



CONSEJO ACADÉMICO DEL AGUA

IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Crecimiento Urbano

**Aspectos de la
Problemática**

IMPERMEABILIZACIÓN

**Tendencias
Típicas**

URBANIZACIÓN

FALTA DE ESPACIO PARA EL MANEJO DEL AGUA

Inundaciones urbanas

CONSECUENCIAS

DESDE EL PUNTO DE VISTA HIDROLÓGICO



Aumento del gasto pico en la cuenca

- Disminución del tiempo de concentración
- Reducción del tiempo pico
- Aumento del volumen escurrido
- Aumento de velocidades



Deslave de zonas altas

- Modificación de la morfología de ríos
- Aumento de sedimentos
- Taponamiento en zonas bajas
- Saturación de arroyos y redes
- Baja eficiencia de bocas de tormenta
- Acarreo de sólidos y basura
- Obturación de redes para trabajos

Conceptos de drenaje urbano

Concepción Tradicional

Obras para la **evacuación rápida** de las aguas pluviales y de los desechos industriales y domésticos.

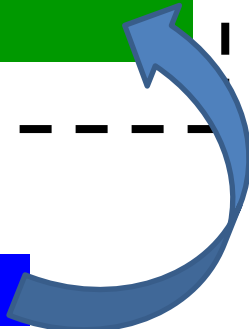
No aceptable en el mundo actual

Concepción Actual

Medidas para **minimizar los riesgos hidrológicos y sus impactos** considerando el desarrollo urbano armónico, articulado y sustentable.

Comprensión integrada del ambiente urbano

Manejo Integral de las Aguas Pluviales



IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Modificación del ciclo hidrológico

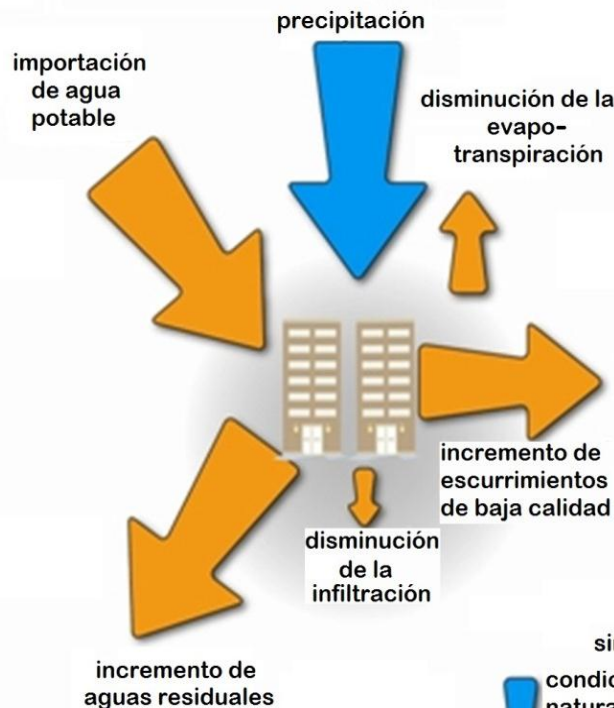
Estado Natural

ciclo hidrológico natural



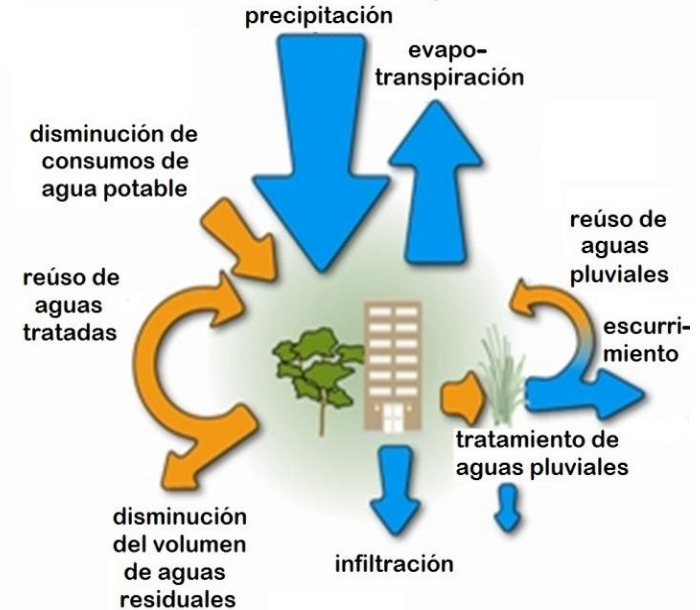
Estado Actual

ciclo hidrológico modificado por la urbanización



Estado propuesto

ciclo hidrológico con desaceleración de impactos



simbología



condición natural



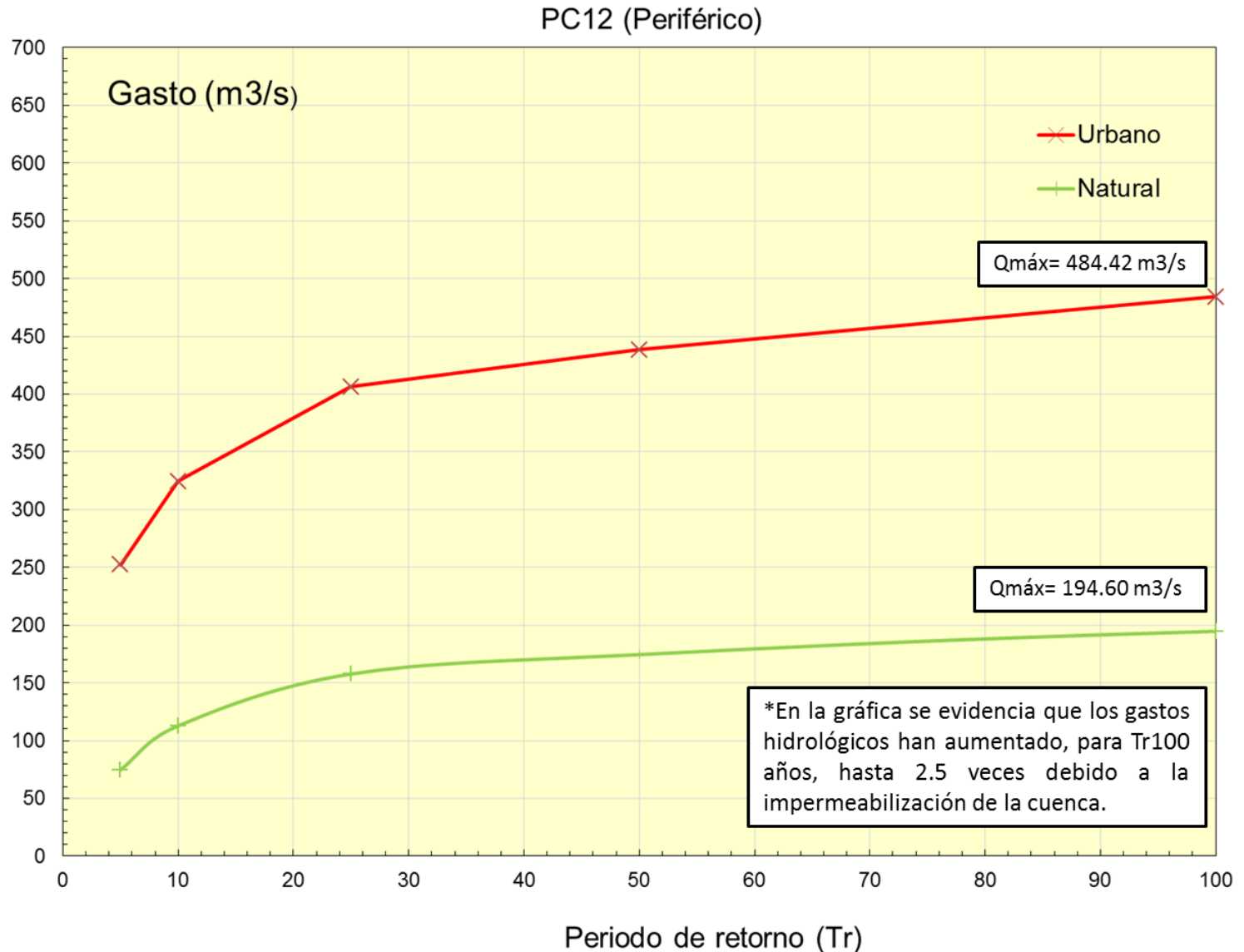
condición alterada

Cuenca del Río Atemajac: 7400 Ha.



La urbanización en la cuenca ha aumentado **3 veces** la cantidad de agua que ahora escurre por las calles, por lo que el cauce natural ya no tiene capacidad para conducir el agua de lluvia.

IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO



Cambios en la cuenca por urbanización

El escurrimiento natural que era de 194 m³/s se incremento 2.5 veces para llegar a 485 m³/s.



IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

- Urbanización de la zona norte de Guadalajara, 1965-2010.



IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Esto se refleja anualmente en encharcamientos e inundaciones.



IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO



IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO



IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO



IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO



IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

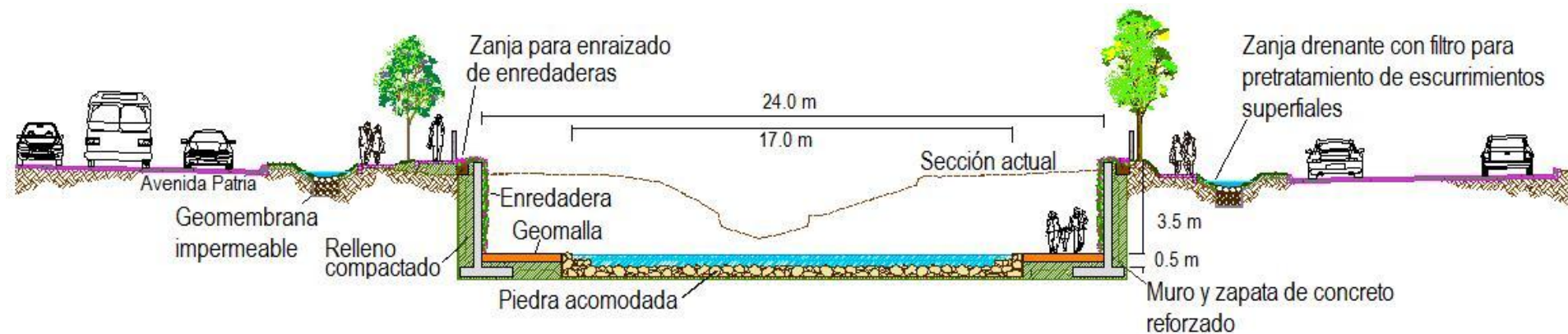
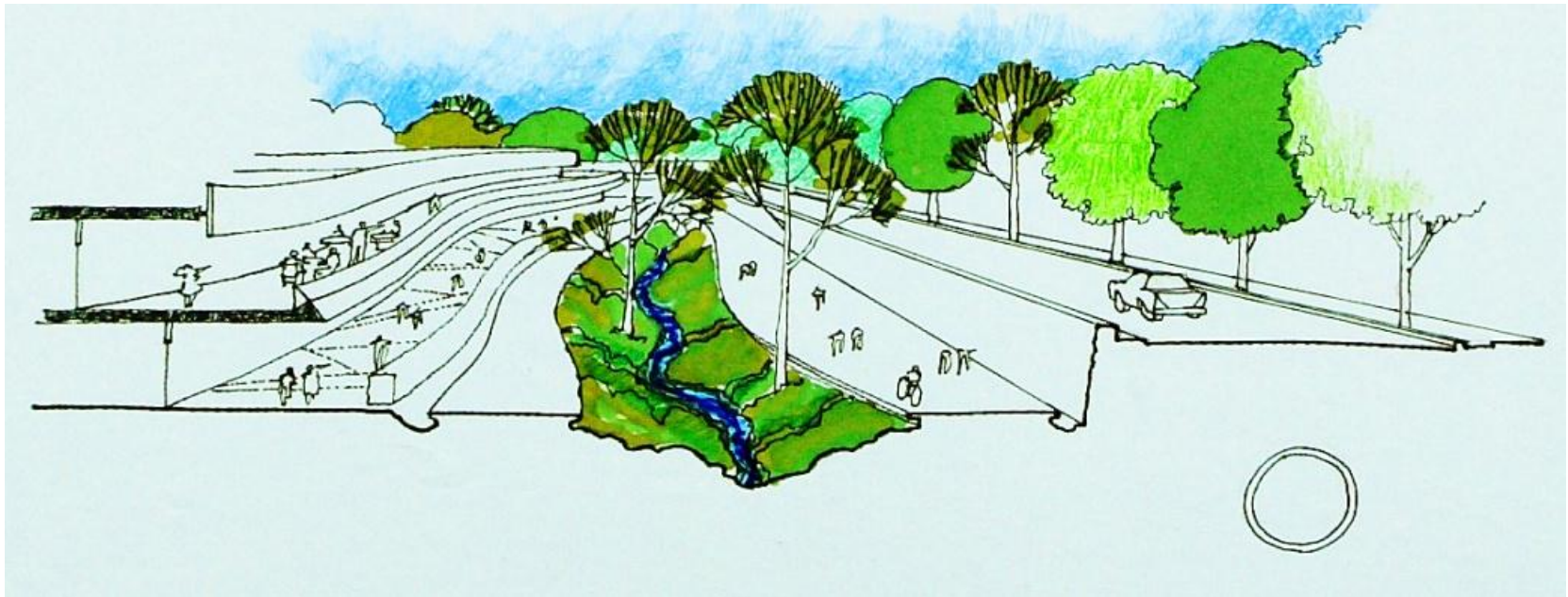


IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO



IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Proyecto río Atemajac



Normatividad en el Estado de Jalisco



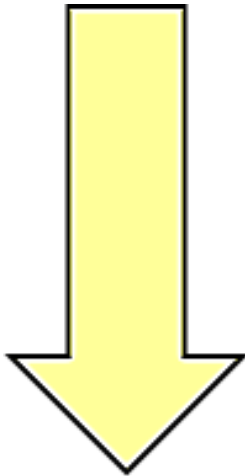
Artículo 86-Bis. Toda ocupación que genere superficies impermeables, deberá poseer un dispositivo de control del escurrimiento del agua de origen pluvial.

Serán consideradas áreas impermeables todas las superficies que no permitan la infiltración del agua hacia el subsuelo.

El agua precipitada sobre el terreno no podrá ser drenada directamente hacia las calles, cunetas o redes de drenaje.

Artículo 86 bis.

ORGANISMO
OPERADOR



El agua precipitada sobre el terreno no podría ser drenada directamente hacia las calles, cunetas o redes de drenaje.

La comprobación del mantenimiento de las condiciones hidrológicas de ocupación previa en el lote o en la urbanización deberá ser presentada al organismo operador de donde se trate, acompañada de la documentación técnica que dé sustento a la misma. Quedará a cargo Organismo operador la definición de los requerimientos mínimos de estos estudios hidrológicos e hidráulicos.

Para áreas inferiores a diez hectáreas y cuando el control adoptado por el urbanizador sea un depósito de detención, el volumen necesario de la obra seguirá los lineamientos indicados por el Organismo operador.

El volumen de reserva necesario para áreas superiores a 10 (diez) hectáreas debe ser determinada a través de estudio hidrológico específico, con precipitación de proyecto con probabilidad de excedencia del 10% en cualquier año (periodo de retorno = 10 (diez) años para la verificación de los dispositivos de control se deberá considerar una precipitación de proyecto con probabilidad de excedencia del 2% en cualquier año (periodo de retorno = 50 (cincuenta) años).

En caso de que el urbanizador optara por otro tipo de dispositivo de control de escurrimiento, deberá considerar las indicaciones generales del reglamento que emita el organismo operador que le corresponda.

La construcción de todas las estructuras de control indicadas en éste artículo estará sujeta a la autorización del organismo operador que le corresponda, después de la debida evaluación de las condiciones mínimas de infiltración del suelo en el lugar del nuevo desarrollo habitacional, industrial, comercial o de otro tipo que debe ser presentada y comprobada fehacientemente por el interesado.

Todos los dispositivos de control deberán contemplar el drenaje contemplado del terreno para una lluvia equivalente a dos años del periodo de retorno y duración correspondiente al 120% del tiempo de concentración de la superficie analizada y estar de acuerdo con las especificaciones técnicas, que para tal fin, reglamente el organismo operador que le corresponda.

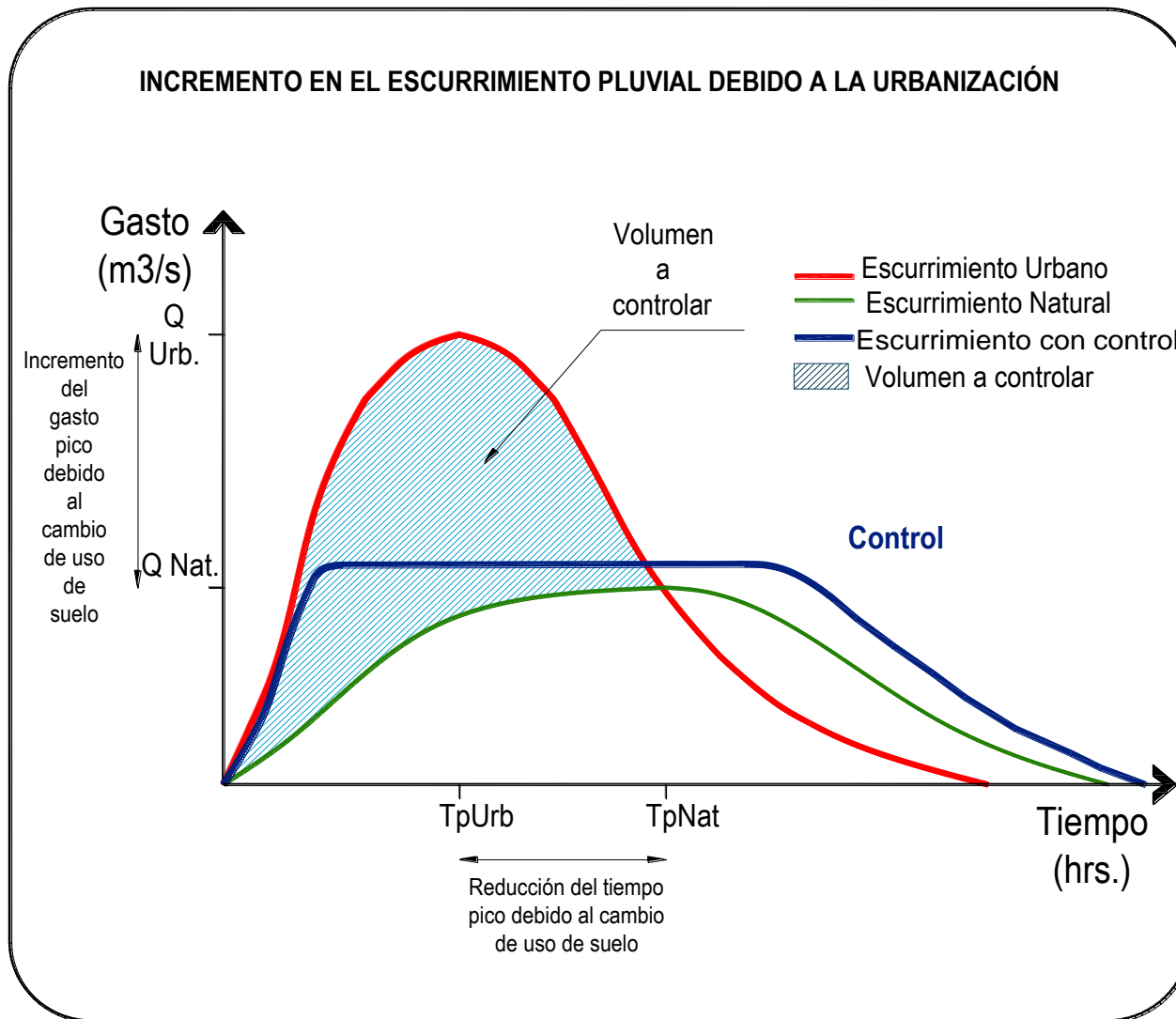
IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Principios Fundamentales

1. El drenaje urbano debe estar ligado a las cuencas hidrográficas.
2. Las aguas pluviales requieren espacio.
3. Ningún usuario urbano debe modificar el hidrograma "original" existente en la cuenca (impacto hidrológico "cero").
4. Los impactos hidrológicos de la urbanización no deben ser transferidos.
5. Las zonas contiguas a los ríos y arroyos urbanos forman parte de sus cauces.
6. La solución de los problemas debe involucrar la adopción de medidas estructurales y no estructurales.

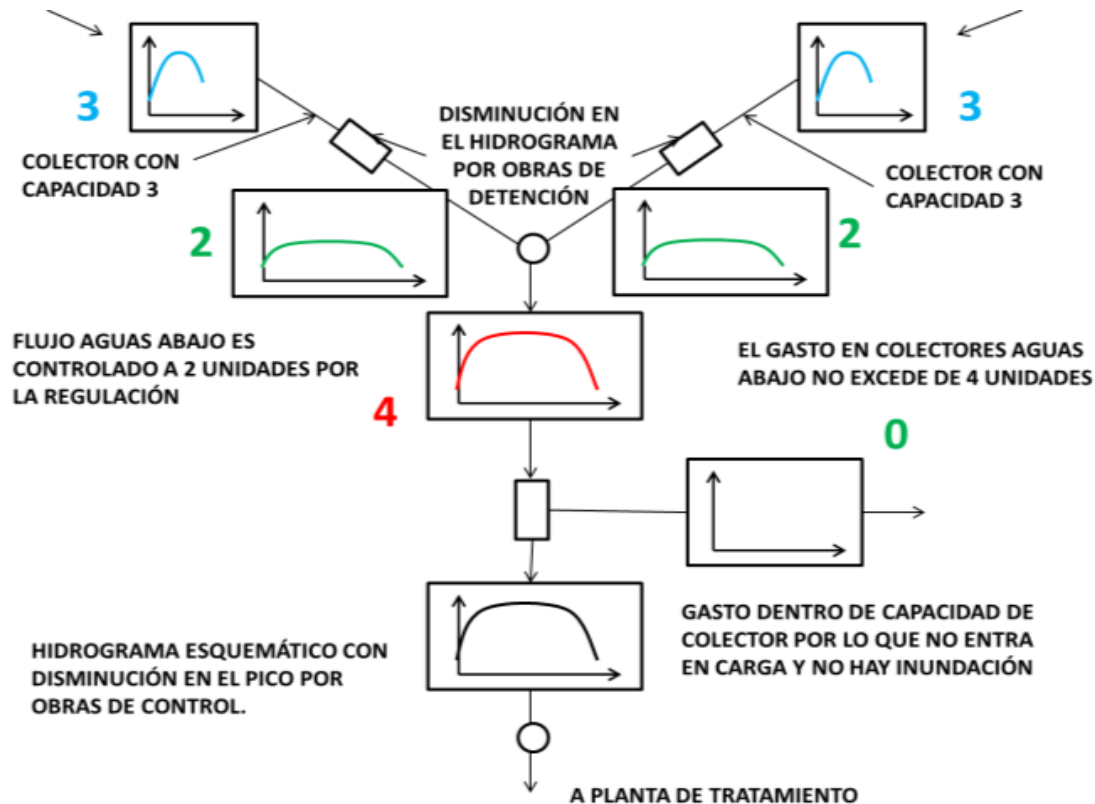
IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Impacto Hidrológico Cero



IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Impacto Hidrológico Cero



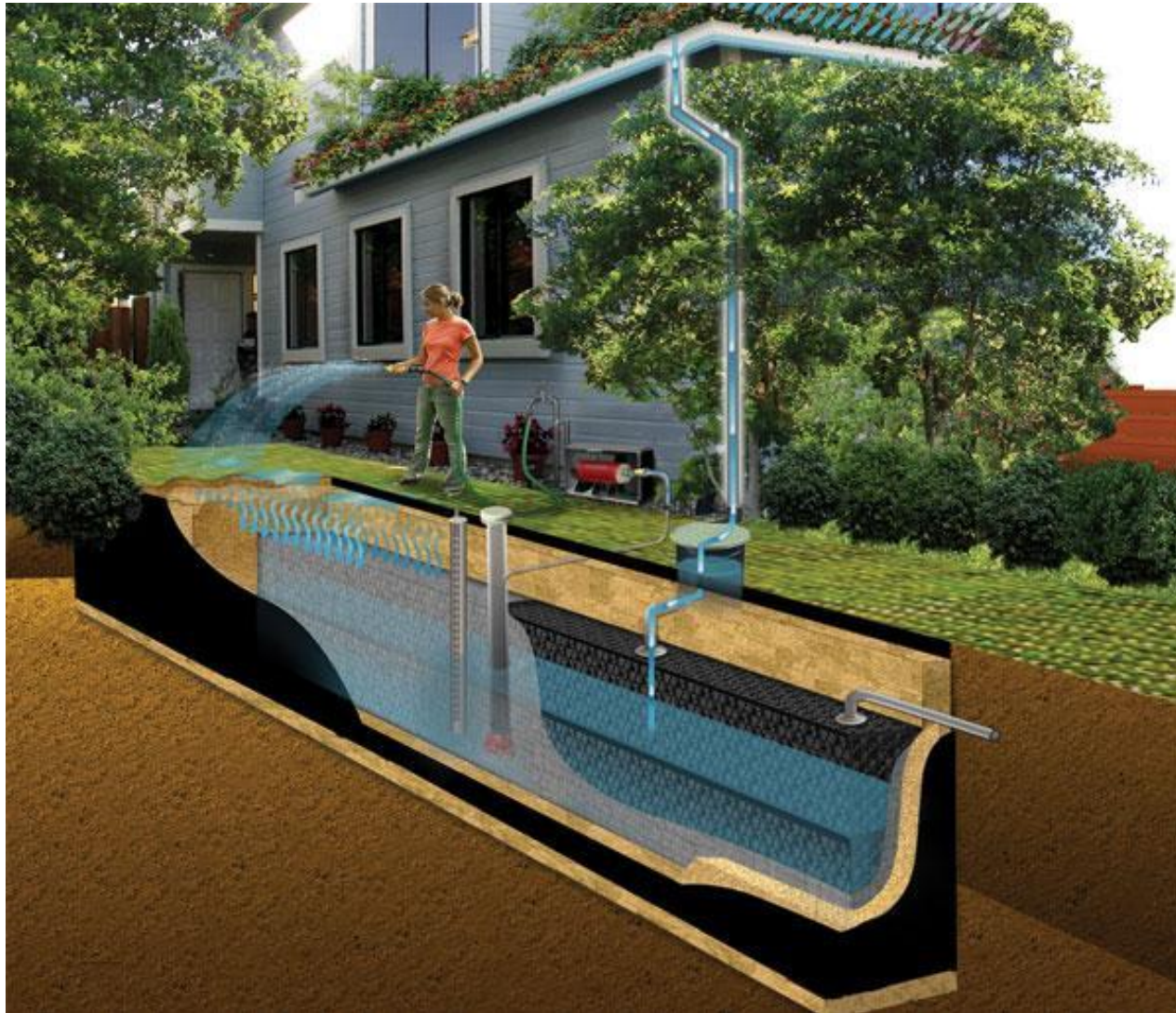
IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Regulación y control en el origen



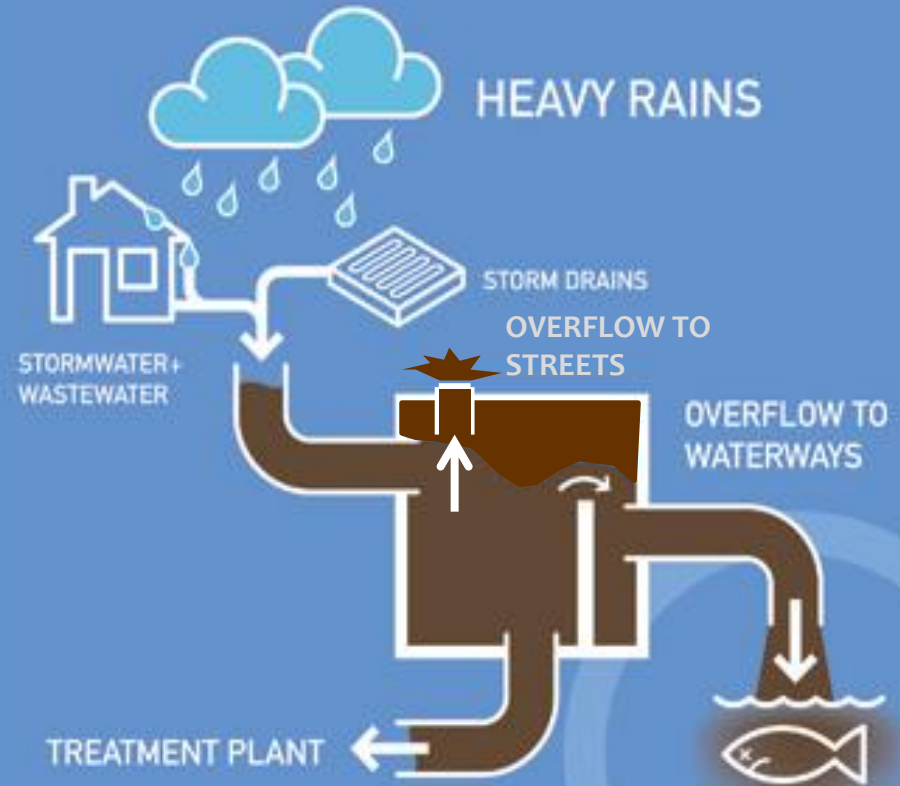
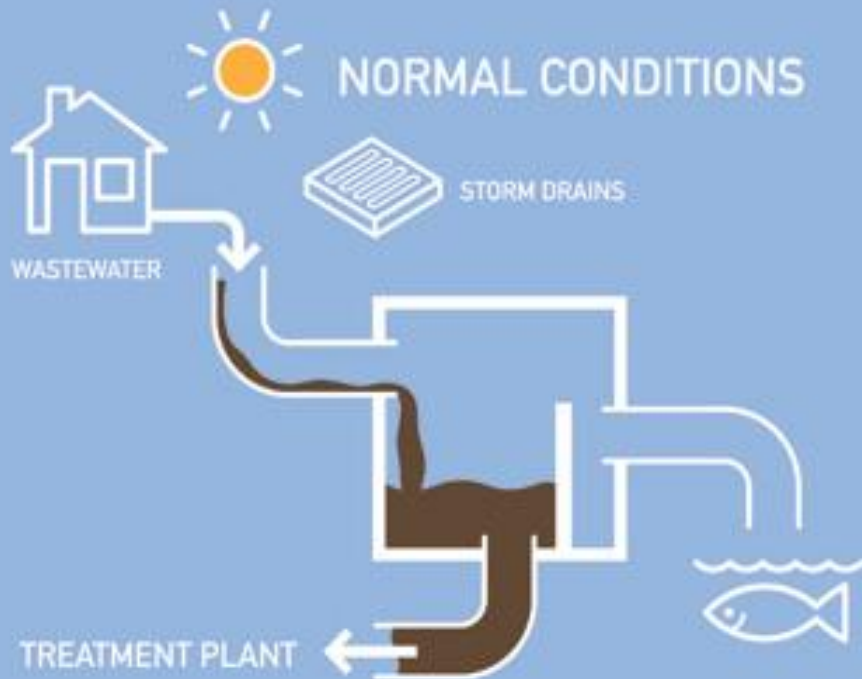
IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Regulación y control en el origen

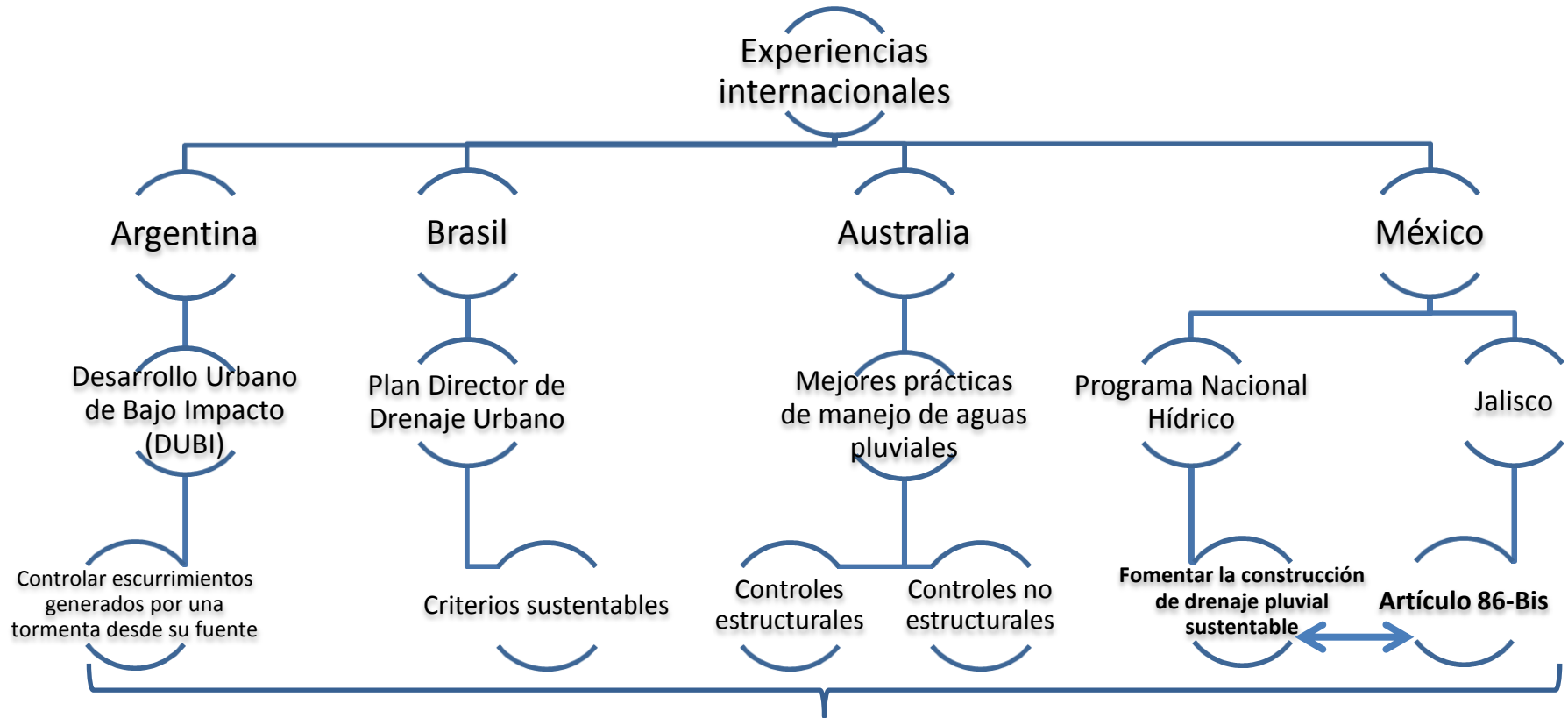


IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Derrames del alcantarillado combinado



IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO



- Principios de manejo: control de volumen, frecuencia, recarga y descarga.
- Infiltración, retención y detención en el origen.
- El escurrimiento natural no debe ser ampliado por los nuevos desarrollos que ocupan la cuenca
- Las ocupaciones del espacio urbano y el drenaje de las aguas pluviales deben priorizar los mecanismos naturales de escurrimiento.
- Promoción de los sistemas urbanos de drenaje sustentable o SUDS por sus siglas en inglés y la protección a los ambientes receptores.
- Aplicación en nuevos desarrollos habitacionales, comerciales e industriales el concepto de impacto hidrológico "cero".

IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO



- Principios de manejo: control de volumen, frecuencia, recarga y descarga.
- Infiltración, retención y detención en el origen.
- El escurrimiento natural no debe ser ampliado por los nuevos desarrollos que ocupan la cuenca
- Las ocupaciones del espacio urbano y el drenaje de las aguas pluviales deben priorizar los mecanismos naturales de escurrimiento.
- Promoción de los sistemas urbanos de drenaje sustentable o SUDS por sus siglas en inglés y la protección a los ambientes receptores.
- Aplicación en nuevos desarrollos habitacionales, comerciales e industriales el concepto de impacto hidrológico "cero".

IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Experiencias internacionales

Francia



Estimer le volume

Q/Sa (l/s/ha)	V/Sa (m ³ /ha)
20	265
15	305
10	350
8	380
4	450
6	410
2	510
1	590
0,4	875

Quelques coefficients de ruissellement

0,2

Espaces verts pleine terre

0,4

Espaces verts sur dalle classiques

0,4

Toitures terrasses végétalisées intensives ou semi-intensives (hauteur du système de végétalisation > ou égal à 15 cm)

0,5

Sol en stabilisé

0,6

Toitures terrasses végétalisées extensives (hauteur du système de végétalisation < à 15 cm)

0,7

Toitures terrasses gravillonnées

0,9

Voirie et autres surfaces imperméabilisées

0,95

Toitures en pente (zinc ou tuiles)

IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Legislación Federal

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-18

EJES

1. México en paz

OBJETIVOS

1.6. Salvaguardar a la población, a sus bienes y a su entorno ante un desastre de origen natural o humano

ESTRATEGIAS

1.6.1. Política estratégica para la prevención de desastres

PROGRAMA NACIONAL HÍDRICO 2014-18

OBJETIVOS

2. Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones

ESTRATEGIAS

2.1. Proteger e incrementar la resiliencia de la población y áreas productivas en zonas de riesgo de inundación y/o sequía

LÍNEA DE ACCIÓN

7. Fomentar la construcción de drenaje pluvial sustentable

IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Legislación Federal

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-18

EJES

1. México r
paz

**7. Fomentar la
construcción de
drenaje pluvial
sustentable**

N

IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

PROMIAP

1. Control de la contaminación de las aguas pluviales, regulación hidráulica y control de derrames o vertidos de la red de drenaje.

2. Desarrollo de un sistema de drenaje pluvial compatible y coordinado.

3. Construcción prioritaria de obras de infraestructura para control de escurrimientos con objeto de minimizar riesgos a la población.

4. Creación de un organismo intermunicipal con personalidad jurídica y patrimonio propio responsable del drenaje pluvial.

5. Creación de un reglamento de drenaje y manejo de aguas pluviales en el medio urbano.

6. Aplicación en nuevos desarrollos habitacionales, comerciales e industriales el concepto de impacto hidrológico "cero".

7. Protección contra inundaciones en edificios y zonas habitacionales.

8. Desconexión de drenes de azoteas de la red de drenaje sanitario.

9. Zonificación de cauces y áreas de regulación.

10. Implementación de medidas estructurales de bajo costo, también llamadas de control en la fuente o control en origen.

Legislación Estatal de Jalisco

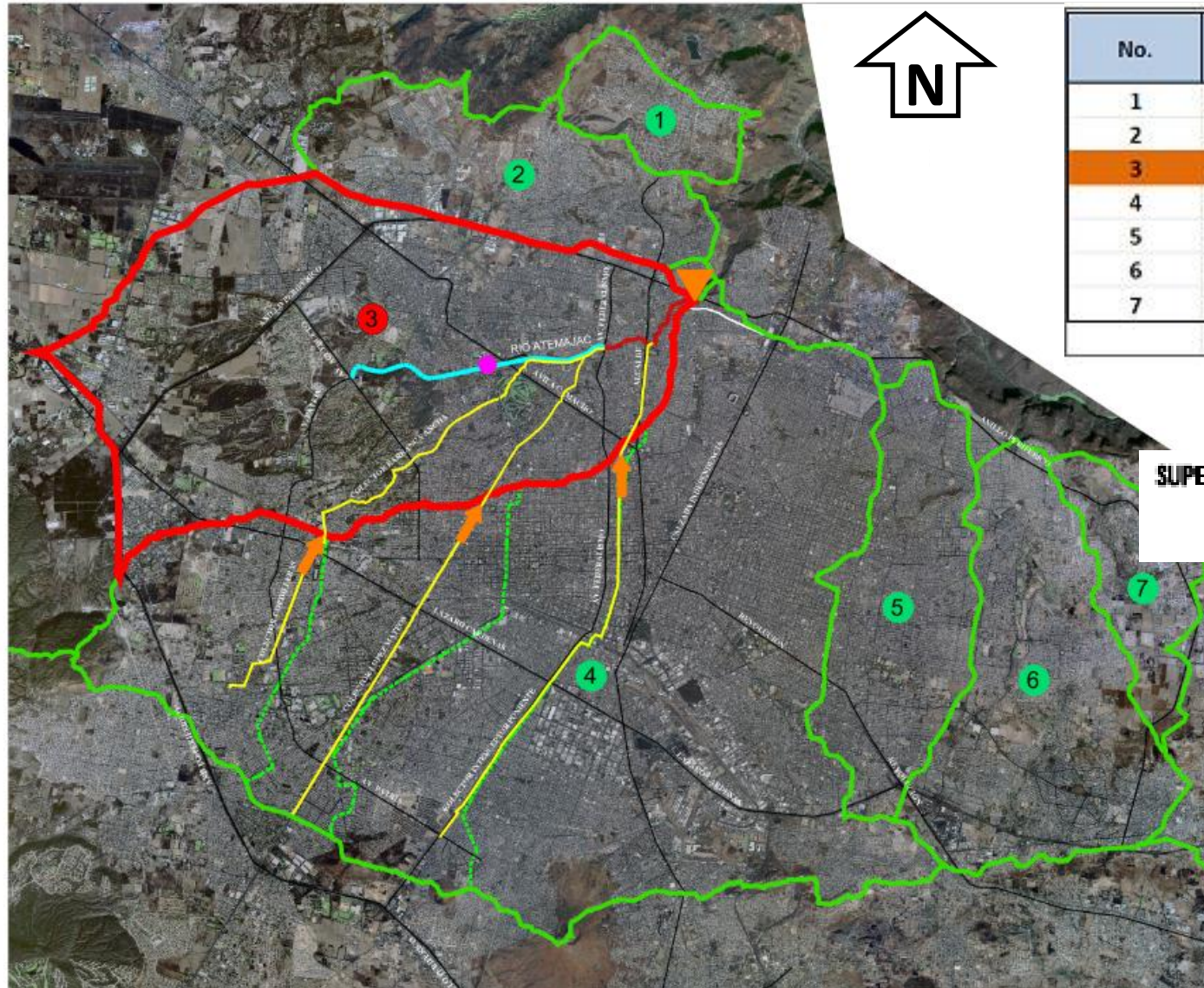
Todas las obras que ayuden a generar impacto hidrológico cero deben estar sustentadas por leyes de aguas y reglamentos de organismos operadores.

En Jalisco, desde el 22 de Noviembre de 2013, se adiciona a la ley del agua para el estado de Jalisco y sus municipios el **artículo 86-Bis**, la cual contempla que:

“Toda ocupación que genere superficies impermeables deberá poseer un dispositivo de control de escurrimiento del agua de origen pluvial”

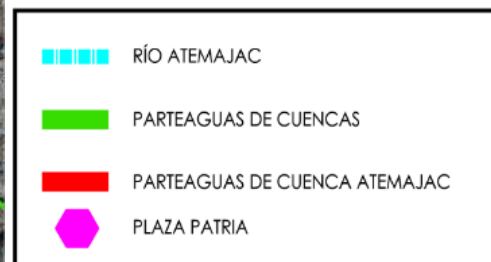
IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Cuenca de Atemajac



No.	CUENCA	SUPERFICIE HECTÁREAS
1	EL CABALLITO	727.00
2	ARROYO HONDO	2,094.00
3	ATEMAJAC	7,400.00
4	SAN JUAN DE DIOS	13,900.00
5	SAN ANDRES	2,300.00
6	OSORIO	3,400.00
7	SAN GASPAR	1,160.00
TOTAL:		30,981.00

SUPERFICIE PONDERADA CUENCA ATEMAJAC:
24%



IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

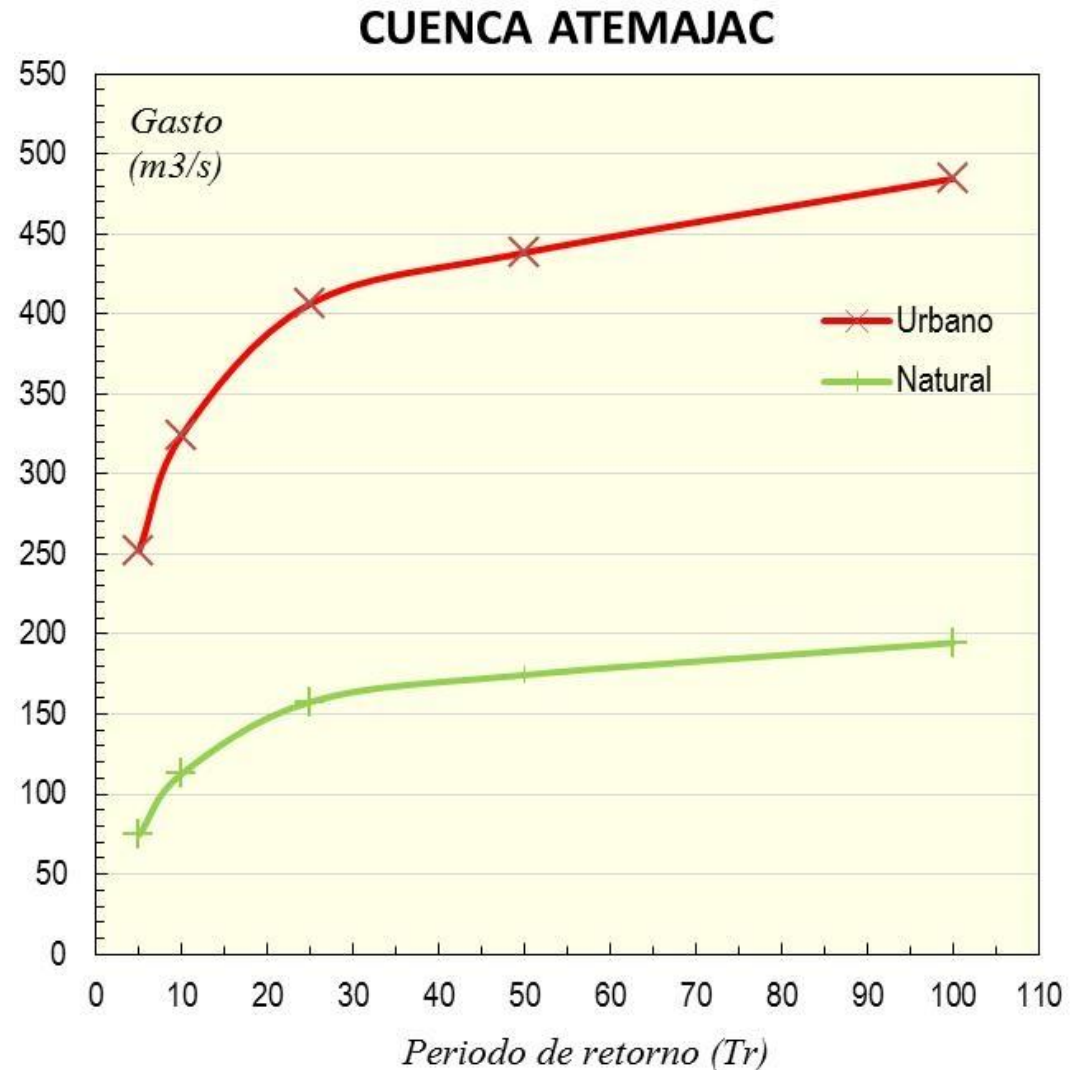
Análisis de impacto hidrológico cero en la cuenca Atemajac

Para $Tr=100$ años

Gasto natural= 194.60 m³/s

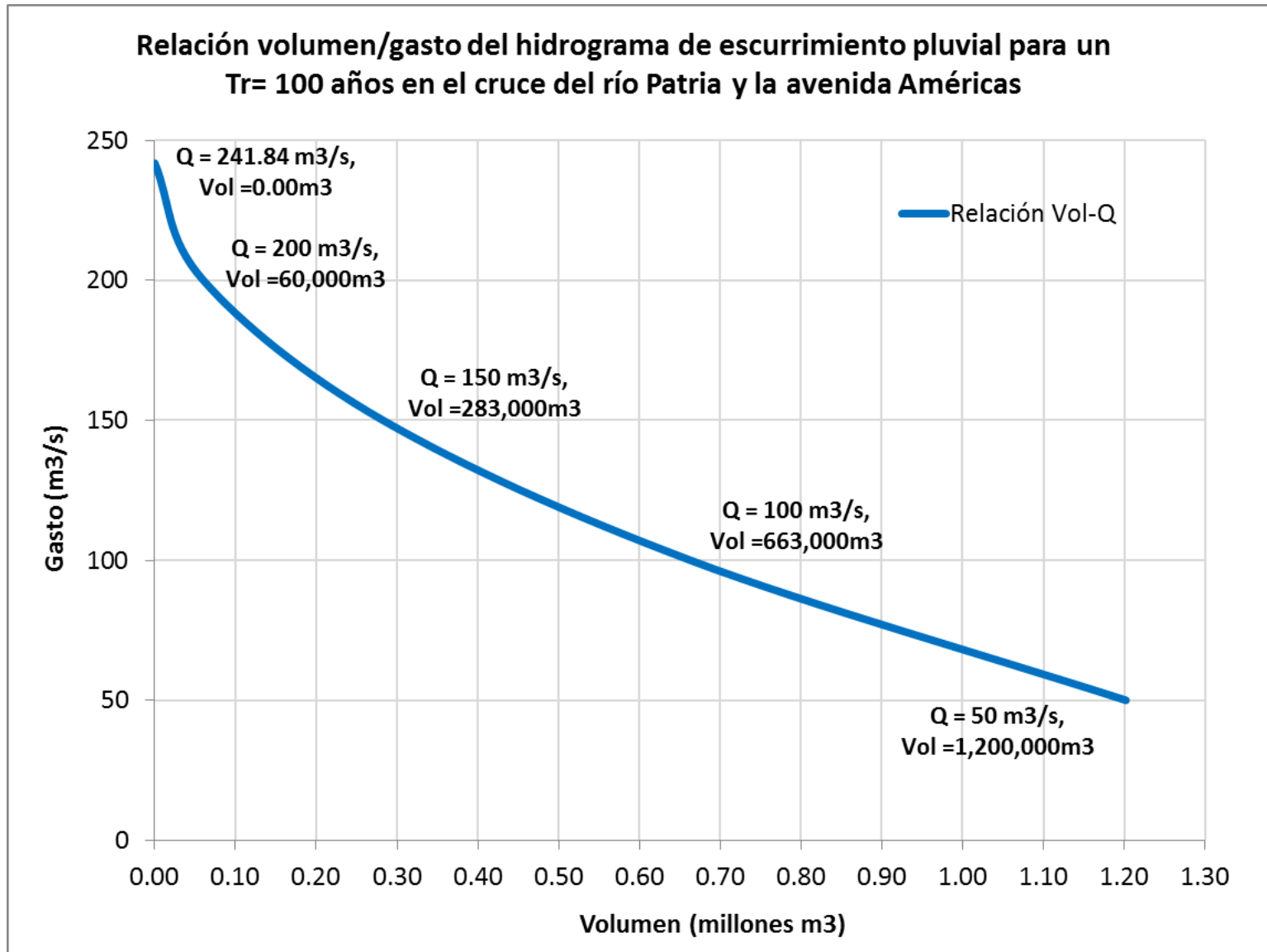
Gasto urbano= 484.42 m³/s

El gasto de escurrimiento se ha incrementado a 250%



IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Análisis de impacto hidrológico cero en la cuenca Atemajac



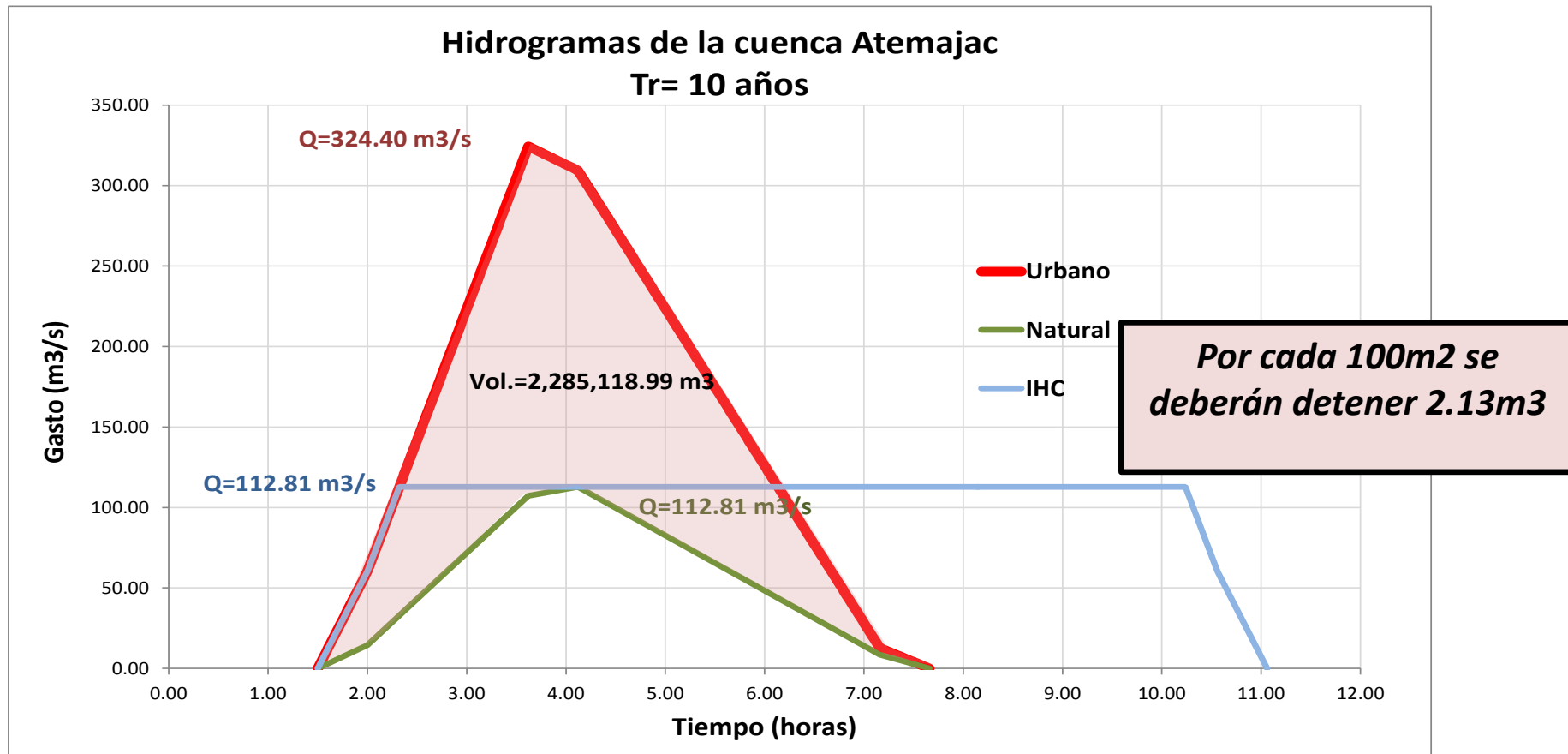
IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO

Análisis y aplicación del impacto hidrológico cero en la cuenca del río Atemajac

Q máx cuenca natural= 112.81 m³/s
Q máx cuenca urbana= 324.40 m³/s
 ΔQ por urbanización= 211.59 m³/s

Área= 7,400 ha
Tr= 10 años

Vol escurrimiento natural= 1,238,395.71 m³
Vol escurrimiento urbano= 3,523,514.70 m³
 ΔVol por urbanización= 2,285,118.99 m³



Conclusiones y recomendaciones

- Los problemas por inundaciones son en gran medida consecuencias del cambio de uso de suelo provocado por la urbanización.
- Es necesario tener un enfoque más integral acerca de las soluciones a dicho problema, ya que no es viable solamente diseñar conducciones grandes que evacuen rápidamente el flujo.
- El manejo integral propuesto en este escrito incluye como soluciones estructurales: modificación de flujos, protección contra inundaciones y reducción de contaminantes, en tanto que las no estructurales consideran: respuesta a emergencias, preparación contra inundaciones, legislación local y estatal, financiamiento, evaluación de impacto ambiental, medidas de recuperación de inundaciones.
- El impacto hidrológico cero es una herramienta importante para evitar que las urbanizaciones modifiquen en gran medida las condiciones naturales de escurrimiento.
- Gran parte del éxito de la aplicación del concepto implica la concientización de la ciudadanía en temas de manejo sustentable del agua pluvial.
- El control en el origen propone medidas en sitios lo más cercanos a donde se generan los flujos con el objetivo de minimizar la cantidad de escurrimiento y la contaminación del agua de origen pluvial.
- Fomentar la resiliencia en la población para minimizar riesgos y por lo tanto pérdidas.

IMPACTO HIDROLÓGICO CERO Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO ATEMAJAC EN JALISCO, MÉXICO



Tulipán No. 879, Ciudad de los Niños. Zapopan, Jal. 45040
ihs@ihsconsultores.com.mx | Teléfono: +52 (33) 3673-
1704 / 3673-6189