

LIBRO: PRY. PROYECTO
TEMA: CAR. Carreteras
PARTE: 4. PROYECTO DE DRENAJE Y SUBDRENAJE
TÍTULO: 01. Proyectos de Obras Menores de Drenaje
CAPÍTULO: 001. Ejecución del Proyecto de Obras Menores de Drenaje

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los criterios para la ejecución de proyectos de obras menores de drenaje que realiza la Secretaría con recursos propios o mediante un Contratista de Servicios, para el diseño hidráulico de esas estructuras.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

La ejecución de proyectos de obras menores de drenaje es el conjunto de trabajos de campo y gabinete que definen las dimensiones mínimas de las alcantarillas. Comprende la recopilación de información fisiográfica e hidrológica, el reconocimiento de campo, el levantamiento topográfico, el procesamiento de la información y los análisis hidrológicos e hidráulicos que permitan precisar las características del flujo en el cauce y en la alcantarilla, de modo que se asegure el comportamiento satisfactorio de esta última, y se proporcionen al constructor los elementos necesarios que le permitan su correcta ejecución.

Según su propósito y ubicación, las obras de drenaje menor a que se refiere esta Norma se clasifican como sigue:

B.1. ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO

Las alcantarillas tubulares de concreto son estructuras rígidas, que se construyen mediante tubos de concreto reforzado, colocados sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua

de un lado a otro de la vialidad. Según el terreno donde se construyan, pueden ser en zanja, en zanja con terraplén o en terraplén; según su ubicación se clasifican en normal y esviada.

B.2. ALCANTARILLAS DE LÁMINA CORRUGADA DE ACERO

Las alcantarillas de lámina corrugada de acero son estructuras flexibles que se construyen mediante tubos o arcos de lámina corrugada de acero, formadas por dos o más placas ensambladas y colocadas sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado a otro de la vialidad. Según el terreno donde se construyan, pueden ser en zanja, en zanja con terraplén o en terraplén; según su ubicación se clasifican en normal y esviada; según su geometría se clasifican en alcantarillas de tubo circular, de tubo abovedado o de bóveda, y según su modo de ensamble se clasifican en anidables y seccionables.

B.3. ALCANTARILLAS DE TUBO CORRUGADO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Las alcantarillas de tubos corrugados de polietileno de alta densidad son estructuras flexibles, que se construyen mediante este tipo de tubos colocados sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua de un lado al otro de la vialidad. Según el terreno donde se construyen pueden ser en zanja, en zanja con terraplén o en terraplén; según su ubicación se clasifican en normal y esviada.

B.4. ALCANTARILLA DE LOSA DE CONCRETO HIDRÁULICO

Las alcantarillas de losa de concreto hidráulico son estructuras rígidas que se construyen mediante una losa de concreto hidráulico con refuerzo, apoyada sobre muros de concreto hidráulico reforzado o de mampostería, para dar paso libre al agua de un lado al otro de la vialidad; cuentan con aleros en la entrada y salida de la obra de drenaje para evitar la erosión del terraplén del camino y para encauzar el flujo hacia el interior de la obra. Tienen una longitud máxima de seis (6) metros; según su ubicación, se clasifican en normales y esviadas.

B.5. ALCANTARILLA DE CAJÓN

Las alcantarillas de cajón son estructuras rígidas que se construyen mediante un marco cerrado de concreto hidráulico reforzado, para dar paso libre al agua de un lado al otro de la vialidad. Se utilizan para repartir en un área relativamente grande los esfuerzos ocasionados por las cargas transmitidas por la estructura al suelo de cimentación, cuando éste tiene muy baja resistencia al esfuerzo cortante.

B.6. ALCANTARILLA DE BÓVEDA

Las alcantarillas de bóveda son estructuras rígidas que se construyen de diversos materiales, como mampostería, concreto reforzado, concreto presforzado, lámina corrugada y polietileno de alta densidad, para dar paso libre al agua de un lado al otro de la vialidad. Pueden estar formadas de una parte inferior rectangular y otra superior de arco circular simple o compuesto. También pueden estar formadas sólo de la parte de arco simple o compuesto, sin la parte rectangular.

C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes:

| NORMAS Y MANUAL | DESIGNACIÓN |
|---|--------------------|
| Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías | N-LEG-2 |
| Ejecución de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras | N-PRY-CAR-1-01-001 |
| Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras | N-PRY-CAR-1-01-006 |
| Diseño Hidráulico de Obras Menores de Drenaje | N-PRY-CAR-4-01-002 |
| Diseño Estructural de Obras Menores de Drenaje | N-PRY-CAR-4-01-003 |
| Presentación del Proyecto de Obras Menores de Drenaje | N-PRY-CAR-4-01-004 |
| Diseño Hidráulico de Obras Menores de Drenaje | M-PRY-CAR-4-01-002 |

D. REQUISITOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Además de lo establecido en la Fracción C.1. de la Norma N-LEG-2 *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, se requiere contar con:

D.1. FOTOGRAFÍAS AÉREAS DE LA ZONA

Fotografías aéreas de la zona donde se construirá el camino, a escala uno a cinco mil (1:5 000) o uno a diez mil (1:10 000), y de ser posible, cartas topográficas a escala uno a cincuenta mil (1:50 000) o menor, con el propósito de precisar las características fisiográficas de la cuenca y analizar el comportamiento de la corriente.

D.2. PROYECTO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA

El proyecto geométrico de la carretera para la que se diseñarán las obras menores de drenaje, así como las secciones transversales de construcción, incluido el trazo, los datos de los bancos de nivel, las referencias topográficas y las elevaciones de la subrasante.

D.3. ESTUDIO GEOLÓGICO DE LA CARRETERA

El estudio geológico de la zona donde se construirá el camino, que permita inferir la infiltración del agua de lluvia en la cuenca.

D.4. ESTUDIOS HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS DE ALCANTARILLAS CONSTRUIDAS

De ser posible, los estudios hidráulicos e hidrológicos y los proyectos de las alcantarillas construidas sobre el mismo cauce, en vías de comunicación cercanas.

D.5. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DEL SITIO

Un estudio de mecánica de suelos que incluya por lo menos un sondeo a cielo abierto, que permita conocer el tipo, las características y la estratigrafía del suelo en el sitio donde se construirá la obra menor de drenaje.

D.6. ESTUDIO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA

El estudio topográfico que muestre detalladamente la topografía del área donde se ubicara la obra menor de drenaje, con base en la información a que se refiere el Manual M-PRY-CAR-4-01-002, *Diseño Hidráulico de Obras Menores de Drenaje*.

E. EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Para la ejecución del proyecto, además de lo establecido en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, el Ingeniero o Contratista de Servicios realizará las siguientes actividades:

E.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Para disponer de los datos que permiten determinar las características fisiográficas e hidrológicas de las cuencas en estudio, obtener la siguiente información:

E.1.1. Información fisiográfica

Las cartas topográficas, geológicas, hidrológicas, edafológicas y de uso de suelo, elaboradas a diversas escalas, de la región donde se indique cada cuenca, que existan en instituciones como INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) y/o privadas.

E.1.2. Información hidrológica

De ser el caso, la existencia y ubicación de estaciones pluviográficas y pluviométricas dentro de la cuenca y/o de las más cercanas al sitio de estudio. Ello, independientemente de que se cuenta con las isoyetas de intensidad de lluvia duración – período de retorno publicadas por la Secretaría.

E.2. RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Este reconocimiento tiene el propósito de recabar los datos relativos a las características fisiográficas e hidrológicas de la cuenca, conocer el comportamiento histórico de la corriente a drenar y programar los trabajos topográficos necesarios; así

mismo, para determinar las características y funcionamiento de obras construidas dentro de la cuenca, en su caso, lo que puede ser útil para el diseño de la obra en estudio. Para determinar el tipo y dimensiones de los materiales arrastrados por la corriente, tales como rocas, cantos rodados, grava, arena, troncos, ramazón, entre otros; para definir, investigando entre los lugareños, los niveles alcanzados por el agua durante la creciente máxima de que se tenga noticia, y estimando su frecuencia; y la tendencia de la corriente natural a depositar o a socavar.

Durante el reconocimiento de campo se programarán los trabajos del levantamiento topográfico, incluyendo las dimensiones del área por levantar, la longitud del perfil para determinar la pendiente geométrica o hidráulica, que en general podrá ser del orden de doscientos (200) metros, ya sea aguas arriba o aguas abajo del sitio de cruce con el eje de proyecto de la carretera, y la ubicación de una o más secciones hidráulicas, a criterio del proyectista, las cuales se levantarán de preferencia en tramos rectos del cauce en estudio.

E.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Efectuar el levantamiento topográfico del sitio en estudio.

Se replanteará y nivelará el eje de proyecto de la carretera en el área por estudiar, según se indica a continuación:

Se utilizarán las referencias topográficas del proyecto geométrico para replantear el eje de proyecto, y se indicarán con estacas las estaciones cerradas cada veinte (20) metros; los puntos singulares como los de inflexión (PI), principio de curva (PC), término de curva (PT), y los puntos sobre tangente (PST), se indicarán con trompos y tachuela.

Con base en los bancos de nivel considerados en el proyecto geométrico, se nivelará el eje de proyecto obteniendo las elevaciones de todos los quiebres del terreno natural, de las estaciones cerradas cada veinte (20) metros y de los puntos singulares mencionados en el párrafo anterior, cubriendo el ancho del cauce hasta cinco (5) metros más allá de las trazas con el terreno natural del nivel alcanzado por el agua durante la creciente máxima de que se tenga noticia.

Se elaborará una planta topográfica cubriendo el ancho del cauce hasta cinco (5) metros más allá de las trazas con el terreno natural del nivel alcanzado por el agua durante la creciente máxima de que se tenga noticia, y abarcando el eje de la carretera en estudio hasta el límite del derecho de vía.

En caso de existir obras menores de drenaje construidas sobre el cauce en estudio, se investigará su antigüedad y su comportamiento hidráulico. Cada una de las obras menores cercanas sobre la misma corriente, será analizada definiendo sus diferencias y coincidencias respecto a la obra menor que se proyectará, estableciendo hasta qué punto su comportamiento hidráulico es representativo de la nueva obra menor, en cuyo caso se determinará si dicho comportamiento ha sido satisfactorio en condiciones similares a las de la obra por proyectar. Del análisis de la obra existente se obtendrá el gasto de flujo a través de ella, verificando cuidadosamente su área hidráulica.

En su caso, elaborar un croquis de las alcantarillas existentes sobre el mismo cauce, en caminos cercanos al cruce en estudio, que contenga como mínimo su geometría general y la geometría detallada de sus apoyos y aleros.

El reconocimiento de campo de la Fracción E.2. y el levantamiento topográfico de la Fracción E.3. se realizarán de acuerdo con la Norma N-PRY-CAR-1-01-001, *Ejecución de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras*; en lo correspondiente a las obras menores de drenaje y los planos de planta, perfil y secciones, se realizarán de acuerdo con la Norma N-PRY-CAR-1-01-006, *Presentación de Estudios Topográficos y Aerofotogramétricos para Carreteras*.

E.4. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Procesarla conforme a las Fracciones E.1., E.2. y E.3. de esta Norma, tanto de la recopilación de información como del reconocimiento de campo y del levantamiento topográfico, y determinar las siguientes características de la cuenca:

E.4.1. Características fisiográficas

El área de la cuenca de la corriente a drenar, aguas arriba del sitio en que se ubicará la alcantarilla.

La pendiente media y la longitud del cauce principal.

El coeficiente de escurrimiento de la cuenca, en función de las condiciones de la superficie, del uso de suelo, de las características de la vegetación y de las propiedades hidráulicas del suelo.

La pendiente hidráulica media del cauce principal en las inmediaciones del cruce.

El coeficiente de rugosidad del cauce (n de Manning), en la sección o secciones que se hayan levantado.

Los almacenamientos de agua, naturales o contruidos en la cuenca, que influyan en el comportamiento hidráulico de la corriente en el sitio de la alcantarilla por diseñar.

E.4.2. Características hidrológicas

En su caso, las características hidrológicas que se determinarán son:

Comportamiento histórico de la precipitación.

Comportamiento histórico del escurrimiento, que comprende parte de la precipitación (precipitación en exceso) y cualquier otro flujo contribuyente, drenado por la cuenca aguas arriba del sitio de la alcantarilla por diseñar.

E.5. ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Con la información procesada como se señala en la Fracción E.4. de esta Norma, efectuar los análisis hidrológicos necesarios para calcular los gastos que permitan realizar el diseño hidráulico de la obra, aplicando los métodos hidrológicos que mejor se ajusten a la información disponible, como se indica en el Manual

M-PRY-CAR-4-01-002, *Diseño Hidráulico de Obras Menores de Drenaje*.

E.6. ANÁLISIS HIDRÁULICO

Realizar los análisis hidráulicos necesarios para determinar en los sitios donde se haya levantado la sección o secciones hidráulicas, los niveles, tirantes y velocidades de flujo, que correspondan a los gastos calculados según la Fracción E.5. de esta Norma. Esta información se integrará en el plano de Pendiente y Secciones Hidráulicas a que se refiere la Fracción E.3. de esta Norma.

E.7. DISEÑO HIDRÁULICO

Efectuar el diseño hidráulico de la obra de drenaje menor, que consiste en establecer el tipo de alcantarilla que se considerará en el proyecto, así como las dimensiones mínimas de la misma, como se indica en la Norma N-PRY-CAR-4-01-002, *Diseño Hidráulico de Obras Menores de Drenaje*.

Las dimensiones de la obras de drenaje menor quedarán definidas por razones hidráulicas y las características geométricas y rasante de la carretera.

E.8. PROYECTO ESTRUCTURAL

Con base en el proyecto aprobado por la Secretaría o en su defecto, en el tipo y características que la Secretaría establezca para la obra menor de drenaje por proyectar, y considerando toda la información a que se refiere la Cláusula D., revisada y analizada conforme a lo indicado en la Fracción E.1. de esta Norma, se elaborará el proyecto mediante la ejecución de la ingeniería de detalle necesaria para diseñar geométrica y estructuralmente todos los elementos que integran la obra menor de drenaje que deba ejecutar el Contratista de Obra. Así la solución presentada por el proyectista, será única y no será necesario presentar dos (2) o más opciones. En la elaboración del proyecto, además de lo indicado en el Inciso D.1.8. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, se tomará en cuenta lo siguiente:

E.8.1. Tipo de material de las obras menores de drenaje

Se seleccionará el tipo de material tomando en cuenta las características climáticas de la región, el tipo de suelo, las cargas que recibirá la obra, aspectos económicos, factibilidad de procedimientos constructivos, entre otros.

E.8.2. Dimensionamiento

Una vez seleccionado el material para el diseño de la obra menor de drenaje, con base en la información a que se refieren las Fracciones D.1. a D.6. de esta Norma y ya conocidos el gasto hidráulico, el tipo de terreno, y la altura de rasante, se definirá el tipo y las dimensiones de la obra menor de drenaje de acuerdo con lo indicado en las Normas N-PRY-CAR-4-01-002, *Diseño Hidráulico de Obras Menores de Drenaje*, y N-PRY-CAR-4-01-003, *Diseño Estructural de Obras Menores de Drenaje*.

E.8.3. Presentación de resultados

Los resultados del análisis se presentarán en forma ordenada y clara, con textos suficientemente explicativos para su fácil comprensión por parte del Revisor a que se refiere la Cláusula G. de esta Norma.

E.8.4. Medidas de seguridad

Se definirán todas las medidas de seguridad que implementará el Contratista de Obra durante la construcción de la obra menor de drenaje.

E.8.5. Procedimientos constructivos

En el proyecto de la obra menor de drenaje que se proyecte se definirán los procedimientos constructivos que se aplicarán.

En general, la elección del tipo de alcantarilla que se diseñe y del procedimiento constructivo, quedarán a juicio del proyectista y lo aprobado por la Secretaría, tomando en cuenta los materiales de la zona, las dimensiones que se

necesiten para su buen funcionamiento de acuerdo con el gasto hidráulico de diseño, las cargas vivas y muertas que se tengan en el proyecto geométrico de la carretera, la rasante mínima que se requiera y el esfuerzo del terreno en el área de desplante de la alcantarilla.

E.9. ELABORACIÓN DE ESPECIFICACIONES, CATÁLOGO DE CONCEPTOS Y PRESUPUESTO BASE

El proyecto de la obra menor de drenaje incluirá la elaboración de especificaciones, catálogo de conceptos y presupuesto del proyecto en la forma indicada en la Fracción D.6. de la Norma N-PRY-CAR-4-01-004, *Presentación del Proyecto de Obras Menores de Drenaje*.

F. REVISIÓN DEL PROYECTO

Cuando la Secretaría lo considere necesario, designará a un Revisor del proyecto, quien revisará, durante su ejecución, la elaboración del proyecto.

G. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

Se presentará como se indica en la Norma N-PRY-CAR-4-01-004, *Presentación del Proyecto de Obras Menores de Drenaje*. Contendrá un plano general que incluya: vista en elevación de la sección longitudinal de la alcantarilla sobre el eje de la obra; vista en planta de proyección longitudinal sobre eje de la obra; vista medio corte de sección y medio corte en elevación de la alcantarilla; cuadro de datos básicos; croquis de localización; sección de arranque de aleros; sección de muros cabeceros; vista a la entrada y vista a la salida; recomendaciones de construcción e instalación; lista de materiales; y volúmenes. El proyecto también incluirá las especificaciones de construcción, el catálogo de conceptos y cantidades de obra, el presupuesto del proyecto para la realización de la obra, las memorias de cálculo que correspondan, y el informe técnico.

H. MEDICIÓN

Cuando el proyecto de obras menores de drenaje, se efectuó por contrato, se medirá conforme a la Cláusula F. de la Norma N-LEG-2. *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, para determinar el avance o la cantidad de trabajo ejecutado para efecto de pago, con las siguientes consideraciones.

H.1. CONTRATO SOBRE LA BASE DE PRECIOS UNITARIOS

Cuando el proyecto de obras menores de drenaje para un tramo de carretera o vialidad urbana se contrate sobre la base de precios unitarios, y se ejecute conforme a lo indicado en las Cláusulas E. y G. de esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá tomando como unidad el kilómetro de carretera o vialidad urbana, para la que se haya elaborado el proyecto, con aproximación a una décima.

H.2. CONTRATO A PRECIO ALZADO

Cuando el proyecto de obras menores de drenaje se contrate a precio alzado, se medirá como se indica en la Fracción F.2. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*.

I. BASE DE PAGO

Cuando el proyecto de obras menores de drenaje se efectúe por contrato, en la integración de los precios de cada partida se considerará lo que corresponda por personal, materiales y equipo y gastos de operación y rentas según lo establecido en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías*, para todas las actividades que se indican en las Cláusulas E. y G. de esta Norma.

J. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago del proyecto se efectuará conforme a lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías* y de acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma mencionada.

K. RECEPCIÓN DEL PROYECTO

Una vez concluido el proyecto, la Secretaría lo recibirá conforme a lo señalado en la Cláusula I. de la Norma N-LEG-2, *Ejecución de Estudios, Proyectos, Consultorías y Asesorías* y de acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia a que se refiere el Inciso C.1.2. de la Norma mencionada, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula J. de la misma Norma.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS
AV. COYOACÁN 1895
COL. ACACIAS
CIUDAD DE MÉXICO, 03240
WWW.GOB.MX/SCT