

**AVENIDAS DE DISEÑO PARA LOS TÚNELES  
DE CONDUCCIÓN DEL RÍO GRIJALVA**

**ANEXO**

**CRITERIOS DE DISEÑO  
HIDROLÓGICO**

## ANEXO A

### CRITERIOS DE DISEÑO HIDROLÓGICO

#### A1.1 Normas generales para los estudios hidrológicos

Actualmente se dispone de numerosos documentos elaborados con el enfoque de Términos de Referencia, los cuales especifican como se debe realizar un estudio o proyecto determinado, pues estos fueron formulados para tal propósito. Sin embargo, una normatividad general para la elaboración de estudios hidrológicos, no se dispone y únicamente se tiene la que fue propuesta para su análisis, discusión, modificación y aceptación de las referencias (Campos Aranda, 1991) y (Campos Aranda, 1993).

En esta propuesta los diversos tipos de obras hidráulicas se clasifican en siete grupos que son:

- 1) Presas de almacenamiento de propósitos múltiples (embalses medianos y grandes).
- 2) Presas de almacenamiento de propósito único (embalses pequeños).
- 3) Presas de derivación y tomas directas.
- 4) Presas rompe-picos y de control.
- 5) Rectificación y encauzamiento de ríos.
- 6) Estructuras de drenaje de acueductos y caminos.
- 7) Sistemas de drenaje pluvial agrícola.

Para cada tipo de obra se describe de manera concisa el planteamiento y características generales de su estudio hidrológico (Campos Aranda, 1991), tratando con detalle los aspectos de crecientes de diseño en embalses (Campos Aranda, 1993). En esta clasificación de obras debe incluirse dada su importancia actual, los sistemas de drenaje urbano (Campos Aranda, 1999).

#### A1.2 Criterios generales para avenidas de diseño

El diseño hidrológico es el proceso de cuantificación del impacto de los eventos hidrológicos en un sistema de recursos hidráulicos, así como la selección de valores para las variables clave del sistema, para buscar que el desempeño de este sea adecuado (Chow, 1988). A través del diseño hidrológico se obtienen los planos para una nueva estructura hidráulica, tal como un dique de protección contra crecientes, o bien los programas de operación de un sistema existente, así como el mapa de una planicie de inundación donde se limitan las diversas áreas de construcción, (Campos Aranda, 1999).

En general, los propósitos de la planeación y manejo de los recursos hidráulicos se pueden agrupar en dos grandes enfoques. Por una parte, están los proyectos de *aprovechamiento* o uso del agua, que incluyen el abastecimiento para fines domésticos e industriales, el riego, la generación de energía hidroeléctrica, la recreación, la conservación de la fauna y la pesca, el control de la calidad del agua y el manejo de cuencas. Por otra parte, están los proyectos de *control*, los cuales incluyen los sistemas de drenaje, la reducción de crecientes con embalses, el abatimiento de la contaminación y el control de sedimentos, salinidad e insectos, (Chow, 1988).

En términos generales, los factores más importantes que rigen la selección de los valores o magnitudes de diseño, son la seguridad y el costo. Por ejemplo, es muy costoso diseñar

alcantarillas y pequeños puentes para un gasto enorme, sin embargo, un gran embalse no de ser diseñado para dar paso a una creciente pequeña, pues ello puede resultar en una catástrofe, debida a la falla del embalse. La magnitud óptima de diseño es aquella que balancea las consideraciones de conflicto entre seguridad y costo. En la tabla A1.1 se presentan los criterios generales de diseño para obras de control, propuestos en la referencia (Chow, 1988).

### A1.3 Norma hidrológica de 1996

En 1996 la Comisión Nacional del Agua, a través de la Subdirección Técnica dio a conocer la *norma hidrológica*, (GASIR, 1996), que define los periodos de diseño de las diferentes obras hidráulicas, la cual se presenta en la tabla A1.2.

**Tabla A 1.1. Periodos de retorno recomendados para diseños hidrológicos en diversas obras hidráulicas de control (Chow, 1988).**

Descripción de la obra o estructura:	Tr en años	Creciente Máxima Probable
Alcantarillas en carreteras y drenaje de aeropuertos de		
tráfico bajo	5 a 10	—
tráfico intermedio	10 a 25	—
tráfico alto	50 a 100	—
Puentes en carreteras de		
sistemas secundarios	10 a 50	—
sistemas primarios	50 a 100	—
Drenaje en granjas o agrícola		
alcantarillas y zanjas	5 a 50	—
Drenaje urbano		
alcantarillado en ciudades pequeñas	2 a 25	—
alcantarillado en ciudades grandes	25 a 50	—
Diques de protección		
áreas forestales y planicies de inundación	≤ 10	—
granjas	2 a 50	—
zonas agrícola-industrial	50	—
grandes plantas industriales y redes de transporte importantes	100	—
ciudades	50 a 200	—
Presas cuya falla no causa pérdidas de vidas humanas (peligro bajo)		
presa pequeñas	50 a 100	—
presas intermedias	> 100	—
presas grandes	—	50 a 100%
Presas cuya falla puede causar pérdidas de vidas humanas (peligro significativo)		
presa pequeñas	> 100	50%
presas intermedias	—	50 a 100%
presas grandes	—	100%
Presas cuya falla causará considerable pérdidas de vidas humanas (peligro alto)		
presa pequeñas	—	50 a 100%
presas intermedias	—	100%
presas grandes	—	100%

Avenidas de diseño para los túneles de conducción del río Grijalva

**Tabla A1.2. Períodos de retorno en años del gasto de diseño en diversos tipos de obras hidráulicas (GASIR, 1996).**

Descripción de la Obra Hidráulica	Tr
<i>1. Drenaje Pluvial</i>	
1.1 Lateral libre en calles de poblados donde se tolera encharcamientos de corta duración	2
1.2 Lateral libre en calles de poblados donde no se tolera encharcamiento temporal	2
1.3 de zonas agrícolas	5
1.4 de zonas urbanas:	
1.4.1 poblados pequeños con < de 100,000 habitantes	2 a 5
1.4.2 poblados medianos con 100,000 a un millón de habitantes	5 a 10
1.4.3 poblados grandes con más de un millón de habitantes	10 a 25
1.5 Aeropuertos y estaciones de ferrocarril y de autobuses	10
1.6 Cunetas y contracunetas en caminos y carreteras	5
<i>2. Estructuras de Cruce (Puentes y Alcantarillas)</i>	
2.1 Puentes carreteros en:	
2.1.1 caminos locales que comunican poblados pequeños	25 a 50
2.1.2 caminos regionales que comunican poblados medianos	50 a 100
2.1.3 carreteras que comunican poblados grandes (ciudades)	500 a 1,000
2.2 Puentes de ferrocarril en:	
2.2.1 vías locales aisladas (desvíos)	50 a 100
2.2.2 vías secundarias regionales	100 a 500
2.2.3 vías primarias del país	500 a 1,000
2.3 Puentes canales o tuberías en conducción de agua	
2.3.1 para riego en áreas menores de 1,000 ha	10 a 25
2.3.2 para riego en áreas de 1,000 a 10,000 ha	25 a 50
2.3.3 para riego en áreas > de 10,000 ha	50 a 100
2.3.4 de abastecimiento industrial	50 a 100
2.3.5 de abastecimiento de agua potable	100 a 500
2.4 Puentes para tuberías de petróleo y gas	25 a 50
2.4.1 de abastecimiento secundario local	25 a 50
2.4.2 de abastecimiento regional	50 a 100
2.4.3 de abastecimiento primario	100 a 500
2.5 Alcantarillas para paso de cauces pequeños	
2.5.1 en caminos locales que comunican poblados pequeños	10 a 25
2.5.2 en caminos regionales que comunican poblados medianos	25 a 50
2.5.3 en caminos primarios que comunican poblados grandes (ciudades)	50 a 100
<i>3. Delimitación de Zonas Federales</i>	
3.1 Cauces libres en:	
3.1.1 zonas semiáridas a húmedas	5
3.1.2 zonas áridas con régimen de escurrimiento errático	10 o mayor
3.1.3 zonas de desbordamiento	(Nota 1)

Anexo

3.2 Cauces con obras de control (además del tramo libre debe tenerse en cuenta el gasto regulado)	(Nota 2)
4. <i>Delimitación de Zonas de Protección en Obras Hidráulicas</i>	A juicio de la CNA
5. <i>Encauzamiento de Cauces</i>	
5.1 Corrientes libres en zona:	
5.1.1 agrícola de extensión pequeña (< de 1,000 ha)	10 a 25
5.1.2 agrícola de extensión mediana (de 1,000 a 10,000 ha)	25 a 50
5.1.3 agrícola de extensión grande (> de 10,000 ha)	50 a 100
5.1.4 de protección a poblaciones pequeñas	50 a 100
5.1.5 de protección a poblaciones medianas	100 a 500
5.1.4 de protección a poblaciones grandes	500 a 1,000
5.2 Corrientes controladas:	
5.2.1 existe un tramo libre	(Nota 3)
5.2.2 no existe un tramo libre	(Nota 4)
6. <i>Presas Derivadoras</i>	
6.1 para zona de riego pequeña (< de 1,000 ha)	50 a 100
6.1 para zona de riego mediana (1,000 ha a 10,000 ha)	100 a 500
6.1 para zona de riego grande (> de 10,000 ha)	500 a 1,000
7. <i>Obras de Desvío Temporal</i>	
7.1 para presas pequeñas	10 a 25
7.2 para presas medianas	25 a 50
7.3 para presas grandes	50 a 100
7.4 cauce de alivio en cauces	25 a ≥ 50 *
8. <i>Presas de Almacenamiento</i>	
8.1 de jales (lodo del procesamiento de minerales en minas)	500 a 1,000
8.2 para azolve del acarreo del suelo de la cuenca	500 a 1,000
8.3 para abastecimiento de agua potable, riego, energía hidroeléctrica, etc.	(ver cuadro siguiente)

\* según importancia.