

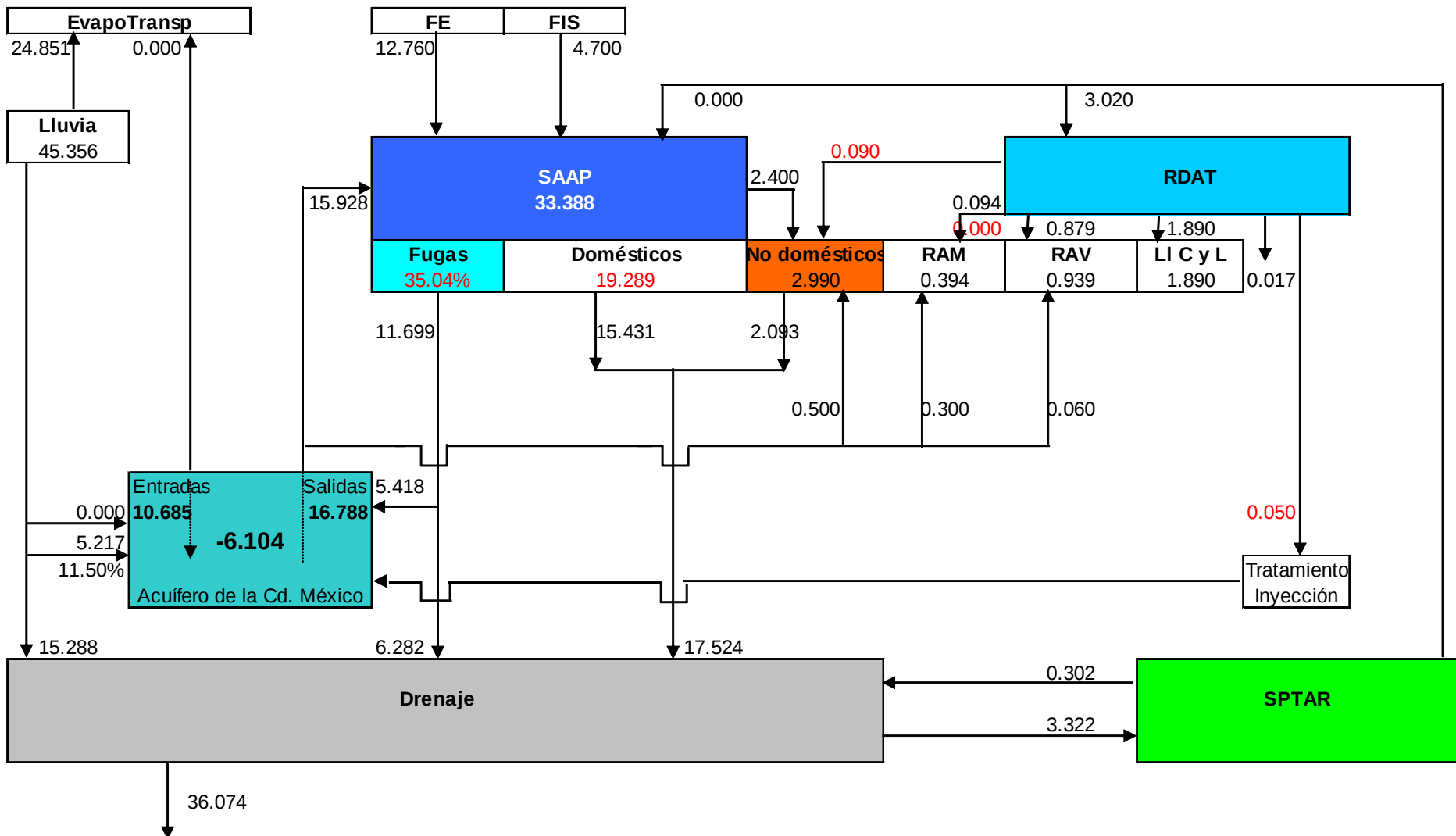
Tecnologías de tratamiento de agua de lluvia para la recarga del acuífero

Mesa redonda:
**Gestión de la Recarga de Acuíferos
Redes del Agua UNAM-UAM**

Oscar Monroy Hermosillo
UAM-Iztapalapa

16 de mayo 2013

Balance de agua en el D.F.



Problemas relacionados con el agua

- La demanda de agua continuará incrementándose.
 - La explotación del acuífero conduce a:
 - Subsistencia de la ciudad.
 - Contaminación del acuífero
 - Las fuentes externas están siendo restringidas
 - Problemas de salud en los distritos de riego del Valle del Mezquital
- 
- A stylized, dark teal mountain range graphic is located in the bottom right corner of the slide, partially overlapping the text of the last bullet point.

Soluciones principales

- Aumentar la recarga del acuífero:
 - natural (aumentar area natural de recarga)
 - artificial (tratamiento, inyección y almacenamiento)
- Reducir la extracción del acuífero
 - pérdidas de la red de agua potable
 - demanda industrial y domestica (uso eficiente, tratamiento y reuso)

Dificultades para la captación de lluvia

- Composición del agua
- Flujo irregular (picos altos y larga sequía)



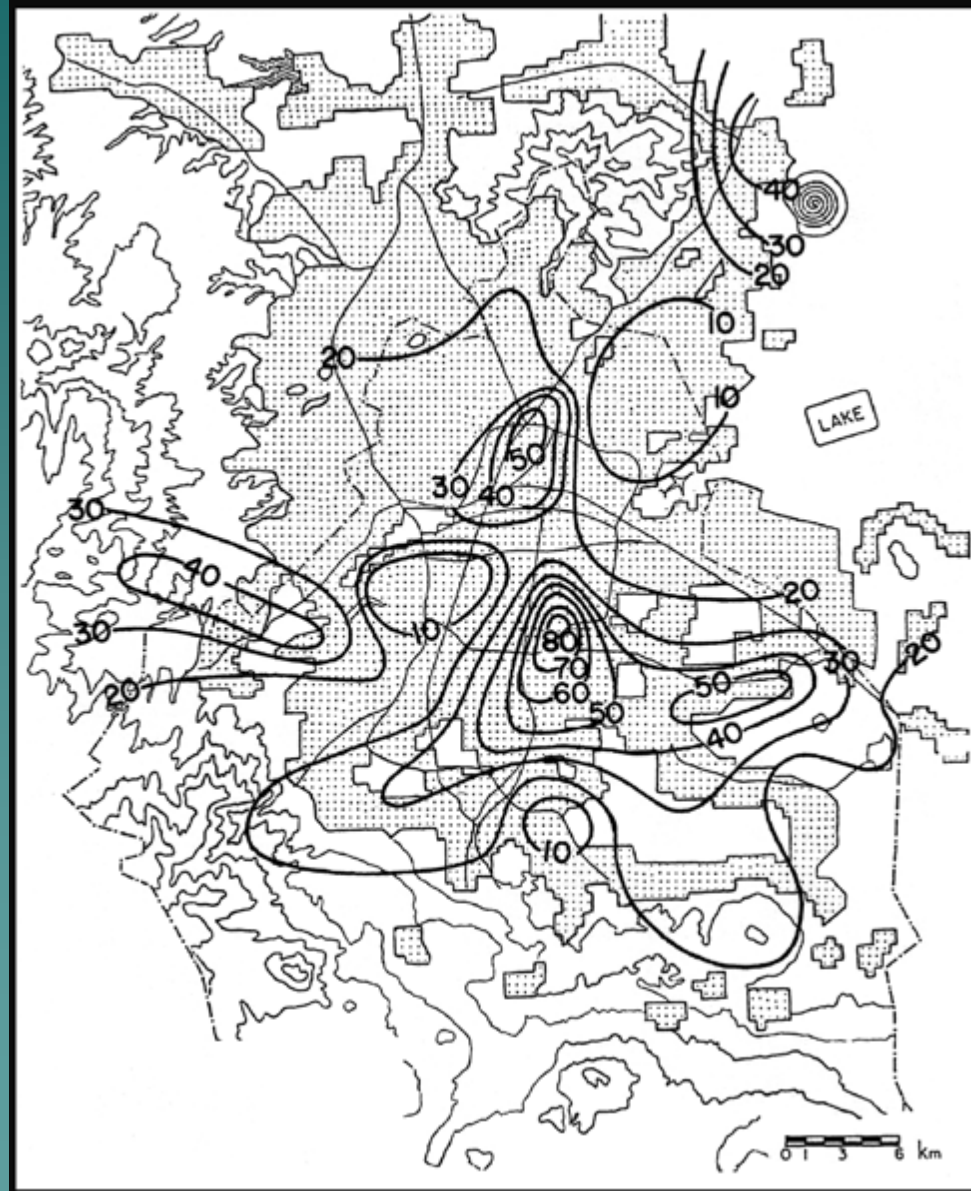
Características lluvia colectada

- SS (350 mg/L)
 - Hojas
 - Excretas
 - μ org
 - Material de abrasión
 - Llantas, frenos, conv. catalítico
(Zn 412 μ /L, Cu 346, Cd, Cr, Pt, Pb 37)
- SD
 - SO₂
 - NO_x
 - NH₄
 - VOC (benceno, PAC, MTBE, ETBE:
DOC = 20, TOC=70 mg/L)

Características lluvia colectada

- Esgurrimientos de techos metálicos
 - Cu: 0.7 a 2 g/m².a → 0.4 – 11 mg/L
 - Zn: 3.7 g/m².a -> 30 mg/L

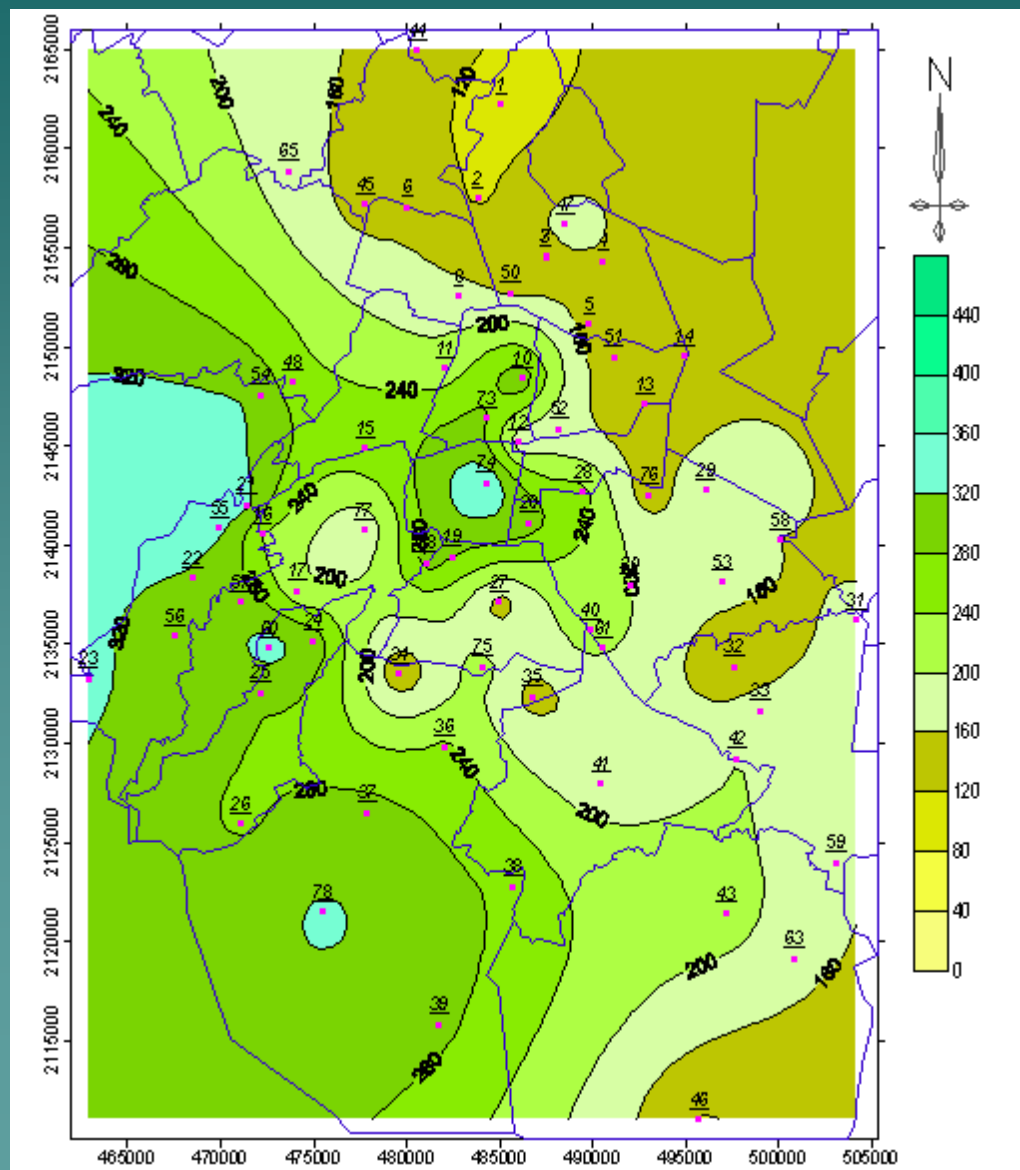
Precipitación máxima diaria (1998)



Las
precipitaciones
extremas
en la Ciudad de
México
Ernesto
Jauregui, 1998

52 estaciones
pluviométricas

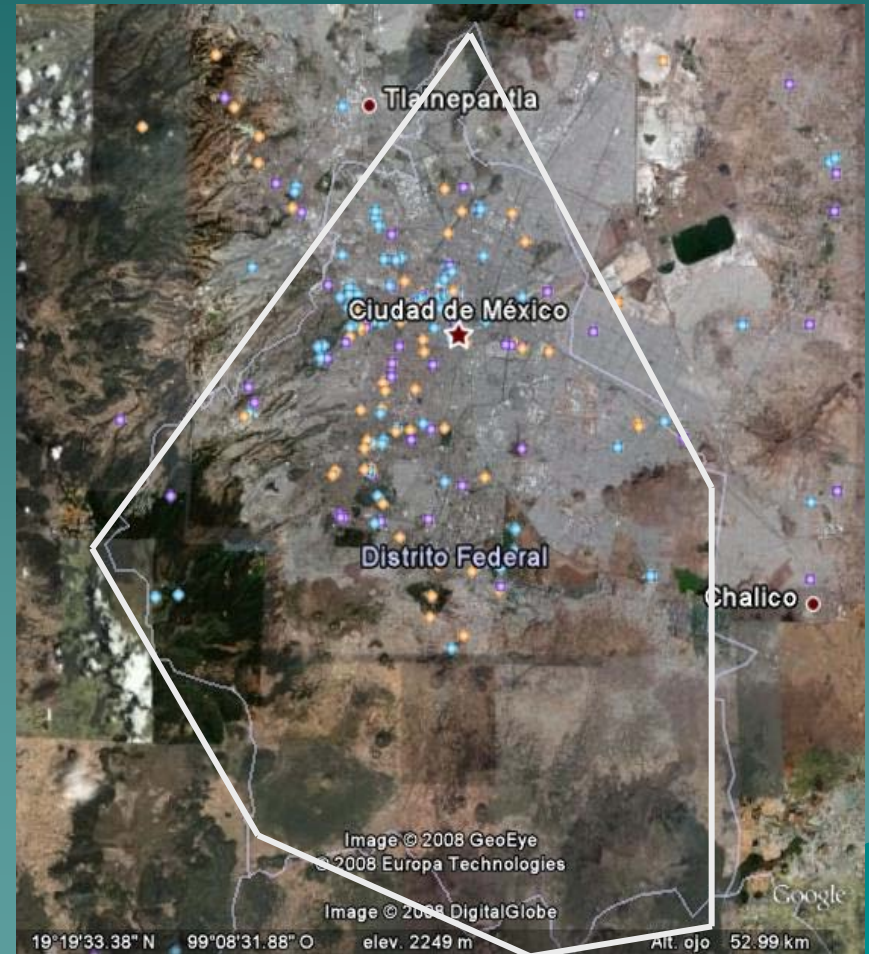
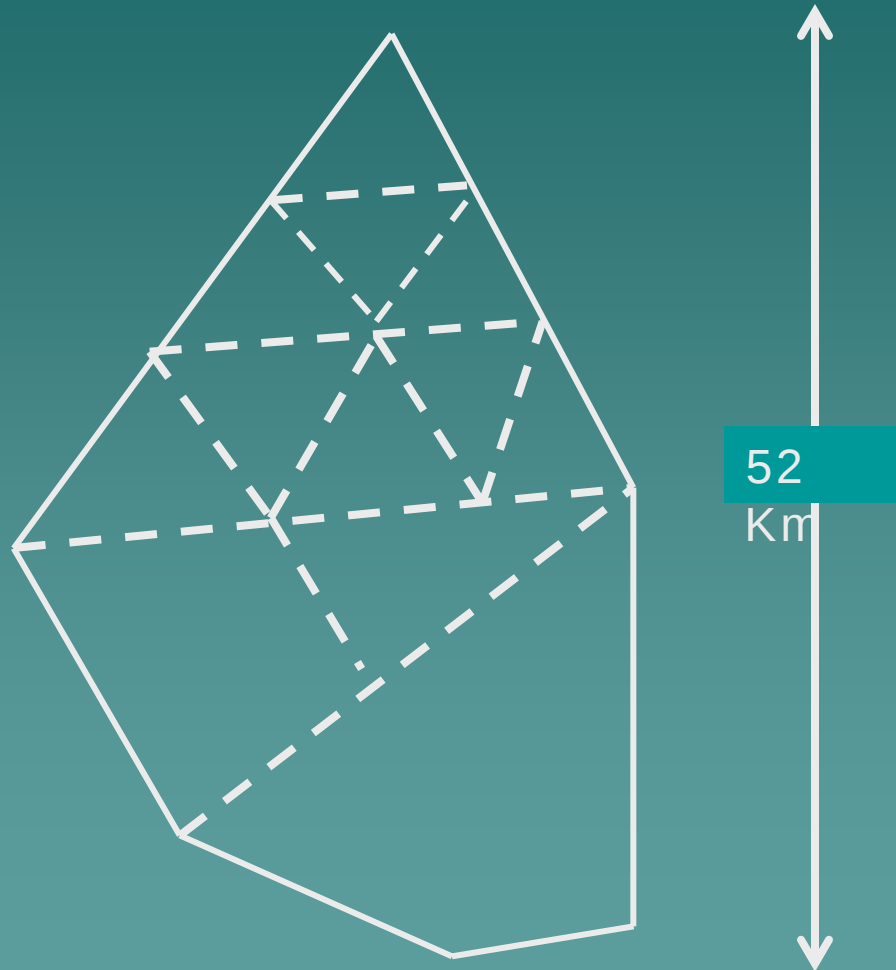
Precipitación máxima diaria (2006)



Informe
Climatológico
Ambiental del
VM, SMA, GDF

79 estaciones
pluviométricas

Descentralización de PTAR, CIRE y A_{II}



12 Mhab en aprox. 924 Km² → $\approx 13,000$ hab/Km²

Recuperación urbana de lluvia

$$1\% * 1,547 \text{ km}^2 * 0.7 \text{ m/a} = 11 \text{ M m}^3/\text{año}$$
$$\text{promedio anual} = 0.34 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Lluvia max en un día} = x \text{ m/d} * 1\% * 1,547 \text{ km}^2$$

$$LI_{mxd} = 3.8 \text{ M m}^3/\text{d}$$

$$LI_{mxd} = 0.94 \text{ M m}^3/\text{d}$$

Tratamiento descentralizado de agua de lluvia

- Barreras contra tñcia. contaminantes de calles y avenidas al acuífero
 - Filtración,
 - Adsorción
 - Intercambio iónico (zeolitas)
- Filtración de μ o en el subsuelo

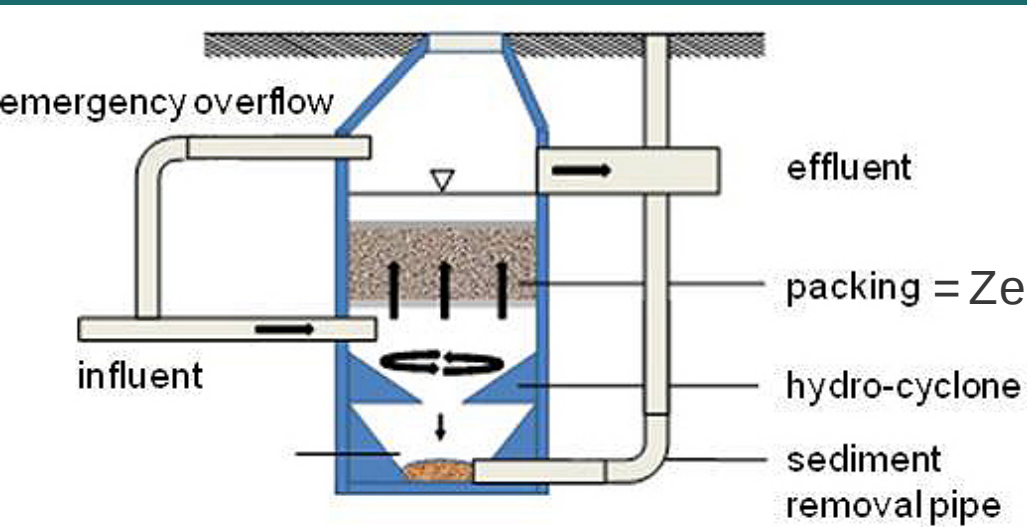
INFILTRACIÓN LLUVIA URBANA



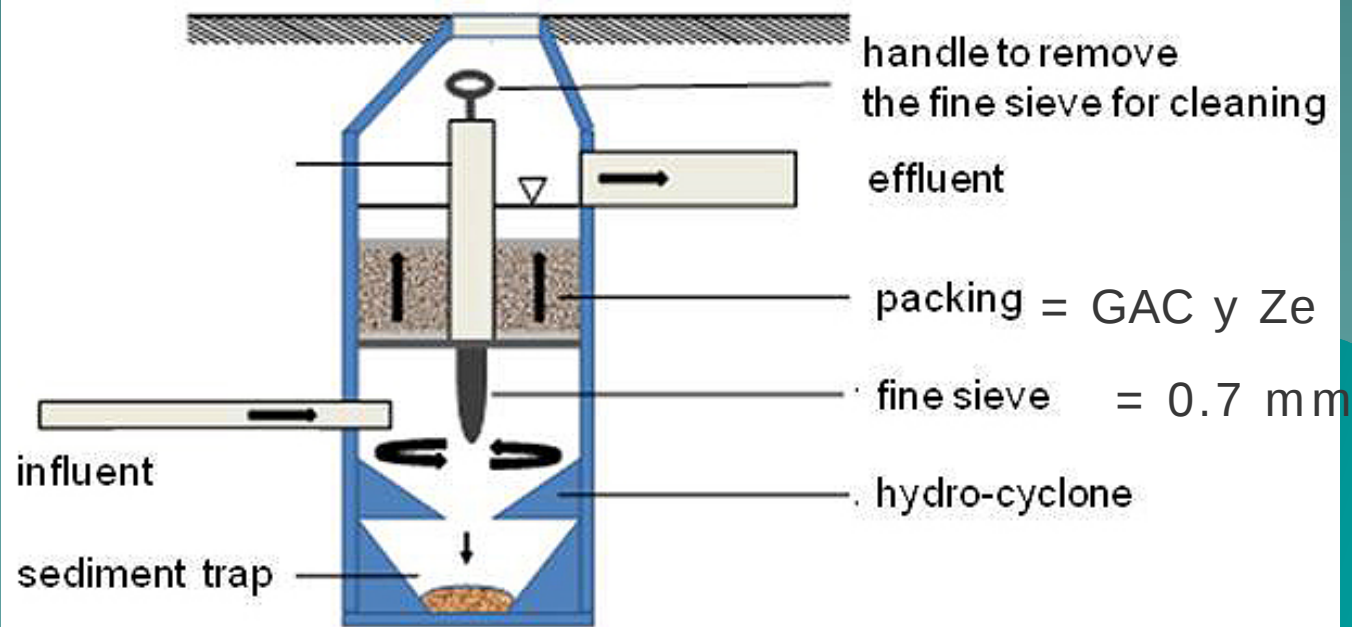
filtración,
absorción e
intercambio
iónico

Ishijama, cerca
Lake Biwa, Japan.

Adsorción e intercambio iónico



$$A_c = 10,000 \text{ m}^2$$
$$I_{II} = 240 \text{ mm/4 hr}$$
$$TRH = 20 \text{ seg}$$
$$V = 3.2 \text{ m}^3$$



Gestión doméstica del agua

A= a tratamiento

B = a reuso

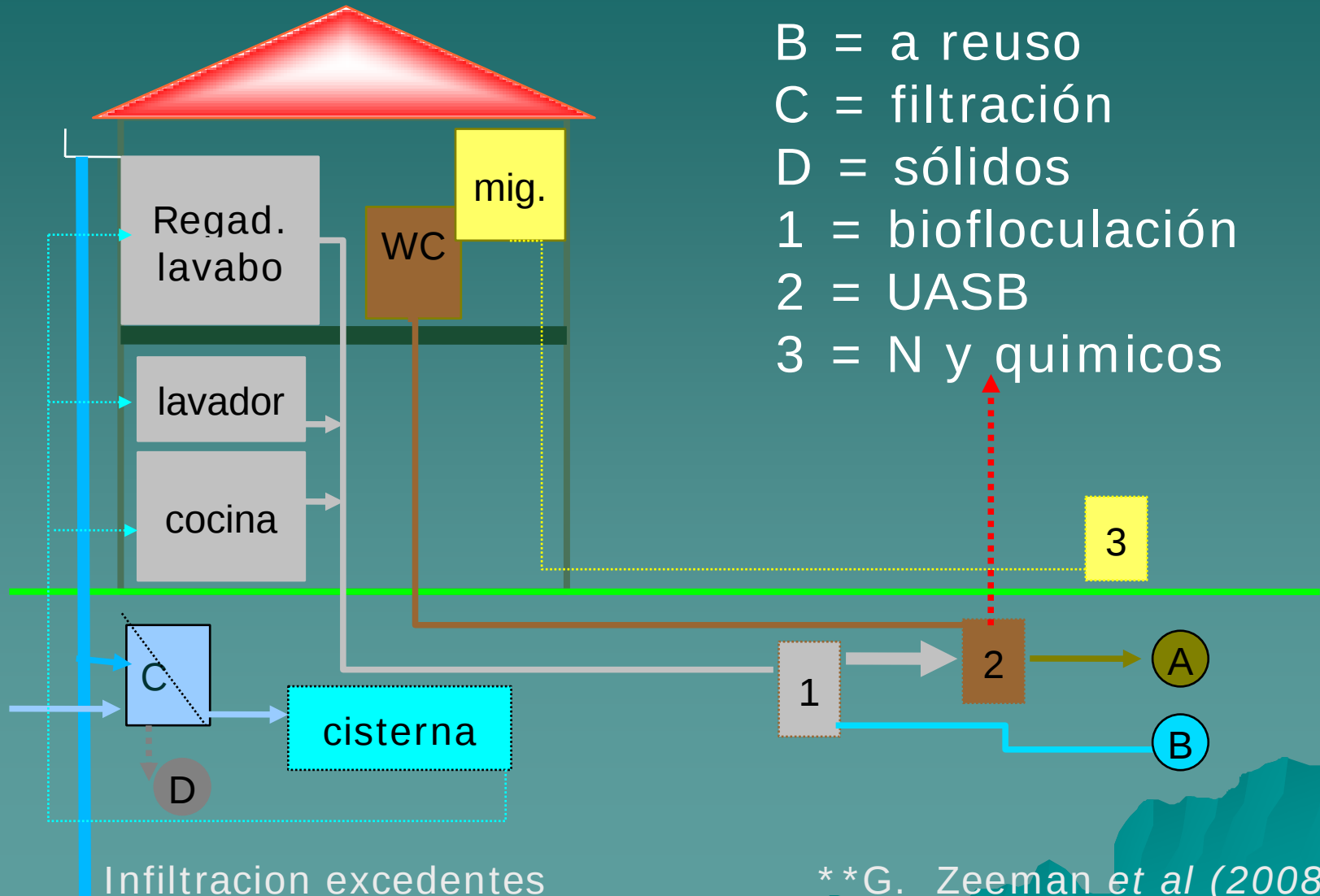
C = filtración

D = sólidos

1 = biofloculación

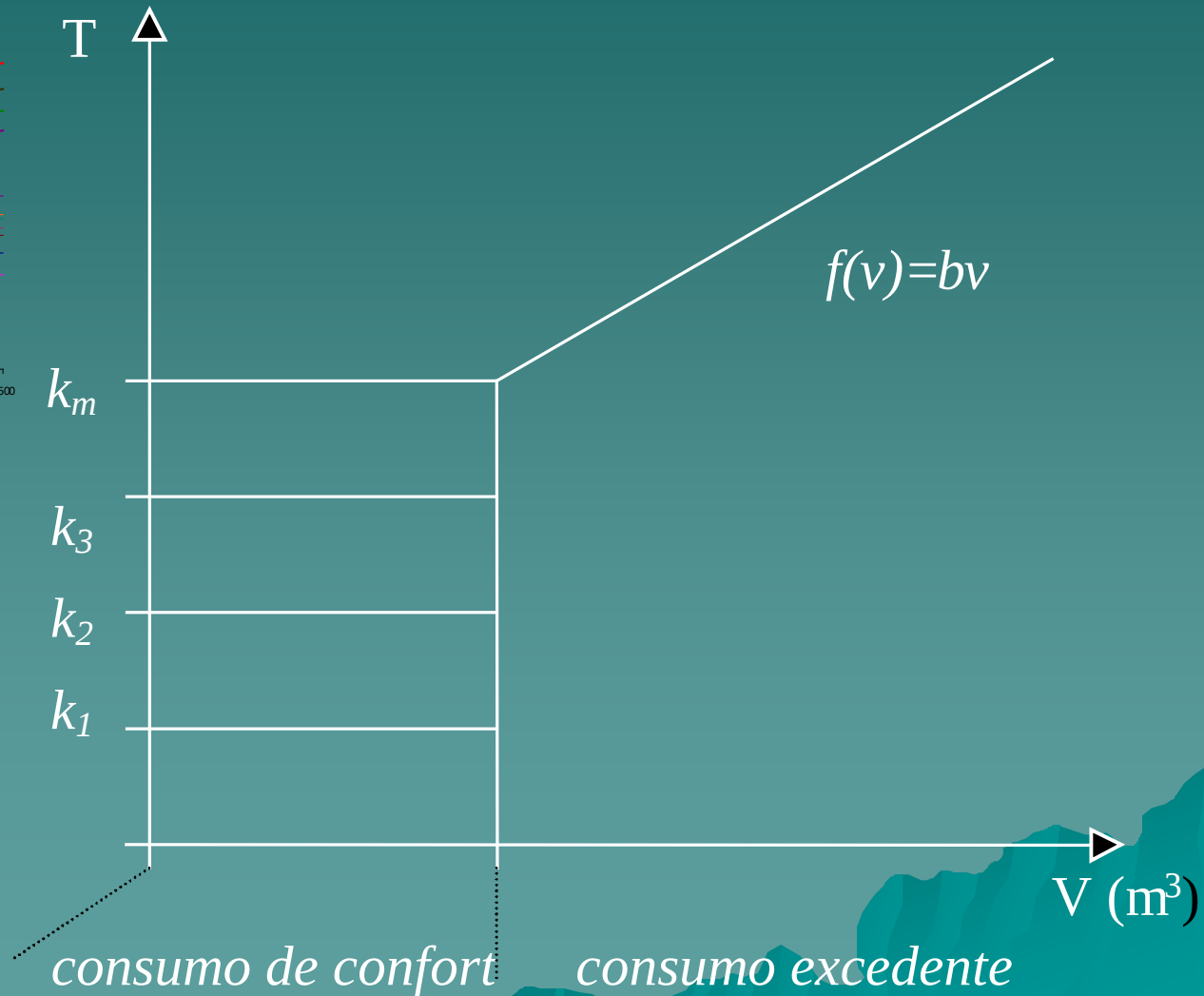
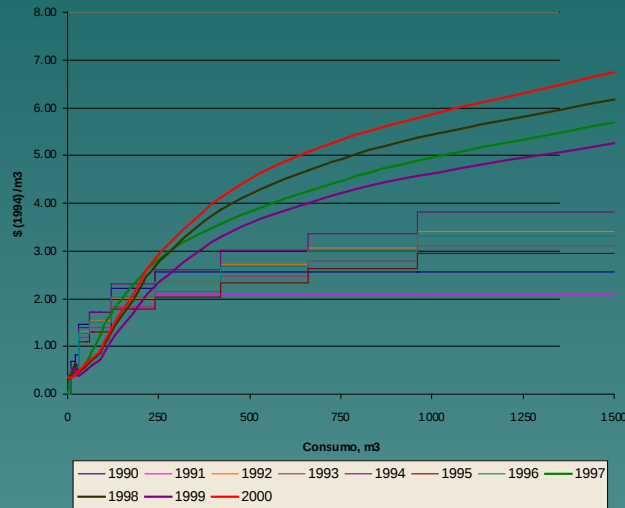
2 = USB

3 = N y quimicos

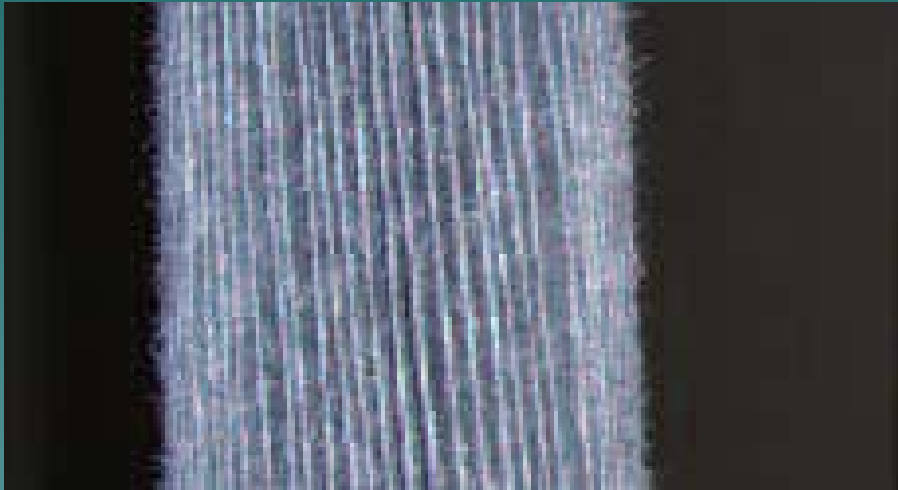


* *G. Zeeman *et al* (2008)

Modificar tarifas para incentivar el uso eficiente del agua



Filtración de agua techos



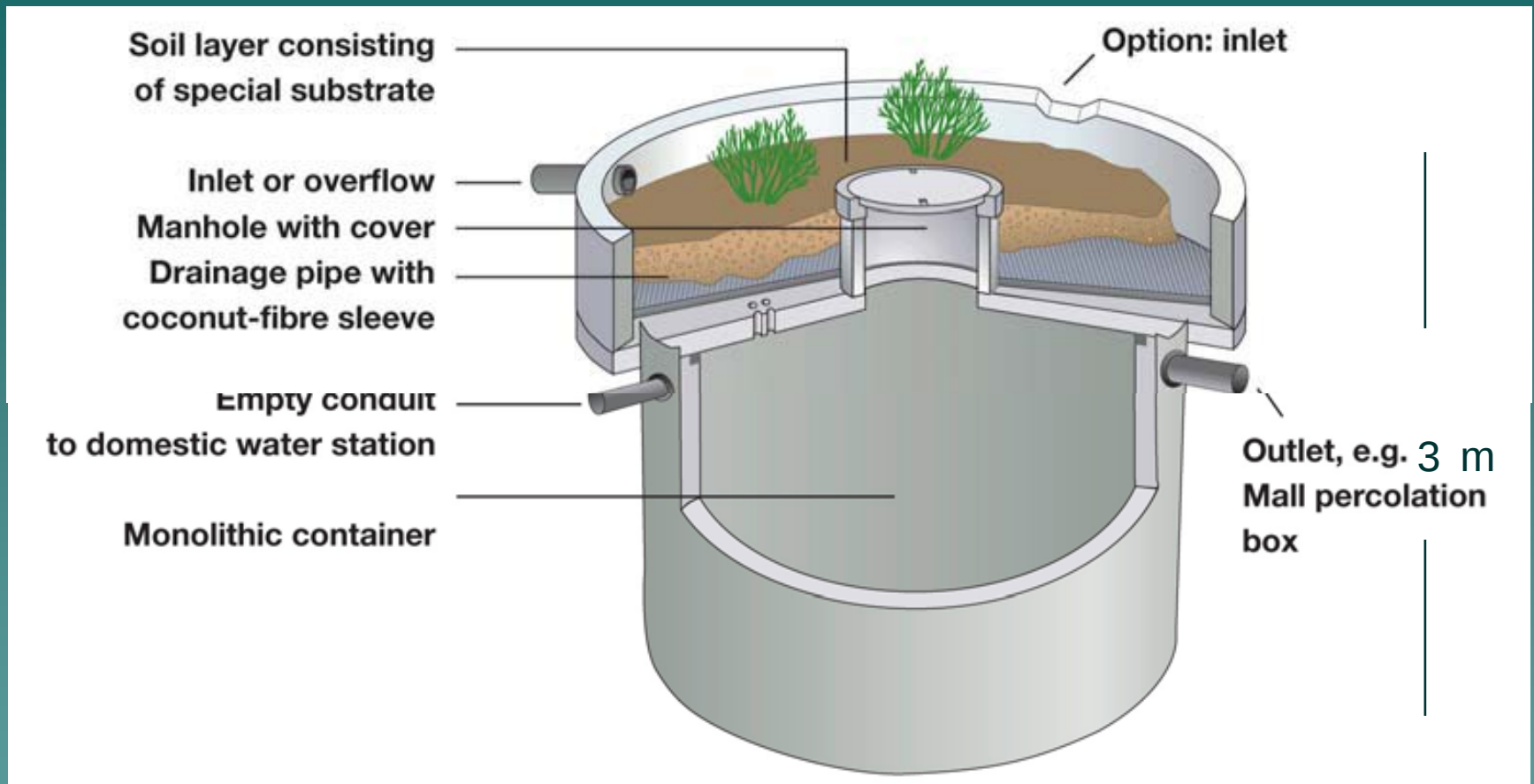
$TRH = 3.8 \text{ seg, poro } 80 \mu\text{m}$

$$V_f = F \cdot TRH$$

$$F = III - F_{acc}$$

Rain Filters

Infiltración casera

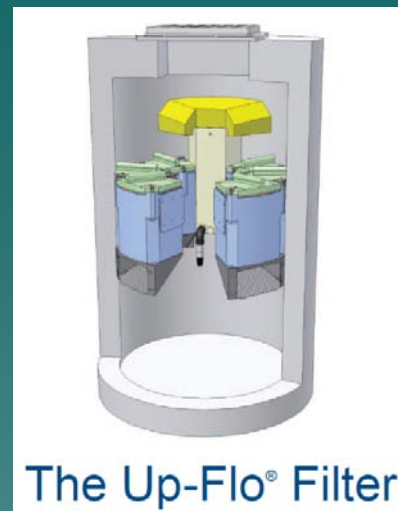


Peter Wilderer, Pollution and purification of stormwater runoff (2009)

Filtros (SST) para el agua de recarga Hidro Soluciones Pluviales



Reducción del 98 a
99 %
de Sólidos ($100\ \mu\text{m}$)



Filtro de grasas

Malla



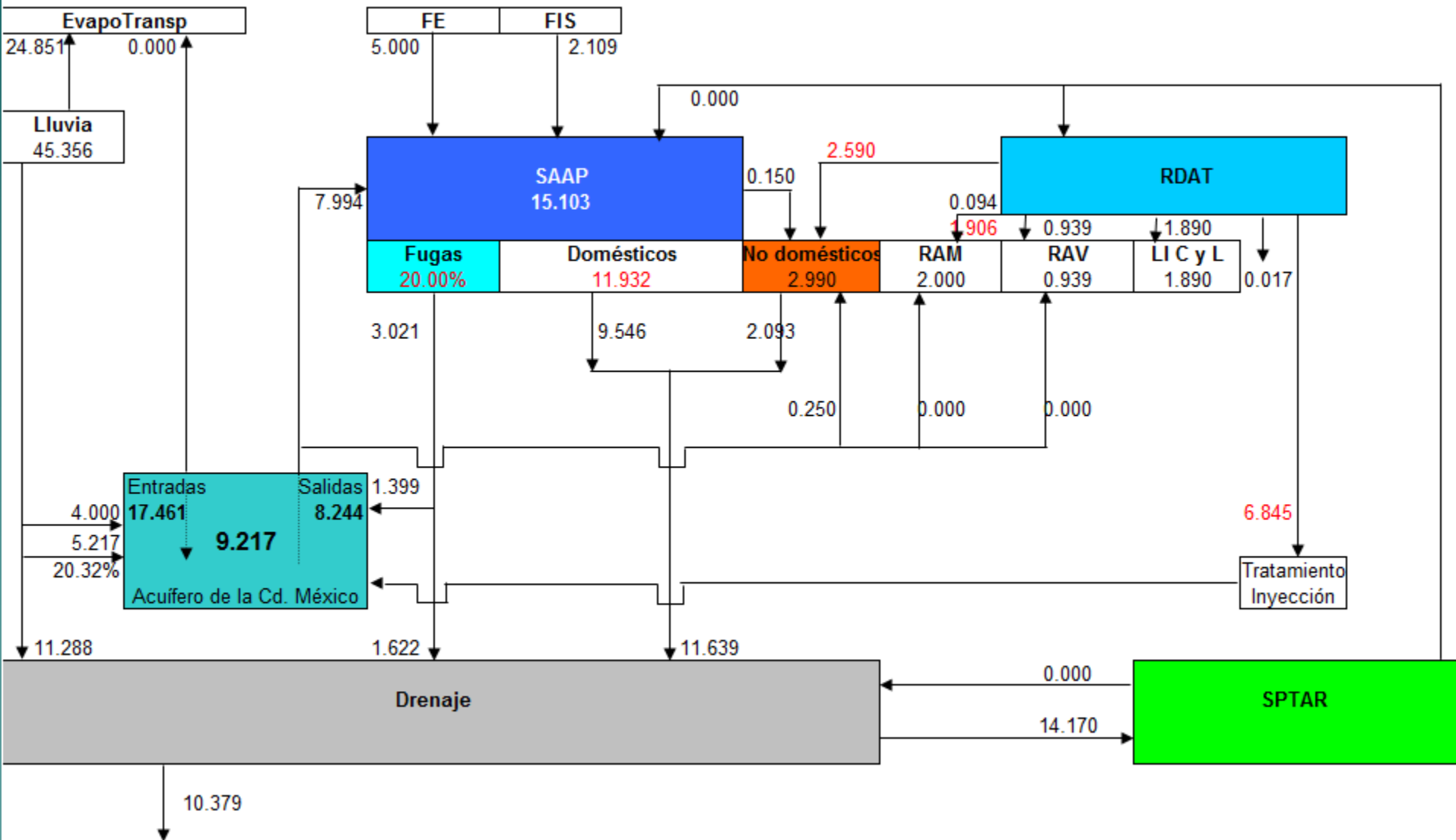
Soporte de la malla

Capas de fieltro

Estrato de granos de cuarzo



Balance de agua después de las principales acciones



Resumen de soluciones

5% recuperación urbana de lluvia	1.2	m ³ /s
50% recuperación de fugas:	7.0	
Sustitución de agua potable:	0.8	
Ahorro domésticos e industriales:	<u>7.0</u>	
TOTAL:	16.0	m ³ /s

Recarga artificial del acuífero:		
con 5% lluvia urbana	1.2	m ³ /s
con agua residual tratada	6.0	
Incremento recarga natural:	<u>4.4</u>	
	11.6	m ³ /s

Las plantas para inyección de lluvia al acuífero deben incluir:

- ◆ Múltiples barreras independientes para detener μO y contaminantes químicos
 - ◆ Continuo monitoreo tóxico y epidemiológico
 - ◆ Evaluaciones de confiabilidad y riesgo
- 
- A stylized, dark teal mountain range graphic is located in the bottom right corner of the slide, extending from the right edge towards the center.

Calidad de agua en el punto de inyección

- ◆ pH $6.5 - 8.5$
- ◆ Turbidez $\leq 2 \text{ NTU}$
- ◆ Coliformes fecales $\rightarrow 0$
- ◆ Cloro residual $\geq 1 \text{ mg/L}$
- ◆ SDT $\leq 500 \text{ mg/L}$
- ◆ Otros criterios de agua potable

Estandares de infiltración

- ◆ ≥ 600 m de los pozos de extracción
 - ◆ Retener el agua inyectada por ≥ 1 año
 - ◆ Pozos de monitoreo
 - ◆ Revisiones de eficacia de tratamiento
- 
- A stylized, dark teal silhouette of a mountain range is positioned in the bottom right corner of the slide, partially overlapping the bottom edge of the text area.

Conclusiones

- ◆ Se requiere ciencia y tecnología para cosecha eficiente
 - continuo monitoreo de la microclimatología, composición y del acuífero
 - ◆ Participación pública en temas de agua
 - Ahorro en hogar y trabajo
 - Necesidad de reuso
 - Supervisión pública
 - ◆ Generación industrias y empleo
 - producción artefactos domésticos
 - colectores de agua de lluvia
 - empresas ingeniería
 - ◆ membranas,
 - ◆ generadores electricidad,
 - ◆ sanitaria,
 - ◆ instrumentación y control
- 