NORMA CUBANA

NC

822: 2010

CARRETERAS RURALES — EXPLANACIONES — REQUISITOS DE DISEÑO

Rural highways — Roadbeds — Desing specifications

ICS: 93.080.10

1. Edición Diciembre 2010

REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio Web: www.nc.cubaindustria.cu

Cuban National Bureau of Standards

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 21 de Carreteras en el que se encuentran representadas las siguientes entidades:

  - Ministerio de la Construcción (MICONS)
  - Ministerio del Transporte (MITRANS)
  - Ministerio de Educación Superior (MES)
  - Ministerio de las Fuerzas Armadas (MINFAR)
  - Poder Popular de Ciudad de la Habana
  - Oficina Nacional de Normalización (ONN)

- Sustituye a la NC 53-180:1988 *Proyectos de construcción. Explanaciones de carreteras rurales. Especificaciones de proyecto.*

© NC, 2010

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:
Oficina Nacional de Normalización (NC)
Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba.

Introducción

Esta Norma Cubana es una revisión de la NC 53-180:1988 *Proyectos de construcción. Explanaciones de carreteras rurales. Especificaciones de proyecto.* Amplia e incorpora términos, definiciones y procedimientos para el diseño de explanaciones y actualiza la base normativa.

Los cambios fundamentales que se introducen a la norma anterior son:

- ✓ Se le añaden referencias normativas.
- ✓ Se le incorporan nuevos términos y definiciones.
- ✓ Se le incorpora el cumplimiento de los Requisitos Esenciales.
- ✓ Se le incorpora la protección al medio ambiente.

CARRETERAS RURALES — EXPLANACIONES — REQUISITOS DE DISEÑO

1 Objeto

Esta Norma Cubana establece los requisitos de diseño de las explanaciones en proyecto de construcción, reparación, remodelación o reconstrucción de vías para vehículos automotores. Se incluyen vías expresas, autovías, carreteras y caminos.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos de referencia son indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias fechadas solo es aplicable la edición citada. Para las referencias no fechadas se aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

NC 46:1999 Construcciones sismorresistentes. Requisitos básicos para el diseño y construcción.

NC 58:2000 Geotecnia. Determinación del límite liquido, limite plástico e índice de plasticidad de los suelos.

NC 63:2000 Geotecnia. Clasificación de suelos para obras del transporte.

NC 158:2002 Geotecnia. Terraplén de prueba.

NC 256:2005 Carreteras. Preparación del área de trabajo. Código de Buenas Prácticas.

NC 334:2004 Carreteras. Pavimentos flexibles. Método de cálculo.

NC 53-145:1985 Elaboración de proyectos de construcción. Carreteras. Términos y definiciones.

NC 53-158:1985 Elaboración de proyectos de construcción. Protección de taludes. Carreteras. Especificaciones de proyectos.

3 Términos y definiciones

A los fines de este documento se aplican los términos y las definiciones siguientes:

3.1 sub-rasante

Nivel de interfase pavimento-explanación, que puede ser natural o compactada. Es el suelo portante inmediatamente debajo del pavimento que le sirve de cimentación y que puede influir por su resistencia en el comportamiento del pavimento.

3.2 estructura del pavimento

Conjunto de capas que conforman el pavimento, dispuestas en orden creciente de calidad hacia la superficie, denominadas sub-base, base y superficie.

3.3 emplazamiento en excavación

Aquellos lugares donde la posición de la rasante de la vía se encuentre por debajo del terreno natural o zonas llanas donde la diferencia de cotas entre el borde del pavimento y el terreno natural sea menor de un metro y exista posibilidad de estancamiento temporal de agua pluvial a los lados de la vía.

3.4 emplazamiento en terraplén

Lugares donde la posición de la rasante de la vía en el borde exterior del pavimento se encuentre a una altura igual o mayor que un metro por encima del terreno natural o aquellos lugares con terraplenes menores donde la pendiente natural del terreno circundante favorezca la evacuación de las agua pluviales.

3.5 explanaciones

Preparación del terreno natural ejecutando excavaciones, terraplenes, obras de drenaje y otros con el objetivo de nivelarlo para conformar el cuerpo de la vía, dejándolo en condiciones de servir de apoyo a la estructura del pavimento.

3.6 base

Capa de espesor y calidad previamente determinados que se coloca o prepara sobre la sub-base y bajo el revestimiento o recubrimiento asfáltico. Capa del pavimento situada inmediatamente debajo de la capa de rodadura y que transmite las cargas del tránsito a la sub-base y al terreno

3.7 sub-base

Estructura térrea de soporte situada bajo la base. (Ver NC 53 -145)

3.8 faja de la vía

Área de la superficie natural del terreno, la cual depende de la sección transversal especificada por el proyecto, según la categoría de diseño,

3.9 drenaje superficial

Aquel mediante el cual se busca encauzar y controlar las aguas que actúan sobre la superficie de la carretera y sus áreas adyacentes.

3.10 drenaje subterráneo

Procedimiento para la captación, control y disposición del agua en exceso contenida en un suelo por infiltración o presencia del manto freático.

3.11 cunetas

Zanjas abiertas en el terreno con el fin de canalizar las aguas pluviales, revestidas o no según proyecto.

3.12 terreno natural

Terreno que no ha sufrido afectación por la acción de la mano del hombre, solamente por los agentes naturales.

3.13 talud

Inclinación de la explanación desde del borde de la vía hasta interceptar el terreno natural en los terraplenes o el fondo de la cuneta.

3.14 contra talud

Inclinación de la explanación a partir del fondo de la cuneta hasta interceptar el terreno natural en las excavaciones.

4 Generalidades

Debe garantizarse que las vías que se diseñen y construyan no comprometan la seguridad de las personas, los animales, los bienes y el medio ambiente, así como otros aspectos de la sociedad en su conjunto y para ello deberán garantizar durante su construcción y utilización los requisitos esenciales: resistencia mecánica y estabilidad; higiene, salud y medio ambiente; seguridad durante su utilización y durabilidad para que no produzcan ninguno de los siguientes resultados:

- Derrumbes de toda o parte de la obra;
- Deformaciones importantes en grado inadmisible;
- Deterioros de otras partes de la obra, como consecuencia de una deformación importante de los elementos sustentantes;
- Daños por accidente de consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original.
- Amenazas o agresiones a la higiene, la salud o al medio ambiente.
- Durante su utilización o funcionamiento no supongan riesgos inadmisibles de accidentes.
- Que garanticen un período adecuado de explotación, sin perjuicio de su adecuada conservación y mantenimiento durante su vida.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto de una explanación debe elaborarse teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- Propiedades físico mecánicas del suelo, el carácter del terreno y las posibilidades de aplicación de tecnologías y métodos mecanizados para la ejecución, compactación y perfilado.

- Las características hidrológicas, geológicas y climáticas determinadas por el relieve.

- Estabilidad de los taludes y contra taludes, independientemente de que varíen el régimen de lluvia y el grado de humedad.
- Solución del drenaje, tanto para las aguas superficiales como subterráneas.

- Seguridad para el tránsito.

- Conservación y restauración del medio natural, teniendo en cuenta los requerimientos para la ejecución más económica y estética del paisaje en los bordes de las vías, así como las medidas de protección contra la erosión y los deslizamientos.

5 Requisitos

5.1 Terraplenes

5.1.1 No se debe diseñar la construcción de terraplenes:

- Sobre suelos finos donde exista agua subterránea a una profundidad menor de 1,0 m de la base del terraplén y el mismo esté ubicado en una terraza formada por deposiciones de los ríos que se inundan fácilmente al salirse estos de su cauce normal.

- Directamente sobre turba, limo o arena pulverulenta mezclada con turba.

5.1.2 La selección de los suelos para la construcción de explanaciones en terraplenes se realiza de acuerdo con lo establecido en las normas NC 58, NC 63, NC 158, NC 256 y NC 334.

5.1.3 Se realizará el descortezado debajo de los terraplenes eliminando las raíces de árboles y la capa vegetal.

5.2 Taludes

5.2.1 Inclinación

5.2.2.1 Las inclinaciones de los taludes de terraplenes y cortes se determinan en dependencia de las propiedades de los suelos, las condiciones geológicas, hidrológicas y climáticas, la mecanización y la tecnología adoptada para la ejecución, así como en dependencia de su altura o profundidad.

5.2.2.2 Las inclinaciones de los taludes de terraplenes y cortes se justificarán técnico-económicamente, incluyendo las especificaciones para la ejecución del paisaje en los bordes, la conservación y restauración del medio natural, las cualidades y el valor del terreno y las condiciones para la seguridad del tránsito de acuerdo con la categoría de la vía.

5.2.2.3 Las inclinaciones de los taludes de terraplenes para alturas hasta 12,0 m se establecen en la Tabla 1.

Tabla 1 — Inclinaciones de los taludes de terraplenes para alturas hasta 12,0 m

Tipo de vía	Velocidad de diseño (km/h)	Altura de terraplén	
		0,0 a 3,0	3,0 a 12,0
		Inclinación de los taludes H:V	
1	2	3	4
Vías Expresas	100	4:1 a 3:1	2:1 a 1,5:1
Carreteras	100		
	80		
	60		
	50	3:1	1,5:1
	40	3:1 a 2:1	
	30		
Caminos	≥30		
	20-15	1,5:1	

NOTA 1: Los valores mayores de inclinaciones de la columna 4 se utilizarán en aquellos lugares donde el trazado se desarrolla en terrenos costosos, de cultivos importantes o donde la disponibilidad de materiales no se encuentre cerca de la obra; teniendo siempre en cuenta la seguridad, buena visibilidad y el acondicionamiento del paisaje de los bordes de la vía.

NOTA 2: La altura del terraplén viene dada por la diferencia de cota entre la sub-rasante y el terreno natural en el pie del talud.

NOTA 3: Para terraplenes con alturas entre 6 m y 12 m construidos de arena arcillosa de grano grueso, arcillas y suelos margosos, los taludes se harán con inclinaciones de 1,5:1 en los 5 m superiores y de 1,75: 1 el resto hasta la base o pie de talud.

NOTA 4: Para terraplenes de materiales rocosos poco erosionados, gravas, arenas medianas y gruesas, la inclinación de los taludes, hasta 12 m de altura, debe ser uniforme1,5: 1

NOTA 5: Cuando se ejecutan bermas, por razones tecnológicas o de erosión, en taludes entre 6 m y 12 m de altura, las inclinaciones de las mismas serán las establecidas en esta Tabla con las NOTAS 3 y 4, siendo también aplicable el Apartado 5.3.

NOTA 6: Para terraplenes mayores de 12 m de altura es necesario tener en cuenta requerimientos especiales, según el Apartado 5.3.

NOTA 7: Para zonas sísmicas (Ver la NC 46)

NOTA 8: En los paseos se utilizan defensas para velocidades iguales o mayores de 50 km/h con talud mayor de 3: 1; para velocidades de 40 km/h y 30 km/h con talud mayor de 2: 1. Para velocidades entre 15 km/h y 20 km/h no se utilizarán defensas.

NOTA 9: Las defensas se situarán también si se requiere para la seguridad de la vía debido a las condiciones topográficas.

NOTA 10: En la selección de la inclinación del talud en excavación o contra talud, también se considerará el buzamiento de los estratos para evitar el deslizamiento hacia la vía.

5.2.2.4 Para la construcción de terraplenes de suelos homogéneos y en condiciones geológicas e hidráulicas normales del lugar y con pendiente transversal del terreno no mayor de 30 % se recomienda la sección transversal típica que se muestra en la Figura 1.

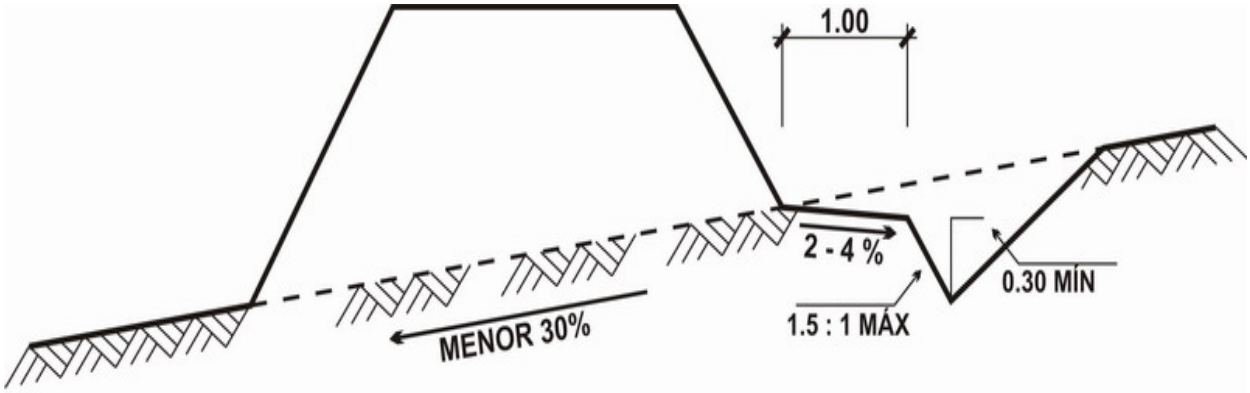


Figura 1 — Sección transversal típica de terraplén hasta 12 m de altura, para pendientes transversales del terreno, menores del 30 %

5.2.2.5 Para la construcción de terraplenes cuando la pendiente transversal del terreno es mayor del 30 %, se forman escalones con una anchura entre 1 m y 3 m y una pendiente entre el 1 % y el 2 % en el sentido del declive. Si la altura de los escalones es igual o menor de 1,0 m, las paredes pueden ser verticales y si son mayores, las inclinaciones serán de 0,5: 1 ó 1: 1, según se muestra en la Figura 2.

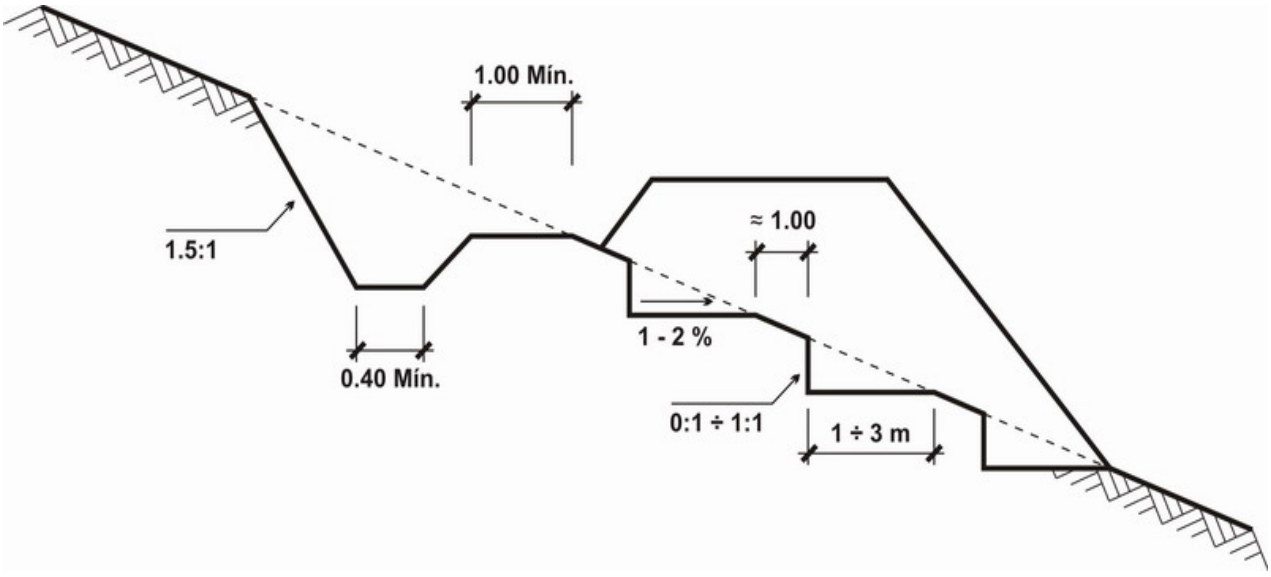
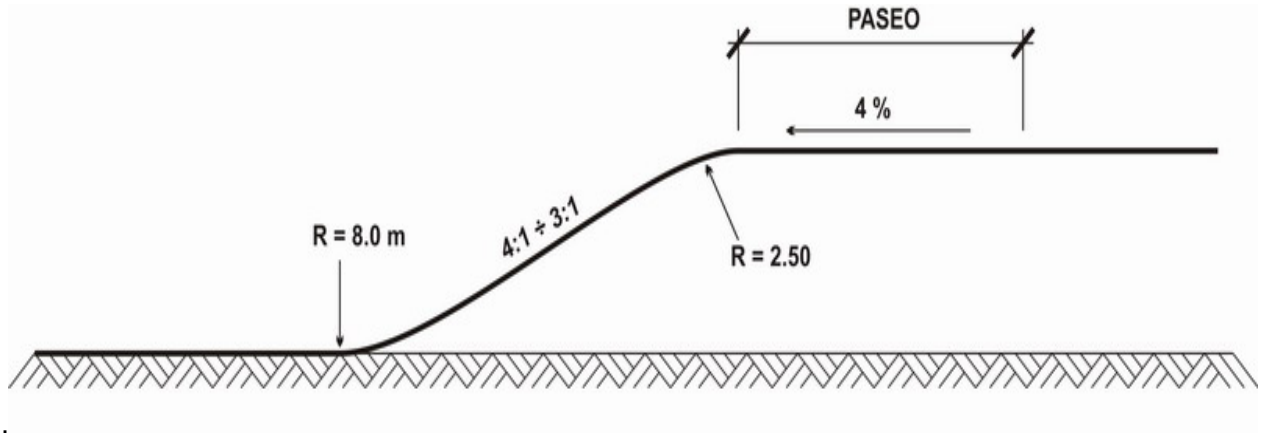


Figura 2 — Sección transversal típica de terraplén hasta 12 m de altura, para pendientes transversales del terreno mayor del 30 %

5.2.2.6 Se recomienda redondear los taludes de los terraplenes en los pies de talud y en los bordes superiores en vías con velocidades iguales o superiores a 100 km/h, según se muestra en las Figuras 3 y 4



.

Figura 3 —Terraplén con altura ≤ 3,00 m sin cuneta

5.2.2.7 En todos los casos el diseño de las cunetas (forma, dimensiones tipo de recubrimiento) dependerá de los gastos a evacuar. En los dibujos las cunetas dibujadas son esquemáticas para simbolizar que la sección la lleva.

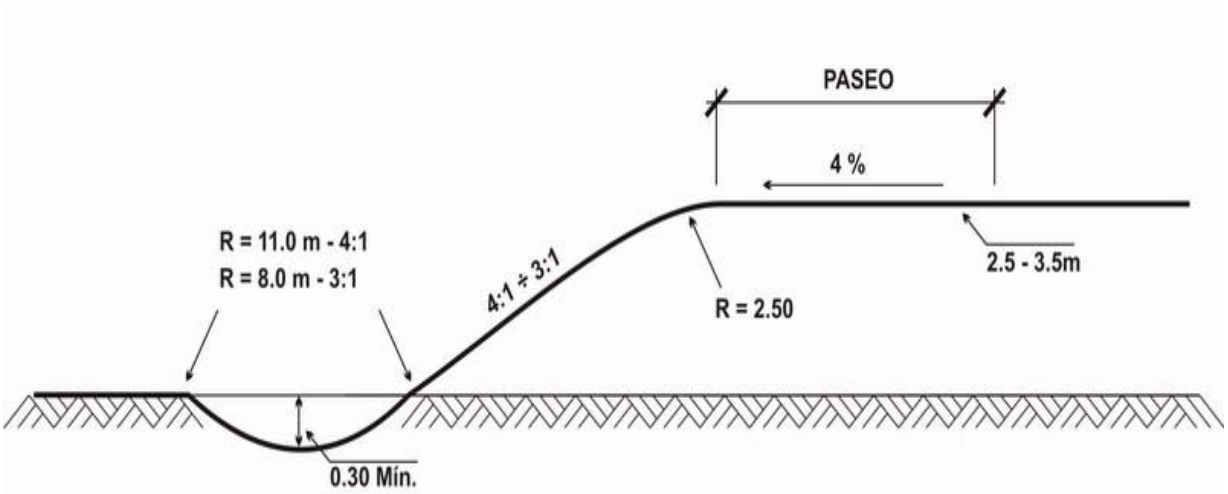


Figura 4 — Terraplén con altura ≤ 3,0 m con cuneta

5.2.2.8 Las inclinaciones de los taludes de las explanaciones en cortes con profundidad hasta 12 m se proyectarán con los valores dados en la Tabla 2, siempre que las investigaciones geotécnicas no recomienden el empleo de otros valores de inclinación (Ver Figura 5)

Tabla 2 — Inclinaciones de los taludes en corte

<table>
<tr><th rowspan="3">Tipo de vía</th><th rowspan="3">Velocidad de diseño (km/h)</th><th colspan="2">Profundidad del corte</th></tr>
<tr><th>0,0 a 3,0</th><th>3,0 a 12,0</th></tr>
<tr><th colspan="2">Inclinación de los taludes H:V</th></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>Vías Expresas</td><td>100</td><td rowspan="3">2:1 a 1:1</td><td rowspan="7">1:1 a 0,5:1</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Carreteras</td><td>100</td></tr>
<tr><td>80</td></tr>
<tr><td>60</td><td>1,5:1 a 1:1</td></tr>
<tr><td>50</td><td rowspan="4">1:1 a 0,5:1</td></tr>
<tr><td>40</td></tr>
<tr><td>30</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Caminos</td><td>≥30</td></tr>
<tr><td>20 -15</td></tr>
</table>

NOTA 1: La profundidad del corte viene dada por la diferencia en cotas entre la sub-rasante y el terreno natural en el borde del corte.

NOTA 2: En suelos rocosos, cuando se utilicen inclinaciones en los taludes de 0,5:1 en los 3,0 primeros metros, a partir del borde del corte con el terreno natural, se utilizará la inclinación de 1:1, según se muestra en la Figura 5.

NOTA 3: En suelos rocosos, si no hay estratos inclinados hacia la explanación y en dependencia de la clase de roca, para cualquier tipo de vía se pueden tomar las siguientes inclinaciones para los taludes:

- en rocas fisuradas 03:1
- en rocas erosionables 02:1
- en rocas no erosionables 01:1

NOTA 4: Los taludes que cortan estratos heterogéneos pueden tener inclinaciones variables.

NOTA 5: En caso de terrenos rocosos donde no existan dudas con respecto a la estabilidad se permiten taludes verticales.

NOTA 6: Cuando por razones tecnológicas, de erosión o estabilidad se ejecutan bermas en taludes entre 6 m y 12 m de profundidad, las inclinaciones entre las mismas estarán en correspondencia con lo dado en la Tabla 2 y sus notas.

NOTA 7: Para cortes con profundidad superior a 12 m (Ver Apartado 5.3)

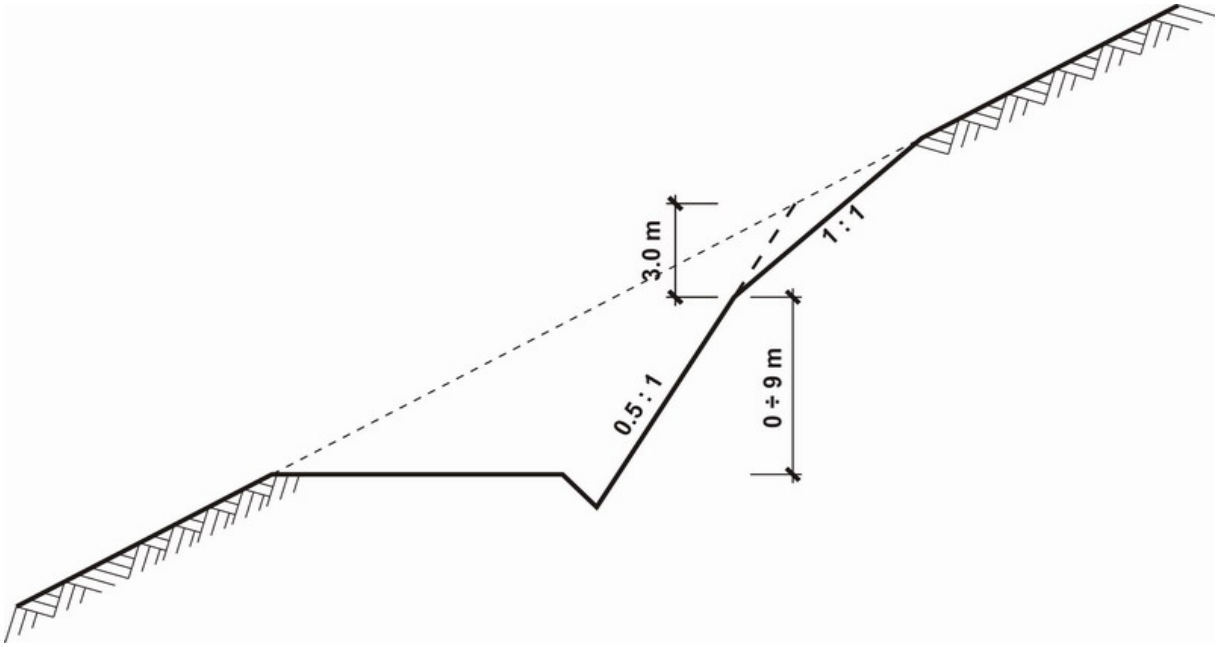


Figura 5 — Talud en corte en suelos rocosos

5.2.2.9 En cortes en terrenos rocosos, erosionables, entre el pie del talud y el borde exterior de la cuneta se deja una berma de anchura mínima 0,50 m con pendiente del 2 % hacia la cuneta para el depósito de material de desprendimientos. En terrenos rocosos no erosionables no es necesaria la ejecución de dicha berma.

5.2.2.10 Se recomienda el empleo de cuneta interceptora en cortes con pendiente transversal del terreno menor del 20 %, en aquellos lugares en que las corrientes de agua puedan producir erosión en los taludes o cuando el gasto a evacuar sea mayor que la capacidad de la cuneta lateral (Ver Figura 6)

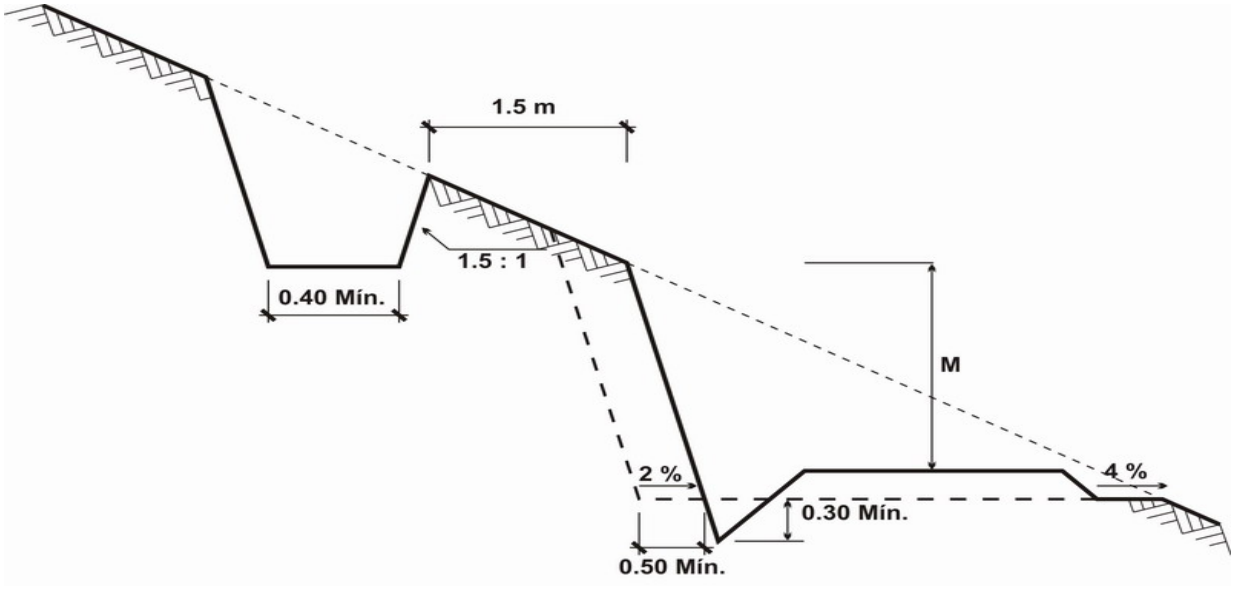


Figura 6 — Sección transversal típica en corte con una profundidad hasta 12 m en suelos arcillosos y arenas finas y con pendiente transversal del terreno no mayor del 20 %

5.2.2.11 Se recomienda redondear las cunetas y los bordes de los contra taludes en corte en vías para velocidades iguales o superiores a 100 km/h según se muestra en la Figura 7.

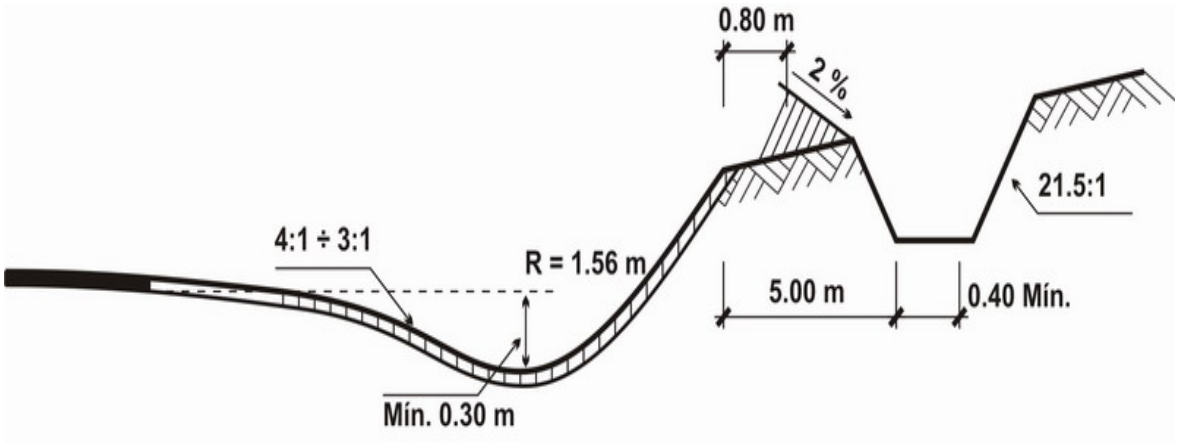


Figura 7 — Corte con altura igual o menor de 3,0 m

5.2.2.12 Los cortes en condiciones hidrológicas complejas del terreno, independiente de la profundidad, se proyectan como casos especiales

5.3 Casos especiales de diseño de taludes en terraplenes y en cortes

5.3.1 Para alturas superiores a los 12 m:

- Emplazamiento del terraplén sobre pendientes superiores al 35 %.
- Terrenos inestables.
- Bases débiles y húmedas.
- Cruces de lagos.
- Pantanos con profundidades mayores de 4 m.
- Lechos de meandros abandonados.
- Valles propensos a la inundación.

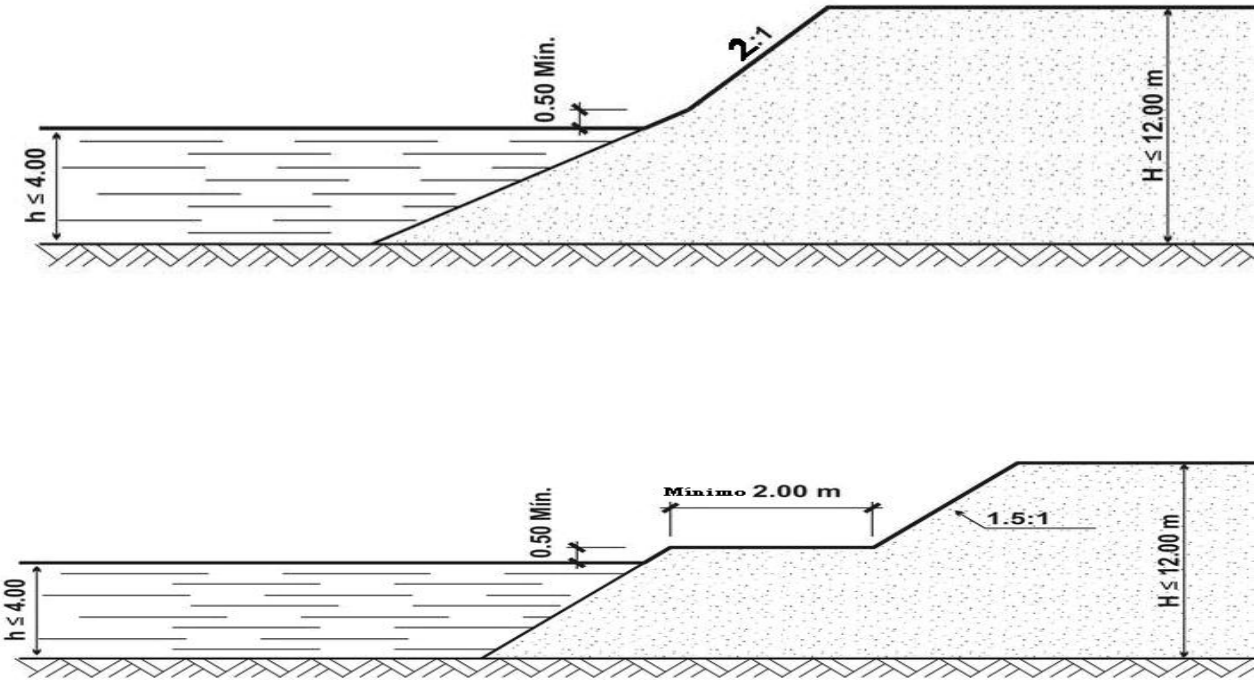
5.3.2 Para profundidad mayor de 12 m:

- Ubicación de los cortes sobre suelos que retienen humedad.
- Existencia de afloramiento de aguas subterráneas en terrenos inestables.
- Necesidad del uso de voladuras.

5.4 Terraplenes a orillas de ríos o en terrazas fluviales

Cuando los terraplenes están ubicados en orillas de ríos o en terrazas fluviales, susceptibles de inundarse, que están permanentes o periódicamente debajo del agua, se proyectan teniendo en cuenta los siguientes factores:

- El nivel máximo de crecida.
- En terraplenes inundados de aguas muertas hasta 4 m de altura, las inclinaciones de los taludes desde una altura de 0,50 m por encima de la cota de inundación hasta el pie del mismo, deberán ser de 2: 1 según se muestra en la Figura 8.
- En terraplenes inundados, que tienen que soportar corrientes de agua, se deben proyectar bermas con una anchura no menos de 2 m a una altura mínima de 0,50 m por encima del nivel de aguas máximas para la probabilidad de diseño, según se muestra en la Figura 9.
- En estos casos es necesario realizar el estudio para la protección y estabilización del talud.



Figuras 8 y 9 — Terraplenes con altura hasta de 12 m construidos sobre terraza fluvial susceptibles de inundarse

5.5 Terraplenes de aproche en puentes

Los taludes de los conos de los terraplenes de aproche en los estribos de los puentes deben tener una inclinación no mayor de 1,5:1 y deben ejecutarse de suelos no cohesivos, desde una distancia en la superficie de la calzada no menor que la altura del estribo más 2,0 m y en la base no menor de 2,0 m según se muestra en la Figura 10.

Para zona sísmica (Ver NC 46)

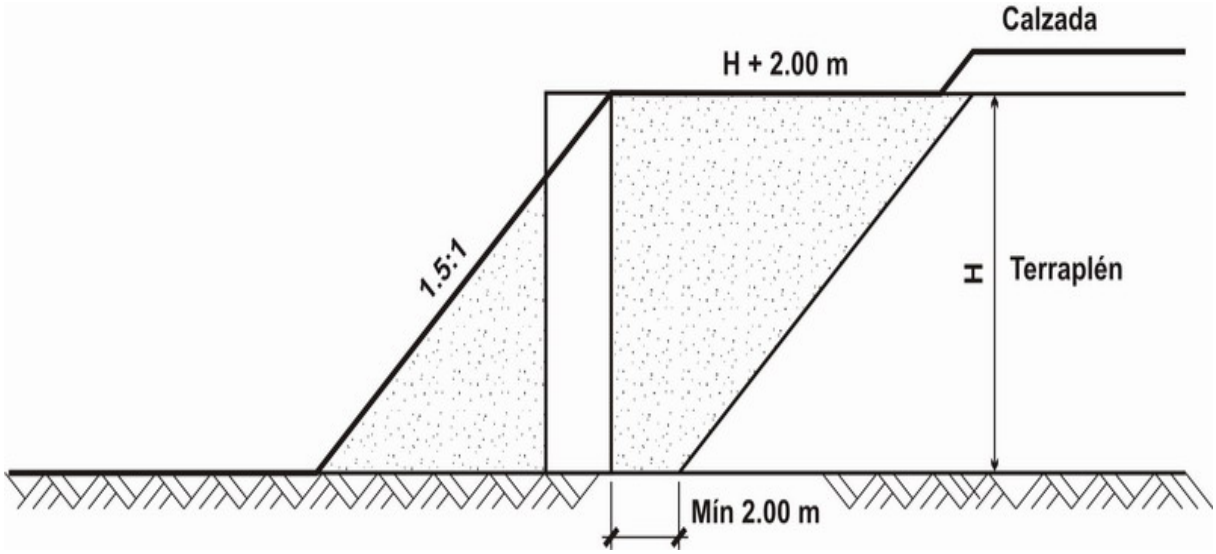


Figura 10 — Conos de los terraplenes de aproche en los estribos de los puentes

5.6 Diques de protección

Los taludes de los diques de protección deben tener una inclinación no mayor de 2: 1 del lado del río y no mayor de 1,5: 1 del lado contrario de este. La anchura de la corona no debe ser menor de 2,0 m.

5.7 Los taludes de los cortes y terraplenes, con alturas mayores que 12 m (H>12), se proyectan con bermas con una anchura mayor o igual a 2,00 m (b≥2), con intervalos de altura de 6 m a 8 m, y pendientes del 2 % al 4 %.

6 Canteras de préstamo

6.1 Los terraplenes de una vía en terrenos ondulados y montañosos se hacen por lo general con el propio material de los cortes en la ejecución de la explanación y por excepción de canteras de préstamos; no así en terrenos llanos donde en la mayoría de los casos es de préstamos, ya sea lateral a la vía o de canteras ubicadas fuera de la faja de emplazamiento.

6.2 Los cortes propios del trazado de la vía se proyectan tratando de lograr una compensación de los movimientos de tierra con la mínima transportación. Si esto no se logra y hay material excedente: si es vegetal se puede utilizar para la restauración de los terrenos improductivos próximos a la vía, el resto puede utilizarse en terrazas para su posible utilización futura.

6.3 Las canteras de préstamos deben ubicarse en terrenos con pendientes superiores al 10 %. En terrenos llanos, en caso necesario, puede obtenerse el material de préstamos laterales. No se realizarán canteras de préstamos laterales (zanjas) en áreas de intersecciones, en cruces a nivel o lugares donde se prevé la ubicación de edificaciones.

6.4 Las canteras de préstamos laterales (zanjas) no se deben ubicar en zonas bajas de posibles inundaciones. En casos excepcionales se permiten dichas canteras si se tienen en cuenta los siguientes elementos:

– Cuando se produce una corriente de agua producto de inundaciones se deja una berma de 4 m de anchura entre el pie del talud del terraplén y el borde de la zanja y le proyectan disipadores transversales a la corriente, con una anchura de 3 m. Estos disipadores se ubican de acuerdo a la velocidad de la corriente de agua según se muestra en la Figura 11.

– Cuando no existe corriente de agua solo se proyecta la berma de 4 m, asegurando el drenaje de las zanjas de préstamo.

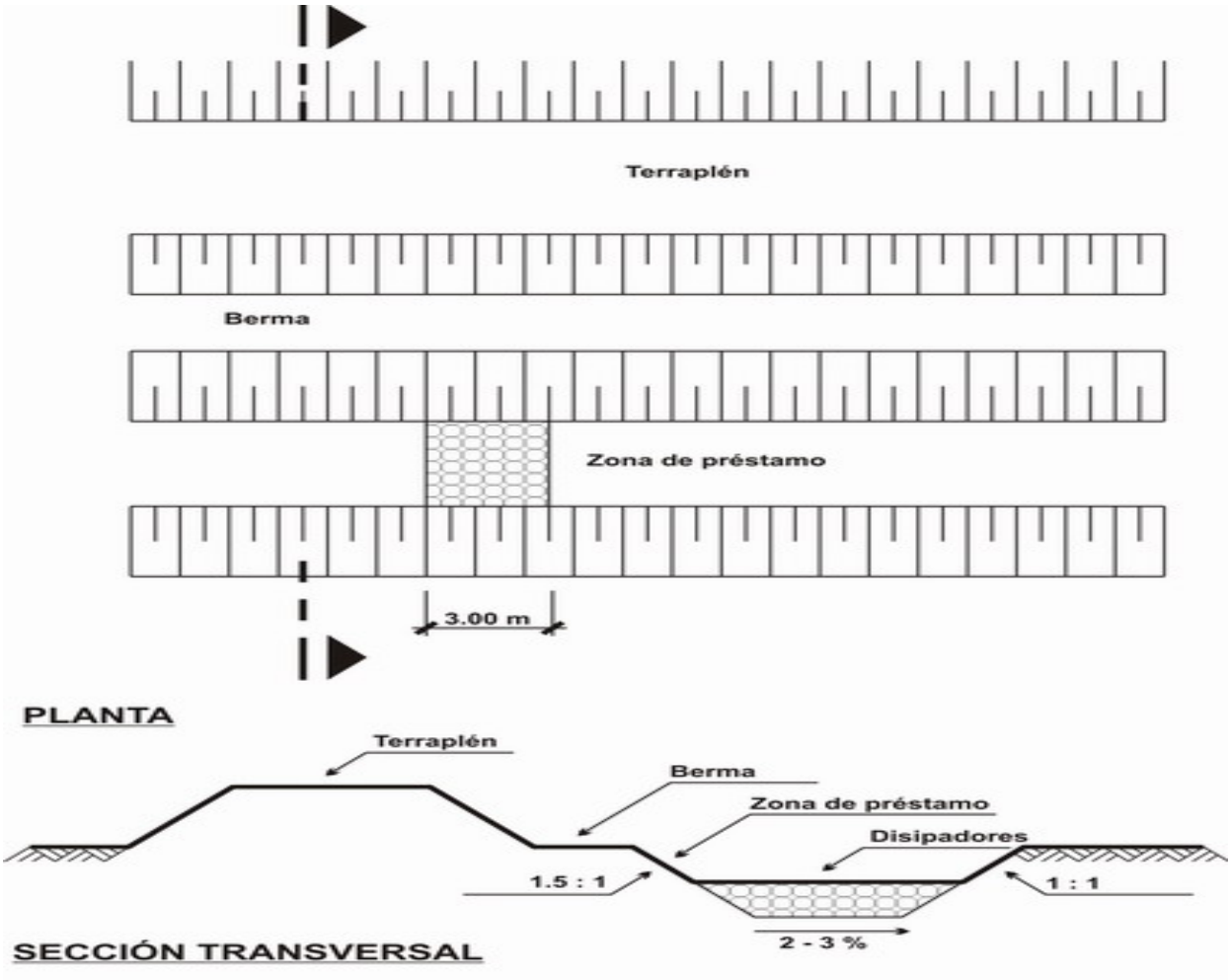


Figura 11 — Zanja de préstamo con disipadores

6.5 Cuando se proyectan zanjas de préstamos laterales por uno o ambos lados del trazado, en terreno no susceptible de inundaciones deben tenerse en cuenta las condiciones siguientes:

- Las zanjas de préstamos deben tener una forma uniforme y bien perfilada, además de estar bien ubicadas en planta y perfil.
- Debe asegurarse una eficiente evacuación de las aguas.
- La pendiente longitudinal del fondo de la zanja de préstamos debe estar entre 0,3 % y el 3 %. Para pendientes superiores al 3 % en suelos erosionables deben tomarse medidas de protección mediante la estabilización del suelo con piedras, asfaltos o cementos o con la colocación de disipadores con altura de 0,25 m a 0,50 m y una anchura no menor de 3 m.
- La pendiente trasversal del fondo de la zanja de préstamo deben estar entre el 2 % y 3 % y con inclinación contraria al lado del trazado.
- La profundidad de la zanja de préstamo estará en dependencia de la necesidad de material para el terraplén, pero no debe tener una profundidad mayor de 1 m en terreno llano.
- Los taludes de las zanjas de préstamos deben tener una inclinación no mayor de 1,5: 1 del lado del trazado y no mayor de 1: 1 del lado contrario.
- Cuando las zanjas de préstamos son al mismo tiempo cuneta de drenaje de la vía y la altura entre el fondo de la misma y la sub-rasante de la carretera es igual o menor de 1 m, el talud interior de la zanja se hace como una continuación del talud del terraplén de la explanación. Cuando esta altura es de 1 m a 5 m se hace una berma de 1 m a 2 m para alturas mayores de 5 m, la berma tendrá una anchura de 2 m a 4 m, siempre cada una de estas bermas tendrá una configuración suave y pendiente del 2 % al 4 % hacia la zanja.

7 Protección de taludes

7.1 Las protecciones de taludes más utilizadas en la práctica, tanto en corte como en terraplén, están establecidas en la Tabla 3 y descritas en la NC 53 -158.

Tabla 3 — Tipos de protección de taludes

No.	Tipo de protección	Velocidad de la corriente de agua (m/s)	Sobre elevación de la ola hasta (m)	Inclinación del talud	En cunetas	Terraplenes en terrazas fluviales que se inundan	Para taludes de terraplenes o cortes con alturas en metro (m)		
							hasta 3	entre 3 y 8	mayores de 8
1.0	Siembra de césped	0,60	0	1,5: 1	-	-	x	x	x
2.1	Plantación de hierbas	0,60	0	1,5: 1	-	-	x	x	-
2.2	Plantación de arbustos y árboles	3,0	0,50	1,5: 1	-	x	x	-	-
3.0	Encespado total	0,9 - 1,4	0,20	1,5: 1	x	-	x	x	x
4.0	Escolleras de piedras sueltas en varias camadas	4,0	1,0	2: 1	-	x	-	-	-
5.0	Mallas de acero	-	-	0,1: 1 0,2: 1 0,3: 1	-	-	-	-	x
6.1	Bloques de hormigón machihembrados	6,6 - 10.0	0,5	1: 1 1,5: 1	-	x	x	x	x
6.2	Elementos prefabricados de hormigón asfáltico	3,0 - 3,5	0,4 - 0,6	2: 1	x	x	x	x	-
6.3	Encachado con lajas de piedra	3,0 - 3,5	0,4 - 0,6	2: 1	x	x	x	x	-
7.1	Revestimientos con piedras de 8 cm - 10 cm.	0,9 - 1,4	0	1,5: 1	x	-	x	-	-
7.2	Revestimientos de piedras de 15 cm -	3,0 - 3,5	0,4 - 0,5	1,5: 1	x	x	x	-	-

No.	Tipo de protección	Velocidad de la corriente de agua (m/s)	Sobre elevación de la ola hasta (m)	Inclinación del talud	En cunetas	Terraplenes en terrazas fluviales que se inundan	Para taludes de terraplenes o cortes con alturas en metro (m)		
							hasta 3	entre 3 y 8	mayores de 8
	20 cm.								
7.3	Revestimientos de piedras de 15 cm - 20 cm. doble camada	3,5 - 4,0	0,7 - 1,0	1,5: 1	-	x	x	x	-
7.4	Revestimientos de piedras de más de dos camadas	6,5 - 12,0	2,0	1,5: 1 1: 1	-	x	x	x	x
8.0	Gaviones	6,5 - 12,0	2,0	0,5: 1 1: 1 1,5: 1	-	x	x	x	x
NOTA: La inclinación máxima indicada para los taludes está dada por el tipo de protección, en condiciones difíciles de inundación y como rompeolas la inclinación debe ser más suave.									

7.2 Los espesores de las losas de hormigón E en función de la velocidad de la corriente de agua se establecen en la Tabla 4 y responden a la expresión siguiente:

$$E = 0{,}04\ v^{2/3} \quad \text{(m)}$$

Donde:

E: Espesor de losa de hormigón (m)

V: Velocidad de la corriente de agua (m/s)

Tabla 4 — Espesores de las losas de hormigón

V	**m/s**	1	2	3	4	5
E	**m**	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12

NOTA 1: Por razones estructurales el espesor mínimo de las losas es de 6 cm.
NOTA 2: Para espesores entre 6 cm y 12 cm las losas pueden tener un tamaño de 0,16 m^2 hasta 1,10 m^2. Para la fijación de estas losas en el pie del talud se deben prever cimientos de apoyo. Cuando existan condiciones difíciles se diseñarán estructuras armadas.
NOTA 3: Este tipo de protección puede ser utilizado en cualquiera de los casos establecidos en la Tabla 3, en función de la velocidad de la corriente.

7.3 Los taludes deben protegerse hasta una altura mínima de 0,50 m por encima del nivel máximo de la ola.