

LIBRO: PRY. PROYECTO

TEMA: CAR. Carreteras

PARTE: 1. ESTUDIOS

TÍTULO: 06. Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes

CAPÍTULO: 004. Análisis Hidrológicos

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los criterios generales para ejecutar los análisis hidrológicos que se indican en la Fracción E.5. de la Norma N·PRY·CAR·1·06·001, *Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes*, para determinar, con base en la información procesada según se establece en la Norma N·PRY·CAR·1·06·003, *Procesamiento de Información*, los gastos que han de utilizarse en el diseño del puente, de acuerdo con los periodos de retorno que se establezcan conforme a lo indicado en la Cláusula D. de esta Norma, 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

Es referencia de esta Norma, la última versión del *Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal*, publicada por la Secretaría.

Además, esta Norma se complementa con las últimas versiones de las siguientes:

PRY. PROYECTO

CAR. CARRETERAS

N-PRY-CAR-1-06-004/00

NORMAS Y MANUALES

DESIGNACIÓN

Ejecución de Estudios Hidráulico-Hidrológicos para Puentes.....	N-PRY-CAR-1-06-001
Procesamiento de Información.....	N-PRY-CAR-1-06-003
Análisis Hidrológicos.....	M-PRY-CAR-1-06-004

C. ANÁLISIS HIDROLÓGICOS

El Ingeniero o Contratista de Servicios debe analizar, como se indica en el Manual M-PRY-CAR-1-06-004, *Análisis Hidrológicos*, las características fisiográficas e hidrológicas de la cuenca en estudio, determinadas como se señala en las Fracciones C.1. y C.2. de la Norma N-PRY-CAR-1-06-003, *Procesamiento de Información*, para determinar los gastos que han de utilizarse en el diseño hidráulico del puente para el que se realiza el estudio, de acuerdo con los periodos de retorno que se establecen en la Cláusula D. de esta Norma y según las características de la estructura por diseñar.

Los métodos de análisis que pueden utilizarse, dependiendo del tipo y confiabilidad de la información disponible, son:

C.1. MÉTODOS EMPÍRICOS

Estos métodos arrojan resultados poco confiables, pues proporcionan el gasto prácticamente con base en las características fisiográficas, por lo que sólo deben emplearse cuando no se disponga de información sobre las precipitaciones o los escurrimientos dentro de la cuenca en estudio, o bien para tener una idea preliminar de los escurrimientos que podrían ocurrir y programar los trabajos de campo.

De los métodos empíricos existentes, no deben emplearse aquellos en los que no intervengan aforos de las corrientes o intensidades de precipitación, ya que éstas tienen amplias variaciones en el territorio nacional.

El método empírico más comúnmente utilizado es el de Creager, descrito en el Manual M-PRY-CAR-1-06-004, *Análisis Hidrológicos*, que se aplica en cuencas mayores de treinta (30) kilómetros cuadrados.

C.2. MÉTODOS SEMIEMPÍRICOS

Los métodos semiempíricos se aplican cuando se dispone de información que caracterice la precipitación, la que relacionada con las características fisiográficas de la cuenca en estudio, permite calcular la magnitud de los escurrimientos en el sitio donde se proyecte la nueva estructura, para los periodos de retorno que se establezcan.

Estos métodos arrojan resultados más confiables que los métodos empíricos, particularmente si la respuesta de la cuenca a una precipitación es rápida, deben emplearse siempre que se disponga de información sobre las precipitaciones dentro de la cuenca en estudio.

Los métodos semiempíricos más comúnmente utilizados, que se describen en el Manual M-PRY-CAR-1-06-004, *Análisis Hidrológicos*, son:

- Método Racional. Para cuencas hasta de veinticinco (25) kilómetros cuadrados, aunque también se puede aplicar en cuencas hasta de cien (100) kilómetros cuadrados, considerando que el grado de confiabilidad disminuye al incrementarse el área.
- Método de Horton. Este método, desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército y Fuerza Aérea de los Estados Unidos, aprovechando las amplias investigaciones desarrolladas por el investigador R. E. Horton en materia de escurrimiento superficial, es aplicable a cuencas planas y de poca pendiente, en las que el escurrimiento no ha formado cauces y fluye en forma laminar, como puede ser el proveniente de una ladera o el de la superficie de rodamiento de una carretera, con áreas hasta de uno coma cinco (1,5) kilómetros cuadrados. En ocasiones se puede utilizar para cuencas más grandes, considerando que a mayores dimensiones los resultados serán menos confiables.
- Método de Chow. Este método, que fue deducido con base en los conceptos de hidrogramas unitarios e hidrogramas unitarios sintéticos, es probablemente el más confiable de los métodos

semiempíricos, por lo que debe aplicarse siempre que sea posible, particularmente para cuencas hasta de veinticinco (25) kilómetros cuadrados, aunque también se puede aplicar en cuencas con áreas hasta de doscientos cincuenta (250) kilómetros cuadrados, considerando que a mayores dimensiones los resultados serán menos confiables. Para cuencas más grandes, cuyas corrientes no estén aforadas, es necesario comparar los resultados que se obtengan con los que se determinen mediante métodos estadísticos para otra cuenca aforada dentro de la misma región hidrológica, como se indica en el Inciso E.3.12. del Manual M-PRY-CAR-1-06-004, *Análisis Hidrológicos*.

C.3. MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Los métodos estadísticos se aplican cuando se dispone de los gastos máximos anuales medidos en las estaciones hidrométricas instaladas en la corriente en estudio o en corrientes vecinas de características fisiográficas semejantes y son los más confiables para determinar la magnitud de los escurrimientos en el sitio donde se proyecte la nueva estructura, de acuerdo con los periodos de retorno que se establezcan, por lo que deben utilizarse siempre que sea posible.

D. PERIODOS DE RETORNO

Los periodos de retorno que han de considerarse para determinar los gastos que se utilicen en el diseño del puente para el que se realice el estudio son:

D.1. PERIODO DE RETORNO PARA EL GASTO DE CONSTRUCCIÓN

El gasto de construcción (Q_{co}), que es el máximo que ha de esperarse durante la etapa de construcción del puente por proyectar y que determina los tirantes correspondientes al nivel de aguas de construcción (NAC), permitiendo la definición de los procedimientos constructivos y de las obras de desvío o protección, entre otras, se calcula para un periodo de retorno de cinco (5) años.

D.2. PERIODO DE RETORNO PARA EL GASTO TEÓRICO DE DISEÑO

El gasto teórico de diseño (Q_{TDI}), que hidrológicamente es el máximo que ha de esperarse durante la etapa de operación del puente por proyectar, se calculará para el periodo de retorno que se determine considerando el tipo, la vida útil y el costo de la estructura, el costo de sus posibles reparaciones y el riesgo que se puede aceptar de que la obra falle, así como las consecuencias de su colapso. Sin embargo, en términos generales, se seguirán los siguientes criterios:

- D.2.1. Para puentes con longitud hasta de cien (100) metros en carreteras tipos "C" y "D", según la clasificación del *Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal*, el periodo de retorno debe ser de cincuenta (50) años.
- D.2.2. Para puentes con longitud mayor de cien (100) metros o de cualquier longitud en autopistas y carreteras tipos "ET", "A" y "B", según la clasificación del *Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal*, el periodo de retorno debe ser de cien (100) años
- D.2.3. Si se trata de grandes ríos, que se hayan canalizado para no afectar poblaciones importantes o zonas industriales, el periodo de retorno debe ser el que se haya utilizado en el diseño de la canalización.

D.3. PERIODO DE RETORNO PARA GASTOS COMPLEMENTARIOS

Con el propósito de valorar los efectos que se pudieran tener en la superestructura del puente o su cimentación, en el probable caso de que se presente durante su vida útil una avenida con un periodo de retorno mayor al considerado en su diseño hidráulico, es necesario calcular los gastos máximos para periodos de retorno de quinientos (500) y mil (1 000) años (Q_{500} y Q_{1000} , respectivamente).