



PERÚ

**Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones**

**Viceministerio
de Transportes**

**Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles**

**“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”**

DOCUMENTO TÉCNICO SOLUCIONES BÁSICAS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

Lima, Febrero de 2015



“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

INDICE

1. OBJETIVO	2
2. FINALIDAD	2
3. COMPETENCIAS	2
4. ALCANCE	3
5. BASE LEGAL	3
6. DEFINICIÓN	3
7. PRINCIPALES CRITERIOS DE APLICACIÓN	3
8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	4
9. DISEÑO, CONSTRUCCION, MANTENIMIENTO Y MONITOREO	5
9.1 DISEÑO	5
9.2 CONSTRUCCION	7
9.3 MANTENIMIENTO Y MONITOREO	8
10. GLOSARIO DE TERMINOS	9





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

SOLUCIONES BÁSICAS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

1. OBJETIVO

Establecer los criterios, procedimientos y especificaciones técnicas que deben considerarse en el diseño, construcción, rehabilitación y mantenimiento de las soluciones básicas a emplearse en las capas de rodadura de carreteras no pavimentadas.

2. FINALIDAD

Las soluciones básicas tienen por finalidad, mejorar la vida útil y nivel de servicio de las superficies de rodadura de las carreteras no pavimentadas, que sufren rápido deterioro por efecto del tránsito y el clima, formándose baches, encalaminado, desprendimiento de agregados y emisión de polvo, posibilitando que dichas capas de rodadura tengan menor grado de deterioro, estén exentas de polvo, demanden menor frecuencia de mantenimiento periódico, y permitan el tránsito vehicular durante cualquier época del año.

El mejoramiento de la vida útil, está referida a incrementar el periodo de diseño de 5 años (afirmado) a 10 años (solución básica), y la posibilidad de programar las actividades de mantenimiento periódico en tiempos previsible, lo que no ocurre actualmente con las capas de afirmado convencional.

Las soluciones básicas, implican una mayor inversión inicial por la incorporación de un estabilizador al material conformante de la capa de rodadura con el empleo de equipos convencionales, sobre la cual podría colocarse además un recubrimiento bituminoso. Dichos mayores costos iniciales, se revierten ampliamente, por los menores costos de las actividades de mantenimiento, durante el periodo de servicio del proyecto, implicando una mejor utilización de los recursos del Estado.

De este modo, las soluciones básicas además de los beneficios de orden técnico y económico antes mencionados, tienen efectos sociales y ambientales favorables, que se logran en la zona de influencia de la carretera, plasmados en la mejora de la calidad de vida de la población (habitantes aledaños y usuarios), menores costos de operación de los vehículos, menor impacto ambiental sobre los recursos hídricos y calidad del aire, principalmente.

En tal sentido, es necesario que las entidades responsables de la gestión vial, apliquen las soluciones básicas, tanto en la ejecución de los proyectos como en las actividades de mantenimiento, evaluando continuar con el empleo de afirmado como capas de rodadura de las carreteras no pavimentadas.

3. COMPETENCIAS

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.

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, carreteras y ferrocarriles, así como de fiscalizar su cumplimiento.





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

Las autoridades competentes para la aplicación de la presente Directiva, de conformidad con los niveles de gobierno que corresponde a la organización del Estado, son las siguientes:

- a) El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a cargo de la gestión de la Red Vial Nacional.
- b) Los Gobiernos Regionales, a cargo de la gestión de la Red Vial Departamental o Regional.
- c) Los Gobiernos Locales, a través de las Municipalidades Provinciales y Distritales, a cargo de la gestión de la Red Vial Vecinal o Rural.

4. ALCANCE

El presente Documento Técnico es de alcance nacional y de cumplimiento obligatorio por los órganos responsables de la gestión de infraestructura vial, de los tres niveles de gobierno (Nacional, Regional y Local).

5. BASE LEGAL

- Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre N° 27181
- Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial DS N°034 - 2008 - MTC.
- Reglamento de Jerarquización Vial DS N° 017 - 2007 - MTC.
- Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG - 2013).
- Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos.
- Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial.
- Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG - 2013).

6. DEFINICIÓN

Las soluciones básicas son alternativas técnicas, económicas y ambientales, que consisten principalmente en la aplicación de estabilizadores de suelos, recubrimientos bituminosos y otros, posibilitando que las capas de rodadura de las carreteras no pavimentadas, tengan una mayor vida útil y presten un mejor nivel de servicio.

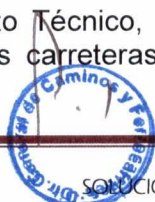
7. PRINCIPALES CRITERIOS DE APLICACIÓN

La aplicación de las soluciones básicas, es de acuerdo a las características particulares de cada proyecto, principalmente en función a su ubicación y tipo de suelo predominante.

Por consiguiente, no hay solución de carácter general, debiendo seleccionarse la alternativa aplicable a cada proyecto, por cuanto no es posible utilizar indistintamente un determinado estabilizador, en diversos tipos de suelos y/o condiciones climáticas.

Las condiciones climáticas de cada proyecto (temperatura y precipitaciones pluviales), según su ubicación (costa, sierra y selva), es determinante para la selección de la alternativa de solución. Por ejemplo, con un estabilizador que funciona bien en una carretera de la costa, no se obtendría el mismo resultado en la sierra o selva.

Este Documento Técnico, comprende las soluciones básicas aplicables a la capa de rodadura de las carreteras no pavimentadas, a nivel de rehabilitación, mejoramiento,



“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

construcción y mantenimiento. No incluye las condiciones mínimas que debe cumplir la subrasante, las mismas que deben estar de acuerdo a la normativa vigente.

Cada proyecto en particular, tiene una alternativa de solución básica aplicable, en función a los materiales existentes en las zonas adyacentes a la carretera, con el criterio de minimizar el empleo de materiales provenientes de fuentes lejanas al proyecto.

Por lo general, las superficies de rodadura de las soluciones básicas, están conformadas por la capa de suelo estabilizado; sin embargo, de existir predominancia de tráfico pesado, debe evaluarse la adición de un recubrimiento bituminoso.

Las soluciones básicas, no requieren el uso de equipos especiales, tanto para los ensayos de laboratorio como para la ejecución de la obra. Por lo general se requiere el siguiente equipo mecánico convencional: camión cisterna, motoniveladora, rodillo, cargador frontal, camión volquete, excavadora y otros.

8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El presente Documento Técnico, establece las siguientes especificaciones técnicas:

- a) El Cuadro N° 01, contiene las especificaciones técnicas de los tipos de estabilizadores de suelos y los parámetros máximos y/o mínimos que deben cumplir los suelos estabilizados, tanto en el diseño como en la ejecución de la obra:

CUADRO N° 01
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE TIPOS DE ESTABILIZADORES Y PARAMETROS

SUELO ESTABILIZADO CON	PARAMETROS
Cemento	1. Resistencia a compresión simple = 1.8 MPa mínimo (MTC E 1103) 2. Humedecimiento-secado (MTC E 1104): - Para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A3 = 14 % de Pérdida Máxima - Para suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A5 = 10 % de Pérdida Máxima - Para suelos A-6; A-7 = 7 % de Pérdida Máxima
Emulsión Asfáltica	1. Estabilidad Marshall = 230 Kg mínimo (MTC E 504) 2. Pérdida de estabilidad después de saturado = 50% máximo 3. Porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla debe estar entre 50 y 100%
Cal	1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión ≤ 0.5%
Sales	1. CBR* = 100% mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132)
Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)	1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión ≤ 0.5%

(*) CBR corresponde a la penetración de 0.1”

Los Recubrimientos Bituminosos que se coloquen como parte de las soluciones básicas (micropavimentos, slurry seal o mortero asfáltico, imprimación reforzada,

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

tratamientos superficiales, etc.), cumplirán las especificaciones técnicas, establecidas en los respectivos Manuales de Carreteras, vigentes.

- c) El Cuadro N° 02 contiene las especificaciones técnicas de los tipos de estabilizadores y su aplicación de acuerdo a la región donde se ubica el proyecto, condiciones climatológicas y materiales disponibles en la zona:

CUADRO N° 02
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE
TIPOS DE ESTABILIZADORES Y SU APLICACIÓN SEGUN REGIÓN

ZONA	MATERIALES O SUELOS PREDOMINANTES	ESTABILIZADOR DE SUELOS APLICABLE
COSTA (Altitud: hasta 500 msnm)	Suelos granulares, de nula a baja plasticidad (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	- Sales - Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
SIERRA (Altitud: entre 500 y 4800 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad media (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	- Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
CEJA DE SELVA Y SELVA ALTA (Altitud: entre 400 y 1000 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad alta (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7)	- Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Cal - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
SELVA BAJA (Altitud: menor a 400 msnm)	Suelos limo-arcillosos, arcillas, arcillas arenosas y arenas predominantemente finas (Clasificación AASHTO: A-2-4, A-3, A-6, A-7)	- Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Cal - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)

9. DISEÑO, CONSTRUCCION, MANTENIMIENTO Y MONITOREO

9.1 DISEÑO

El diseño de la solución básica a emplearse en un determinado proyecto debe seguir las siguientes pautas principales:

- Identificación y muestreo en campo, de los suelos disponibles en las zonas adyacentes al proyecto, que sean factibles de utilización en la solución básica.
- Ejecución de ensayos a nivel de laboratorio de las muestras obtenidas, a fin de determinar sus características físico-mecánicas y químicas; asimismo, sus condiciones de uso, tales como mezcla de diferentes suelos, zarandeo y otros.



“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

- c. Ejecución de ensayos a nivel de laboratorio, evaluando como mínimo tres (03) tipos de estabilizadores de suelos, aplicables de acuerdo a las Especificaciones Técnicas del presente Documento Técnico, a fin de seleccionar la solución básica aplicable, teniendo en consideración lo siguiente:
- El procedimiento de mezclado de los suelos y el estabilizador a nivel de laboratorio debe ser coherente o representar las condiciones reales de trabajo en obra.
 - Para la obtención de la dosificación óptima que debe aplicarse, se emplearán como mínimo 04 dosificaciones diferentes, con cuyos valores se trazará la curva: Dosificación vs CBR y/o Resistencia a Compresión Simple; de cada uno de los estabilizadores utilizados. Para suelos que presentan índice de plasticidad, debe medirse resistencia y expansión.
 - Los parámetros de resistencia y/o expansión de la muestra del suelo estabilizado compactado, se obtendrán después de un periodo de curado húmedo de siete (07) días.
 - Solamente para la ejecución del ensayo de CBR a nivel de laboratorio, se sumergirá en agua durante 96 horas (04 días) la muestra de suelo estabilizado compactado, inmediatamente después de cumplir su periodo de curado. Se exceptuará de este paso los suelos estabilizados con sales.
- d. El procedimiento de selección del estabilizador de suelos, puede dar como resultado, más de una alternativa técnica de solución aplicable, en cuyo caso debe optarse por la de menor costo.
- e. Seleccionado el estabilizador a emplearse (sólido y/o líquido), debe indicarse la **Fórmula de Trabajo** de la capa estabilizada, que comprenderá:
- Dosificación del estabilizador y modo de aplicación (líquido en el agua del camión cisterna y sólido sobre el suelo a estabilizarse).
 - Suelo o dosificación de suelos a utilizarse.
 - Procedimiento de mezclado (en planta o sobre plataforma).
 - Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca de la mezcla (estabilizador más suelo).
 - Grado de compactación del suelo estabilizado colocado y compactado.
- f. El espesor de la capa de rodadura será calculado para un período de diseño de 10 años, considerando frecuencias de mantenimiento periódico cada 04 años.
- g. El diseño del espesor se realizará según los ejes equivalentes proyectados:
- Para ejes equivalentes inferiores o iguales a 10^6 , se empleará los métodos USACE y NAASRA.
 - Para ejes equivalentes superiores a se empleará el método AASHTO 1993, que establece el empleo de Número Estructural.
- h. El presente Documento Técnico abarca las soluciones básicas de la capa de rodadura; sin embargo, para que su comportamiento estructural sea adecuado, es necesario que la subrasante cumpla con las características mínimas establecidas en los Manuales de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

Construcción (EG - 2013) y Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos.

- i. Por Seguridad Vial, la capa de rodadura de la solución básica debe tener un ancho mínimo de 5.00 m. en carreteras de Tercera Clase, y de 4.00 m. en Trochas Carrozables; si no es posible cumplir dichos anchos mínimos en determinados sectores localizados, la Entidad Ejecutora podrá adoptar anchos menores con la justificación técnica correspondiente. Asimismo debe contemplarse la señalización vertical necesaria.
- j. Con la finalidad que la capa de rodadura tenga un adecuado drenaje superficial, debe diseñarse con el bombeo (entre 2 a 3%) y cunetas, establecidas en las normas vigentes.
- k. En esta etapa, se definirá si la superficie de rodadura de la solución básica seleccionada, estará constituida por la capa de suelo estabilizado o requerirá la adición de un recubrimiento bituminoso.
- l. En esta etapa se especificará el equipo mínimo requerido, tanto para los ensayos de laboratorio como para la ejecución de la obra.

9.2 CONSTRUCCION

En la etapa de ejecución del proyecto, debe cumplirse la **Formula de Trabajo** de la solución básica seleccionada, considerando las siguientes pautas:

- a. Provisión del equipo de laboratorio y equipo mecánico requerido para la ejecución de la obra.
- b. Explotación y procesamiento del suelo o suelos a utilizarse en la capa estabilizada.
- c. Provisión en obra del estabilizador de suelo seleccionado y almacenamiento en condiciones adecuadas para preservar sus propiedades.
- d. Ejecución de un tramo de prueba no menor a 300 m. de longitud, con la finalidad de lograr la **Fórmula de Trabajo**, y establecer las condiciones de ejecución (dosificación, procedimiento de mezclado, esparcido, espesor esponjado, compactación, frecuencia de riegos para el curado y otros).
- e. Sobre la subrasante debidamente preparada, demarcar los alineamientos, anchos y espesores de la capa estabilizada.
- f. Según corresponda, transporte, colocación, mezclado y homogenización, riego, perfilado, compactación y curado de la capa de suelo estabilizado.
- g. Para lograr un adecuado curado, por lo general es necesario mantener húmeda la superficie durante 07 días, aplicando riegos periódicos.
- h. En caso que la solución básica contenga un recubrimiento bituminoso, éste se colocará después que la capa estabilizada, haya sido concluida y aprobada por la Supervisión.
- i. El grado de compactación mínimo será el 95% de la Máxima Densidad Seca, con excepción de los suelos estabilizados con sales, que será del 100%. Estos valores deben alcanzarse en todo el ancho de la capa estabilizada.



“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

- j. Por lo general, luego de concluir el proceso de compactación de la capa estabilizada, puede ponerse al tránsito vehicular; sin embargo éste debe suspenderse en caso se observe deformaciones o desprendimiento.
- k. En caso de presentarse sectores con fallas, tales como deformaciones o desprendimientos, o no se cumplieran los controles de calidad, deberá remplazarse la capa colocada, o mediante escarificación y adición de estabilizador para recuperar la **Fórmula de Trabajo**.
- l. En el Cuadro N° 03 se establecen los parámetros de aceptación de los trabajos:

CUADRO N° 03
PARÁMETROS PARA ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

ENSAYO	TOLERANCIA	FRECUENCIA
Grado de compactación*	95% mínimo, excepto en suelos estabilizados con sales, que debe ser 100% mínimo	Cada 250 m ²
Optimo Contenido de Humedad	± 1.5%	Cada 250 m ²
Espesor	Espesor medio ≥ Espesor de diseño Espesor individual ≥ 95% Espesor de diseño	Cada 250 m ²
Uniformidad de la superficie	Medición paralela y transversal al eje de la vía, efectuada con regla de 3 m.; no deben existir variaciones mayores a 10 mm.	Cada 250 m ²
Resistencia	Según Cuadro N° 01, además: Resistencia media ≥ Resistencia de diseño Resistencia individual ≥ 95% Resistencia de diseño	03 muestras por día o jornada de trabajo
Granulometría	Estos ensayos se deben ejecutar antes del mezclado con el estabilizador.	01 muestra por día o jornada de trabajo
Índice Plástico		
Proctor Modificado		
Rugosidad (IRI)	5.0 m/Km máximo	En toda la sección Después de 08 días
Penetrómetro Dinámico de Cono	Resistencia media ≥ Resistencia de diseño Resistencia individual ≥ 95% Resistencia de diseño	03 mediciones por jornada de trabajo Después de 08 días

(*) CBR corresponde a la penetración de 0.1” y grado de compactación, según lo indicado en el cuadro N° 03



3 MANTENIMIENTO Y MONITOREO

En esta etapa, se tendrá en consideración las siguientes pautas:

- a) Los trabajos de mantenimiento rutinario deben efectuarse de acuerdo a lo establecido en el Manual de Mantenimiento o Conservación Vial, vigente, precisándose que no debe colocarse material suelto en los baches u otras deficiencias que pudieran presentarse. El tratamiento de baches debe realizarse con material similar a la capa estabilizada.
- b) Las actividades de mantenimiento periódico, se ejecutarán en periodos de 4 años, que por lo general consiste en la escarificación parcial de la capa de la





PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”
“Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación”

solución básica, y recuperar su espesor original, mediante un tratamiento con material similar a la capa estabilizada.

- c) Teniendo en consideración que las soluciones básicas, son tecnologías que requieren monitoreo, a fin de evaluar sus resultados y de ser el caso, efectuar ajustes en la normativa, es necesario se lleve a cabo labores de evaluación ex post en forma periódica, por parte de los responsables de la gestión del mantenimiento de la vía.
- d) La Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (DGCF), a través de la Dirección de Estudios Especiales (DEE), en el marco de sus funciones de promover la investigación y desarrollo de tecnologías aplicables a la construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de la infraestructura vial, brindará el apoyo tecnológico para el desarrollo de las soluciones básicas.

10. GLOSARIO DE TERMINOS

La definición de los términos usados en el presente Documento Técnico, corresponden al “Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, vigente. Asimismo, a continuación se incluyen las definiciones de los términos no contenidos en el referido Glosario y que son de uso exclusivo del presente Documento Técnico:

- **Estabilización de suelos granulares:** Mejoramiento de las propiedades de impermeabilidad y cohesión de los suelos granulares, mediante la aplicación de estabilizadores, con la finalidad de lograr capas de rodadura con mejor desempeño.
- **Estabilización de suelos finos:** Mejoramiento de las propiedades de los suelos finos, para reducir sus cambios de volumen y caída de resistencia bajo cargas, en presencia del agua, mediante la aplicación de estabilizadores, con la finalidad de lograr capas de rodadura con mejor desempeño.
- **Suelos tropicales:** Son aquellos que se encuentran en las zonas denominadas selva baja (<1000 msnm), donde predominan orografías planas y onduladas; suelos limo-arcillosos, arcillas arenosas y arenas finas sin presencia de grava; abundantes precipitaciones pluviales.

