

# tercer foro fronterizo infraestructura verde

panel

## Control de inundaciones y sedimentos mediante el uso de infraestructura verde

Contemplar no es comprender, mirar no es ver,  
ver no es saber.

Además, ... no todo se deja ver

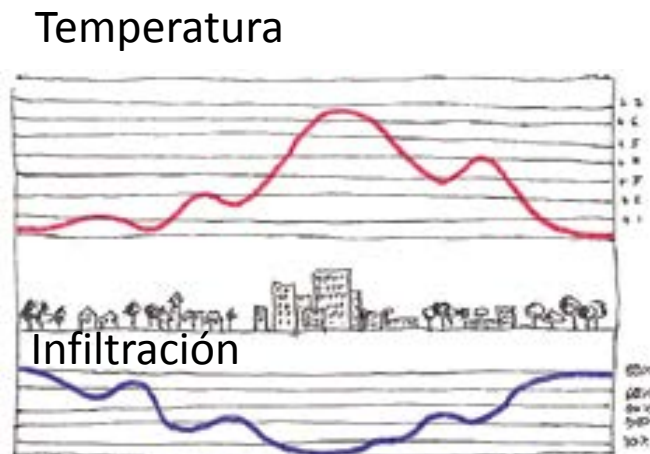
*Ikram Antaki*

Roberto Mejía Zermeño

## Algunas cifras de la UNESCO

- **0.1 ha** del área rural **se convierte en urbana** per cápita de incremento poblacional.
- Un **aumento de la impermeabilidad** de **40%** produce una **disminución del 50%** en los tiempos de distribución del escurrimiento y un **aumento del 90%** del **caudal máximo** de crecidas.
- **Cuando la densidad poblacional pasa de 0.4 hab/ha a 50 hab/ha** los tiempos de distribución del escurrimiento se reducen a la décima parte y los volúmenes escurridos aumentan diez veces.
- La **evapotranspiración** se reduce en un **38%**.

Las ciudades y poblaciones se han vuelto más vulnerables a los fenómenos hidrometeorológicos...





## Gestión de drenaje



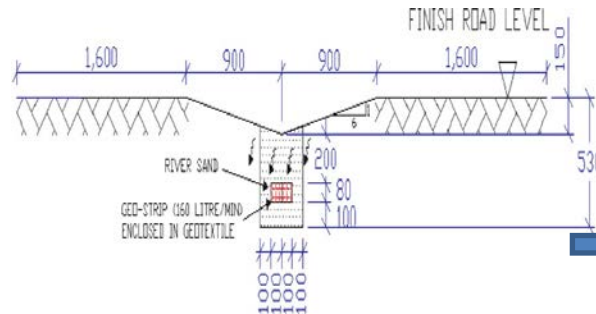
### Hidrología urbana

**Manejo de aguas pluviales** (drenaje pluvial)

Drenaje urbano pluvial, mixto

Organizar y aunar esfuerzos de instituciones

### Problemas existentes en zonas desarrolladas



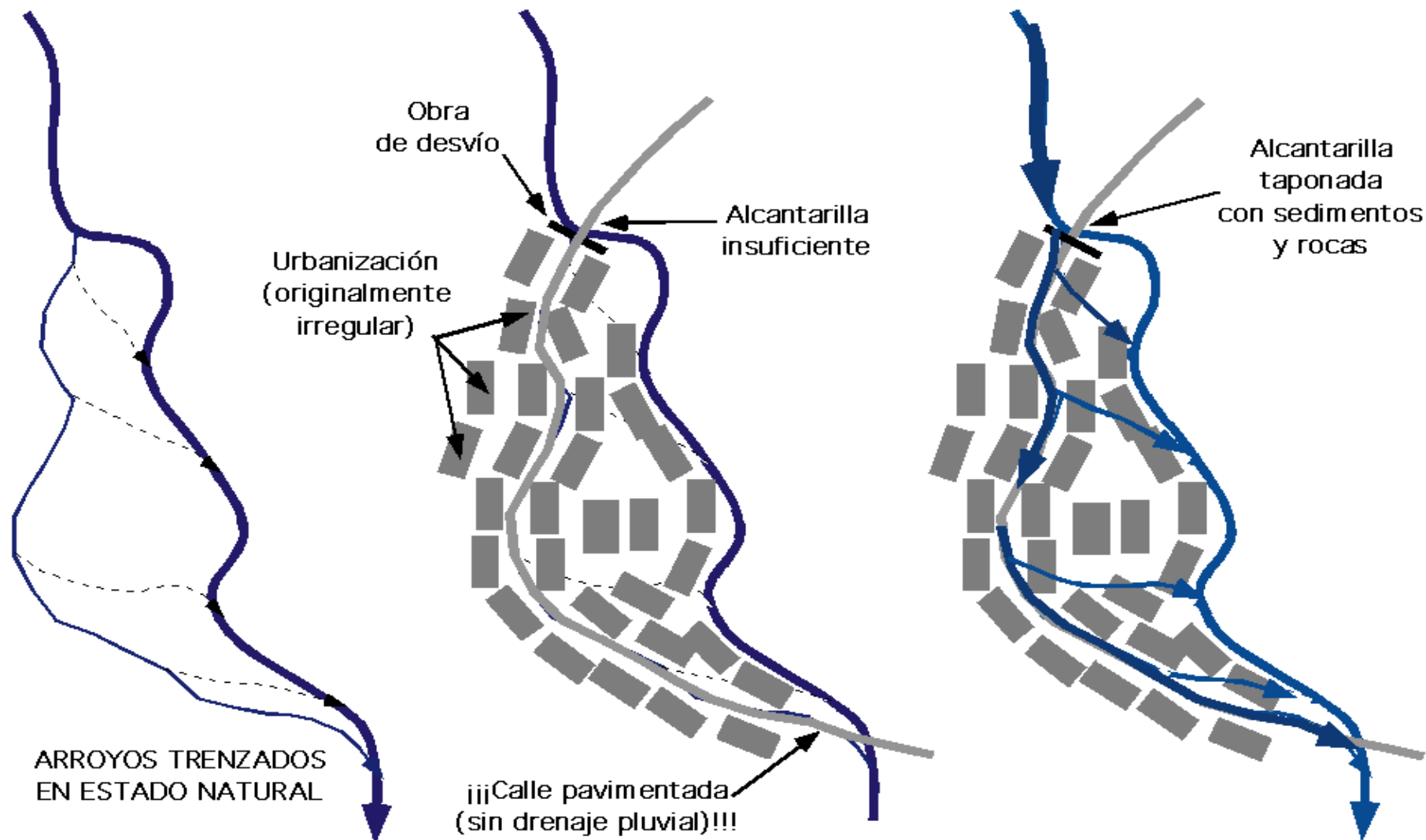
Gestión de nuevas urbanizaciones

## Cambio radical en la hidrología y fluvial en las cuencas naturales\*



\*Objetivo de la red

## EL CAUCE RECONOCE SU ANTIGUO CURSO



¿Qué es la red de cauces?

## FUNCIONALIDAD

DRENAJE DEL AGUA PLUVIAL

¿Cómo se gestiona?

Ser humano es  
parte del ambiente

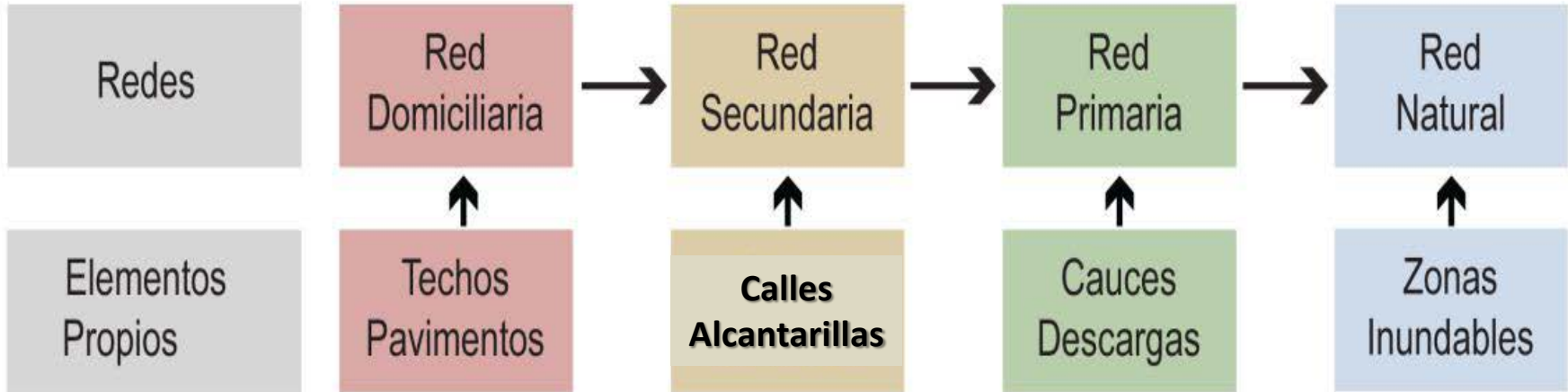
Federación, CONAGUA, SEMARNAT  
Estado, CEA  
Municipio, OO

Sistema de drenaje de aguas de lluvias

Red domiciliaria  
Red primaria  
Red secundaria  
Red natural

\* Nada natural- todo

\* Alamar

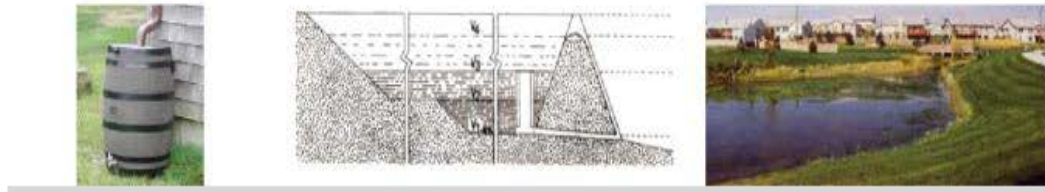


Complementos

Infiltración



Almacenamiento



Conducción

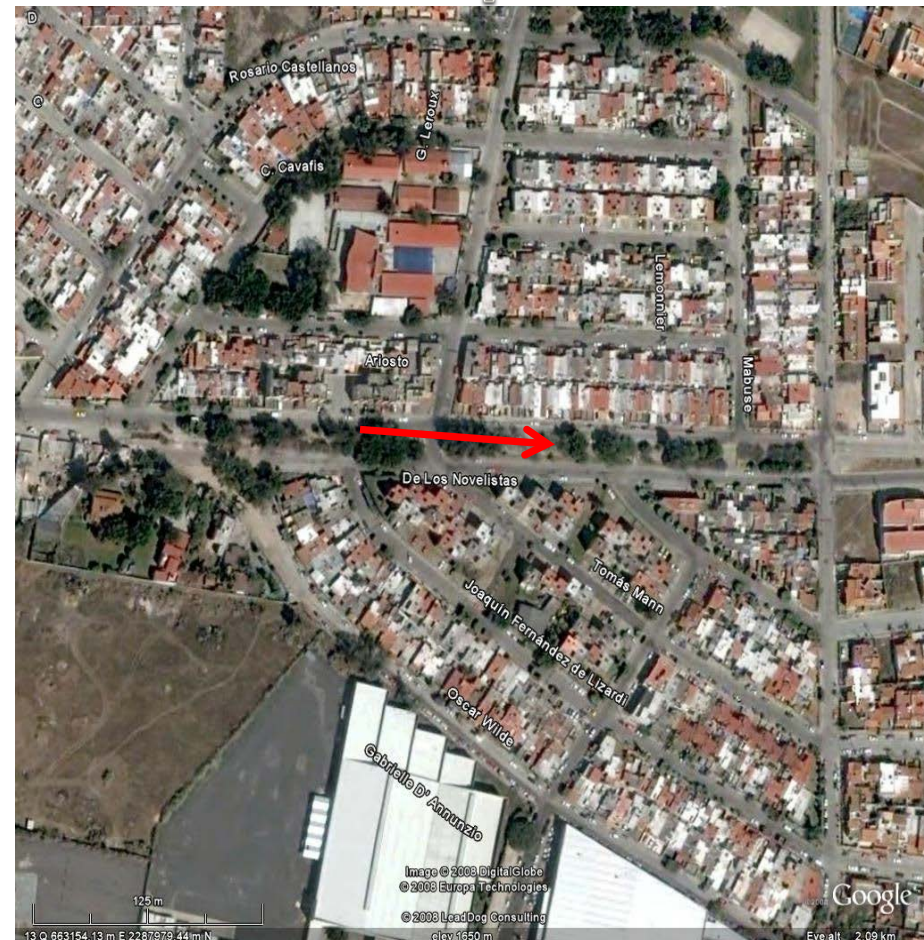


## Lo idóneo

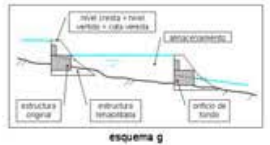
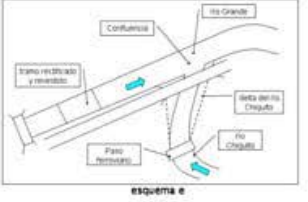
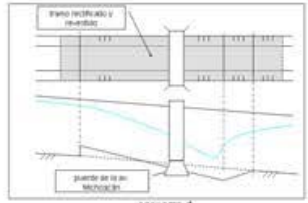
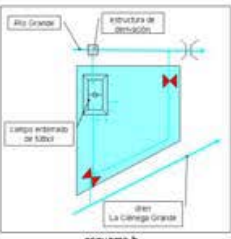
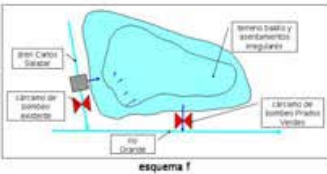
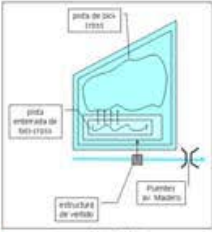
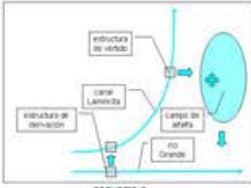
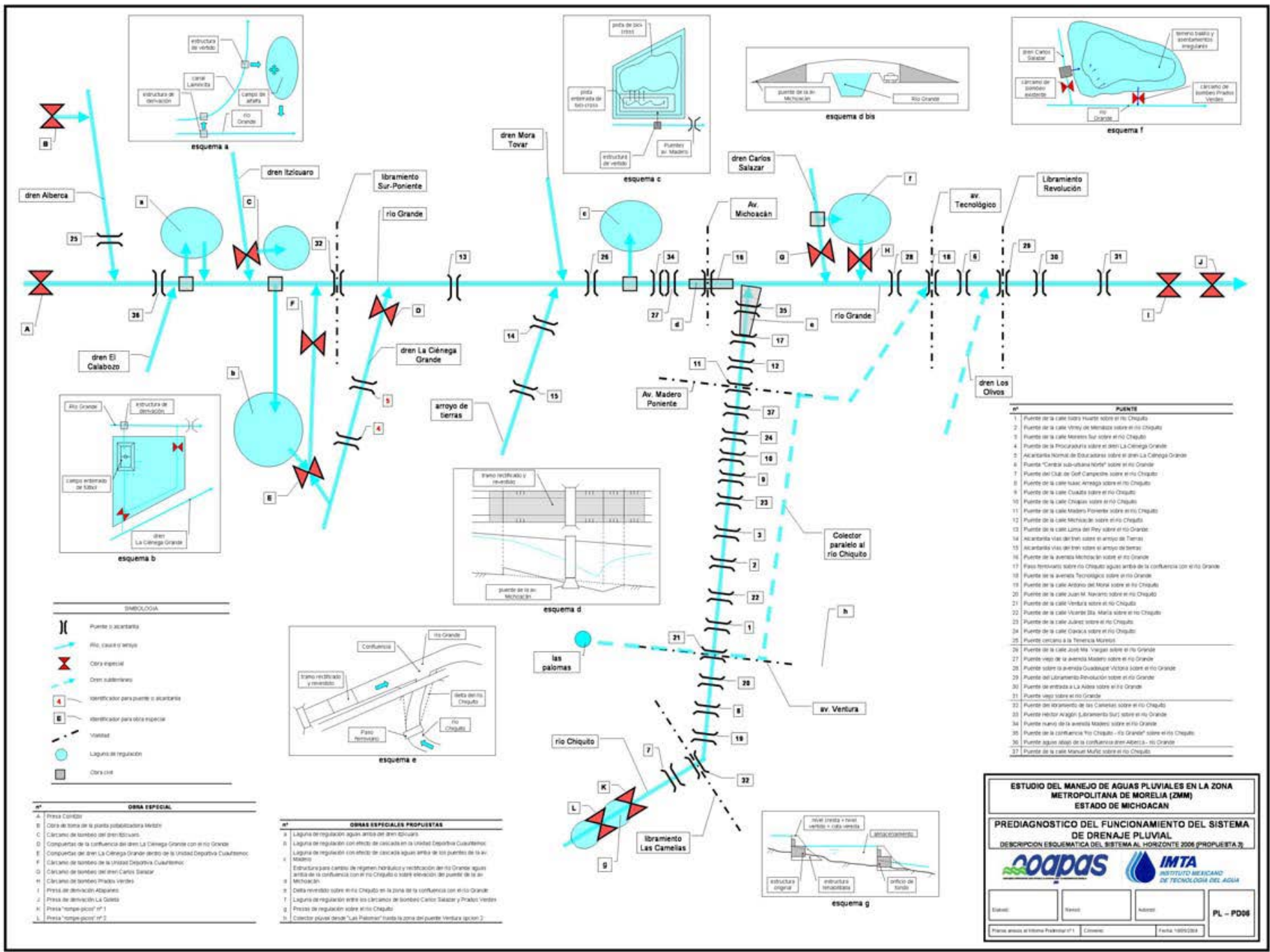


## Conservación de los arroyos

### Lo adaptable







**SIMBOLOGIA**

- Puente o acortamiento
- Río, canal y drenaje
- Obra especial
- Dren ordinario
- Identificador para puente o acortamiento
- Identificador para obra especial
- Laguna
- Vahija
- Obra civil

**OPERA ESPECIALES**

- A. Presa Conchos
- B. Obra de toma de la planta potabilizadora Mochi
- C. Cárnicos de bombeo del dren Izticuaro
- D. Compartas de la confluencia del dren La Ciénega Grande con el río Grande
- E. Compartas del dren La Ciénega Grande dentro de la Unidad Deportiva Cuauhtémoc
- F. Cárnicos de bombeo de la Unidad Deportiva Cuauhtémoc
- G. Cárnicos de bombeo del dren Carlos Salazar
- H. Cárnicos de bombeo Prados Verdes
- I. Presa de derivación Alzaparras
- J. Presa de derivación La Galera
- K. Presa "sompapicon" n°1
- L. Presa "sompapicon" n°2

**OBRAS ESPECIALES PROPUESTAS**

1. Laguna de regulación aguas arriba del dren Izticuaro
2. Laguna de regulación con efecto de cascadas en la Unidad Deportiva Cuauhtémoc
3. Laguna de regulación con efecto de cascadas aguas arriba de los puentes de la Av. Mochacán
4. Estructura para cambio de régimen hidráulico y rectificación del río Grande aguas arriba de la confluencia con el río Chiquito y sobre elevación del puente de la Av. Michoacán
5. Delta revisado sobre el río Chiquito en la zona de la confluencia con el río Grande
6. Delta revisado sobre el río Chiquito en la zona de la confluencia con el río Grande
7. Laguna de regulación entre los cárnicos de bombeo Carlos Salazar y Prados Verdes
8. Presa de regulación sobre el río Chiquito
9. Presa de regulación sobre el río Chiquito
10. Colector aguas debajo "Las Palomas" hasta la zona del puente Ventura (ver 3)

**ESTUDIO DEL MANEJO DE AGUAS PLUVIALES EN LA ZONA METROPOLITANA DE MORELIA (ZMM) ESTADO DE MICHOACÁN**

**PREDIAGNOSTICO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL**

DESCRIPCION ESQUEMATICA DEL SISTEMA AL HORIZONTE 2006 (PROFUEBERTA 3)

**coapas** **IMTA**  
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

Escala: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

PL - P006

## Descripción global de este tipo de acciones

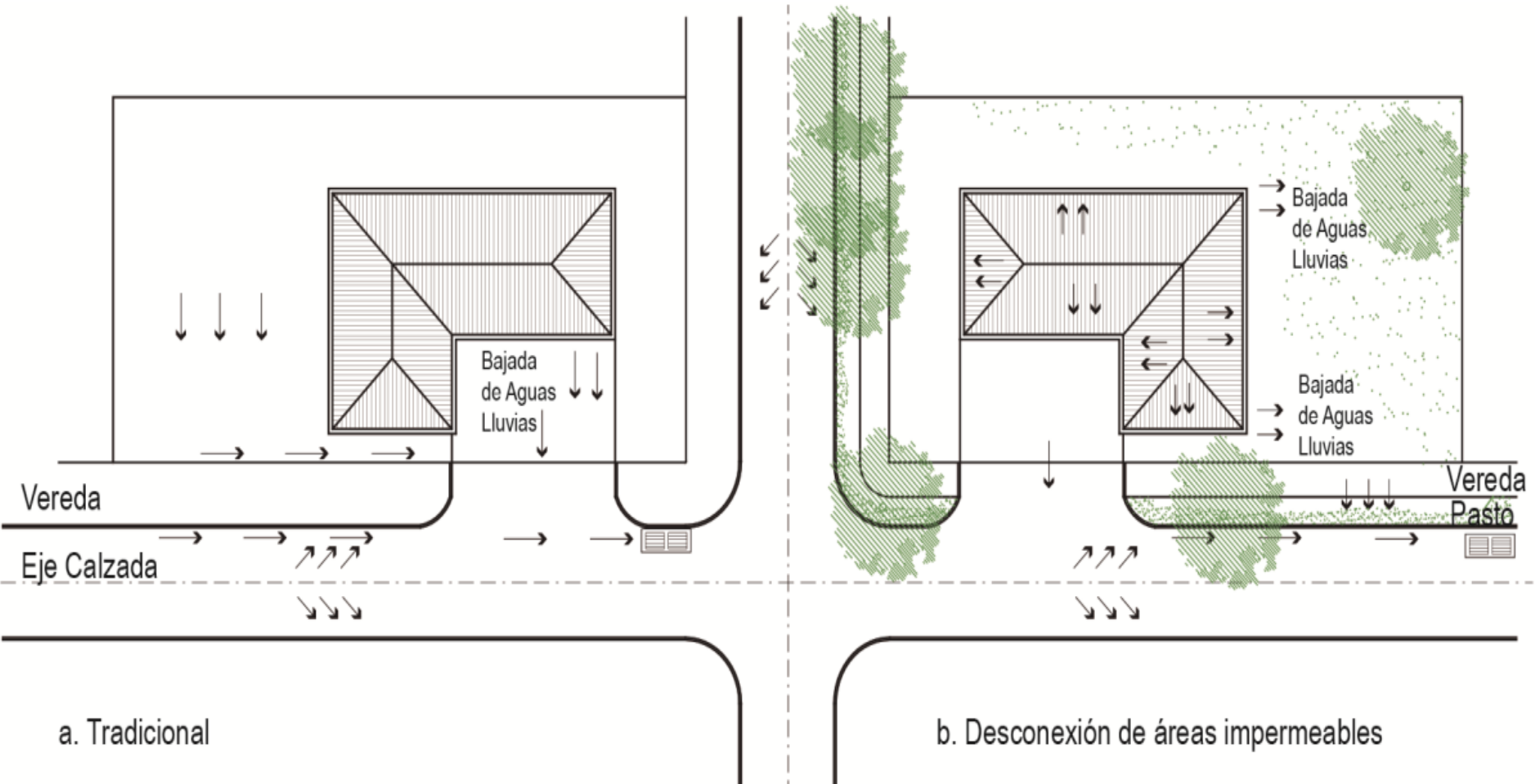
### Red domiciliaria

Recibe la mayor cantidad de aguas lluvias de manera directa.  
Es la encargada del drenaje al interior de los recintos y espacios privados.  
**Reduce los volúmenes de escurrimiento.**

#### **Acciones:**

- **Desconexión de áreas impermeables para favorecer la retención e infiltración local.**
- Obras de infiltración y almacenamiento, que incluyen techos verdes, jardines de bio-retención, franjas filtrantes, estanques, zanjas y pozos de infiltración, pavimentos permeables, barriles, piletas y pequeños estanques.
- Obras y elementos de transporte, incluyendo bajadas de agua, canaletas, tuberías, zanjas y pequeños colectores para evitar la inundación y trasladar ordenadamente los excesos hacia aguas abajo.

## Desconexión de áreas impermeables para favorecer la retención e infiltración local

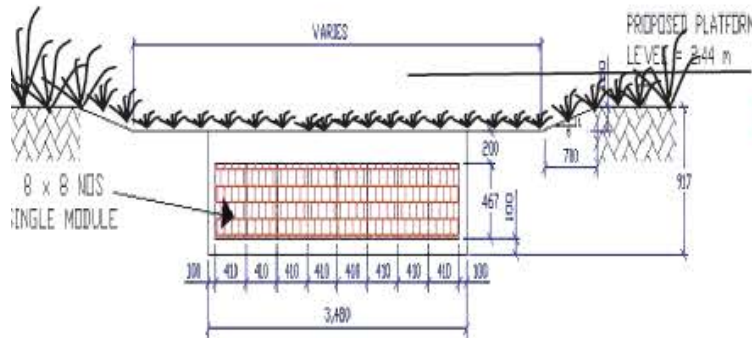


## Red secundaria

Es responsable de **evitar la inundación en calles y espacios públicos:**

### **Acciones**

- **Limpieza de calles y espacios públicos.**
- Elementos de captación y separación como alcantarillas, separadores y decantadores, retención de arenas y material grueso antes de entrar a la red, .
- Obras de infiltración y almacenamiento local como estanques, zanjas y pozos de infiltración.





## Red primaria

Recibe los excesos de la red secundaria y las redes domiciliarias.

Normalmente recibe poca agua de lluvia directamente ya que ocupa poca superficie sobre el suelo urbano. **Es responsable de evitar las inundaciones y del transporte de los excesos hacia el medio receptor.**

### **Acciones:**

- Almacenamiento mediante estanques y lagunas de retención, uso de humedales o depósitos enterrados para la reducción de caudales máximos, separación de material grueso y decantación.
- Transporte superficial mediante cauces urbanos, canales con vegetación, canales de pasto, canales con enrocados que puedan formar parte del paisaje urbano.



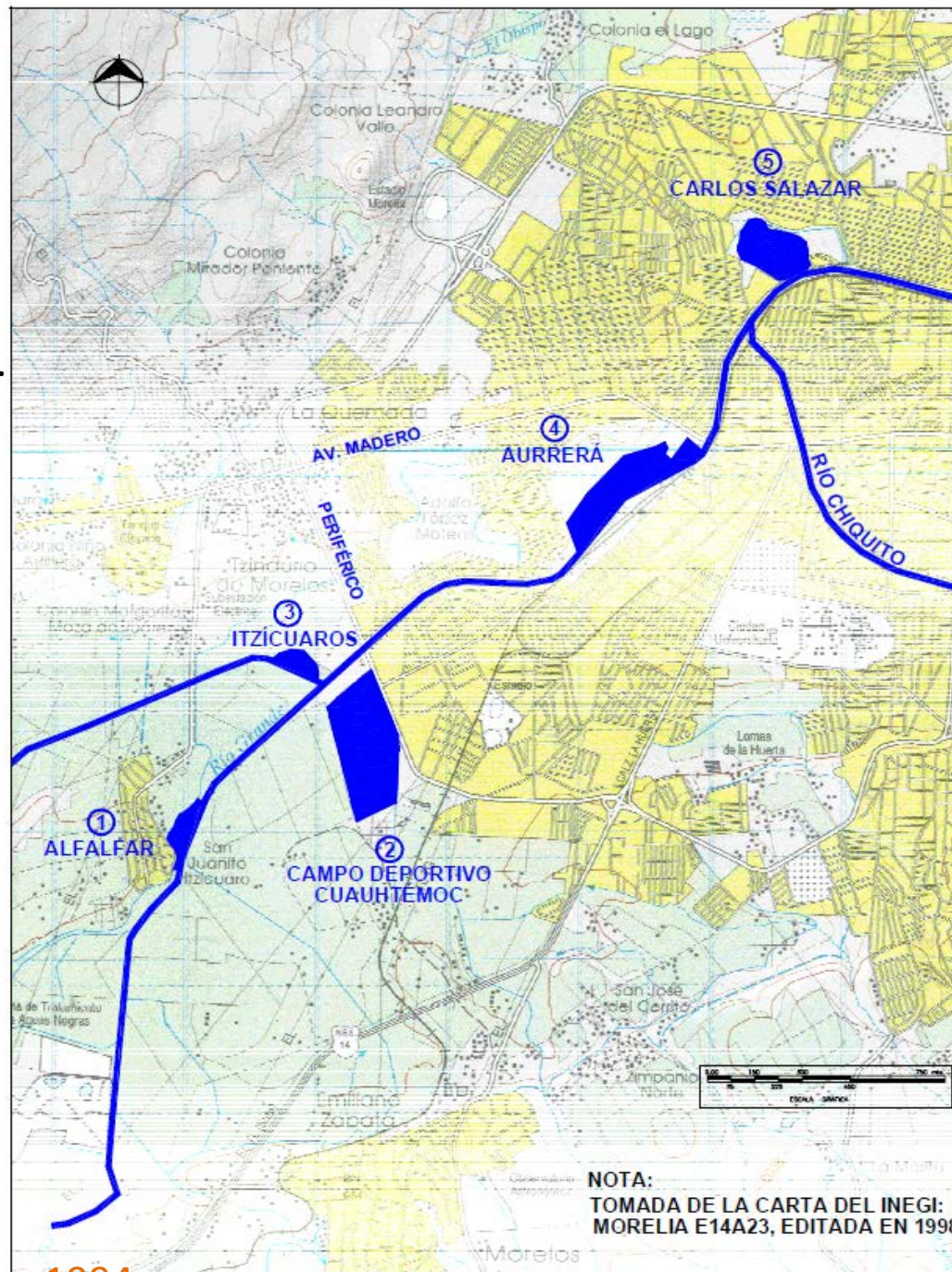


## Red natural

Es el **sistema receptor de las aguas lluvias drenadas desde las zonas urbanas**. Está sometida a impactos tanto en cantidad como en calidad, que deben ser regulados.



Morelia, Mich.



\*Sta. Ma. Aztahuacán, 1994

# Precisiones

s

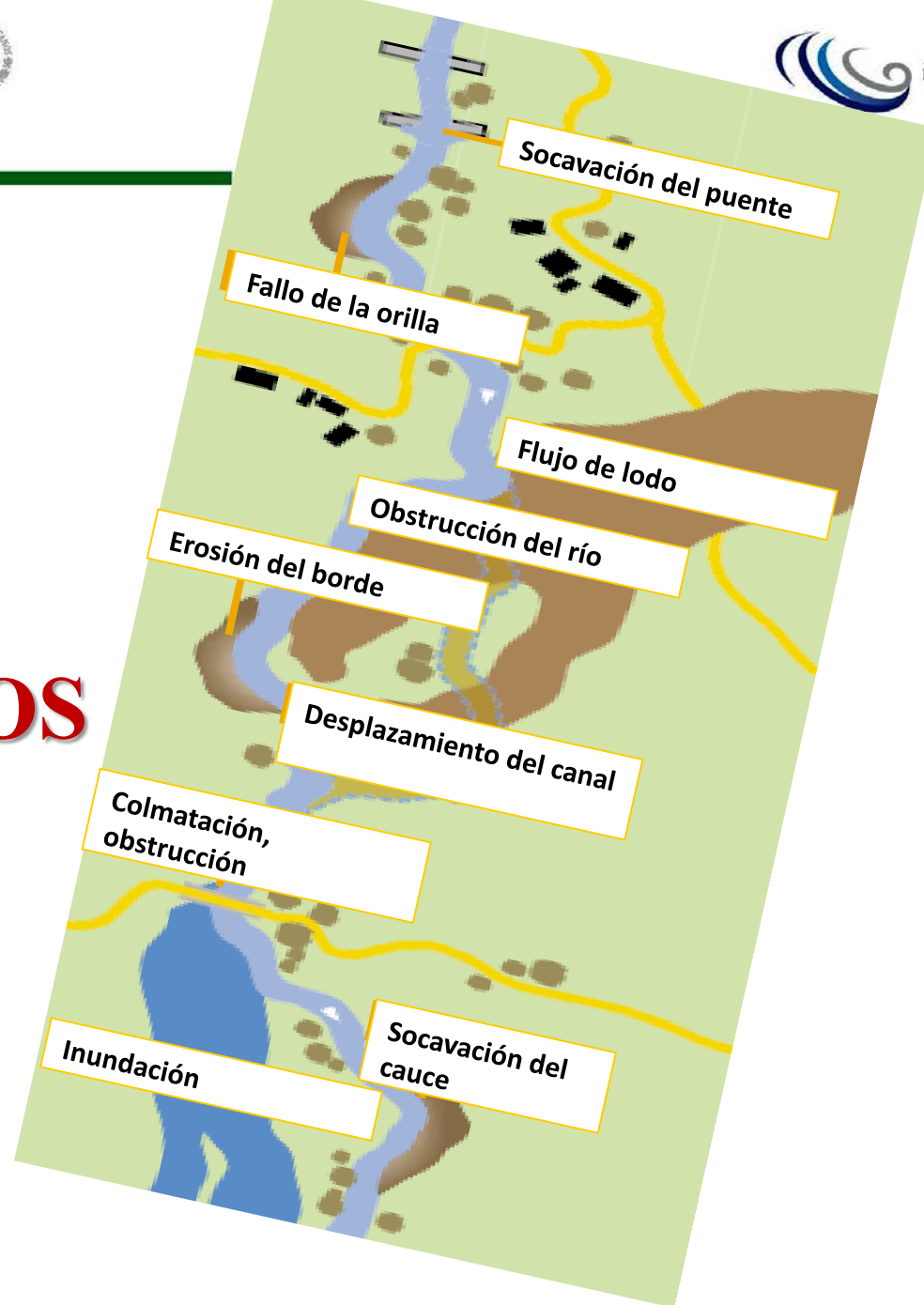
*canal*  
**Canalizar**

*cauce*  
**no es**

**Encauzar**

<i>¿ ?</i>	<u>Canal</u>	<u>Río, cauce</u>
cuánto, cuándo	$Q$ de proyecto	$Q_{(t)}$ , hidrología
por dónde	<b>trazado</b> (recto)	<b>curso</b> , <b>morfodinámica</b>
sobre qué	suelo firme, concreto	fronteras móviles, lecho, orillas, planicies
	<b>impermeable y sin vegetación</b>	permeable y vegetado
cómo	sección tipo ancho/tirante $\approx$ 1 - 4	irregular, cambiante, <b>morfodinámica</b> $\approx [10^1 - 10^3]$

# IMPACTOS





Inundación  
estática



Inundación dinámica

### Criterio

- Velocidad del flujo
- Profundidad de la inundación



**Motozintla, Chiapas (Huracán Stan, 2005)**

EL NORTE.COM El día después de la tormenta



El amanecer de este viernes, tras la salida de la tormenta tropical "Alex" de NL y al bajar los cauces de ríos y arroyos, dejó ver la magnitud de los destrozos a su paso. En la foto se ve cómo los 6 carriles del Bulevar Antonio L. Rodríguez fueron devorados en un tramo por la corriente del Río Santa Catarina.



## Urbanización y funcionalidad de la red fluvial (Suiza)



# Sistema de Alerta Temprana de Crecidas Repentinas



Información de riesgos



Datos de amenazas y pronósticos



Comunicación y divulgación



Preparación y respuesta

Evaluaciones de riesgo

Bases de datos de amenazas

Estadísticas de amenazas

Herramienta de análisis

Ciencia e investigación

Información de riesgos de alertas

Redes de monitoreo

Detención y análisis

Infraestructura informática

Predicción de crecidas repentinas

Emisión de alertas

Divulgación de alertas oportunas

Redes de voz y datos para personal de primera respuesta

Medios de comunicación

Alarmas y sirenas

Planificación para emergencias a nivel comunitario

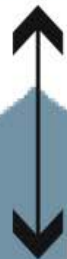
Educación y extensión

Capacitación y ejercicios de preparación

Seguros de inundación

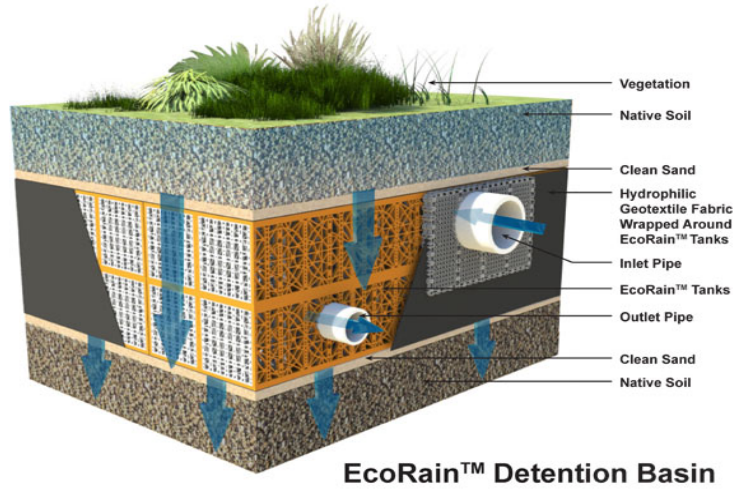
Estabilización y refuerzos de suelos

Reconstrucción y reasentamiento



Retroalimentación del sistema



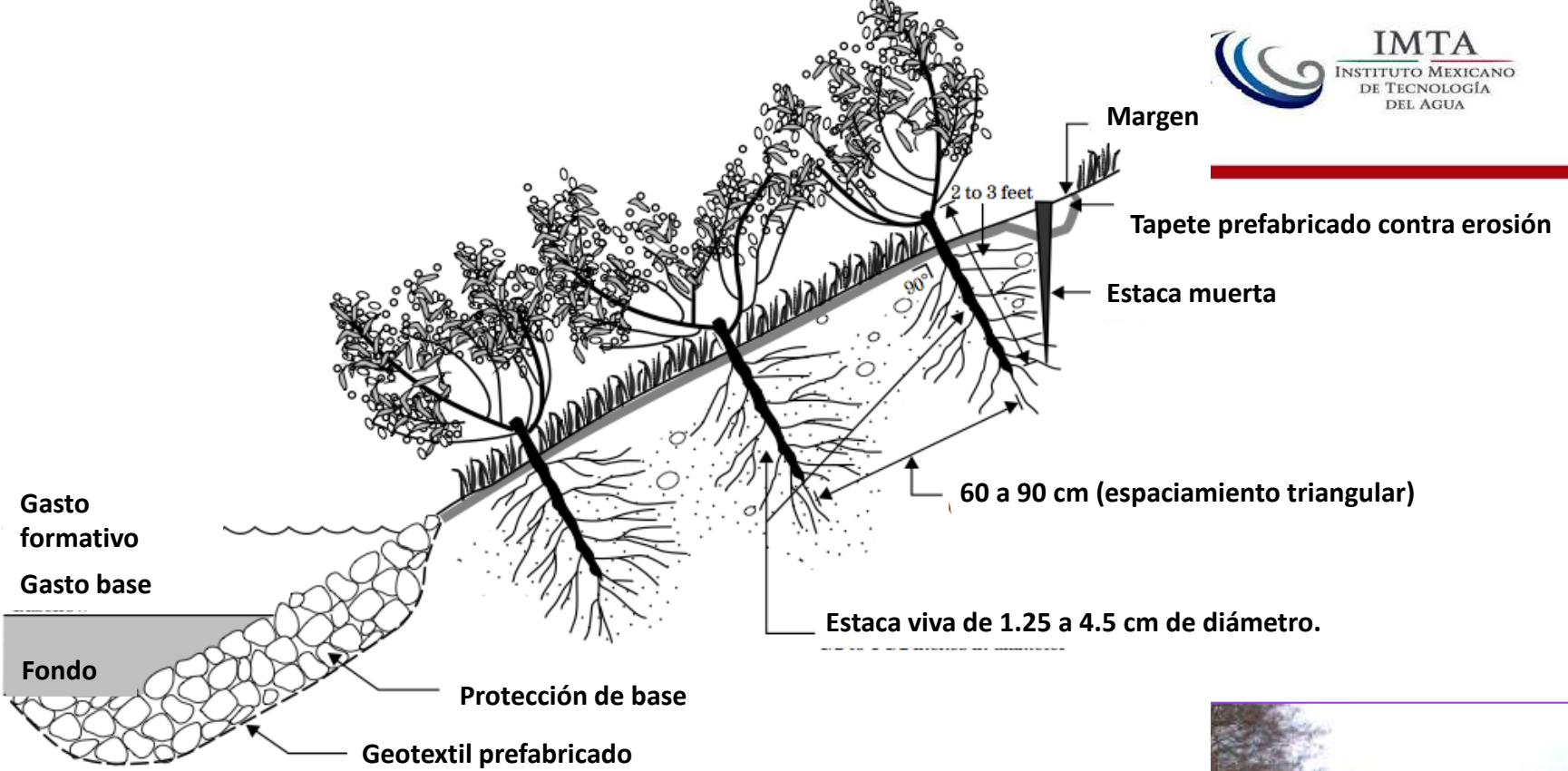


## Estacionamientos permeables

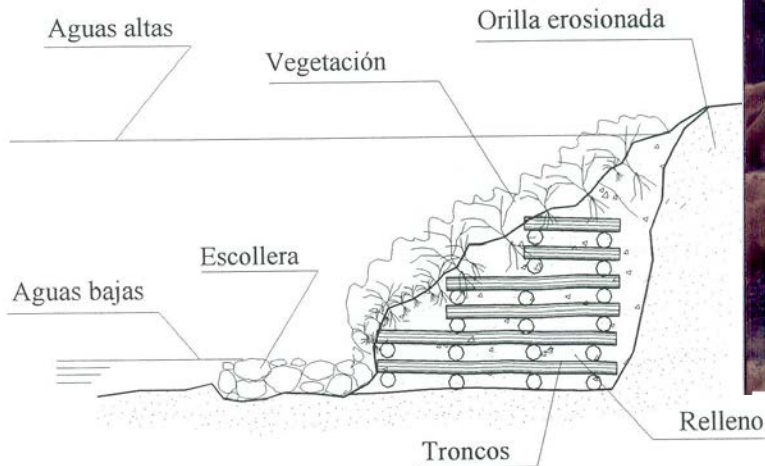
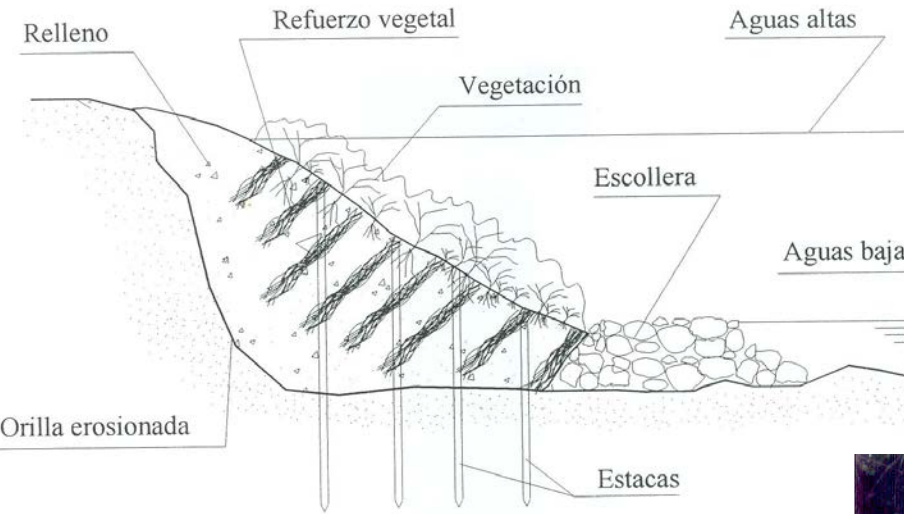


Cubiertas vegetales





# Hábitats y uso de materiales naturales





Onyar

Ter

Barcelona  
1976



IMTA  
INSTITUTO MEXICANO  
DE TECNOLOGÍA  
DEL AGUA



Barcelona  
2003



# Acciones de mejoramiento funcional

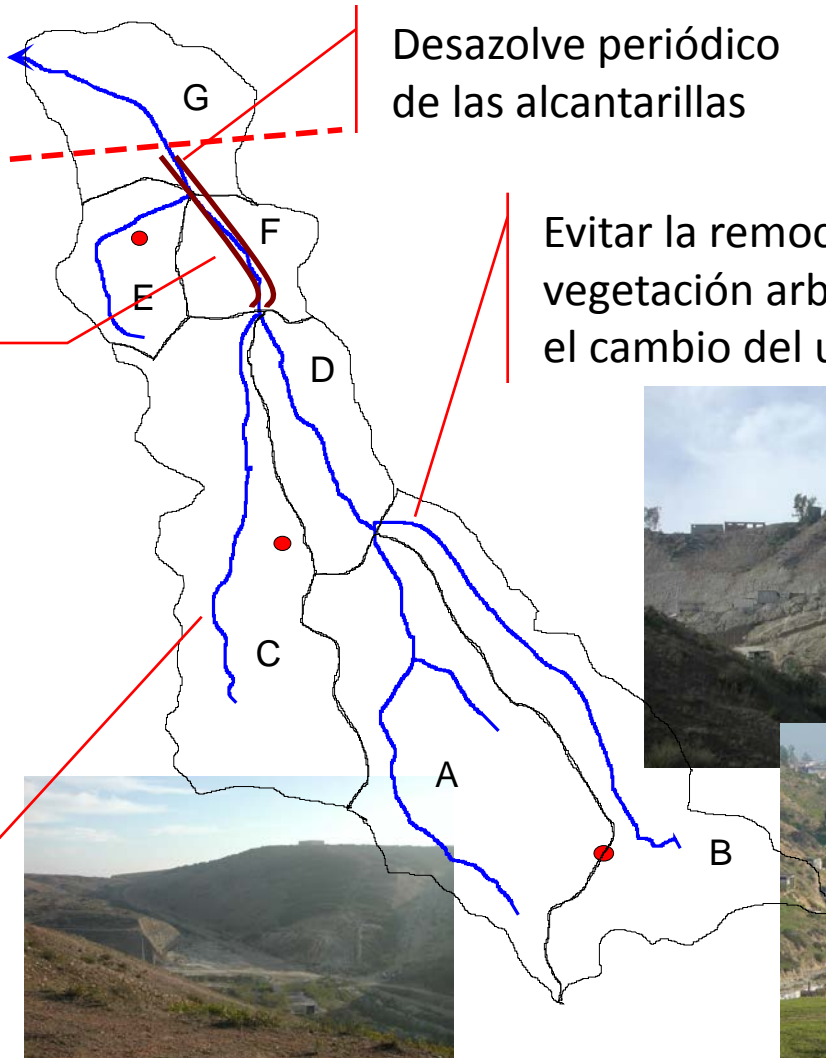
*"El bienestar de la gente está ligado a la cuenca y a su funcionamiento"*



Conservar el estado actual del canal



Conservar el estado actual del brazo izquierdo de la cuenca



Desazolve periódico de las alcantarillas

Evitar la remoción de la vegetación arbustiva original y el cambio del uso del suelo







Cd. Satélite, Edo. de México, 195X



## Estanque de retención superficial



Estanque de retención superficial como plaza dura



Estanque de retención subterráneo,  
Barcelona, España



## Resolver un problema de manejo de agua pluvial requiere:

- (1) El mejor **entendimiento** posible del funcionamiento dinámico del sistema hidrológico, hidráulico, fluvial y ambiental.
- (2) Buenos **datos** de campo.
- (3) La utilización de un conjunto de **herramientas**, tales como planeación, modelos matemáticos o físicos, adecuados al “**ambiente** hidrológico, **ambiente** hidráulico y **ambiente** fluvial” y al tipo de problema a resolver.

## No perder de vista

- \* Preservación de la red natural del drenaje pluvial:  
FUNCIONALIDAD
- \* Empleo de soluciones con materiales naturales o bio-ingenieriles, respetar el ambiente
- \* El ser humano es también parte del ambiente
- \* SIMAP: Sistema integral de manejo de las aguas pluviales

**¿Comentarios, preguntas?**

