

LIBRO: PRY. PROYECTO
TEMA: CAR. Carreteras
PARTE: 4. PROYECTO DE DRENAJE Y SUBDRENAJE
TÍTULO: 02. Proyectos de Obras Complementarias de Drenaje
CAPÍTULO: 003. Diseño de Elementos que Constituyen las Obras Complementarias de Drenaje

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los criterios para el diseño de elementos que constituyen las obras complementarias de drenaje a que se refiere la Norma N·PRY·CAR·4·02·001, *Ejecución del Proyecto de Obras Complementarias de Drenaje*, para permitir el desalojo de corrientes superficiales de agua que hay sobre el pavimento de la carretera con seguridad y eficiencia, que realiza la Secretaría con recursos propios o mediante un Contratista de Servicios.

B. DEFINICIÓN

Los elementos que constituyen las obras complementarias de drenaje son aquellos que la conforman geométrica y estructuralmente para su buen funcionamiento. Y sirven para proporcionar al proyectista los parámetros necesarios que le permitan el correcto diseño de los elementos de la obra complementaria de drenaje.

C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución del Proyecto de Obras Complementarias de Drenaje	N·PRY·CAR·4·02·001

Diseño Hidráulico de Obras Complementarias de Drenaje	N-PRY-CAR-4-02-002
Presentación del Proyecto de Obras Complementarias de Drenaje	N-PRY-CAR-4-02-004

D. DISEÑO DE ELEMENTOS

Las dimensiones y diseño de los elementos de las obras complementarias de drenaje quedan definidas por razones hidráulicas y las características geométricas y rasante de la carretera.

Según su propósito y ubicación, el diseño de elementos de las obras complementarias de drenaje a que se refiere esta Norma se clasifican como sigue.

D.1. BOMBEO

El bombeo es la pendiente transversal que se da en las carreteras y en las aeropistas para permitir que el agua que cae sobre la carpeta asfáltica o superficie de rodadura escurra hacia sus dos hombros; el valor de la pendiente trasnversal es en general del dos (2) por ciento.

El diseño de este elemento que es la pendiente transversal de la carpeta asfáltica y es la obra complementaria de drenaje, queda definido en el estudio de pavimento y la geometría de la carretera y estará a criterio del proyectista y lo aprobado por la Secretaría, así como el procedimiento constructivo, y con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-02-002, *Diseño Hidráulico de Obras Complementarias de Drenaje*.

D.2. CUNETAS

Las cunetas son zanjas que se construyen adyacentes a los hombros de la corona en uno o en ambos lados; el material que las conforma puede ser revestidas de concreto hidráulico, de mampostería u otros.

La pendiente transversal mínima será del cero coma cinco (0,5) por ciento, para evitar el depósito de material de arrastre.

La geometría de la sección transversal de las cunetas generalmente es triangular. El talud hacia el lado del camino será de tres horizontal a uno vertical (3H:1V), del lado del corte, y coincidirá con el del corte, el ancho de un (1) metro y la profundidad de cero coma treinta y tres (0,33) metros.

El diseño de estos elementos que son los materiales y las dimensiones de la cuneta, estará a criterio del proyectista y lo aprobado por la Secretaría, así como el procedimiento constructivo, y con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-02-002, *Diseño Hidráulico de Obras Complementarias de Drenaje*.

D.3. BORDILLOS

Los bordillos son elementos que interceptan y conducen el agua que por el efecto del bombeo corre sobre la corona del camino, descargándola en los lavaderos; pueden ser de concreto hidráulico, prefabricado o construido en el lugar, de concreto asfáltico o de suelo cemento.

Se construirán en los terraplenes mayores de uno coma cinco (1,5) metros de altura, y se ubicarán longitudinalmente en ambos lados en los terraplenes que se encuentren en tangente, en curvas horizontales se ubicarán sólo en el acotamiento interno, se colocarán en el lado exterior del acotamiento y a una distancia de veinte (20) centímetros del hombro del camino. No se construirán bordillos y lavaderos en tramos de carretera con pendiente longitudinal igual que cero coma cinco (0,5) por ciento o menor, para evitar encharcamientos de agua que provocarían acuaplaneo, además de que serían nocivos para el pavimento.

La geometría de la sección transversal de los bordillos generalmente es trapezoidal, en la base dieciséis (16) centímetros y de remate ocho (8) centímetros, de altura variable, pero dejando diez (10) centímetros libres, del nivel de carpeta al remate del bordillo.

El diseño de estos elementos que son los materiales y las dimensiones del bordillo, estará a criterio del proyectista y lo aprobado por la Secretaría, así como el procedimiento constructivo, y con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-02-002, *Diseño Hidráulico de Obras Complementarias de Drenaje*.

D.4. LAVADEROS

Los lavaderos son canales que conducen y descargan el agua recolectada por los bordillos, cunetas, contracunetas y guarniciones, a lugares donde no cause daño a la estructura del pavimento. Los lavaderos pueden ser de mampostería, concreto hidráulico o metálicos.

Se construirán sobre el talud y a ambos lados de los terraplenes en tangente, de preferencia en las partes con menor altura; para terraplenes en curva horizontal se construirán sólo en el talud interno del terraplén, de preferencia en su parte más baja; también en las partes más bajas de las curvas verticales; en las salidas de las obras menores de drenaje que lo requieran; y en las secciones de corte en balcón en que se haya interceptado un escurridor natural.

En ningún caso se construirán bordillos y lavaderos cuando los tramos analizados tengan una pendiente longitudinal menor de cero coma cinco (0,5) por ciento.

En general, los lavaderos tienen una sección transversal rectangular; sus dimensiones dependen de la magnitud del gasto de diseño. Las dimensiones mínimas son: la entrada del flujo a los lavaderos es de dos coma cinco (2,5) metros, el umbral de entrada tendrá forma trapezoidal con base superior de dos coma cinco (2,5) metros, base inferior de cero coma cinco (0,5) metros y altura cero coma cinco (0,5) metros, de la vista en planta. El piso del umbral tendrá un talud transversal del cinco (5) por ciento, es decir, con mayor pendiente que el bombeo de la superficie de rodadura en tramos en tangente, para hacer eficiente su descarga a la parte final del lavadero. La altura de los bordes de los lavaderos, desde que inicia el umbral y hasta la descarga en los ceros del terraplén, será de cero coma veinticinco (0,25) metros.

El diseño de estos elementos que son los materiales y las dimensiones del lavadero, estará a criterio del proyectista y lo aprobado por la Secretaría, así como el procedimiento constructivo, y con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-02-002, *Diseño Hidráulico de Obras Complementarias de Drenaje*.

D.5. CONTRACUNETAS

Las contracunetas son zanjas o bordos que se construyen en las laderas localizadas aguas arriba de los taludes de los cortes, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie del terreno natural.

Se ubicarán a una distancia mínima de cinco (5) metros del cero del corte. Su desarrollo será sensiblemente paralelo al eje de la carretera y transversal al escurrimiento de la ladera.

En laderas con una inclinación mayor de treinta (30) grados, es decir, con una pendiente de más del cincuenta y ocho (58) por ciento, la contracuneta se conformará siguiendo la tendencia general de las curvas de nivel para evitar que tenga pendientes mayores de veinte (20) por ciento, aunque se procurará que su pendiente sea por lo menos del uno (1) por ciento, para propiciar una salida rápida del agua y evitar su filtración en el cuerpo del talud.

No serán muy profundas, ya que la superficie potencial de falla del talud se origina en su fondo; serán impermeabilizadas, recubriéndolas con concreto, mampostería, suelo - cemento o suelo - asfalto, a menos que estén en material rocoso, en cuyo caso no requieren ser recubiertas.

La zanja iniciará con una sección trapezoidal con una profundidad mínima de veinte (20) centímetros y el ancho y talud serán variables hasta obtener la sección establecida por el proyectista y aprobada por la Secretaría, si la contracuneta va a funcionar como canal.

Si va a funcionar como bordo, se hará la excavación aguas abajo para formar el bordo aguas arriba, a fin de evitar que el terreno pueda derrumbarse y afectar al bordo. La longitud de la contracuneta será la suficiente para conducir el agua desde el parteaguas hasta su desembocadura, que generalmente es en el fondo de algún cauce natural o en un terreno bajo; las dimensiones son variables y estarán a criterio del proyectista.

El diseño de estos elementos que son los materiales y las dimensiones de la contracuneta, estará a criterio del proyectista y

lo aprobado por la Secretaría, así como el procedimiento constructivo, y con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-02-002, *Diseño Hidráulico de Obras Complementarias de Drenaje*.

D.6. OBRAS DE ALIVIO

Las obras de alivio son aquellas obras auxiliares que se utilizan para drenar caudales provenientes de diversas obras complementarias de drenaje como las cunetas, contracunetas y lavaderos. También son obras de alivio aquellas que se utilizan para drenar a través y por debajo de la superficie de rodadura, las aguas que llegan a acumularse del lado de aguas arriba de la carretera.

Las obras de alivio se diseñarán hidráulicamente con base en los gastos que se tendrá que drenar y el tipo y análisis estructural se hará de acuerdo con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-01-001, *Ejecución de Proyectos de Obras Menores de Drenaje*; el diseño de los elementos que son los materiales, dimensiones y tipo de la obra de alivio, estará a criterio del proyectista y lo aprobado por la Secretaría, así como el procedimiento constructivo, y con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-02-002, *Diseño Hidráulico de Obras Complementarias de Drenaje*.

D.7. COLECTORES

Los colectores son obras especiales de drenaje que se utilizan para recibir gastos de obras y de áreas de aportación diversas, conducirlos y desfugarlos a otras obras de drenaje o cauces existentes o también al terreno natural; podrán ser drenes interceptores y bordes o zanjas de intercepción.

D.7.1. Drenes interceptores

Los drenes interceptores se construyen en el eje de simetría de la carretera, debajo o a un costado de la barrera central, para recibir, conducir y eliminar las aguas superficiales hacia algún sitio conveniente que puede ser una obra de alivio o una obra menor de drenaje. En todos los casos, el dren interceptor contará en su parte superior, a ras de la superficie

de la rodadura con una rejilla tipo Irving que lo proteja de recibir basura.

Los drenes interceptores pueden ser construidos en el sitio o ser prefabricados, y pueden estar constituidos de lámina metálica o de concreto.

Su diseño hidráulico se realizará en función del gasto que genere el área de aportación, de su pendiente longitudinal, de su geometría y dimensiones, y del material del que esté compuesto, lo cual, estará a criterio del proyectista.

D.7.2. Bordos o zanjas de intercepción

Los bordos o zanjas de intercepción se hacen cuando existe un flujo importante del lado de aguas arriba de la carretera y en una franja relativamente amplia.

Se construyen a una distancia mínima de diez (10) metros aguas arriba de los ceros del terraplén, que intercepte el flujo y lo conduzca y descargue en algún sitio adecuado.

Para el diseño hidráulico de los bordos o zanjas de intercepción se estimará primeramente el caudal que será drenado por estos, y después se determinarán sus características y dimensiones, lo cual estará a criterio del proyectista.

El diseño de estos elementos que son los materiales, las dimensiones y el tipo de colector, estará a criterio del proyectista y lo aprobado por la Secretaría, así como el procedimiento constructivo, y con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-02-002, *Diseño Hidráulico de Obras Complementarias de Drenaje*.

D.8. OBRAS DISIPADORAS DE ENERGÍA

Las obras disipadoras de energía son obras complementarias que se construyen a la entrada o salida de obras menores de drenaje, e incluso en su interior, cuando existen escurrimientos de fuerte pendiente y se requiere disminuir la velocidad del flujo para evitar

problemas de erosión, por lo que habrán de ser protegidas, a menos que se trate de material rocoso no erosionable.

En general, se puede considerar que una velocidad mayor de cuatro coma cinco (4,5) metros por segundo es fuerte desde el punto de vista de erosión del material del cauce.

Dependiendo de la naturaleza del suelo en que vaya a descargar la obra menor o alguna obra complementaria de drenaje, y en función de la velocidad de descarga, se analizará la posibilidad de que el suelo sea erosionado o no lo sea. En caso de serlo se podrá diseñar una obra disipadora de energía, eligiendo alguna de las siguientes: deflectores en el interior de la alcantarilla, salto hidráulico, enrocamientos y cajas amortiguadoras.

D.8.1. Deflectores en el interior de la alcantarilla

Los deflectores en el interior de la alcantarilla son placas de forma triangular que se fijan a la pared interior del conducto drenante, en una sola línea o alternadamente en tresbolillo, para aumentar el coeficiente de rugosidad, disminuir la velocidad del flujo y evitar la erosión del suelo en la salida de la obra.

El diseño de los materiales y dimensiones de estos elementos estará a criterio del proyectista.

D.8.2. Salto hidráulico

El salto hidráulico se hace dividiendo en dos tramos la pendiente de una alcantarilla, de modo que la primera de aguas arriba, que en general es la misma que la de la corriente a drenar, sea mucho más fuerte que la segunda de aguas abajo. Esta segunda pendiente habrá de ser subcrítica para provocar un salto hidráulico que reduzca la velocidad de flujo, y consecuentemente evite la erosión del lecho del cauce a la salida de la obra de drenaje.

El diseño de los materiales y dimensiones de estos elementos estará a criterio del proyectista.

D.8.3. Enrocamientos

Los enrocamientos se utilizan para evitar que la corriente erosione el suelo en el sitio de descarga de alguna obra. Sirven también para aumentar la rugosidad y disminuir la velocidad a valores que ya no erosionen el material por donde fluye el agua. Pueden utilizarse en obras complementarias como cunetas, lavaderos y contracunetas. También pueden usarse en las descargas de obras menores de drenaje en las que no sean muy fuertes las velocidades, hasta del orden de cuatro coma cinco (4,5) metros por segundo.

Pueden colocarse en forma rectangular o trapezoidal vista en planta, siendo más segura esta última contra la erosión lateral. En cuanto a la profundidad del enrocamiento, dependerá de las dimensiones de los fragmentos de roca, aunque invariablemente se colocarán tales fragmentos en tres capas, sin junteo, es decir, sin ningún cementante; los fragmentos estarán sueltos para que los enrocamientos sean flexibles y puedan acomodarse en caso de que sus elementos sean movidos por el flujo de agua.

Si las velocidades son mayores de cuatro coma cinco (4,5) metros por segundo, podrán utilizarse deflectores en el interior de la alcantarilla, obras que provoquen el salto hidráulico o cajas amortiguadoras.

El diseño de los materiales y dimensiones de estos elementos estará a criterio del proyectista.

D.8.4. Cajas amortiguadoras

Las cajas amortiguadoras se construyen para provocar una caída que disipe energía en el flujo de salida de la obra menor de drenaje. Ocurrirá en el extremo de salida de la obra una caída de altura igual al diámetro o a la altura de la obra, para llegar el flujo a un estanque con bloques aguas abajo para regular el flujo hacia la descarga final. Dichos bloques serán de dimensiones variables y estarán separados treinta (30) centímetros para evitar su azolvamiento. Aguas abajo de los bloques podrá protegerse el fondo de la caja con un enrocamiento formado por tres capas de fragmentos del

orden de treinta (30) centímetros de diámetro, sin junteo, y que sus tres dimensiones sean del mismo orden de magnitud, para evitar formas lajeadas que pueden ser fácilmente levantadas y arrastradas por el flujo. Finalmente se dirigirá el flujo al cauce natural de la corriente drenada.

El diseño de los materiales y dimensiones de estos elementos estará a criterio del proyectista.

El diseño de estos elementos que son los materiales, las dimensiones y el tipo de obra disipadora de energía, estará a criterio del proyectista y lo aprobado por la Secretaría, así como el procedimiento constructivo, y con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-02-002, *Diseño Hidráulico de Obras Complementarias de Drenaje*.

D.9. CAJAS DESARENADORAS

Las cajas desarenadoras son obras complementarias al drenaje que se construyen a la entrada de alguna obra de alivio para recibir y contener sedimentos y evitar acumulación de azolve. Estas obras suelen construirse a la entrada de las obras de alivio de cunetas que se construyen transversalmente a la carretera, para evitar que la obra de alivio se azolve.

Se diseñan cajas desarenadoras de concreto armado o mampostería, aguas arriba de la obra de alivio, con una profundidad mínima de cincuenta (50) centímetros y un ancho igual al diámetro o al ancho de la obra de alivio; su longitud en el sentido transversal al flujo de la cuneta será de ciento veinte (120) centímetros como mínimo. Estas cajas requieren limpieza muy frecuente, por lo menos seis (6) veces al año.

El diseño de estos elementos que son los materiales y las dimensiones de la caja desarenadora, estará a criterio del proyectista y lo aprobado por la Secretaría, así como el procedimiento constructivo, y con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-02-002, *Diseño Hidráulico de Obras Complementarias de Drenaje*.

D.10. ESTRUCTURAS DE CONTROL DE CUERPOS FLOTANTES

Estas estructuras son obras complementarias de drenaje que se construyen a la entrada de la obra menor de drenaje y se utilizan para interceptar y retener troncos y ramazón grande que pueda arrastrar la corriente, para evitar el taponamiento de alguna obra menor de drenaje.

Estas obras, que pueden ser construidas con troncos de árboles o con elementos prefabricados, sólo serán utilizadas excepcionalmente, cuando por alguna razón no sea posible construir obras menores de drenaje lo suficientemente amplias para dejar pasar los troncos y ramazón.

El diseño de estos elementos que son los materiales y las dimensiones de la estructura de control de cuerpos flotantes, estará a criterio del proyectista y lo aprobado por la Secretaría, así como el procedimiento constructivo, y con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-02-002, *Diseño Hidráulico de Obras Complementarias de Drenaje*.

D.11. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del análisis y diseño se presentarán en forma ordenada y clara, con textos suficientemente explicativos para su fácil comprensión, del proyecto de la obra complementaria de drenaje que se realice, de acuerdo con lo indicado en la Norma N-PRY-CAR-4-02-004, *Presentación del Proyecto de Obras Complementarias de Drenaje*.

SECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES