

**LIBRO:** PRY. PROYECTO  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 1. ESTUDIOS  
**TÍTULO:** 06. Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes  
**CAPÍTULO:** 005. Análisis Hidráulicos

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los criterios generales para ejecutar los análisis hidráulicos que se indican en la Fracción E.6. de la Norma N·PRY·CAR·1·06·001, *Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes*, para determinar, con base en los gastos obtenidos como se establece en la Norma N·PRY·CAR·1·06·004, *Análisis Hidrológicos*, los niveles, tirantes y velocidades de la corriente en estudio, en el lugar donde se construirá el puente, para los periodos de retorno que se establezcan conforme a lo indicado en la Cláusula D. de la última Norma mencionada, con el propósito de elaborar el diseño hidráulico de puentes que realice la Secretaría con recursos propios o mediante un Contratista de Servicios.

**B. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUAL	DESIGNACIÓN
Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes .....	N·PRY·CAR·1·06·001
Trabajos de Campo .....	N·PRY·CAR·1·06·002
Análisis Hidrológicos .....	N·PRY·CAR·1·06·004
Análisis Hidráulicos .....	M·PRY·CAR·1·06·005

## C. ANÁLISIS HIDRÁULICOS

Los análisis hidráulicos a que se refiere esta Norma, serán ejecutados por un ingeniero especialista en hidráulica con amplios conocimientos de hidrología y topografía.

Dichos análisis consisten, principalmente, en aplicar el método de sección y pendiente, conocido como Método de Manning y la Ecuación de Continuidad, a las secciones hidráulicas que se indican en la Fracción D.6. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-002, *Trabajos de Campo*, utilizando las pendientes hidráulicas medias, así como los coeficientes de rugosidad a que se refieren los Inciso C.1.1. y la Fracción C.2. de esta Norma, con el propósito de calcular los gastos, tirantes y velocidades en los diferentes tramos de cada sección, y el gasto total del flujo, correspondientes al nivel alcanzado por el agua en el cauce durante la creciente máxima de que se tenga noticia, determinado como se señala en el Inciso C.2.7. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-002, *Trabajos de Campo*, así como los niveles, tirantes y velocidades correspondientes a los gastos para los periodos de retorno considerados, según se indica en la Cláusula D. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-004, *Análisis Hidrológicos*. Además, estos análisis comprenden la determinación del comportamiento hidráulico de los puentes cercanos a que se refiere el Inciso E.3.6. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-001, *Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes* y la selección del gasto de diseño, que se recomienda para el diseño hidráulico del puente para el que se realice el estudio.

Ha de tomarse en cuenta que, si la pendiente hidráulica media es mayor de dos (2) por ciento, el Método de Manning no proporciona valores confiables, y la velocidad de la corriente se ha de obtener por otros procedimientos, tales como utilizar mediciones con molinetes o cuerpos flotantes, que puedan haberse realizado durante la creciente máxima en el sitio en estudio o en alguna estación de aforo cercana, o estimar la velocidad de acuerdo con las características de los arrastres, para lo que se requiere de la amplia experiencia del ingeniero especialista.

Los análisis hidráulicos por realizar son:

## **C.1. DETERMINACIÓN DE LOS GASTOS, TIRANTES Y VELOCIDADES CORRESPONDIENTES AL NIVEL ALCANZADO POR EL AGUA EN EL CAUCE DURANTE LA CRECIENTE MÁXIMA DE QUE SE TENGA NOTICIA**

Para cada sección hidráulica se calculan los gastos, tirantes y velocidades en sus diferentes tramos, así como el gasto total del flujo, correspondientes al nivel alcanzado por el agua en el cauce durante la creciente máxima de que se tenga noticia, como se indica en el Manual M-PRY-CAR-1-06-005, *Análisis Hidráulicos*.

### **C.1.1. Pendientes hidráulicas medias del cauce principal**

Son las pendientes medias determinadas, siempre que sea posible, en doscientos (200) metros o dos (2) veces el ancho del río o arroyo, lo que resulte mayor, aguas arriba de cada sección hidráulica considerada, con base en el perfil que determina la pendiente geométrica o hidráulica, obtenido como se indica en la Fracción D.5. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-002, *Trabajos de Campo*. Dichas pendientes medias han de ser integradas en el plano de pendiente y Secciones Hidráulicas a que se refiere el Inciso E.3.5. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-001, *Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes*, señalando sus elevaciones para cada sección hidráulica y servirán para determinar la velocidad y el gasto del flujo.

### **C.1.2. Selección de gasto máximo observado**

Los valores de los gastos totales calculados que se obtengan en cada una de las secciones hidráulicas no se promediarán, sino que se compararán para seleccionar como gasto máximo observado en campo ( $Q_{MOC}$ ) el calculado con la sección hidráulica más confiable, de acuerdo con la información disponible y al juicio del ingeniero especialista, como se indica en el Manual M-PRY-CAR-1-06-005, *Análisis Hidráulicos*. Si los gastos son semejantes, puede seleccionarse el calculado para la sección del cruce, junto con los gastos y velocidades de cada tramo de esa sección.

## C.2. COEFICIENTES DE RUGOSIDAD

Son los coeficientes que permiten determinar, mediante el Método de Manning, la velocidad y el gasto del flujo para cada uno de los tramos de las secciones hidráulicas consideradas. Estos coeficientes están determinados por las condiciones del cauce principal y, en su caso, de sus llanuras de inundación, dadas por el tipo, la densidad y la distribución de la vegetación, por las características de los materiales que constituyan el cauce y por los tirantes de agua que se tengan, y han de ser integrados en el plano de Pendiente y Secciones Hidráulicas al que se refiere el Inciso E.3.5. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-001, *Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes*.

## C.3. FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL CAUCE PRINCIPAL

Es el funcionamiento que presenta el cauce principal, debido a los almacenamientos de agua, naturales o artificiales, u otras obras hidráulicas que puedan influir en su comportamiento y que se analizan definiendo la forma en que afectan al escurrimiento.

## C.4. VELOCIDADES EN LA SECCIÓN HIDRÁULICA

La velocidad media de la sección analizada, es la relación del gasto que fluye por el cauce y el área mojada de la sección en estudio, en metros por segundo y se determina en función de las propiedades geométricas e hidráulicas del cauce, como lo establece el Manual M-PRY-CAR-1-06-005, *Análisis Hidráulicos*.

## C.5. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES, TIRANTES Y VELOCIDADES CORRESPONDIENTES A LOS GASTOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Se calcularán los niveles, tirantes y velocidades en los diferentes tramos de cada sección hidráulica, correspondientes a los gastos de construcción ( $Q_{CO}$ ), teórico de diseño ( $Q_{TDI}$ ) y complementarios ( $Q_{500}$  y  $Q_{1000}$ ), obtenidos según se indica en la Norma N-PRY-CAR-1-06-004, *Análisis Hidrológicos*, para los periodos de retorno que se establecen en la Cláusula D. de la misma Norma, haciendo pasar dichos gastos por esas secciones, como se señala en el Manual M-PRY-CAR-1-06-005, *Análisis Hidráulicos*.

## C.6. DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE PUENTES CERCANOS

Cada uno de los puentes cercanos sobre la misma corriente en estudio, que en su caso haya sido levantado como se señala en la Fracción D.7. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-002, *Trabajos de Campo*, se analizarán definiendo sus diferencias y coincidencias respecto al puente que se proyectará, estableciendo hasta qué punto su comportamiento hidráulico es representativo del nuevo puente, en cuyo caso, se determinará si su comportamiento hidráulico ha sido satisfactorio en condiciones similares a las de la estructura por proyectar. Del análisis del puente levantado, se obtendrán los gastos del flujo bajo él, verificando cuidadosamente su área hidráulica. Si la estructura está esviada, dicha área se obtendrá con la proyección normal al sentido del escurrimiento.

## C.7. SELECCIÓN DEL GASTO DE DISEÑO

Para seleccionar el gasto de diseño ( $Q_{DI}$ ), que es el máximo que ha de esperarse durante la etapa de operación del puente por proyectar, que determina los tirantes correspondientes al nivel de aguas de diseño (NADI) y que se ha de utilizar en el diseño hidráulico del puente, se efectuará una comparación entre el gasto teórico de diseño ( $Q_{TDI}$ ), calculado para el periodo de retorno que corresponda según la Fracción D.2. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-004, *Análisis Hidrológicos* y el gasto máximo observado en campo ( $Q_{MOC}$ ), determinado según se señala en la Fracción C.1. de esta Norma, ajustado al mismo periodo de retorno, como se indica en el Manual M-PRY-CAR-1-06-005, *Análisis Hidráulicos*, eligiendo el que resulte mayor. Si el gasto seleccionado corresponde al gasto máximo observado en campo, ajustado a dicho periodo de retorno, se calcularán los correspondientes niveles, tirantes y velocidades en los diferentes tramos de cada sección hidráulica considerada, como se señala en el Manual mencionado.

Además, es conveniente valorar los impactos estructurales y económicos que en el puente por proyectar, tendrían los gastos complementarios ( $Q_{500}$  y  $Q_{1000}$ ), considerando sus niveles y velocidades. Si los impactos no son significativos, puede elegirse alguno de estos gastos como gasto de diseño ( $Q_{DI}$ ), con lo que se aumentará considerablemente la seguridad de la estructura.

## C.8. DETERMINACIÓN DEL FLUJO EN CANALES

El cálculo del flujo gradualmente variado consiste en determinar la variación del tirante a lo largo de un canal o un cauce, conociendo la pendiente, el coeficiente de rugosidad y el caudal que conduce, y obtener la velocidad del flujo en el sitio donde se construirá el puente. El canal o cauce puede ser o no prismático y tener o no una rugosidad uniforme por tramos o a lo largo del mismo.

Se determina el flujo gradualmente variado en canales prismáticos con rugosidad uniforme con el Método Directo por Pasos descrito en el Manual M-PRY-CAR-1-06-005, *Análisis Hidráulicos*. Para un canal no prismático constituido a partir de un sistema de canales en serie que considera los cambios de geometría, pendiente, rugosidad y elevación del fondo en secciones asignadas normalmente por razones topográficas, hidráulicas o constructivas, se aplicará el Método Estándar por Pasos descrito en el Manual antes mencionado.

SCT

SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

# 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](http://WWW.GOB.MX/SCT)

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE  
NUEVA YORK 115, 4º PISO  
COL. NÁPOLES  
CIUDAD DE MÉXICO, 03810  
[WWW.IMT.MX](http://WWW.IMT.MX)  
[NORMAS@IMT.MX](mailto:NORMAS@IMT.MX)