



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 las Cumbres Mundiales en el Perú"

Directiva N° 007-2008-MTC/02

**SISTEMA DE CONTENCIÓN
DE VEHÍCULOS TIPO
BARRERAS DE SEGURIDAD**

**Aprobado por Resolución Ministerial
N° 824 -2008-MTC/02
Del 10 de Noviembre del 2008**



Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental

JAIME CARLOS SOTO FERNÁNDEZ

FEDATARIO TITULAR
R.M. Nº 522 / 2007 MTC / 01

Reg. N°:
ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL

6018

10 NOV. 2008

Resolución Ministerial

824-2008 MTC/02

Lima, 10 de noviembre de 2008

VISTO:

El Memorándum N° 3774-2008-MTC/14 del Director General de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, por el cual solicita la aprobación de la Directiva "Sistema de Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad".

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad al literal f) del artículo 16° de la Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, es el órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre, siendo que entre sus competencias de gestión se encuentra la de diseñar sistemas de prevención de accidentes de tránsito;

Que, el numeral 4.1 del artículo 4° del Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, aprobado por Decreto Supremo N° 034-2008-MTC, establece que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su calidad de órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre, a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, es la autoridad competente para dictar las normas correspondientes a la gestión de la infraestructura vial, fiscalizar su cumplimiento e interpretar las normas técnicas contenidas en el citado Reglamento;

Que, asimismo, de acuerdo al literal a) del artículo 60° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2007-MTC, la Dirección de Normatividad Vial es la unidad orgánica de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, encargada de la formulación de normas técnicas y administrativas para la gestión de infraestructura de caminos y tiene la función específica de formular y actualizar normas de carácter técnico y/o administrativas relacionadas con la gestión de infraestructura vial (estudios, construcción, rehabilitación, mejoramiento, mantenimiento y uso de caminos) y coordinar la formulación de las normas correspondientes a ferrocarriles;

Que, mediante Memorándum N° 510-2008-MTC/14.04 e Informe Técnico de la Directiva "Sistema de Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad", la Dirección de Normatividad Vial de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles señala que el proyecto de Directiva, ha sido elaborado teniendo en cuenta los aportes, comentarios y observaciones recibidos durante el periodo de prepublicación del proyecto en la página web, así como normas internacionales que tienen como prioridad que todas las barreras de seguridad deben



contener y redireccionar un vehículo que, por cualquier razón, abandone su calzada de circulación, a efecto de evitar que impacte contra un objeto fijo, se vuelque o colisione frontalmente con un vehículo en sentido contrario, minimizando la gravedad del accidente, recomendando su aprobación;



Que, en consecuencia teniendo en cuenta que la Dirección de Normatividad Vial de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles en el marco de sus atribuciones y competencias, ha elaborado la Directiva "Sistema de Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad", corresponde su aprobación;

De conformidad con las Leyes N° 27791 y N° 27181, así como los Decretos Supremos N° 034-2008-MTC y N° 021-2007-MTC y su modificatoria;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Aprobar la Directiva "Sistema de Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad", la cual en anexo forma parte integrante de la presente Resolución.



Artículo 2°.- Disponer la publicación de la Directiva "Sistema de Contención de Vehículos Tipo Barreras de Seguridad" en la página web del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (<http://www.mtc.gob.pe>).

Regístrese, comuníquese y publíquese.



VERÓNICA ZAVALA LOMBARDI
Ministra de Transportes y Comunicaciones

ÍNDICE

- 1 DISPOSICIONES GENERALES
 - 1.1 OBJETO
 - 1.2 COMPETENCIAS
 - 1.3 ÁMBITO DE APLICACIÓN
 - 1.4 DEFINICIONES
 - 1.5 REFERENCIAS NORMATIVAS
 - 1.6 BASE LEGAL
 - 2 SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS
 - 2.1 DEFINICIÓN
 - 2.2 TIPOS DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS
 - 3 BARRERAS DE SEGURIDAD
 - 3.1 BARRERAS DE SEGURIDAD CERTIFICADAS
 - 3.2 BARRERAS DE SEGURIDAD NO CERTIFICADAS
 - 4 CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA BARRERA DE SEGURIDAD
 - 5 CRITERIO DE SELECCIÓN DE LA BARRERA DE SEGURIDAD
 - 5.1 ESTUDIO DE TRÁFICO
 - 5.2 SELECCIÓN DE LA BARRERA DE SEGURIDAD
 - 6 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS
 - 6.1 TERMINALES
 - 6.2 TRANSICIONES Y CONEXIONES
 - 7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BARRERA DE SEGURIDAD
 - 7.1 MATERIALES
 - 7.2 INSTALACIÓN
 - 8 MANTENIMIENTO DE LA BARRERA DE SEGURIDAD
- ANEXO N°1 Niveles de contención NCHRP Report-350 y EN 1317
ANEXO N°2 Índice de deformación de la cabina del vehículo – VCDI o OCDI
ANEXO N°3 Deflexión dinámica (D) y ancho de trabajo (W)
ANEXO N°4 Niveles de ancho de trabajo-EN 1317
ANEXO N°5 Lista de chequeo

SISTEMA DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS TIPO BARRERAS DE SEGURIDAD

1. DISPOSICIONES GENERALES

1.1 OBJETO

La presente directiva tiene como objeto normar el diseño, uso, instalación y mantenimiento de los sistemas de contención de vehículos del tipo barreras de seguridad.

1.2 COMPETENCIAS

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

- a. El MTC, por el Gobierno Nacional a cargo de la Red Vial Nacional.
- b. Los Gobiernos Regionales a cargo de su respectiva Red Vial Departamental o Regional.
- c. Los Gobiernos Locales, a cargo de su respectiva Red Vial Vecinal.

1.3 ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente directiva es de obligatorio cumplimiento por las dependencias que ejercen competencia en el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

1.4 DEFINICIONES

Para efectos de la presente directiva se adoptarán las definiciones contenidas en el "Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial" aprobado con Resolución Ministerial N°660-2008-MTC/02

1.5 REFERENCIAS NORMATIVAS

La presente Norma tiene las siguientes referencias:

- Comité Europeo de Normalización, Norma EN 1317 Sistemas de Contención para Carreteras.
- Norma NCHRP Report 350 Recommend Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features.

1.6 BASE LEGAL

- Constitución Política del Perú.
- Ley de Organización y Funciones del MTC, Ley N° 27791
- Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, Ley N° 27181
- Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, Ley N° 27867 y sus modificatorias.
- Ley Orgánica de Gobiernos Locales, Ley N° 27972 y sus modificatorias.
- Plan Nacional de Seguridad Vial, D.S. N° 013-2007-MTC.
- Reglamento de Jerarquización Vial, D.S. N° 017-2007-MTC.
- Clasificador de Rutas del SINAC, D.S. N° 034-2007-MTC.

2. SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

2.1 DEFINICIÓN

Los sistemas de contención de vehículos son aquellos dispositivos instalados en la carretera con la finalidad de proporcionar un cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control, que puede impactar contra algún objeto fijo (un puente, un pilar, un poste) o salirse de la carretera, mitigando los daños y lesiones tanto para sus ocupantes como para los otros usuarios de la carretera.

Los sistemas de contención de vehículos deben cumplir con tres funciones básicas:

- Contener al vehículo
- Redireccionar el vehículo y
- Mitigar la gravedad del impacto de los ocupantes del vehículo.

2.2 TIPOS DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

Los tipos de sistemas de contención de vehículos según su función y ubicación son los siguientes:

- Barreras de seguridad.
- Amortiguadores de impacto.
- Lechos de frenado.

La presente directiva desarrollará el sistema de contención de vehículos del tipo barreras de seguridad así como de sus terminales y transiciones.

3. BARRERAS DE SEGURIDAD

Se definen como barreras de seguridad a aquellos sistemas de contención de vehículos ubicados e instalados en los márgenes o en los separadores centrales de la carretera y en los bordes de los puentes (pretilos). Las barreras pueden ser flexibles, semirígidas o rígidas.

3.1 BARRERAS DE SEGURIDAD CERTIFICADAS

Una barrera de seguridad certificada es aquella que ha pasado por pruebas de impacto de acuerdo a los requisitos normativos establecidos por la NCHRP Report 350 de los Estados Unidos de Norteamérica o por la EN 1317 de la comunidad Europea.

Mediante las pruebas de impacto a la barrera de seguridad se obtienen los siguientes parámetros:

- Nivel de contención.
- Nivel de severidad del impacto.
- Deformación del sistema.
- Capacidad de redireccionamiento del sistema

Las pruebas de impacto son realizadas en un laboratorio autorizado autenticada por el organismo normativo del país en donde se desarrolló la prueba. En el informe de la prueba de impacto debe estar indicado el nivel de contención, nivel

de severidad del impacto, deformación del sistema, los componentes de la barrera de seguridad, planos del diseño de la barrera, tipo de suelo donde fue instalada la barrera, e incluir los videos del funcionamiento de la barrera durante el impacto del vehículo y toda la documentación solicitada en la normativa internacional (NCHRP 350 o EN 1317)

3.1.1 Nivel de contención

El nivel de contención es la capacidad de la barrera de seguridad de absorber la energía de impacto de un vehículo, manteniendo una adecuada deformación, deceleración y capacidad de redireccionamiento del vehículo.

Se han definido los siguientes 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 50km/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 brutos 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 brutos de hasta 30 toneladas.
- **P5 - Muy alto:** es el nivel recomendado para vías que tienen un tráfico considerable de camiones trailer y semi trailer.

En la tabla N° 1 se aprecia los diferentes niveles de contención que pueden ser considerados por los diseñadores, en el cual podrán utilizar su correspondiente norma NCHRP Report 350 o EN 1317.

Tabla N° 01
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

En el anexo N° 1 se presenta los niveles de contención de las dos normativas internacionales donde se puede apreciar que varían de acuerdo al peso del vehículo, la velocidad y el ángulo de impacto.

3.1.2 Nivel de Severidad del Impacto

El nivel de severidad del impacto es una manera de medir el daño que sufrirán los ocupantes del vehículo al impactar en una barrera de seguridad, para ello se ha desarrollado a nivel mundial 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.

Todos estos parámetros tienen por finalidad contar con indicadores que aseguren que la barrera de seguridad no se convierta en un obstáculo que cause daños equivalentes o mayores de los que se desea proteger a los ocupantes 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 N° 02, de acuerdo al índice de severidad del impacto, se muestran los valores permisibles de ASI, THIV y PHD.

Tabla N° 02
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 siguiente:

Tabla N° 03

OIV – Velocidad de choque del ocupante (m/s)		
Componente	Deseable	Máxima
Longitudinal y lateral	9	12

ORA – Deceleración del ocupante (G's)		
Componente	Deseable	Máxima
Longitudinal y lateral	15	20

Fuente: NCHRP-350

El propósito del VCDI según EN 1317 o OCDI según NCHRP-350, es dar una descripción estándar de la deformación del interior del vehículo para una mejor comprensión de la severidad del impacto (ver anexo N° 2).

3.1.3 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, éstas 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.

El ancho de trabajo (W) es la distancia entre la cara más próxima a la corriente de tráfico antes del impacto, y la posición lateral más alejada que durante el impacto alcanza cualquier parte esencial del sistema de contención o vehículo.

La deflexión dinámica (D) es el máximo desplazamiento dinámico lateral de la cara del sistema más próxima al tráfico. (Ver anexo N° 3)

La deflexión dinámica y el ancho de trabajo permiten fijar las condiciones de instalación para cada barrera de seguridad, y también ayuda a definir las distancias a establecer delante de obstáculos para permitir que la barrera se deforme satisfactoriamente.

Los valores de deflexión dinámica y el ancho de trabajo están registrados en el informe de la prueba de impacto de la barrera de seguridad certificada, estos valores dependen de la estructura del sistema así como de las características de la prueba.

3.1.4 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° 04
Criterios para las Distancias de Salida (Caja de Salida)

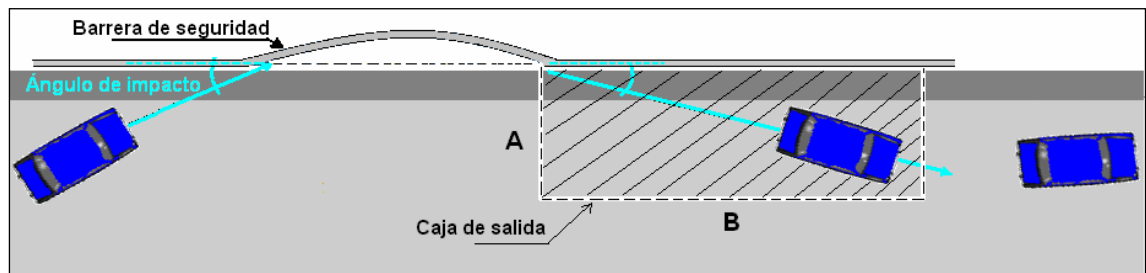
Tipo de vehículo	Distancia de Salida (m)	
	A	B
Vehículo Ligero	$2,2 + V_A + 0.16 V_L$	10,0
Otros vehículos	$4,4 + V_A + 0.16 V_L$	20,0

Fuente: EN 1317

Donde:

V_A : Ancho del vehículo

V_L : Longitud del vehículo



3.1.5 Revisión de la prueba de impacto

Para poder verificar el buen funcionamiento y comportamiento de la barrera de seguridad se debe verificar en el informe de la prueba de impacto lo siguiente:

- El elemento longitudinal de la barrera no debe romperse.
- La barrera de seguridad debe contener y redireccionar al vehículo.
- No se permite desprendimiento de algún elemento de la barrera mayor a 1,5 Kg., y en barreras para puentes en intersecciones viales no se permite desprendimiento alguno.
- Ningún elemento de la barrera debe penetrar en el vehículo.
- El vehículo no debe volcarse.
- El centro de gravedad del vehículo no debe pasar el centro de gravedad de la barrera.
- Vigilar que durante la prueba no se haya caído carga del vehículo, solo se permite un 2% que se pueda caer del vehículo de prueba.
- El vehículo no puede cruzar el eje de la barrera de seguridad.

En el anexo N° 5 se encuentra una lista de chequeo para ayudar en la revisión de las pruebas de impacto de una barrera certificada, considerando al vehículo más ligero y al más pesado con el que ha sido ensayada la barrera de seguridad.

3.2 BARRERAS DE SEGURIDAD NO CERTIFICADAS

Será responsabilidad del proyectista el diseño y del proveedor proponer una barrera de seguridad no certificada que garantice el nivel de contención, nivel de severidad de impacto y ancho de trabajo requerido de acuerdo a las condiciones del proyecto en función a estudios técnicos que sustenten las mismas y que serán evaluadas y aprobadas dentro del rubro del título de Especificaciones Especiales propuesto en la EG-2000 (Sección 01.02), cumpliendo además con lo estipulado en la presente directiva.

4. CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA BARRERA DE SEGURIDAD

- a) Se recomienda que antes de decidir a utilizar una barrera de seguridad se analice primero lo siguiente:
- El costo de las soluciones alternativas como desplazar o eliminar obstáculos.
 - Las previsiones de mejoramiento, variación del perfil, explanar el terreno, etc.
 - Estadística de accidentes de la carretera.
 - El costo de instalación y mantenimiento de la barrera de seguridad.

- b) Se exigirá la instalación de barreras de seguridad en taludes de terraplén que tengan alturas superiores a los 4,0 m y con pendientes mayores a 1:4(V:H). Si no se tuviera el financiamiento necesario para la instalación de las barreras de seguridad será la decisión del ingeniero especialista determinar la prioridad de las barreras dependiendo de la severidad potencial del accidente que se piensa evitar.
- c) Se instalará una barrera de seguridad cuando la distancia a una zona de peligro al borde de la calzada sea menor a 10 metros. Entendiéndose como zona de peligro aquel lugar considerado como riesgo potencial de accidente que contengan: taludes donde hay peligro de volcar, tráfico en el sentido contrario, objetos fijos como muros, árboles, etc.
- d) Se instalará barreras de seguridad cuando el ancho del separador central de la carretera sea inferior a 10 m. en zonas donde la velocidad directriz sea superior a 70km/h, o 6 m. donde la velocidad sea inferior.
- e) Se recomienda instalar una barrera continua cuando una barrera es requerida en dos o más lugares que se encuentren cercanos.
- f) En puentes y demás obras de paso a desnivel, se dispondrán siempre barreras de seguridad en el borde del tablero. Si hubiera baranda por existir acera peatonal, se procurará que la barrera de seguridad separe la acera del resto de la plataforma.
- g) Se instalarán barreras de seguridad sobre los muros de contención (del lado de la ladera) en una carretera de terreno accidentado o muy accidentado donde la velocidad de proyecto sea superior a 50km/h, salvo previa justificación.
- h) Es importante que el anclaje de la barrera de seguridad al tablero o muro de contención sea fácilmente sustituible en caso de un impacto y no tenga una resistencia superior a la del elemento al que este sujeto para evitar que el impacto lo dañe.
- i) La longitud de la barrera será la necesaria para que el sistema desarrolle de forma completa su comportamiento característico.

5. CRITERIO DE SELECCIÓN DE LA BARRERA DE SEGURIDAD

Será responsabilidad del ingeniero especializado en el tema, la elección de la barrera más conveniente, para ello deberá tener en cuenta los siguientes criterios.

5.1 ESTUDIO DE TRÁFICO

Para la selección del nivel de contención, primero se debe determinar mediante un estudio de tráfico los tipos de vehículos que transitan en el tramo de la vía donde será necesaria la instalación de la barrera de seguridad, con esta información en la tabla N° 05 se designa el tipo de tráfico al que correspondería la vía.

Tabla N° 05
Tipo de Tráfico

Tipo de Trafico	IMDA	% vehículos con masa > 18t
A	>4000	≥25
B	>4000	<25
C	350-4000	≥25
D	350-4000	<25
E	<350	≥25
F	<350	<25

Nota:

No obstante el vehículo predominante para el nivel de contención será obtenido mediante evaluaciones estadísticas provistas por el especialista.

5.2 SELECCIÓN DE LA BARRERA DE SEGURIDAD

En la tabla N° 06 se sugiere el nivel de contención de la barrera de seguridad de acuerdo al tipo de vía y el tipo de tráfico.

Tabla N° 06
Nivel de contención de acuerdo al tipo de tráfico y vía

Tipo de Vía	Tipo de Tráfico	Barrera central	Barrera lateral	Barrera para puentes ⁽¹⁾
AP, MC	A	P5-P4	P4-P3	P5-P4
	B	P4-P3-P2	P4-P3-P2	P4
DC	C	-	P3	P4-P3
	D	-	P3-P2	P3
BVT	E	-	P2	P3-P2
	F	-	P1	P2

(1) Para puentes de luz menores a 10m será equivalente a colocar una barrera lateral.

Donde:

AP : Autopista

MC: Carretera multicarril o dual (dos calzadas)

DC: Carretera de dos carriles

BVT: Carretera de bajo volumen de tránsito

Para el caso de una barrera certificada, se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones al momento de elegir la barrera más conveniente:

- Funcionamiento y comportamiento de la barrera certificada.
- Las condiciones del terreno.
- El espacio disponible (ancho de trabajo y deflexión dinámica)
- Necesidades especiales (conexiones, anclajes, abatimientos, etc.)
- El menor valor de ASI.
- El menor valor de THIV y PHD.
- La menor deformación del vehículo de acuerdo a los valores del VCDI ó OCDI.

6. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

6.1 TERMINALES

Los terminales están ubicados en los extremos de la barrera, sus objetivos principales son la de evitar que se produzca una detención violenta del vehículo en un impacto frontal y que algún elemento de la barrera penetre al compartimiento de pasajeros del vehículo, asimismo sirve como anclaje de la barrera en un impacto lateral. Los terminales pueden ser:

- Terminal abatido y esviado.
- Terminal esviado y empotrado en talud de corte.
- Terminal atenuador.

Los terminales de barrera representan un punto de riesgo para el usuario, por lo que se busca aislarlo del tránsito o ubicarlo en los sectores que presentan una menor probabilidad de impacto. Sin embargo, cuando no se cuenta con las condiciones para lograr una buena ubicación y son un alto riesgo para los conductores se deberá considerar la instalación de un terminal atenuador o extrusor.

La condición geométrica de los terminales se obtiene mediante piezas especiales que permiten el emplazamiento de los distintos elementos sin necesidad de forzar parte del sistema de contención. Al respecto, todas las perforaciones, tanto en las piezas especiales, como en cualquier elemento de la barrera, deberán ser efectuadas en fábrica, por lo tanto, bajo ningún concepto se aceptarán realizar modificaciones en terreno.

6.1.1 Terminal abatido y esviado.

Este terminal consiste en abatir verticalmente la barrera para después esviarla horizontalmente. Este tipo de terminal solo podrá utilizarse cuando por condiciones de terreno, no sea posible usar el terminal empotrado en talud de corte.

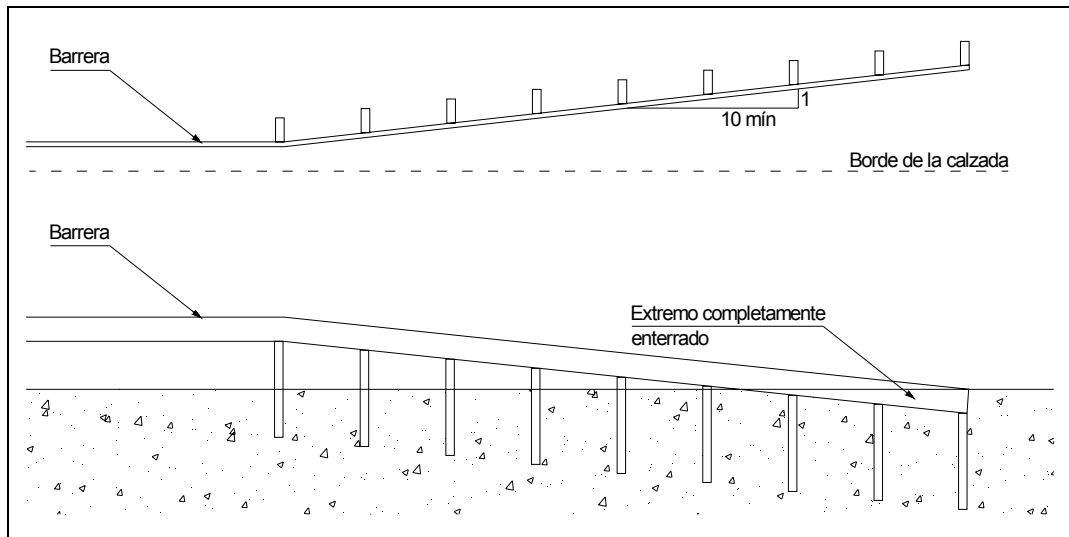
Será responsabilidad del proyectista las dimensiones y ángulo de la barrera propuesta.

6.1.2 Terminal esviado y empotrado en talud de corte

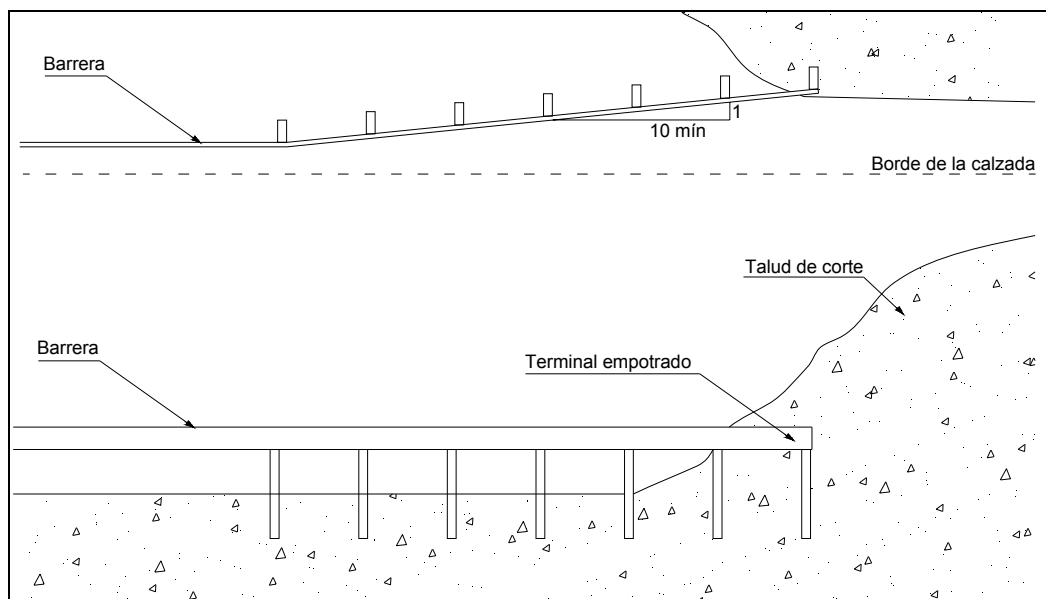
Es el terminal recomendado ya que no expone ninguna pieza al tránsito y mantiene la altura de la barrera metálica hasta llegar a su extremo. Se preferirá enterrar la barrera sin esviaje al talud de corte, esto debido a que el esviaje aumenta el ángulo de impacto en un accidente.

En todo sector de la instalación de la barrera, se cuidará de mantener el terreno parejo, asegurando que se cumple la altura definida para la barrera en todo momento, incluyendo además, la eventual presencia de una cuneta al pie del corte.

Ejemplo de Terminal abatido y esviado



Ejemplo de terminal esviado y empotrado en talud de corte



6.1.3 Terminal atenuador

El terminal atenuador es un sistema de contención que se adhiere a una barrera lateral en los extremos, con la finalidad de mitigar y disminuir la gravedad de un accidente al ser impactado por un vehículo. Los atenuadores son ensayados con vehículos livianos con un peso no mayor de 2000 kilos y a una velocidad de 100 Km/h.

6.2 TRANSICIONES Y CONEXIONES

La transición es un tramo de conexión entre dos barreras de seguridad de diferente sección transversal, diseño y/o comportamiento. Asimismo, las conexiones son también dispositivos que unen a la barrera de seguridad con otras estructuras como estribos de puente, muros de contención, túneles, etc. Las posibles transiciones y conexiones que se pueden presentar son:

- Triple onda a doble onda
- Doble onda a triple onda
- Barrera metálica a barrera de hormigón
- Barrera metálica con estructura de hormigón

Los principios básicos para una buena transición y conexión son:

a.- Conexión fuerte. El sector de empalme o conexión entre barreras metálicas o barrera metálica de aproximación y una barrera de hormigón o estructura de hormigón, debe ser resistente, de manera que en condiciones de impacto la conexión no colapse. Para la conexión con hormigón se deberá dar preferencia al anclaje mediante pernos pasados en el hormigón, cuyo número y características deberán estar en correspondencia con la necesidad de asegurar el funcionamiento del sistema. Las perforaciones en las barreras de hormigón deberán ser consideradas durante la construcción in situ o venir de fábrica en el caso de elementos prefabricados.

b.- Diseño que evite el enganchamiento. Las conexiones deben ser diseñadas para minimizar la probabilidad de enganchamiento con un vehículo fuera de control, incluyendo los que se dirijan en sentido contrario del tránsito en una vía bidireccional.

c.- Una transición adecuada. Con el objeto de cambiar gradualmente la rigidez. Para la transición, la diferencia de nivel de contención entre dos barreras de seguridad debe ser de un nivel. Asimismo, la compatibilidad entre los anchos de trabajos de cada barrera de seguridad se puede aceptar hasta una diferencia de dos niveles de anchura de trabajo tomando en cuenta los valores dados por la normativa europea (Ver anexo N°4).

7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BARRERA DE SEGURIDAD

7.1 MATERIALES

Si la barrera de seguridad es de material metálico y con protección anticorrosivo de galvanizado, estará formada por una serie continua de elementos longitudinales (vigas), soportes (postes), espaciador y accesorios (pernos, arandelas, tuercas, pieza angular, captafaros y topes), los cuales se podrá desmontar en caso de ser necesario, con el fin de proceder a su sustitución. Las barreras también pueden ser de hormigón, mixtas, o de otro material.

Las características específicas del material de cada elemento serán de acuerdo a lo estipulado en la prueba de impacto en el caso de una barrera de seguridad certificada. Estas especificaciones deberán estar basadas de acuerdo con las normas de control de calidad americanas o europeas según corresponda la prueba de impacto.

7.2 INSTALACIÓN

La instalación de las barreras de seguridad certificadas se hará con las mismas especificaciones técnicas de los materiales, suelo y lugar donde fue instalada la barrera de acuerdo a los documentos entregados por el laboratorio respectivo donde se ha realizado la prueba de impacto con su debida certificación.

El proveedor deberá hacerse responsable de su instalación y armado de la barrera de seguridad, respetando las especificaciones del fabricante y resolviendo los problemas particulares que se presentan durante la instalación.

Para las barreras metálicas el comportamiento rígido o flexible de un poste de acero depende de dos factores: el primero de estos factores corresponde a la sección del poste, el segundo factor depende de su instalación. Por ello es fundamental que dicha instalación se realice de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Algunos de los problemas que se presentan ocurren en el borde de terraplenes o de quebradas, en esos casos se debe poner especial cuidado en que exista suelo disponible para hincar el poste, ya que si se instala una barrera muy cerca al borde de un terraplén, ésta no tendrá suelo tras de sí para transmitirle su carga y el resultado será que la barrera al ser impactada se desplazará con el vehículo siendo incapaz de contenerlo.

8. MANTENIMIENTO DE LA BARRERA DE SEGURIDAD

Las barreras de seguridad deberán ser sometidas a labores de conservación, con la finalidad de que cumplan con su función prevista. La reposición parcial o total de los elementos de la barrera de seguridad deberá ser con el mismo material con la que fue diseñada.

Anexo N°1
Niveles de contención
NCHRP Report-350 y EN 1317

NCHRP Report-350				EN 1317			
Test Level	Peso del vehículo Kg	Velocidad Km/h	Ángulo (°)	Nivel de contención	Peso del vehículo Kg	Velocidad Km/h	Ángulo (°)
TL1	820	50	20	T1	1300	80	8
	700	50	20	T2	1300	80	15
	2000	50	25	T3	1300 10000	80 70	8
TL2	820	70	20	N1	1500	80	20
	700	70	20				
	2000	70	25				
TL3	820	100	20	N2	900 1500	100 110	20
	700	100	20				
	2000	100	25				
TL4	820	100	20	H1	900 10000	100 70	20 15
	700	100	20	H2	900 13000	100 70	20
	2000	100	25	H3	900 16000	100 80	20
	8000	80	15				
TL5	820	100	20	H4a	900 30000	100 65	20
	700	100	20				
	2000	100	25				
	36000V	80	15				
TL6	820	100	20	H4b	900 38000	100 65	20
	700	100	20				
	2000	100	25				
	36000T	80	15				

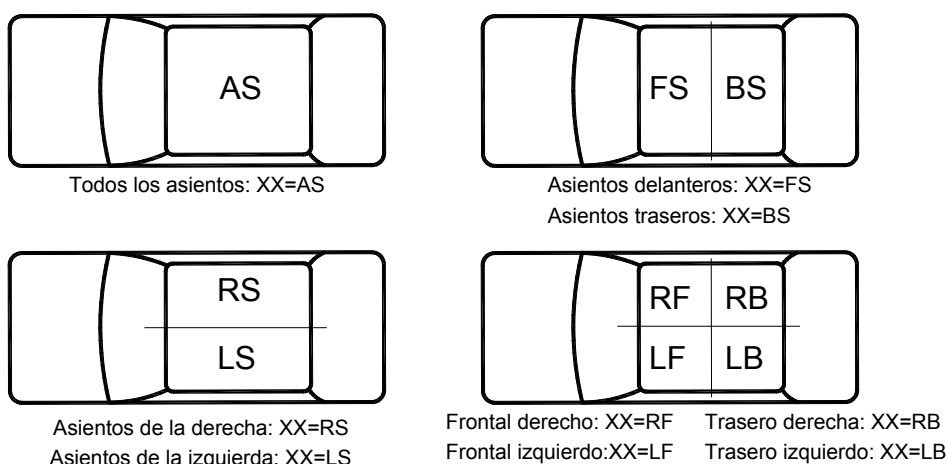
36000V: Camión con remolque tipo furgoneta.

36000T: Camión con remolque tipo tanque.

Anexo N° 2 Índice de Deformación de la Cabina del Vehículo

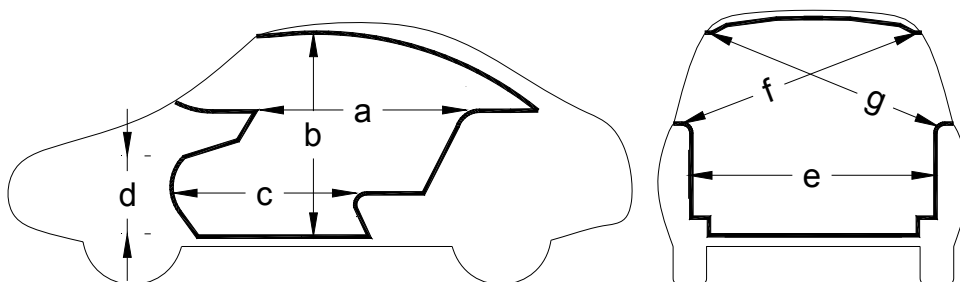
El índice de deformación de la cabina del vehículo consta de dos caracteres alfabéticos y de 7 caracteres numéricos, en la forma siguiente: XXabcdefg.

Donde la localización de la deformación de la cabina se indica por medio de los dos primeros caracteres alfabéticos XX, como se indica en la siguiente figura:



Los subíndices a, b, c, d, e, f y g indican el porcentaje de reducción de las 7 dimensiones interiores.

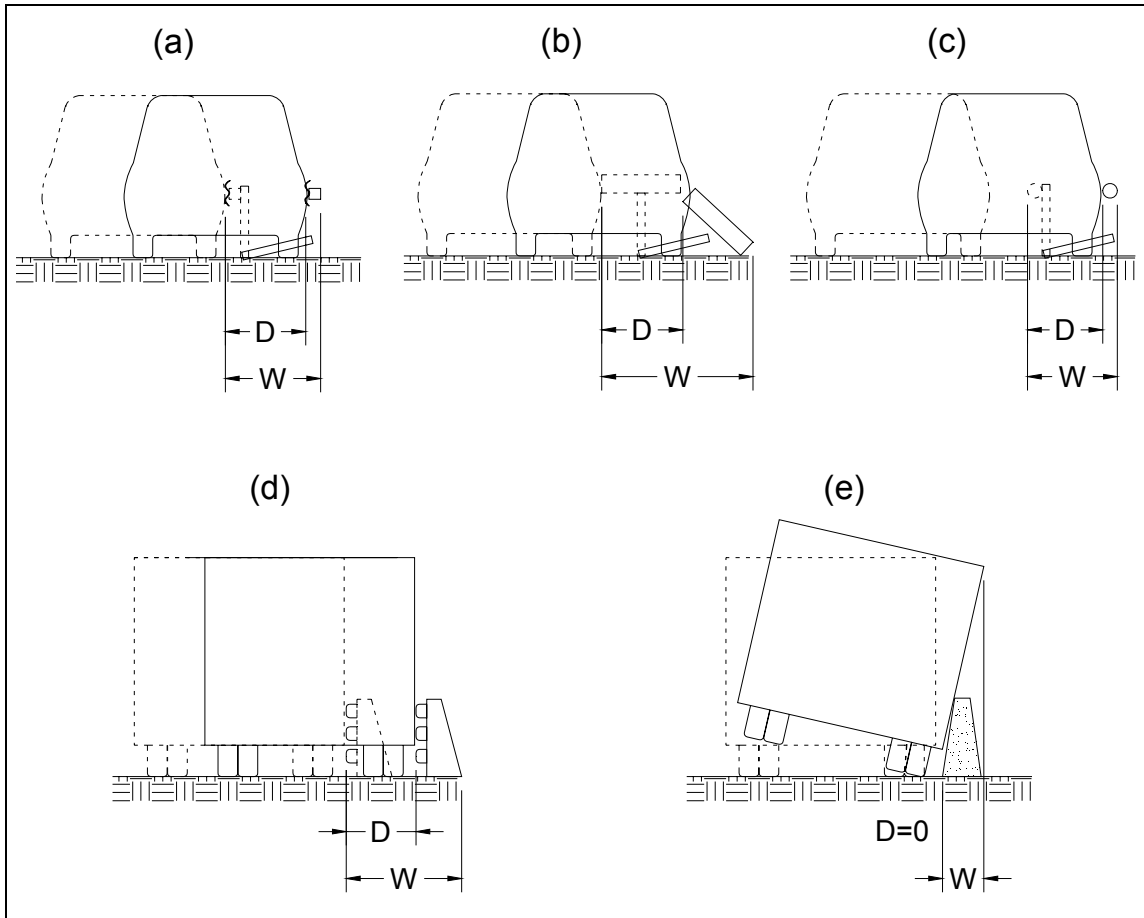
- a : distancia entre el salpicadero y la parte superior del asiento trasero
- b : distancia entre el techo y el piso
- c : distancia entre el asiento trasero y el panel del motor
- d : distancia entre la parte baja del salpicadero y el piso
- e : anchura interior
- f : distancia entre el borde inferior de la ventanilla derecha y el borde superior de la ventanilla izquierda
- g : distancia entre el borde inferior de la ventanilla izquierda y el borde superior de la ventanilla derecha



El valor de cada uno de estos 7 subíndices se determinará según la siguiente escala:

- Escala 0 → si la reducción es menor del 3%
- Escala 1 → si la reducción es mayor del 3% y menor o igual al 10%
- Escala 2 → si la reducción es mayor del 10% y menor o igual al 20%
- Escala 3 → si la reducción es mayor del 20% y menor o igual al 30%
- Escala 4 → si la reducción es mayor del 30% y menor o igual al 40%, etc.

Anexo N° 3
Deflexión dinámica (D) y ancho de trabajo (W)



Anexo N°4
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	$W \leq 3,5$
<p>NOTA 1 - Se puede considerar un nivel de anchura de trabajo menor que W1.</p> <p>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.</p> <p>NOTA 3 - La deformación depende tanto del tipo de sistema como de las características de la prueba de impacto.</p>	

**Anexo N°5
Lista de chequeo**

BARRERAS DE SEGURIDAD CERTIFICADA

a. Datos generales			
Empresa	:	_____	
Laboratorio	:	_____	
Norma	:	_____	
b. Datos de la prueba			
Tipo de prueba	:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Velocidad	:	<input type="text"/> Km/h	<input type="text"/> Km/h
Masa del vehículo	:	<input type="text"/> kg	<input type="text"/> kg
Ángulo de impacto	:	<input type="text"/> °	<input type="text"/> °
c. Parámetros de control de la prueba			
		SI	NO
ASI ≤ 1.4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Índice de severidad de impacto (A o B)		<input type="text"/>	
THIV ≤ 33km/h		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PHD ≤ 20 g		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dentro de la Caja de Salida		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El vehículo se vuelca		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Índice de VCDI (Escala)		<input type="text"/>	
El vehículo cruza la barrera		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desprendimiento de barrera > 1.5kg		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Observaciones
			<input type="text"/>
			<input type="text"/>
			<input type="text"/>
			<input type="text"/>
			<input type="text"/>
			<input type="text"/>
			<input type="text"/>
			<input type="text"/>
			<input type="text"/>
			<input type="text"/>
			<input type="text"/>
d. Características de la prueba			
Ancho de trabajo (W)	:	<input type="text"/> m	
Deflexión Dinámica (D)	:	<input type="text"/> m	
Peso de la barrera	:	<input type="text"/> kg/ml	
Nivel de contención	:	<input type="text"/>	
Nota:			

Como cada nivel de contención se realiza con dos tipos de vehículos los valores considerados en esta lista de chequeo será el más desfavorable.