubos de planchas y estructuras de planchas con recubrimiento bituminoso

Deberán cumplir los requisitos indicados en la especificación AASHTO M-190 y las normas y especificaciones que se deriven de su aplicación.

Salvo que el Proyecto establezca lo contrario, el recubrimiento será del tipo A.

e. Conformación estructural

Deberán cumplir los requisitos indicados en la especificación ASTM A-796 y las normas y especificaciones que se deriven de su aplicación, incluyendo instalaciones múltiples.

f. Material para solado y sujeción

El solado y la sujeción se construirán con material para subbase granular, cuyas características estarán de acuerdo con lo establecido en la [Sección 402](#).

Equipo

507.03

Se requieren, básicamente, elementos para el transporte de los tubos, para su colocación y ensamblaje, así como los requeridos para la obtención de materiales, transporte y construcción de una subbase granular, según se indica en la [Subsección 402.03](#). Cuando el Proyecto requiera apuntalamiento de la tubería, se deberá disponer de "gatas" para dicha labor y cables de acero para el tensado.

Requerimientos de construcción

507.04 Calidad de los tubos y del material

a. Certificados de calidad y garantía del fabricante de los tubos

Antes de comenzar los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado original de fábrica, indicando el nombre, marca e identificación del lote del producto que suministrará y un análisis mecánico y químico típico de la materia prima indicando las normas aplicables y del producto final indicando su descripción (diámetro, luz, flecha, espesor), galvanizado (micras, g/m², método de medida y norma aplicable), control dimensional (corruga, diámetro, perforaciones si las tuviera, norma aplicable), para cada clase de tubería.

Además, le entregará el certificado de garantía del fabricante estableciendo que todo el material que suministrará satisface las especificaciones requeridas, que llevará marcas de identificación, y que reemplazará, sin costo alguno para la entidad contratante, cualquier metal que no esté de conformidad con el análisis, resistencia a la tracción, espesor y recubrimiento galvanizado, especificados.

Ningún tubo será aceptado, sino hasta que los certificados de calidad de fábrica y de garantía del fabricante hayan sido recibidos y aprobados por el Supervisor.

b. Inspección y muestreo en la fábrica o el taller

Se deberá tener en consideración lo indicado en la [Sección 03](#).

c. Reparación de revestimientos dañados

Aquellas unidades donde el galvanizado haya sido quemado por soldadura, o dañado por cualquier otro motivo durante la fabricación, deberán ser rechazadas y reemplazadas por una tubería nueva a costo del Contratista. Manejo, transporte, entrega y almacenamiento

Los tubos se deberán manejar, transportar y almacenar usando métodos que no los dañen. Los tubos averiados serán rechazados.

507.05 Preparación del terreno base

El terreno base se preparará de acuerdo con la norma ASTM A-807 y lo indicado en la [Subsección 505.06](#). La excavación deberá tener una amplitud tal, que el ancho total de la excavación tenga 1,5 veces el diámetro del tubo.

507.06 Solado

El solado se construirá de acuerdo con la especificación ASTM A-807, empleando material de subbase granular según la [Sección 402](#), en el ancho indicado en la [Sección 506](#), y de acuerdo con el procedimiento descrito en la [Subsección 506.07](#).

507.07 Ensamblado e Instalación de la tubería

La tubería de acero corrugado y las estructuras de planchas deberán ser ensambladas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

La tubería se colocará sobre el lecho de material granular, conformado y compactado, iniciándose en el extremo de aguas abajo, cuidando que las

pestañas exteriores circunferenciales y longitudinales de los costados se coloquen frente a la dirección aguas arriba. Previamente, sobre la superficie del solado granular, se deberá extender una capa de arena suelta de 12 mm de espesor aproximadamente, con el propósito de dar un mejor contacto de las corrugas de la tubería al solado.

Cuando el Proyecto indique apuntalamiento, éste se hará alargando el diámetro vertical en el porcentaje indicado en aquel y manteniendo dicho alargamiento con puntales, trozos de compresión y amarres horizontales. El alargamiento se debe hacer de manera progresiva de un extremo de la tubería al otro, y los amarres y puntales se deberán dejar en sus lugares hasta que el relleno esté terminado y consolidado.

507.08 Relleno

La zona de terraplén adyacente al tubo, con las dimensiones indicadas en el Proyecto, se ejecutará de acuerdo a la especificación ASTM A-807 y lo indicado en la [Sección 502](#). Su compactación se efectuará en capas horizontales de 15 cm a 20 cm de espesor compacto, alternativamente a uno y otro lado del tubo, de forma que el nivel sea el mismo a ambos lados y con los cuidados necesarios para no desplazar ni deformar los tubos.

La compactación en las capas del relleno no será inferior a las que se indican en la [Subsección 205.12\(c\) \(1\)](#) y la frecuencia de control será la que indique el Proyecto o apruebe el Supervisor.

507.09 Limpieza

Terminados los trabajos, el Contratista deberá limpiar, la zona de las obras y sobrantes, transportarlos y disponerlos en los DME, según lo indicado en la [Sección 209](#).

507.10 Aguas y Suelos agresivos

Si las aguas que han de conducir los tubos presentan un pH menor de 5.8, o que los suelos circundantes presenten sustancias agresivas, será necesario proteger la tubería cuyo producto y procedimiento será acorde al Proyecto o aprobación del Supervisor, y el costo deberá quedar incluido en el precio unitario de la tubería.

Aceptación de los trabajos

507.11 Criterios

a. Controles

El Supervisor efectuará los mismos controles generales indicados en la [Subsección 505.13\(a\)](#).

b. Marcas

No se aceptará ningún tubo, a menos que el metal esté identificado por un sello en cada sección que indique:

- Nombre del fabricante de la lámina
- Marca y clase del metal básico
- Calibre o espesor
- Peso del galvanizado

Las marcas de identificación deberán ser colocadas por el fabricante de tal manera, que aparezcan claramente en la parte exterior de cada sección del tubo.

c. Calidad de la tubería

Constituirán causal de rechazo de los tubos, los siguientes defectos:

- Traslapes desiguales.
- Forma defectuosa.
- Variación de la línea recta central.
- Bordes dañados.
- Marcas ilegibles.
- Láminas de metal abollado o roto.
- Defectos o daños del galvanizado.

La tubería metálica deberá satisfacer los requisitos de todas las pruebas de calidad mencionadas en la especificación ASTM A-924.

Además, el Supervisor tomará, al azar, muestras cuadradas de lado igual a $57,1 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$, para someterlas a análisis químicos y determinación del peso del galvanizado, cuyos resultados deberán satisfacer las

exigencias de la especificación ASTM A-924. El peso del galvanizado se determinará en acuerdo a la norma ASTM A-653. Las muestras para estos ensayos se podrán tomar de la tubería ya fabricada o de láminas o rollos del mismo material usado en su fabricación.

d. Calidad del recubrimiento bituminoso

Cuando los planos requieran la colocación de tubería con revestimiento bituminoso, tanto en la superficie exterior como interior dicho material deberá satisfacer las exigencias de calidad impuestas por la especificación AASHTO M-190.

e. Tamaño y variación permisibles

La longitud especificada de la tubería será la longitud neta del tubo terminado, la cual no incluye cualquier material para darle acabado al tubo. En el caso de que la longitud total no corresponda al múltiplo de la medida de cada alcantarilla formada, esta deberá completarse con una fracción de ella.

f. Solado y relleno

La instalación deberá cumplir lo previsto en las [Subsección 507.05](#), [507.06](#), [507.07](#) y [507.08](#). El material para el solado y relleno debe satisfacer los requisitos establecidos para la Subbase Granular y relleno, además de las pruebas establecidas en la [Sección 502](#).

La frecuencia de las verificaciones de compactación será establecida por el Proyecto o aprobado por el Supervisor, quien no recibirá los trabajos si todos los ensayos que efectúe, no superan los límites mínimos indicados para el solado y el relleno.

Todos los materiales que resulten defectuosos de acuerdo con lo prescrito en esta especificación deberán ser reemplazados por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las instrucciones y previa aprobación del Supervisor.

La evaluación de los trabajos de "Tubería Metálica Corrugada" se efectuará según lo indicado en las [Subsección 04.11](#).

Medición

507.12

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería metálica corrugada, suministrada y colocada de acuerdo con el Proyecto, esta especificación y la aprobación del Supervisor.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería.

No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada por fuera de los límites autorizados por el Supervisor.

Pago

507.13

El pago se hará al precio unitario del contrato, según el diámetro y espesor o calibre de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con el Proyecto, esta especificación y la aprobación del Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, patentes e instalación de las tuberías; el apuntalamiento de éstas cuando se requiera; el suministro, colocación y compactación del solado de material granular; el revestimiento bituminoso de los tubos que lo requieran, incluido el suministro del material; las conexiones a cabezales, cajas de entrada y aletas; la limpieza de la zona de ejecución de los trabajos al término de los mismos; el transporte y adecuada disposición de los materiales sobrantes y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados y lo indicado en la [Subsección 07.05](#).

La excavación de las zanjas y el relleno se pagarán de acuerdo a lo establecido en las [Sección 501](#) y [502](#) respectivamente.



Partida de pago	Unidad de pago
507.A Tubería corrugada de acero galvanizado circular de diámetro (...) m	Metro lineal (m)
507.B Tubería corrugada de acero galvanizado abovedada (...) m de luz y (...) m de flecha	Metro lineal (m)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 508

TUBERÍA DE POLIETILENO DE

ALTA DENSIDAD



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 508

Tubería de polietileno de alta densidad

Descripción

508.01

Este trabajo consiste en la instalación de tubería de polietileno de alta densidad (PAD o HDPE), para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

508.02

Los materiales para la instalación de la tubería PAD o HDPE deben satisfacer los siguientes requerimientos:

a. Tubos de polietileno de alta densidad (PAD o HDPE)

Es una tubería estructural con superficie interior lisa integrada y pared exterior corrugada. El interior debe ser liso, circunferencialmente rodeado de costillas circulares formadas simultáneamente en la fabricación. Debe cumplir con la guía AASHTO, clasificación tipo "S".

Para los fines de drenaje vial, los tubos de PAD o HDPE deben cumplir con los requerimientos de métodos de prueba, dimensiones y marcas encontradas en la especificación técnica del AASHTO M294. Los tubos y sus piezas especiales deben ser fabricados con resina virgen de PAD o HDPE, conforme a los requerimientos de la especificación ASTM D3350.

El valor mínimo de rigidez, según la prueba de platos paralelos, hechos de acuerdo con la especificación ASTM D2412 para:

- Diámetro 900 mm debe ser 152 kPa (22 psi)
- Diámetro 1050 mm debe ser 138 kPa (20 psi)

- Diámetro 1200 mm debe ser 124 kPa (18 psi)
- Diámetro 1500 mm debe ser 97 kPa (14 psi)

b. Calidad de los tubos de polietileno de alta densidad (PAD o HDPE)

Antes del inicio de los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado original del fabricante, donde indique el nombre y marca del producto y un análisis típico del mismo para la tubería y para cada lote de materiales.

Además, le entregará el certificado de garantía del fabricante estableciendo que todo el material que suministrará satisface las especificaciones requeridas, que llevará marcas de identificación, y que reemplazará, sin costo alguno para la entidad contratante, cualquier tubería que no esté de conformidad con el análisis, resistencia a la tracción, espesor y rigidez especificados.

Ningún tubo será aceptado, sino hasta que los certificados de calidad de fábrica y de garantía del fabricante hayan sido recibidos y aprobados por el Supervisor.

c. Inspección, muestreo y rechazo del material

El Supervisor deberá inspeccionar el lote de materiales llegados a obra antes de su ensamblaje. El Supervisor realizará por muestreo ensayos que acrediten el cumplimiento de las especificaciones, en laboratorio reconocidos y a costo del Contratista. Los ensayos serán de una muestra como máximo por lote de materiales.

Todas aquellas unidades que presenten deformaciones irreversibles, fisuras, quemaduras o defectos, serán rechazadas por el Supervisor.

d. Material para cama de asiento

Se denomina cama de asiento a la capa de material granular que estará en contacto con el fondo de la estructura.

La cama de asiento estará constituida por arena gruesa, la cual será conformada en capas de no más de 0,15 m de espesor, y a todo lo ancho de la excavación. La cama de asiento y la sujeción lateral se construirán con material granular cuyas características estarán de acuerdo con lo establecido en la [Subsección 400.02](#) y la [Sección 301](#).

Equipo

508.03

Se requieren, básicamente, elementos para el transporte de los tubos, para su colocación y ensamblaje, así como los requeridos para la obtención de materiales, transporte y construcción de un material granular, según se indica en la [Subsección 400.03](#). Cuando el Proyecto requiera apuntalamiento de la tubería, se deberá disponer de "gatas" para dicha labor.

Requerimientos de construcción

508.04 Preparación del terreno y excavación

El terreno base se preparará de acuerdo con lo indicado en la [Subsección 505.06](#).

La excavación deberá tener una amplitud tal, que su ancho total sea 2 veces el diámetro del tubo y se ejecutará según lo indicado en la [Sección 501](#).

508.05 Preparación de la cama de asiento del tubo

Previa a la colocación del material de base se deberá verificar las cotas de cimentación, asimismo, que el fondo de la excavación se encuentre perfilado, compactado y libre de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades.

El asiento del tubo será construido en capas de 0,15 m a todo el ancho de la excavación.

El espesor estará entre 0,15 m y 0,30 m, no se admitirá espesores menores a 0,15 m. Esta capa de material granular será colocada sobre cualquier tipo de suelo de fundación, con excepción de suelos de baja capacidad portante o rocosos, en cuyo caso el espesor será de 0,30 m.

Cualquier reemplazo de material por debajo del nivel de 0,30 m, para efectos de mejoramiento, no forma parte del material de la cama de asiento.

508.06 Armado y colocación de tubería

La tubería de polietileno de alta densidad (PAD o HDPE) será ensamblada en su emplazamiento final, siguiendo las instrucciones de ensamblaje del

fabricante. Los tubos serán colocados en las zanjas mediante un sistema seguro que evite daños y ensamblados en la misma zanja.

El transporte y manipuleo de la tubería se realizará de manera que no se abollen o rompan y en ningún caso se permitirá el arrastre sobre el suelo.

La tubería se colocará cuidadosamente sobre el material de base o asiento, siguiendo el alineamiento indicado por 2 estacas en línea, cuya colocación será aprobada por el Supervisor; de igual manera verificará y dará su conformidad a las cotas de cimentación. Todo tubo de Polietileno de Alta Densidad (PAD o HDPE) mal alineado, indebidamente asentado o dañado en su colocación, será rechazado y reemplazado por tubería nueva a costo del Contratista.

508.07 Colocación del relleno alrededor de la estructura

El material de relleno deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la [Sección 502](#).

La colocación del relleno a los costados de la tubería, se realizará en capas alternadas de 0,15 m a ambos lados de la tubería, para permitir un buen apisonamiento. El relleno se colocará en forma simétrica conservando siempre la misma altura en ambos lados de la tubería. Se deberá tener especial cuidado en la colocación y compactación de las rinconeras, es decir bajo los tubos.

El relleno deberá compactarse hasta alcanzar una densidad mayor al 95% de la Máxima Densidad Seca-M.D.S. del Próctor Modificado y en el caso que el relleno se vaya a construir hasta el nivel de subrasante, los 0,30 m superiores del relleno serán compactados a una densidad mínima del 100% de la M.D.S.

El equipo de compactación será mecánico, pudiendo ser: apisonadores mecánicos, rodillos apisonadores o compactadores vibratorios. La elección del equipo dependerá de las condiciones existentes en el lugar y se deberá evitar que el equipo golpee la estructura. No será aceptable la compactación del relleno por medio de anegación o chorros de agua.

La colocación de las tuberías deberá efectuarse cuando los trabajos de explanaciones hayan alcanzado el nivel de subrasante, por consiguiente el relleno de estructuras alrededor de la tubería deberá alcanzar el mismo nivel. La altura de relleno mínimo desde la clave de la tubería hasta el nivel de la subrasante será de 0,30 m.

En caso excepcional y previa aprobación de la Supervisión, las tuberías podrán colocarse antes que los trabajos de explanaciones hayan concluido.

508.08 Protección de la estructura durante la construcción

No se deberá permitir la imposición de cargas concentradas fijas o móviles muy superiores a las que soportaría la estructura. Por lo que el equipo y vehículos pesados no deberán circular sobre la estructura antes que la altura de relleno mínima sobre la misma sea de 0,30 m. En caso del paso de equipo muy pesado se deberá proteger la estructura colocando material adicional encima del relleno.

No forman parte del relleno estructural los materiales colocados con el fin de dar protección a la estructura para el mantenimiento del tránsito por lo que no serán reconocidos como tales.

508.09 Limpieza

Terminados los trabajos, el Contratista deberá limpiar, la zona de las obras y sobrantes, transportarlos y disponerlos en los DME, según lo indicado en la [Sección 209](#).

Aceptación de los trabajos

508.10 Criterios

a. Controles

El Supervisor efectuará los mismos controles generales indicados en la [Subsección 505.13\(a\)](#).

b. Marcas

No se aceptará ningún tubo, sin marca o identificación, está podrá ser un sello en cada sección que indique:

- Nombre del fabricante del tubo
- Marca del tubo PAD
- Diámetro
- Norma ASTM o AASHTO que cumple.

Las marcas de identificación deberán ser colocadas por el fabricante de tal manera, que aparezcan en la parte exterior de cada tubo.

c. Calidad de la tubería

Constituirán causal de rechazo de los tubos, los siguientes defectos:

- Traslapes desiguales
- Forma defectuosa
- Variación de la línea recta central
- Bordes dañados
- Marcas ilegibles
- Abolladuras, fisuras o roturas.

La tubería deberá satisfacer los requisitos de todas las pruebas de calidad mencionadas en la [Subsección 508.02\(a\)](#) y [\(b\)](#).

d. Tamaño y variación permisibles

La longitud especificada de la tubería será la longitud neta del tubo terminado, la cual no incluye cualquier material para darle acabado al tubo.

e. Cama de asiento y relleno

El material para la cama de asiento deberá satisfacer los requisitos establecidos en la [Sección 301](#).

El material de relleno, debe satisfacer los requisitos establecidos en la [Sección 502](#).

La frecuencia de las verificaciones de compactación será la establecida en el Proyecto, el Supervisor no recibirá los trabajos si los ensayos que efectúa, no superan los límites mínimos indicados para la cama de asiento y el relleno.

Todos los materiales que resulten defectuosos de acuerdo con lo prescrito en esta especificación deberán ser rechazados por El Supervisor.

La evaluación de los trabajos de "Tubería de Polietileno de Alta Densidad" se efectuará según lo indicado en las [Subsecciones 04.11](#).

Medición

508.11

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería de Polietileno de Alta Densidad (PAD o HDPE), suministrada y colocada de acuerdo con el Proyecto, esta especificación y la aprobación del Supervisor.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería.

No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada por fuera de los límites aprobados por el Supervisor.

Pago

508.12

El pago se hará al precio unitario del contrato, según el diámetro de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación, aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, patentes e instalación de las tuberías; el apuntalamiento de éstas cuando se requiera; el suministro, colocación y compactación de la cama de asiento de material granular-afirmado; las conexiones a cabezales, cajas de entrada y aletas; la limpieza de la zona de ejecución de los trabajos al término de los mismos; el transporte y adecuada disposición de los materiales sobrantes y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados y lo indicado en la [Subsección 07.05](#).

La excavación de las zanjas y el relleno se pagarán de acuerdo a lo establecido en las [Secciones 501](#) y [502](#) respectivamente.

Partida de pago	Unidad de pago
508.A Tubería de Polietileno (PAD o HDPE) de diámetro (...) mm	Metro lineal (m)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 509

SUBDRENES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 509

Subdrenes

Descripción

509.01

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras drenantes del pavimento o subsuelo con la finalidad de captar y evacuar aguas subterráneas, utilizando materiales filtrantes, tales como: piedra, grava, tubería perforada, geotextiles y otros debidamente aprobados, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

509.02 Generalidades

Los subdrenes a construir que no estén considerados en el Proyecto, serán definidos y aprobados por el Supervisor en función a las condiciones particulares encontradas en el terreno. Los subdrenes tendrán la siguiente clasificación:

a. Subdrenes para pavimentos

Generalmente tienen la función de drenar y evacuar el agua que afecta a las capas de base y subbase, por lo que se ubican inmediatamente por debajo de la capa drenante más baja de la estructura del pavimento en contacto con la subrasante. Este tipo de dren no es adecuado para drenar flujos de corrientes de agua subterránea que se puedan hallar por debajo del nivel en que son colocados. Este subdren por lo general es de tubería perforada de 10 cm de diámetro, filtro granular y/o geotextil; sin embargo, cada caso debe ser diseñado y aprobado por el Supervisor.

b. Subdrenes profundos

Tienen por finalidad drenar y evacuar el agua proveniente de flujos subterráneos. Estos subdrenes pueden o no llevar tubería perforada. En todos los casos, los subdrenes serán diseñados específicamente indicando el dimensionamiento y los elementos que lo componen, y deben contar con aprobación del Supervisor.

Materiales

509.03

Los materiales para los subdrenes consistirán de lo siguiente:

a. Material filtrante

Podrá ser natural, provenir de la trituración de piedra o roca, o ser una mezcla de ambos y estará constituido por fragmentos duros y resistentes.

Deberá, además, cumplir los siguientes requisitos:

1. Granulometría

Para casos en que no se utilice geotextil en el recubrimiento del subdrén el material filtrante deberá estar constituido por partículas con tamaños comprendidos entre el tamiz de 100 mm (4") y el de 0,149 mm (Nº. 100). Se requiere en éste caso una gradación especial, para impedir el movimiento del suelo hacia el material filtrante debiendo cumplirse las siguientes condiciones:

$$\frac{d_{15} \text{ del Filtro}}{d_{85} \text{ del suelo}} \leq 5 \text{ Y } \frac{d_{50} \text{ del Filtro}}{d_{50} \text{ del suelo}} \leq 25$$

En caso que el terreno natural tenga granulometría uniforme se sustituirá la primera relación por:

$$\frac{d_{15} \text{ del Filtro}}{d_{85} \text{ del suelo}} \leq 4$$

Y para asegurar la capacidad del filtro:

$$\frac{d_{15} \text{ del Filtro}}{d_{15} \text{ del suelo}} \geq 5$$

Si el subdrén va cubierto por un geotextil se permitirá granulometría con fragmentos de un solo tamaño.

En caso que el subdrén lleve tubería con perforaciones circulares se deberá cumplir:

$$\frac{d_{15} \text{ del Filtro}}{\text{Diámetro del orificio}} > 1,0$$

En caso que el subdrén lleve tubería con ranuras se deberá cumplir:

$$\frac{d_{15} \text{ del Filtro}}{\text{Diámetro de ranura}} > 1,2$$

En caso de terrenos cohesivos, el límite superior para d_{15} del filtro, se establecerá en 0,1 mm. Cuando sea preciso, deberán utilizarse en el proyecto dos o más materiales de filtros. Ordenados éstos desde el terreno natural a la tubería, deben satisfacer, cada uno con respecto al contiguo, las condiciones exigidas anteriormente entre el material filtro y el suelo a drenar.

Donde d_x es el tamiz por el que pasa el x% del material.

2. Resistencia a la abrasión

Medido en la máquina de Los Ángeles, según la norma de ensayo MTC E 207. El desgaste no podrá ser mayor de 40%.

b. Geotextil

Se utilizarán geotextiles que cumplan las exigencias que se especifican en las [Tablas 511-1](#) y [511-2](#).

Como la permeabilidad del geotextil debe ser compatible con la del suelo, su coeficiente de permeabilidad y su tamaño de abertura aparente serán indicados en el Proyecto o aprobados por el Supervisor.

1. Características del Geotextil.

Se aplica lo que se especifica en la [Sección 511](#).

c. Tubería

La tubería perforada a instalar, será la especificada en el Proyecto y en caso contrario será la aprobada por el Supervisor.

Equipo

509.04

Se deberá disponer de los equipos necesarios para explotar, procesar, cargar, transportar y colocar el material filtrante, así como para los trabajos de instalación del subdrén.

Requerimientos de construcción

509.05 Generalidades

El Contratista ejecutará los trabajos con una adecuada coordinación entre las actividades de apertura de la zanja y construcción del filtro, de manera que aquella quede expuesta el menor tiempo posible y que las molestias a los usuarios sean mínimas.

Será de responsabilidad del Contratista, la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la que deberá ser visible durante las 24 del día. El diseño de la señalización requerirá la aprobación del Supervisor y cumplirá con lo dispuesto en la [Sección 103](#).

Los trabajos se efectuarán de acuerdo a lo siguiente:

a. Preparación del terreno

La construcción del filtro será autorizada por el Supervisor, cuando la excavación haya sido terminada de acuerdo con las dimensiones, pendientes y rasantes indicadas en el Proyecto o aprobadas por el Supervisor.

La excavación se deberá ejecutar de acuerdo con lo indicado en la [Sección 501](#).

b. Colocación del geotextil

El geotextil cuando lo establezca el Proyecto o lo apruebe el Supervisor, se deberá colocar cubriendo totalmente el perímetro de la zanja, acomodándolo lo más ajustado posible a la parte inferior y a las paredes laterales de ésta y dejando por encima la cantidad de tela necesaria para que, una vez se acomode el material filtrante, se cubra en su totalidad, con un traslape mínimo de 0,30 m.

Las franjas sucesivas de geotextil se traslaparán longitudinalmente 0.45 m. como mínimo. No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir.

De preferencia, se coserá el geotextil, de manera que se garantice la continuidad del elemento filtrante.

c. Colocación del material filtrante

El material filtrante, se colocará dentro de la zanja en capas con el espesor indicado en el Proyecto o aprobado por el Supervisor, empleando un método que no genere daños en el geotextil o en las paredes de la excavación.

El relleno se llevará a cabo hasta la altura indicada en el proyecto o aprobada por el Supervisor.

d. Tubería

La tubería se colocará sobre un solado de 10 cm de espesor como mínimo. El material del solado deberá cumplir con lo especificado en la [Subsección 506.07](#). No deberá contener partículas que puedan producir daño en la tubería.

Aceptación de los trabajos

509.06 Criterios

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará las siguientes acciones principales:

a. Controles

- Cumplimiento de lo especificado en la [Sección 103](#).
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Verificar que las excavaciones tengan las dimensiones y pendientes señaladas en el Proyecto u ordenadas por él.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados, durante el período de ejecución de las obras.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la elaboración y colocación de los agregados, la colocación del geotextil, la instalación de la tubería y la colocación de la capa de sello de filtro.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar ensayos de control sobre el geotextil, los agregados pétreos del filtro y el material de la capa de sello.

b. Calidad de los agregados del filtro

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro muestras y de cada fracción de ellas se determinará el ensayo de Los Ángeles, cuyos resultados deberán satisfacer las especificaciones indicadas en la [Subsección 509.03\(a\)\(2\)](#).

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas de los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica y tamaños superiores o inferiores al máximo y mínimo especificado. Además efectuará, cuando menos, una determinación de la granulometría por jornada de trabajo, que deberá cumplir con los requisitos especificados en la [Subsección 509.03\(a\)\(1\)](#).

c. Calidad del geotextil

Cada despacho de geotextil deberá venir acompañado de una certificación del fabricante, que garantice que el producto satisface las exigencias de calidad indicadas en el Proyecto y en la [Subsección 509.03\(b\)](#). El Supervisor, efectuará las pruebas especificadas y rechazará el geotextil si no cumple la calidad requerida.

d. Calidad del trabajo terminado

El Supervisor aceptará el subdrén construido en zanjas cuyas dimensiones, alineamientos y pendientes se ajusten a los requerimientos del Proyecto y cuyos materiales y procedimientos de ejecución cumplan lo establecido en las presentes especificaciones.

Medición

509.07

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de subdrén concluido de acuerdo al Proyecto y aprobado por el Supervisor.

Pago

509.08

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con el Proyecto y aprobado por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, colocación y acabados de los materiales en forma integral (filtro, geotextil, tubería perforada, etc.), así como la obtención de permisos y derechos para su explotación; su almacenamiento, clasificación, carga, transportes, descarga y colocación en la zanja. Se excluye la excavación de las zanjas, la cual se pagará de acuerdo con la [Sección 501](#).

Partida de pago	Unidad de pago
509.A Subdrenes	Metro lineal (m)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 510

CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 510

Cunetas revestidas de concreto

Descripción

510.01

Este trabajo consiste en el acondicionamiento del terreno de las cunetas y su recubrimiento con concreto, para evitar filtraciones y facilitar el escurrimiento de las aguas, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

510.02

Los materiales para las cunetas revestidas deberán satisfacer los siguientes requerimientos:

a. Concreto

El concreto será de la clase definida en el Proyecto o aprobado por el Supervisor.

b. Material de relleno para el acondicionamiento de la superficie

Todos los materiales de relleno requeridos para el acondicionamiento de las cunetas, serán seleccionados de los cortes adyacentes o de las fuentes de materiales indicados en el Proyecto y aprobados por el Supervisor.

c. Sellante para juntas

Para el sello de las juntas se empleará material asfáltico o premoldeado, cuyas características se establecen en las especificaciones AASHTO M-89, M-33, M-153 y M-30.

d. Traslado de concreto y material de relleno

Desde la zona de préstamo al lugar de las obras, se deberá humedecer adecuadamente los materiales y cubrirlos con una lona para evitar emisiones de material particulado.

Los montículos de material almacenados temporalmente se cubrirán con lonas impermeables, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cuerpos de agua cercanos.

Equipo

510.03

Es aplicable todo lo que resulta pertinente de la [Subsección 503.05](#) y además, se deberá disponer de elementos para su conformación, para la excavación, carga y transporte de los materiales, así como equipos manuales de compactación.

Requerimientos de construcción

510.04 Acondicionamiento de la cuneta en tierra

El Contratista deberá acondicionar la cuneta en tierra, de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en el Proyecto o aprobadas por el Supervisor.

Los procedimientos para cumplir con esta actividad incluyen la conformación, suministro, colocación y compactación de los materiales de relleno que se requieran, para obtener la sección típica prevista en el Proyecto. Dichos procedimientos deben estar de acuerdo con lo estipulado en la [Subsección 501.04.](#)

Se deberá tener en consideración los residuos que generen las obras de excavación y depositar los excedentes en lugares de disposición final (DME). Se debe proteger la excavación contra derrumbes que puedan desestabilizar los taludes y laderas naturales, provocando la caída del material.

510.05 Colocación de encofrados

Acondicionadas las cunetas en tierra, el Contratista instalará los encofrados de manera que las cunetas queden construidas con las secciones y espesores señalados en el Proyecto o aprobados por el Supervisor.

Para las labores de encofrado se utilizarán madera, aserradas, de acuerdo a las dimensiones indicadas en el Proyecto.

510.06 Elaboración del concreto

El Contratista deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla, conforme se establece en la [Subsección 503.09](#).

510.07 Construcción de la cuneta

Previo el retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre sobre la superficie de la cuneta en tierra, se procederá a colocar el concreto comenzando por el extremo inferior de la cuneta y avanzando en sentido ascendente de la misma.

Durante la construcción, se deberán dejar juntas a los intervalos y con la abertura que indiquen el Proyecto o apruebe el Supervisor. Sus bordes serán verticales y normales al alineamiento de la cuneta.

El concreto deberá ser compactado y curado conforme lo establecen las [Subsecciones 503.10\(i\)](#).

El Contratista deberá nivelar cuidadosamente las superficies para que la cuneta quede con las verdaderas formas y dimensiones indicadas en el Proyecto.

El material excedente de la construcción de la cuneta, será depositado en los DME adecuados a este tipo de residuos, según se indica en la [Sección 209](#).

Aceptación de los trabajos

510.08 Criterios

a. Controles

En adición a los descritos en la [Subsección 503.11\(a\)](#), el Supervisor deberá exigir que las cunetas en tierra queden correctamente acondicionadas, antes de colocar el encofrado y vaciar el concreto.

En relación con la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, se aplicarán los criterios expuestos en las [Subsecciones 503.02](#); [503.03\(a\)](#); [503.03\(b\)](#); [503.03\(d\)](#) y [503.03\(e\)](#) respectivamente.

En cuanto a la calidad del producto terminado, el Supervisor sólo aceptará cunetas cuya forma y dimensión corresponda a la indicada en el Proyecto o aprobadas por él.

Tampoco aceptará trabajos terminados con depresiones excesivas, traslapes desiguales o variaciones apreciables en la sección de la cuneta, que impidan el normal escurrimiento de las aguas superficiales. Las deficiencias superficiales serán corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo.

La evaluación de los trabajos de "Cunetas revestidas en Concreto" se efectuará de acuerdo a lo indicado en las [Subsecciones 04.11](#).

Los ensayos y frecuencias de control son lo establecido en [Tabla 503-03](#).

Además el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el contratista.
- Verificar que se realice el traslado de los excedentes a los lugares de disposición final de desechos. Así también, verificará que se limpie el lugar de trabajo y los lugares que hayan sido contaminados.
- En el caso de las cunetas y otras obras de drenaje que confluyen directamente a un río o quebrada, se deberán realizar obras civiles para decantar los sedimentos.
- Verificar se cumplan con las demás consideraciones ambientales incluidas en esta sección.

Medición

510.09

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al décimo de metro, de cuneta satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor.

La longitud se determinará midiendo en forma paralela a las líneas netas de las cunetas señaladas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor, en los tramos donde el trabajo haya sido aceptado por éste. Dentro de la medición se deberán incluir, también, los desagües de agua revestidos en concreto.

El Supervisor no autorizará el pago de trabajos efectuados por fuera de los límites especificados.

Pago

510.10

El pago se hará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de explotación, suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de relleno necesarios para el acondicionamiento previo de la superficie; la elaboración, suministro, colocación y retiro de encofrados; la explotación de agregados, incluidos todos los permisos y derechos para ello; el suministro de todos los materiales necesarios para elaborar la mezcla de concreto, su diseño, elaboración, descarga, transporte, entrega, colocación, vibrado y curado; la ejecución de las juntas, incluyendo el suministro y colocación del material sellante; el suministro de materiales, elaboración y colocación del mortero requerido para las pequeñas correcciones superficiales; todo equipo y mano de obra requeridos para la elaboración y terminación de las cunetas y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados y según lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#).



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

Partida de pago	Unidad de pago
510.A Cunetas revestidas en concreto	Metro lineal (m)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 511

GEOTEXTILES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 511

Geotextiles

Descripción

511.01

El geotextil son mallas de fibras sintéticas de polipropileno y poliéster, que se utilizan con la finalidad de evitar posibles erosiones, cumplir funciones de drenaje y separar tierras de diferente granulometría estabilizando el terreno.

511.02

Las condiciones para ejecución de los trabajos serán presentadas en las especificaciones especiales (EE) dentro del Proyecto.

Materiales

511.03 Generalidades

Los materiales están constituidos por polímeros sintéticos, tejidos o no tejidos, de las características señaladas en estas especificaciones.

Los geotextiles tejidos podrán ser fabricados con cintas planas o con cintas fibriladas, para obtener en estos últimos, geotextiles de alto módulo.

Los geotextiles no tejidos podrán ser fabricados con fibras largas o fibras cortas punzonadas o termo fundidas, dependiendo del uso requerido.

Todos los parámetros exigidos en esta norma corresponden a valores mínimos promedios del rollo (VMPR) a excepción del Tamaño de Apertura Aparente (TAA), en la dirección principal más débil; los valores para el TAA representan valores máximos promedios por rollo. Su uso es de carácter obligatorio, por lo tanto no se permite el uso de valores promedios o típicos. El Contratista presentará al Supervisor para su aprobación los certificados de calidad correspondientes al lote suministrado por el proveedor.

511.04 Requerimientos generales de resistencia de los geotextiles

Los geotextiles usados en los trabajos especificados en este artículo deben cumplir los requerimientos que se presentan en la [Tabla 511-01](#).

Estos requerimientos están dados en valores mínimos promedios del rollo (VMPR) y no en valores típicos o promedios.

Tabla 511-01
Geotextiles

Requerimientos para las propiedades de resistencia de los geotextiles

Propiedad	Ensayo	U n i d a d	Requerimientos					
			Clase de Geotextil (1) (2)					
			Clase 1		Clase 2		Clase 3	
			Elongación < 50% (3)	Elongación > 50% (3)	Elongación < 50% (3)	Elongación > 50% (3)	Elongación < 50% (3)	Elongación > 50% (3)
Resistencia Grab	ASTM D 4632	N	1.400	900	1.100	700	800	500
Resistencia de la costura (4)	ASTM D 4632	N	1.260	810	990	630	720	450
Resistencia al rasgado	ASTM D 4533	N	500	350	400	250	300	180
Resistencia punzonado	ASTM D 6241	N	2.750	1.925	2.200	1.375	1.650	990
Permitividad	ASTM D 4491	S ⁻¹	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
Tamaño de abertura aparente	AST, D 4751	Mm	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
Estabilidad ultravioleta	ASTM D 4355	%	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)

- (1) La clase requerida de geotextil esta designada en las Tablas 511-2, 3, 4, 5, 6 o 7, para las aplicaciones indicadas. La severidad de las condiciones de instalación para la aplicación generalmente requiere una clase de geotextil. Clase 1 esta especificada para las condiciones de instalación más severa, donde existe un gran potencial de daño del geotextil, y clases 2 y 3, son especificadas para condiciones menos severas.
- (2) Todos los valores numéricos representan el VMPR (Valor Mínimo Promedio por Rollo), en la dirección más débil (Ver Sección 8.1.2).
- (3) Medido de acuerdo al ASTM D4632.
- (4) El VMPR requerido para resistencia al Rasgado Trapezoidal, para geotextiles tejidos de monofilamentos, es de 250 Newtons.
- (5) Los valores mínimos de las propiedades para la Permitividad, TAA y Estabilidad UV están basados en la aplicación para el geotextil. Refiérase a la Tabla 511-2 para el drenaje subsuperficial, las Tablas 511-3 y 4 para la Separación, la Tabla 511- 5 para la Estabilización y la Tabla 511-6 para el Control Permanente de Erosión.

511.05 Geotextiles usados en subdrenaje

El geotextil usado en subdrenaje debe cumplir con los requerimientos de la [Tabla 511-02](#) y lo indicado en el Proyecto. Los geotextiles tejidos de película cortada (por ejemplo, geotextiles hechos de hilos o cintas de forma plana) no serán aceptados para esta aplicación. Todos los valores numéricos de la [Tabla 511-02](#), excepto el TAA representan el VMPR en la dirección principal más débil. Los valores del TAA representan valores máximos promedios por rollo.

Los valores de las propiedades de la [Tabla 511-02](#) representan valores por defecto que suministran una propiedad suficiente del geotextil bajo la mayoría de las condiciones de construcción. La nota 2 de la [Tabla 511-02](#) tiene en cuenta una reducción en los requerimientos mínimos de las propiedades cuando hay suficiente información disponible sobre la propiedad. El Contratista también puede especificar propiedades diferentes de aquellas enunciadas en la [Tabla 511-02](#) basado en el diseño, su criterio y debiendo contar con la aprobación del Supervisor.

Tabla 511-02

Geotextiles usados en subdrenaje-requerimientos

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimientos		
			Porcentaje de Suelo in Situ que pasa Tamiz N° 200 (0,075 mm) (1)		
			< 15	15-50	>50
Clase de Geotextil			Clase 2 de la tabla 650-1 (2)		
Permitividad (3) (4)	ASTM D 4491	S ¹	0,5	0,2	0,1
Tamaño de Abertura Aparente (3) (4)	ASTM D 4751	mm	0,43 Valores máx. prom. por rollo	0,25 Valores máx. prom. por rollo	0,22 (5) Valores máx. prom. por rollo
Estabilidad Ultravioleta (Resistencia Mantenido)	ASTM D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición		

- (1) Basado en el análisis granulométrico del suelo in-situ de acuerdo con la AASHTO T 88
- (2) Selección por omisión del geotextil. El Contratista puede especificar un geotextil Clase 3 de la Tabla 511-01 para aplicaciones de drenaje en trincheras basado en uno o más de los siguientes conceptos:
- El Contratista ha encontrado que los geotextiles Clase 3 tienen una supervivencia suficiente basada en la experiencia en campo.
 - El Contratista ha encontrado que los geotextiles Clase 3 tienen una supervivencia suficiente basada en ensayos de laboratorio y la inspección visual de una muestra de geotextil removida de una sección de ensayo en el campo construida anticipadamente bajo unas condiciones de campo.
 - La profundidad del subdren es menor de 2.0 m, el diámetro del agregado es menor de 30 mm y los requerimientos de compactación son menores del 95% de la AASHTO T 99.
- (3) Estos valores por omisión para las propiedades en filtración están basados en los tamaños de las partículas predominantes de un suelo in-situ. Adicionalmente al valor por omisión para la permitividad, el Contratista puede requerir de la permeabilidad del geotextil y/o ensayos de desempeño basado en la ingeniería de diseño para sistemas de drenaje en ambientes de suelos problemáticos.
- (4) Debería efectuarse un diseño del geotextil para un sitio específico especialmente si uno o más de los siguientes suelos problemáticos son encontrados: suelos inestables o altamente erosionables tales como los limos no cohesivos; suelos de gradación abierta; suelos laminados alternando arenas y limos; arcillas dispersivas y/o polvo de roca.
- (5) Para los suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a 7, el valor máximo promedio por rollo (VMPR) es de 0.30 mm.

511.06 Geotextiles usados en separación

Esta especificación es aplicable al uso del geotextil que prevenga la mezcla del suelo de subrasante y un agregado de cobertura (subbase, base, materiales seleccionados para terraplenes, etc.) o donde se requiera la separación entre dos materiales disímiles, pero donde la infiltración de agua a través del geotextil no sea una condición crítica. El Geotextil debe cumplir con los requerimientos de la [Tabla 511-03](#) y lo indicado en el Proyecto. Todos los valores numéricos representan los VMPR en la dirección principal más débil. Los valores del TAA representan los valores máximos promedios por rollo.

Los valores de las propiedades de la [Tabla 511-03](#) representan valores por defecto que suministran una durabilidad suficiente del geotextil bajo la mayoría de las condiciones de construcción. El Contratista también puede especificar propiedades diferentes de aquellas enunciadas en la [Tabla 511-03](#) basado en el diseño, su criterio y debiendo contar con la aprobación del Supervisor.

Tabla 511-03

Geotextiles para separación-requerimientos

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento
Clase de Geotextil			Ver Tabla 511-04
Permitividad	ASTM D-4491	S ¹	0,02 ⁽¹⁾
Tamaño de Abertura Aparente (TAA)	ASTM D-4751	mm	0,60 valor máx. prom. por rollo
Estabilidad Ultravioleta (Resistencia Mantenido)	ASTM D-4355	%	50% después de 500 horas de exposición

⁽¹⁾ Valor por omisión. La permisividad del geotextil debería ser mayor que la del suelo ($\psi_g > \psi_s$). El Contratista también puede exigir que la permeabilidad del geotextil sea mayor que la del suelo ($k_g > k_s$).

Tabla 511-04
Requerimientos para grado de durabilidad en Función de Condiciones de subrasante, equipo de construcción y espesores de elevación

	Equipo de Presión de Tierra Baja ≤ 25 kPa (3.6 psi)	Equipo de Presión de Tierra Media > 25 a ≤ 50 kPa (> 3.6 a ≤ 7.3 psi)	Equipo de Presión de Tierra Alta > 50 kPa (> 7.3 psi)
La subrasante ha sido limpiada de todo obstáculo excepto césped, mala hierba, hojas, y restos finos de madera. La superficie esta lisa y nivelada de manera que cualquier depresión superficial y protuberancia no exceden los 450 mm, en profundidad o altura. Toda depresión mayor será llenada. Alternativamente se puede colocar una capa de nivelación.	Bajo (Clase 3)	Moderado (Clase 2)	Alto (Clase 1)
La subrasante ha sido limpiada de todo obstáculo más grande que ramas o piedras de tamaño pequeño a moderado. Troncos de árbol y cepas deberán ser removidos o cubiertos por la capa de nivelación. Las depresiones y protuberancias no exceden los 450 mm, en profundidad o altura. Mayores depresiones deberán ser llenadas.	Moderado (Clase 2)	Alto (Clase 1)	Muy Alto (Clase 1+)
Preparación mínima de terreno requerida. Los árboles derribados, delimitados y dejados en el lugar. Las cepas deberán ser cortadas para no proyectar más de 150 mm por encima de la subrasante. El geotextil puede cubrir directamente los troncos de árbol, cepas, grandes depresiones y protuberancias, huecos, canaletas y grandes piedras. Los elementos solo deberán ser removidos si la colocación del geotextil y el material de cobertura, sobre ellos, distorsionará la superficie terminada del pavimento.	Alto (Clase 1)	Muy Alto (Clase 1+)	No Recomendado

Las recomendaciones son para espesores de elevación inicial de 150 a 300 mm (6" a 12"). Para otros espesores:

- 300 a 450 mm (12" a 18"): reducir requerimientos de supervivencia un nivel.
- 450 a 600 mm (18" a 24"): reducir requerimientos de supervivencia dos niveles.
- > a 600 mm (24"): reducir requerimientos de supervivencia tres niveles.

Para técnicas especiales de construcción, incrementa los requerimientos de supervivencia del Geotextil un nivel. La colocación, en exceso, de un espesor inicial de material de cobertura puede causar falla por soporte en subrasantes blandas.

Las propiedades de Clases 1, 2 y 3 se dan en la Tabla 511-01; las propiedades de Clase 1+ son mayores que el Clase 1, pero no están definidas por ahora.

511.07 Geotextiles usados en estabilización

Esta especificación es aplicable al uso del geotextil en condiciones húmedas y de saturación para suministrar funciones de separación y filtración simultáneamente, de estructuras de pavimentos construidos con materiales de CBR comprendidos entre 1 y 3, esfuerzo cortante aproximadamente entre

30 kPa y 90 kPa). El Geotextil debe cumplir con los requerimientos de la [Tabla 511-04](#) y lo indicado en el Proyecto. Todos los valores numéricos representan los VMPR en la dirección principal más débil. Los valores del TAA representan los valores máximos promedios por rollo.

Los valores de las propiedades de la [Tabla 511-05](#) representan valores por defecto que suministran una durabilidad suficiente del geotextil bajo la mayoría de las condiciones de construcción. La nota 1 de la [Tabla 511-05](#) tiene en cuenta una reducción en los requerimientos mínimos de las propiedades cuando hay suficiente información disponible sobre la durabilidad. El Contratista también puede especificar propiedades diferentes de aquellas enunciadas en la [Tabla 511-05](#) basado en el diseño, su criterio y debiendo contar con la aprobación del Supervisor.

Tabla 511-05
Geotextiles para estabilización-requerimientos

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento
Clase de Geotextil			Clase 1 de la Tabla 511-01 ⁽¹⁾
Permitividad	ASTM D-4491	S ¹	0,05 ⁽²⁾
Tamaño de Abertura Aparente (TAA)	ASTM D-4751	mm	0,43 valor máx. prom. por rollo
Estabilidad Ultravioleta (Resistencia Mantenido)	ASTM D-4355	%	50% después de 500 horas de exposición

(1) Selección por omisión del geotextil. El Contratista puede especificar un geotextil Clase 2 o 3 de la Tabla 511-01, basado en uno o más de los siguientes conceptos:

- a) El Contratista ha encontrado que la clase de los geotextiles tiene una supervivencia suficiente, basado en la experiencia en campo.
- b) El Contratista ha encontrado que la Clase de los geotextiles tiene una supervivencia suficiente basada en ensayos de laboratorio y la inspección visual de una muestra de geotextil removida de una sección de ensayo en el campo construida anticipadamente bajo unas condiciones de campo.

(2) Valor por omisión. La permisividad del geotextil debería ser mayor que la del suelo ($\psi_g > \psi_s$). El Contratista también puede exigir que la permeabilidad del geotextil sea mayor que la del suelo ($k_g > k_s$).

511.08 Geotextiles usados en control permanente de erosión

Esta especificación es aplicable al uso del geotextil entre sistemas armados de absorción de energía (escolleras, gaviones, enrocados, geoestructuras etc.) y el suelo in-situ para prevenir las pérdidas de suelo resultantes de un escurrimiento excesivo y para prevenir subpresiones hidráulicas que causen una inestabilidad del sistema de control permanente de erosión.

La función principal del geotextil es la filtración. Las propiedades de filtración de los geotextiles están en función de las condiciones hidráulicas, la gradación del suelo in-situ, la densidad y la plasticidad.

El Geotextil debe cumplir con los requerimientos de la [Tabla 511-06](#) y lo indicado en el Proyecto. Los geotextiles tejidos de película cortada (p.e., geotextiles hechos de hilos o cintas de forma plana) no serán admitidos. Todos los valores numéricos representan los VMPR en la dirección principal más débil. Valores del TAA representan valores máximos promedios por rollo.

Los valores de las propiedades de la [Tabla 511-06](#) representan valores por defecto que suministran una durabilidad suficiente del geotextil bajo unas condiciones similares o menos severas que aquellas descritas en la nota 2 de la [Tabla 511-06](#). La nota 3 de la [Tabla 511-06](#) tiene en cuenta una reducción en los requerimientos mínimos de las propiedades cuando hay suficiente información disponible sobre la durabilidad o cuando se reduce el potencial de daños por construcción. El Contratista también puede especificar propiedades diferentes de aquellas enunciadas en la [Tabla 511-06](#) basado en el diseño, su criterio y debiendo contar con la aprobación del Supervisor.

Tabla 511-06
Geotextiles para control permanente de erosión-requerimientos

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimientos		
			Porcentaje de Suelo in Situ que pasa Tamiz N.º 200 (0,075 mm) (1)		
			< 15	15-50	>50
Clase de Geotextil					
Geotextiles Tejidos Monofilamento			Clase 2, de la Tabla 511-01 ⁽²⁾		
Todos los demás Geotextiles			Clase 1, de la Tabla 511-01 ⁽²⁾⁽³⁾		
Permitividad (3) (4)	ASTM D 4491	S ¹	0,7	0,2	0,1
Tamaño de Abertura Aparente ⁽³⁾ (4) (5)	ASTM D 4751	mm	0,43	0,25	0,22 ⁽⁵⁾
			Valores máx. prom. por rollo	Valores máx. prom. por rollo	Valores máx. prom. por rollo
Estabilidad Ultravioleta (Resistencia Mantenido)	ASTM D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición		

- (1) Basado en el análisis granulométrico del suelo in-situ de acuerdo con la AASHTO T 88
- (2) Como regla general, la selección por omisión del geotextil es apropiada para condiciones iguales o menos severas que las siguientes:
- La piedra del blindaje no pesa más de 100 Kg, la altura de caída de las piedras no es mayor a 1mt., y no se ha requerido una cama de agregado.
 - La piedra del blindaje pesa más de 100 Kg., la altura de caída de las piedras no es mayor a 1 m, y el geotextil es protegido por una cama de agregados de 150 mm, diseñado para ser compatible con la capa de blindaje. Aplicaciones más severas requieren una evaluación de la supervivencia del geotextil, basada en ensayos de campo, y podrían requerir un geotextil con propiedades de resistencia mayores.
- (3) El Contratista puede especificar un geotextil Clase 2 de la Tabla 511-01 basado en uno o más de los siguientes conceptos:
- El Contratista ha encontrado que los geotextiles Clase 2 tienen una supervivencia suficiente basada en la experiencia en campo.
 - El Contratista ha encontrado que los geotextiles Clase 2 tienen una supervivencia suficiente basada en ensayos de laboratorio y la inspección visual de una muestra de geotextil removida de una sección de ensayo en el campo construida anticipadamente bajo unas condiciones de campo.
 - La piedra del blindaje pesa menos de 100 Kg, la altura de caída de las piedras no es mayor a 1 m, y el geotextil es protegido por una cama de agregados de 150 mm, diseñado para ser compatible con la capa de blindaje.
 - La piedra del blindaje no pesa más de 100 Kg, y la piedra es colocada directamente sobre el geotextil, sin dejarlas caer.
- (4) Estos valores por omisión para las propiedades de filtración están basados en los tamaños de las partículas predominantes de un suelo in-situ. Adicionalmente al valor por omisión para la permitividad, el Contratista puede requerir de la permeabilidad del geotextil y/o ensayos de desempeño basado en la ingeniería de diseño para sistemas de drenaje en ambientes de suelos problemáticos.
- (5) a. Debería efectuarse un diseño del geotextil para un sitio específico especialmente si uno o más de los siguientes suelos problemáticos son encontrados: suelos inestables o altamente erosionables tales como los limos no cohesivos; suelos de gradación abierta; suelos laminados alternando arenas y limos; arcillas dispersivas y/o polvo de roca.
- b. Para los suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a 7, el valor máximo promedio por rollo (VMPR) es de 0.30 mm.

511.09 Geotextiles usados en defensas temporales de lodos

Los geotextiles que se usen temporalmente durante construcción para proteger los cauces naturales y las obras de drenaje de materiales finos transportados por agua de escorrentía, deberán cumplir los requerimientos mostrados en la [Tabla 511-07](#) y lo indicado en el Proyecto. Todos los valores numéricos representan los VMPR en la dirección principal más débil. Los valores del TAA representan los valores máximos promedios por rollo.

Tabla 511-07
Geotextiles usados en defensas temporales - requerimientos

Propiedad	Ensayo	Und	Requerimientos		
			Defensa de Arcilla Con Soporte (1)	Defensa no soportada	
				Elongación del Geotextil \geq 50%(2)	Elongación del Geotextil $<$ 50%(2)
Máximo Espaciamiento de Postes			1,2 m	1,2 m	2,0 m
Resistencia Grab					
Dirección de la Máquina (MD)	ASTM D 4632	N	400	550	550
Dirección Transversal (XD)			400	450	450
Permitividad ⁽³⁾	ASTM D 4491	S ¹	0,05	0,05	0,05
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D 4751	Mm	0,60 Valor máx. prom. por rollo	0,60 Valor máx. prom. por rollo	0,60 Valor máx. prom. por rollo
Estabilidad Ultravioleta (Resistencia Mantenido)	ASTM D 4355	%	70% después de 500 horas de exposición		

(1) Los soportes de las Defensas de Arcilla consisten de alambre de acero #14, con un espaciamiento de malla de 150 mm por 150 mm, o mallas prefabricadas de polímeros, con una resistencia equivalente.

(2) Medido de acuerdo al ASTM D4632.

(3) Estos valores por omisión para las propiedades en filtración están basados en evidencia empírica con una variedad de sedimentos. Para áreas ambientales sensitivas, una revisión de experiencias previas y/o obras, o geotextiles específicos de la región, la agencia deberá hacer ensayos para confirmar que estos requerimientos son apropiados.

511.10 Geotextiles usados para pavimentación

Esta especificación es aplicable al uso de telas sintéticas para pavimentación saturadas con cemento asfáltico entre dos capas de pavimento y pueda actuar como una membrana impermeable y aliviadora de esfuerzos dentro de una estructura de pavimento. El geotextil debe cumplir con los requerimientos de la [Tabla 511-08](#) y lo indicado en el Proyecto. Todos los valores numéricos en la [Tabla 511-08](#) representan los VMPR en la dirección principal más débil.

Tabla 511-08
Geotextiles para pavimentación

Propiedad	Ensayo	Unidad	Requerimiento
Resistencia Grab	ASTM D 4632	N	450
Elongación en Rotura	ASTM D-4632	%	≥ 50
Masa por Unidad de Área	ASTM D-5261	g/m ²	140
Retención Asfáltica	ASTM D-6140	l/m ²	Notas 2 y 3
Punto de Fusión	ASTM D-276	°C	150

Notas:

- (1) Todos los valores numéricos representan el VMPR (Valor Mínimo Promedio por Rollo), en la dirección más débil.
- (2) Únicamente el asfalto requerido para saturar al geotextil. La retención asfáltica debe ser suministrada en una certificación del fabricante El valor no indica la tasa de aplicación de asfalto requerido en la construcción. Refiérase al Apéndice para la discusión sobre la tasa de aplicación de asfalto.
- (3) La propiedad de retención asfáltica del producto debe cumplir con los VMPR suministrados en la certificación del fabricante.

511.11 Geotextiles para refuerzo

En general los geotextiles usados en tierra reforzada, bien sea en terraplenes o en estructuras de contención, deberán cumplir los requerimientos estipulados en esta sección para geotextiles usados en estabilización ([Tabla 511-05](#)) y lo indicado en el Proyecto.

Para obras de envergadura donde la obra se encuentre como parte de la carretera, tales como estructuras de contención, estribos de puentes y terraplenes donde la calzada se encuentre en la corona, deben utilizarse geotextiles de alto módulo, con los parámetros de resistencia indicado por el Proyecto.

511.12 Control de calidad

El Contratista hará entrega al Supervisor, de un certificado donde conste el nombre del fabricante, el nombre del producto, composición química de los filamentos o cintas y otra información pertinente que describa totalmente al geotextil.

El certificado del fabricante debe hacer constar que el geotextil suministrado cumple con los requerimientos VMPR de la especificación tal como fue evaluado por el organismo competente. El certificado debe tener sello de conformidad que acredite la calidad del producto, y estará sujeto a la aprobación del Supervisor.

Los valores presentados deben corresponder a los últimos de la producción de la planta, es decir, deben estar actualizados. Por lo tanto, no se aceptan valores de catálogo.

Todos los geotextiles deben llegar a la obra perfectamente referenciados y el Contratista exigirá a su Proveedor, el envío de los certificados correspondientes a cada rollo. No se permitirán valores de catálogo. Verificando que se encuentre entre las especificaciones, se permitirá su uso en obra. Por cada 1.500 m² de un geotextil del mismo tipo, el Contratista enviará a un laboratorio especializado, muestras para la verificación de resultados. Este laboratorio debe ser diferente del que posee el proveedor o el productor. Las muestras serán tomadas en presencia del Supervisor, de acuerdo con los procedimientos de muestreo solicitados en la Norma ASTM D-4354.

Además de la aprobación de la calidad del geotextil, el Supervisor deberá tomar las medidas necesarias para que el cemento, arcilla, limo, y demás desechos no tengan como receptor final lechos o cursos de agua.

Medición

511.13

Para todas las aplicaciones de geotextiles mencionados en esta sección la unidad de medida será el metro cuadrado (m²). Los traslapes no se diferenciarán en la medida y estarán incluidos en ella.

Pago

511.14

El pago de los geotextiles para las aplicaciones indicadas en esta sección, se realizará con los precios unitarios del contrato, los que incluirán todas las operaciones para suministrar, transportar, colocar en el punto de aplicación, control de calidad y todo costo relacionado con la correcta ejecución de cada trabajo, aprobado por el Supervisor y según lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#). También incluye el costo de traslapes y costuras que se requieran para el cumplimiento de las especificaciones.

Partida de pago	Unidad de pago
511.A Geotextiles	Metro cuadrado (m ²)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 512

SUBDRENES CON GEOTEXTIL Y MATERIAL GRANULAR



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 512

Subdrenes con geotextil y material granular

Descripción

512.01

Este trabajo consiste en la construcción de filtros para subdrenaje compuestos por geotextil filtrante y material drenante, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

512.02 Geotextil

Se utilizarán geotextiles compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, tejidos o no tejidos, que de acuerdo con el suelo a drenar (suelo retenido) deberán tener capacidad para dejar pasar el agua al tiempo que evitan el movimiento del suelo retenido. Presentarán los requerimientos mínimos de propiedades mecánicas, hidráulicas y de filtración que se indican en la [Tabla 511-02](#).

512.03 Material drenante

Podrá ser natural, provenir de la trituración de piedra o roca, o ser una mezcla de ambos y estará constituido por fragmentos duros y resistentes.

Deberá además cumplir los siguientes requisitos:

a. Granulometría

Para filtros longitudinales o que atraviesen zonas de circulación vehicular, el material drenante deberá estar constituido por partículas con tamaños comprendidos entre el tamiz de 9.525 mm (3/8") y el de 25,4 mm (1"). Las partículas pueden ser angulares o redondeadas, no se requiere ninguna gradación especial, permitiéndose el uso de fragmentos de un

solo tamaño, siempre y cuando se respeten las limitaciones de tamaño máximo y mínimo. Este material deberá estar limpio y sin material fino.

b. Resistencia a la abrasión

La resistencia al desgaste en la Máquina de Los Ángeles no podrá ser mayor al 40%.

c. Tubería de drenaje

Cuando el drenaje esté equipado con tubería perforada, ésta deberá contar la resistencia mecánica suficiente para resistir (sin sufrir deformaciones excesivas ni el colapso) las cargas de construcción, de confinamiento del suelo aledaño y de las eventuales sobrecargas impuestas por los vehículos que transiten o se detengan sobre la línea del drenaje.

Equipo

512.04

Se deberá disponer de los equipos necesarios para colocar el geotextil y para explotar, procesar, cargar, transportar, colocar y acomodar el material drenante. También para colocar y compactar el suelo que cubrirá el filtro.

Antes de extender y compactar el material de cobertura, el Contratista deberá tomar las medidas necesarias para garantizar que la compacidad del material drenante (de gradación uniforme) es suficiente para evitar asentamientos indeseables en la superficie sobre el drenaje.

Ejecución de los trabajos

512.05 Generalidades

Se exigirá que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de apertura de la zanja y de construcción del filtro, de manera que aquella quede expuesta el menor tiempo posible y que las molestias a los usuarios sean mínimas.

Durante el proceso constructivo el Contratista tomará las medidas necesarias para evitar que el geotextil atrape elementos que puedan taponar los poros o disminuir la permeabilidad del elemento filtrante.

Será responsabilidad del Contratista la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las 24 horas del día. El diseño de la señalización requerirá la aprobación del Supervisor.

512.06 Preparación del terreno

La colocación del filtro será autorizada, cuando la excavación haya sido terminada de acuerdo con las dimensiones, las pendientes y las rasantes indicadas en el Proyecto. La excavación se deberá ejecutar de acuerdo con lo indicado en la sección respectiva de estas especificaciones.

512.07 Condiciones normales de instalación del geotextil

El geotextil se deberá colocar cubriendo totalmente el perímetro de la zanja, acomodándolo lo más ajustado posible a la parte inferior y a las paredes laterales de la zanja y dejando por encima la cantidad de geotextil suficiente para que, una vez se acomode el material drenante, se cubra en su totalidad con un traslape mínimo 30 cm. Las franjas sucesivas del geotextil se traslaparán longitudinalmente (con traslape tipo tejado) 45 cm. De preferencia, se coserá el geotextil, de manera que se garantice la continuidad del elemento filtrante.

No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir.

512.08 Colocación del material drenante

El material drenante, se colocará dentro de la zanja en capas indicadas en el Proyecto o autorizadas por el Supervisor y empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil o en las paredes de la excavación.

Para las condiciones normales de instalación, la altura máxima de caída del material no deberá exceder 1 m. Cuando la altura sea mayor a 1 m se deberá colocar una primera capa de 0,10 m de material granular, para luego realizar el llenado.

El material drenante se colocará hasta la altura indicada en el Proyecto, en capas de espesor no mayor de 0,15 cm.

512.09 Compactación

El material será compactado mediante la aplicación de una placa vibratoria a cada capa, de tal manera que se logre la mayor compactación posible.

No se permitirá el uso de ningún otro equipo manual o mecánico para la ejecución del Trabajo.

512.10 Cobertura del filtro

Completado el relleno con material drenante, se cubrirá con la porción excedente del geotextil con un traslape mínimo de 30 cm (o mediante costura), y éste se cubrirá con el suelo proveniente de la excavación si presenta una permeabilidad suficientemente baja (o de préstamo si resulta necesario), colocado y compactado en capas sucesivas, hasta la altura requerida en el Proyecto o la aprobada por el Supervisor.

Aceptación de los trabajos

512.11 Criterios

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se efectuarán los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo.
- Verificar que el terreno se prepare adecuadamente y que se cumplan las dimensiones de la rasante de diseño señaladas en los planos o las ordenadas por él, antes de autorizar la colocación del geotextil.
- Verificar que el material de relleno cumpla las especificaciones del diseño durante el período de ejecución de la obra.
- Supervisar la correcta aplicación del método constructivo indicado, en cuanto a la preparación del terreno, la colocación del geotextil y la colocación de la capa granular.
- Comprobar que los materiales a utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar ensayos de control de calidad del geotextil y del material granular.
- Verificar que cada rollo de geotextil cuente con la marca informativa suministrada por el fabricante y el número del lote.

- Verificar que cada lote tenga el certificado de calidad expedido por el laboratorio del fabricante.
- Para el muestreo del control de calidad en obra de los geotextiles, se deberá seguir la norma ASTM D-4354 que establece escoger al azar un número de rollos equivalentes a la raíz cúbica del total de rollos, aplicando la sección titulada "Procedimiento de Muestreo para Ensayos de conformidad de Especificaciones del Comprador". De cada rollo se deberán descartar las primeras dos vueltas de geotextil para el muestreo. Posteriormente se deberá tomar una muestra de un metro lineal por el ancho correspondiente al rollo y se deberá empacar y enviar a un laboratorio especializado en medir las propiedades mecánicas e hidráulicas de los geotextiles. El laboratorio que realice las pruebas de calidad será diferente al del fabricante y/o distribuidor de los geotextiles.
- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles se cubran con empaques que los proteja de la acción de los rayos ultravioleta, de la humedad, polvo, pinturas y otros materiales que puedan afectar sus propiedades.
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas a su satisfacción.

b. Condiciones específicas y tolerancias para la aceptación

1. Calidad del geotextil

Cada lote de geotextil deberá venir acompañado de una certificación del fabricante que garantice que el producto satisface las exigencias de calidad indicadas en el Proyecto y en esta especificación.

El Contratista, de acuerdo con lo establecido en la [Subsección 511.12](#), efectuará las pruebas especificadas en las [Tablas 511-01](#) y [511-02](#), y rechazará el geotextil si éste incumple una o más de las exigencias de las pruebas.

No se aceptarán geotextiles rasgados, agujereados o usados.

2. Calidad del trabajo terminado

Se aceptarán los trabajos realizados donde las dimensiones y los alineamientos se ajusten a los requerimientos del Proyecto y cuyos materiales y procedimientos de ejecución se ajusten a esta especificación.

Medición

512.12

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de subdrén concluido de acuerdo al Proyecto y aprobado por el Supervisor.

Pago

512.13

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con el Proyecto y aprobado por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, colocación y acabados de los materiales en forma integral (filtro y geotextil), así como la obtención de permisos y derechos para su explotación; su almacenamiento, clasificación, carga, transportes, descarga y colocación en la zanja. Se excluye la excavación de las zanjas, la cual se pagará de acuerdo con la [Sección 501](#).

Partida de pago	Unidad de pago
512.A Subdrenes con geotextil y material granular	Metro lineal (m)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 513

GEOTEXTIL PARA

PAVIMENTACIÓN



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 513

Geotextil para pavimentación

Descripción

513.01

Este trabajo consiste en el uso de geotextiles para repavimentación saturados con cemento asfáltico entre las capas de pavimento antigua y nueva, que tiene por finalidad evitar la reflexión de grietas en las nuevas capas asfálticas e impedir la filtración de agua al suelo con la consiguiente pérdida de capacidad portante, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales

513.02 Geotextil para pavimentación

Se deberá emplear un geotextil elaborado con polímeros sintéticos de fibras cortas o largas, no tejido, punzonado por agujas, termofundido en una cara de cadena larga compuesto de por lo menos 95% de su peso por poliolefinas (polipropileno) o poliésteres.

El geotextil usado en pavimentación deberá cumplir los requisitos establecidos en la [Tabla 511-08](#).

513.03 Material bituminoso

Deberá cumplir con los requerimientos exigidos en esta especificación para el riego de liga [Sección 417](#).

Equipo

513.04

Para la colocación del geotextil se deberá contar en la obra con un equipo que posea un mecanismo para sostener el geotextil levantado y perfectamente

paralelo a la superficie, no permitiéndose que este se arquee. Así también deberá tener un estampador que garantice que el geotextil se adhiera a la carpeta existente con el riego de liga.

No se permitirá la colocación manual del rollo.

513.05

Carro imprimador debidamente calibrado.

Ejecución de los trabajos

513.06 Preparación

- Limpiar la superficie del pavimento existente, de tal manera que ésta quede libre de polvo, mugre, vegetación y humedad, antes de llevar a cabo la colocación del geotextil.
- Limpiar las grietas y fisuras mayores de 3 mm mediante el uso de aire comprimido y se deberán llenar con sellante para fisuras.
- Rellenar y recompactar los baches existentes.

513.07 Aplicación del riego de liga

- El riego de liga se deberá aplicar en la cantidad requerida para saturar el geotextil a una tasa de 0,9 a 1,5 l/m² definida previamente en el Proyecto. La tasa de aplicación del cemento asfáltico dependerá de la porosidad relativa del pavimento existente, la temperatura ambiente y al tipo de riego usado.
- El riego de liga se deberá aplicar mediante un camión distribuidor que garantice su aplicación de manera uniforme, cubriendo 15 cm más allá del ancho cubierto por el geotextil.
- Si se usan emulsiones asfálticas, la cantidad será fijada en el Proyecto. Asimismo, la Supervisión dará su aprobación para la colocación del geotextil una vez que haya logrado su rotura completa, bajo las condiciones ambientales existentes.

513.08 Instalación del geotextil

- Se instalará el geotextil en los tramos autorizados teniendo en cuenta lo recomendado en la norma AASHTO M288-05, apéndice A6.
- Se colocará el geotextil con la cara termofundida hacia arriba mientras que la liga se encuentra tibia y pegajosa, asegurando así una buena adherencia y absorción del asfalto.
- Se llevará a cabo la instalación del geotextil con un equipo fabricado para este propósito de acuerdo con lo indicado en la [Subsección 513.04](#). Se deberá ejercer una ligera presión y colocarlo lo más alineado posible asegurando una instalación libre de arrugas.
- Retirar las pequeñas arrugas por un simple escobillado sobre el geotextil instalado. Las arrugas mayores a 13 mm podrán ser cortadas y traslapadas en la dirección a la pavimentación, aplicando un riego de liga adicional entre las capas.
- Los rollos adyacentes se deberán traslapar como mínimo 10 cm a lo largo de sus bordes longitudinales y 15 cm a lo largo de sus bordes transversales.

513.09 Protección

- El geotextil deberá estar seco en el momento de aplicar el cemento asfáltico.
- Si durante el lapso transcurrido entre su extensión y la aplicación del riego de liga se ha humedecido, se deberá dejar hasta que se seque.
- No se permitirá el tránsito de vehículos sobre el geotextil, excepto el estrictamente necesario para la colocación de la carpeta asfáltica.
- No se permitirán giros fuertes ni frenados bruscos del equipo de construcción sobre el geotextil.

Requerimientos de construcción

513.10 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se efectuarán los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.

- Verificar que el terreno se prepare adecuadamente y que se cumplan las dimensiones de la rasante de diseño señaladas en el Proyecto o aprobadas por él, antes de autorizar la colocación del geotextil.
- Verificar que el material de relleno cumpla las especificaciones del diseño durante el período de ejecución de la obra.
- Supervisar la correcta aplicación del método constructivo indicado, en cuanto a la preparación del terreno, la colocación del geotextil y la colocación de la capa granular.
- Comprobar que los materiales a utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar ensayos de control de calidad del geotextil y del material granular.
- Verificar que cada rollo de geotextil cuente con la marca informativa suministrada por el fabricante y el número del lote.
- Verificar que cada lote tenga el certificado de calidad expedido por el laboratorio del fabricante.
- Para el muestreo del control de calidad en obra de los geotextiles, se deberá seguir la norma ASTM D-4354, que establece escoger al azar un número de rollos, aplicando la sección titulada "Procedimiento de Muestreo para Ensayos de conformidad de Especificaciones del Comprador". De cada rollo se deberán descartar las primeras dos vueltas de geotextil para el muestreo. Posteriormente se deberá tomar una muestra de un metro lineal por el ancho correspondiente al rollo y se deberá empacar y enviar a un laboratorio especializado en medir las propiedades mecánicas e hidráulicas de los geotextiles. El laboratorio de pruebas de calidad no será el del fabricante y/o distribuidor de los geotextiles.
- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles se cubran con empaques que los proteja de la acción de los rayos ultravioleta, de la humedad, polvo, pinturas y otros materiales que puedan afectar sus propiedades.
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas a su satisfacción.

Aceptación de los trabajos

513.11 Criterios

Cada despacho de geotextil deberá venir acompañado de una certificación de laboratorio del fabricante que garantice que el producto satisface las exigencias de calidad indicadas en el proyecto y esta especificación.

No se aceptará información de catálogo.

513.12

De acuerdo con el muestreo indicado en la [Subsección 513.10](#) se harán los ensayos físicos y mecánicos, que verifiquen que el geotextil colocado cumple los requerimientos de la [Tabla 511-07](#). No se permitirá ningún resultado por fuera de estos límites.

Medición

513.13

La unidad de medida del geotextil será el metro cuadrado (m²) aproximado al décimo de la unidad, no teniendo en cuenta los traslajos utilizados.

Pago

513.14

Para el pago de este trabajo se tendrá en cuenta lo indicado en la [Subsección 511.13](#).

El pago del riego de liga se hará de acuerdo con lo mencionado en la respectiva [Sección 417](#).

Partida de pago	Unidad de pago
513.A Geotextil para pavimentación	Metro Cuadrado (m ²)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 514

CAPA FILTRANTE



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 514

Capa Filtrante

Descripción

514.01

Este trabajo consiste en la construcción de capa filtrante con grava o piedra triturada, en rellenos de estructuras de concreto y drenaje, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto.

Materiales

514.02

La grava o piedra triturada a emplearse, consistirá de partículas sólidas y durables, debiendo el 100% pasar por la malla de 75 mm y el 90% al 100% ser retenidos en malla N^o. 4 (4,7 mm), usando el método T-27 de la A.A.S.H.T.O (MTC E.204).

Requerimientos de construcción

514.03

Los extremos de entrada de la capa filtrante y de todo desagüe, serán cubiertos con piedras grandes, sobre las cuales se colocará el material más menudo de manera que provea libre acceso al agua de desagüe, pero evitando el arrastre del material de relleno. El revestimiento formará una cubierta continua sobre toda la superficie designada que se extiende desde el nivel del fondo de la capa filtrante y desagües, hasta el tope del muro a no ser que existan indicaciones diferentes en el Proyecto.

El revestimiento se colocará de manera que se evite su mezcla con el relleno. Tablones u otros materiales convenientes de reparación que puedan ser levantados a medida que el trabajo avance, serán colocados entre el

revestimiento y el relleno cuando se trabaje contra caras verticales o planos con mayor inclinación que el ángulo de reposo de los materiales. Siempre que no se especifique el espesor, la capa de revestimiento será de un espesor de 30 cm.

Medición

514.04

El volumen a pagarse será el número de metros cúbicos (m³) de grava o piedra triturada, incluyendo arena cuando ésta fuera requerida, medidos en su posición final entre los límites marcados en el Proyecto y aprobados por el Supervisor.

Pago

514.05

El volumen determinado en la forma descrita anteriormente será pagado al precio unitario del contrato por metro cúbico para capa filtrante de piedra o grava y dicho precio y pago, que incluye el suministro y colocación del material, mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos.

Partida de pago	Unidad de pago
514.A Capa filtrante	Metro cúbico (m ³)



CAPITULO VI

OBRAS COMPLEMENTARIAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 601

MAMPOSTERÍA



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 601

Mampostería

Descripción

601.01

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras de diversos tipos, de piedra labrada, ladrillo u otros materiales, generalmente asentados con mortero de cemento, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto.

Comprende estructuras de mampostería de piedra y de las partes de mampostería de piedra en estructuras mixtas como muros, pilares de alcantarillas de cajón de piedra, alcantarillas de arco, alcantarillas múltiples de arco y otras.

Materiales

601.02 Clases de mampostería

El tipo de mampostería empleada en cada parte de una estructura será la indicada en el Proyecto.

- La mampostería de cascote consistirá en piedras toscamente labradas o con un mínimo labrado, de distintos tamaños y formas, colocadas con mortero de cemento Portland, tal como se especifica en esta sección.
- La mampostería de piedra de canto, consistirá en piedras conformadas, bien labradas, de tamaños similares (no iguales) y colocadas sobre mortero de cemento Portland, de acuerdo con los requisitos especificados en esta sección para la clase designada.

601.03 Piedra

La piedra será sólida, resistente y sin trazas de esquistosidad, sacada de cantera por métodos aprobados por el Supervisor. Puede utilizarse piedra empleada anteriormente, y que haya tenido un comportamiento satisfactorio para el propósito especificado.

a. Tamaños y formas

Cada piedra estará libre de depresiones y salientes que pudiesen debilitarla o evitar su adecuado asentamiento, debiendo cumplir los requisitos para la clase de mampostería especificada.

Cuando en el Proyecto no se indiquen dimensiones, las piedras se proporcionarán en los tamaños y superficies necesarios para producir las características generales y el aspecto indicado en los planos, con la aprobación del Supervisor.

En general, las piedras tendrán las siguientes dimensiones:

- Espesor mínimo de 13 cm.
- Longitud mínima de 1,5 veces su ancho respectivo.
- Cuando se necesiten cabeceras. Sus longitudes no deberán ser menores del ancho del asiento o de la base de la hilera contigua.
- Por lo menos el 50% del volumen total de la mampostería será de piedras.

b. Labrado

Antes de su colocación en la obra, la piedra será labrada para eliminar sus partes delgadas o débiles. Las piedras para revestir deberán labrarse para proporcionar líneas de base y de juntas con una variación máxima de las líneas nominales, como sigue:

- Mampostería de cascote de cemento: 4 cm
- Mampostería de piedra canteada: 2 cm

Las superficies de asiento de las piedras de fachada estarán aproximadamente normales a las caras de las piedras en una extensión de más o menos 5 cm y desde este punto podrán variar de este plano normal sin exceder una proporción de 5 cm en 30 cm.

En las dovelas la estratificación será paralela a las juntas radiales y en otras piedras será paralela a las juntas de asiento.

c. Acabado para caras descubiertas

Las proyecciones máximas y mínimas de las caras de las piedras, fuera de las líneas de escuadra no variarán entre sí por más de 5 cm. Esta restricción no se aplicará a caras de estribos y muros que estén en contacto con la corriente, ni a todos los lados de machones que queden por debajo de un nivel de 30 cm bajo la línea de aguas en estiaje, o por debajo de la línea final del terreno.

Cuando esta línea del terreno se encuentra encima de la superficie de agua, tampoco se aplicará a otras caras que no queden descubiertas en la obra terminada.

601.04 Trabajos en canteras

Los trabajos en las canteras y la entrega de la piedra en el punto en que se utilizará, estarán organizadas de manera que se aseguren las entregas con la debida anticipación a la ejecución de los trabajos de mampostería. En todo momento deberá mantenerse, en el lugar de la obra, una cantidad suficientemente grande de piedra, de las clases especificadas, con el fin de facilitar a los albañiles una adecuada selección del material.

601.05 Mortero

El cemento, agregado fino y el agua será de conformidad con los requisitos para estos materiales establecido en la [Sección 503](#) Concretos, exceptuando la granulometría del agregado fino que deberá pasar en su totalidad por un tamiz N°. 8, no menos del 15%, ni más del 40% deberá pasar por un tamiz N°. 50 y no más de 10% deberá pasar por un tamiz N°. 100.

El mortero para la mampostería estará compuesto de una parte de cemento y tres partes de agregado fino, por volumen y la suficiente cantidad de agua para preparar el mortero de tal consistencia que pueda ser manejado fácilmente y extendido con un badilejo. Se mezclará el mortero solamente en tales cantidades que se requieran para el uso inmediato. A no ser que se use una máquina mezcladora aprobada, se mezclará el agregado fino y el cemento en seco, en una caja impermeable hasta que la mezcla obtenga un color uniforme. Después se añadirá agua, continuando la mezcla hasta que el mortero adquiera la consistencia adecuada. El mortero que no sea usado

dentro de los 45 minutos después de haberse añadido agua, será descartado. No se permitirá reemplazar el mortero.

Requerimientos de construcción

601.06 Selección y colocación

Cuando la mampostería se coloque sobre una base de fundación preparada, la base será firme y perpendicular o en gradas perpendiculares a la posición del revestimiento de la pared y deberá ser aprobada por el Supervisor antes de colocar alguna piedra. En el caso que la mampostería se coloque sobre un cimiento de mampostería, la superficie de asiento será limpiada por completo y mojada antes de que se extienda la capa de mortero.

Las piedras de revestimiento se colocarán en trabazón al azar, para producir el efecto que figura en el Proyecto y con la aprobación del Supervisor.

Se adoptarán medidas para evitar la acumulación de piedras pequeñas o de piedras de un mismo tamaño. Cuando se estén empleando piedras expuestas a la intemperie o de color o piedras de textura variable, deberán tomarse precauciones para distribuir uniformemente las diversas clases de piedras en todas las superficies expuestas de revestimiento de la obra.

Se utilizarán en las capas inferiores y en las esquinas piedras grandes y seleccionadas. En general, las piedras irán disminuyendo en tamaño desde la base hasta la parte alta de la obra.

Antes de ser colocadas, todas las piedras serán limpiadas y mojadas al igual que el lecho, antes de que se extienda el mortero. Las piedras serán colocadas con sus caras más largas en sentido horizontal, en lechos llenos de mortero, y las juntas serán enrasadas con el mismo.

Las caras expuestas de cada piedra se colocarán en sentido paralelo a las caras de las paredes en las que se coloquen las piedras.

Las piedras se manipularán de manera que no golpeen ni desplacen las piedras ya colocadas. No se permitirá rodar ni voltear las piedras encima de los muros. Cuando una piedra se afloje después que el mortero haya alcanzado su fraguado inicial, será retirada, se le limpiará el mortero y se volverá a colocar la piedra con mortero fresco.

La piedra de cuerpo de arco será cuidadosamente colocada en su posición exacta, sujetándola en el lugar por medio de cuñas de madera dura, hasta que las juntas queden rellenas con mortero.

601.07 Lechos y juntas

El espesor de los lechos y de las juntas para las piedras de revestimiento se ajustará a lo indicado en la [Tabla 601-01](#).

Tabla 601-01

Espesores de lechos y juntas de mampostería

Tipo de mampostería	Lechos (mm)	Juntas (mm)
Mampostería de cascote de piedra toscamente labrada	13-64	13-64
Mampostería de piedra canteada	13-50	13-50

El espesor de los lechos en mampostería dimensionada puede variar desde la base hasta la parte alta del trabajo. Sin embargo, en cada capa los lechos tendrán un espesor uniforme en toda su extensión.

Los lechos no deberán extenderse en línea no interrumpida que pase más de 5 piedras, ni las juntas excederán más de dos piedras.

Las juntas pueden quedar en ángulos, con la vertical, desde 0 hasta 45 grados.

Cada piedra de revestimiento se ligará con todas las demás piedras contiguas, al menos 15 cm longitudinalmente y 5 cm verticalmente. En ningún lugar se encontrarán esquinas de 4 piedras adyacentes entre sí. Los lechos transversales para muros de caras verticales estarán a nivel y para muros con talud podrán variar entre la posición horizontal y la perpendicular a la línea de talud de la cara del muro.

601.08 Cabeceras

Cuando sean necesarias las cabeceras, deberán estar distribuidas uniformemente a lo largo de los muros de las estructuras, de manera que formen por lo menos una quinta parte de los frentes.

601.09 Mampostería encima del cuerpo de arco

Esta mampostería consistirá principalmente en la construcción con piedras grandes y bien terminadas. Cada una de las piedras que componen la mampostería bruta y su núcleo, deberá quedar bien ligada con las piedras de revestimiento del muro y entre sí. Todas las aberturas e intersticios de esta mampostería serán completamente rellenos con mortero o con cuñas de piedra completamente rodeadas de mortero.

601.10 Hilada de coronamiento

Las hiladas de coronamiento deberán cumplir las indicaciones del Proyecto. Cuando no sean exigidas, el final del muro deberá ser terminado con piedras suficientemente anchas para cubrir la parte superior del muro, desde 50 cm hasta 1,5 m de largo y de diversas alturas, siendo la altura mínima de 15 cm. Las piedras serán colocadas de tal manera que la capa superior forme parte integral del muro. Las capas superiores de piedra mantendrán la línea de escuadra en ambos planos, el vertical y el horizontal.

601.11 Acabado de juntas

El relleno o acabado de todas las juntas se hará de acuerdo a las especificaciones del Proyecto.

Cuando se requieran juntas raspadas, toda la mezcla en las juntas de caras expuestas y de bases de apoyo será raspada a escuadra hasta la profundidad que se señale en el Proyecto. Las caras de la piedra en las juntas también deberán ser limpiadas para dejarlas exentas de mortero.

Cuando se requieran juntas biseladas para escurrimiento del agua de lluvia, las camas deberán ser biseladas hacia adentro y hacia abajo. Las juntas serán raspadas ligeramente para igualar las juntas biseladas de las camas y, en ningún caso, deberá quedar el mortero parejo con las caras de las piedras.

En las juntas de superficies superiores, el mortero quedará formando un ligero levantamiento en el centro de la mampostería para proveer el drenaje del agua.

601.12 Orificios de drenaje

Los muros y estribos estarán provistos de orificios de drenaje a no ser que en el Proyecto indiquen otra forma. Los orificios de drenaje se dispondrán en los

puntos más bajos, donde puedan obtenerse escurrimientos libres y estarán separados una distancia no mayor de 3 m.

601.13 Limpieza de los frentes expuestos

Después de colocada y mientras el mortero esté fresco, toda piedra de revestimiento deberá ser limpiada completamente de manchas de mortero y conservarse limpia hasta la terminación de la obra. Antes de la aceptación final, la superficie de la mampostería se limpiará con cepillos de alambre y con ácido diluido, si fuese necesario.

601.14 Limitaciones meteorológicas

Todo trabajo que haya sido afectado por las lluvias será retirado y repuesto por cuenta del Contratista. En tiempo caluroso o seco, la mampostería será protegida del sol y se mantendrá húmeda al menos 3 días después de terminada la obra.

Medición

601.15

El volumen por el cual se pagará será el número de metros cúbicos (m^3) de mampostería de piedra completa en su lugar y aprobada por el Supervisor.

No se incluirán proyecciones que sobresalgan más allá de las caras de los muros. Al calcular el volumen para el pago, las dimensiones usadas serán aquellas que se muestren en los planos del Proyecto.

No se harán deducciones por orificios de drenaje, tubos de drenaje u otras aberturas que tengan un área menor de $0,18 m^2$.

Pago

601.16

El volumen determinado será pagado al precio unitario del contrato, por metro cúbico para Mampostería de cascote o Mampostería de piedra canteada, y dicho precio y pago compensará completamente por el suministro y colocación de todo material, por el mortero, por mampostería y por toda mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos. Exceptuando la



excavación y el relleno de estructuras necesarios, que serán pagadas a través de la [Sección 501 y Sección 502](#).

Partida de pago	Unidad de pago
601.A Mampostería	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 602

GAVIONES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 602

Gaviones

Descripción

602.01

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras de sostenimiento o contención, mediante enmallado metálico tipo canasta y relleno con materiales pétreos, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto.

Materiales

602.02 Canastas metálicas

Las canastas metálicas estarán formadas de malla de alambre de acero galvanizado de triple torsión (entrecruzado de dos hilos mediante tres medios giros), con huecos hexagonales de abertura no mayor de 12 cm. El alambre se ajustará a la norma ASTM A-116 o a la ASTM A-856, según se especifique en el Proyecto.

Se utilizará alambre galvanizado de diámetro superior a 2.4 mm, excepto en las aristas y los bordes del gavión, que estarán formados por alambres galvanizados cuyo diámetro será, como mínimo, un 25% mayor que el de la malla.

La forma, el tipo de alambre, su recubrimiento, revestido para neutralizar en el tiempo la acción agresiva y corrosiva extremas de sustancias químicas, dimensiones, detalles, tales como diafragmas y/o ataduras intermedias o tensores de las canastas, serán los señalados en el Proyecto y en las especificaciones especiales del mismo. Las canastas contiguas serán enlazadas fijando las aristas verticales con ataduras de alambre espaciadas aproximadamente a 15 cm, o mediante una espiral continua de alambre con un paso de 10 cm.

Los materiales despachados a obra serán acompañados por un Certificado de Calidad original del fabricante.

602.03 Material de relleno

Consistirá preferiblemente de canto rodado o, en su defecto, de material de cantera. Deberá tenerse especial cuidado de no utilizar materiales que se desintegren por la exposición al agua o a la intemperie, que contengan óxido de hierro, con excesiva alcalinidad, cuya composición pueda afectar el alambre de la canasta.

El peso unitario del material de relleno será, al menos, de 1.250 kg/m³. Además deberá cumplir con los siguientes requisitos:

a. Granulometría

El tamaño mínimo de las piedras del material de relleno será, por lo menos, 3 cm mayor que las aberturas de la malla de la canasta.

b. Resistencia a la abrasión

El desgaste del material al ser sometido a ensayo en la máquina de Los Ángeles, según la norma AASHTO T-96, deberá ser inferior al 50%.

c. Absorción

Su capacidad de absorción de agua será inferior al 2% por peso. Para su determinación se fragmentará una muestra representativa de las piedras y se ensayará de acuerdo con la norma AASHTO T-85.

Equipo

602.04

El Contratista deberá suministrar los equipos que garanticen que la construcción de los muros de contención con gaviones se ajuste a la calidad exigida en la presente especificación, y que permita el correcto cumplimiento del programa de ejecución de los trabajos.

En especial, dispondrá de encofrados adecuados, equipos para la elaboración, transporte, carga, colocación, humedecimiento y compactación de los materiales, así como de herramientas menores.

Requerimientos de construcción

602.05 Conformación de la superficie de fundación

Antes de proceder a la ejecución de obras con gaviones el Contratista deberá obtener la aprobación del Supervisor del tipo de red a utilizar, de las dimensiones y de la disposición de los gaviones. Los trabajos no deben afectar la forma o la funcionalidad de la estructura.

Cuando los gaviones requieran una base firme y lisa para apoyarse, ésta podrá consistir en una simple adecuación del terreno o una cimentación diseñada y construida de acuerdo con los detalles del Proyecto.

602.06 Colocación de las canastas

Cada canasta deberá ser armada en el sitio de la obra, según el detalle del Proyecto. Su forma prismática se establecerá con ayuda de palancas, formaletas u otro medio aprobado por el Supervisor.

602.07 Relleno

El material de relleno se colocará dentro de la canasta manualmente, de manera que las partículas de menor tamaño queden hacia el centro y las más grandes junto a la malla, procurando evitar bordes cortantes de las piedras junto a la malla. Se procurará que el material quede con la menor cantidad posible de vacíos. Si durante el llenado las canastas pierden su forma, se retirará el material colocado, se repararán y reforzarán las canastas y se volverá a colocar el material de relleno.

602.08 Costura y anclaje

Cuando la canasta esté llena, deberá ser cosida y anclada a las canastas adyacentes, con alambre igual al utilizado en la elaboración de éstas.

Aceptación de los trabajos

602.09 Criterios

El Supervisor aprobará los trabajos si la malla y el material de relleno satisfacen las exigencias del Proyecto y de esta especificación, y si la estructura construida se ajusta a los alineamientos, pendientes y secciones indicados en los planos del Proyecto.

En caso de deficiencias de los materiales o de la ejecución del trabajo, el Contratista realizará por su cuenta, las correcciones necesarias de acuerdo con las instrucciones del Supervisor.

Medición

602.10

La unidad de medida será el metro cúbico (m³) de gaviones fabricados y colocados en el sitio y aprobado por el Supervisor.

La cantidad de metros cúbicos se determinará sumando los volúmenes de las canastas correctamente colocadas de acuerdo con el Proyecto.

Pago

602.11

El pago se efectuará al precio unitario del contrato, por el trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

Las cantidades aprobadas, determinadas de acuerdo con la [Subsección 602.10](#), se pagarán al precio del contrato por unidad de medida, para el renglón de pago establecido en el contrato. El precio unitario incluirá los costos por concepto de suministro de materiales e instalación de abrazaderas, alambre, separadores, rigidizadores y cualquier otro elemento utilizado para sostener y mantener el gavión en su sitio.

El pago será la compensación total por todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos de acuerdo con el Proyecto, especificaciones de ésta sección y a las instrucciones del Supervisor.

Si en el expediente técnico se establece que la preparación de la superficie de fundación de los gaviones deberá incluirse dentro del precio unitario de los gaviones, no se reconocerá ningún pago por la excavación. En caso contrario, se pagará de acuerdo con la [Sección 501](#).

Partida de pago	Unidad de pago
602.A Gaviones	Metro cúbico (m ³)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 603

DEFENSAS RIBEREÑAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 603

Defensas ribereñas

Descripción

603.01

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras en taludes, plataformas, puentes y otros elementos de la carretera, para evitar los efectos de erosión de las aguas, por lo general utilizando rocas, gaviones y otros materiales, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto.

Materiales

603.02

Cuando las defensas ribereñas se ejecuten con roca, el material se obtendrá de las canteras indicadas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor. Dicho material será roca sólida y no deleznable, resistente a la abrasión de grado A, según se determina por el ensayo de Los Ángeles (menos de 35% de pérdidas en peso después de 500 revoluciones).

Cuando se trate de Gaviones se ejecutará acorde a lo especificado en la [Sección 602.](#)

De utilizarse otros materiales se elaborará las especificaciones especiales correspondientes.

603.03

Gradación y dimensiones de la roca: Los fragmentos, deberán estar bien graduados (abierta) dentro de los límites permitidos según los diseños, cuyos dimensiones nominales pueden variar, entre 0.50 m y 1.50 m; los intersticios o vacíos entre las rocas de tamaño mayor, serán rellenados por fragmentos de roca de tamaño menor.

603.04

Selección de canteras de roca: Las fuentes de los materiales serán las indicadas en el Proyecto de acuerdo a las especificaciones del material a utilizarse.

El Supervisor realizará inspecciones de las canteras. La aprobación de fragmentos de roca de una cantera que efectuó el Supervisor no exime al Contratista de su responsabilidad respecto a la gradación y calidad especificada.

Todos los fragmentos de roca que no cumplan con los requerimientos especificados, deben ser rechazados.

603.05

Explotación de la roca: El Contratista deberá limpiar, explotar y operar las canteras, eliminar el material de desperdicio y realizar todas las operaciones requeridas para producir materiales para el enrocado, que cumplan con lo especificado.

Los materiales de desecho podrán ser acondicionados en áreas agotadas o en áreas adyacentes a las canteras, si así lo aprueba el Supervisor, en caso contrario serán colocados en los DME, de acuerdo a lo especificado en la [Sección 209](#).

Equipo

603.06

El Contratista proporcionará el equipo que garantice el suministro de la roca especificada y de cualquier otro material de manera integral, así como para la colocación, acomodo y acabados de la construcción de la defensa ribereña. Dicho equipo podrá estar constituido por tractores de oruga, cargadores frontales, retro excavadoras, grúas y otros que sean necesarios para el correcto cumplimiento de la ejecución de los trabajos.

Requerimientos de construcción

603.07 Conformación de la superficie de fundación

El área de fundación de la defensa ribereña, será construida acorde al diseño especificado en el Proyecto o que apruebe el Supervisor. Previa a la iniciación de los trabajos, el Contratista solicitará al Supervisor la aprobación de las secciones del terreno y la planificación del trabajo a realizar.

603.08 Colocación de las rocas

La construcción de las defensas ribereñas mediante enrocado se realizará de acuerdo al diseño aprobado, que deberá considerar una “uña” insertada en el terreno a modo de anclaje, para evitar la socavación al pie del paramento rocoso.

La colocación y acomodo de la roca se efectuará mediante el uso de grúas, plumas u otro medio que permita el adecuado izaje, entrase y otros labores necesarias. La colocación y acomodo de la roca se hará en forma progresiva, logrando que los intersticios entre la roca de mayor tamaño puedan ser rellenados por los fragmentos de roca de tamaño menor.

Se evitará la fracturación de las rocas al momento de la colocación.

Los fragmentos de roca colocados no tendrán una compactación especial y serán acomodados de manera que queden regularmente distribuidos, con el menor porcentaje de vacíos posible a fin de lograr una buena trabazón, para favorecer la estabilidad y evitar la erosión lateral.

Los huecos deberán ser evitados en lo posible o rellenados por rocas y piedras de menores dimensiones para acuar sólidamente las rocas mayores lográndose así un cuerpo estable y compacto.

Aceptación de los trabajos

603.09 Criterios

El Supervisor aprobará los trabajos sí se satisfacen las exigencias del Proyecto y de esta especificación, y si la defensa ribereña construida se ajusta a los alineamientos, pendientes y secciones indicados en el Proyecto.

En caso de deficiencias de los materiales o de la ejecución del trabajo, el Contratista deberá realizar por su cuenta, las correcciones necesarias hasta cumplir lo especificado.

Medición

603.10

La unidad de medida será el metro lineal (m) de defensa ribereña ejecutada integralmente de acuerdo al Proyecto y aprobada por el Supervisor.

Pago

603.11

El pago se efectuará al precio unitario del contrato por metro lineal de defensa ribereña concluida de manera integral, de acuerdo con el Proyecto y aprobada por el Supervisor.

Dicho precio unitario no incluye la excavación para la fundación de las defensas ribereñas, ni el transporte de la roca, las cuales serán pagadas de acuerdo a las [Secciones 501](#) y [700](#) respectivamente.

Partida de pago	Unidad de pago
603.A Defensas ribereñas	Metro lineal (m)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 604

DEMOLICIONES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 604

Demoliciones

Descripción

604.01 Generalidades

Este trabajo consiste en demoler y remover total o parcialmente estructuras o edificaciones existentes de acuerdo a las necesidades de la obra, según indiquen los documentos del Proyecto, o sean aprobadas por el Supervisor.

Incluye según corresponda, el uso de explosivos, medidas de seguridad y autorizaciones; retiro, cambio, restauración o protección de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del Proyecto; desmontaje, traslado y disposición final de estructuras metálicas, madera, cercas, especies vegetales y otros; incluyendo el suministro y conformación del material de relleno para zanjas, fosas y hoyos resultantes de los trabajos.

604.02 Clasificación

La demolición total o parcial y la remoción de estructuras y obstáculos, se clasificarán entre otros, de acuerdo con los siguientes criterios:

- a.** Demolición de edificaciones.
- b.** Demolición estructuras de concreto y otros.
- c.** Demolición de pavimentos, sardineles y veredas de concreto.
- d.** Desmontaje y traslado de estructuras metálicas, madera u otros.
- e.** Demolición, desmontaje y/o remoción de cercas, especies vegetales y otros obstáculos.
- f.** Retiro, cambio, restauración o protección de los servicios existentes.

Materiales

604.03

Los materiales provenientes de la demolición que, a juicio del Supervisor sean aptos para rellenar y emparejar la zona de demolición u otras zonas del Proyecto, se deberán utilizar para este fin.

Cuando las circunstancias lo ameriten, el Supervisor podrá autorizar el uso de explosivos, asumiendo el Contratista la responsabilidad de cualquier daño causado por un manejo incorrecto de ellos.

El material que suministre el Contratista para el relleno de las zanjas, fosas y hoyos resultantes de los trabajos, deberá tener la aprobación previa del Supervisor.

Equipo

604.04

Los equipos que emplee el Contratista en esta actividad deberán tener la aprobación previa del Supervisor y ser suficientes para garantizar el cumplimiento de esta especificación y del programa de trabajo.

Para remover estructuras, especies vegetales, obstáculos, cercas e instalaciones de servicios públicos, se deberán utilizar equipos que no les produzcan daño, de acuerdo con procedimientos aprobados por el Supervisor.

En el empleo de equipos se considerará lo especificado en la [Subsección 06.01.](#)

Los equipos deberán de cumplir con las especificaciones de normas ambientales y con la aprobación del Supervisor.

Requerimientos de construcción

604.05 Generalidades

El Contratista no podrá iniciar la demolición de estructuras sin previa autorización escrita del Supervisor, en la cual se definirá el alcance del trabajo

por ejecutar y se incluirá la aprobación de los métodos propuestos para hacerlo. Tal autorización no exime al Contratista de su responsabilidad por las operaciones aquí señaladas, ni del cumplimiento de estas especificaciones y de las condiciones pertinentes establecidas en los documentos del contrato.

El Contratista será responsable de todo daño causado, directa o indirectamente, a las personas, al medio ambiente, así como a redes de servicios públicos, o propiedades cuya destrucción o menoscabo no estén previstos en los planos, ni sean necesarios para la ejecución de los trabajos contratados.

El Contratista, de acuerdo con lo dispuesto en la [Sección 103](#), deberá colocar señales y luces que indiquen, durante el día y la noche, los lugares donde se realicen trabajos de demolición o remoción y será responsable de mantener la vía transitable, cuando ello se requiera.

Los trabajos deberán efectuarse en tal forma, que produzcan la menor molestia posible a los habitantes de las zonas próximas a la obra y a los usuarios de la vía materia del contrato, cuando ésta permanezca abierta al tránsito durante la construcción.

Si los trabajos aquí descritos afectan el tránsito normal en la vía materia del contrato y en sus intersecciones, el Contratista será el responsable de mantenerlo adecuadamente, de acuerdo con la [Sección 103](#) y lo que disponga la entidad contratante.

Si los trabajos implican la interrupción de los servicios públicos (energía, teléfono, acueducto, alcantarillado), conductos de combustible, ferrocarriles u otros modos de transporte, el Contratista deberá obtener las autorizaciones correspondientes de las entidades encargadas de la administración y mantenimiento de tales servicios, y coordinar para que de haber interrupciones inevitables, ocupen el mínimo de tiempo indispensable para la realización de los trabajos.

Cuando se utilicen explosivos, se deberá considerar las disposiciones de la [Subsección 05.05](#).

604.06 Demolición de edificaciones

Se refiere al derribo parcial o total de las casas o edificios, incluyendo cimientos y otros que sea necesario eliminar para el desarrollo de los trabajos del Proyecto, de acuerdo con lo que indiquen los planos o las especificaciones particulares e instrucciones del Supervisor.

Antes de iniciar las demoliciones, se deben realizar las expropiaciones respectivas. Además, se deberá contar con los permisos municipales y autorizaciones de las entidades que prestan los servicios públicos correspondientes.

Es necesario cercar los lugares de demolición para proteger la vida de las personas y no se retrasen las obras, principalmente si se utilizan explosivos (en lo posible debe evitarse su uso). Por otro lado, de ser el caso, se deberá contar con un camión cisterna, para humedecer adecuadamente el material, minimizando las emisiones de polvo que afecten a los trabajadores y poblaciones aledañas.

El Contratista deberá proteger las edificaciones, estructuras e instalaciones vecinas a las que se han de demoler y construirá las defensas necesarias para su estabilidad y protección; tomará las medidas indispensables para la seguridad de personas y especies animales y vegetales que puedan ser afectadas por los trabajos.

Los cimientos de las edificaciones que se vayan a demoler, se deberán romper y remover, hasta una profundidad mínima de 30 cm por debajo de los niveles en que hayan de operar los equipos de compactación en los trabajos de explanación o construcción de bases y estructuras del Proyecto. En los sótanos, deberá retirarse todo escombros o material objetable, eliminando también los tabiques interiores u otros elementos de la edificación, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor.

Si la edificación tiene conexiones de alcantarillado o pozos sépticos u obras similares, dichas conexiones deberán ser removidas y las zanjas resultantes se rellenarán con material adecuado, previamente aprobado por el Supervisor.

Las cavidades o depresiones resultantes de los trabajos de demolición deberán rellenarse hasta el nivel del terreno circundante y si éstas se encuentran dentro de los límites de un terraplén o debajo de la subrasante, el relleno deberá compactarse de acuerdo con los requisitos aplicables de la [Sección 205](#).

604.07 Demolición de estructuras de concreto y otros

Cuando las estructuras de concreto, mampostería y otros se encuentren en servicio para el tránsito público, el Contratista no podrá proceder a su demolición hasta cuando se hayan efectuado los trabajos necesarios para no interrumpir el tránsito.

El contratista deberá coordinar con las instituciones respectivas para establecer los desvíos correspondientes. Las zonas de obra deberán estar cercadas, para evitar accidentes a los usuarios y personal de obra.

A menos que los documentos del Proyecto establezcan otra cosa o que el Supervisor lo autorice de manera diferente, las infraestructuras existentes deberán ser demolidas hasta el fondo natural o lecho del río o quebrada, y las partes que se encuentren fuera de la corriente se deberán demoler hasta por lo menos 30 cm más abajo de la superficie natural del terreno. Cuando las partes de la estructura existente se encuentren dentro de los límites de construcción de la nueva estructura, dichas partes deberán demolerse hasta donde sea necesario, para permitir la construcción de la estructura proyectada.

Los cimientos y otras estructuras subterráneas deberán demolerse hasta las siguientes profundidades mínimas: en áreas de excavación, 60 cm por debajo del nivel de subrasante proyectada; en áreas que vayan a cubrirse con terraplenes de 1 m o menos, 1 m por debajo de la subrasante proyectada; y en áreas que vayan a cubrirse con terraplenes de más de 1 m de altura, no es necesario demoler la estructura más abajo del nivel del terreno natural, salvo que los documentos del Proyecto presenten una indicación diferente.

Cuando se deba demoler parcialmente una estructura que forme parte del Proyecto, los trabajos se efectuarán de tal modo que sea mínimo el daño a la parte de la obra que se vaya a utilizar posteriormente. Los bordes de la parte utilizable de la estructura deberán quedar libres de fragmentos sueltos y listos para empalmar con las ampliaciones proyectadas.

Las demoliciones de estructuras deberán efectuarse con anterioridad al comienzo de la nueva obra, salvo que los documentos del Proyecto lo establezcan de otra manera.

604.08 Demolición de pavimentos, sardineles y veredas de concreto

Los pavimentos, sardineles y veredas de concreto, bases de concreto y otros elementos cuya demolición esté prevista en los documentos del Proyecto, deberán ser quebrados en pedazos de tamaño adecuado, para que puedan ser utilizados en la construcción de rellenos o disponer de ellos como sea autorizado por el Supervisor.

Cuando se usen en la construcción de rellenos, el tamaño máximo de cualquier fragmento no deberá exceder de dos tercios del espesor de la capa en la cual se vaya a colocar. En ningún caso, el volumen de los fragmentos

deberá exceder el 30 %, debiendo ser apilados en los lugares indicados en los planos del Proyecto o las especificaciones particulares, a menos que el Supervisor autorice otro lugar.

604.09 Desmontaje y traslado de estructuras metálicas, madera u otros

Comprende la marca, identificación y clasificación de todos los elementos de las estructuras metálicas, madera y otros, en concordancia con los planos previamente elaborados por el Contratista, para facilitar su utilización posterior, y su desmontaje y traslado o transporte al sitio de almacenamiento, nuevo montaje o lugar de disposición final, de acuerdo con lo indicado por los documentos del Proyecto, o según las disposiciones del Supervisor.

El retiro de toda alcantarilla, se hará cuidadosamente y tomando las precauciones necesarias para evitar que se maltrate o rompa. La alcantarilla que vaya a ser colocada nuevamente, debe ser trasladada y almacenada cuando sea necesario, para evitar pérdidas o daños, antes de ser instalada de nuevo. El Contratista deberá reponer, bajo su cuenta, costo y riesgo, todo tramo de alcantarilla que se extravíe o dañe.

604.10 Demolición, desmontaje y/o remoción de cercas, especies vegetales y otros obstáculos

El Contratista deberá remover, trasladar y reinstalar las cercas de alambre, madera, piedra, adobe u otros en los nuevos emplazamientos, cuando ello esté considerado en los documentos del Proyecto o lo señale el Supervisor. El traslado deberá realizarse evitando maltratos innecesarios a las partes que sean manipuladas o transportadas. Si la reinstalación no está prevista, los elementos removidos se ubicarán, almacenarán o transportarán como materiales excedentes en las condiciones establecidas en los documentos del proyecto o disposiciones del Supervisor.

En lo que se refiere al traslado de especies vegetales, comprende la marca, identificación y clasificación de las especies por trasladar, según selección aprobada por el Supervisor; además el Contratista deberá efectuar la remoción, traslado, preparación de la nueva localización y colocación de los especímenes, conforme a lo indicado en los documentos del Proyecto o las instrucciones del Supervisor. Su manejo deberá ser realizado de tal forma que los árboles o arbustos no sufran daños.

Según se muestre en los planos, en las especificaciones particulares o acorde a las instrucciones del Supervisor, el Contratista deberá eliminar, retirar o reubicar obstáculos tales como postes de kilometraje, señales, monumentos y cualquier otro obstáculo. Cuando ellos no deban removerse, el Contratista deberá tener especial cuidado, a efecto de protegerlos contra cualquier daño y proporcionar e instalar las defensas apropiadas que se indiquen en los documentos citados o sean autorizadas por el Supervisor.

604.11 Retiro, cambio, restauración o protección de los servicios existentes

El Contratista deberá retirar, cambiar, restaurar o proteger contra cualquier daño, los servicios públicos o privados existentes, según se contemple en los planos del Proyecto, las especificaciones especiales o las instrucciones del Supervisor.

Ningún retiro, cambio, restauración o protección deberá efectuarse sin la autorización escrita de la entidad que administra el servicio o el propietario, y deberán seguirse las indicaciones de éstos con especial cuidado y tomando las precauciones necesarias para que el servicio no se interrumpa, o si ello, es inevitable, reduciendo la interrupción al mínimo de tiempo necesario para realizar el trabajo, a efecto de causar las menores molestias a los usuarios.

Cuando el trabajo consista en protección, el Contratista deberá proporcionar e instalar las defensas apropiadas que se indiquen en los planos o las especificaciones particulares o que sean autorizadas por el Supervisor.

604.12 Disposición de los materiales

Acorde a los documentos del proyecto, especificaciones técnicas o las instrucciones del Supervisor, los materiales de las edificaciones o estructuras demolidas, que sean aptos y necesarios para rellenar y emparejar la zona de demolición u otras zonas laterales del Proyecto, se deberán utilizar para ese fin. Todos los demás materiales excedentes, deberán ser transportados y colocados en los depósitos de materiales excedentes (DME).

Para el traslado de estos materiales se debe humedecer adecuadamente los materiales y cubrirlos con una lona para evitar emisiones de material particulado por efecto de los factores atmosféricos, y evitar afectar a los trabajadores y poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares.

Los elementos según sea el caso, serán almacenados, montados en otro lugar o trasladados al lugar o lugares de disposición final, según lo establezcan los planos, las especificaciones particulares o las instrucciones del Supervisor.

Todas las labores de disposición de materiales se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del Proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

Los materiales provenientes de la demolición y remoción podrán ser utilizados para rellenar o emparejar otras zonas del Proyecto previa autorización del Supervisor, tomando en consideración las normas y disposiciones legales vigentes.

Aceptación de los trabajos

604.13

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Identificar todos los elementos que deban ser demolidos o removidos y/o trasladados.
- Señalar los elementos que deban permanecer en el sitio y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Contratista de acuerdo con la presente especificación.

El Supervisor considerará terminados los trabajos de demolición, según lo indicado en la presente especificación técnica cuando hayan sido terminados satisfactoriamente los trabajos correspondientes, de manera que permita continuar con las otras actividades programadas, y los materiales sobrantes

hayan sido adecuadamente dispuestos de acuerdo con lo que establece la presente especificación.

La evaluación de los trabajos de "Demolición" se efectuarán según lo indicado en la [Subsección 04.11.](#)

Medición

604.14

La medida para la demolición, ejecutada de acuerdo con los planos, la presente especificación, y las instrucciones del Supervisor, se hará de acuerdo con las siguientes modalidades:

- Global (Glb), en cuyo caso no se harán mediciones.
- Por unidad (und.), cuando se trate de demolición, desmontaje y/o remoción de especies vegetales y otros obstáculos.
- Por metro cúbico (m³), aproximado al entero, en el caso de demolición de edificaciones, demolición de estructuras de concreto, mampostería y otros, demolición de pavimentos, sardineles y veredas de concreto y otros.
- Por metro lineal (m),
- Demolición, desmontaje y/o remoción de cercas, en este caso, la medida se efectuará una vez reinstalado debidamente el elemento.
- Por tonelada (ton.), Desmontaje y traslado de estructuras metálicas, madera u otros.

Pago

604.15

El pago se hará a los precios unitarios respectivos, estipulados en el contrato según la unidad de medida, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación, aceptado por el Supervisor y según lo dispuesto en la [Subsección 07.05.](#)

El precio unitario deberá cubrir además todos los costos por las operaciones necesarias para efectuar las demoliciones y para hacer los desmontajes,

planos, separación de materiales aprovechables, carga, descarga y almacenamiento; remoción, traslado y siembra de especies vegetales; traslado y reinstalación de obstáculos y cercas de alambre; traslado, cambio o restauración de elementos de servicios existentes.

El Contratista deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control, hasta el sitio de utilización.

El pago por la remoción de especies vegetales será cubierto por esta especificación y no por la [Sección 201](#).

El precio unitario deberá incluir, además, los costos por concepto de excavación para la demolición y remoción y por el suministro, conformación y compactación del material para relleno de las cavidades resultantes y en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados, según lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#). El transporte de materiales excedentes se pagará de acuerdo a lo establecido en la [Sección 700](#), con excepción del transporte de las estructuras metálicas, madera y otras, que será incluido en su respectivo precio unitario.

Partida de pago	Unidad de pago
604.A Demolición de edificaciones	Metro cúbico (m ³)
604.B Demolición de estructuras de concreto, mampostería y otros	Metro cúbico (m ³)
604.C Desmontaje y traslado de estructuras metálicas, madera u otros	Tonelada (ton.)
604.D Demolición, desmontaje y/o remoción de cercas	Metro lineal (m)
604.E Demolición, desmontaje y/o remoción de especies vegetales y otros obstáculos	Unidad (und.)
604.F Demolición de pavimentos, sardineles y veredas de concreto	Metro cúbico (m ³)
604.G Remoción de servicios existentes	Global (Glb)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 605

DELIMITACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DEL DERECHO DE VÍA



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 605

Delimitación y Señalización del Derecho de Vía

Descripción

605.01

Este trabajo consiste en la colocación en posición vertical de cercos vivos (plantación de árboles o arbustos), muros, pircas, hileras de rocas u otros elementos que sean visibles; que no constituyan instalaciones o barreras infranqueables que limiten la libre circulación a las áreas adyacentes o afecten la visibilidad, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto, en el marco de la Directiva para la demarcación y señalización del derecho de vía de las carreteras del Sistema Nacional de Carreteras – SINAC vigente (Directiva).

Materiales

El material que suministre el Contratista será de acuerdo a lo especificado en los documentos del Proyecto.

605.02 Concreto

Los muros o muretes se elaborarán con concreto simple o reforzado de acuerdo a lo señalado en la [Sección 503](#).

605.03 Tierra

Los muros o muretes se elaborarán con tierra compactada en la forma de tapial o adobes asentados con barro.

605.04 Cercos vivos

La delimitación se hará mediante una secuencia de arboles de tallo alto, arbustos, plantones colocados en línea continua.

605.05 Piedra

La delimitación se hará mediante muros secos o de mampostería de piedra, de tamaño mediano y sección uniforme.

605.06 Otros

La delimitación se podrá realizar mediante cercos o postes de madera o elementos que se obtengan dentro del área a delimitar.

605.07 Señalización

Consistirá en la colocación de señales informativas y muretes que indiquen su límite, de acuerdo con los gráficos contenidos en la Directiva.

Se colocará, principalmente, al inicio y término de la vía, puntos notables, lugares poblados o cercanos a zonas urbanas.

605.08 Dimensiones de la señalización.

Será de acuerdo a lo indicado en la Directiva.

605.09 Pintura

Se usará fondo blanco con letras negras, aprobados por el Supervisor.

Equipo

605.10

Se deberá disponer de todos los equipos y herramientas necesarias para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos especificados.

Requerimientos de construcción

605.11 Ubicación de los muros, muretes, árboles, arbustos u otros

Será según lo que indique los documentos del Proyecto. En el caso de los árboles o postes se colocarán a una distancia de 3 m entre ellos, cualquier variación será aprobada por el Supervisor.

605.12 Excavación

Será para la cimentación de los muros, colocación de las plantas e instalación de postes, según indique los documentos del Proyecto.

605.13 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la colocación elementos que dificulten la visibilidad o afecten la seguridad vial. Las plantas a ser colocadas deberán ser las adecuadas para el clima y características fisiográficas de la zona.

Aceptación de los trabajos

605.14 Criterios

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo y herramientas empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales satisfagan las exigencias establecidas en los documentos del Proyecto.
- Verificar que los muros y los otros elementos de demarcación, tengan las dimensiones correctas y que su instalación, esté conforme con los documentos del Proyecto y las exigencias de esta especificación.

b. Calidad de los materiales

El Supervisor verificará que la calidad de los materiales sea lo especificado en los documentos del Proyecto.

Medición

605.15

Se efectuará por metro lineal (m.) por demarcación construida o instalada de acuerdo con los documentos del Proyecto, la presente especificación y aprobada por el Supervisor, de acuerdo al siguiente detalle:

- a) Para el caso de muros o muretes: Se medirá la longitud total del muro construido.
- b) Para el caso de arboles, plantones o arbustos o postes: Se medirá la longitud de inicio a fin.

Pago

605.16

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por todo muros, muretes, árboles, arbustos u otros elementos.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de mano de obra, herramientas, equipos, materiales, excavación, concreto, pintura, manejo, almacenamiento, carga y transporte hasta el sitio de instalación; carga, transporte y disposición en los sitios que defina el Supervisor de los materiales excavados; la instalación del árbol o plantones o poste o arbustos y, en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado.

El pago constituirá compensación total por los trabajos señalados en esta Sección y según la [Subsección 07.05](#).

Partida de pago	Unidad de pago
605.A Delimitación y Señalización del Derecho de Vía	Metro lineal (m)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

CAPITULO VII

TRANSPORTE



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 700

TRANSPORTE



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 700

Transporte

Descripción

700.01

Este trabajo consiste en la carga, transporte y descarga en los lugares de destino final, de materiales granulares, excedentes, mezclas asfálticas, roca, derrumbes y otros a diferentes distancias, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

700.02 Clasificación

El transporte se clasifica según los diferentes tipos de materiales a transportar y su procedencia o destino, en el siguiente detalle:

- a. Granulares provenientes de canteras u otras fuentes para trabajos de mejoramiento de suelos, terraplenes, afirmado, subbase, base, suelo estabilizado, etc.
- b. Excedentes, provenientes de excavaciones, cortes, escombros, derrumbes, desbroce y limpieza y otros, a ser colocados en los DME de acuerdo a la [Sección 209](#).
- c. Mezclas asfálticas en general.
- d. Roca provenientes de canteras u otras fuentes para trabajos de enrocado, pedraplenes, defensas ribereñas, gaviones, etc.

Equipo

700.03

Los equipos para la carga, transporte y descarga de materiales, deberán ser los apropiados para garantizar el cumplimiento de lo establecido en el Proyecto y el programa del trabajo, debiendo estar provistos de los elementos necesarios para evitar problemas de seguridad vial, contaminación o cualquier

alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte.

Todos los equipos para la carga, transporte y descarga de los materiales, deberán cumplir con las disposiciones legales referentes al control de la contaminación ambiental.

Ningún vehículo de los utilizados por el Contratista podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente. En cada vehículo debe indicarse claramente su capacidad máxima.

Para evitar los efectos de dispersión y derrame de los materiales granulares, excedentes, derrumbes y otros, deben de ser humedecidos y cubiertos. La cobertura deberá ser de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y deberá estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva.

Todos los vehículos deberán tener incorporado a su carrocería, los contenedores o tolvas apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad en forma tal que se evite el derrame, pérdida del material húmedo durante el transporte. Esta tolva deberá estar constituida por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios, así también, deben estar en buen estado de mantenimiento.

Los equipos de carga y descarga deberán estar provistos de los accesorios necesarios para cumplir adecuadamente tales labores, entre las cuales pueden mencionarse las alarmas acústicas, ópticas y otras.

Aceptación de los trabajos

700.04

El Supervisor medirá el trabajo realizado de acuerdo al material transportado, la ruta establecida y las distancias de origen y destino determinadas de acuerdo al criterio o criterios de cálculo o formulas establecidos en el Proyecto o aprobadas por el Supervisor. Si el Contratista utiliza para el transporte una ruta diferente y más larga que la aprobada, el Supervisor computará la distancia definido previamente.

Medición

700.05

La unidad de pago de esta partida será el metro cúbico-kilómetro (m^3 -km) trasladado, o sea, el volumen en su posición final de colocación, por la distancia de transporte determinada de acuerdo al criterio o criterios de cálculo o formulas establecidos en el Proyecto o aprobadas por el Supervisor. El precio unitario debe incluir los trabajos de carga y descarga.

A continuación se indica algunos criterios de cálculo del material a transportar:

1. Centro de Gravedad

Se calcula considerando el Centro de Gravedad del material a transportar (determinado en el campo y aprobado por el Supervisor), desde el kilómetro inicial entre las progresivas i-j, descontando la distancia de acarreo libre (120 m), hasta el centro de gravedad correspondiente de la disposición final del material a transportar.

$$T = V_{i-j} \times (c + d)$$

Donde:

T= Transporte a pagar (m^3 -km)

V_{i-j} =Volumen de "Corte de material granular de la plataforma" en su posición inicial, entre Progresivas i-j, (m^3).

c= Distancia (km) desde el centro de gravedad entre progresivas i-j, hasta:

- La salida al DME (ingreso al acceso) o,
- Al centro de gravedad del lugar de uso del material en la vía.

d= Distancia (km) desde donde termina la distancia "c", al centro de gravedad del depósito de materiales excedentes al camino de acceso.

Cuando el material es dispuesto sobre el prisma vial el valor de c, es cero (0).

2. Materiales provenientes de Cantera

Se considera el transporte del material desde el Centro de Gravedad de la cantera hasta el Centro de Gravedad del km que requiere el uso del material en su posición final compactado, descontando la distancia libre de transporte (120 m).

$$T = V_{i-j} \times (c + d)$$

Donde:

T= Transporte a pagar (m³-km)

V_{i-j}=Volumen de material en su posición final de colocación entre progresivas i-j, (m³).

c= Es la distancia (km) correspondiente al tramo de acceso desde la carretera hasta la cantera, medida desde el centro de gravedad de la cantera hasta el centro de gravedad de uso del material en la vía entre progresivas i-j.

d= Distancia (km) desde el empalme con la carretera del tramo de acceso a la cantera hasta el centro de gravedad de uso del material en la vía entre las progresivas i-j (km).

Pago

700.06

El pago de las cantidades de materiales transportados, determinados en la forma indicada anteriormente, se hará al precio unitario del contrato, incluye la carga, descarga y cualquier otro concepto necesario para la conclusión satisfactoria del trabajo.

El precio unitario no incluye la disposición final en los DME.

Partida de pago	Unidad de pago
700.A Transporte de materiales granulares para distancias entre 120 m y 1.000 m	Metro cúbico-kilómetro (m ³ -km)
700.B Transporte de materiales granulares para distancias mayores de 1.000 m	Metro cúbico-kilómetro (m ³ -km)
700.C Transporte de materiales excedentes para distancias entre 120 m y 1.000 m	Metro cúbico-kilómetro (m ³ -km)
700.D Transporte de materiales excedentes para distancias mayores de 1.000 m	Metro cúbico-kilómetro (m ³ -km)
700.E Transporte de mezclas asfálticas para distancias hasta 1.000 m	Metro cúbico-kilómetro (m ³ -km)
700.F Transporte de mezclas asfálticas para distancias mayores de 1.000 m	Metro cúbico-kilómetro (m ³ -km)
700.G Transporte de roca para distancias entre 120 m y 1.000 m	Metro cúbico-kilómetro (m ³ -km)
700.H Transporte de roca para distancias mayores de 1.000 m	Metro cúbico-kilómetro (m ³ -km)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



CAPITULO VIII

SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 800

DISPOSICIONES GENERALES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 800

Disposiciones generales

Descripción

800.01

Esta especificación presenta las Disposiciones Generales a ser observadas para los trabajos de Señalización Vertical, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto, en el marco del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC vigente. Los trabajos de Señalización Vertical permanentes o provisionales, comprenden el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de los dispositivos de control de tránsito que son colocados en la vía en forma vertical (señales) para prevenir, reglamentar e informar a los usuarios. Incluye los elementos de soporte, cimentación y demás trabajos necesarios para su ejecución de manera integral. Dentro de estos dispositivos también se incluye la Señalización Ambiental Vertical destinadas a crear conciencia sobre la conservación de los recursos naturales, arqueológicos, humanos y culturales. Asimismo la señalización ambiental deberá enfatizar las zonas en que habitualmente se produce circulación de animales silvestres o domésticos a fin de alertar a los conductores de vehículos sobre esta presencia.

La forma, color, dimensiones y tipo de materiales a utilizar en las señales que están conformadas por paneles, postes o estructuras de soporte y cimentación, estarán de acuerdo a las regulaciones contenidas en el Manual vigente antes indicado, y lo señalado en el Proyecto.

Todos los paneles de las señales llevarán en el borde superior derecho de la cara posterior de la señal, una inscripción con las siglas "MTC" y la fecha de instalación (mes y año).

Materiales

800.02 Paneles

Los paneles están constituidos por la señal propiamente dicha, planchas metálicas o fibra de vidrio u otros y marcos de soporte, los cuales serán uniformes para un proyecto, es decir del mismo tipo de material y de una sola pieza para las señales preventivas y reglamentarias. Los paneles de señales con dimensión horizontal mayor que 2,50 m podrán estar formados por varias piezas modulares uniformes de acuerdo al diseño que indique el Proyecto. No se permitirá en ningún caso traslapes, uniones, soldaduras ni añadiduras en cada panel individual.

Para proyectos ubicados por debajo de 3.000 msnm y en zonas aledañas a áreas marinas se utilizarán paneles de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Para proyectos ubicados por encima de 3.000 msnm se utilizarán paneles de fierro galvanizado, de aluminio o de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio. El sistema de refuerzo del panel y de sujeción a los postes de soporte será diseñado en función al tipo de panel y de poste o sistema de soporte, lo que debe ser definido en el Proyecto. En el caso de los paneles de fibra de vidrio de hasta 1,20 m² se emplearán platinas en forma de cruz.

a. Paneles de resina poliéster

Los paneles de resina poliéster serán reforzados con fibra de vidrio, acrílico y estabilizador ultravioleta. El panel deberá ser plano y completamente liso en una de sus caras para aceptar en buenas condiciones el material adhesivo de la lámina retroreflectiva (señal propiamente dicha) que se especifica en la [Subsección 800.05](#). Los refuerzos serán de un solo tipo (ángulos o platinas).

El panel debe estar libre de fisuras, perforaciones, intrusiones extrañas, arrugas y curvatura que afecten su rendimiento, altere las dimensiones del panel o afecte su nivel de servicio.

La cara frontal deberá tener una textura similar al vidrio.

Los paneles de acuerdo al diseño, forma y refuerzo que se indique en el Proyecto, deberán cumplir los siguientes requisitos:

1. Espesor

Los paneles serán de 3 mm y 4 décimas con una tolerancia de más o menos 0,4 mm ($3,4 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$).

El espesor se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios de cada borde del panel.

2. Color

El color del panel será gris uniforme en ambas caras (N.7.5. / N.8.5. Escala Munsell).

3. Resistencia al impacto

El panel cuadrado de 75 cm de lado será apoyado en sus extremos a una altura de 20 cm del piso. Dicho panel, en esa posición, deberá resistir el impacto de una esfera de acero de 4.500 g de peso y 10,3 cm de diámetro liberado en caída libre desde 3,5 m de altura sin resquebrajarse.

4. Pandeo

El pandeo mide la deformación de un panel por defectos de fabricación o de los materiales utilizados.

El panel a comprobar será suspendido de sus 4 vértices. La deflexión máxima medida en el punto de cruce de sus diagonales y perpendicularmente al plano de la lámina, no deberá ser mayor de 12 mm.

Esta deflexión corresponde a un panel cuadrado de 75 cm de lado. Para paneles de mayores dimensiones se aceptará hasta 2 cm de deflexión. Todas las medidas deberán efectuarse a temperatura ambiente.

b. Paneles de fierro galvanizado

Estos paneles serán fabricados con láminas de fierro negro revestido por ambas caras y en los bordes con una capa de zinc aplicada por inmersión en caliente. La capa de revestimiento deberá resultar con un espesor equivalente a la aplicación de 1.100 g por metro cuadrado de superficie.

Los paneles de acuerdo al diseño, forma y refuerzos que se indique en el Proyecto deberán cumplir los siguientes requisitos:

1. Espesor

Deberá ser de 2 mm en la lámina de hierro antes del tratamiento de galvanizado.

2. Color

A la cara posterior del panel se le aplicará una capa de pintura de base (*imprimante epóxico con promotores de adherencia para superficies no ferrosas*) y una capa de pintura mate sintética de color gris similar al indicado en la [Subsección 800.02\(a\) \(2\)](#).

3. Resistencia al doblado

Los paneles deberán tener una suficiente resistencia al doblado sin presentar desprendimientos de la capa de zinc.

Para ello se ensayará una muestra de 5 cm de lado que se doblará girando 180°.

4. Tratamiento de la cara frontal

La cara frontal no deberá presentar remaches, pliegues, fisuras, perforaciones o incrustaciones extrañas que afecten su rendimiento.

Antes de la aplicación de la lámina retroreflectiva, el panel deberá ser limpiado y desengrasado aplicando un abrasivo grado 100 o más fino.

c. Paneles de aluminio

Los paneles de aluminio serán fabricados de acuerdo a la norma ASTM B-209M con aleaciones 6061-T6 o 5052-H38.

Los paneles serán de una sola pieza y no deben presentar perforaciones, ampollas, costuras, corrugaciones ni ondulaciones y deberán cumplir los siguientes requisitos:

1. Espesor

Los paneles tendrán un espesor uniforme de 2 mm para paneles de 75 cm de lado o menores. Los paneles que tengan alguna dimensión mayor de 75 cm tendrán un espesor de 3 mm.

2. Color

La cara posterior del panel será limpiada y desengrasada para aplicar un sistema conforme a lo establecido en las "Especificaciones Técnicas

de Pinturas para Obras Viales” vigente y aprobado por la Entidad Competente.

3. Tratamiento de la cara frontal

La cara frontal del panel será limpiada y desengrasada.

La superficie deberá terminarse aplicando un abrasivo grado 100 o más fino, antes de la aplicación del material retroreflectivo.

d. Paneles de Material Compuesto de Aluminio (Aluminium Composite Panel - ACP)

Los paneles de material compuesto de aluminio o ACP, son paneles formados por dos películas de aluminio adheridas por procesos industriales a un alma de Polietileno de alta densidad, estos deberán ser planos y completamente lisos en una de sus caras para aceptar en buenas condiciones el material adhesivo de la lámina retroreflectiva que se especifica en la [Subsección 800.05](#).

El panel debe estar libre de fisuras, perforaciones, intrusiones extrañas, arrugas y curvatura que afecten su rendimiento, alteren sus dimensiones o afecte su nivel de servicio.

Los paneles de acuerdo al diseño y forma que se indique en el Proyecto deberán cumplir los siguientes requisitos:

1. Espesor

Los paneles deberán tener un espesor mínimo de 3 mm con una tolerancia positiva de 0.4 mm. (3,0 mm + 0,4 mm).

El espesor mínimo de cada una de las películas de aluminio que conforman el panel debe ser de 0.30 mm.

El espesor se verificará como el promedio de las medidas en 4 sitios de cada borde del panel.

2. Color

La cara posterior del panel (cara opuesta a la cual lleva adherido el material reflectivo) debe estar recubierta con una capa de pintura poliéster de color negro.

3. Resistencia al impacto

Debe tener una resistencia al impacto mínima de 1500 kgf, según el ensayo indicado en la norma ASTM D732.

4. Rigidez a la flexión

La rigidez mide la deformación de un panel por defectos de fabricación, o al ser sometido a carga. El substrato debe presentar una rigidez a la flexión mínima de 60 Mpa, según el ensayo indicado en la norma ASTM C393.

5. Intemperismo

El intemperismo mide la resistencia y vida que puede tener un material al estar expuesto a la intemperie. El Panel no debe presentar ninguna anomalía luego de ser sometido al procedimiento establecido en la norma ASTM D1654.

6. Resistencia a la presión del viento

El substrato no debe presentar deformación luego de ser sometido al procedimiento establecido en la norma ASTM E330.

Adicionalmente si la señalización se instalará en zonas cuyos climas tienen rangos cambiantes de temperatura mayores a 30 °C el substrato debe cumplir los siguientes requisitos adicionales:

7. Expansión Térmica

La expansión térmica mide la deformación que tiene un material cuando existen variaciones de temperatura en el ambiente. El substrato debe tener un coeficiente de expansión térmica máximo de $4.0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ según el procedimiento establecido en la norma ASTM D 696.

8. Temperatura de deformación térmica

Es la temperatura a la cual el material empezará de deformarse por efectos del calor. El substrato debe tener una temperatura de deformación mínima de 85°C al ser sometida a las pruebas indicadas en la norma ASTM D 648.

Cualquiera que fuera el tipo de panel que se use en el Proyecto, deberá pasar por controles de calidad que aseguren la correcta fabricación de producto.

800.03 Postes de soporte

Los postes son los elementos sobre los que van montados los paneles con las señales que tengan área menor de 1,2 m² con su mayor dimensión medidas en forma vertical.

El poste tendrá las características, material, forma y dimensiones que se indican en el Proyecto. Los postes serán cimentados en el terreno y podrán ser fabricados en concreto, metal y madera.

Los postes deberán ser diseñados con una longitud suficiente de acuerdo a las dimensiones del panel y su ubicación en el terreno, de tal forma que se mantengan las distancias (horizontal y vertical) al borde de la calzada indicada en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente.

Los postes serán de una sola pieza, no admitiéndose traslapes, soldaduras, uniones ni añadiduras.

a. Postes de concreto

Los postes de concreto portland tendrán las dimensiones y refuerzo indicados en el Proyecto. Serán de concreto tipo E según la clasificación indicada en la [Subsección 503.04.](#)

El acabado y pintura del poste será de acuerdo a lo indicado en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente. El pintado de los mismos se efectuará aplicando como primera capa una pintura acrílica emulsionada en conformidad con lo establecido en las "Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales" vigente.

b. Postes metálicos

Los postes metálicos podrán ser de tubos o perfiles de fierro u otro material debidamente aprobado.

La forma, dimensiones, color y cimentación deberán ser indicados en el Proyecto.

El pintado de los mismos se efectuará igualmente de acuerdo a lo establecido en las "Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales" vigente.

El espesor de los elementos metálicos no debe ser menor de 2 mm y en el caso de tubos el diámetro exterior será no menor de 5 cm.

c. Poste de madera

Se utilizarán postes de madera solamente en señalización provisional, El poste, de preferencia tendrá sección cuadrada.

El tipo de madera, forma y dimensiones del poste serán indicadas en el Proyecto o aprobada por el Supervisor.

800.03.1 Cimentación

La cimentación de los postes será de concreto simple o reforzado según indique el Proyecto y deberá contar con la aprobación del Supervisor, estará anclada en el terreno y deberá garantizar la estabilidad de la estructura.

800.04 Estructuras de soporte

Las estructuras se utilizarán generalmente para servir de soporte a las señales informativas que tengan un área mayor de 1,2 m² con la mayor dimensión medida en forma horizontal.

Las estructuras serán diseñadas de acuerdo a la dimensión, ubicación y tipo de los paneles de las señales, así como los sistemas de sujeción a la estructura, cimentación y montaje, todo lo que debe ser indicado en el Proyecto.

Las estructuras serán metálicas conformadas por tubos y perfiles de fierro negro. Los tubos tendrán un diámetro exterior no menor de 7 cm, y un espesor de paredes no menor de 2 mm serán limpiados, desengrasados y no presentarán ningún óxido antes de aplicar la pintura de acuerdo a lo establecido en la [Subsección 800.03\(b\)](#).

Similar tratamiento se dará a los perfiles metálicos u otros elementos que se utilicen en la conformación de la estructura.

800.05 Material retroreflectivo

El material retroreflectivo debe responder a los requerimientos que se dan en esta especificación.

Este tipo de material es el que va colocado por un adhesivo sensible a la presión que le permite adherirse a los paneles para conformar una señal de tránsito visible sobre todo en las noches por la incidencia de los faros de los vehículos sobre la señal.

Todas las láminas retroreflectivas deben permitir el proceso de aplicación por serigrafía con tintas compatibles con la lámina y recomendados por el fabricante. No se permitirá en las señales el uso de cintas adhesivas vinílicas para los símbolos y mensajes.

a. Tipos de material retroreflectivo

Los tipos de material retroreflectivo que se utilizarán para uso en las señales de tránsito y otros dispositivos de señalización, deberán consistir de laminaciones blancas ó coloreadas con una superficie externa suave y reflectorizante para brindar visibilidad nocturna y resistencia a las inclemencias climatológicas, de tal manera que los conductores automovilísticos puedan reaccionar a tiempo. El material retroreflectivo podrá ser del tipo I, II, III, IV, V, VI, VIII, IX u XI.

En caso de ser un material sensible a la orientación (colocación del material en el panel), el fabricante deberá notificar en la lámina dicha condición. En el caso de los materiales insensibles a la orientación, no será necesaria dicha mención.

Los materiales retroreflectivos estarán formados por una película exterior transparente, lisa y plana con elementos ópticos retroreflectivos por debajo de la película, de modo que constituyan un sistema óptico retroreflectivo no expuesto, así mismo, deberá contar con un respaldo adhesivo sensible a la presión distribuido en forma uniforme por toda la superficie posterior del material. Este respaldo adhesivo se clasifica de la siguiente manera:

1. Clase 1

El respaldo adhesivo debe ser sensible a la presión, no requiere calor, solventes, ni otra preparación para adherirse a superficies lisas y limpias.

2. Clase 2

Respaldo adhesivo debe tener un adhesivo que debe ser activado aplicando calor y presión al material. La temperatura necesaria para formar una unión permanente y durable debe ser como mínimo de 66 °C. El respaldo adhesivo Clase 2 debe ser reposicionable bajo condiciones normales de fábrica y a temperaturas de sustrato de hasta 38 °C y sin daño para el material. El respaldo adhesivo Clase 2 puede

ser perforado para facilitar el retiro del aire en los laminadores térmicos de vacío, pero las perforaciones deben ser de un tamaño y frecuencia tal que no causen defectos objetables cuando la lámina sea impresa.

3. Clase 3

El respaldo adhesivo debe tener un adhesivo sensible a la presión de baja adhesividad que no requiera calor, solvente, ni otra preparación para adherirse a superficies lisas y limpias. Debe ser reposicionable hasta una temperatura de 38 °C sin daño para el material.

4. Clase 4

El respaldo adhesivo debe tener un adhesivo sensible a la presión a baja temperatura que permita las aplicaciones de la lámina a temperaturas hasta -7 °C sin la ayuda de calor, solvente, ni otra preparación para adherirse a superficies lisas y limpias.

5. Clase 5

Este debe ser un respaldo no adhesivo hecho de una material comercialmente usado para productos autosoportables tales como collares de conos de tráfico, señales de advertencia temporales enrollables, y bandas de canalizadores.

La lámina contará con una película protectora del soporte adhesivo que tendrá la función de impedir que esta se contamine hasta el momento de la aplicación; cuando sea removida la película protectora sin la ayuda de agua, solvente, calor ni otro agente externo.

El Proyecto debe indicar el tipo de material retroreflectivo a utilizar (p.e.: material Tipo XI del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras) en cada una de las señales que se diseñen para un determinado Proyecto evitando utilizar determinaciones o marcas comerciales de fabricantes.

Para garantizar la duración uniforme de la señal, no se permitirá el empleo en una misma señal, cualquiera que ésta sea, de dos o más tipos de materiales retroreflectivos diferentes.

b. Condiciones para los ensayos de calidad

Las pruebas de calidad para láminas sin adherir o adheridas al panel de prueba deben ser efectuadas bajo las siguientes condiciones:

1. Temperatura y humedad relativa

Las muestras de prueba deben ser acondicionados o montados 24 h antes de las pruebas a temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ y a una humedad relativa de $50\% \pm 5\%$.

2. Panel de prueba

Los paneles serán láminas lisas de aluminio y deben tener una dimensión (200 mm x 200 mm) de lado y un espesor de 1,6 mm.

La superficie del panel en que se adhiere la lámina será desengrasada y pulida cada vez que se efectúe algún ensayo, asimismo se debe someter a un ligero ataque con ácido antes de que las láminas sean aplicadas. La adherencia de la lámina al panel debe ser efectuada según recomendaciones del fabricante.

c. Requisitos de calidad funcional

1. Intemperización Acelerada en Exteriores

La lámina debe ser resistente a la intemperización (tipo I: 24 meses; tipos II, III, IV, V, VIII, IX y XI: 36 meses; tipo VI: 6 meses) y no presentar agrietamiento, delaminación, picaduras, ampollamiento, despegado de los bordes u ondulamiento apreciables, ni contracción o expansión mayores a 0,8 mm (1/32 pulg.); cuando es ensayada de acuerdo con la Práctica ASTM G7 o su equivalente.

Durante la intemperización los paneles de ensayo deben estar abiertos por las partes posteriores y orientadas a un ángulo de 45° respecto a la horizontal y frente al Ecuador, de acuerdo con la Práctica ASTM G7 o su equivalente. Exponer dos paneles por cada sitio para el número de meses especificados anteriormente. Realizar las exposiciones en sitios con los tipos y climas siguientes:

Tipo de clima	Temperatura mensual promedio (°C)	
	Mes más caliente	Mes más frío
Verano lluvioso tropical	28 a 34	18 a 22
Desértico	28 a 34	10 a 17
Opcional (recomendado)	Por acuerdo entre las partes interesadas	

El etiquetado de paneles, así como el acondicionamiento y manejo de los paneles antes de la exposición y durante los periodos de evaluación deben estar de acuerdo con la Practica ASTM G147 o su equivalente.

Montaje de la probeta para láminas Tipo VI: Asegurar los extremos de las probetas de 100 mm x 300 mm (4" x 12") entre barras de 25 mm x 200 mm x 2 mm (1" x 8" x 5/64") de aluminio, y fijar estas barras a las bandas de montaje en el soporte para intemperización en exteriores. Exponer las probetas de manera que el eje mayor (longitudinal) sea paralelo al suelo de manera que los pernos utilizados para asegurar los extremos de las probetas no interfieran con la fijación al soporte de ensayo.

Lavado de paneles después de la exposición: Después de la exposición, lavar cuidadosamente los paneles utilizando un paño suave o una esponja y agua limpia o una solución diluida (1% en peso en agua, concentración máxima) de un detergente suave. Después del lavado, enjuagar exhaustivamente con agua limpia, y secar con un paño suave y limpio. Después del lavado y secado, acondicionar los paneles a temperatura ambiente por lo menos 2 horas antes de realizar cualquier medición de propiedades.

Medición del coeficiente de retroreflexión: Después que los paneles han sido lavados, secados, y acondicionados de acuerdo a lo señalado en el párrafo anterior; medir la retroreflectancia a un ángulo de observación de 0.2° y ángulos de entrada de -4° y 30°. Reportar el promedio del coeficiente de retroreflectancia medido en cada geometría en los dos paneles en cada sitio de exposición.

Llevar a cabo las mediciones de retroreflectancia después de la intemperización en exteriores a un ángulo de observación de 0.2° y ángulos de entrada de -4° y +30°. Los coeficientes mínimos de

retroreflectancia después de la intemperización serán: 50% para los Tipos I y VI, 65% para el Tipo II y 80% para los Tipos III, IV, V, VIII, IX y XI (porcentajes con respecto a los valores dados en la [Tabla 800-01](#) para cada tipo de material)."

2. Contracción (Encogimiento)

La lámina retroreflectiva no debe encogerse en cualquier dimensión más de 0,8 mm (1/32") en 10 minutos o más de 3,2 mm (1/8") en 24 horas; cuando es evaluada de la siguiente manera:

Acondicionar una muestra de lamina retroreflectiva de 229 mm por 229 mm (9" x 9") con su película protectora (revestimiento), un mínimo de 1 hora a condiciones de ensayo estándar (ver 1. Temperatura y humedad relativa). Retirar la película protectora y colocar la muestra sobre una superficie plana con el adhesivo hacia arriba. 10 minutos después de que la película protectora ha sido retirada y después de 24 horas, medir la muestra para determinar la cantidad de cambio dimensional.

3. Flexibilidad

La lámina debe ser suficientemente flexible para no mostrar ningún agrietamiento; cuando es evaluada de la siguiente manera:

Doblar la lamina, en un segundo, alrededor de un mandril de 3,2 mm (1/8") con el adhesivo haciendo contacto con el mandril. Para facilidad del ensayo, esparcir talco en polvo sobre el adhesivo para prevenir que se pegue al mandril. La muestra de ensayo debe ser de 70 mm por 229 mm (2 ¾" x 11"). La temperatura de ensayo debe ser 23 °C ± 2°C.

4. Remoción de la Película Protectora (revestimiento)

La película protectora (revestimiento) debe ser fácilmente removible sin inmersión en agua u otras soluciones y no debe romper, rasgar o remover el adhesivo de la lámina.

5. Adhesión

El respaldo adhesivo de la lamina retroreflectiva debe producir una unión que soporte un peso de 0,79 Kg (1 ¾ lb.) para adhesivos clase 1, 2 y 3 o un peso de 0,45 Kg (1 lb.) para adhesivos clase 4 por 5 min, sin que el adhesivo se pele en una distancia de más de 51 mm (2"); cuando es evaluada de la siguiente manera:

Aplicar la lámina a un panel de ensayo, de 1,016 mm (0.040") de espesor mínimo, preparada de acuerdo a lo señalado en el punto 2. Panel de prueba. Pegar 102 mm (4") de una muestra de 25.4 mm x 152 mm (1" x 6") a un panel de prueba. Acondicionar (ver 1. Temperatura y humedad relativa) y luego sujetar un peso al extremo libre y dejarlo caer libremente a un ángulo de 90° con la superficie del panel durante 5 min.

6. Resistencia al impacto

La lámina retroreflectiva no deberá mostrar agrietamiento o delaminación fuera del área efectiva del impacto; cuando es evaluada de la siguiente manera:

Aplicar la lamina retroreflectiva a un panel de ensayo de 76 mm x 127 mm x 1,016 mm (3" x 5" x 0,040") de aluminio de acuerdo a 2. Panel de prueba) y acondicionar para ensayo tal como se especifica en el punto 1. Temperatura y humedad relativa. Someter la lamina al impacto de un peso de 0,91 Kg (2 lb.), con una punta redondeada de 15,8 mm (5/8") de diámetro, dejada caer desde la altura necesaria para generar un impacto de 1,13 N-m (10"-lb.).

7. Coeficiente de Retroreflectancia

En la [Tabla 800-01](#) se presentan los valores mínimos del coeficiente de retroreflectividad que deben cumplir los diferentes tipos de láminas retroreflectivas de acuerdo a su color, al ángulo de entrada y al ángulo de observación.

En el caso de los valores de coeficientes mínimos de retroreflectancia indicados en la [Tabla 800-01](#) para un ángulo de observación 0,1; indicar que estos son requisitos complementarios que se deberán aplicar sólo cuando este especificado por el Proyecto.

Los valores del coeficiente de retroreflectividad de las láminas retroreflectivas serán reportados como: $X \pm U$ (donde X es el valor de lectura y U su incertidumbre), y determinados según la Norma ASTM E 810 o su equivalente.

Tabla 800-01

Coeficientes Mínimos de Retroreflectancia

Tipo de material retroreflectivo	Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Coeficientes mínimos de retroreflectancia según color ($\text{cd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$)						
			Blanco	Amarillo	Anaranjado	Verde	Rojo	Azul	Marrón
Tipo I	0,2º	-4º	70	50	25	9,0	14	4,0	1,0
	0,2º	+30º	30	22	7,0	3,5	6,0	1,7	0,3
	0,5º	-4º	30	25	13	4,5	7,5	2,0	0,3
	0,5º	+30º	15	13	4,0	2,2	3,0	0,8	0,2
Tipo II	0,2º	-4º	140	100	60	30	30	10	5,0
	0,2º	+30º	60	36	22	10	12	4,0	2,0
	0,5º	-4º	50	33	20	9,0	10	3,0	2,0
	0,5º	+30º	28	20	12	6,0	6,0	2,0	1,0
Tipo III	0,1º	-4º	300	200	120	54	54	24	14
	0,1º	+30º	180	120	72	32	32	14	10
	0,2º	-4º	250	170	100	45	45	20	12
	0,2º	+30º	150	100	60	25	25	11	8,5
	0,5º	-4º	95	62	30	15	15	7,5	5,0
	0,5º	+30º	65	45	25	10	10	5,0	3,5
Tipo IV	0,1º	-4º	500	380	200	70	90	42	25
	0,1º	+30º	240	175	94	32	42	20	12
	0,2º	-4º	360	270	145	50	65	30	18
	0,2º	+30º	170	135	68	25	30	14	8,5
	0,5º	-4º	150	110	60	21	27	13	7,5
	0,5º	+30º	72	54	28	10	13	6	3,5

Tabla 800-01

Coefficientes Mínimos de Retroreflectancia (Continuación)

Tipo de material retroreflectivo	Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Coeficientes mínimos de retroreflectancia según color (cd.lx ⁻¹ .m ⁻²)						
			Blanco	Amarillo	Anaranjado	Verde	Rojo	Azul	Marrón
Tipo V	0,1º	-4º	2000	1300	800	360	360	160	-
	0,1º	+30º	1100	740	440	200	200	88	-
	0,2º	-4º	700	470	280	120	120	56	-
	0,2º	+30º	400	270	160	72	72	32	-
	0,5º	-4º	160	110	64	28	28	13	-
	0,5º	+30º	75	51	30	13	13	6,0	-
Tipo VI	0,1º	-4º	750	525	190	90	105	68	-
	0,1º	+30º	300	210	75	36	42	27	-
	0,2º	-4º	500	350	125	60	70	45	-
	0,2º	+30º	200	140	50	24	28	18	-
	0,5º	-4º	225	160	56	27	32	20	-
	0,5º	+30º	85	60	21	10	12	7,7	-
Tipo VIII	0,1º	-4º	1000	750	375	100	150	45	30
	0,1º	+30º	460	345	175	46	69	21	14
	0,2º	-4º	700	525	265	70	105	32	21
	0,2º	+30º	325	245	120	33	49	15	10
	0,5º	-4º	250	190	94	25	38	11	7,5
	0,5º	+30º	115	86	43	12	17	5,0	3,5

Tabla 800-01

Coefficientes Mínimos de Retroreflectancia (Continuación)

Tipo de material retroreflectivo	Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Coefficientes mínimos de retroreflectancia según color ($\text{cd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$)						
			Blanco	Amarillo	Anaranjado	Verde	Rojo	Azul	Marrón
Tipo IX	0,1°	-4°	660	500	250	66	130	30	-
	0,1°	+30°	370	280	140	37	74	17	-
	0,2°	-4°	380	285	145	38	76	17	-
	0,2°	+30°	215	162	82	22	43	10	-
	0,5°	-4°	240	180	90	24	48	11	-
	0,5°	+30°	135	100	50	14	27	6,0	-
	1,0°	-4°	80	60	30	8,0	16	3,6	-
	1,0°	+30°	45	34	17	4,5	9,0	2,0	-
Tipo XI	0,1°	-4°	830	620	290	83	125	37	25
	0,1°	+30°	325	245	115	33	50	15	10
	0,2°	-4°	580	435	200	58	87	26	17
	0,2°	+30°	220	165	77	22	33	10	7,0
	0,5°	-4°	420	315	150	42	63	19	13
	0,5°	+30°	150	110	53	15	23	7,0	5,0
	1,0°	-4°	120	90	42	12	18	5,0	4,0
	1,0°	+30°	45	34	16	5,0	7,0	2,0	1,0

Tabla 800-01

Coefficientes Mínimos de Retroreflectancia (Continuación)

Tipo de material retroreflectivo	Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Coeficientes mínimos de retroreflectancia según color (cd.lx ⁻¹ .m ⁻²)		
			Amarillo-Verde Fluorescente	Amarillo Fluorescente	Anaranjado Fluorescente
Tipo IV	0,1º	-4º	400	300	150
	0,1º	+30º	185	140	70
	0,2º	-4º	290	220	105
	0,2º	+30º	135	100	50
	0,5º	-4º	120	90	45
	0,5º	+30º	55	40	22
Tipo VI	0,1º	-4º	600	450	300
	0,1º	+30º	240	180	120
	0,2º	-4º	400	300	200
	0,2º	+30º	160	120	80
	0,5º	-4º	180	135	90
	0,5º	+30º	68	51	34
Tipo VIII	0,1º	-4º	800	600	300
	0,1º	+30º	370	280	135
	0,2º	-4º	560	420	210
	0,2º	+30º	260	200	95
	0,5º	-4º	200	150	75
	0,5º	+30º	92	69	35

Tabla 800-01

Coefficientes Mínimos de Retroreflectancia (Continuación)

Tipo de material retroreflectivo	Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Coeficientes mínimos de retroreflectancia según color (cd.lx ⁻¹ .m ⁻²)		
			Amarillo-Verde Fluorescente	Amarillo Fluorescente	Anaranjado Fluorescente
Tipo IX	0,1º	-4º	530	400	200
	0,1º	+30º	300	220	110
	0,2º	-4º	300	230	115
	0,2º	+30º	170	130	65
	0,5º	-4º	190	145	72
	0,5º	+30º	110	81	41
	1,0º	-4º	64	48	24
	1,0º	+30º	36	27	14
Tipo XI	0,1º	-4º	660	500	250
	0,1º	+30º	260	200	100
	0,2º	-4º	460	350	175
	0,2º	+30º	180	130	66
	0,5º	-4º	340	250	125
	0,5º	+30º	120	90	45
	1,0º	-4º	96	72	36
	1,0º	+30º	36	27	14

8. Color

Los valores del Factor de Luminancia y Coordenadas Cromáticas de las láminas deben ser los señalados en la [Tabla 800-02](#) y [Tabla 800-03](#), de acuerdo a su tipo específico.”

Los valores del Factor de Luminancia y las Coordenadas Cromáticas de las laminas retroreflectivas para el iluminante estándar IEC D65 y el observador estándar IEC 2° 1931, serán determinadas de acuerdo con las normas ASTM E308, ASTM E1347, ASTM E1349 y ASTM 2301 o sus equivalentes, y las prácticas ASTM E991, ASTM E1164, ASTM E2152 y ASTM E2153 o sus equivalentes, según sea aplicable.

Tabla 800-02

Factor de Luminancia (Y%)

Color	Todas excepto Tipo V		Tipo V	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Blanco	27	-	15	-
Amarillo	15	45	12	30
Anaranjado	10	30	7,0	25
Verde	3,0	12	2,5	11
Rojo	2,5	15	2,5	11
Azul	1,0	10	1,0	10
Marrón	1,0	9,0	1,0	9,0
Amarillo-Verde Fluorescente	60	-	-	-
Amarillo Fluorescente	40	-	-	-
Anaranjado Fluorescente	20	-	-	-

Tabla 800-03**Coordenadas Cromáticas de Color**

Color	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Blanco	0,303	0,300	0,368	0,366	0,340	0,393	0,274	0,329
Amarillo	0,498	0,412	0,557	0,442	0,479	0,520	0,438	0,472
Anaranjado	0,558	0,352	0,636	0,364	0,570	0,429	0,506	0,404
Verde	0,026	0,399	0,166	0,364	0,286	0,446	0,207	0,771
Rojo	0,648	0,351	0,735	0,265	0,629	0,281	0,565	0,346
Azul	0,140	0,035	0,244	0,210	0,190	0,255	0,065	0,216
Marrón	0,430	0,340	0,610	0,390	0,550	0,450	0,430	0,390
Amarillo-Verde	0,387	0,610	0,369	0,546	0,428	0,496	0,460	0,540
Amarillo Fluorescente	0,479	0,520	0,446	0,483	0,512	0,421	0,557	0,442
Anaranjado Fluorescente	0,583	0,416	0,535	0,400	0,595	0,351	0,645	0,355

Equipo**800.06**

El Contratista deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Requerimientos de construcción**800.07 Generalidades**

Antes del inicio de la instalación de las señales, el Supervisor verificará acorde al Proyecto, la ubicación definitiva de cada una de ellas, en lo relativo a las progresivas, distancias lateral con respecto al pavimento, sentido, altura y

demás detalles que sean necesarios para una correcta señalización y de conformidad con el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC vigente.

De ser necesario, el Supervisor deberá autorizar y aprobar los ajustes que fueran necesarios para cumplir los requerimientos antes señalados.

800.08 Excavación y cimentación

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en el Proyecto.

La señal debe ser instalada con la altura especificada en el Proyecto, con cuya finalidad y de ser el caso, podrá sobreelevarse la cimentación sin modificar su sección de diseño; sin embargo la sobreelevación mencionada no debe comprometer la estabilidad de la estructura.

La cimentación de postes y estructuras de soporte se efectuará de acorde al concreto establecido en el Proyecto.

800.09 Instalación

La instalación de las señales serán de acuerdo al Proyecto, la aprobación del Supervisor y acorde con el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC vigente.

El Contratista instalará las señales de manera que el poste y las estructuras de soporte presenten verticalidad.

800.10 Limitaciones en la ejecución

El Contratista no ejecutará instalación de las señales en horas nocturnas, ni durante la presencia de precipitaciones pluviales.

Aceptación de los trabajos

800.11 Criterios

El Supervisor para la aceptación de los trabajos efectuará los siguientes controles:

- Verificar que los trabajos hayan sido ejecutados de acuerdo a lo establecido en el Proyecto, las aprobaciones que hubiera realizado y en concordancia con el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC vigente.
- Verificar el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Verificar que el Contratista mantenga adecuadamente las señales hasta la recepción de las obras, reponiendo a su costo aquellas que sufrieran deterioro o pérdida.

Medición

800.12

Las señales verticales de tránsito se medirán por unidad (Und.) de señal instalada, de acuerdo a las características y tipo del panel, postes o estructuras de soporte y cimentación.

Pago

800.13

El pago se hará por unidad (Und.) de señal instalada al respectivo precio unitario del contrato.

El precio unitario cubrirá todos los costos de adquisición de materiales, fabricación, transporte, almacenamiento y todo aquello que sea necesario para concluir de manera integral la instalación de los dispositivos (panel, postes o estructuras de soporte y cimentación).

El precio unitario no incluye la excavación para la cimentación de los dispositivos la cual se pagará de acuerdo a la [Sección 501](#).

Partida de pago	Unidad de pago
800.A Señal Vertical (panel, postes o estructuras de soporte y cimentación)	Unidad (Und.)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 801

SEÑALES PREVENTIVAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 801

Señales preventivas

Descripción

801.01

Este trabajo consiste en la colocación de dispositivos de control vertical permanente, con la finalidad de advertir al usuario sobre ciertas condiciones de la vía, que impliquen peligro y requieran precaución, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto, en el marco del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente.

Materiales

801.02

Los materiales serán acordes a lo siguiente:

- **Paneles:** Según lo indicado en la [Subsección 800.02](#), Material Retroreflectivo: Según lo indicado en la [Subsección 800.05](#).
- **Postes o estructuras de soporte:** Según lo indicado en la [Subsección 800.03](#) y [800.04](#) respectivamente.
- **Cimentación:** Según lo indicado en la [Subsección 800.08](#).

Equipo

801.03

Según lo indicado en la [Subsección 800.06](#).

Requerimientos de construcción

801.04

Según lo indicado en la [Subsección 800.07](#), según corresponda.

Medición

801.05

Se aplica lo indicado en la [Subsección 800.12](#).

Pago

801.06

Se aplica lo indicado en la [Subsección 800.13](#).

Partida de pago	Unidad de pago
801.A Señales Preventivas (... m x ... m)	Unidad (Und.)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 802

SEÑALES REGLAMENTARIAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 802

Señales reglamentarias

Descripción

802.01

Este trabajo consiste en la colocación de dispositivos de control vertical permanente, con la finalidad de indicar al usuario las limitaciones o restricciones que gobiernan la vía, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto, en el marco del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente.

Materiales

802.02

Los materiales serán acordes a lo siguiente:

- **Paneles:** Según lo indicado en la [Subsección 800.02](#), **Material Retroreflectivo:** Según lo indicado en la [Subsección 800.05](#).
- **Postes o estructuras de soporte:** Según lo indicado en la [Subsección 800.03](#) y [800.04](#) respectivamente.
- **Cimentación:** Según lo indicado en la [Subsección 800.08](#).

Equipo

802.03

Según lo indicado en la [Subsección 800.06](#).

Requerimientos de construcción

802.04

Según lo indicado en la [Subsección 800.07](#), según corresponda.

Medición

802.05

Se aplica lo indicado en la [Subsección 800.12](#).

Pago

802.06

Se aplica lo indicado en la [Subsección 800.13](#).

Partida de pago	Unidad de pago
802.A Señal Reglamentaria: Octogonal, Rectangular, Cuadrada, Triangular y Otros	Unidad (Und.)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 803

SEÑALES INFORMATIVAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 803

Señales informativas

Descripción

803.01

Este trabajo consiste en la colocación de dispositivos de control vertical permanente, con la finalidad de guiar al usuario hacia el lugar de destino, identificar rutas, puntos notables, sentidos de circulación, servicios auxiliares y otros, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto, en el marco del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente.

Materiales

803.02

Los materiales serán acordes a lo siguiente:

- **Paneles:** Según lo indicado en la [Subsección 800.02](#), **Material Retroreflectivo:** Según lo indicado en la [Subsección 800.05](#).
- **Postes o estructuras de soporte:** Según lo indicado en la [Subsección 800.03](#) y [800.04](#) respectivamente.
- **Cimentación:** Según lo indicado en la [Subsección 800.08](#).

Equipo

803.03

Según lo indicado en la [Subsección 800.06](#).

Requerimientos de construcción

803.04

Según lo indicado en la [Subsección 800.07](#), según corresponda.

Medición

803.05

Se aplica lo indicado en la [Subsección 800.12](#).

Pago

803.06

Se aplica lo indicado en la [Subsección 800.13](#).

Partida de pago	Unidad de pago
803.A Señal Informativa (... m x ... m)	Unidad (Und.)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 804

POSTES DELINEADORES



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 804

Postes Delineadores

Descripción

804.01

Este trabajo consiste en la colocación de los dispositivos de señalización vertical denominados delineadores que tienen por finalidad remarcar o delinear segmentos de la carretera que por su peligrosidad o condiciones de diseño o visibilidad requieran ser resaltados, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto, en el marco del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente.

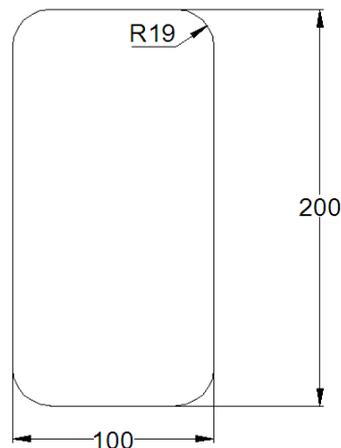
Materiales

804.02 Postes delineadores

Los postes delineadores podrán ser fabricados utilizando concreto armado, madera, metal u otros materiales.

804.03 Material Retroreflectivo

El material retroreflectivo será del tipo IV, según se indica en la [Subsección 800.05.](#)



Equipo

804.04

Se deberá disponer del equipo necesario para preparar la superficie del pavimento y para el transporte y colocación de los postes delineadores, así como para la limpieza de la superficie luego de terminados los trabajos.

Requerimientos de Construcción.

804.05

a. Poste delineador de madera

Se construirán en planta, debiendo estar totalmente terminados antes de ser llevados al lugar de su colocación. La madera que se utilice será de buena calidad, seca, sana y descortezada.

Tendrán forma cilíndrica de 15 cm. de diámetro y una altura mínima sobre el nivel de rodadura de 1 m. El largo total del poste delineador dependerá de la profundidad de cimentación, pero éste no será menor a 1 metro.

La cimentación se asegurará empotrando el poste de madera en concreto simple; para el efecto se excavará un volumen cilíndrico de 40 cm de diámetro hasta la profundidad definida en los planos o por el Supervisor en obra; en ningún caso la profundidad de cimentación será menor a 30 cm. El concreto para la cimentación tendrá una resistencia a la compresión de 140 Kg/cm² (**Subsección 503.04**).

El poste delineador colocado verticalmente, se pintará totalmente de color blanco, y además en su parte superior, en los lados visibles para el usuario de la vía, se colocará el material retroreflectivo de color amarillo, a no más de 5 cm de la parte superior del poste, en un ancho de 15 cm y en una longitud igual a la tercera parte del perímetro de la sección transversal.

b. Poste delineador de concreto simple

Podrán ser construidos en el mismo sitio de su colocación o prefabricarlos para colocarlos en el lugar definido en los planos o en la ubicación

aprobada por el Supervisor. El concreto a utilizar será del tipo F (140 Kg/cm²), según lo indicado en la [Subsección 503.04](#).

Tendrá forma tronco-cónica con una base de 30 cm. de diámetro, una coronación de 15 cm de diámetro y una altura mínima sobre el nivel de rodadura de 1 m. La longitud total del delineador dependerá de la profundidad de cimentación.

Para la cimentación se excavará un volumen cilíndrico de 50 cm de diámetro hasta la profundidad definida en los planos o por el Supervisor en obra; en ningún caso la profundidad de cimentación será menor a 30 cm El concreto para la cimentación tendrá una resistencia a la compresión de 140 Kg/cm².

Los postes delineadores se pintarán totalmente de color blanco, y además en su parte superior, en los lados visibles para el usuario de la vía, se colocará el material retroreflectivo de color amarillo, a no más de 5 cm de la parte superior del poste, en un ancho de 15 cm y en una longitud igual a la tercera parte del perímetro de la sección transversal.

c. Poste delineador de concreto armado

Serán prefabricados, debiendo quedar totalmente terminados antes de ser llevados al lugar de su colocación. El refuerzo metálico del poste delineador consistirá en 3 barras de 3/8 pulg. de diámetro y 0,95 m de longitud, colocadas en cada vértice del poste. El amarre de este refuerzo consistirá en 3 estribos formados por barras del mismo diámetro y de 0,35 m de longitud. El concreto utilizado tendrá una resistencia mínima a la compresión de 140 Kg/cm² ([Subsección 503.04](#)).

Tendrán la forma de un prisma triangular con una base de 15 cm. por lado y una altura mínima sobre el nivel de rodadura de 1 m. La longitud total del delineador dependerá de la profundidad de cimentación.

La cimentación de la unidad se asegurará empotrando el delineador en su ubicación, a una profundidad mínima de 30 cm. El concreto utilizado tendrá una resistencia mínima a la compresión de 140 Kg/cm².

Los postes delineadores se pintarán de color blanco, además en las 2 caras visibles para el usuario de la vía, se colocará material retroreflectivo de color amarillo, a no más de 5 cm de la parte superior del poste y en un ancho de 15 cm.

d. Poste delineador flexible

Serán fabricados de polímeros termoestables reforzados con fibra de vidrio, de alta resistencia al impacto y resistente a la luz ultravioleta, ozono e hidrocarburos. La textura de la superficie del delineador debe estar limpia, lisa y adecuada para la adherencia del material retroreflectivo sin preparación alguna. Cada poste deberá estar marcado con la identificación del fabricante y la fecha de fabricación.

Deberán tener un ancho de perfil mínimo de 75 mm (3"), y podrán presentar crestas en los bordes extremos, destinados al apoyo estructural del mismo. La longitud mínima sobre el nivel de rodadura será de 1 m. La longitud total del delineador dependerá de la profundidad de cimentación.

Los postes deberán estar diseñados para su fácil instalación permanente teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante y además deben ser resistentes al torcimiento y desplazamiento por las fuerzas del viento o del impacto. Para acreditar esta última condición el Contratista deberá presentar un informe de ensayos de impacto del poste delineador, bajo los siguientes requisitos:

- Ensayar un mínimo de ocho postes delineadores.
- La altura mínima sobre el nivel de rodadura será de 1m.
- Los postes delineadores deben sobrevivir 10 golpes (golpe en la misma dirección cada vez) por un vehículo de pasajeros, a una velocidad entre 80,5 Km/h y 88,5 Km/h (sobrevivir se define como permanecer en su lugar y no presentar una inclinación en cualquier dirección de la vertical de más de 20°). Para este ensayo, instalar y orientar los postes según lo recomendado por el fabricante.
- Además después de 5 golpes el poste delineador deberá acreditar que satisface los requerimientos de retroreflectancia mínimos especificados en [Subsección 800.05](#).
- Adjuntar fotografías mostrando los postes impactados y el vehículo de impacto luego de 5 y 10 golpes.

El poste delineador será de color blanco y además deberá llevara colocada en el lado visible para el usuario de la vía, material retroreflectivo de color amarillo a no más de 5 cm de la parte superior del poste y en un ancho de 15 cm.

Los postes tendrán una profundidad de anclaje definida y recomendada por el fabricante.

El anclaje deberá estar incrustado en concreto según lo especificado por el fabricante y según las instrucciones del Supervisor. La base debe ser diseñada para ser a prueba de manipulaciones, ya sea mediante el uso de un sistema de bloqueo o algún dispositivo probado de bloqueo.

La base de los postes serán fabricados de un material rígido resistente al impacto y ser resistente a la luz ultravioleta, el ozono y los hidrocarburos. Las dimensiones de la base debe ser de aproximadamente 20 cm de diámetro y debe tener una altura de no más de 5 cm.

804.06 Localización

El Contratista deberá localizar los postes delineadores en la parte externa de las curvas que se quieren resaltar y de acuerdo con el Proyecto y la aprobación del Supervisor.

Los postes delineadores se colocarán a 30 cm. hacia adentro de la arista formada por el talud de relleno o de 40 cm. hacia afuera del borde extremo de la berma (se escogerá la posición más cercana a la pista).

El espaciamiento de los postes delineadores será de acuerdo al Proyecto y/o aprobación del Supervisor, la cual es determinada de acuerdo con las características de la curva horizontal o del estrechamiento del camino que por lo regular varía entre 5 m y 20 m. En la [Tabla 804-01](#) se presentan espaciamientos recomendados en función del radio de la curva horizontal.

Tabla 804-01

Espaciamientos de Postes Delineadores

Radio de la curva horizontal (m)	Espaciamiento (m)
30	4,00
40	5,00
50	6,00
60	7,00
70	8,00
80	9,00
100	10,00
150	12,50
200	15,00
250	17,00
300	18,50
400	20,00
450	21,50
500	23,00
>500	24,00

Los postes delineadores se instalarán siguiendo las indicaciones que se dan en la [Subsección 800.04](#).

804.07 Control del tránsito

Será responsabilidad del Contratista la colocación de toda la señalización preventiva requerida para la ejecución segura de los trabajos, así como el ordenamiento del tránsito automotor durante el tiempo requerido, según lo indicado en la [Sección 103](#).

804.08 Limitación en la ejecución

No se permitirá la colocación de postes delineadores durante la lluvia.

804.09 Aceptación de los trabajos

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Comprobar que todos los materiales cumplan con los requisitos de calidad exigidas en la [Subsección 804.02](#) y [804.05](#)
- Impedir que las tachas se coloquen con anterioridad a la aplicación de las líneas de demarcación del pavimento.
- Verificar que los postes delineadores queden correctamente colocadas.

b. Calidad de los materiales

No se admitirán materiales que incumplan las exigencias de la [Subsección 804.02](#) y [804.05](#).

c. Instalación de las tachas

El Supervisor sólo aceptará el trabajo, si los delineadores postes delineadores han sido colocados de acuerdo con el Proyecto, la presente especificación y su aprobación.

Todas las deficiencias que presenten los trabajos deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, y a plena satisfacción del Supervisor.

Medición

804.11

Los postes delineadores se medirán por unidad (Und.) instaladas de acuerdo con el Proyecto y la presente especificación, aprobadas por el Supervisor.

Pago

804.12

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por todo poste delineador colocado con la aprobación del Supervisor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos inherentes al suministro de materiales y equipos, preparación de los sitios de colocación; transporte, almacenamiento, colocación y cimentación del poste; señalización temporal y ordenamiento del tránsito; limpieza, remoción, transporte y disposición de desperdicios y, en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado.

Se incluye en el pago el concreto utilizado en la cimentación de los postes delineadores.

Partida de pago	Unidad de pago
804.A Postes Delineadores	Unidad (Und.)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 804.A

TACHAS RETROREFLECTIVAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 804.A

Tachas Retroreflectivas

Descripción

804.A.01

Este trabajo consiste en la colocación de los dispositivos de señalización horizontal, denominados tachas retroreflectivas que tienen por finalidad remarcar o delinear segmentos de la carretera que por su peligrosidad o condiciones de diseño o visibilidad requieran ser resaltados, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto, en el marco del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente.

Materiales

804.A.02 Tachas

Son elementos de señalización horizontal fijados firmemente al pavimento.

Las tachas se ubican sobre una línea de demarcación con la finalidad de confirmar la instrucción entregada por dicha línea, principalmente en la conducción nocturna.

a. Materiales

Las tachas deben estar fabricadas con materiales con la adecuada resistencia química, al agua y rayos UV, para el uso previsto. El lente (área reflectiva) debe estar moldeada de material metil metacrilato o policarbonato.

b. Dimensiones

La altura de la tacha no debe exceder de 20,3 mm (0,80”).

El ancho de la tacha no debe exceder de 130 mm (5,1”).

El ángulo entre la cara de la tacha y la base no debe ser mayor de 45°.

La base de la tacha debe estar completamente libre de barniz o sustancias que puedan reducir su fijación con el adhesivo.

c. Clasificación

Las tachas deben clasificarse por el tipo, color, resistencia a la abrasión y resistencia a la flexión.

1. Tipos de Tachas

- Tipo A: Tacha retroreflectiva bidireccional, de un color.
- Tipo B: Tacha retroreflectiva unidireccional, de un color.
- Tipo E: Tacha retroreflectiva bidireccional, de dos colores.

2. Color de las Tachas

- B: Blanco
- A: Amarillo
- R: Rojo
- AZ: Azul
- V: Verde

3. Resistencia a la Abrasión

- Designación H: Tacha con superficie de lente dura, resistente a la abrasión.

4. Resistencia a la Flexión

- Designación F: Tacha con suficiente resistencia longitudinal, para su aplicación a pavimentos asfálticos flexibles.

Mostrar la clasificación en el siguiente orden: tipo, color, resistencia a la abrasión, y resistencia a la flexión. Por ejemplo, ERBF es una tacha bidireccional, rojo y blanco, superficie no resistente a la abrasión y con suficiente resistencia a la flexión para su aplicación a pavimentos flexibles.

d. Uso de los colores

La demarcación con tachas puede ser de los siguientes colores:

- Blanco
- Amarillo

- Rojo
- Bicolor blanco y rojo

El color de la superficie o lámina retroreflectante debe coincidir con el del cuerpo del elemento que la contiene, con la excepción de la tacha bicolor, que puede ser bicolor, (blanco y rojo), solamente blanco o solamente rojo.

Cada uno de estos colores cumple una función distinta:

- **Blanco:** se usa delimitando alineamientos que pueden ser traspasados normalmente por los vehículos, en el marco de la operación normal de tránsito.
- **Amarillo:** se usa delimitando alineamientos que pueden ser traspasados, con precaución y eventualmente por los vehículos, en el marco de una operación de emergencia.
- **Rojo:** se usa delimitando alineamientos que no pueden ser traspasados bajo ninguna circunstancia de operación.
- **Bicolor:** se usa en las líneas centrales mixtas, las que consisten en dos líneas blancas paralelas, una continua y la otra segmentada. La línea continua se emplea para indicar la prohibición de adelantar y virar a la izquierda para el sentido del tránsito más próximo a ella, sin restringir al otro sentido. El color rojo debe enfrentar al flujo de tránsito que no puede adelantar y el blanco, al que puede hacerlo.

En el caso de demarcaciones con tachas, su lado mayor o el diámetro de su base, debe ser menor o igual a 13 cm. Además, ninguna de sus caras debe formar un ángulo mayor a 60° con la horizontal.

e. Requisitos de desempeño

1. Retroreflectancia

Para tachas nuevas, el coeficiente de retroreflectancia (RI), no debe ser menor a los valores de la [Tabla 804.A-01](#); cuando es evaluada de la siguiente manera:

Medir el coeficiente de retroreflectancia de acuerdo con la Práctica ASTM E809 o su equivalente. La apertura angular de la fuente y la apertura angular del receptor serán cada uno de no más de 0,1°. La apertura angular de los elementos retroreflectivos no debe ser mayor

de 0,02°. Si los elementos retroreflectivos no son mayores de 5,3 mm (0,21”) de diámetro, las dimensiones recomendadas son de 15,2 m (50 pies) de distancia de ensayo, 25,4 mm (1”) de diámetro de receptor, y 25,4 mm (1”) de diámetro de la fuente. Otras distancias de ensayo son aceptables siempre y cuando los requisitos establecidos de apertura angular se cumplan y que la tacha no subtienda más de 1° a la fuente. Medir la distancia de la pupila de salida de la fuente de luz al centro de la cara retroreflectiva de la tacha. La base del marcador debe encontrarse en un plano paralelo al eje de iluminación y perpendicular al medio plano de observación. Todas las superficies verticales en la tacha, por ejemplo, en su borde superior, que podría reflejar especularmente la fuente en el receptor deben estar cubiertas. La tolerancia en el ángulo de entrada debe ser de $\pm 0.5^\circ$. Mantener el ambiente de ensayo y condición de las tachas a $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, y $50\% \pm 25\%$ de humedad relativa. Antes de efectuar la lectura fotométrica, limpiar suavemente la cara de la tacha con una toalla suave y húmeda, luego secar con una toalla suave.

Tabla 804.A-01

Coefficiente de Retroreflectancia

Angulo del Componente de Entrada β_2	Angulo de Observación α	Valor Mínimo R_i , mcd/lx				
		Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul
0°	0.2°	279	167	70	93	26
+ 20°/+ 20°	0.2°	112	67	28	37	10

Angulo del componente de entrada β_1 y el ángulo de rotación ϵ son 0°.

Para tachas resistentes a la abrasión, después de abrasiar la tacha de acuerdo a lo indicado por la norma ASTM D4280 o su equivalente, el coeficiente de retroreflectancia a 0° de ángulo de entrada medido de acuerdo a lo señalado anteriormente no debe ser menor a los valores de la [Tabla 804.A.01](#) multiplicado por 0,5.

2. Color

Cuando el retroreflector es iluminado por una Fuente A Estándar CIE, el color de la luz retroreflejada debe estar dentro de las gamas de

colores dados por las coordenadas cromáticas indicadas en la [Tabla 804.A-02](#); cuando es evaluada de la siguiente manera:

Medir el color de acuerdo con la Practica ASTM E811 o su equivalente, a 0,2° de ángulo de observación y 0° de ángulo de entrada. La apertura angular de la fuente y el receptor deben ser cada una de 6 min de arco.

Tabla 804.A-02

Coordenadas Cromáticas

Color	Coordenada	Numero de vértices					
		1	2	3	4	5	6
Blanco	x	0,310	0,453	0,500	0,500	0,440	0,310
	y	0,348	0,440	0,440	0,380	0,380	0,283
Amarillo	x	0,545	0,559	0,609	0,597	-	-
	y	0,424	0,439	0,390	0,390	-	-
Rojo	x	0,650	0,668	0,734	0,721	-	-
	y	0,330	0,330	0,265	0,259	-	-
Azul	x	0,039	0,160	0,160	0,183	0,088	-
	y	0,320	0,320	0,240	0,218	0,142	-
Verde	x	0,009	0,288	0,209	0,012	-	-
	y	0,733	0,520	0,395	0,494	-	-

3. Resistencia a la adhesión

Para tachas de fondo plano, la resistencia a la adhesión debe ser mínimo de 3,4 Mpa (500 psi); cuando es evaluada de la siguiente manera:

Equipos y materiales

Cronómetro con divisiones de escala de 1 segundo o menores.

Un tapón (vástago) de acero o aluminio limpio y libre de asperezas y de oxido, de 50,8 mm (2") de diámetro y aproximadamente 50,8 mm (2") de largo, perforado y roscado en un extremo para permitir su

conexión al equipo de ensayo o presión, mediante un gancho o una varilla roscada de acero.

Equipo universal de ensayos, que opere a una velocidad de carga de 22,2 N/min (5000 lb/min). Alternativamente puede empelarse un dinamómetro con indicación de carga máxima equipado con anillos (mordazas) de 25,4 mm (1") y montado en una carcasa que permita la aplicación de una tracción vertical ascendente.

Si la base de las tachas es menor de 50,8 mm (2") en cualquier dirección, se sustituye el tapón (vástago) de 50,8 mm (2") de diámetro por uno de 25,4 mm (1").

Procedimiento

Acondicionar el equipo, materiales y componentes adhesivos durante 24 horas a 23,0 °C ± 2,0 °C (73,4 °F ± 3,4 °F) antes del ensayo.

Agitar separada y vigorosamente los componentes de la mezcla adhesiva durante 30 seg. Sobre un plato de estaño, medir los componentes de la mezcla en proporciones adecuadas y mezclar con una espátula durante 60 s ± 5 seg.

Luego colocar el adhesivo sobre la superficie del tapón, limpia y libre de asperezas, sin oxido y la superficie de la tacha por ensayar. A continuación presionar el tapón firmemente contra la tacha y retirar el exceso de adhesivo.

Antes de completar el tiempo de ensayo insertar el tapón en el gancho o varilla roscada del equipo de ensayo. Antes de aplicar la carga, se debe proporcionar el tiempo de curado recomendado por el fabricante del adhesivo.

Aplicar la carga a una velocidad de 5,1 mm (0,2") por minuto, hasta la falla, y registrar la máxima carga aplicada antes de la falla.

El cálculo de la resistencia a la adhesión de la tacha antes de falla se obtiene mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{Resistencia a la adhesión KPa (psi)} = \frac{TL}{A}$$

En donde

TL= carga total en newtons (lbf) y

A = área de adhesión en m² (pulg.²)

4. Resistencia a la flexión (sólo tachas de designación F)

Las tachas deben soportar 8914 N (909 kgf, 2000 lbf) sin romperse; cuando es evaluada de la siguiente manera:

Acondicionar las tachas a $23,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ ($73,4 \pm 3,6^{\circ}\text{F}$) por 4 horas, antes del ensayo.

Colocar dos barras de acero de 12,7 mm x 25,4 mm (0,5" x 1,0"), cada una más larga que el ancho de la base de la tacha, en sus caras de 12,7 mm (0,5"), sobre la placa del aparato de compresión. Colocar almohadillas elastoméricas que tengan una dureza Shore A de 70 de aproximadamente 3 mm (0,12") de espesor sobre las barras. Colocar la base de la tacha hacia abajo en las almohadillas. La tacha debe tener su dirección longitudinal perpendicular a las dos barras. El espaciamiento entre las barras dependerá de la longitud de la base de la tacha, siendo tan grande como sea posible sin que las barras sobresalgan fuera de los extremos a lo largo de la base de la tacha. Colocar la almohadilla elastomérica de dureza Shore A de 70 de aproximadamente 25 mm (1") de espesor y más grande que la parte superior de la tacha sobre la parte superior de esta. Colocar una tercera barra de acero de 12,7 mm por 25,4 mm (0,5" x 1"), más larga que el ancho de la parte superior de la tacha, en su cara de 12,7 mm (0,5") sobre la parte superior de la almohadilla, posicionada en paralelo a las otras barras y centrada en la parte superior de la tacha. Aplicar la carga a la parte superior de la tacha a una razón de 5,0 mm (0,2")/min mediante la barra superior de acero hasta que la tacha se rompa. La rotura debe constituir una ruptura completa o cualquier otra pérdida de la integridad evidenciada por una disminución repentina de la carga. Registrar la carga de rotura al más cercano N (kgf, lbf).

5. Resistencia a la Compresión

La tacha debe soportar una carga de 6000 lb (2727 kg) sin romperse ni sufrir deformación mayor de 3,3 mm (0,13"); cuando es evaluada de la siguiente manera:

Acondicionar las tachas a $23,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ ($73,4^{\circ}\text{F} \pm 3,6^{\circ}\text{F}$) durante 4 h antes de ensayar.

Posicionar la base de la tacha hacia abajo en el centro de una placa de acero plana de 13 mm (0,5") de espesor y más grande que la tacha.

En la parte superior de la tacha, colocar una almohadilla elastomérica de 9,5 mm (0,37") de espesor y más grande que la tacha, y que tenga una dureza Shore A de 60.

En la parte superior de la almohadilla elastomérica, colocar una placa de acero plana de 13 mm (0,5") de espesor más grande que la tacha. Aplicar una carga a razón de 2,5 mm (0,1")/min.

6. Resistencia al Impacto del Lente

Cuando es impactada, la cara del lente no debe mostrar más de dos grietas radiales de más de 6,4 mm (0,25"). No debe haber grietas radiales que se extiendan hasta el borde de la superficie de resistencia a la abrasión. No debe haber delaminación. Cuando es evaluada de la siguiente manera:

Acondicionar las tachas en un horno de convección a 55°C (130°F) por 1 hora.

Mientras se encuentren a una temperatura elevada, impactar la cara retroreflectiva de la tacha permitiendo que un dardo de 0,19 kg (0,42 lb) equipado con una cabeza semiesférica de 6,4 mm (0,25") de radio caiga perpendicularmente desde una altura de 457 mm (18") sobre el centro aproximado de la superficie retroreflectiva. Para los ensayos de impacto, colocar la tacha sobre un aparato de acero diseñado para mantener la cara reflectiva en posición horizontal, y colocar el aparato sobre una superficie sólida, tal como un piso de concreto.

Inspeccionar por agrietamientos y delaminación.

7. Cambios Cíclicos de Temperatura

Cuando es sometida a cambios cíclicos de temperatura, no debe producirse agrietamientos ni delaminación; cuando es evaluada de la siguiente manera:

Someter las muestras a 3 ciclos de 60°C (140°F) por 4 horas seguidos de -7°C (20°F) por 4 horas.

Inspeccionar por agrietamientos y delaminación.

f. Muestreo

Para tachas no resistentes a la abrasión, el tamaño de muestra deberá ser de 20 tachas por cada lote de 10000 unidades o menos, y 40 tachas para lotes mayores de 10000 unidades. Para tachas con superficie

resistente a la abrasión (H), serán necesarias 10 unidades adicionales. El tamaño del lote no deberá exceder de 25000 unidades.

g. Empaque

Las tachas se deben distribuir en empaques adecuados que garanticen su protección y aseguren una entrega en perfectas condiciones. Cualquier empaque dañado deberá sustituido por el Contratista.

Los empaques para despacho deben estar marcados con el nombre y dirección del fabricante, el tipo, el color, la cantidad contenida y el número de identificación del lote.

804.A.03 Adhesivo

Las tachas se deberán adherir al pavimento con el pegamento epóxico que recomiende el fabricante en función del tipo y estado del pavimento. Este, además, deberá indicar la dosificación con la cual ha de aplicarse el producto.

El adhesivo deberá asegurar un tiempo de secado que no sobrepase los 25 minutos y que las tachas no sufran desplazamientos o movimientos al ser golpeadas por los vehículos, después de transcurridas 12 horas desde su colocación.

El Supervisor ordenara el cambio del adhesivo si éste no cumple con los requisitos estipulados.

Equipo

804.A.04

Se deberá disponer del equipo necesario para preparar la superficie del pavimento y para el transporte y colocación de las tachas, así como para la limpieza de la superficie luego de terminados los trabajos.

Requerimientos de construcción

804.A.05 Localización

El Contratista deberá localizar las tachas sobre el pavimento de acuerdo con los planos de señalización y demarcación del Proyecto.

La distancia de colocación de las tachas se debe determinar en función de la velocidad de operación del tramo de la vía, no debe generar contaminación

visual o incomodidad al usuario que observaría una o más tachas por cada segundo de recorrido.

Antes de colocar las tachas, el Contratista deberá replantear las rectas y curvas del camino e instalará los elementos reflectantes de acuerdo a las siguientes pautas.

a. Sectores de rectas

Las tachas se ubicarán cada 24 metros entre sí, excepto en los 96 metros antes de los principios de curvas y después de los fines de curvas, coincidiendo con los sectores sin demarcar de las líneas segmentadas.

b. Sectores de curvas

La distancia entre tachas será de 12 metros, incluyendo el sector de 96 metros antes de los principios de curvas y el sector de 96 metros después de los fines de curvas. En caso que los sectores de 96 metros ubicados antes y después de los extremos de las curvas presenten línea segmentada, las tachas se ubicarán en la mitad de las zonas sin demarcar de estas líneas.

c. Sectores especiales

La tacha se ubicará de acuerdo a los detalles del Proyecto.

En vías bidireccionales y una sola calzada de circulación, tanto en líneas centrales como laterales se deberán emplear tachas con doble cara retroreflectiva, de color amarillo y blanco.

Sobre señalización de "permitidos" o "prohibidos de adelantamiento", la instalación de las tachas en el eje se debe localizar en el centro del espacio sin pintura. En tramos con líneas de demarcación intermitentes no se deben instalar tachas al inicio o al final de cada segmento, sino en el tramo del centro sin pintar. Al repintar se debe tener cuidado de no pintar las mismas.

En vías multicarriles o calzadas con una sola dirección se emplearán unidireccionales blancas o bidireccionales blanca-roja. En el último caso el color blanco guiará a los conductores que circulan correctamente. Nunca se empleará un conjunto de tachas como reductores de velocidad en agujas (obstáculos), la distancia máxima entre tachas será de 2.0 m.

Si durante el planeamiento previo a la instalación se determina que una tacha será puesta en un sitio con defectos de superficie de pavimento o en una junta de construcción del pavimento o dentro de la intersección con una entrada domiciliaria o calle publica como resultado del espaciamiento típico de

tachas el sitio propuesto se deberá reubicar longitudinalmente a suficiente distancia en un punto aprobado por el Supervisor.

La distancia de reubicación de la tacha afectada no excederá el 10% del espaciamiento típico. Donde fuere necesario reubicar la tacha a una distancia mayor del 10% de espaciamiento típico, la tacha afectada se deberá suprimir. La cara reflectora de la tacha deberá estar perpendicular a una línea paralela a la línea central de la vía.

804.A.06 Preparación de superficie

Si la superficie presenta defectos o huecos notables, se corregirán los primeros y se rellenarán los segundos con materiales de la misma naturaleza que los de aquella, antes de proceder a la aplicación de las tachas.

Los sitios elegidos para la colocación de las tachas se deberán limpiar de polvo, barro, grasa, suciedad y cualquier otro elemento extraño cuya presencia atente contra la correcta adhesión de la tacha al pavimento. Para ello, se podrá emplear cualquier procedimiento que deberá ser aprobado por el Supervisor.

Cuando las tachas se vayan a instalar sobre un pavimento de concreto hidráulico, se deberán eliminar de la zona de fijación todos aquellos materiales utilizados en el proceso de curado del concreto, que aún se encuentran sobre la superficie.

804.A.07 Colocación de las tachas

Las tachas se colocarán en los sitios previamente localizados fijándolas con el adhesivo recomendado por el fabricante. Este se deberá preparar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y su cantidad a utilizar dependerá del estado de la superficie del pavimento.

Las tachas se deberán colocar tan pronto como sea posible, con un procedimiento que asegure que, respecto del eje de la vía, no sufrirá desviaciones mayores que 2 mm, medidos en los extremos. No se aceptará, por ningún motivo, que alguna traza de pegamento quede sobre la cara retroreflectante de la tacha.

804.A.08 Control de tránsito

Será responsabilidad del Contratista la colocación de toda la señalización preventiva requerida para la ejecución segura de los trabajos, así como el ordenamiento del tránsito automotor durante el tiempo requerido, según lo indicado en la [Subsección 103](#).

Las tachas deberán ser protegidas del tránsito o de cualquier golpe por un tiempo mínimo de 30 minutos después de colocadas. Además, durante el periodo que dure el proceso de endurecimiento del pegamento, se deberán tomar todas las precauciones necesarias para evitar que el tránsito pase sobre las tachas. Para esto, el Contratista deberá colocar elementos de señalización como conos o barreras para asegurar el procedimiento.

804.A.09 Limpieza final

Una vez colocadas las tachas, el Contratista deberá retirar del sitio de los trabajos todos los equipos, señales y materiales sobrantes, disponiéndolos en lugares que resulten aceptables para el Supervisor.

804.A.10 Limitaciones en la instalación

No se permitirá la colocación de tachas en las siguientes condiciones:

- Cuando exista la presencia de lluvia.
- Cuando la temperatura ambiental sea igual o inferior a 6°C.
- Cuando la superficie del pavimento esté húmeda;
- Antes de 14 días de haber sido entregado al tránsito un pavimento nuevo; y
- Antes de la demarcación de los pavimentos.

Tampoco se permitirá la colocación de tachas sobre áreas agrietadas de la superficie de rodadura, ó donde existan fallas del material de las capas del pavimento subyacente.

Además, se deberán atender todas las limitaciones adicionales que establezcan los fabricantes del adhesivo y de las tachas.

804.A.11 Manejo ambiental

Todas las determinaciones referentes a la colocación de tachas deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes.

En particular, se deberá prestar atención al correcto manejo del adhesivo y de los desperdicios generados en el trabajo.

Aceptación de los trabajos

804.A.12 Criterios

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que todos los materiales cumplan con los requisitos indicados en la [Subsección 804.A.02.](#)
- Impedir que las tachas se coloquen con anterioridad a la aplicación de las líneas de demarcación.
- Verificar que las tachas queden correctamente colocadas y contarlas para efectos de pago.

b. Calidad de los materiales

No se admitirán materiales que incumplan las exigencias de la [Subsección 804.A.02.](#)

c. Instalación de las tachas

El Supervisor sólo aceptará el trabajo, si las tachas han sido colocadas de acuerdo con el Proyecto y la presente Especificación, y si se encuentran totalmente adheridas a la superficie del pavimento a los 30 días de su colocación.

Todas las deficiencias que presenten los trabajos deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, y con aprobación del Supervisor.

Medición

804.A.13

Las tachas retroreflectivas se medirán por unidad (Und.) instaladas de acuerdo con el Proyecto y la presente especificación, aprobados por el Supervisor.

Pago

804.A.14

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por toda tacha retroreflectiva colocada con la aprobación del Supervisor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos inherentes al suministro de materiales y equipos, preparación de los sitios de colocación; transporte, almacenamiento, colocación del adhesivo y las tachas; señalización temporal y ordenamiento del tránsito; limpieza, remoción, transporte y disposición de desperdicios y, en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado.

Partida de pago	Unidad de pago
804.A.A Tachas retroreflectivas	Unidad (Und.)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 805

MARCAS EN EL PAVIMENTO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 805

Marcas en el pavimento

Descripción

805.01

Este trabajo consiste en la señalización horizontal de la vía, mediante la demarcación de la superficie de rodadura con pintura u otros materiales debidamente aprobados, con la finalidad de delimitar los bordes de la pista, separar los carriles de circulación, resaltar y delimitar las zonas de restricción y otros, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto, en el marco del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente.

Asimismo, las marcas en el pavimento pueden estar conformadas por líneas, símbolos y leyendas, las cuales tienen por finalidad el ordenar encausar y regular el tránsito vehicular y complementar y alertar al conductor de la presencia en la vía de colegios, cruces de vías férreas, intersecciones, zonas urbanas y otros elementos que pudieran constituir zonas de peligro para el usuario.

El diseño de las marcas en el pavimento, dimensiones, tipo de pintura y colores a utilizar deberá estar de acuerdo al proyecto, el Manual anteriormente mencionado y a las disposiciones del Supervisor.

805.02 Tipos de Materiales

Las marcas en el pavimento se pueden obtener con diferentes tipos de materiales, que tendrán por lo general características retroreflectivas mediante la aplicación principalmente microesferas de vidrio, entre las cuales podemos indicar las siguientes:

- Marcas retroreflectivas con pintura de tráfico base solvente.
- Marcas retroreflectivas con pintura de tráfico base agua.
- Marcas retroreflectivas con material termoplástico.

- Marcas retroreflectivas con plástico preformado.
- Marcas retroreflectivas con plástico en frío de dos componentes.
- Marcas sin características retroreflectivas.

805.03 Retroreflectividad de las pinturas de tránsito

La retroreflectividad de las pinturas, con la finalidad de que las marcas en el pavimento mejoren su visibilidad durante las noches o bajo condiciones de oscuridad o neblina, se consigue por medio de la aplicación de esferas y/o microsferas de vidrio que pueden ser premezcladas ó post mezcladas con la pintura y que deben reunir las características de calidad y tamaño que se dan en la [Subsección 805.10.](#)

Materiales

805.04 Pintura de tráfico base solvente

Esta debe ser una pintura lista para su uso en pavimentos asfálticos o de cemento Portland; cuya formulación debe obedecer los requerimientos que se hallan en las “Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales” vigente, aprobada por la Entidad competente.

805.05 Pintura de tráfico base agua

Esta debe ser una pintura lista para su uso en pavimentos asfálticos o de cemento Portland; cuya formulación debe obedecer los requerimientos que se hallan en las “Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales” vigente, aprobada por la Entidad competente.

805.06 Material termoplástico

La pintura termoplástica es un material que es aplicado sobre un pavimento asfáltico o de concreto Portland en estado plástico o fundido por calentamiento. Sus cualidades deben estar acordes con las establecidas en las “Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales” vigente, aprobada por la Entidad competente.

805.07 Material plástico preformado

El material preformado para ser aplicado a pavimentos asfálticos o de concreto Portland, viene fabricado en forma de cintas y láminas. Su aplicación es en frío y tiene una larga vida de servicio. Sus cualidades deben estar acordes con las establecidas en las "Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales" vigente, aprobada por la Entidad competente.

805.08 Plástico en frío de dos componentes

Estos son materiales que se presentan en dos componentes, que deben mezclarse inmediatamente antes de su aplicación hasta conseguir una perfecta homogeneidad, ya que endurecen por reacción química entre ambos. Los plásticos en frío de dos componentes deberán cumplir los requisitos establecidos en las "Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales" vigente, aprobada por la Entidad competente.

805.09 Marcas sin características retroreflectivas

Estas corresponden a las marcas retroreflectivas con pintura de tráfico base solvente y base acuosa, a las que no se les adiciona esferas y/o microesferas de vidrio.

805.10 Esferas y Microesferas de vidrio

Las esferas y microesferas de vidrio constituyen el material que aplicado a las pinturas de tránsito producen su retroreflectividad por la incidencia de las luces de los vehículos mejorando la visibilidad nocturna o condiciones de restricciones de iluminación como los producidos por agentes atmosféricos.

Las esferas y microesferas de vidrio deben cumplir los requerimientos establecidos en las "Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales" vigente, aprobada por la Entidad competente.

Requerimientos de construcción

805.11 General

a. Criterios de Selección

Para determinar el tipo de material a emplear en obra, se debe tener en cuenta factores como: zona de trabajo, tiempo de ejecución, temperatura

del ambiente, temperatura de rocío, temperatura del pavimento, tiempo de apertura del tránsito de la carretera, humedad relativa y otros de relevancia, tales como situación de la marca vial, textura superficial del pavimento, tipo de vía y ancho de calzada, IMD, etc.

Tener en cuenta, que los valores y/o márgenes de tolerancia indicados en este documento no son requerimientos de carácter puntual, sino los mínimos exigidos, por lo cual se debe tener en cuenta este aspecto al momento de seleccionar los materiales para demarcación. Se recomienda evitar el uso de materiales que presenten valores y/o márgenes de tolerancia cercanos a los límites requeridos ya que estos podrían verse afectados por agentes o factores diversos.

b. Informe de Programa de Trabajo

El Contratista debe presentar previo a la iniciación del trabajo un informe que indique detalladamente su programa a seguir en la ejecución de este, incluyendo los siguientes aspectos:

- Fecha de entrega de la totalidad o parcialidad de los materiales,
- Lugar de almacenamiento de los materiales, y
- Fecha de aplicación de los materiales.

c. Señalización y Seguridad de las Obras

Previo a todo trabajo de demarcación, el Contratista debe adoptar las medidas de seguridad y señalización para la protección del área de trabajo, tales como banderilleros, cintas, etc.

Estas medidas incluirán que, el Contratista debe instalar la señalización de seguridad de acuerdo al Proyecto y otros elementos que sean necesarios para la protección del área de trabajo, tales como banderilleros, cintas de señalización, letreros, etc., los cuales deben estar ubicados a distancias lo suficientemente amplias como para garantizar condiciones mínimas de seguridad en el tránsito pasante; todo el personal que participe en los trabajos debe vestir chalecos de seguridad vial así como todo equipo de protección personal requerido (EPP) y específico para la labor que realice; y los vehículos y equipos utilizados en la ejecución de los trabajos deben poseer luces de seguridad y mantenerlos encendidos durante toda la ejecución de los trabajos.

El Contratista antes de iniciar los trabajos debe contar con un documento técnico relacionado a seguridad y salud de los materiales a emplear, el cual debe ser fácilmente accesible en el área de trabajo.

El Contratista debe asegurarse que todo su personal tenga conocimiento de los aspectos de seguridad y salud antes señalados; así mismo, una charla previa de inducción relacionada a este punto, deberá ser impartida a todo el personal antes del inicio de los trabajos de demarcación.

d. Control Previo de los Materiales

El Supervisor efectuará las pruebas del material que se entregue en obra. Para lo cual tomará muestras representativas de cada material, teniendo en cuenta para este fin, lo estipulado en las "Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales" y sus modificatorias vigentes.

e. Empaque y Almacenamiento de Materiales

Los envases de los materiales se encontrarán en buen estado, no serán reactivos con el material contenido, deben estar bien cerrados y de fácil y rápida apertura. Los envases de los materiales deben contener la información necesaria, por ejemplo mediante una etiqueta; información que en función a la naturaleza del material contenido incluye: la denominación exacta del material, color, cantidad, fecha de fabricación, fecha de vencimiento, número de lote, nombre y dirección del fabricante; asimismo debe contener las instrucciones completas de manipulación y aplicación así como las precauciones para su uso.

Tener en cuenta que todos los materiales y sus componentes deben ser protegidos adecuadamente de toda forma de daños todo el tiempo. Todos los materiales deben ser almacenados en espacios cerrados a un rango de temperatura recomendado por el fabricante del material. Condiciones de almacenaje inapropiados pueden causar el rechazo del material almacenado.

f. Preparación de la Superficie

La superficie del pavimento que va a ser demarcada, debe estar seca y libre de polvo, grasa, aceite y otras sustancias extrañas que afecten la adherencia del recubrimiento. Por lo tanto, antes de efectuar los trabajos de demarcación se debe realizar una inspección del pavimento a fin de comprobar su estado superficial y posibles defectos existentes.

La demarcación que se aplique debe ser compatible con el sustrato (pavimento o demarcación antigua); en caso contrario, debe efectuarse el tratamiento superficial más adecuado (borrado de la marca existente, aplicación de un imprimante, etc.) que asegure una buena adherencia sin que el pavimento sufra daño alguno. Se debe contar con la información del fabricante del material sobre la compatibilidad del material nuevo con relación al existente. Siempre se debe exigir los chequeos y garantías de compatibilidad.

Cuando sea necesario, la eliminación de la demarcación antigua, queda expresamente prohibido el empleo de decapantes así como los procedimientos térmicos. Deberá utilizarse un medio que garantice el no deterioro del pavimento, tal como la técnica de borrado mediante agua a alta presión.

Si la demarcación va a ser efectuada sobre pavimentos nuevos se recomienda un tiempo de cura que deberá ser aprobado por el Supervisor, quién además debe definir el método de demarcación temporal para garantizar la seguridad de la vía.

g. Premarcado

Con anterioridad a la aplicación de la demarcación, el Contratista debe efectuar un replanteo de ellas, que garantice una perfecta terminación. Para ello se colocarán en el eje de la demarcación o en su línea de referencia, círculos de no más de 3 cm de diámetro, pintados con el mismo color que se utilizará en la demarcación definitiva, separados entre sí por una distancia no superior a 5 m en curva y 10 m en recta. En casos especiales en que se requiera mayor precisión, se utilizarán premarcados cada 50 cm.

Las marcas guías para demarcación deben ser realizadas empleando equipos de topografía.

h. Limitaciones Climáticas

La aplicación no podrá llevarse en presencia de precipitaciones pluviales y la temperatura ambiental no esté comprendida entre 6°C y 40°C, o si la velocidad del viento fuera superior a 25 km/h.

i. Aplicación

Una vez ejecutadas todas las operaciones anteriores, se procederá con la aplicación del material de forma tal que se asegure una correcta dosificación, una homogeneidad longitudinal y transversal, y un perfilado de líneas, de tal manera que no haya exceso ni deficiencias en ningún punto. No se admitirán diferencias de tonalidades dentro de un mismo tramo.

El Contratista debe efectuar la aplicación del material de acuerdo con los procedimientos recomendados por el fabricante, los cuales se deberán proporcionar al Supervisor antes de comenzar los trabajos de demarcación.

Toda demarcación que no resulte satisfactoria en cuanto a color, acabado, geometría, espesor seco, alineamiento longitudinal, adherencia y retroreflectancia, deberá ser corregida o removida por el Contratista mediante un procedimiento satisfactorio para el Supervisor, el cual no afecte la integridad del pavimento, como por ejemplo mediante chorro de agua a alta presión; además el costo de esta labor será asumido por el Contratista. En ningún caso se debe utilizar pintura para demarcación de color negro. Igual tratamiento se debe dar a toda demarcación colocada en desacuerdo con los planos o las instrucciones del Supervisor y que, a juicio de éste, pueda generar confusión o inseguridad a los usuarios de la vía.

Cualquier salpicadura, mancha o trazo de prueba producido durante la demarcación, debe ser removido por el Contratista.

El Contratista debe disponer de los envases vacíos de materiales usados en una forma ecológicamente responsable.

j. Control Diario de Obra

El Contratista debe llevar diariamente un control de ejecución, en el que figure al menos la siguiente información, según sea el caso:

- Tipo y cantidad de materiales consumidos
- Tipo de demarcación
- Tramo, Abscisa inicial y abscisa final
- Dimensiones de la demarcación

- Fecha y hora de aplicación
- Condiciones ambientales tomadas cada hora: temperatura del pavimento, temperatura ambiente, humedad relativa
- Cantidad de metros cuadrados (m²) o metros lineales (m) aplicados.

k. Dimensiones

La demarcación aplicada sobre el pavimento deben ser lo suficientemente visibles para que un conductor pueda maniobrar el vehículo con un determinado tiempo de previsualización.

Las dimensiones de línea que se debe aplicar al pavimento, así como de las flechas y las letras deberán estar conforme a lo dispuesto por el "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" vigente o lo indicado en el Proyecto.

Todas las marcas tienen que presentar una apariencia clara, uniforme y bien terminada. Las marcas que no tengan una apariencia uniforme y satisfactoria, durante el día o la noche, tienen que ser corregidas por el Contratista de modo aceptable para el Supervisor y sin costo para la entidad contratante.

805.12 Especifico

Los requerimientos específicos para cada material empleado en los trabajos de demarcación serán los estipulados en las "Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales" y sus modificatorias vigentes.

Aceptación de los trabajos

805.13 Criterios

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

a. Controles

Durante la ejecución de la aplicación de las marcas en el pavimento el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado de funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.

- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito según requerimientos de la [Sección 103.](#)
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados y las dimensiones aplicadas.
- Comprobar los espesores de aplicación de los materiales y la adecuada velocidad del equipo.
- Comprobar que la tasa de aplicación de las microesferas de vidrio se halla dentro de las exigencias del proyecto.
- Comprobar que todos los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en las [Subsecciones 805.04](#); [805.05](#); [805.06](#); [805.07](#); [805.08](#) y [805.10](#).
- Evaluar y medir para efectos de pago las marcas sobre el pavimento correctamente aplicadas y aprobadas.

b. Calidad de los materiales

Las marcas en el pavimento solo se aceptarán si su aplicación está de acuerdo con las indicaciones del Proyecto y de la presente especificación. Todas las dimensiones de las líneas de eje, separadora de carriles y laterales símbolos, letras, flechas y otras marcas deben tener las dimensiones indicadas en los planos. Las deficiencias que excedan las tolerancias de estas especificaciones deberán ser subsanadas por el Contratista, y ser aprobadas del Supervisor.

La calidad del material individualmente será evaluado y aceptado de acuerdo a la [Subsección 04.11](#) y con la certificación del fabricante que garantice el cumplimiento de todas las exigencias de calidad del material para las marcas en el pavimento y de las microesferas de vidrio.

Medición

805.14

La unidad de medición será el metro cuadrado (m²) independientemente del color de la marca aplicada. Las cantidades terminadas y aprobadas de marcas sobre el pavimento serán medidas como sigue:

- Las líneas que se hayan aplicado sobre el pavimento serán medidas por su longitud total y ancho para obtener la cantidad de metros cuadrados que les corresponde.
- La medición longitudinal se hará a lo largo de la línea central o eje del camino.
- Las marcas, símbolos, letras, flechas y cualquier otra aplicación serán medidas en forma individual y sus dimensiones convertidas a metros cuadrados.
- No habrá medida para la cantidad de microesferas de vidrio, pero el Supervisor deberá hacer cumplir las dosificaciones indicadas en cada caso.

Pago

805.20

El trabajo de marcas permanentes en el pavimento se pagará al precio unitario del Contrato por toda marca ejecutada y aplicada de acuerdo con el Proyecto, esta especificación y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de trazo, delineación de las marcas, preparación del terreno, preparación y suministro de materiales incluyendo las esferas y/o microesferas de vidrio, así como su transporte, almacenamiento, colocación y cuidado.

Así mismo suministro del equipo adecuado a cada tipo de marca, operador, personal, vehículo y protección del grupo de trabajo y en general todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos de demarcación del pavimento de acuerdo con el Proyecto, esta especificación, la aprobación del Supervisor y lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#).

Partida de pago	Unidad de pago
805.A Marcas en el Pavimento	Metro cuadrado (m ²)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 806

BARRERAS DE SEGURIDAD

VIAL



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 806

Barreras de Seguridad Vial

Descripción

806.01

Este trabajo consiste en la instalación de estructuras metálicas flexibles, semirrígidas y rígidas, como elementos de seguridad vial, con la finalidad de contener y redireccionar el vehículo, y mitigar los daños y lesiones a los usuarios de la vía, en el marco de la Directiva "Sistema de Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad" vigente y las presentes especificaciones.

806.02 Consideraciones Generales

Las barreras de seguridad se colocarán en las márgenes o los separadores centrales de las vías y serán diseñadas y aprobadas en forma específica para cada caso, de acuerdo al nivel de contención requerido.

Las barreras de seguridad certificadas, son aquellas que han pasado por pruebas de impacto de acuerdo a los requisitos establecidos por la norma NCHRP Report 350 de los Estados Unidos de Norteamérica, o la norma EN 1317 de la Comunidad Europea. Mediante las indicadas pruebas de impacto de obtienen los siguientes parámetros:

- Nivel de Contención
- Nivel de Severidad de Impacto
- Deformación del Sistema
- Capacidad de Redireccionamiento del Sistema

Las pruebas de impacto son realizadas en laboratorios autorizados por los indicados organismos normativos, en cuyo informe deben especificarse los niveles de los parámetros antes indicados, así como los componentes de la barrera de seguridad, planos de diseño, tipo de suelo donde fue instalada, los

videos de pruebas de impacto y demás documentación exigida por la indicada normativa.

El organismo normativo del MTC, revisará y verificará la documentación que contenga la certificación oficial del cumplimiento de las pruebas de impacto que presente el proveedor, y emitirá un documento de conformidad de utilización de determinado tipo de barrera de seguridad, por tanto no se autorizará el uso de barrera de seguridad no certificadas.

El proyectista será responsable de la selección del tipo de barrera de seguridad a instalar y su clasificación tanto para la Norma Americana como para la Norma Europea y el nivel de ancho de trabajo ([Tabla 806-01](#)).

Tabla 806-01

Niveles de ancho de trabajo - EN 1317

Clases de niveles de ancho de trabajo	Niveles de ancho de trabajo en metros
W1	$W \leq 0,6$
W2	$W \leq 0,8$
W3	$W \leq 1,0$
W4	$W \leq 1,3$
W5	$W \leq 1,7$
W6	$W \leq 2,1$
W7	$W \leq 2,5$
W8	$W \leq 3,5$

NOTA 1 Se puede considerar un nivel de anchura de trabajo menor que W1.

NOTA 2 La deflexión dinámica y la anchura de trabajo permiten fijar las condiciones de instalación para cada barrera de seguridad, y también definir las distancias a establecer delante de obstáculos para permitir que el sistema se deforme satisfactoriamente.

NOTA 3 La deformación depende tanto del tipo de sistema como de las características de la prueba de impacto.

Fuente: Anexo N°4 Directiva "Sistema de Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad".

806.03 Nivel de Contención

Niveles de contención y criterios básicos para su aplicación.

- **P1 - Bajo:** se utilizarán estas barreras para condiciones de nivel de servicio bajo como en zonas urbanas o en carreteras de bajo volumen de tránsito donde predominen el tránsito de vehículos livianos con velocidades de hasta 50 km/h, también pueden ser utilizado como barreras temporales.
- **P2 - Medio:** es el nivel mínimo requerido para carreteras de alta velocidad donde predomine el tránsito de vehículos livianos.
- **P3 - Medio alto:** es el nivel de contención recomendado para vías que tienen un tráfico principal de vehículos de transporte público y autobuses interurbanos con pesos de hasta 10 toneladas.
- **P4 - Alto:** es el nivel recomendado para vías que tienen un tráfico considerable de vehículos pesados como camiones y autobuses con pesos de hasta 30 toneladas.
- **P5 - Muy alto:** es el nivel recomendado para vías que tienen un tráfico considerable de camiones tráiler y semi tráiler.

En la [Tabla 806-02](#) se aprecia los diferentes niveles de contención a utilizarse para el diseño acorde a las normas NCHRP Report 350 o EN 1317.

Tabla 806-02

Niveles de contención

Nivel de contención	NCHRP Report 350	EN 1317
P1 – Bajo	TL2	N1
P2 - Medio	TL3	N2
P3 - Medio alto	TL4	H1
		H2
		H3
P4 - Alto	TL5 o TL6	H4a
P5 - Muy alto	-	H4b

806.04 Nivel de Severidad del Impacto

El nivel de severidad del impacto considera los siguientes parámetros:

- ASI Índice de severidad de la aceleración.
- THIV Velocidad teórica de choque de la cabeza.
- OIV Velocidad de choque del ocupante.
- ORA Deceleración del ocupante.
- PHD Deceleración de la cabeza tras el choque.
- VCDI Índice de la deformación de la cabina del vehículo.

El ASI y PHD corresponde a las deceleraciones que se producen al interior del vehículo, si las deceleraciones son excesivas estas producen daños y desprendimiento de órganos internos que pueden causar la muerte de los ocupantes del vehículo, por lo que sus valores deben ser limitados.

En la [Tabla 806-03](#), de acuerdo al índice de severidad del impacto, se muestran los valores permisibles de ASI, THIV y PHD.

Tabla 806-03

Índices de severidad del impacto

Índice de severidad del impacto	Valor de los índices		
A	ASI ≤ 1.0	y	THIV ≤ 33 km/h
B	ASI ≤ 1.4		PHD ≤ 20g

NOTA:

- El índice de severidad A proporciona una mayor seguridad para los ocupantes que el B, y es preferible en las mismas circunstancias.
- En localizaciones especialmente peligrosas, donde la contención del vehículo incontrolado (por ejemplo vehículos pesados) es un condicionante primordial, puede ser necesario instalar un sistema de contención sin un índice específico de severidad del impacto. Sin embargo, el valor de los índices determinado en las pruebas debe quedar reflejado en el informe de los mismos.

Fuente: EN 1317 y NCHRP-350

Los valores del OIV y ORA se realizan para el vehículo ligero y deben cumplir lo indicado en la [Tabla 806-04](#) y [Tabla 806-05](#), respectivamente.

Tabla 806-04

OIV – Velocidad de choque del ocupante (m/s)		
Componente	Deseable	Máxima
Longitudinal y lateral	9	12

Tabla 806-05

ORA – Deceleración del ocupante (G's)		
Componente	Deseable	Máxima
Longitudinal y lateral	15	20

806.05 Deformación del Sistema

La absorción de energía se realiza en gran parte por la deformación del conjunto de elementos que componen la barrera de seguridad y el vehículo, estas deformaciones deben ser limitadas y deben de ser compatibles con el lugar y el entorno en el que serán instaladas. Las deformaciones de las barreras de seguridad durante la prueba de impacto vienen caracterizadas por la deflexión dinámica y el ancho de trabajo.

Ver demás indicaciones contenidas en la Directiva "Sistema de Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad" vigente.

806.06 Capacidad de Redireccionamiento del Sistema

El vehículo debe ser reconducido por la barrera de seguridad de tal forma que, tras el impacto, la trayectoria de las ruedas no atraviese una línea paralela a la posición inicial de la cara de la barrera de seguridad más próxima al tráfico, situada a una distancia A y sobre una distancia B medida desde la intersección final (ruptura) de la trayectoria de las ruedas del vehículo con la cara de la barrera de seguridad más próxima al tráfico.

Tabla N° 806-06

Criterios para las Distancias de Salida (Caja de Salida)

Tipo de vehículo	Distancia de Salida (m)	
	A	B
Vehículo Ligero	$2,2 + V_A + 0.16 V_L$	10,0
Otros vehículos	$4,4 + V_A + 0.16 V_L$	20,0

Fuente: EN 1317

Donde:

V_A : Ancho del vehículo

V_L : Longitud del vehículo

Materiales

806.07

Los materiales del tipo de barrera de seguridad seleccionada deben cumplir con las características, calidad y especificaciones técnicas de los elementos que fueron utilizados para las pruebas de impacto de certificación del producto.

Equipo

806.08

El Contratista dispondrá del equipo necesario para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos especificados, incluyendo herramientas y accesorios que fueran necesarios.

Instalación

806.09

El Contratista será responsable de la correcta instalación del tipo de barrera de seguridad a instalar, la misma que debe contar con el Certificado de Calidad del fabricante, indicando que los materiales y demás accesorios son de la misma calidad y especificaciones técnicas que aquellos con los que se obtuvo la certificación oficial. Los trabajos de instalación se efectuarán de acuerdo a lo establecido en el Proyecto aprobado y las presentes especificaciones.

Aceptación de los trabajos

806.10 Criterios

a. Controles

El Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar los Certificados de Calidad del fabricante de las barreras de seguridad a instalarse.

- Verificar que el tipo de barrera de seguridad a instalarse cuenta con el Documento de Conformidad emitido al Proveedor, por el órgano normativo del MTC, respecto al cumplimiento de las pruebas de impacto.
- Comprobar que el tipo de barrera de seguridad a instalar corresponde a la seleccionada por el Proyectista, en cuanto a su clasificación tanto para la Norma Americana como Europea, y el nivel de ancho de trabajo.
- Verificar que la instalación que realice el Contratista sea acorde al Proyecto, respetando las especificaciones del fabricante y contando con el apoyo técnico del proveedor.
- Efectuar ensayos de los materiales componentes de la barrera de seguridad de considerarlo necesario.

Medición

806.11 Barrera de Seguridad Vial

La unidad de medida para las barreras de seguridad será el metro lineal (m), aproximado al decímetro (dm), instalada de acuerdo con el Proyecto, esta especificación, y aprobada por el Supervisor.

La medida se efectuará a lo largo de la línea central de la barrera de seguridad entre los centros de los postes de fijación extremos. No se considera en esta medida los terminales, transiciones y conexiones.

Pago

806.12

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por toda barrera de seguridad vial suministrada, instalada y aprobada por el Supervisor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, desperdicios e instalación de los postes, láminas, terminales, transiciones y conexiones, y demás accesorios requeridos de acuerdo a las indicaciones del fabricante; la señalización preventiva de la vía y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.



El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección y según la [Subsección 07.05](#).

Partida de pago	Unidad de pago
806.A Barreras de Seguridad Vial (Tipo ...)	Metro lineal (m)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 807

GUARDAVÍAS METÁLICOS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 807

Guardavías metálicos

Descripción

807.01

Este trabajo consiste en la instalación de estructuras metálicas que, por lo general, se colocan en los bordes de las bermas, separadores centrales y otros lugares de la vía, con fines de señalización y contención donde predomina el tránsito de vehículos livianos, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto.

Clasificación

807.02

La clasificación de los elementos que conforman los guardavías metálicos según la Norma ASSHTO M 180 es la siguiente:

- Tipo I: Láminas galvanizadas en zinc, mínimo 550 g/m².
- Tipo II: Láminas galvanizadas en zinc, mínimo 1.100 g/m².
- Tipo III: Vigas preparadas para ser pintadas.
- Tipo IV: Vigas de acero resistente a la corrosión.

Dentro de estas clasificaciones podrán ser:

- Clase A: Acero con un espesor nominal de 2,67 mm.
- Clase B: Acero con un espesor nominal de 3,43 mm.

Materiales

807.03

a. Vigas

La forma del guardavías será curvada, del tipo doble onda (perfil W) o del tipo triple onda y sus dimensiones deberán estar de acuerdo con lo indicado en la especificación AASHTO M-180. Los requerimientos en cuanto a espesor de las vigas que formarán los guardavías se indican en la [Tabla 807-01](#)

Tabla 807-01

Requerimientos de espesor para las vigas de los guardavías

	Clase A		Clase B	
	Espesor (mm)	Tolerancia (mm)	Espesor (mm)	Tolerancia (mm)
Tipo I	2,74	0,23	3,51	0,25
Tipo II	2,82	0,23	3,58	0,25
Tipo III	2,67	0,23	3,43	0,25
Tipo IV	2,67	0,23	3,43	0,25

Fuente: AASHTO M 180

Las vigas doble onda (perfil W) tendrán un ancho nominal de 483 mm y para las vigas de triple onda el ancho nominal será de 749 mm. La tolerancia respecto del ancho nominal será -3,2 mm.

Las vigas, secciones de transición, secciones finales y de amortiguación serán de lámina de acero y deberán cumplir las propiedades mecánicas descritas a continuación:

1. Vigas y secciones de transición

- Tensión mínima de rotura de tracción 483 MPa
- Límite de fluencia mínimo 345 MPa
- Alargamiento mínimo de una muestra de 50 mm de longitud por 12,5 mm de ancho y por el espesor de la lámina 12%

2. Secciones final y de amortiguación

- Tensión mínima de rotura de tracción 310 MPa
- Límite de fluencia mínimo 227 MPa

Los testigos utilizados para ensayar las propiedades mecánicas deben ser preparados y ensayados según la ASTM A 653 exceptuando la corrección para el espesor de los elementos recubiertos de zinc que debe ser de 0,08 mm para las vigas del Tipo I y de 0,15 mm para vigas del Tipo II.

b. Zinc

Para los guardavías Tipo I y Tipo II, las láminas deberán ser galvanizadas por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc mínima de 550 g/m² para la Clase A y de 1.100 g/m² para la Clase B.

El zinc utilizado deberá cumplir las exigencias de la especificación AASHTO M-120 y deberá ser, por lo menos, igual al grado denominado "Prime Western".

c. Tornillos y tuercas

A menos que se indique otra cosa en el Proyecto, los tornillos y tuercas a utilizar en los guardavías Tipo I, II y III cumplirán los requisitos indicados en la ASTM A 307. La capa de recubrimiento debe ser lisa, estar libre de elementos cortantes y fuertemente adheridos a la superficie del metal.

Los tornillos y tuercas para los guardavías Tipo IV deberán ser fabricados con un material resistente a la corrosión que cumpla con los requisitos indicados en la ASTM A 307. Todas las conexiones deben formarse con pernos de cabeza ovalada.

Las dimensiones de estos elementos deberán cumplir con las especificaciones de la AASHTO M 180.

d. Sección final y de amortiguación

Las secciones finales y de amortiguación deben ser del mismo o de mayor espesor que las vigas que formen los guardavías.

e. Postes de fijación

Serán perfiles de láminas de acero en forma de U conformado en frío de 5,50 mm de espesor, y una sección conformada por el alma de 15 cm y

los lados de 6 cm cada uno, que permita sujetar la baranda por medio de tornillos sin que los agujeros necesarios dejen secciones debilitadas.

Los postes de fijación deberán ser galvanizados por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc no menor de 550 g/m².

Su longitud deberá ser 1,80 m, salvo que el Proyecto establezca un valor diferente.

807.04 Características que debe cumplir el recubrimiento de Zinc

El recubrimiento de zinc utilizado en los guardavías metálicos de los Tipos I y II debe cumplir los requisitos indicados en la [Tabla 807-02](#).

Tabla 807-02

Requerimientos para la capa de galvanizado

	Peso del recubrimiento	
	Simple (g/m ²)	Triple (g/m ²)
Tipo I	550	610
Tipo II	1100	1220

Fuente: AASHTO M 180

Equipo

807.05

El Contratista deberá disponer del equipo, y demás herramientas y accesorios necesarios para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos especificados.

Requerimientos de construcción

Los guardavías que deban instalarse con un radio de 45 m o menor, deberán adquirirse con la curvatura aproximada de instalación.

El guardavías no necesita ningún revestimiento adicional (pintura o anticorrosivo).

Para la visualización de los guardavías en horas nocturnas, en cada poste se adosará un captafaro, el cual debe cumplir con lo expresado en la [Sección 809](#).

807.06 Localización

Si los planos o el Supervisor no lo indican de otra manera, los postes deberán ser colocados a una distancia mínima de 90 cm del borde de la berma y su separación centro a centro no excederá de 3,81 m y en caso de requerirse mayor rigidez del guardavías se instalará un poste adicional en el centro, es decir equidistanciado a 1,91 m. Los postes se deberán enterrar bajo la superficie aproximadamente 1,20 m.

El guardavía se fijará a los postes de manera que su línea central quede entre 0,45 m y 0,55 m, por encima de la superficie de la calzada.

807.07 Excavación

En los sitios escogidos para enterrar los postes se efectuarán excavaciones de sección transversal ligeramente mayor que la del poste, las cuales se llevarán hasta la profundidad señalada en la Subsección anterior.

807.08 Colocación del poste

El poste será hincado o colocado verticalmente dentro del orificio y el espacio entre él y las paredes de la excavación se rellenará con parte del mismo suelo excavado, en capas delgadas, cada una de las cuales se compactará cuidadosamente con pisones, de modo que al completar el relleno, el poste quede vertical y firmemente empotrado. Se deberá nivelar la parte superior o sobresaliente de los postes, para que sus superficies superiores queden alineadas de manera que al adosar los tramos de guardavías no se presenten altibajos en ésta.

807.09 Instalación del guardavía

El guardavía deberá ensamblarse de acuerdo con los detalles del Proyecto y las instrucciones del fabricante de la lámina, cuidando que quede ubicada a la altura sobre el suelo establecida en la [Subsección 807.06](#).

807.10 Empalmes

Los empalmes de los diversos tramos de guardavías deberán efectuarse de manera que brinden la suficiente rigidez estructural y que los traslapes queden en la dirección del movimiento del tránsito del carril adyacente.

La unión de las láminas se realizará con tornillos de las dimensiones fijadas en la [Subsección 807.03\(c\)](#), teniendo la precaución de que su cabeza redonda se coloque en la cara del guardavías que enfrenta el tránsito.

807.12 Secciones final y de amortiguación

En los extremos del guardavías metálico se colocarán secciones terminales, las cuales serán, terminal de amortiguación (parachoques) en forma de U o según lo indique el Proyecto, colocado al inicio del tramo de guardavías y terminal final colocado al final del tramo, considerando el sentido del tránsito.

807.13 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá efectuar la instalación de guardavías metálicos que no cuenten con el Certificado de Calidad del fabricante que corresponda al lote a utilizarse.

Aceptación de los trabajos

807.14 Criterios

a. Controles

El Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar los Certificados de Calidad del fabricante de los guardavías a instalarse.
- Comprobar que el tipo de guardavías a instalar corresponde a la seleccionada por el Proyectista.
- Verificar que la instalación que realice el Contratista sea acorde al Proyecto, respetando las especificaciones del fabricante y contando con el apoyo técnico del proveedor.
- Verificar que la excavación sea correcta y que el guardavía se instale de acuerdo con los planos y las instrucciones del fabricante.
- Efectuar ensayos de los materiales componentes del guardavía de considerarlo necesario.

b. Calidad de los materiales

- No se aceptará materiales que incumplan las exigencias de la [Subsección 807.02](#) y las especificaciones de la AASHTO M-180, M-120.
- El guardavía deberá ser de óptima calidad, y el galvanizado deberá cubrir su superficie la que no deberá presentar defectos tales como ampollas o áreas no cubiertas por el zinc, en cuyo caso serán rechazadas así como aquellas alabeadas o deformadas.

c. Dimensiones

- No se admitirán guardavías cuyo espesor sea inferior en más de 0,23 mm en relación con lo especificado en la [Subsección 807.03\(a\)](#) para los guardavías.
- No se admitirán tolerancias en relación con la altura a la cual debe quedar la línea central del guardavías, según se establece en la [Subsección 807.03\(e\)](#).
- En relación con otras dimensiones, tales como la separación entre postes y la distancia del guardavía al borde del pavimento, serán aprobadas por el Supervisor, teniendo en cuenta la morfología de la zona.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, debiendo ser aprobado por el Supervisor.

Medición

807.14 Guardavías metálicos

La unidad de medida para los guardavías metálicos será el metro lineal (m), aproximado al decímetro (dm), instalado de acuerdo con el Proyecto, esta especificación y aprobada por el Supervisor.

La medida se efectuará a lo largo de la línea central del guardavía entre los centros de los postes de fijación extremos. No se considera en esta medida las secciones de amortiguación y final.

Pago

807.15

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo guardavías metálico suministrado, instalado y aprobado por el Supervisor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, desperdicios e instalación de los postes, láminas, secciones terminales y de amortiguación, y demás accesorios requeridos; la excavación, su relleno, la carga, el transporte y disposición de los materiales sobrantes de ella; la señalización preventiva de la vía y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Partida de pago	Unidad de pago
807.A Guardavías metálico (Tipo ...)	Metro lineal (m)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 808

BARRERA DE SEGURIDAD DE

CONCRETO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 808

Barrera de seguridad de concreto

Descripción

808.01

Este trabajo consiste en la instalación de barreras de seguridad de concreto reforzado, por lo general, se colocan en los bordes de las bermas, separadores centrales y otros lugares de la vía, con fines de señalización y contención vehicular, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto.

Materiales

808.02 Concreto

Para el concreto utilizado en la fabricación de las barreras de seguridad será aplicable lo indicado en las [Subsecciones 503.02](#) y [503.03](#).

Las barreras de seguridad se elaborarán con un concreto cuya resistencia mínima a compresión a los veintiocho días sea de 28 MPa.

808.03 Acero de refuerzo

La armadura de refuerzo cumplirá con lo indicado en la [Sección 504](#).

Equipos

808.04

Todo el equipo necesario para la ejecución de los trabajos deberá cumplir con lo estipulado en la [Subsección 05.11](#).

En relación al equipo requerido para preparar el concreto, se aplicara lo indicado en las [Subsecciones 438.03\(a\)](#) y [\(b\)](#).

Se deberá disponer del equipo necesario para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos especificados.

Requerimientos de construcción

808.05 Localización

Las barreras de seguridad de concreto deberán instalarse de acuerdo al Proyecto y la aprobación del Supervisor.

808.06 Preparación de la superficie de colocación

Los módulos podrán instalarse de forma individual, sobrepuestos sobre la capa de rodadura del pavimento, en los lados, en el medio, o en las bermas de las vías, asegurando que los módulos se enganchen entre sí.

En caso que las defensas no se coloquen sobre la capa de rodadura del pavimento, se apoyarán sobre una capa de 20 cm de concreto hidráulico, o un solado artificial o una capa estabilizada convenientemente, compactada y nivelada, de tal forma que se garantice que una vez colocada la defensa, el desnivel de la superficie superior de la misma, medida en la dirección del eje de la carretera, sea inferior a lo especificado en la [Subsección 808.11](#). La superficie de apoyo deberá ser firme, homogénea, uniforme y libre de protuberancias.

808.07 Fabricación de las barreras de seguridad de concreto

a. Barreras de Seguridad de concreto fabricados in situ

La fabricación de las barreras de seguridad de concreto será de acuerdo al Proyecto y con lo establecido en las [Secciones 503](#) y [504](#).

b. Barreras de seguridad prefabricadas de concreto

Podrán utilizarse módulos hasta de 3 m de largo o más si así lo apruebe el Supervisor. La sección transversal y demás detalles para el drenaje, se ajustarán a las dimensiones definidas en el Proyecto y en especial, a la norma ASTM C 825.

Las dimensiones de los elementos de concreto y el acero de refuerzo serán los establecidos en el Proyecto y con lo establecido en las [Secciones 503](#) y [504](#).

808.08 Consideraciones adicionales

Para el inicio y el término de las barreras, se construirán módulos especiales de altura variable, con sus respectivas piezas de enganche, de modo que la barrera disminuya paulatinamente su altura desde el borde superior hasta 20 cm, medidos desde el piso, en 18 m de longitud. Cuando sea posible, estos tramos extremos serán además curvados. En caso que la barrera sea corta para realizar la transición respectiva en 18 m, ésta se realizará en una longitud menor pero gradualmente hasta la altura especificada.

Las barreras deberán tener perforaciones en su base, que permitan el adecuado drenaje de las aguas superficiales de la calzada.

Las juntas deberán ser rellenadas con un material adecuado y aprobado por el Supervisor.

Aceptación de los trabajos

808.09 Criterios

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Comprobar que los materiales utilizados cumplan las exigencias de la presente especificación
- Verificar que la superficie de colocación sea correcta y que la barrera se construya e instale de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del fabricante en caso de elementos prefabricados.

b. Calidad de los materiales

En lo referente a la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, se aplicarán los criterios expuestos en las [Subsecciones 503.11\(b\)](#), [503.11\(c\)](#), [503.11\(d\)](#) y [503.11\(e\)](#).

En relación con la calidad de la mezcla, se aplicará lo descrito en la [Subsección 503.11\(f\)](#). Si las resistencias de los núcleos tomados de la obra ejecutada no resultasen satisfactorias, el Supervisor rechazará el tramo representado por dichos núcleos y el Contratista deberá demoler la

obra ejecutada, remover los escombros, cargarlos, transportarlos, depositarlos en los DME, según lo indicado en la [Sección 209](#), y proceder a su reconstrucción a cuenta, costo y riesgo. En relación a la calidad del acero para el refuerzo, se aplicarán los criterios de la [Subsección 504.09\(b\)](#) y la [Subsección 504.09\(c\)](#).

808.10 Tolerancias en dimensiones

En relación con la calidad del producto terminado, el Supervisor no aceptará barreras de seguridad de concreto que presenten desperfectos de alineamiento o cuya sección transversal presente variaciones, en ancho o altura, superiores a 1 cm con respecto a los señalados en el Proyecto.

En alineaciones rectas o en curvas de radio superior a 300 m, la distancia entre las barreras y el eje del camino, tendrá una tolerancia de ± 30 cm.

En curvas de radio igual o inferior a 300 m, la tolerancia para la distancia entre las barreras y el eje del camino será de ± 6 cm.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, y con aprobación del Supervisor.

822.11 Calidad del trabajo terminado

Para barreras de seguridad de concreto, se considerará para el control de calidad, el lote que resulte del menor valor entre 500 m o la fracción construida diariamente. El control de la regularidad de la superficie superior de la barrera, medida en la dirección del eje de la carretera, se efectuará mediante una regla de 3 m sobre la totalidad de la obra. No se admitirán desniveles superiores a 5 mm en más del 30% del tramo comprobado, ni más de 1 cm en ningún punto.

En barreras de seguridad prefabricadas, se tomará un lote constituido por cinco elementos cualesquiera, sobre los que se comprobará que las barreras no deben presentar rebabas que sean de indicio de pérdidas graves de lechada, ni irregularidades de más de 6 mm, ni superficie alguna que deje a la vista las armaduras de refuerzo. Tampoco deben presentarse caras deterioradas en las que el concreto aparezca deslavado, ni señales de discontinuidad. No se aceptarán barreras con fisuras de más de 0,1 mm de ancho, o con fisuras de retracción de más de 2 cm de longitud.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias de calidad del producto terminado deberán ser reemplazadas por el Contratista, a su costo, y con la aprobación del Supervisor.

Medición

808.12

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro (dm), para toda la defensa instalada de acuerdo con el Proyecto, esta especificación y aprobada por el Supervisor. La medida se efectuará a lo largo de la línea central de las barreras de seguridad de concreto.

Cuando la fracción centesimal sea $\geq 0,05$ la aproximación se realizará al decímetro superior, y si es menor, se realizará al decímetro inferior.

Pago

808.13

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por toda barrera de seguridad de concreto suministrado e instalado, aprobado por el Supervisor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento e instalación de los materiales necesarios para la ejecución de los trabajos, el acero, el concreto, el material para juntas, aditamentos especiales y demás accesorios requeridos. También se incluirá la preparación de la superficie de colocación, la carga, el transporte y eliminación de los materiales sobrantes, la señalización preventiva de la vía y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos específicos.

Partida de pago	Unidad de pago
808.A Barreras de seguridad de concreto	Metro lineal (m)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 809

CAPTAFAROS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 809

Captafaros

Descripción

809.01

Este trabajo consiste en la colocación de dispositivos de señalización generalmente como complemento de marcas en el pavimento u otros lugares de la vía, con la finalidad de alertar, guiar o informar al usuario en horas de la noche, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto.

Materiales

809.02

El captafaro se fabricará en acero laminado en caliente, galvanizado, de 2,50 mm de espesor, revestida con una capa de zinc en caliente mediante el proceso de inmersión, en una cuantía mínima de 550 g/m², incluyendo ambas caras, de acuerdo a la especificación ASTM A-123.

Los captafaros instalados sobre el pavimento se fijarán utilizando adhesivos, vástagos o por incrustación.

Los captafaros instalados en guardavías metálicos llevarán un tornillo con su respectiva tuerca y arandela, el cual permite su aseguramiento.

Las caras exteriores deberán ir revestidas con lámina retroreflectiva de tipo III o IV, según se indica en la [Subsección 800.06](#), de color amarillo, y que cumplan los valores mínimos de retroreflectividad de la [Tabla 800-01](#), la cual se adhiere al captafaro utilizando el autoadhesivo de este material. La lámina deberá ser colocada dentro del captafaro dejando un borde exterior de 3 mm para evitar acciones vandálicas.

Las dimensiones y forma del captafaro se indicarán en el Proyecto.

Equipo

809.03

Para la instalación de los captafaros, se requiere:

- Taladros
- Llaves fijas o de expansión para tornillos.
- Equipo de soldadura.
- Otros equipos y herramientas menores.

Requerimientos de construcción

809.04

Los captafaros se colocarán a separados a distancias establecidas en los planos.

En el caso de los captafaros colocados en los guardavías metálicos, se utilizarán los postes, introduciendo el tornillo por el hueco que dejan los ojales de los tramos de guardavías traslapados, sujetándolos con el tornillo y colocando un punto de soldadura a la tuerca para garantizar la fijación del elemento al guardavía metálico.

Aceptación de los trabajos

809.05 Criterios

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales utilizados cumplan con las exigencias de la presente especificación.

- Verificar que los trabajos se ejecuten de acuerdo con lo que establece la presente especificación.
- Contar, para efectos de pago, los captafaros correctamente elaborados e instalados.

b. Condiciones específicas y tolerancias para la aceptación

El Supervisor sólo aceptará los captafaros elaborados con materiales adecuados instalados conforme lo establece el Proyecto.

Medición

809.06

Los captafaros se medirán por unidad (Und.) suministrada e instalada de acuerdo con el Proyecto, la presente especificación y la aprobación del Supervisor.

Pago

809.07

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo captafaro suministrado e instalado de acuerdo con esta especificación y la aprobación del Supervisor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de preparación, suministro, transporte, almacenamiento, desperdicios e instalación del captafaro; el suministro e instalación de todos los elementos necesarios para asegurarlo al pavimento o guardavía; la señalización preventiva de la vía y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección y según la [Subsección 07.05.](#)

Partida de pago	Unidad de pago
809.A Captafaros	Unidad (Und.)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 810

POSTES DE KILOMETRAJE



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 810

Postes de kilometraje

Descripción

810.01

Este trabajo consiste en la colocación de hitos de concreto armado, que tienen por finalidad indicar el kilometraje de una vía, en forma progresiva,, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto, en el marco del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente.

Materiales

810.02 Concreto

Los postes serán prefabricados y se elaborarán con concreto reforzado de acuerdo a lo indicado en el Proyecto y señalado en la [Subsección 503.04](#), El anclaje será de concreto vaciado en sitio siguiendo lo indicado en esta misma Subsección.

810.03 Refuerzo

La armadura de refuerzo cumplirá con lo indicado en el Proyecto y el Manual anteriormente mencionado. Los postes serán reforzados con acero que cumpla las exigencias de la [Subsección 504](#).

810.04 Pintura

El color de los postes será blanco y se pintarán con esmalte sintético. Su contenido informativo en bajo relieve, se hará utilizando esmalte negro y caracteres del alfabeto serie C y letras de las dimensiones mostradas en el Manual anteriormente mencionado.

Equipo

810.05

Se deberá disponer de todos los equipos necesarios para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos especificados.

Requerimientos de construcción

810.06 Fabricación de los postes

Los postes se fabricarán fuera del sitio de instalación, con concreto y una armadura que satisfagan los requisitos de calidad establecidos en la [Subsección 810.02](#) y [810.03](#), con la forma y dimensiones establecidas para el poste de kilometraje en el Manual anteriormente mencionado.

La pintura del poste se realizará con productos acordes con lo indicado en la [Subsección 810.04](#) y con los colores establecidos para el poste.

810.07 Ubicación de los postes

Los postes se colocarán en los sitios que indique el Proyecto o señale el Supervisor, como resultado de mediciones efectuadas por el eje longitudinal de la carretera. La colocación en el caso de carreteras de una pista bidimensional se hará en el costado derecho de la vía para los kilómetros pares y en el izquierdo para el kilometraje impar. En caso de autopistas se colocará un poste de kilometraje en cada pista y en cada km. Los postes se colocarán a una distancia del borde de la berma de cuando menos 1,5 m, debiendo quedar resguardado de impactos que puedan efectuar los vehículos.

810.08 Excavación

Las dimensiones de la excavación para anclar los postes en el suelo deberán ser las indicadas en el Proyecto y en concordancia con el Manual vigente anteriormente mencionado.

810.09 Colocación y anclaje del poste

El poste se colocará verticalmente de manera que su leyenda quede perpendicular al eje de la vía. El espacio entre el poste y las paredes de la

excavación se rellenará con el concreto de anclaje cuyas características se han descrito en la [Subsección 800.02](#).

810.10 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la colocación de postes de kilometraje en presencia de precipitaciones pluviales, ni cuando haya agua retenida en la excavación o el fondo de ésta se encuentre demasiado húmedo.

Toda agua retenida en la excavación deberá ser retirada por el Contratista antes de colocar el poste y su anclaje.

Aceptación de los trabajos

810.11 Criterios

a. Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales y mezclas satisfagan las exigencias de la presente especificación.
- Verificar que los postes tengan las dimensiones correctas y que su instalación esté conforme con los planos y las exigencias de esta especificación.
- Contar, para efectos de pago, los postes correctamente elaborados e instalados.

b. Calidad de los materiales

El Supervisor no admitirá tolerancias en relación con los requisitos establecidos en las [Subsecciones 810.02](#), [810.03](#) y [810.04](#) para los diversos materiales que conforman los postes y su anclaje.

c. Excavación

La excavación no podrá tener dimensiones inferiores a las establecidas en la [Subsección 810.08](#). El Supervisor verificará, además, que su fondo sea horizontal y se encuentre debidamente compactado, de manera que proporcione apoyo uniforme al poste.

d. Instalación del poste

Los postes de kilometraje sólo serán aceptados por el Supervisor, si su instalación está en total acuerdo con lo indicado en [Subsección 810.09](#).

e. Dimensiones del poste

No se admitirán postes cuyas dimensiones sean inferiores a las indicadas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito automotor para Calles y Carreteras vigente. Tampoco se aceptarán si una o más de sus dimensiones exceden las indicadas en el Manual en más de 2 cm.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas, deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo, riesgo, y con la aprobación del Supervisor.

Medición

810.12

Los postes de kilometraje se medirán por unidad (Und.) instalada de acuerdo con el Proyecto y la presente especificación, y aprobada por el Supervisor.

Pago

810.13

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por todo poste de kilometraje instalado y aprobado por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de materiales, fabricación, pintura, manejo, almacenamiento y transporte del poste hasta el sitio de instalación; la excavación y el concreto para el anclaje; carga, transporte y disposición en los sitios que defina el Supervisor de los materiales excavados; la instalación del poste y, en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado.

El pago constituirá compensación total por los trabajos señalados en esta Sección y según la [Subsección 07.0](#).

Partida de pago	Unidad de pago
810.A Postes de kilometraje	Unidad (Und.)



CAPITULO IX

PROTECCIÓN AMBIENTAL



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 901

CAPA SUPERFICIAL DE SUELO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 901

Capa superficial de suelo

Descripción

901.01

Este trabajo consiste en la colocación de capa de suelo suministrado o conservado, debidamente aprobado, con la finalidad de restaurar el suelo original y/o forestar áreas afectadas por la obra, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto.

Materiales

901.02

Se distinguen 2 tipos de materiales de capa superficial a usar:

a. Suelo suministrado

El que demuestre condiciones para siembra y crecimiento de grass u otras plantas, de acuerdo al cumplimiento de las siguientes características:

1. Textura

- Materia orgánica, MTC E 134: 3 a 10%
- Arena, MTC E 109: 20 a 70%
- Limo, MTC E 109: 10 a 60%
- Arcilla, MTC E 109: 5 a 30%
- pH, de acuerdo al ensayo MTC E 129: 6 a 8

Las referencias AASHTO arriba indicadas se refieren a métodos de ensayo de materiales que deberán emplearse para la verificación de las características de los materiales conformantes. Una breve descripción de estos métodos es como sigue:

i. MTC E 134:

Este método proporciona una estimación válida del contenido de materia orgánica en suelos por oxidación y vía húmeda.

ii. MTC E 109:

Este método de análisis mecánico de suelos describe el procedimiento para la determinación cuantitativa de la distribución por dimensión de partículas en suelos.

iii. MTC E 129:

Este método describe el procedimiento y aparatos de medición para la determinación de un valor pH (potencial del hidrógeno), que podría ser usado en posible ensayo de corrosión en el caso de que se quisiera obtener una medida suplementaria de la resistividad del suelo.

b. Suelo conservado

Suelo excavado y conservado de los trabajos de construcción de carretera y que es apropiado para el crecimiento de la vegetación nativa o silvestre.

Requerimientos de Construcción

901.03 Preparación de área

Alisar todas las pendientes y áreas destinadas a ser cubiertas por esta capa superficial de suelo. De ser necesario se deberán efectuar rellenos de hondonadas, depresiones o zonas excavadas hasta alcanzar niveles sobre los que se colocará la capa superficial de suelo. Escarificar pendientes 1:3 con drenaje natural evitando zonas en que se pueda ocasionar acumulación de agua o acondicionar el área a una profundidad como mínimo de 15 cm.

901.04 Colocación de Capa Superficial de Suelo

Se deberá notificar al Supervisor con anterioridad de 07 días, el comienzo de la colocación de capa superficial de suelo. No colocar el suelo del lugar o el material de la capa misma cuando esté congelada, excesivamente húmeda o en alguna otra condición que vaya en detrimento del trabajo. En primer lugar hacer uso de todo el material de suelo conservado para cubrir el suelo original y continuar de ser necesario restaurando la capa superficial de suelo con

material suministrado. Durante la ejecución de las operaciones de traslado y de extensión del material mantener las superficies de la carretera limpia.

Extender esta capa superficial de suelo a una profundidad tal que, luego de su asentamiento proporcione la profundidad requerida indicada en el Proyecto. Desintegrar los terrones o montículos existentes del material de suelo con equipo apropiado de modo de obtener una textura uniforme. Remover y disponer los terrones que no se han desintegrado, piedras de dimensión mayor a 5 cm., raíces u otros elementos extraños según lo establecido en la [Sección 209](#).

Compactar esta capa superficial después de su colocación usando un rodillo pata de cabra o tractor de orugas u otro equipo similar, aprobado por el Supervisor solo para perfilar el área, tomando en cuenta que el suelo debe tener una estructura y porosidad adecuada si va a ser revegetado. Hacerlo en forma perpendicular al flujo natural de agua.

Aceptación

901.05

Durante la ejecución de esta partida el material suministrado para capa superficial de suelo será evaluado, según lo indicado en la [Subsección 04.11](#) y de conformidad a los resultados de aplicación de los métodos de ensayo MTC indicados.

La colocación de la capa superficial de suelo será evaluada siguiendo las indicaciones de la presente especificación.

Medición

901.06

El suministro y la colocación de la capa superficial del suelo y colocación de la capa superficial de suelo conservado, se mide por Hectárea (ha) sobre la superficie del terreno.



Pago

901.07

Las cantidades aceptadas, serán pagadas a precio del contrato por unidad de medida por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación, aprobado por el Supervisor y según lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#). El pago de esta partida será compensación total por el trabajo prescrito en esta sección: provisión de material adecuado, transporte, colocación, herramientas, equipo, riego y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.

Partida de pago	Unidad de pago
901.A Capa superficial de suelo	Hectárea (ha)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 902

ÁRBOLES Y ARBUSTOS PARA COBERTURA VEGETAL DE TERRENO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 902

Árboles y arbustos para cobertura vegetal de terreno

Descripción

902.01

Este trabajo consiste en la provisión y plantación de árboles y arbustos con la finalidad de restaurar la vegetación de las áreas que hayan sido alteradas por el proceso constructivo, de acuerdo con estas especificaciones, en conformidad con el Proyecto y aprobación del Supervisor.

Materiales

902.02

El Contratista deberá proveer todos los materiales e insumos para la ejecución de esta especificación, tales como:

- Fertilizante orgánico.
- Sustrato (tierra de chacra + arena de río).
- Cubierta retenedora de humedad (paja, aserrín).
- Plantas y árboles.
- Agua.

Se utilizará fertilizantes orgánicos como compost y humus, la cantidad estará de acuerdo a las variables edáficas de cada zona y será aprobada por el Supervisor.

El sustrato está conformado por la mezcla de tierra de chacra y arena de río, la proporción puede ser de 2:1 o de 1:1, esto va a depender de las características físicas del suelo, lo que se quiere obtener es un suelo suelto, que permita que las raíces de las plantas tengan buen desarrollo.

Las plantas deben ser de buena calidad, es decir deben tener un tamaño mayor a 30 cm, estar sanas libres de enfermedades, rustificadas, tallos no bifurcados, etc.

Las plantas se pueden presentar bajo las siguientes formas:

- Raíces al descubierto sin pan de tierra.
- Raíces con pan de tierra.
- Raíces en recipientes plásticos.

En lo pertinente a la producción de plantas se deberán cumplir las siguientes normas vigentes de calidad y/o de uso:

- Los productos químicos de sanidad utilizados en los viveros deberán estar dentro de la lista de los autorizados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud.
- De sanidad de vegetación según lo normado por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) del Ministerio de Agricultura.
- De extracción y uso de agua: Uso del Recurso Agua Tipo III: "Agua para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales", según lo estipulado en el Reglamento de los Títulos I, II y III del D.L. N°. 17752 "Ley General de Aguas" vigente.

Requerimientos de Construcción

902.03 General

El Contratista contará con la participación de un Ingeniero Forestal o Agrónomo en la ejecución de esta especificación, quien determinará el método de siembra apropiado.

La revegetación se efectuará con especies típicas de la zona u otras especificadas en el Proyecto y Estudio de Impacto Ambiental de la carretera a construir.

En zonas de Sierra y Selva se deben considerar los meses apropiados de siembra que permita aprovechar las aguas de lluvia, pero con las precauciones del caso para evitar el deterioro de las áreas reforestadas.

No se permitirá la siembra de plantas en suelo congelado, cuando la nieve cubra el suelo o cuando el suelo no esté en condición satisfactoria para la plantación.

Es preferible utilizar plantas suministradas en bolsas, pues su porcentaje de prendimiento comparado con las plantas con raíz al descubierto es mayor. En ambos casos, en zonas de sierra, deben ser plantadas al inicio del periodo de lluvias.

El grupo de plantas será suministrado mediante un sistema de sostenimiento de raíz de tipo fibroso y cohesivo. No está permitido el suministro de plantas cuyo crecimiento en recipiente muestre evidencias de confinamiento forzado, reconocible cuando la parte superior de la planta está fuera de proporción (más largo) a la dimensión del recipiente o cuando tiene sus raíces crecidas fuera de él.

902.04 Inspección y distribución

El Contratista notificará al Supervisor con 30 días de anticipación respecto a la fecha de despacho del material a obra, con el fin que el Supervisor esté presente en el proceso de selección de plantas en el vivero forestal, que hará el Contratista de conformidad a lo indicado en el Proyecto. El Contratista proporcionará al Supervisor los certificados comerciales e información escrita completa del proveedor del material de plantas, donde se indicará las especies, cantidad, sanidad, tamaño promedio y edad, por lo menos 15 días previos al despacho de las plantas hacia el lugar de la obra.

902.05 Protección y almacenamiento temporal

Previamente se debe construir camas de espera que deben estar ubicadas en lo posible en un sitio con agua y protegidas de las inclemencias climáticas (insolación, viento y heladas), las plantas permanecerán temporalmente hasta que se disponga la plantación según el cronograma de actividades indicado por el Proyecto. El mantenimiento y manejo que se brindará a las plantas en las camas de espera será como sigue:

- En el caso de plantas con raíces al descubierto, separar las plantas y cubrir las raíces provisionalmente con tierra en surcos con agua.
- Plantas con bolsas, riego con manguera o regaderas y cubrir las bases de tierra de las plantas con maleza y paja u otro material apropiado y mantenerlo húmedo.

Instalar en su sitio definitivo y en el término de 30 días, todo el material de plantas de acuerdo con la [Subsección 902.04](#).

902.06 Excavación de hoyos

Limpiar el área, removiendo todo el material inapropiado que exista en el lugar donde se va a plantar. Luego se realiza la marcación de los hoyos que va a depender del diseño de la plantación a instalar. Excavar el hoyo para planta como sigue:

a. Dimensiones de Hoyos

Los hoyos deben de tener por lo menos 40 cm de largo por 40 cm de ancho por 40 cm de profundidad, de acuerdo al tipo de planta.

b. Distanciamiento entre hoyos

Si la plantación se realiza en terreno plano se aplica un diseño cuadrático y el distanciamiento corresponderá a 4 m entre planta y planta. Si la plantación se realiza en laderas en terrenos con pendientes se realiza un diseño a tresbolillo, siguiendo las curvas de nivel y se aplicará un distanciamiento de 3 m entre planta y planta. Los distanciamientos dependen de la especie a plantar, estos pueden variar si el Proyecto así lo determina.

La tierra extraída de los hoyos puede ser usada para la instalación de las plantas si su calidad edáfica es adecuada para la especie a plantar, para esto previamente se deben separar las piedras, raíces u otros residuos que pudiera tener.

Los hoyos después de excavados pueden ser rellenados parcialmente con el suelo ya limpio, para evitar que el suelo descubierto pierda humedad o la tierra sea arrastrada por efecto de la precipitación.

902.07 Instalación de plantas

No se debe plantar hasta no contar con la inspección y aprobación del Supervisor. Las plantas del "stock" en espera de plantación que no cumplan las especificaciones técnicas de calidad serán rechazadas y reemplazadas por nuevas plantas de la misma especie y con la calidad mínima requerida, a cuenta y costo del Contratista.

a. Llenado de Hoyos con sustrato

El llenado de los hoyos se realizará con el sustrato preparado en base a la mezcla de tierra de chacra y arena de río, en la proporción determinada según las características físicas del suelo.

b. Plantación en terreno definitivo

- Si el hoyo está cubierto, hacer una apertura en el centro, suficiente como para introducir la planta en bolsa o la planta a raíz desnuda.
- Realizar la poda de la raíz. Eliminar las raíces de la base, cortando la parte inferior del envase de 2 a 3 cm. Igualmente, realizar dos cortes longitudinalmente a lo largo del envase y en forma superficial, sólo para cortar las raíces. En forma similar si la planta es a raíz desnuda se realiza la poda de las raíces secundarias y principal.
- Eliminar completamente el envase y colocarlo a un costado del hoyo.
- Si el hoyo está completamente abierto, rellenar con tierra superficial, calculando el tamaño de la planta. Colocar la planta en el centro y en posición vertical, rellenar el hoyo con tierra superficial y luego con la tierra extraída del fondo del hoyo, hasta cubrir la planta a la altura del cuello de la raíz. Si la tierra contigua al hoyo es de buena calidad, se le utiliza para rellenarlo, en vez de la tierra extraída del fondo del hoyo, esto siempre y cuando el suelo del lugar presente buenas condiciones edáficas, sino usar el sustrato preparado con la tierra de chacra y la arena de río.
- Apisonar la tierra del hoyo de los bordes hacia adentro, sin llegar a compactarla, dejando un espacio de 2 a 3 cm entre la superficie el hoyo y la del terreno. Esta depresión facilitará la captación de agua.
- Instalación de tutores a cada planta, que consiste en cañas o palos de un tamaño de 1,5 m, que se instala cerca de la planta amarrado con una pita suavemente. Los tutores protegen las plantas de los fuertes vientos, manteniéndolas en pie.

Finalizado la tarea recoger bolsas o envases para desecharlos adecuadamente.

902.08 Fertilización

Fertilizar usando cualquiera de los siguientes métodos:

- Mezclar el fertilizante con la tierra (sustrato) al momento de plantar. Cuando el hoyo se abre con anticipación, al momento de tapanlo, también se aplica el fertilizante orgánico (compost o humus).
- Esparcir uniformemente el fertilizante alrededor del área del hoyo de plantas individuales o encima de los asientos de arbustos. Aplicar y mezclar el fertilizante en los 5 cm superiores de tierra de relleno.

902.09 Riegos

Regar las plantas durante e inmediatamente después de plantarlas y a lo largo del período de establecimiento de la planta; tomar en cuenta que la frecuencia y cantidad de riego está en función de varios factores como la especie elegida, el tipo de suelo, las precipitaciones, la temperatura, etc. Por lo que es de suma importancia proporcionar a las plantas el agua que realmente necesita para su prendimiento, crecimiento y desarrollo.

902.10 Período de establecimiento de la planta

El período de establecimiento de las plantas es de un año contado a partir de la finalización de la plantación. Emplear en este tiempo todos los medios que sean necesarios para preservar las plantas en una condición saludable de crecimiento. El cuidado durante este período comprende el riego, mantenimiento de hoyos, podas, recalce o cambio de plantas muertas, reparación o reemplazo de tutores, control fitosanitario y evaluación periódica de las plantas instaladas.

El Contratista será responsable de la ejecución, cuidado y protección de las áreas en que se ha efectuado la plantación hasta la fecha de la entrega de la obra a la entidad contratante, pero si a esta fecha no se ha cumplido con el período de establecimiento de las plantas, será responsable por las plantaciones hasta la culminación de éste.

Aceptación

902.11

El material de plantación (que incluye las plantas, el fertilizante, cubierta retenedora de humedad y suelo de cobertura superficial) será evaluado mediante inspección visual hecha por el Supervisor durante el cumplimiento de ejecución de esta especificación y mediante certificación de calidad del material de parte del proveedor.

Se hará una inspección del material de plantación 15 días antes del término del período de establecimiento de la planta para identificar aquellas plantas muertas, agonizantes o enfermas, para su remoción y reemplazo (recalce). Durante la siguiente estación de plantación remover y reemplazar todas aquellas plantas identificadas de acuerdo a esta sección. Una inspección final de todo el material de plantas dentro de los 15 días después de completar la plantación de reemplazo será la base para aceptación final.

Medición

902.12

Medir las plantas por unidad (Und.).

Pago

902.13

Las cantidades aceptadas, medidas tal como anteriormente se indica, serán pagadas a precio de contrato por unidad de medida para la partida de pago tal como se consigne en el presupuesto oferta. El pago de esta partida será compensación total por el trabajo prescrito en esta sección, en el que se incluye la provisión de las plantas, fertilizantes, tierra vegetal, cubiertas retenedoras de humedad, riegos periódicos, transporte, período de establecimiento de la planta y en general todo trabajo ejecutado con aprobación del Supervisor y según lo indicado en la [Subsección 07.05](#). Los pagos parciales por plantas serán hechos como sigue:



- 70% del precio oferta será pagado a continuación de la plantación inicial.
- El 30% restante del precio oferta será pagado en la última valorización de obra, previa verificación que se ha cumplido con lo estipulado en la [Subsección 902.10](#).
- De no haberse vencido el período de establecimiento de las plantas, el Contratista presentará una Carta Fianza que garantice el cumplimiento de lo estipulado en la [Subsección 902.10](#) por el monto equivalente al tiempo y trabajo implicado pendiente.

Partida de pago	Unidad de pago
902.A Árboles y arbustos para cobertura vegetal de terreno	Unidad (Und.)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 903

HERBÁCEAS PARA COBERTURA VEGETAL DE TERRENO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 903

Herbáceas para cobertura vegetal de terreno

Descripción

903.01

Este trabajo consiste en la preparación del suelo, siembra de semillas de herbáceas, riego, fertilización, y colocación de cubierta de paja retenedora de humedad, con finalidad de evitar y mitigar la erosión y ocurrencia de procesos geodinámicos que pudieran afectar la flora, fauna y poblaciones aledañas a la vía, de acuerdo con estas especificaciones, en conformidad con el Proyecto y aprobación del Supervisor.

La aplicación de este trabajo se realizará sobre taludes de terraplenes, cortes y otras áreas.

Materiales

903.02

El Contratista deberá proporcionar todos los materiales e insumos para la ejecución de los trabajos, tales como:

- Polvo de piedra caliza de uso agrícola.
- Fertilizante.
- Cubierta retenedora de humedad (paja, aserrín).
- Semilla de plantas nativas o silvestres preferentemente o de otras especies planteadas en el Proyecto.
- Emulsión estabilizante.
- Agua.

El tipo de fertilizante estará indicado en el Proyecto, tomado del listado de fertilizantes de producción nacional e importada, emitido por la Oficina de Información Agraria del Ministerio de Agricultura "Fertilizantes" actualizados.

En lo pertinente al caso de material, deberán cumplir las normas vigentes de calidad y/o de uso que se indican en la [Subsección 902.02.](#)

Requerimientos de construcción

903.03 Estaciones de sembrado de cobertura vegetal

Sembrar durante la estación de crecimiento preponderante en el lugar de la obra. Evitar sembrar durante viento fuerte o cuando el terreno es muy húmedo, congelado o en su defecto hasta cuando sea utilizable.

903.04 Preparación del terreno para el sembrado

Nivelar el área de sembrío de semillas según alineamiento y pendiente establecidas en el Proyecto. Remover las malezas, tronquillos, piedras de 5 cm de diámetro o mayores y algún otro escombro que esté en detrimento a la aplicación, crecimiento o mantenimiento de la vegetación herbácea.

Cultivar el área de sembrío de semillas a una profundidad mínima de 10 cm y preparar un lecho firme para su colocación.

En los taludes con una inclinación superior a 3:1, la profundidad del cultivo podrá ser disminuida como se indique en el Proyecto.

La caliza, si fuera necesaria, se aplicará antes o durante la preparación del terreno de siembra y se mezclará uniformemente con la tierra.

903.05 Riego

Humedecer las áreas antes del sembrado y mantener la humedad hasta 10 días después de la germinación de las semillas.

903.06 Fertilización

Aplicar el fertilizante bajo los siguientes métodos:

a. Método en seco

El fertilizante se incorporará en la parte superior del terreno antes de la operación de la siembra de semillas.

b. Método hidráulico

El fertilizante y las semillas podrán ser aplicados en una sola operación. En este caso se adiciona fertilizante a la pasta aguada formada por agua, semillas y otros determinados en la [Subsección 903.07](#).

903.07 Siembra

Aplicar las semillas bajo alguno de los siguientes métodos:

a. Método en seco

Aplicar las semillas con un sembrador mecánico de las características existentes en el mercado y aprobado por el Supervisor ó en caso que este equipo sea inaccesible al lugar de la obra los métodos de operación manual serán aprobados por el Supervisor. Compactar ligeramente el lecho dentro de las 24 horas posteriores al sembrado.

b. Método hidráulico

Usar un equipo de tipo hidráulico de las características existentes en el mercado y aprobado por el Supervisor capaz de proveer una aplicación uniforme usando agua como el agente portante. Añadir al agua un material de rastreo consistente ya sea de madera o de paja de fibra celulosa de hierba. Añadir las semillas a esta pasta aguada no más de 30 minutos antes de su aplicación. Sembrar a mano en áreas donde el equipo mecánico sea inaccesible.

903.08 Colocación de cubierta retenedora de humedad

Aplicar una cubierta de paja usando un tipo de distribuidor de las características existentes en el mercado y aprobado por el Supervisor. Hacerlo dentro de las 48 horas posteriores al sembrado y por alguno de los siguientes métodos:

a. Método en seco

Esparcir todo el material de paja, con excepción de aserrín y fibra de celulosa de hierba, mediante un distribuidor de paja que utilice aire bajo presión capaz de soplar el material encima del área de sembrado. Anclar este material de paja con una emulsión estabilizante aprobada o con un método mecánico aprobado.

b. Método hidráulico

En el caso de cubierta retenedora de humedad de fibra de celulosa de hierba o aserrín, usar un equipo de tipo hidráulico capaz de proveer una aplicación uniforme. Evitar aplicar esta cubierta en presencia de precipitaciones pluviales.

Aplicar matriz de fibra de paja hidráulica a una tasa mínima de 3.400 kg por hectárea.

Aplicarla de tal manera que ningún orificio en la matriz sea mayor que 1 mm. Aplicar de tal manera que no haya brechas entre la matriz y el suelo.

La colocación de cubierta de paja se hará a mano en áreas en donde el equipo sea inaccesible.

903.09 Protección y cuidado de áreas de sembrado

Proteger y cuidar las áreas de sembrado incluyendo riego cuando sea necesario, hasta su aceptación final. Reparar todo daño a áreas de sembrado ocasionado por tráfico peatonal o vehicular o por otras causas. Proceder al resembrado, al refertilizado y cubierta de paja siguiendo similarmente las presentes especificaciones. Aplicar suplemento de semillas, paja, fertilizante, caliza o nitrato de amonio.

Aceptación

903.10

Las semillas serán evaluadas mediante inspección visual del Supervisor durante la ejecución de esta especificación y mediante el certificado de control de calidad del productor a ser entregado por el Contratista al Supervisor.

Medición

903.11

Medir el sembrado y la cubierta retenedora de humedad por hectárea (ha) de superficie de terreno.

Pago

903.12

Las cantidades aprobadas y medidas tal como anteriormente se indica, serán pagadas a precio del contrato por unidad de medida, del presupuesto oferta. El pago cubrirá de manera integral el trabajo prescrito en esta sección, incluyendo el riego periódico para establecer y mantener el crecimiento de las plantas.

- 70% del precio oferta será pagado a continuación de la plantación inicial.
- El 30% restante del precio oferta será pagado en la última valorización de obra, previa verificación que se ha cumplido con la presente especificación.

Partida de pago	Unidad de pago
903.A Herbáceas para cobertura vegetal de terreno	Hectárea (ha)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



SECCION 904

MALLAS Y SISTEMAS DE CONFINAMIENTO CELULAR PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 904

Mallas y sistemas de confinamiento celular para el control de la erosión

Descripción

904.01

Este trabajo consiste en la colocación de elementos de control de erosión, protección de cunetas y estabilización de taludes, de acuerdo con estas especificaciones, en conformidad con el Proyecto y aprobación del Supervisor. Comprende la instalación de mallas y sistemas de confinamiento celular.

Materiales

Las mallas de control de erosión pueden ser de los siguientes tipos:

- Tipo (1)
Estera, tela de cáñamo, malla de corteza vegetal (yute o maguey), malla de fibra entramada de papel.
- Tipo (2)
Malla de fibra de especie nativa de palmera.
- Tipo (3)
Malla sintética de control de erosión.
- Tipo (4)
Malla de refuerzo hecha con cobertura de césped.

904.02

Los materiales a utilizar serán los que se especifiquen a continuación:

a. Tipo 1

- 1. Estera de Paja:** Compuesta por una capa de paja agrícola limpia que puede ser de trigo, cebada ó fibra de madera libre de malezas, moho o

de algún otro material sujeta a una red de polipropileno fotodegradable mediante costura hecha con hebra de algodón. Este material debe cumplir con los requerimientos de la [Tabla 904-01](#).

Tabla 904-01

Material	Especificaciones
Paja (*)	240 g/m ² mínimo
Red (**)	Red fotodegradable en una cara con un entramado cuadrado de 5-20 mm y una masa de 1,5 kg/100 m ²

(*) Contenido de humedad máximo: 20%

(**) Las dimensiones son aproximadas y pueden variar de acuerdo a los estándares del fabricante

2. Tela de cáñamo: Compuesta por una tela cáñamo con un tejido estándar y con una masa de 145±20 gr/m².

3. Malla de yute o maguey: Compuesta por una malla de yute o de maguey con tejido plano y entreabierto fabricado de soguilla de yute o de maguey cuyo espesor no varíe en más de la mitad de su diámetro normal. Debe cumplir con lo siguiente:

- Dimensión de la unidad de entramado: 25x25 mm. máx.
- Masa de la malla, ASTM D 1776: 0,5 kg/m²±5%

4. Malla de fibra de papel o malla de torzal: composición de estas mallas se sujetará a las siguientes características:

- Aberturas de la malla 3 a 6 mm.
- Contracción después de humedecerla 20% máximo.

b. Tipo 2

La malla de fibra de especie nativa de palmera está compuesta por una capa consistente de yute o de maguey biodegradable sin tinte ni tratamiento, fibra vegetal de palmera y fibra sintética de polipropileno la cual será tejida en una malla plana con aberturas cuadradas de aproximadamente 16 a 25 mm de lado. El material debe cumplir con los requerimientos de la [Tabla 904-02](#).

Tabla 904-02
Capa de Control de Erosión constituido por Palmera nativa

Material	Especificación
Palmera 100% fibra (*)	240 g/m ²
Red (**)	Red fotodegradable en ambas caras con entramado cuadrado de 16-25 mm con una masa de 1,5 kg/100 m ²

(*) Contenido de humedad máximo: 20%

(**) Las dimensiones son aproximadas y pueden variar de acuerdo a los estándares del fabricante

c. Tipo 3

La malla sintética de control de erosión está conformada por una estera flexible producida a máquina consistente de fibras de monofilamento de poliolefin colocadas entre dos redes orientadas biaxialmente. Es necesario mantener mecánicamente las redes juntas mediante costura paralela hecha con hebra de poliolefin de tal manera de formar un tejido de entramado tridimensional, altamente resistentes a deterioro químico o del ambiente. El material debe cumplir con los requerimientos de la [Tabla 904-03](#).

Tabla 904-03
Malla sintética para control de erosión

Propiedad	Especificación	Método de prueba
Color	Verde	Visual
Espesor	6 mm. mín.	ASTM D 1777
Resistencia (1)	1.590 x 525 N/m mín.	ASTM D 5035
Elongación (1)	50% máx.	ASTM D 5035
Porosidad (2)	85% min.	Calculada
Elasticidad	80%	ASTM D 1777
Elasticidad Ultravioleta (4)	80%	ASTM D 4355

- 1) Valores para ambas direcciones de entrecruce a máquina bajo condiciones secas o saturadas. La dirección de la máquina para una prueba de franja de 50 milímetros incluye una línea de puntada de hebra de poliolefin en la dirección del máquina y centrada en el ancho de la franja y extendida en todo el largo de la muestra.
- 2) Cálculo basado en la masa, espesor y gravedad específica.
- 3) El porcentaje de espesor original retenido después de la aplicación de 3 ciclos de una carga de 690 kilo pascal por 60 segundos seguida de 60 segundo sin carga. El espesor será medido 30 minutos después de que la carga se haya retirado.
- 4) Resistencia a la tracción retenida después de 1 000 horas en un medidor meteorológico Xenón ARC.

d. Tipo 4

La malla de refuerzo hecha con cobertura de césped está compuesta de un entramado mecánico de red con un acabado de polímero fundido, monofilamentos o fibras que están acomodadas para formar una estera resistente y dimensionalmente estable. Los métodos de acabado incluyen el de soldadura de polímero, fusión termal o de polímero, o la colocación de fibras entre dos redes de alta resistencia y orientadas de forma biaxial y unidas mediante una costura paralela hecha con hebra de poliolefin. Esta malla debe ser resistente a la degradación biológica, química y ultravioleta. El material debe cumplir con los requerimientos de la [Tabla 904-04](#).

Tabla 904-04

Malla de Control de Erosión con Cobertura de Césped

Propiedad	Especificación	Método de prueba
Color	Negro	Visual
Espesor	13 mm. Mín.	ASTM D 1777
Resistencia (1)	1.370 x 790 N/m 50% máx.	ASTM D 5035
Elongación (1)	90% máx	ASTM D 5035
Porosidad (2)	80% min	Calculada
Elasticidad	80% min	ASTM D 1777
Elasticidad Ultravioleta (4)	93	ASTM D 4355

- (1) Valores para ambas direcciones de entrecruce a máquina bajo condiciones secas o saturadas usando el método de prueba de franja de 50 milímetros.
- (2) Cálculo basado en la masa, espesor y gravedad específica.
- (3) El porcentaje de espesor original retenido después de la aplicación de 3 ciclos de una carga de 690 kilo pascal por 60 segundos seguida de 60 segundos sin carga. El espesor será medido 30 minutos después de que la carga se haya retirado.
- (4) Resistencia a la tracción retenida después de 1 000 horas en un medidor meteorológico Xenón ARC

e. Tipo de sistema celular de confinamiento

El sistema geocelular de confinamiento está compuesto por una estructura flexible, tipo panal de abeja tridimensional, fabricada de polietileno que haya sido apropiadamente estabilizada con negro de humo u otro estabilizador propio del fabricante.

Deberán cumplir las prescripciones de calidad y de uso indicadas por los fabricantes y las especificaciones que sobre calidad de materiales de los dos últimos, se indican en [Secciones 901](#) y [903](#).

Requerimientos de construcción

904.03 Mallas de control de erosión (Tipos 1, 2, 3 y 4)

La instalación de las mallas de control de erosión será de conformidad con el Proyecto, teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante.

Las mallas de control de erosión se instalarán sobre la superficie del suelo el cual estará en su rasante final, mostrando un acabado estable, firme y libre de rocas u otras obstrucciones. Se extenderá las mallas de manera uniforme y suave, sin tensionarla, para asegurar su contacto directo con todos los puntos del suelo. Se deberá desenrollar las mallas de control de erosión en forma paralela a la dirección del flujo de drenaje. Los bordes de traslape serán tal como lo indica el Proyecto y el fabricante. Para fijar la malla sobre el terreno se deberá colocar el extremo o borde en la parte superior del talud, en una ranura vertical de 15 cm, rellenar esta ranura y compactar.

En instalación para cunetas, colocarlas desde arriba sobre las paredes laterales del terraplén y extenderlas sobre la línea anticipada de flujo y construir ranuras verticales de chequeo de 15 cm a intervalos de 8 m. Construir estas ranuras verticales de chequeo en forma perpendicular a la dirección del flujo y asegurar la sujeción de las mallas de control de erosión con armellas o grapas tal como lo recomiende el fabricante. Se deberá asentar todas las grapas al ras de la superficie del suelo.

Seguidamente se deberá reparar las áreas dañadas, restaurar el suelo hasta la rasante terminada, refertilizarla y resembrarla.

- a. Malla sintética de control de erosión (tipo 3).** Instalar la malla después que la cobertura de césped esté en su lugar.
- b. Malla de refuerzo con cobertura de césped (tipo 4).** Instalar la malla antes que la cobertura de césped esté en su lugar. Después de sembrar el césped, cepillar o rastrillar muy ligeramente 15±5 mm de capa superficial del suelo en el interior de los vacíos de la malla para rellenar el espesor de la malla.

904.04 Sistema de confinamiento celular

Excavar a la profundidad que requiera el sistema de confinamiento celular y suavizar y compactar la pendiente. Instalar la parte superior del sistema al mismo nivel o a menor nivel que la pendiente adyacente. Expandir la geocélula hacia abajo de la pendiente. Conectar las secciones geocelulares adyacentes con anillos de enganche o grapas cada dos células.

Anclar el sistema con estacas por la parte de arriba cada dos células. Repetir el patrón de anclaje en cada décima fila y en la fila inferior.

Rellenar el sistema de confinamiento con la capa superficial de suelo de las características especificadas en la [Sección 901](#). Compactar a mano esta capa dentro de cada célula. Aplicar una cobertura de césped tal como se especifica en la [Sección 903](#).

Aceptación de los trabajos

904.05

El material y la instalación que incluye mallas y sistemas de confinamiento celular como elementos de control de erosión, protección de cunetas y estabilización de taludes, será evaluado mediante inspección visual por el Supervisor durante la ejecución de esta partida y la certificación de calidad del material del fabricante a ser entregado por el Contratista al Supervisor.

La capa superficial del suelo será evaluada tal como lo indica la [Sección 901](#).

La cobertura de césped será evaluada tal como lo indica la [Sección 903](#).

Medición

904.06

La medición de las mallas de control de erosión y de los sistemas de confinamiento celular será por metro cuadrado (m²) sin incluir los traslapes.

La medición de la capa superficial del suelo se hará según se indica en la [Sección 901](#).

La medición de la cobertura de césped se hará según se indica en la [Sección 903.](#)

Pago

904.07

Las cantidades aprobadas, serán pagadas a precio de contrato por unidad de medida según el caso de partidas descritas líneas abajo, conformantes del presupuesto.

Partida de pago	Unidad de pago
904.A Malla de control de erosión (Tipo 1,2,3 ó 4)	Metro cuadrado (m ²)
904.B Sistema de confinamiento celular	Metro cuadrado (m ²)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 905

FUENTES DE AGUA



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 905

Fuentes de agua

Descripción

905.01

Este trabajo consiste en instalar, adecuadamente, el equipo para la extracción de agua a ser utilizada para la obra, así como para proveerla a todos los niveles en la construcción de la carretera, sin dañar al entorno del área de extracción, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto.

El Contratista deberá efectuar los trámites de autorización de las fuentes de agua definidas en el Proyecto, ante la Autoridad Local del Agua (ALA) correspondiente.

905.02 Evaluación de las fuentes de agua

El Contratista, debe evaluar las fuentes de agua establecidas en el Proyecto y definir si es necesario examinar otras teniendo presente que algunas serán utilizadas como agua potable para los campamentos y otras para usos requeridos en el Proyecto. El Supervisor aprobará las fuentes de agua luego de su evaluación y control de límites de calidad vigentes, de acuerdo al uso que va a tener el recurso:

- Para uso en campamentos, agua potable según las normas sanitarias dadas por DIGESA.
- Para riego de zonas revegetadas y otros usos, deberán seguirse las indicaciones de la Ley de Recursos Hídricos (Ley N°. 29998), así como el D.S. N°. 002-2008-MINAM, donde se indican los estándares de calidad ambiental para el agua.
- Para su uso en conformación de subbase, base y rellenos, el agua deberá cumplir lo establecido en la [Subsección 301.A.04](#).
-

- Para Concreto y morteros, el agua deberá cumplir con lo establecido en la [Subsección 503.03 \(d\)](#) de agua.

Se deben tomar muestras para su análisis, con el propósito de comprobar la calidad de las aguas de dichas fuentes. Los resultados deben ser de conocimiento del Supervisor, para que se tomen las acciones necesarias, si así se requiere.

El Contratista debe establecer un sistema de extracción del agua de manera que no produzca la turbiedad del recurso, encharcamiento en el área u otro daño en los componentes del medio ambiente aledaño.

Evitar la captación de fuentes de agua que tiendan a secarse, o que presenten conflictos con terceras personas.

Cuando el Supervisor verifique que determinada fuente de agua en uso pueda haber sido contaminada, deberá ordenar al Contratista se suspenda la utilización de dicha fuente y se tome las muestras para el análisis respectivo. Se volverá a utilizar la fuente con la aprobación del Supervisor.

Requerimientos de construcción

905.03

Se considerará apta para el amasado y/o curado de concreto y morteros, el agua cuyas propiedades y contenido en sustancias disueltas están comprendidas dentro de los límites siguientes:

- El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3 mg/l (3 ppm).
- El contenido de residuo sólido no será mayor de 5 g/l (5.000 ppm).
- El pH estará comprendido entre 5,5 y 8.
- El contenido de sulfatos, expresado en ión SO_4 será menor de 0,6 g/l (600 ppm).
- El contenido de cloruros, expresado en ión Cl, será menor de 1 g/l (1.000 ppm).
- El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresada en NaHCO_3 , será menor de 1 g/l (1.000 ppm).

- Opcionalmente si la variación de color es una característica que se desea controlar, el contenido de fierro, expresado en ión férrico, será de una parte por millón (1 ppm).

Cuando el agua ensayada no cumpla uno o varios de los requisitos previos establecidos anteriormente, se podrán realizar ensayos comparativos empleando en un caso el agua en estudio y en otro agua destilada o potable, manteniendo además similitud en materiales a utilizar y procedimientos, con el fin de obtener ensayos reproducibles.

Medición

905.04

Los trabajos que se efectúen para el abastecimiento de agua no serán materia de medición directa.

Pago

905.05

No se efectuará pago directo por el abastecimiento de agua en la obra, en todas sus calidades y exigencias. El Proyecto deberá incluir los costos que demande dicho abastecimiento en las respectivas partidas que lo componen, que constituirá compensación total por el costo de equipo, personal, análisis de laboratorio, transporte e imprevistos.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCION 906

RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE ÁREAS AFECTADAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

SECCIÓN 906

Recuperación ambiental de áreas afectadas

Descripción

906.01

Este trabajo consiste en la restauración de las áreas afectadas por la construcción de la carretera, como canteras, depósito de material excedente (DME), campamentos, almacenes, patios de máquinas, plantas de producción o procesamiento de materiales, caminos provisionales y otros, de acuerdo con estas especificaciones, en conformidad con el Proyecto y aprobación del Supervisor.

No se considera en estos trabajos los Depósitos de Materiales Excedentes que se registrarán por lo estipulado en la [Sección 209](#).

Requerimientos de construcción

906.02

Cuando las obras hayan concluido parcial o totalmente, el Contratista deberá proceder a la recuperación ambiental de todas las áreas afectadas durante el proceso constructivo lo que deberá ser aprobado por el Supervisor, que además verificará el tipo de vegetación y cantidad de área de revegetación, en conformidad con el Proyecto.

906.03 Topografía

Las áreas afectadas correspondientes a las áreas de canteras, plantas de trituración, plantas de asfalto y campamentos serán materia de levantamientos topográficos antes y después de la explotación según se estipula en la [Subsección 102.3\(i\)](#). Estas labores tendrán por finalidad verificar y contrastar las condiciones iniciales y finales de los trabajos.

Los planos topográficos deben incluir información sobre los volúmenes extraídos, los volúmenes de relleno para la readecuación ambiental y tipo de vegetación utilizada.

906.04 Adecuación de canteras

Para cada cantera se deberá diseñar un adecuado sistema y programa de aprovechamiento del material, de manera de producir el menor daño al ambiente. Será diferente si se trata de explotar un lecho de río o quebrada, un promontorio elevado (cerros), una ladera o extraer material del subsuelo. Depende, también, del volumen que se va a extraer de la cantera y el uso que se le va a dar al material, pudiendo requerirse antes una previa selección del mismo, lo que origina desechos que luego es necesario eliminar. Se deberá seguir las estipulaciones que al respecto se incluye en el Plan de Manejo Ambiental del Proyecto.

Aquellas canteras que no van a ser posteriormente utilizadas para la conservación de la carretera deben ser sometidas a un proceso de reacondicionamiento, tratando en lo posible de adecuar el área intervenida a la morfología del área circundante. Dependiendo del sistema de explotación adoptado, las acciones que deben efectuarse son las siguientes: nivelación de los lechos de quebradas o ríos afectados, eliminación de las rampas de carga; peinado y alisado o redondeado de taludes para suavizar la topografía y evitar posteriores deslizamientos; eliminación del material descartado en la selección (utilizarlo para rellenos) y revegetación total del área intervenida, utilizando el suelo orgánico retirado al inicio de la explotación y que debe haber sido guardado convenientemente.

Se deberá evitar dejar zonas en que se pueda acumular agua y establecer un drenaje natural.

En el caso de explotaron de laderas se realizarán de manera que se evite la desestabilización de los taludes y los probables derrumbes. En el caso, de utilizar el lecho de un río o quebrada, se deberá a proceder a la nivelación del cauce luego de la explotación superficial del mismo.

906.05 Caminos de acceso y desvíos

Las áreas ocupadas por los caminos de acceso a las canteras, plantas, campamentos, así como los desvíos y caminos provisionales, también deben ser recuperadas, debiendo nivelarse y revegetarse el área afectada.

Los caminos de acceso y desvíos provisionales deberán quedar clausurados, exceptuando los que sirvan a canteras que serán usadas posteriormente.

906.06 Campamentos

La rehabilitación del área ocupada por los campamentos, se realizará luego del desmantelamiento de los mismos. Las principales acciones a llevar a cabo son: eliminación de desechos, clausura de silos y rellenos sanitarios, eliminación de pisos de concreto u otro material utilizado, recuperación de la morfología del área y revegetación.

906.07 Patios de maquinaria

El reacondicionamiento del área intervenida, será efectuada teniendo en consideración: eliminación de suelos contaminados y su traslado a depósitos de desecho, limpieza de basuras, eliminación de pisos, recuperación de la morfología del área y revegetación, almacenar los desechos de aceite en bidones y trasladarlos a lugares seleccionados en las localidades cercanas para su adecuada disposición final. Debe tenerse presente que por ningún motivo estos desechos de aceites deben ser vertidos en el suelo o en cuerpos de agua.

906.08 Plantas de trituración y de asfalto

Luego de la desactivación y traslado de las plantas de asfalto y trituración se deberán efectuar las siguientes acciones: eliminación adecuada del material de desecho, escarificación y eliminación en los DME, según lo indicado en la [Subsección 209](#).

Los residuos peligrosos (suelos contaminados con hidrocarburos y sus derivados) procedentes de cualquiera de estas instalaciones deberá ser transportado por una Empresa Prestadora de Servicios Sólidos (EPS-RS), inscrita en la DGSA en cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

906.09 Rehabilitación de áreas en el derecho de vía

La recuperación ambiental del derecho de vía, consiste en el reacondicionamiento morfológico del área intervenida debiéndose rellenar las zanjas o peinar el suelo para eliminar los montículos y surcos, y obtener una pendiente adecuada hacia el drenaje natural y a la alcantarilla más próxima.

El material para el relleno de zanjas podrá ser proveniente de cortes o de limpieza de derrumbes u otro material aprobado por Supervisor.

Todas las obras de rehabilitación de áreas en el derecho de vía deben ser ejecutadas cuando las obras hayan sido totalmente concluidas y antes de su recepción por parte de la entidad contratante.

906.10 Depósitos de Materiales Excedentes (DME)

Según se indica y se desarrolla con más profundidad en la [Sección 209](#), los Depósitos de Materiales Excedentes (DME) son el lugar donde se colocan todos los materiales sobrantes del proceso constructivo y se construirán de acuerdo con el diseño que se haga para cada uno de ellos en el Proyecto.

Medición

906.11

La recuperación ambiental de áreas afectadas será medida en hectáreas (ha), que contempla lo siguiente: canteras, plantas de trituración, plantas de asfaltos, plantas de concreto, campamentos, almacenes, patios de maquinaria, depósitos de material excedente, caminos provisionales, accesos, desvíos, derechos de Vía e instalaciones auxiliares.

En la medición se considerará todos los componentes que se indican en la [Subsección 906.01](#) y que hayan sido efectivamente recuperados cumpliendo las disposiciones que se dan en esta especificación.

Pago

906.12

El pago de la Recuperación Ambiental de Áreas Afectadas se hará al precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aprobado por el Supervisor y según lo dispuesto en la [Subsección 07.05](#). El precio deberá cubrir todos los costos de transporte, rellenar, nivelar y revegetar las áreas comprometidas en forma uniforme e integral, según lo dispuesto en el Proyecto y aprobado por el Supervisor.

Partida de pago	Unidad de pago
906.A Recuperación ambiental de áreas afectadas	Hectárea (ha)



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

ANEXOS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



ANEXO 01

PROCESO ALEATORIO PARA SELECCIONAR LA UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTRO



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

ANEXO 1

Proceso aleatorio para seleccionar la ubicación de puntos de muestreo

La [Tabla Anexo 1-5](#) contiene números aleatorios (Random) obtenidos por entero al azar y que están formados por un conjunto de dígitos cada uno de los cuales tienen igual probabilidad de ser uno cualquiera de los dígitos comunes en base 10, para el proceso de seleccionar la ubicación de puntos de la carretera en que se tomen las muestras para ensayos de laboratorio o donde se verifique la calidad de los trabajos. También puede ser utilizada para medición de deflexiones con viga Benkelman.

El proceso consiste en lo siguiente:

1. Identificar la Sección de control de acuerdo al tipo de trabajo ejecutado y a la especificación respectiva.
2. Determinar el número de puntos de muestreo dentro de la sección de control seleccionando la máxima distancia longitudinal promedio deseada entre las muestras y dividiendo la longitud de la sección entre la máxima distancia longitudinal promedio.
3. Seleccionar por sorteo y al azar un número que represente una columna de la [Tabla Anexo 1-5](#). Dicho número tendrá un valor comprendido entre 1 y 28.
4. Buscar en la [Tabla Anexo 1-5](#) la columna que identifica al número seleccionado. En la subcolumna A ubicar todos los números menores o igual que el número de puntos de muestreo definidos en el Acápite 2.
5. Multiplicar la longitud total de la sección de control por los valores que se hallan en la subcolumna B adyacentes a los valores de la subcolumna A. Sumar los resultados obtenidos a la progresiva de inicio de la Sección de Control para obtener la progresiva de la ubicación de los puntos de muestreo.
6. Multiplicar el ancho total de la sección de obra por los valores que se hallan en la subcolumna C, adyacentes a la subcolumna B, para

obtener la distancia transversal medida desde el borde izquierdo de la sección que determina la ubicación del punto de muestreo en la progresiva respectiva.

Este paso no se aplica a la medición de deflexiones Benkelman, que tienen establecido el punto de aplicación de las cargas con respecto al borde del pavimento.

Ejemplo: Se trata de determinar la ubicación de los puntos de muestreo para los ensayos de densidad de la base granular en una carretera en construcción:

1. El ancho de la base es de 9,50 m y la sección de control para la compactación de acuerdo a la especificación es de 1 prueba cada 250 m² con 6 mediciones, es decir con una sección de control de 1.500 m².
 - Longitud de la sección de control : 158 m
 - Estación inicial de la sección de control : km 10+120
 - Número de puntos de muestreo : $158/26=6$
2. Por sorteo y al azar se ha seleccionado el número 15.
3. Los números seleccionados de la columna 15 de la [Tabla Anexo 1-5](#) correspondientes a los valores menores o igual al número de puntos de muestreo son:

Tabla Anexo 1-1

Columna A	Columna B	Columna C
01	0,139	0,230
06	0,185	0,481
03	0,523	0,519
05	0,780	0,497
04	0,951	0,482
02	0,977	0,172

4. Determinación de las progresivas de los puntos de muestreo:

Tabla Anexo 1-2

Longitud x columna B	Distancia del inicio	Progresiva inicial	Progresiva del punto de muestreo
158x0,139	22	Km 10+120	Km 10+142
158x0,185	29	Km 10+120	Km 10+149
158x0,523	83	Km 10+120	Km 10+203
158x0,780	123	Km 10+120	Km 10+243
158x0,951	150	Km 10+120	Km 10+270
158x0,977	154	Km 10+120	Km 10+274

Progresiva del fin de sección Km. 10 + 278, que se convierte en el inicio de la siguiente sección.

- Determinación de la distancia transversal de los puntos de muestreo, medido desde el borde izquierdo de la base.

Tabla Anexo 1-3

Ancho x columna C	Distancia del borde izquierdo (m)
9,50x0,230=	2,2
9,50x0,481=	4,6
9,50x0,519=	4,9
9,50x0,497=	4,7
9,50x0,482=	4,6
9,50x0,172=	1,6

- Resumen: ubicación de puntos de muestreo en la sección de control.

Tabla Anexo 1-4

Punto	Progresiva	Distancia del borde izquierdo (m)
1	Km 10+142	2,2
2	Km 10+149	4,6
3	Km 10+203	4,9
4	Km 10+243	4,7
5	Km 10+270	4,6
6	Km 10+274	1,6



Tabla Anexo 1-5

Números aleatorios (Random)

Columna N.º 8			Columna N.º 9			Columna N.º 10			Columna N.º 11			Columna N.º 12			Columna N.º 13			Columna N.º 14		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
09	0,042	0,071	14	0,061	0,935	26	0,038	0,023	27	0,074	0,779	16	0,073	0,987	03	0,033	0,901	26	0,035	0,175
17	0,141	0,411	02	0,065	0,097	30	0,066	0,371	06	0,084	0,396	23	0,078	0,056	07	0,047	0,391	17	0,089	0,363
02	0,143	0,221	03	0,094	0,228	27	0,073	0,876	24	0,098	0,524	17	0,096	0,076	28	0,064	0,113	10	0,149	0,681
05	0,162	0,899	16	0,122	0,945	09	0,095	0,568	10	0,133	0,919	04	0,153	0,163	12	0,066	0,360	28	0,238	0,075
03	0,285	0,016	18	0,158	0,430	05	0,180	0,741	15	0,187	0,079	10	0,254	0,834	26	0,076	0,552	13	0,244	0,767
28	0,291	0,034	25	0,193	0,469	12	0,200	0,851	17	0,227	0,767	06	0,284	0,628	30	0,067	0,101	24	0,262	0,366
08	0,369	0,557	24	0,224	0,572	13	0,259	0,327	20	0,236	0,571	12	0,305	0,616	02	0,127	0,187	08	0,264	0,651
01	0,436	0,386	10	0,225	0,223	21	0,264	0,681	01	0,245	0,988	25	0,319	0,901	06	0,144	0,068	18	0,285	0,311
20	0,450	0,289	09	0,233	0,838	17	0,283	0,645	04	0,317	0,291	01	0,320	0,212	25	0,202	0,674	02	0,340	0,131
18	0,455	0,789	20	0,290	0,120	23	0,363	0,063	29	0,350	0,911	08	0,416	0,372	01	0,247	0,025	29	0,353	0,478
23	0,488	0,715	01	0,297	0,242	20	0,364	0,366	26	0,380	0,104	13	0,432	0,556	23	0,253	0,323	06	0,359	0,270
14	0,496	0,276	11	0,337	0,760	16	0,395	0,363	28	0,425	0,864	02	0,489	0,827	24	0,320	0,651	20	0,387	0,248
15	0,503	0,342	19	0,389	0,064	02	0,423	0,540	22	0,487	0,526	29	0,503	0,787	10	0,328	0,365	14	0,392	0,694
04	0,515	0,693	13	0,411	0,474	08	0,432	0,736	05	0,552	0,511	15	0,518	0,717	27	0,338	0,412	03	0,408	0,077
16	0,532	0,112	20	0,447	0,893	10	0,476	0,468	14	0,564	0,357	28	0,524	0,998	13	0,356	0,991	27	0,440	0,280
22	0,557	0,357	22	0,478	0,321	03	0,508	0,774	11	0,572	0,306	03	0,542	0,352	16	0,401	0,792	22	0,461	0,830
11	0,559	0,620	29	0,481	0,993	01	0,601	0,417	21	0,594	0,197	19	0,585	0,462	17	0,423	0,117	16	0,527	0,003
12	0,650	0,216	27	0,562	0,403	22	0,687	0,917	09	0,607	0,524	05	0,695	0,111	21	0,481	0,838	30	0,531	0,486
21	0,672	0,320	04	0,566	0,179	29	0,697	0,862	19	0,650	0,572	07	0,733	0,838	08	0,560	0,401	25	0,678	0,360
13	0,709	0,273	08	0,603	0,758	11	0,701	0,605	18	0,664	0,101	11	0,744	0,948	19	0,564	0,190	02	0,725	0,014
07	0,745	0,687	15	0,632	0,927	77	0,728	0,498	25	0,674	0,428	18	0,793	0,748	05	0,571	0,054	05	0,797	0,595
30	0,780	0,285	06	0,707	0,107	14	0,745	0,679	02	0,697	0,674	27	0,802	0,967	18	0,587	0,584	15	0,801	0,927
19	0,845	0,097	28	0,737	0,161	24	0,819	0,444	03	0,767	0,928	21	0,826	0,487	15	0,604	0,145	12	0,836	0,294
26	0,846	0,366	17	0,846	0,130	15	0,840	0,823	16	0,809	0,529	24	0,835	0,832	11	0,641	0,298	04	0,854	0,982
29	0,861	0,307	07	0,874	0,491	25	0,863	0,568	30	0,838	0,294	26	0,855	0,142	22	0,672	0,156	11	0,884	0,928
25	0,906	0,874	05	0,880	0,828	06	0,878	0,215	13	0,845	0,470	14	0,861	0,462	20	0,674	0,887	19	0,886	0,832
24	0,919	0,809	23	0,931	0,659	18	0,930	0,601	08	0,855	0,524	20	0,874	0,625	14	0,806	0,881	07	0,929	0,932
10	0,952	0,555	26	0,960	0,365	04	0,954	0,827	07	0,867	0,718	30	0,929	0,056	09	0,841	0,560	09	0,932	0,206
06	0,961	0,504	21	0,878	0,194	28	0,963	0,004	12	0,981	0,722	09	0,935	0,582	29	0,918	0,752	01	0,970	0,692
27	0,969	0,811	12	0,982	0,183	19	0,988	0,020	23	0,937	0,872	22	0,947	0,797	04	0,959	0,099	23	0,973	0,082



Tabla Anexo 1-5 (continuación)

Números Aleatorios (Random)

Columna N.º 15			Columna N.º 16			Columna N.º 17			Columna N.º 18			Columna N.º 19			Columna N.º 20			Columna N.º 21		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	0,023	0,979	19	0,062	0,588	13	0,045	0,004	25	0,027	0,290	12	0,052	0,075	20	0,030	0,881	01	0,010	0,946
11	0,118	0,465	25	0,080	0,218	18	0,086	0,878	06	0,057	0,571	30	0,075	0,493	12	0,034	0,291	10	0,014	0,939
07	0,134	0,172	09	0,131	0,295	26	0,126	0,990	26	0,059	0,026	28	0,120	0,341	22	0,043	0,893	09	0,032	0,346
01	0,139	0,230	18	0,136	0,381	12	0,128	0,661	07	0,105	0,176	27	0,145	0,689	28	0,143	0,073	06	0,093	0,180
16	0,145	0,122	05	0,147	0,864	30	0,146	0,337	18	0,107	0,358	02	0,209	0,957	03	0,150	0,937	15	0,151	0,012
20	0,165	0,520	12	0,158	0,365	05	0,169	0,470	22	0,128	0,827	26	0,272	0,818	04	0,154	0,867	16	0,185	0,455
06	0,185	0,481	28	0,214	0,184	21	0,244	0,433	23	0,156	0,440	22	0,299	0,317	19	0,158	0,359	07	0,227	0,277
09	0,211	0,316	14	0,215	0,757	23	0,270	0,849	15	0,171	0,157	18	0,306	0,475	29	0,304	0,615	02	0,304	0,400
14	0,248	0,348	13	0,224	0,846	25	0,274	0,407	08	0,220	0,097	20	0,311	0,653	06	0,369	0,633	30	0,316	0,074
25	0,249	0,890	15	0,227	0,809	10	0,290	0,925	20	0,252	0,066	15	0,348	0,156	18	0,390	0,536	18	0,328	0,799
13	0,252	0,577	11	0,280	0,898	01	0,323	0,490	04	0,268	0,576	16	0,381	0,710	17	0,403	0,392	20	0,352	0,288
30	0,273	0,088	01	0,331	0,925	24	0,352	0,291	14	0,275	0,302	01	0,411	0,607	23	0,404	0,182	26	0,371	0,216
18	0,277	0,689	10	0,339	0,992	15	0,361	0,155	11	0,297	0,589	13	0,417	0,715	01	0,415	0,457	19	0,448	0,754
22	0,372	0,958	30	0,417	0,787	29	0,374	0,882	01	0,358	0,305	21	0,472	0,484	07	0,437	0,696	13	0,487	0,598
10	0,461	0,075	08	0,439	0,921	08	0,432	0,139	09	0,412	0,089	04	0,478	0,885	24	0,446	0,546	12	0,546	0,640
28	0,519	0,536	20	0,472	0,484	04	0,467	0,266	16	0,429	0,834	25	0,479	0,080	26	0,485	0,768	24	0,550	0,038
17	0,520	0,090	24	0,498	0,712	22	0,508	0,880	10	0,491	0,203	11	0,566	0,104	15	0,511	0,313	03	0,604	0,780
03	0,523	0,519	04	0,516	0,396	27	0,632	0,191	28	0,542	0,306	10	0,576	0,659	10	0,517	0,290	22	0,621	0,930
26	0,573	0,502	03	0,548	0,688	16	0,661	0,836	12	0,563	0,091	29	0,665	0,397	30	0,556	0,853	21	0,629	0,154
19	0,634	0,206	23	0,597	0,508	19	0,675	0,629	02	0,593	0,321	19	0,739	0,298	25	0,561	0,837	11	0,634	0,908
24	0,635	0,810	21	0,681	0,114	14	0,680	0,890	30	0,692	0,198	14	0,749	0,759	09	0,574	0,599	05	0,696	0,459
21	0,679	0,841	02	0,739	0,298	28	0,714	0,508	19	0,705	0,445	08	0,756	0,919	13	0,613	0,762	23	0,710	0,078
27	0,712	0,366	29	0,792	0,038	06	0,719	0,441	24	0,709	0,717	07	0,798	0,183	11	0,698	0,783	29	0,726	0,585
05	0,780	0,497	22	0,829	0,324	09	0,735	0,040	13	0,820	0,739	23	0,834	0,647	14	0,715	0,179	17	0,749	0,916
23	0,861	0,106	17	0,834	0,647	17	0,741	0,906	05	0,848	0,866	06	0,837	0,978	16	0,770	0,128	04	0,802	0,186
12	0,865	0,377	16	0,909	0,608	11	0,747	0,205	27	0,867	0,633	03	0,849	0,964	08	0,815	0,385	14	0,835	0,319
29	0,882	0,635	06	0,914	0,420	20	0,850	0,047	03	0,883	0,333	24	0,851	0,109	05	0,872	0,490	08	0,870	0,546
08	0,902	0,020	27	0,958	0,856	02	0,859	0,356	17	0,900	0,443	05	0,859	0,935	21	0,885	0,999	28	0,871	0,539
04	0,951	0,482	26	0,981	0,976	07	0,870	0,612	21	0,914	0,483	17	0,863	0,220	02	0,958	0,177	25	0,971	0,369
02	0,977	0,172	07	0,983	0,624	03	0,916	0,463	29	0,950	0,753	09	0,863	0,147	27	0,961	0,980	27	0,984	0,252



Tabla Anexo 1-5 (continuación)

Números Aleatorios (Random)

Columna N.º 22			Columna N.º 23			Columna N.º 24			Columna N.º 25			Columna N.º 26			Columna N.º 27			Columna N.º 28		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
12	0,051	0,032	26	0,051	0,187	08	0,015	0,521	02	0,039	0,005	16	0,026	0,102	21	0,050	0,952	29	0,042	0,039
11	0,068	0,980	03	0,053	0,256	16	0,068	0,994	16	0,061	0,599	01	0,033	0,886	17	0,085	0,403	07	0,105	0,293
17	0,089	0,309	29	0,100	0,159	11	0,118	0,400	26	0,068	0,054	04	0,088	0,686	10	0,141	0,624	25	0,115	0,420
01	0,091	0,371	13	0,102	0,465	21	0,124	0,565	11	0,073	0,812	22	0,090	0,602	05	0,154	0,157	09	0,126	0,612
10	0,100	0,709	24	0,110	0,316	18	0,153	0,158	07	0,123	0,649	13	0,114	0,614	06	0,164	0,841	10	0,205	0,144
30	0,121	0,744	18	0,114	0,300	17	0,190	0,159	05	0,126	0,658	20	0,136	0,576	07	0,197	0,013	03	0,210	0,054
02	0,166	0,056	11	0,123	0,208	26	0,192	0,676	14	0,161	0,189	05	0,138	0,228	16	0,215	0,363	23	0,234	0,533
23	0,179	0,529	09	0,138	0,182	01	0,237	0,030	18	0,166	0,040	10	0,216	0,565	08	0,222	0,520	13	0,266	0,799
21	0,187	0,051	06	0,194	0,115	12	0,283	0,077	28	0,248	0,171	02	0,233	0,610	13	0,269	0,477	20	0,305	0,603
22	0,205	0,543	22	0,234	0,480	03	0,286	0,318	06	0,255	0,117	07	0,278	0,357	02	0,288	0,012	05	0,372	0,223
28	0,230	0,688	20	0,274	0,107	10	0,317	0,734	15	0,261	0,928	30	0,405	0,273	25	0,333	0,633	26	0,385	0,111
19	0,243	0,001	21	0,331	0,292	05	0,337	0,844	10	0,301	0,811	06	0,421	0,807	28	0,348	0,710	30	0,422	0,315
27	0,267	0,990	08	0,346	0,085	25	0,441	0,336	24	0,363	0,025	12	0,426	0,583	20	0,362	0,961	17	0,453	0,783
15	0,283	0,440	27	0,382	0,979	27	0,469	0,786	22	0,378	0,792	08	0,471	0,708	14	0,511	0,989	02	0,460	0,916
16	0,352	0,089	07	0,387	0,865	24	0,473	0,237	27	0,379	0,959	18	0,473	0,738	26	0,540	0,903	27	0,461	0,841
03	0,377	0,648	28	0,411	0,776	20	0,475	0,761	19	0,420	0,557	19	0,510	0,207	27	0,587	0,643	14	0,483	0,095
06	0,397	0,769	16	0,444	0,999	06	0,557	0,001	21	0,467	0,943	03	0,512	0,329	12	0,603	0,745	12	0,507	0,375
09	0,409	0,428	04	0,515	0,993	07	0,610	0,238	17	0,494	0,225	15	0,640	0,329	29	0,619	0,895	28	0,509	0,748
14	0,465	0,406	17	0,518	0,827	09	0,617	0,041	09	0,620	0,081	09	0,665	0,354	23	0,623	0,333	21	0,583	0,804
13	0,499	0,651	05	0,539	0,620	13	0,641	0,648	30	0,623	0,106	14	0,680	0,884	22	0,624	0,076	22	0,587	0,993
04	0,539	0,972	02	0,623	0,271	22	0,664	0,291	03	0,625	0,777	26	0,703	0,622	18	0,670	0,904	16	0,689	0,339
18	0,560	0,747	30	0,637	0,374	04	0,668	0,856	08	0,651	0,790	29	0,739	0,394	11	0,711	0,253	06	0,727	0,298
26	0,575	0,892	14	0,714	0,364	19	0,717	0,232	12	0,715	0,599	25	0,759	0,386	01	0,790	0,392	04	0,731	0,814
29	0,756	0,712	15	0,730	0,107	02	0,776	0,504	23	0,782	0,093	24	0,803	0,602	04	0,813	0,611	08	0,807	0,983
20	0,760	0,920	19	0,771	0,552	29	0,777	0,548	20	0,810	0,371	27	0,842	0,491	19	0,843	0,732	15	0,833	0,757
05	0,847	0,925	23	0,780	0,662	14	0,823	0,223	01	0,841	0,726	21	0,870	0,435	03	0,844	0,511	19	0,896	0,464
25	0,872	0,891	10	0,924	0,888	23	0,848	0,264	29	0,862	0,009	28	0,906	0,367	30	0,858	0,299	18	0,916	0,384
24	0,874	0,135	12	0,929	0,204	30	0,892	0,817	25	0,891	0,873	23	0,948	0,367	09	0,929	0,199	01	0,948	0,610
08	0,911	0,215	01	0,937	0,714	28	0,943	0,190	04	0,917	0,264	11	0,956	0,142	24	0,931	0,263	11	0,976	0,799
07	0,946	0,065	25	0,974	0,398	15	0,975	0,962	13	0,958	0,990	17	0,993	0,989	15	0,939	0,947	24	0,978	0,633



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

ANEXO 02

ÍNDICE DE PARTIDAS



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

ANEXO 2

Índice de partidas

El Índice de Partidas que se presenta en este Anexo reproduce la relación de partidas que se hallan detalladas dentro de cada uno de los Capítulos y Secciones de las Especificaciones.

Este índice servirá como guía al proyectista para la preparación de los Expedientes Técnicos y presupuestos de obras viales que requieran para su desarrollo las partidas presentadas, lo que permitirá uniformizarlas para todos los proyectos de la Entidad Contratante.

La codificación y listado de partidas no es limitada al haberse diseñado la nomenclatura para que pueda incluirse partidas no previstas asociadas a determinado Capítulo y Sección de las Especificaciones.

Tabla Anexo 2-1

Sección	Nombre de la partida	Unidad de pago	Página
1. Trabajos Preliminares			
101.A	Movilización y desmovilización de equipo	Global (glb)	95
102.A	Topografía y georeferenciación	Kilometro (km)	99
103.A	Mantenimiento de tránsito temporal y seguridad vial	Global (glb)	109
104.A	Campamentos	Global (glb)	123
105	Protección de restos arqueológicos	-----	131
2. Movimiento de tierras			
201.A	Desbroce y limpieza en bosque	Hectárea (ha)	135
201.B	Desbroce y limpieza en zonas no boscosas	Hectárea (ha)	139
202.A	Excavación para explanaciones (sin clasificar)	Metro cúbico (m ³)	149
202.B	Excavación para explanaciones (clasificada)	Metro cúbico (m ³)	149
203.A	Remoción de derrumbes	Metro cúbico (m ³)	167
204.A	Excavación de túnel	Metro lineal (m)	175
204.B	Retiro de material de derrumbe	Metro cúbico (m ³)	175
205.A	Terraplenes	Metro cúbico (m ³)	185
206.A	Pedraplenes	Metro cúbico (m ³)	199
207.A	Mejoramiento de suelos	Metro cúbico (m ³)	211
208.A	Obras de encauzamiento de ríos y quebradas	Metro cúbico (m ³)	221
208.B	Encauzamiento de puentes	Metro cúbico (m ³)	221
209.A	Conformación y acomodo de DME	Metro cúbico (m ³)	227



Sección	Nombre de la partida	Unidad de pago	Página
3. Afirmados			
301.A	Afirmados	Metro cúbico (m ³)	237
301.A.A	Suelos estabilizados con cemento	Metro cúbico (m ³)	247
301.B.A	Suelos estabilizados con cal	Metro cúbico (m ³)	261
301.C.A	Suelos estabilizados con productos químicos	Metro cúbico (m ³)	273
301.D.A	Suelos estabilizados con cloruro de sodio	Metro cúbico (m ³)	285
301.D.B	Suelos estabilizados con cloruro de calcio	Metro cúbico (m ³)	297
301.D.C	Suelos estabilizados con cloruro de magnesio	Metro cúbico (m ³)	309
301.E.A	Suelos estabilizados con emulsión asfáltica	Metro cúbico (m ³)	321
4. Pavimentos			
Capas anticontaminantes, subbases y bases			
401.A	Capa anticontaminante	Metro cúbico (m ³)	353
402.A	Subbases granulares	Metro cúbico (m ³)	359
403.A	Bases granulares	Metro cúbico (m ³)	369
403.A.A	Base de concreto hidráulico poroso	Metro cúbico (m ³)	379
403.B.A	Base de concreto asfáltico poroso	Metro cúbico (m ³)	399
403.C.A	Base de concreto hidráulico	Metro cúbico (m ³)	411
412	Plantas de producción de materiales	-----	443
413.A	Capa de agregado - suelo vegetal para recubrimiento	Metro cuadrado (m ²)	453
414	Separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextil	-----	459
Pavimentos Flexibles			
416.A	Imprimación asfáltica	Metro cuadrado (m ²)	491
417.A	Riego de liga	Metro cuadrado (m ²)	501
418.A	Tratamiento superficial simple	Metro cuadrado (m ²)	507
418.B	Tratamiento superficial múltiple ("n" capas)	Metro cuadrado (m ²)	514
419.A	Sello asfáltico	Metro cuadrado (m ²)	523
420.A	Mortero asfáltico	Metro cuadrado (m ²)	531
421.A	Sello de fisuras	Metro lineal (m)	545
422.A	Sello de grietas	Metro lineal (m)	551
423.A	Pavimento de concreto asfáltico en caliente (MAC)	Metro cúbico (m ³)	559
423.B	Pavimento superpave (nivel 1)	Metro cúbico (m ³)	561
424.A	Pavimento de concreto asfáltico en frío (Mezcla densa)	Metro cúbico (m ³)	603
424.B	Pavimento de concreto asfáltico en frío (Mezcla abierta)	Metro cúbico (m ³)	630
425.A	Micropavimentos	Metro cuadrado (m ²)	643
426.A	Cemento asfáltico	-----	659
427.A	Emulsión asfáltica	-----	665
428.A	Asfalto líquidos	-----	671
429.A	Filler	-----	677
430.A	Mejoradores de adherencia	-----	683
431.A	Cemento asfáltico modificado con polímeros	-----	691
432.A	Emulsión asfáltica modificada con polímeros	-----	701
433.A	Pavimento de concreto asfáltico con mezclas porosas	Metro cúbico (m ³)	709
434.A	Pavimento de concreto asfáltico con mezclas Stone Mastic Asphalt (SMA)	Metro cúbico (m ³)	729
435.A	Fresado de pavimento asfáltico	Metro cuadrado (m ²)	747



Sección	Nombre de la partida	Unidad de pago	Página
436.A	Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en caliente	Metro cúbico (m ³)	755
437.A	Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en frío con emulsión asfáltica	Metro cúbico (m ³)	771
437.B	Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en frío con cemento asfáltico espumado	Metro cúbico (m ³)	771

Pavimentos Rígidos

438.A	Pavimento de concreto hidráulico	Metro cúbico (m ³)	801
439.A	Suministro de cemento portland	-----	853
440.A	Pavimento de adoquines de concreto	Metro cuadrado (m ²)	867
440.B	Pavimento de adoquines de piedra	Metro cuadrado (m ²)	867

5. Drenaje

501.A	Excavaciones para estructuras en roca en seco	Metro cúbico (m ³)	885
501.B	Excavaciones para estructuras en roca bajo agua	Metro cúbico (m ³)	885
501.C	Excavaciones para estructuras en material común seco	Metro cúbico (m ³)	885
501.D	Excavaciones para estructuras en material común bajo agua	Metro cúbico (m ³)	885
502.A	Rellenos para estructuras	Metro cúbico (m ³)	895
503.A	Concreto estructural (clase A, B,.....G)	Metro cúbico (m ³)	905
504.A	Acero de refuerzo	Kilogramo (kg)	939
505.A	Tubería de concreto simple de diámetro interior (...) mm	Metro lineal (m)	949
506.A	Tubería de concreto reforzado de diámetro interior (...) mm	Metro lineal (m)	959
507.A	Tubería metálica corrugada circular de diámetro (...) m	Metro lineal (m)	969
507.B	Tubería metálica corrugada abovedado de (...) m de luz y (...) m de flecha	Metro lineal (m)	969
508.A	Tubería de polietileno de alta densidad (PAD o HDPE) de diámetro (...) mm	Metro lineal (m)	981
509.A	Subdrenes	Metro lineal (m)	991
510.A	Cunetas revestidas en concreto	Metro lineal (m)	1001
511.A	Geotextiles	Metro cuadrado (m ²)	1009
512.A	Subdrenes con geotextil y material granular	Metro lineal (m)	1023
513.A	Geotextil para pavimentación	Metro cuadrado (m ²)	1031
514.A	Capa filtrante	Metro cúbico (m ³)	1039

6. Obras Complementarias

601.A	Mampostería	Metro cúbico (m ³)	1045
602.A	Gaviones	Metro cúbico (m ³)	1055
603.A	Defensas ribereñas	Metro lineal (m)	1061
604.A	Demoliciones de edificaciones	Metro cúbico (m ³)	1067
604.B	Demoliciones de estructuras de concreto, mampostería y otros	Metro cúbico (m ³)	1067
604.C	Desmontaje y traslado de estructuras metálicas, madera u otros	Tonelada (ton.)	1067
604.D	Demolición, desmontaje y/o remoción de cercas	Metro lineal (m)	1067
604.E	Demolición, desmontaje y/o remoción de especies vegetales y otros obstáculos	Unidad (und.)	1067
604.F	Demolición de pavimentos, sardineles y veredas de concreto	Metro cúbico (m ³)	1067
604.G	Remoción de servicios existentes	Global (glb)	1067
605.A	Delimitación y Señalización del Derecho de Vía	Metro lineal (m)	1079



Sección	Nombre de la partida	Unidad de pago	Página
7. Transporte			
700.A	Transporte de materiales granulares para distancias entre 120 m y 1.000 m	Metro cúbico - Kilómetro (m ³ -km)	1087
700.B	Transporte de materiales granulares para distancias mayores de 1.000 m	Metro cúbico - Kilómetro (m ³ -km)	1087
700.C	Transporte de materiales excedentes para distancias entre 120 m y 1.000 m	Metro cúbico - Kilómetro (m ³ -km)	1087
700.D	Transporte de materiales excedentes para distancias mayores de 1.000 m	Metro cúbico - Kilómetro (m ³ -km)	1087
700.E	Transporte de mezclas asfálticas para distancias hasta 1.000 m	Metro cúbico - Kilómetro (m ³ -km)	1087
700.F	Transporte de mezclas asfálticas para distancias mayores de 1.000 m	Metro cúbico - Kilómetro (m ³ -km)	1087
700.G	Transporte de roca para distancias entre 120 m y 1.000 m	Metro cúbico - Kilómetro (m ³ -km)	1087
700.H	Transporte de roca para distancias mayores de 1.000 m	Metro cúbico - Kilómetro (m ³ -km)	1087
8. Señalización y seguridad vial			
800.A	Señal Vertical (panel, postes o estructuras de soporte y cimentación)	Unidad (und.)	1097
801.A	Señales preventivas (... m x ... m)	Unidad (und.)	1123
802.A	Señal Reglamentaria: Octogonal, Rectangular, Cuadrada, Triangular y Otros	Unidad (und.)	1127
803.A	Señal Informativa (... m x ... m)	Unidad (und.)	1131
804.A	Postes Delineadores	Unidad (und.)	1135
804.A.A	Tachas retroreflectivas	Unidad (und.)	1145
805.A	Marcas en el pavimento	Metro cuadrado (m ²)	1161
806.A	Barreras de seguridad vial (Tipo ...)	Metro lineal (m)	1173
807.A	Guardavías metálico (Tipo ...)	Metro lineal (m)	1183
808.A	Barreras de seguridad de concreto	Metro lineal (m)	1193
809.A	Captafaros	Unidad (und.)	1201
810.A	Postes de kilometraje	Unidad (und.)	1207
9. Protección ambiental			
901.A	Capa superficial de suelo	Hectárea (ha)	1215
902.A	Árboles y arbustos para cobertura vegetal de terreno	Unidad (und.)	1221
903.A	Herbáceas para cobertura vegetal de terreno	Hectárea (ha)	1231
904.A	Malla de control de erosión (Tipo 1,2,3 ó 4)	Metro cuadrado (m ²)	1239
904.B	Sistema de confinamiento celular	Metro cuadrado (m ²)	1239
905.A	Fuentes de agua	-----	1249
906.A	Recuperación ambiental de áreas afectadas	Hectárea (ha)	1255