



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA *Iztapalapa*

# Manejo sustentable del agua para el Distrito Federal

22 de marzo 2007

**Monroy O., Galván A., Gómez E., González A.**

# Problemática del Agua en el Distrito Federal

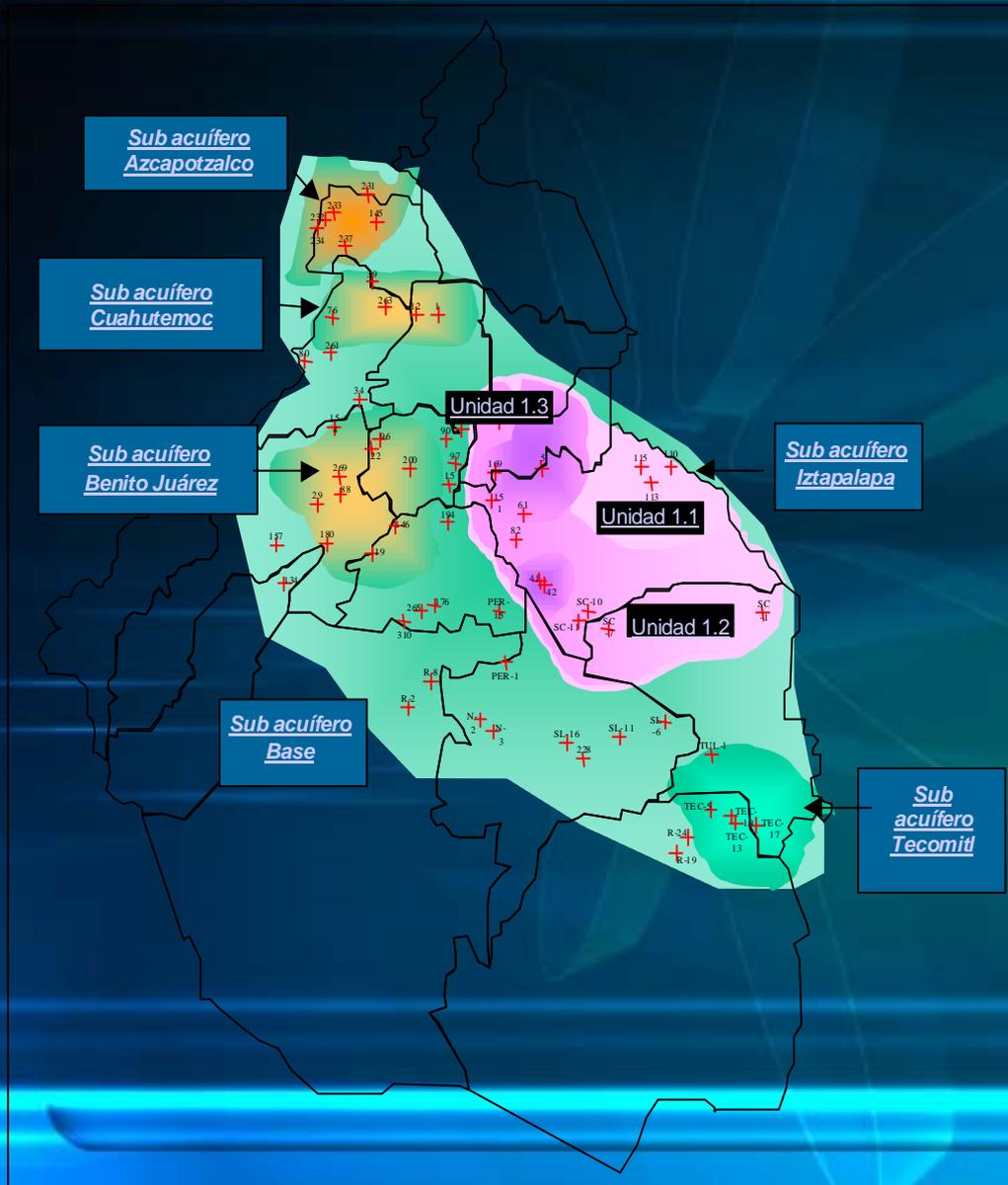
Es posible y necesario tener un manejo sustentable del agua en el D.F. y en todo el Valle de México. De otra manera la zona metropolitana se convertirá en una carga insoportable para el resto del país, principalmente para los habitantes de las cuencas vecinas.

# PROBLEMÁTICA

- La demanda de agua del acuífero aumentará al menos en 22 % para el año 2010.
- La continua explotación del acuífero podría conducir a:
  - más hundimiento de la Cd.
  - mayor contaminación del acuífero
- La fuentes externas están restringiéndose

Una de las opciones de solución es eficiente, conservar y regular los recursos hídricos con que cuenta la Ciudad de México, es decir, generar un plan integral de manejo del recurso agua

# La subsidencia ha provocado que el acuífero absorba contaminantes percolados por el drenaje profundo



el agua freática de la unidad 1.2, presenta un elevado desarrollo de color, altas concentraciones de sólidos totales, alcalinidad, dureza, nitrógeno amoniacal y proteico, sulfato, calcio, sodio y magnesio

# Antecedentes

En 1999 la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) encomienda al grupo *Alianza* (UAM, IMP y Battelle) el estudio “Evaluación y Análisis de las perspectivas para el abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México”, cuyos objetivos fueron:

- *Establecer el balance de agua para la Ciudad de México*
- *Identificar los principales problemas que afectan el abasto de agua potable*
- *Priorizar los problemas a atacar, para incrementar a corto y mediano plazo la disponibilidad de agua de la Ciudad.*

# Fuentes de agua Ciudad de México

FUENTE	(m <sup>3</sup> /s)	%
• <b>Acuífero</b> (910 pozos D.F., 1530 Edo. Mex., 306 Hgo. y Tlaxcala)	<b>46</b>	<b>69</b>
• <b>Cutzamala</b>	<b>14.4</b>	<b>22</b>
• <b>Lerma</b>	<b>6</b>	<b>9</b>
• <b>Total</b>	<b>66.4</b>	<b>100</b>
• <b>Recirculada</b> (en 21 plantas con capacidad de 9 m <sup>3</sup> /s)	<b>4.8</b>	<b>7</b>

# Balance del agua residual en el Valle de México

<b>FUENTE</b>	<b>Mm<sup>3</sup>/a</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>	<b>%</b>
<b>Generación municipal</b>	<b>1513</b>	<b>48</b>	<b>65</b>
<b>Lluvia</b>	<b>450</b>	<b>14</b>	<b>19</b>
<b>Generación/manantiales y rios</b>	<b>378</b>	<b>12</b>	<b>16</b>
<b>Recirculación: S. Juan Aragón, Xochimilco, Chapultepec, termoeléctrica del V. de México</b>	<b>151</b>	<b>4.8</b>	<b>8.0</b>
<b>Evaporación/riego de pastizales en Texcoco</b>	<b>101</b>	<b>3.17</b>	<b>5.2</b>
<b>Irrigación: Chiconautla, Tula, Zumpango, Endhó</b>	<b>1703</b>	<b>54</b>	<b>87</b>

# Puntos de evaluación

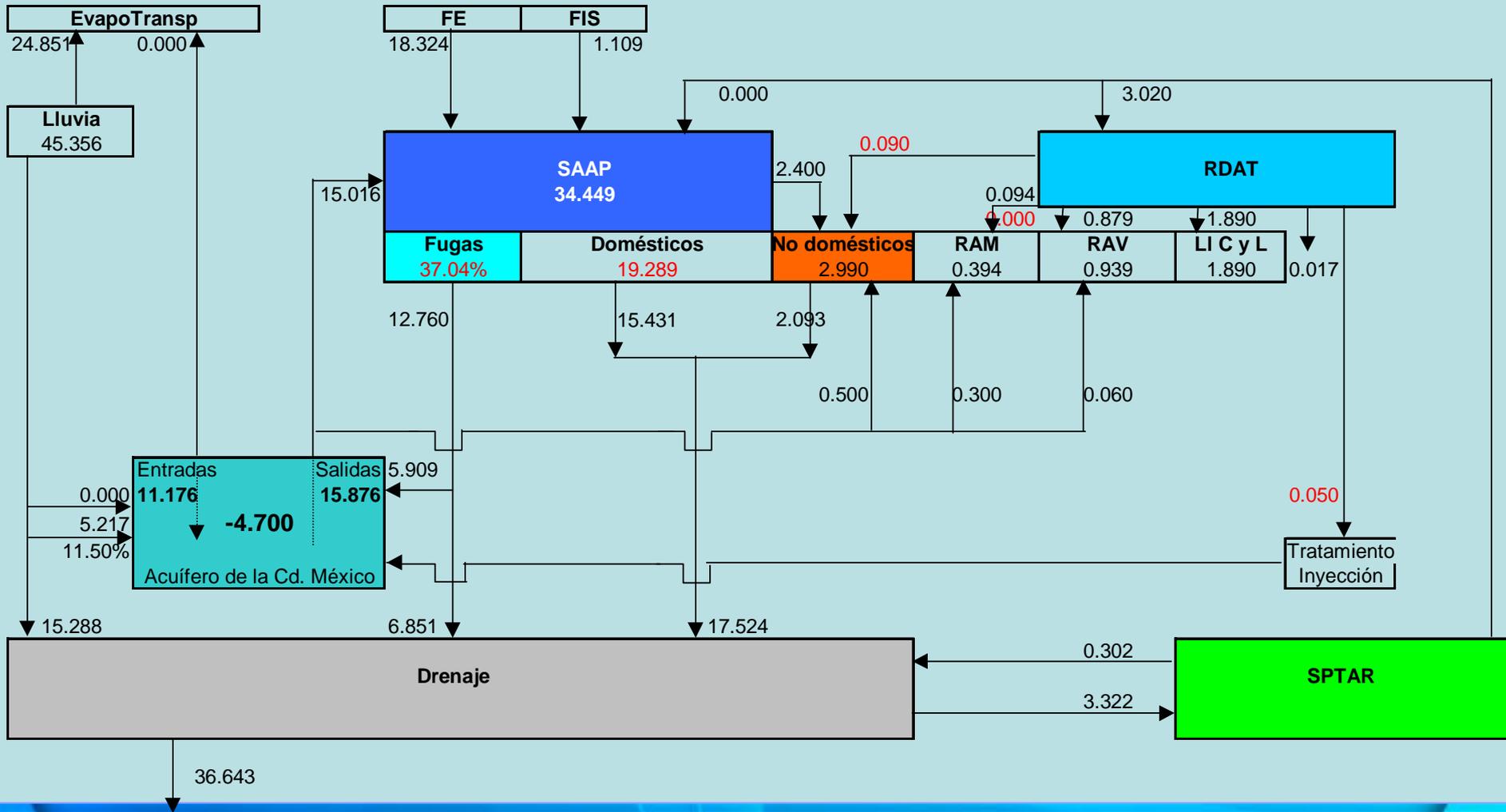
## FASE NATURAL

- Lluvia
- Escurrimiento
- Recarga del acuífero

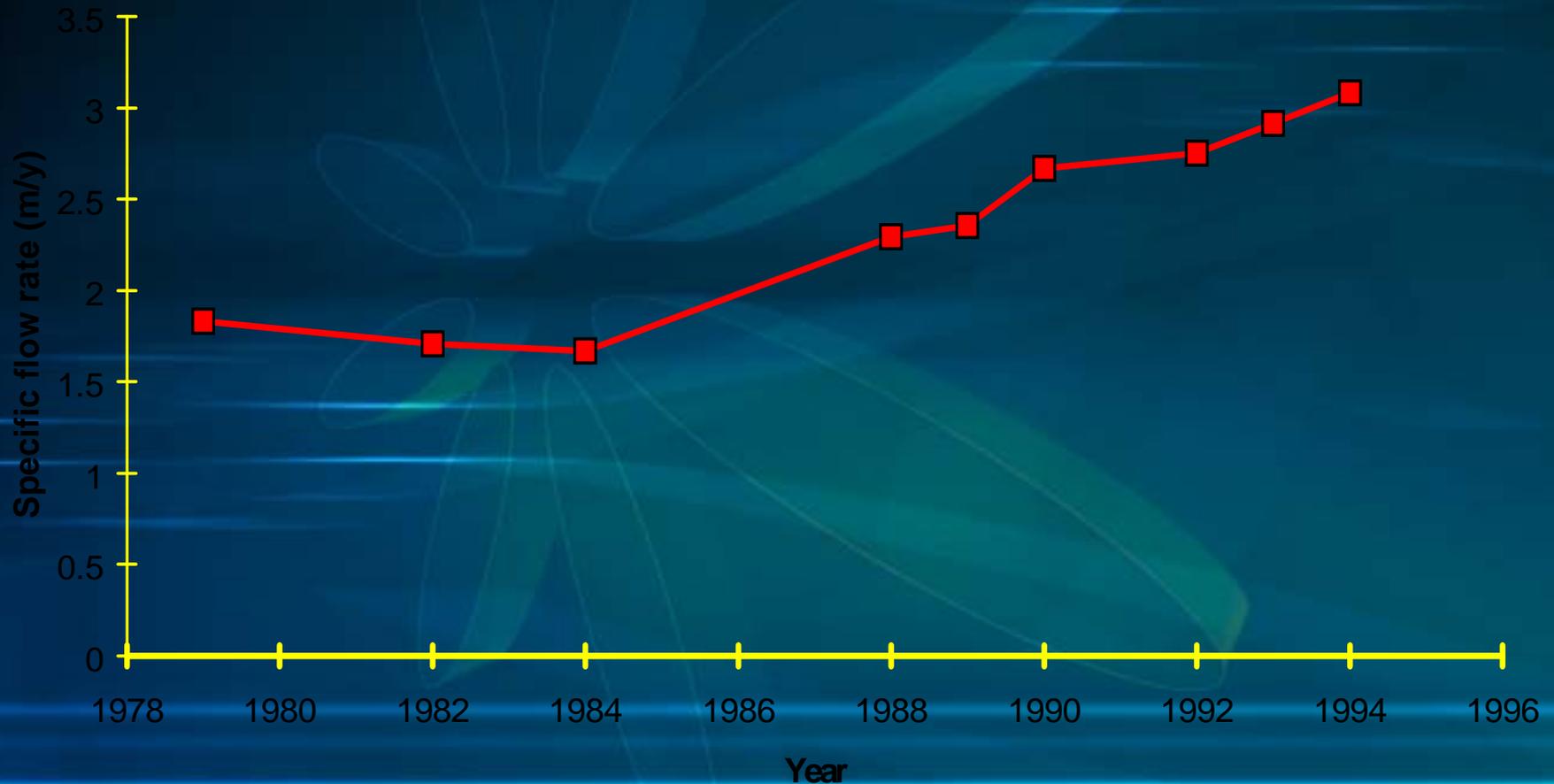
## FASE ANTROPOGÉNICA

- Abastecimiento
- Distribución
- Drenaje (reuso)

# Balance de agua en el D.F.



# AR al Valle del Mezquital



# Resumen

## LA DEMANDA

Consumo doméstico:	19.29 m <sup>3</sup> /s
No doméstico:	2.99 m <sup>3</sup> /s *
Riego agrícola:	3.22 m <sup>3</sup> /s
Pérdidas:	12.76 m <sup>3</sup> /s **
Inyección:	0.05 m <sup>3</sup> /s
Total:	38.31 m <sup>3</sup> /s

## LA OFERTA

- El 44.31% de fuentes internas
- El 47.81 % depende de fuentes externas
- El 7.88% es agua reciclada

\* Incluye uso industrial

\*\* Incluye fugas de la red

La dotación: 193.67 l/h/d

Fuente: INEGI, 2000.

# Principales conclusiones del estudio UAM

<b>Balance global de agua en la cuenca del V. de México</b>	<b>✓ Permite definir las metas para el manejo y priorizarlas.</b>
<b>Incremento de la oferta</b>	<b>✓ No hay incremento de la oferta externa</b> <b>✓ Recarga por lluvia 60% más ( 4.4 m<sup>3</sup>/s )</b> <b>✓ Sustitución A. potable por tratada ( 0.8 )</b> <b>✓ Recuperación urbana de lluvia ( 0.7 )</b>
<b>Reducción de la demanda</b>	<b>✓ Domiciliario 3% ( 0.5 )</b> <b>✓ Industrial 20% ( 0.2 )</b> <b>✓ Reducción pérdidas en red 50% ( 6.9 )</b> <b>(13.5)</b>

# Abastecimiento

## PROBLEMAS DE SUMINISTRO DE LAS FUENTES EXTERNAS

Existe un déficit en el suministro de 10 m<sup>3</sup>/s

El 47.81% del caudal proviene del estado de México

Existen pugnas y confrontaciones por el uso del recurso (caso Temoaya)

El Estado de México tiene planes de reducir los volúmenes enviados al D.F.

Se estima un crecimiento del déficit de 13.5 m<sup>3</sup>/s para 2010 y de 21.6 m<sup>3</sup>/s para 2020\*

En un escenario mas conservador los déficits van de 9.8 a 14.1 m<sup>3</sup>/s \*\*

## SOLUCIONES PROPUESTAS

1. Captación del agua de lluvia en zonas urbanas y en zonas naturales
2. Sustitución de agua potable por tratada
3. Inducción de la recarga del acuífero
  - Natural
  - Artificial

\* Cálculo con base a un crecimiento económico de 4%

\*\* Cálculo con base a un crecimiento económico de 2%

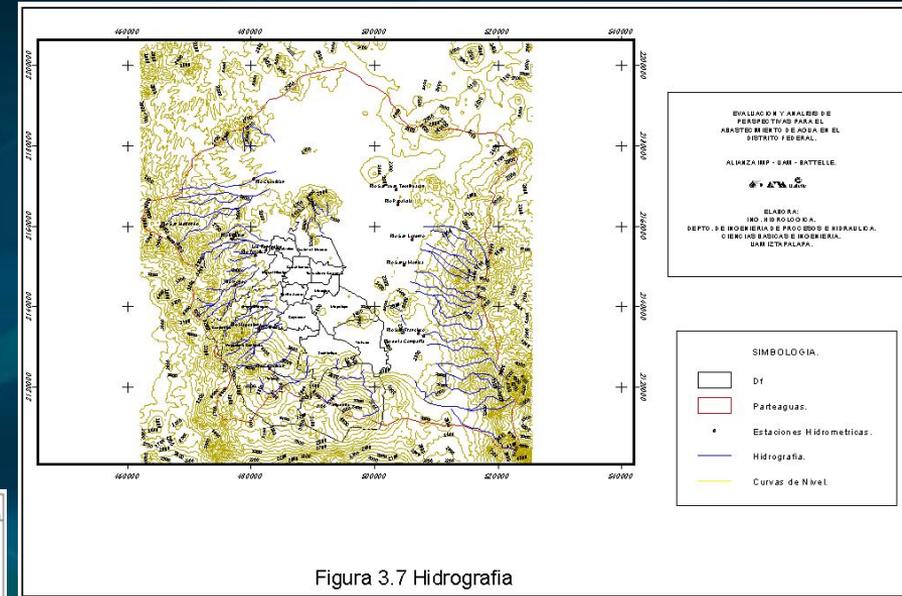
# Captación de agua de lluvia

Captación de agua de lluvia en área Urbana

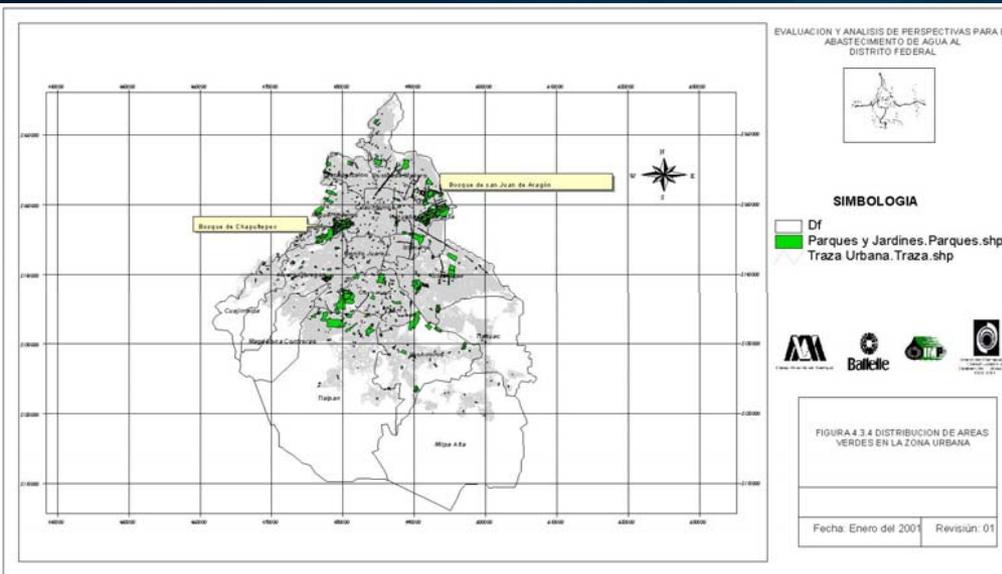
En edificaciones: 0.208 m<sup>3</sup>/s

En áreas verdes o abiertas: 0.516 m<sup>3</sup>/s

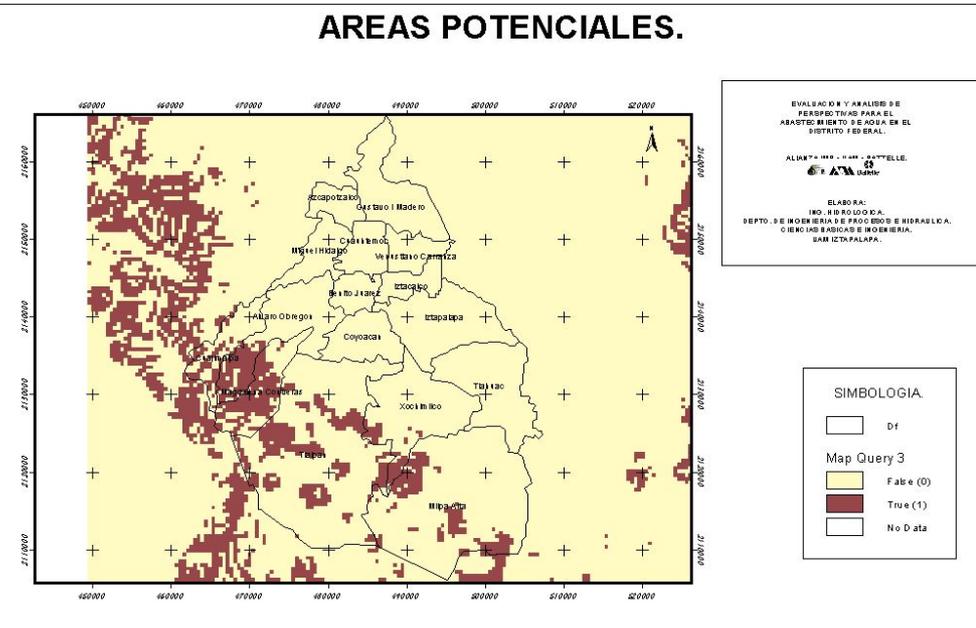
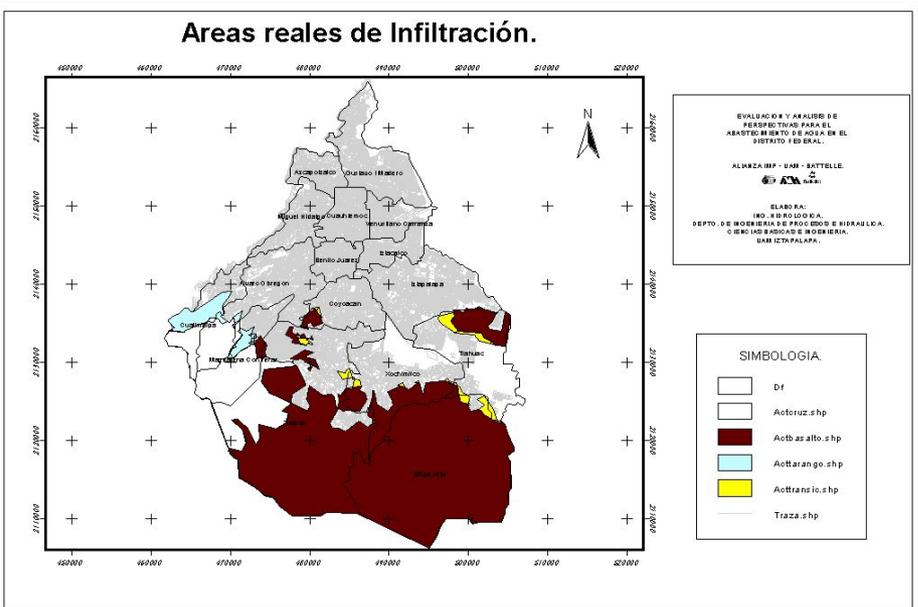
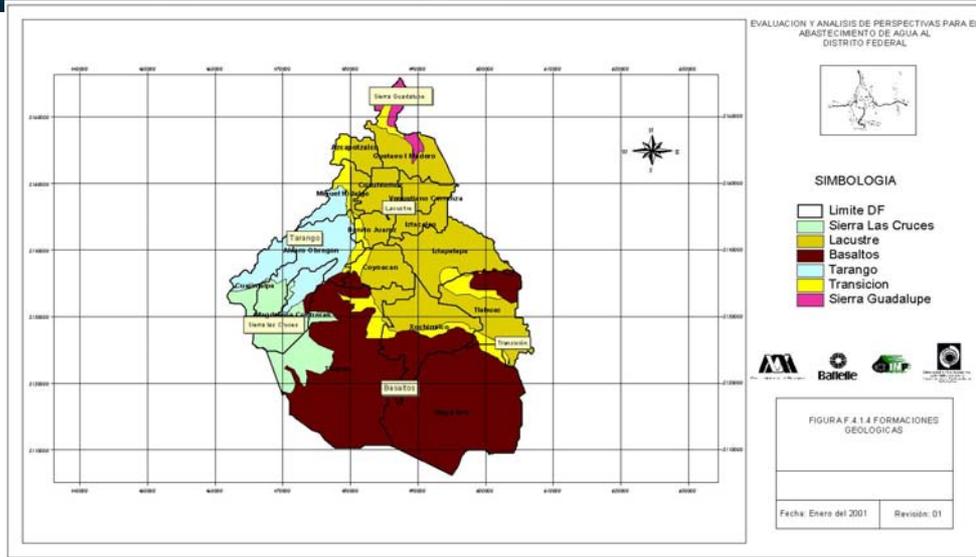
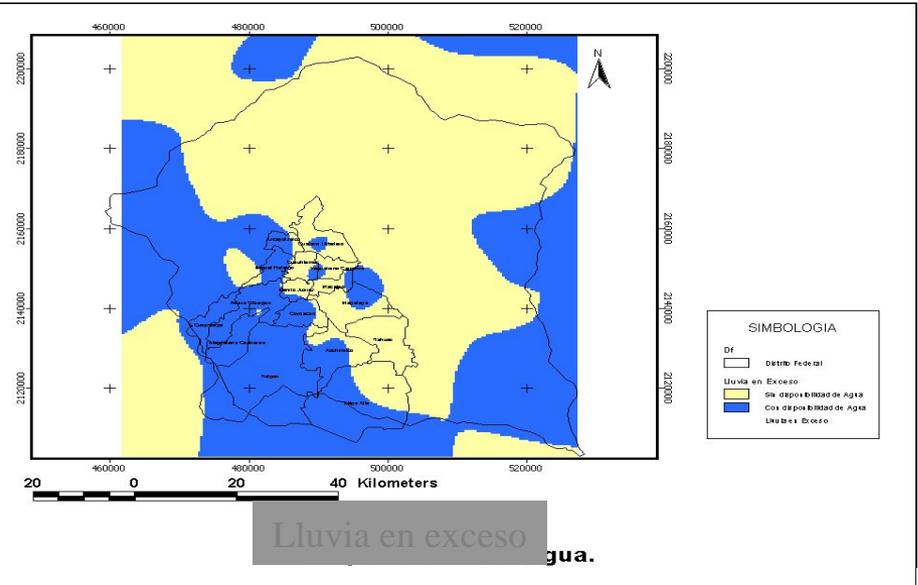
Total: 0.724 m<sup>3</sup>/s



Captación de agua de lluvia en Áreas Naturales  
Escurrecimientos de 4.0 m<sup>3</sup>/s  
2.5 m<sup>3</sup>/s ingresan al drenaje

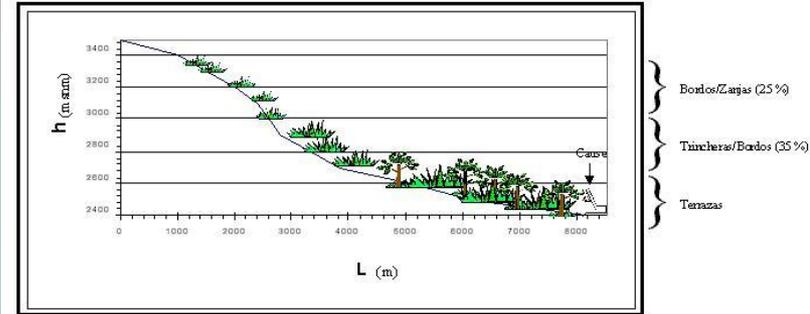


# Recarga del acuífero



El potencial de captación de agua de lluvia es de 4.40 m<sup>3</sup>/s  
 La capacidad de infiltración natural es 2.98 m<sup>3</sup>/s

### Perfil de Trabajo Cuenca Rio Magdalena

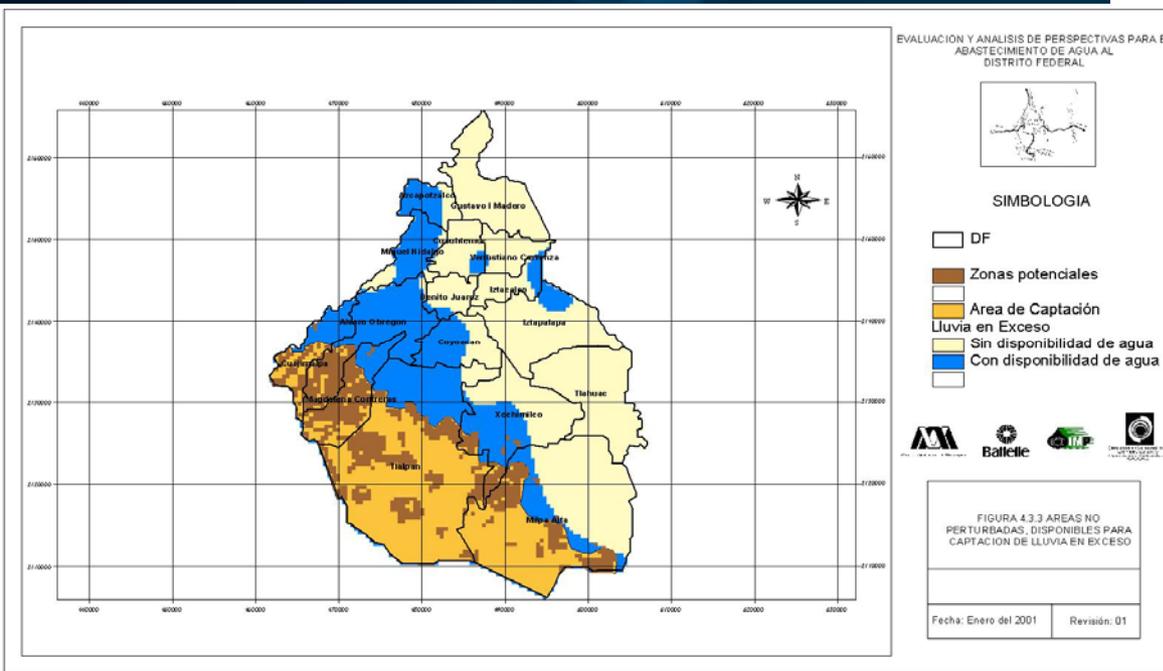


#### VEGETACION

- Densidad Baja (< 5%)
- Densidad Media (5 < D < 25)%
- Densidad Alta (> 25%)
- Reforestación

#### OBRAS EN LADERA

- Bordos
- Pisos
- Zarzas



Los 1.42 m<sup>3</sup>/s restantes se envían a pozos de inyección

# Sustitución de aguas

## Corrientes de evacuación en la CVM

Gran Canal del Desagüe:	44 m <sup>3</sup> /s
Emisor poniente:	15 m <sup>3</sup> /s
Emisor central:	15 m <sup>3</sup> /s
Total:	64 m <sup>3</sup> /s

Sólo se tratan 7.82 m<sup>3</sup>/s en la cuenca; el D.F trata 3.02 m<sup>3</sup>/s

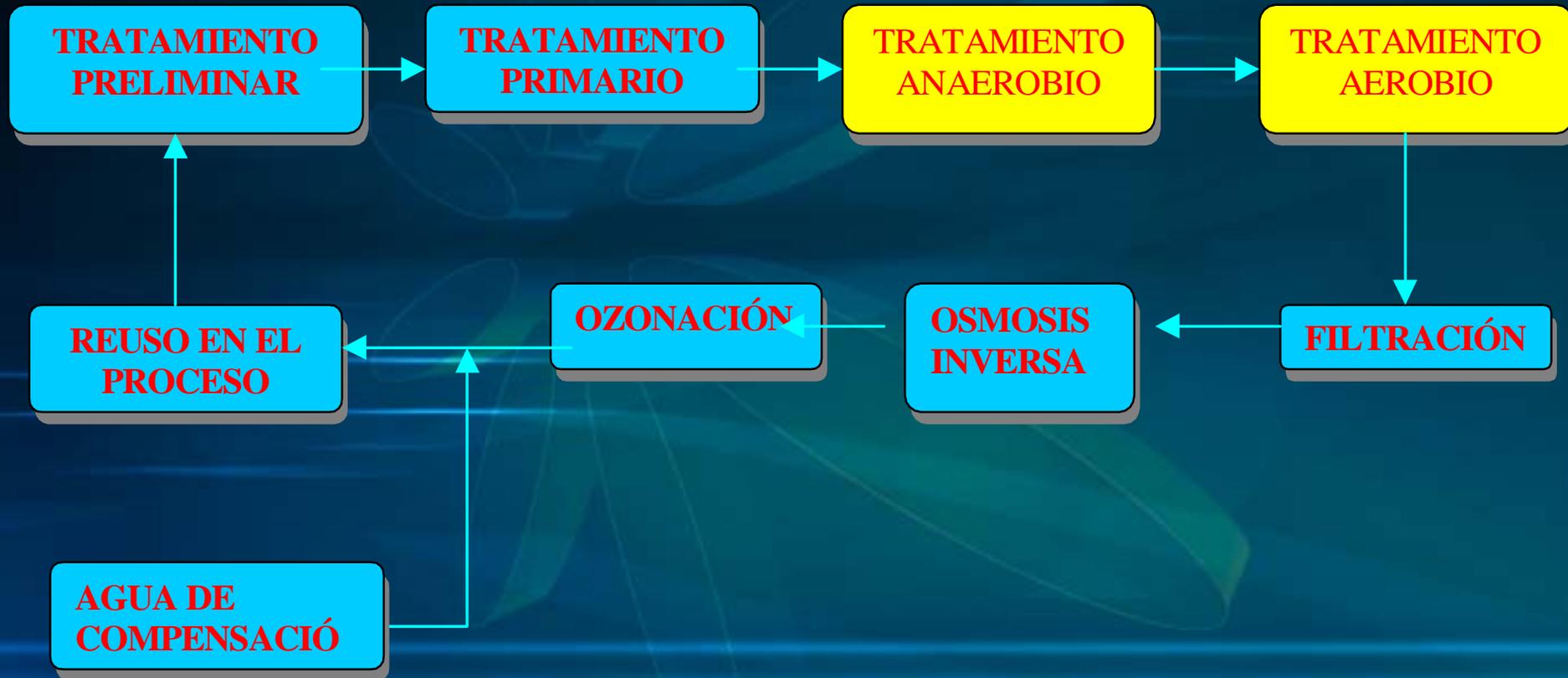
Existe capacidad instalada en el D.F hasta para 9 m<sup>3</sup>/s

Existe mercado para 0.5 m<sup>3</sup>/s de agua tratada (industria)

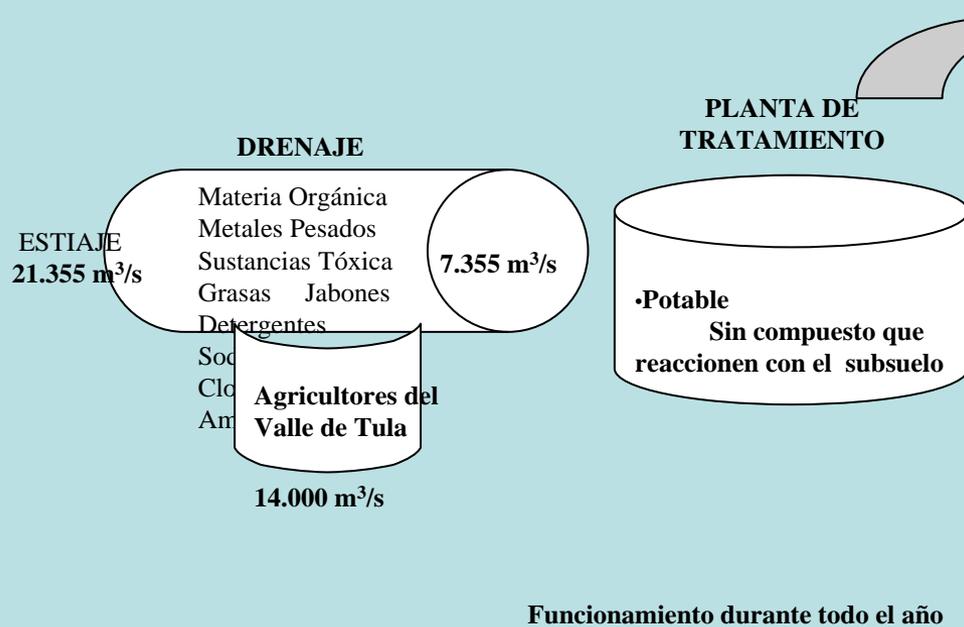
Si se eleva la calidad del agua tratada, se sustituye en riego I (hortalizas), y se combina con tecnologías de riego, se recuperan hasta 0.3 m<sup>3</sup>/s de AP

Total: 0.8 m<sup>3</sup>/s

# Tratamiento avanzado de AR

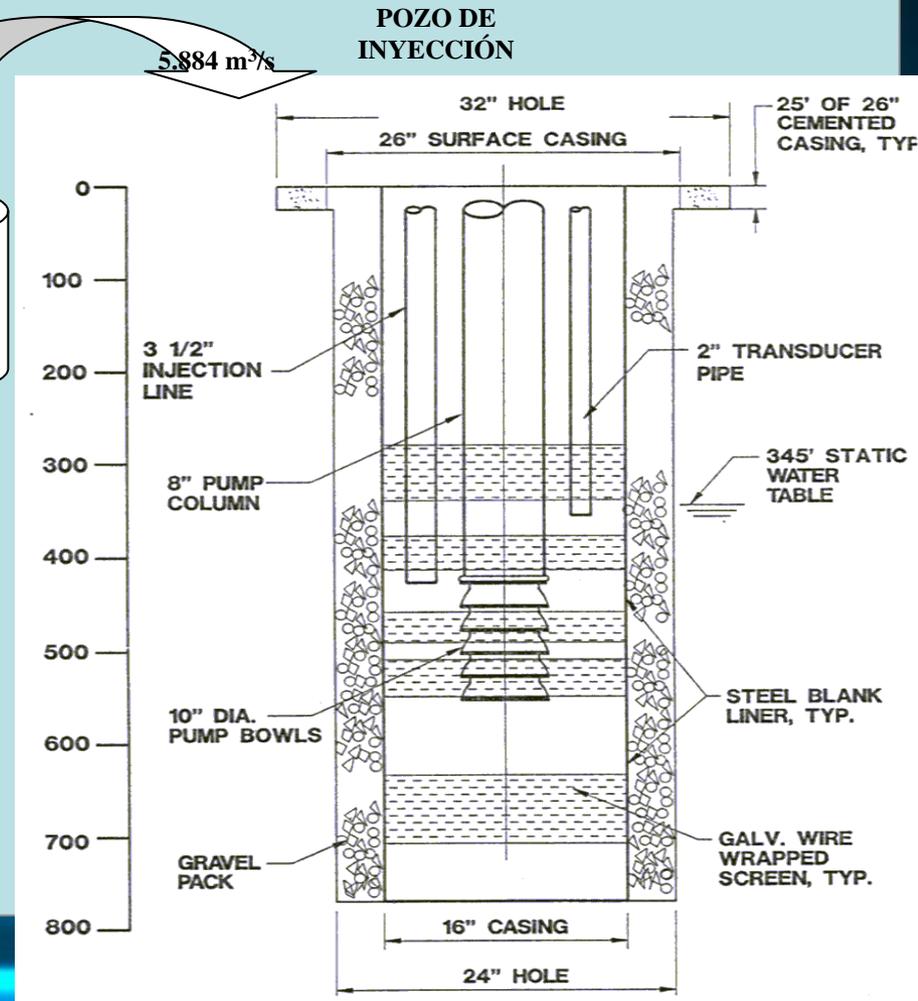


# Recarga artificial



Funcionamiento durante todo el año

Existe un potencial de 10 m<sup>3</sup>/s para inyección al acuífero, previo tratamiento



## Plantas de Tratamiento Fase I

No. de Planta	Capacidad (L/s)			Inyec.	Total (L/s)	Ampli
	Nom	Actual	Exp.			
12	579 9	2849.3	1215	1602	4981	1091
	<b>10</b> <b>0%</b>	49 %	21 %	27.6 %	85.9 %	18.8 %

## Plantas de Tratamiento Fase II

Zona	Caudal (L/s)	Pozos
Azcapozalco	250	10
L. Poniente I	100	3
L. poniente II	110	4
Zona Oriental	150	5
Sta. Catarina	2500	5 lagunas
Sur	90	3
	3200	

## Plantas de Tratamiento Fase III

Zona	Caudal (L/s)	Colector
<b>Iztapalapa</b>	2000	Canela y Chu.
G. A. Madero	2000	Cuauhtepec
Cuauhtémoc	2000	Morazán
Miguel Hidalgo	1000	Río San Joaq.
Coyoacán	1000	Miramontes
Coyoacán	1000	Bombas P.
<b>Azcapozalco</b>	1000	<b>Parque Vía</b>

# Distribución

## PROBLEMAS

La red tiene los ingresos de caudal en el poniente y en su tránsito hacia el oriente pasa por zonas de alto consumo, por lo que los caudales que llegan a la zona son muy mermados

La zona oriente tiene la mas alta densidad poblacional, y el mas alto índice de crecimiento no planificado

El crecimiento no planificado de los asentamientos humanos, ha generado una red complicada para su control y manejo.

Las diferentes etapas de construcción de la red han generado un mosaico de materiales, técnicas de construcción y edades de la red que redundan en fugas

Las condiciones edafológicas y geológicas de la CVM son adversas (tectonismo y suelos agresivos)

## Deteccion de Fugas (Priorizacion por caudal perdido y densidad de drenaje)



# Recuperación de Volúmenes perdidos (fugas)



## SIARDA

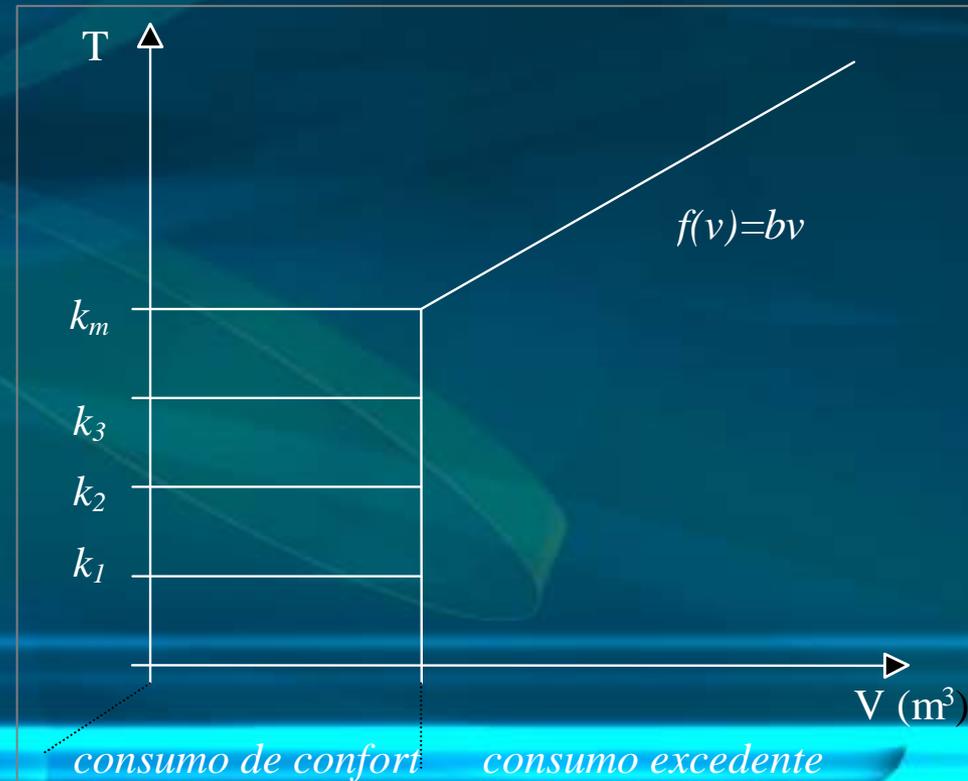
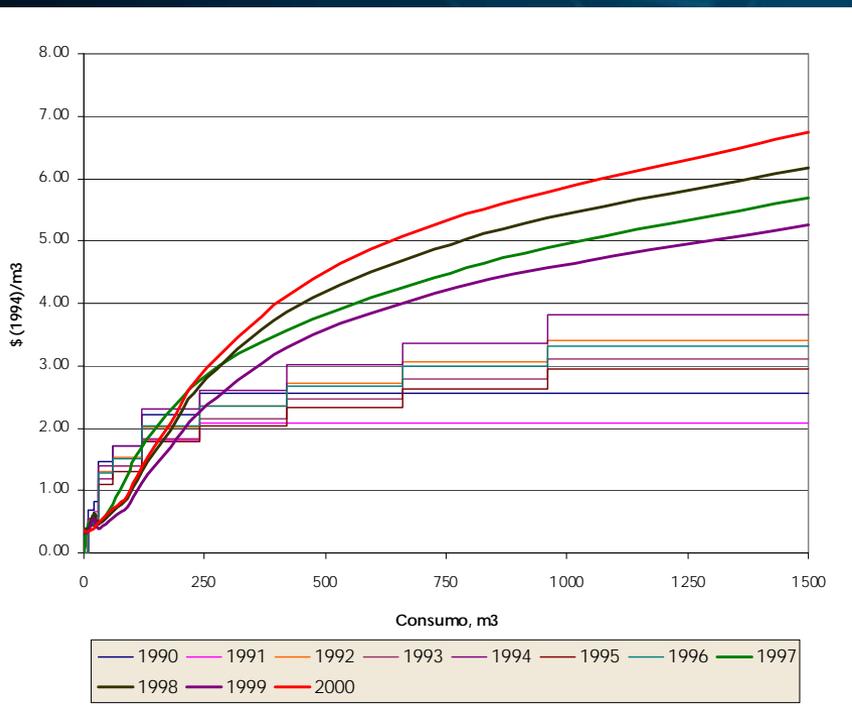


Se pierde desde el 6 hasta el 32% del caudal por fugas en la red primaria y secundaria. La recuperación del 50% de este caudal (red secundaria) equivale a 6.89 m<sup>3</sup>/s.

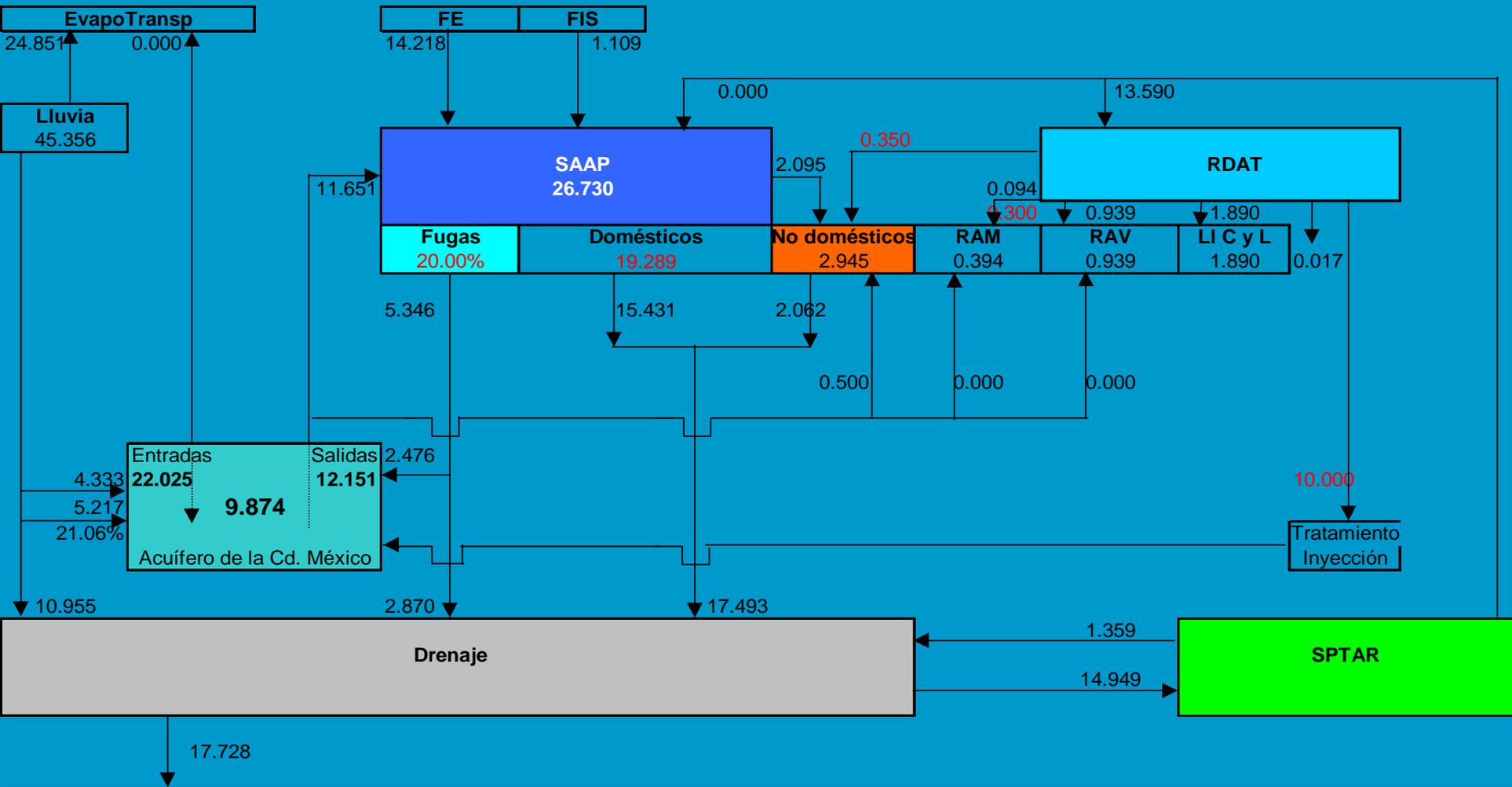
# Modificar tarifas para incentivar el uso eficiente del agua

A través de un sistema tarifario diferenciado se estima recuperar hasta 0.7 m<sup>3</sup>/s en los consumos doméstico e industrial. Las propuestas son:

- Control de Tarifas para Consumo Doméstico
- Control de Tarifas para Consumo No Doméstico



# Balance de agua después de las principales acciones



# Resumen

Captación de lluvia urbana :	0.72 m <sup>3</sup> /s
Recarga natural:	4.4 m <sup>3</sup> /s
Recarga Artificial:	10 m <sup>3</sup> /s
Recuperación de fugas:	6.89 m <sup>3</sup> /s
Sustitución de agua:	0.80 m <sup>3</sup> /s
Ahorro por sistema tarifario:	0.70 m <sup>3</sup> /s
Total:	23.51 m <sup>3</sup> /s

El déficit esperado para 2010 de 13.5 m<sup>3</sup>/s puede ser cubierto a través de manejos internos; para el año 2020 sólo se tendría un déficit de 2.21 m<sup>3</sup>/s. Para los escenarios mas conservadores, en los 2 casos estaría totalmente cubierta la demanda

Pero sólo la suma de todas las alternativas genera un balance positivo.

# Conclusiones

- Se requiere de alta tecnología
  - tratamiento de agua residual
  - monitoreo de flujo y presión para controlar pérdidas de agua
  - manejo de la cuenca
  - monitoreo continuo de las fuentes
- Participación pública en temas del agua
  - ahorro, pagar de acuerdo al uso
  - educación científica
  - Educación ambiental
  - Vigilancia
  - Políticas en la distribución y uso eficiente del recurso

# Necesidades de tratamiento de AR

Las AR solo se tratan hasta nivel secundario

Los contenidos de patógenos, metales y nutrientes son muy altos

Los metales salinizan los suelos y saturan los acuíferos

No existen áreas disponibles para confinamientos de AR

## Propuestas de tratamientos avanzados

- Reactores anaerobios avanzados
  - lecho fluidizado inverso (columnas)
  - EGSB
- Reactores aerobios avanzados
  - membrana
  - oxígeno puro
- Reactores anaerobios de lodos
  - mesofílico - termofílico