

LIBRO:	PRY. PROYECTO
TEMA:	CAR. Carreteras
PARTE:	4. PROYECTO DE DRENAJE Y SUBDRENAJE
TÍTULO:	03. Proyecto de Sistemas de Subdrenaje
CAPÍTULO:	005. Diseño de Capas Drenantes

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los criterios generales para realizar el diseño de capas drenantes a que se refiere la Norma N·PRY·CAR·4·03·001, *Ejecución de Proyectos de Subdrenaje*, para carreteras nuevas o en operación.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Una capa drenante es aquella que se construye de material granular con características permeables y espesor variable, que cuenta con una capa de geotextil a su alrededor para evitar la migración de finos hacia su interior. Según su diseño, se coloca bajo pavimentos o terracerías y su aplicación es apropiada en terraplenes o cortes bajos con nivel freático superficial.

La capa drenante trabaja como una capa rompedora de capilaridad, que tiene la función de captar y drenar el agua que asciende de estratos inferiores a fin de evitar la degradación y disminución de la capacidad estructural de las terracerías y del pavimento. Esta capa se complementa con un sistema para captación y desalojo de agua infiltrada mediante tubos, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma.

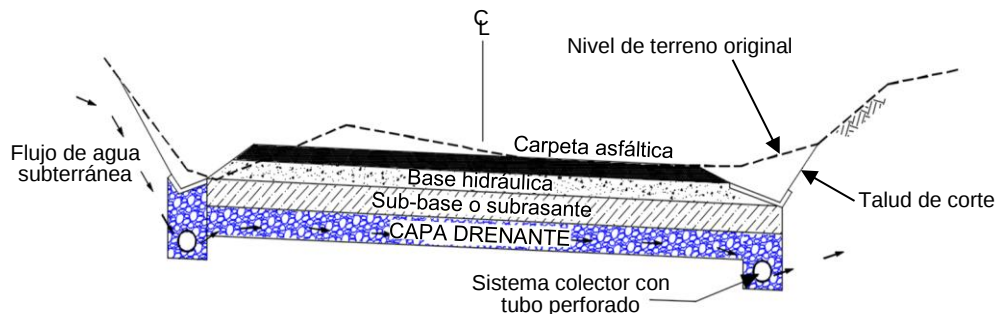


FIGURA 1.- Esquema de una capa drenante

Las capas drenantes se clasifican de acuerdo con lo siguiente:

B.1. CAPA DRENANTE DE PROTECCIÓN

Esta capa drenante tiene como objetivo proteger la estructura del pavimento del agua presente en estratos inferiores.

B.2. CAPA DRENANTE DE TRINCHERA ESTABILIZADORA

Esta capa drenante tiene como objetivo proteger y estabilizar terracerías de grandes dimensiones en un camino que se encuentre propenso a inestabilidad por la presencia de agua en estratos inferiores.

C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUAL	DESIGNACIÓN
Ejecución de Proyectos de Subdrenaje	N-PRY-CAR-4-03-001
Determinación del Gasto de Diseño	N-PRY-CAR-4-03-002
Diseño de Capas Drenantes	M-PRY-CAR-4-03-005
Filtros	N-CMT-3-04-001
Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) para Sistemas de Subdrenaje	N-CMT-3-04-003
Geotextiles para Obras de Subdrenaje	N-CMT-6-01-002

D. REQUISITOS PARA LA EJECUCIÓN DEL DISEÑO

D.1. PARÁMETROS DE DISEÑO PARA DETERMINAR EL FLUJO HIDRÁULICO

Para realizar el diseño de la capa drenante, se calculará el flujo hidráulico que se presenta en el sitio donde se proyecta dicha capa, con base en los siguientes parámetros:

D.1.1. Gasto de diseño (Q)

El gasto de diseño se calculará a partir del volumen de agua infiltrada debido al escurrimiento superficial y del volumen de agua subterránea existente, de acuerdo con el nivel freático. El cálculo del gasto de diseño se realizará de acuerdo con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-03-002, *Determinación del Gasto de Diseño*.

D.1.2. Coeficiente de permeabilidad del suelo (K_s)

Se determinará el coeficiente de permeabilidad del suelo de acuerdo con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-03-002, *Determinación del Gasto de Diseño*.

D.1.3. Gradiente hidráulico (i)

Se determinará el gradiente hidráulico de acuerdo con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-03-002, *Determinación del Gasto de Diseño*.

D.2. DISEÑO DE LA CAPA DRENANTE

El diseño de la capa drenante se realizará de acuerdo con lo siguiente:

D.2.1. Selección del material filtrante

El material con el que se construirá la capa drenante cumplirá con los requisitos de calidad de material para filtros indicados en la Norma N-CMT-3-04-001, *Filtros*, de acuerdo con lo siguiente:

- Para garantizar la permeabilidad del subdrén, la granulometría del material filtrante cumplirá con la siguiente relación:

$$D_{15}^s < D_{15}^f < D_{85}^s$$

Donde:

D_{15}^s = Tamaño de las partículas del material de suelo que circunda al sistema de subdrenaje, para el cual el quince (15) por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, (mm)

D_{15}^f = Tamaño de las partículas del material de filtro, para el cual el quince (15) por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, (mm)

D_{85}^s = Tamaño de las partículas del material de suelo que circunda al sistema de subdrenaje, para el cual el ochenta y cinco (85) por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, (mm)

- El coeficiente de permeabilidad del material filtrante (K_f) se determinará de acuerdo con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-03-002, *Determinación del Gasto de Diseño*, y su permeabilidad será por lo menos diez (10) veces mayor que la del suelo que esté en contacto con el subdrén.

D.2.2. Selección del geotextil

El geotextil con el que se protegerá la capa drenante para impedir la migración de partículas finas a su interior cumplirá con lo indicado en la Norma N-CMT-6-01-002, *Geotextiles para Obras de Subdrenaje*, considerando que tendrá una permeabilidad diez (10) veces mayor que la permeabilidad del suelo que vaya a estar en contacto con el geotextil.

D.2.3. Diseño de la capa drenante

El diseño cumplirá con lo siguiente:

D.2.3.1. Determinación de la longitud de la capa drenante

La longitud de la capa drenante se determinará de acuerdo con lo indicado en el Manual M-PRY-CAR-4-03-005, *Diseño de Capas Drenantes*, considerando la información obtenida del estudio geotécnico y del proyecto geométrico de la carretera indicados en las Fracciones D.3. y D.6. de la Norma N-PRY-CAR-4-03-001, *Ejecución de Proyectos de Subdrenaje*.

D.2.3.2. Determinación del ancho de la capa drenante

El ancho de la capa drenante se determinará de acuerdo con lo indicado en el Manual M-PRY-CAR-4-03-005, *Diseño de Capas Drenantes*, con base en las secciones del proyecto geométrico de la carretera indicadas en el Inciso D.6.3 de la Norma N-PRY-CAR-4-03-001, *Ejecución de Proyectos de Subdrenaje*, considerando lo siguiente:

- a) Cuando se trate de una capa drenante de protección, el ancho de proyecto será igual al ancho de la corona del camino en proyecto o construcción.
- b) Cuando se trate de una capa drenante de una trinchera estabilizadora, el ancho total de proyecto se determinará a partir de la distancia de la altura total de la cara de la trinchera que recibe el flujo de agua más la distancia de la base inferior de la misma.

D.2.3.3. Cálculo del espesor de la capa drenante

Se calculará el espesor de la capa drenante de acuerdo con lo indicado en el Manual M-PRY-CAR-4-03-005, *Diseño de Capas Drenantes*, el cual no será menor a veinte (20) centímetros cuando se trate de capas para protección del pavimento y de cincuenta (50) centímetros para el caso de implementarse en trincheras estabilizadoras.

D.2.3.4. Determinación de la pendiente longitudinal

La pendiente longitudinal se determinará de acuerdo con lo indicado en el Manual M-PRY-CAR-4-03-005, *Diseño de Capas Drenantes*, con base en el perfil del proyecto geométrico de la carretera, considerando que no podrá ser inferior a menos uno (-1) por ciento, con la finalidad de generar el flujo y desalojo del agua captada.

D.2.3.5. Determinación de la pendiente transversal

La pendiente transversal se determinará de acuerdo con lo indicado en el Manual M-PRY-CAR-4-03-005, *Diseño de Capas Drenantes*, con base en las secciones del proyecto geométrico de la carretera indicadas en el Inciso D.6.3. de la Norma N-PRY-CAR-4-03-001, *Ejecución de Proyectos de Subdrenaje*, considerando lo siguiente:

- a) Cuando la capa drenante se construya bajo la capa subrasante:
 - En carreteras de tipo ET, A, B y C de acuerdo con el *Reglamento sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte, que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal*, la pendiente transversal en tangentes será de menos dos (-2) por ciento con respecto al centro del eje del camino y hacia los hombros.
 - En carreteras tipo D de acuerdo con el *Reglamento sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte, que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal*, la pendiente será de menos tres (-3) por ciento con respecto al centro de eje del camino y hacia los hombros.
 - En curvas horizontales será equivalente a la sobreelevación designada de acuerdo con el grado de curvatura que requiera el proyecto geométrico de la carretera al que se refiere el Inciso D.6.3. de la Norma N-PRY-CAR-4-03-001, *Ejecución de Proyectos de Subdrenaje*.
- b) Cuando la capa drenante se construya bajo el cuerpo de terraplén, la pendiente transversal será similar a la configuración del terreno para asegurar que el flujo de agua subterránea no interrumpa su curso natural, y tendrá como mínimo una pendiente de menos uno (-1) por ciento en sentido del escurrimiento.
- c) Cuando la capa drenante forme parte de una trinchera estabilizadora, su pendiente se definirá con base en las secciones del proyecto geométrico de la carretera al que se refiere el Inciso D.6.3. de la Norma N-PRY-CAR-4-03-001, *Ejecución de Proyectos de Subdrenaje*, considerando que la pendiente horizontal en la base de la trinchera sea de menos uno (-1) por ciento en sentido del escurrimiento como mínimo.

D.2.4. Diseño del sistema de captación y desalojo

El sistema de captación y desalojo de agua para la capa drenante se diseñará de acuerdo con lo indicado en el Manual M-PRY-CAR-4-03-005, *Diseño de Capas Drenantes*, considerando lo siguiente:

- El sistema recolector de agua de la capa drenante se construirá con tubos tipo subdrén longitudinal, instalándose en ambos lados del camino cuando se trate de proteger la estructura del pavimento o terracerías, o bien, en el extremo más bajo de la capa drenante cuando ésta forme parte de una trinchera estabilizadora.
- Los tubos para el sistema tendrán un diámetro mínimo de quince coma veinticuatro (15,24) centímetros (6 in), con la misma pendiente longitudinal de la capa drenante, considerando que su valor no podrá ser menor de menos uno (-1) por ciento, con la finalidad de provocar el flujo y desalojo del agua captada.

- El sistema de desalojo de agua estará conectado al sistema de captación de agua y contará con tubos sin perforaciones de diámetro igual al del sistema recolector, con una pendiente y una dirección que permitan el desalojo oportuno del agua captada.
- La distancia entre tubos del sistema de captación y desalojo se determinará de acuerdo con lo indicado en el Manual M·PRY·CAR·4·03·005, *Diseño de Capas Drenantes*.
- Los tubos del sistema de captación y desalojo serán de policloruro de vinilo (PVC) y cumplirán con lo indicado en la Norma N·CMT·3·04·003, *Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) para Sistemas de Subdrenaje*.

E. BIBLIOGRAFÍA

Rico R. A. y Castillo H. (1984). *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestre*. Volumen 1. Editorial LIMUSA. México.

Cedergren, H.R. (1989). *Seepage, Drainage and Flow Nets*. Cap. 5. John Wiley and Sons, Inc. Estados Unidos.

Department of Transportation (1980). *Highway Subdrainage Design*. FHWA-TS-80-224. Estados Unidos.

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

Dirección General de Servicios Técnicos

Av. Coyoacán 1895

Col. Acacias, Benito Juárez, 03240

Ciudad de México

www.gob.mx/sct