



Plan de gestión integral y manejo de la recarga del acuífero del Valle de México

Dr. Fernando González Villarreal
Investigador del Instituto de Ingeniería
Coordinador Técnico de la Red del Agua UNAM

26 de abril, 2017

DIAGNÓSTICO

Objetivo

Sustentabilidad del acuífero y disminución de los hundimientos

Metas

Alcanzar la sustentabilidad en 15 años, igualando las extracciones en el acuífero a la recarga natural y artificial

Políticas

- Equidad en el suministro
- Uso eficiente de los recursos hídricos
- Uso eficiente de la Inversión pública
- Coordinación de acciones
- Participación social
- Transparencia
- Rendición de cuentas
- Seguridad Hídrica
- Responsabilidad ambiental

Programas y acciones

- Fortalecimiento institucional
- Cambio del marco legislativo y regulatorio
- Disminución de extracciones
- Preservar recarga natural
- Recarga artificial (pilotos)
- Reúso
- Observatorio del acuífero
- Desarrollo de capacidades

EVALUACION Y MONITOREO

Escenarios

1. Población
2. Crecimiento económico
3. Gobernabilidad
4. Tecnología
5. Medio ambiente



Diagnóstico



El acuífero como activo

Acuífero del Valle de México: recurso críticamente importante, finito, valioso y vulnerable que estamos degradando

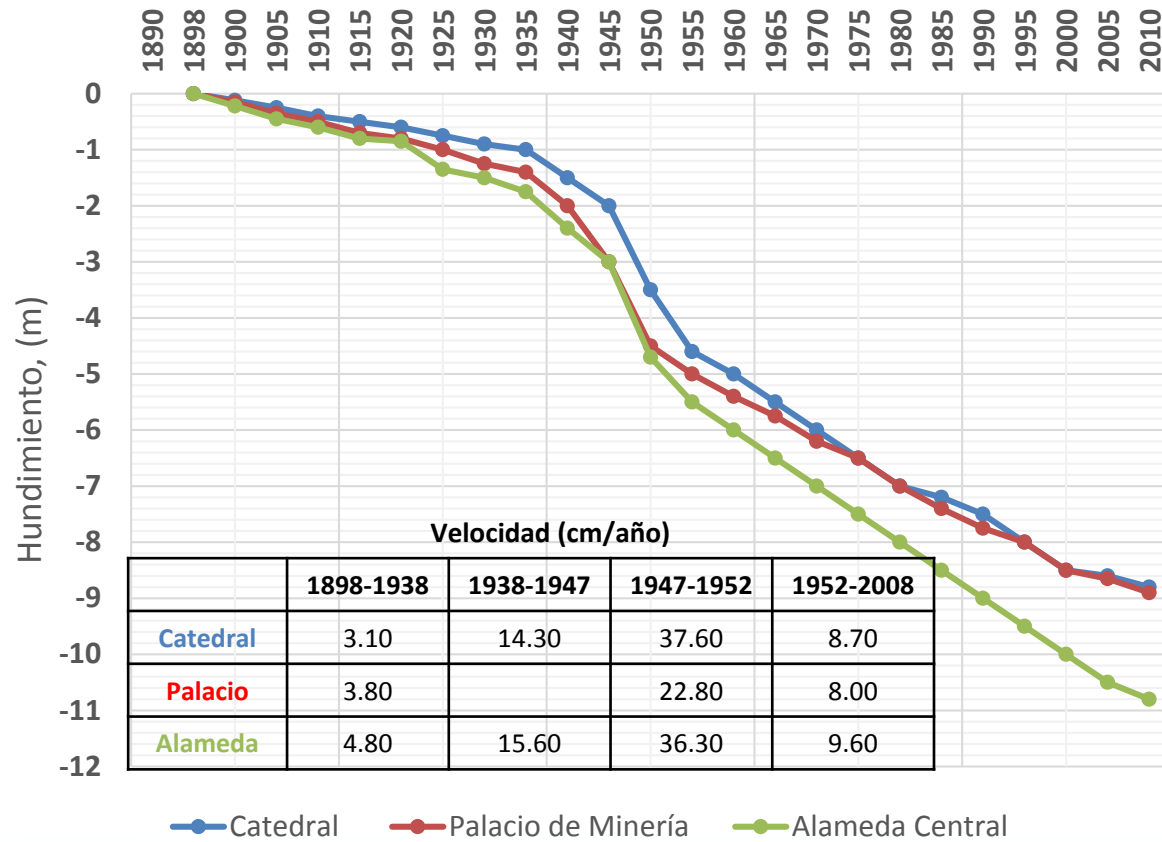
- La ZMVM representa el **30% del PIB nacional** y aloja el **20% de la población total del país**
- El abastecimiento de agua en la zona metropolitana **continuará dependiendo** de los recursos subterráneos, ahora de 55 m³/s
- Aunque trajéramos más agua **no podríamos distribuirla sin recurrir al acuífero**
- Desafortunadamente el acuífero experimenta la clásica “tragedia de los comunes”



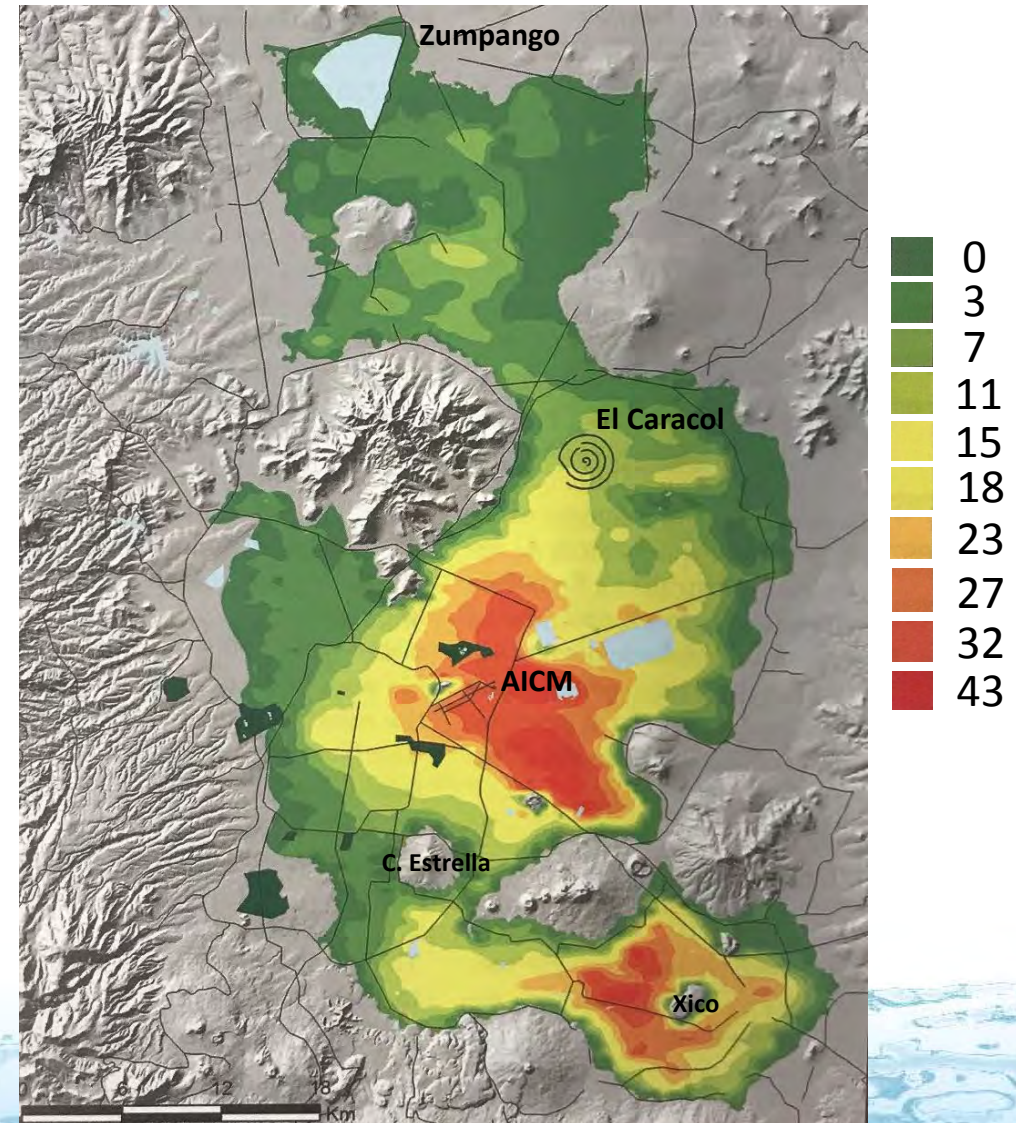
Aprovechamiento no sustentable

Hundimiento 1890 – 2010

Evolución del hundimiento regional en tres sitios del Centro Histórico



Velocidad de hundimiento
1999 – 2008
Centímetros por año



Aprovechamiento no sustentable

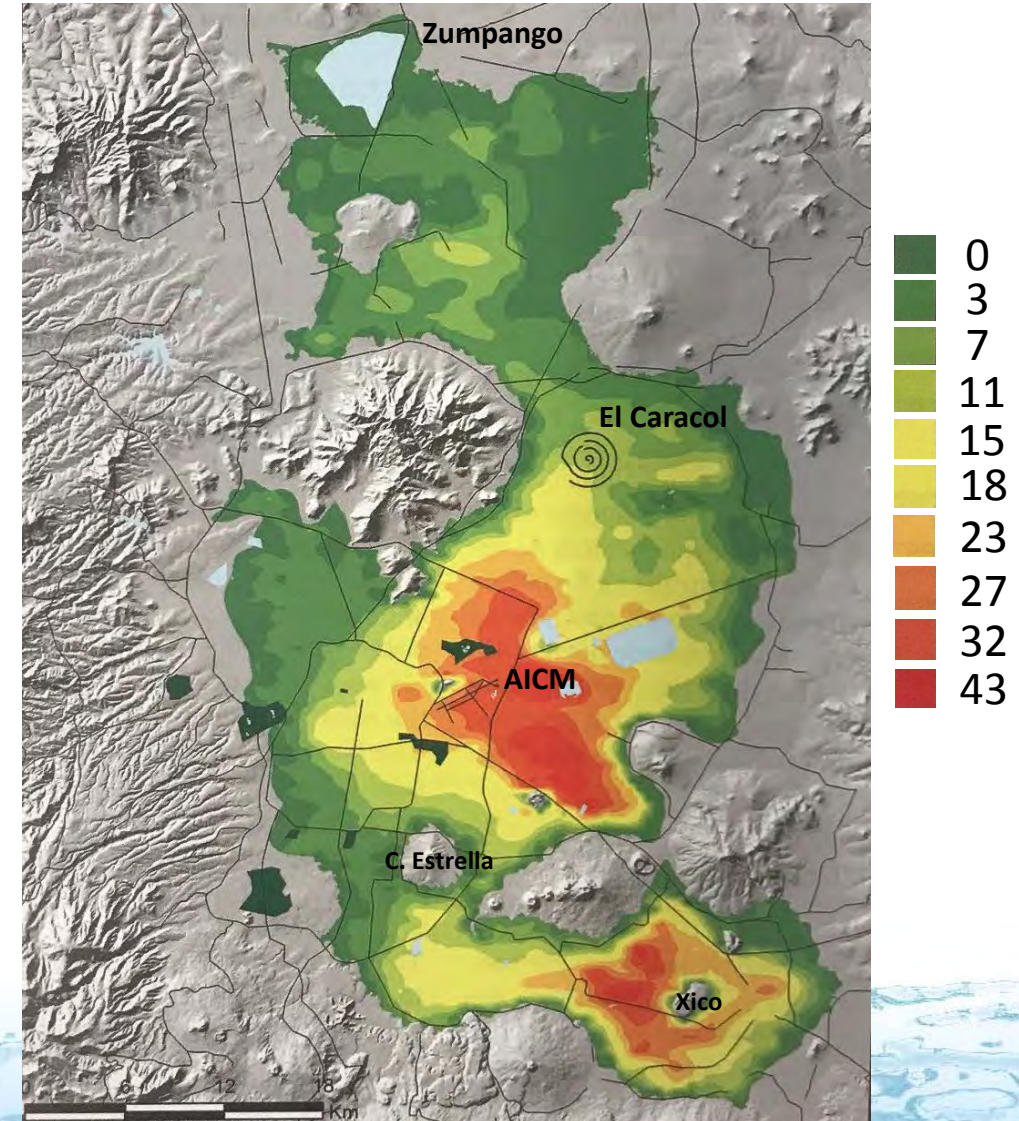
Hundimiento 1890 – 2010

- **Afectación en la infraestructura:**
 - Sistema de distribución de agua y drenaje
 - Sistema del transporte colectivo metro
 - Vialidades, edificaciones y servicios públicos

- **Costos**

PAIS	COSTOS (Millones de dólares/año)	HUNDIMIENTO (m)
México (aprox)	1400	15
China	1500	6
Holanda	3500	3

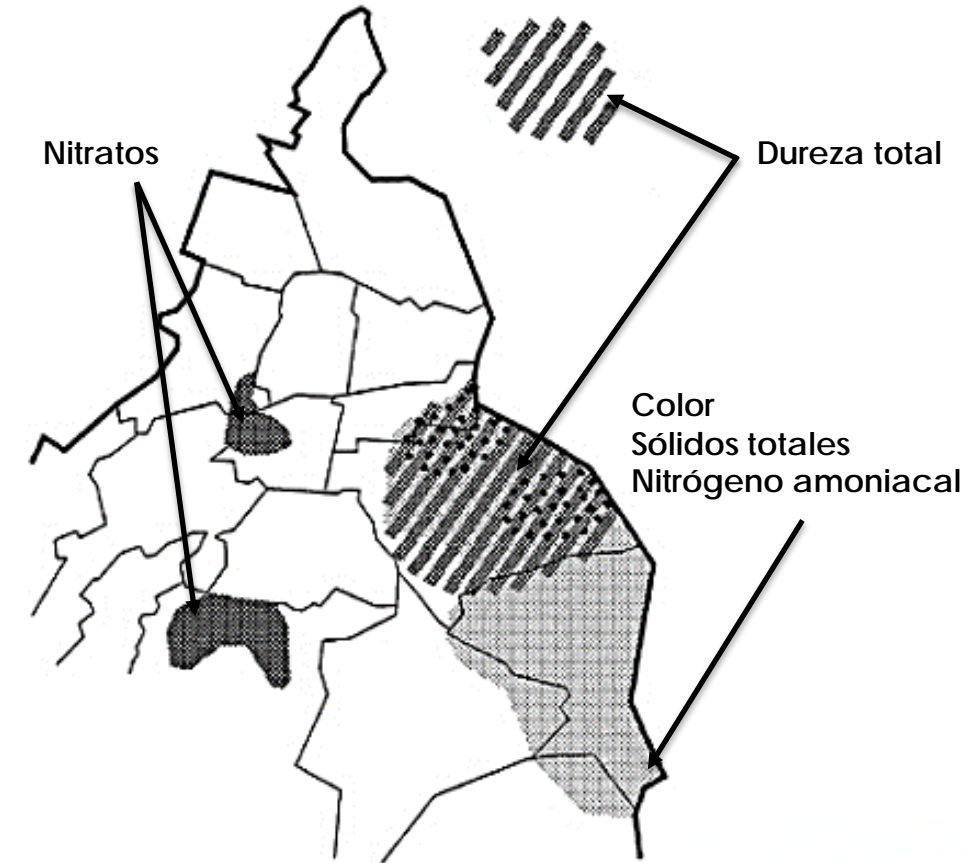
Velocidad de hundimiento 1999 – 2008 Centímetros por año



Deterioro de la calidad del agua

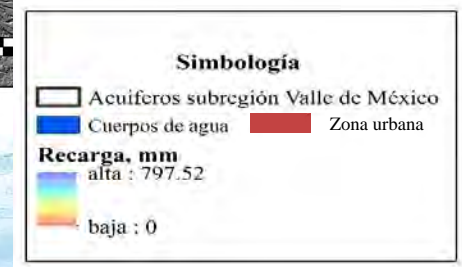
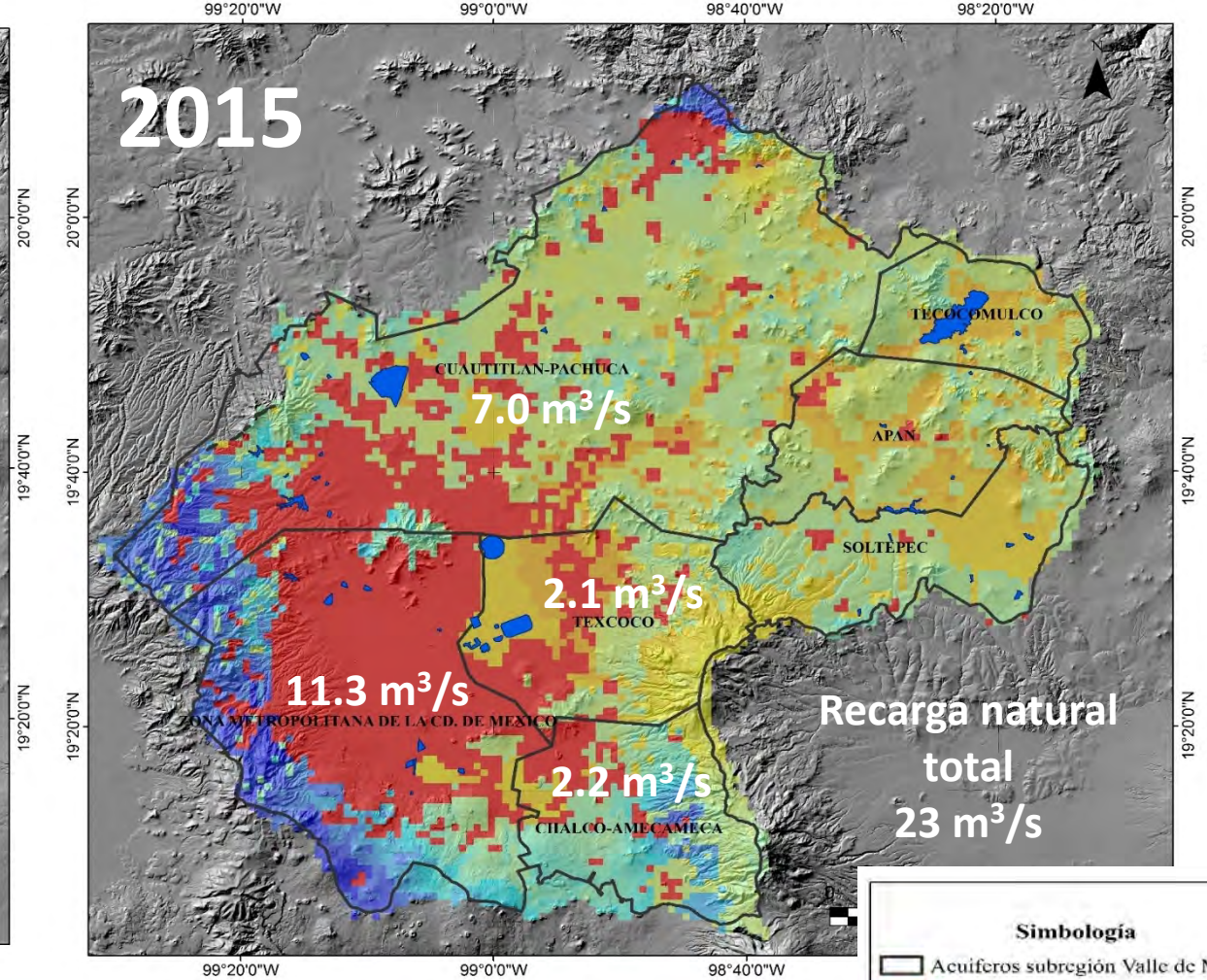
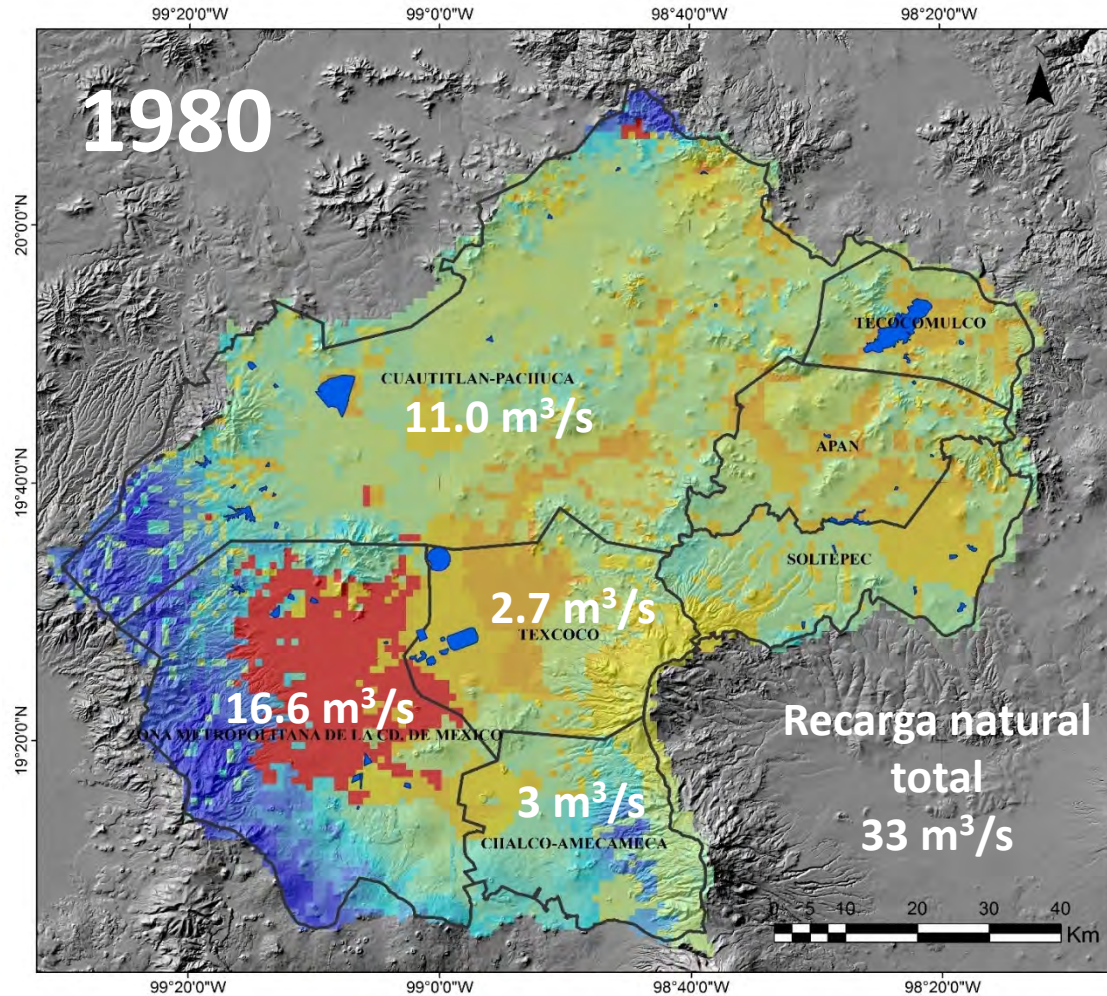
- La **deseccación y la consolidación** han desarrollado **fracturas** que provocan la migración de contaminantes
- En Texcoco y Chalco el bombeo excesivo provoca la **migración de sales** hacia el acuífero principal
- Los pozos de Santa Catarina y la Zona Central Urbana presentan **altos contenidos de fierro y manganeso**
- Se han registrado **altas concentraciones de nitratos** en Sierra de las Cruces
- En Lechería - Tultitlán (Estado de México), se registra la contaminación del acuífero por **derrames de cromatos**

Áreas donde los parámetros indicados por las pruebas de calidad del agua no cumplen con las normas

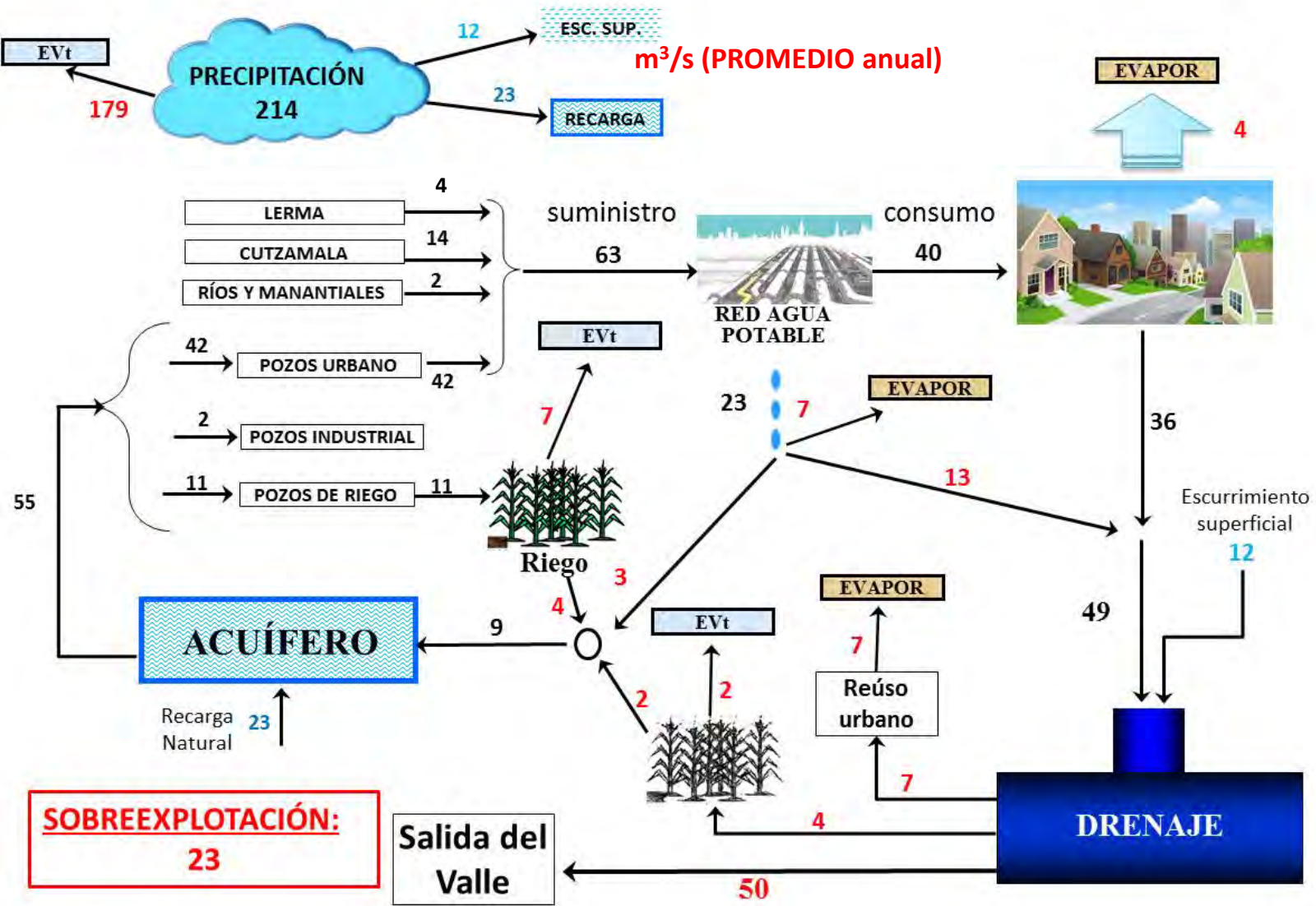


Aprovechamiento no sustentable

Disminución de la recarga natural



Una situación insostenible



EL BALANCE HÍDRICO ACTUAL RESUME LOS PROBLEMAS:

- **Sobreexplotación** que iguala a los trasvases
- **Bajo nivel de aprovechamiento** de agua superficial local (15%) y de reúso de las aguas residuales (12%)
- Las **pérdidas físicas por fugas** son equivalentes a la **sobreexplotación**
- Necesidad de **conservar la recarga natural e incrementar la recarga artificial**

Cambio de paradigma

Recuperar la sostenibilidad del acuífero del Valle de México y de los demás acuíferos sobreexplotados requiere de un cambio de paradigma a partir de seis principios básicos:



- ✓ Relevancia
- ✓ Sostenibilidad
- ✓ Conocimiento
- ✓ Integralidad
- ✓ **Más Recarga**
- ✓ Participación/información



Plan de Gestión y Recarga

Plan de Gestión y Recarga del Acuífero del Valle de México

Objetivo Sustentabilidad del acuífero y disminución de los hundimientos	Metas Alcanzar la sustentabilidad en 15 años, igualando las extracciones en el acuífero a la recarga natural y artificial
Políticas <ul style="list-style-type: none">• Equidad en el suministro• Uso eficiente de los recursos hídricos• Uso eficiente de la Inversión Pública• Coordinación de acciones• Participación social• Transparencia• Rendición de cuentas	Programas y acciones <ul style="list-style-type: none">• Fortalecimiento institucional• Cambio del marco legislativo y regulatorio• Disminución de extracciones• Preservar recarga natural• Recarga artificial (pilotos)• Reúso• Observatorio del acuífero• Desarrollo de capacidades

EVALUACION Y MONITOREO

Escenarios

1. Población
2. Crecimiento económico
3. Gobernabilidad
4. Tecnología
5. Medio ambiente

Escenarios

	Sustentable	Tendencial	Adverso
Incremento de Población	Moderado	Considerable	Acelerado
Economía	Mayor crecimiento, presupuestos suficientes con mejor distribución de ingreso	Presupuestos fiscales anuales insuficientes, la desigualdad se mantiene	Incremento de las externalidades negativas y desigualdad del ingreso
Gobernabilidad	Facilidad de implementación de planes con rendición de cuentas y estrecha relación población-gobierno	Escasa coordinación y monitoreo	Falta de voluntad política para realizar reformas con descontento y conflictos sociales
Tecnología	Decisiones basadas en ciencia y tecnología con vinculación academia-gobierno-industria	Falta de atención al ciclo de proyectos y mecanismos innovadores	Desvinculación de la ciencia y la tecnología con la toma de decisiones
Medio ambiente	Efectiva aplicación de un ordenamiento territorial	Pocos cambios en la cultura ambiental	Reducción acelerada de las zonas de conservación

Evaluación

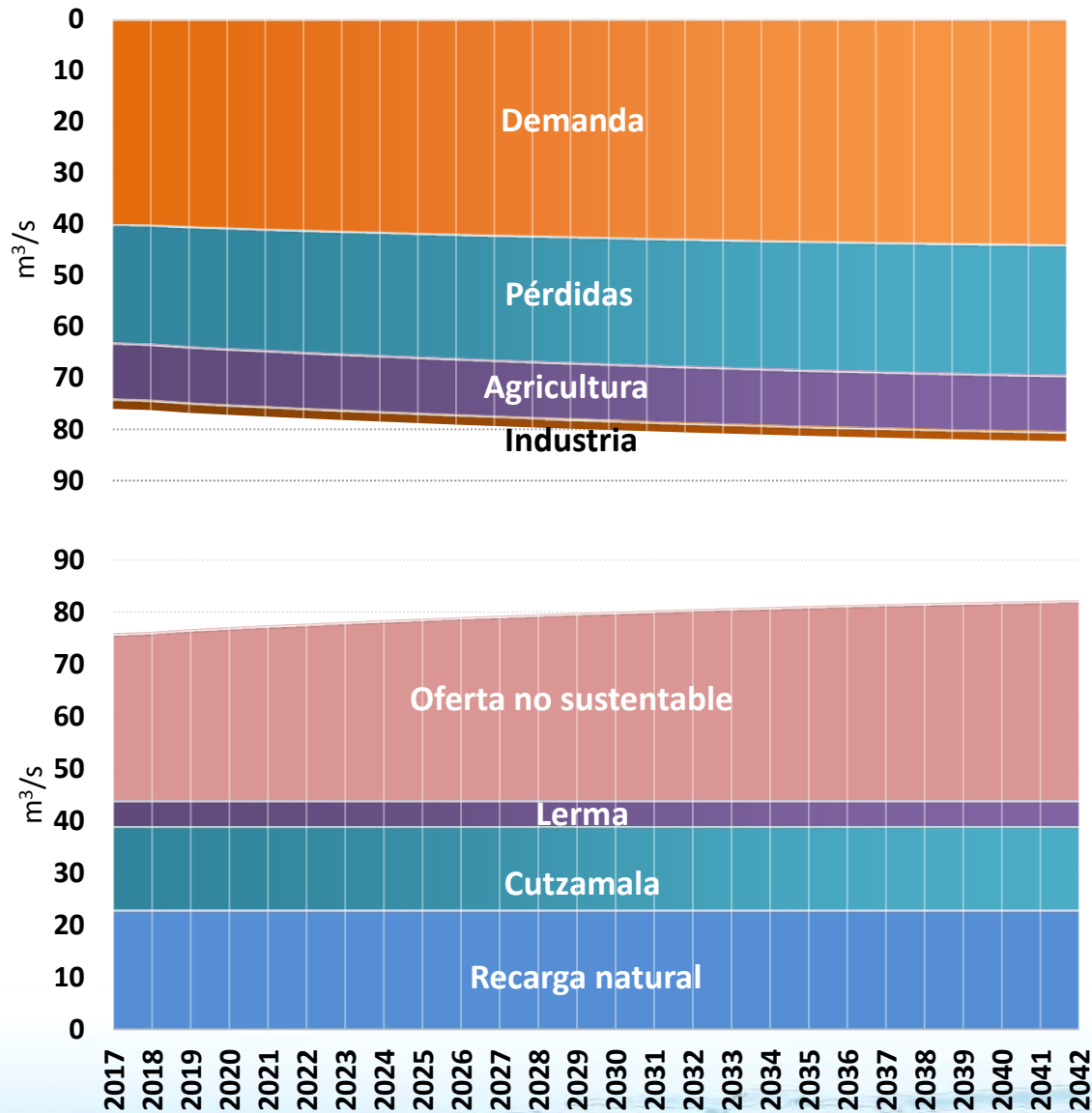
		Escenarios		
		Sustentable	Tendencial	Adverso
Programas	Deseable	1	X	
	Inercial		2	X

Evaluación:

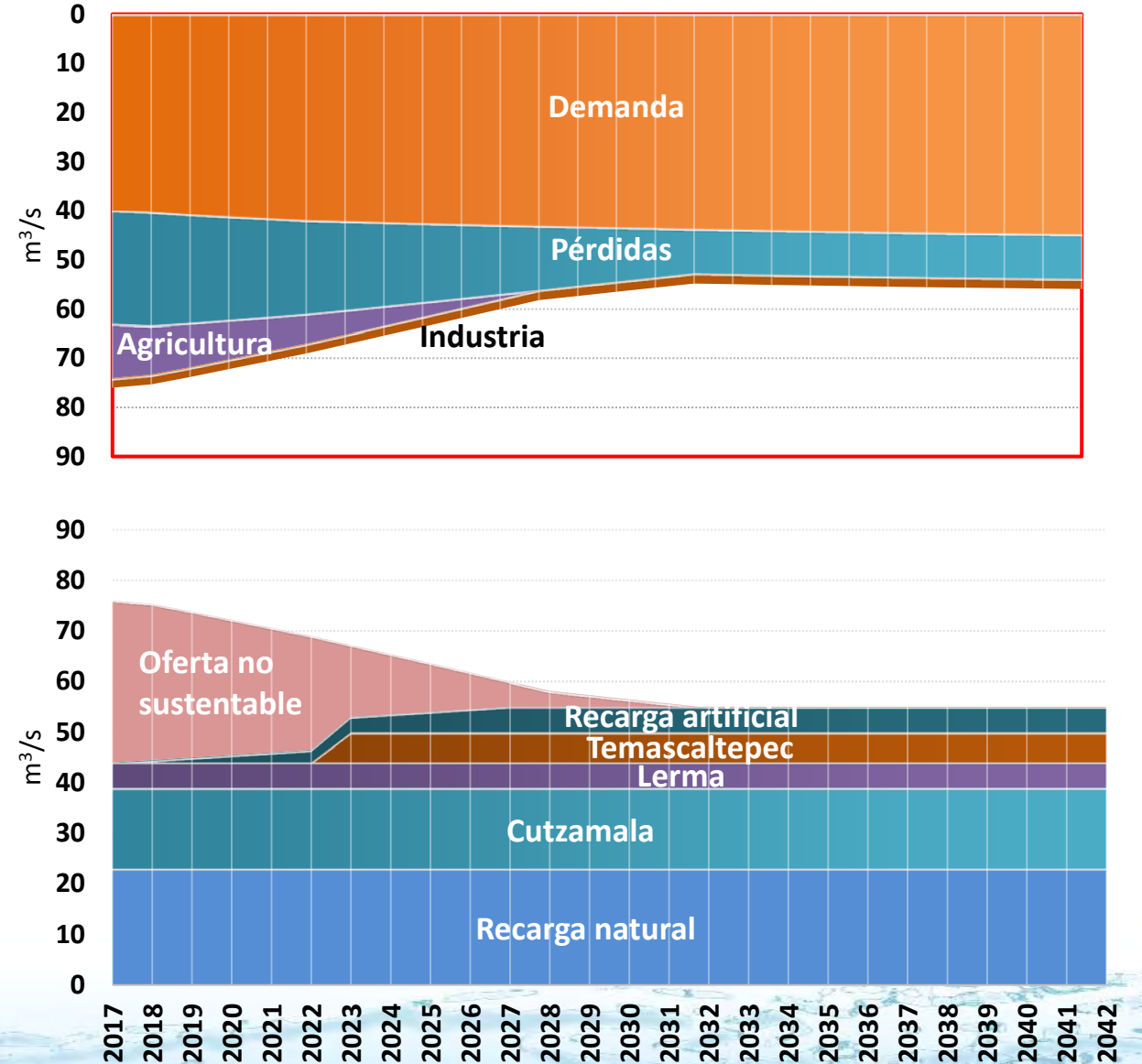
- 1) Programa deseable bajo escenario sustentable:** aumento moderado de la demanda e incremento en la oferta previsto con las nuevas fuentes, eficiencia en sistemas, reducción de pérdidas, reúso; y aumento de recarga natural y artificial
- 2) Programa inercial bajo escenario adverso:** crecimiento de demanda con mismos patrones de consumo y sin aumento de oferta, previsto por mismo nivel de pérdidas, mismo nivel de reúso, aumento de extracción, pérdida de recarga natural y artificial

Programas a 25 años

Inercial



Sustentable





Programas y acciones

Fortalecimiento institucional

CONAGUA

- ★ 1. Establecer el **Comité Nacional de Gestión y Recarga de Acuíferos** con objeto de:
 - a) **Emitir lineamientos** para la formulación de planes de gestión y recarga de acuíferos
 - b) **Establecer prioridades e implementar el seguimiento** del programa
- ★ 2. Crear un **programa presupuestario específico** con SHCP y asignar recursos presupuestales para 2018 con **una partida presupuestal** para el estudio de los acuíferos
- ★ 3. Asignar un **porcentaje de la recaudación** por extracción de aguas subterráneas del Valle de México para financiar el plan
- ★ 4. **Redefinir el Fideicomiso 1928** para canalizar recursos a la implementación del plan
- ★ 5. Concretar **convenio de gestión y recarga** con gobiernos estatales, CDMX, dependencias federales y organizaciones de usuarios para el rescate del acuífero del Valle de México (similar al Lerma-Chapala).
- ★ 6. Fomentar la formación de profesionales (Convenio becas CONACYT)

Fortalecimiento institucional

OCAVM

- ★ 1. Reglamentar el acuífero y establecer el **Comité Regional de Recarga y Gestión**, conducir el proceso de **formulación, participación y consulta del PGRAVM dentro de la región hidrológico-administrativa**
- ★ 2. Intensificar las labores de **comunicación y coordinación** con gobiernos estatales, municipios, organismos operadores, agricultores y demás usuarios de aguas subterráneas con miras a implantar el plan de gestión y recarga
- ★ 3. **Implementar** los programas y acciones asociadas al PGRAVM y en particular:
 - a) Concretar la **reglamentación** de los acuíferos poniendo límites estrictos a la extracción en el tiempo
 - b) Ejecutar los **proyectos piloto** de recarga artificial **Chapultepec y NAICM**
 - c) Realizar los estudios a nivel anteproyecto de los sitios potenciales identificados
 - d) Actualizar el REPDA

Fortalecimiento institucional


SACMEX

CAEM

ORGANISMOS

- ★ 1. Reglamentar el acuífero y establecer el **Comité Regional de Recarga y Gestión**, conducir el proceso de **formulación, participación y consulta del PGRAVM dentro de la región hidrológico-administrativa**

 - ★ 2. Intensificar las labores de **comunicación y coordinación** con gobiernos estatales, municipios, organismos operadores, agricultores y demás usuarios de aguas subterráneas con miras a implantar el plan de gestión y recarga

 - ★ 3. **Implementar** los programas y acciones asociadas al PGRAVM y en particular:
 - a) Concretar la **reglamentación** de los acuíferos poniendo límites estrictos a la extracción en el tiempo
 - b) Ejecutar los **proyectos piloto** de recarga artificial **Chapultepec, Cerro de la Estrella, Pozos de infiltración en Delegaciones**
 - c) Realizar los estudios a nivel anteproyecto de los sitios potenciales identificados
 - d) Actualizar Concesiones
- 

Cambio del marco legislativo y regulatorio

1. **Facilitar la transferencia de derechos** del uso agrícola al urbano – industrial
2. **Reforma legal otorgando concesión** de parte del volumen recargado libre del pago de derechos
- ★ 3. **Cambiar el régimen fiscal gravando la extracción** de agua subterránea para uso agrícola en *acuíferos críticos* como el Valle de México y dando un **crédito fiscal** por recargarlo
- ★ 4. **Revisar** los requisitos de calidad del agua para la recarga
- ★ 5. **Eliminar la tarifa 9** en *acuíferos críticos* como el del Valle de México

Disminución de las extracciones

1. **Reducción de fugas**, mediante la rehabilitación y mejoramiento de la operación de las redes de distribución
2. **Manejo de la demanda** a través de la regulación de la dotación y ajuste de tarifas
3. **Cancelar** el uso de agua subterránea para uso agrícola con posible aplicación del PADUA
4. Reducción de volumen sobreexplotado con apoyo de **nuevas fuentes**

Recarga natural

1. **Minimizar el cambio de uso de suelo en las zonas de conservación y recarga** y aplicar pavimentos permeables y otras técnicas que permitan la recarga
2. Definir **zonas con mayor potencial de captación e incremento de la recarga natural (control de torrentes, reducción de erosión y aprovechamiento de agua de lluvia).**
3. Difundir a la población la **importancia del Suelo de Conservación** como área generadora de servicios ambientales que permiten el desarrollo de la Ciudad.

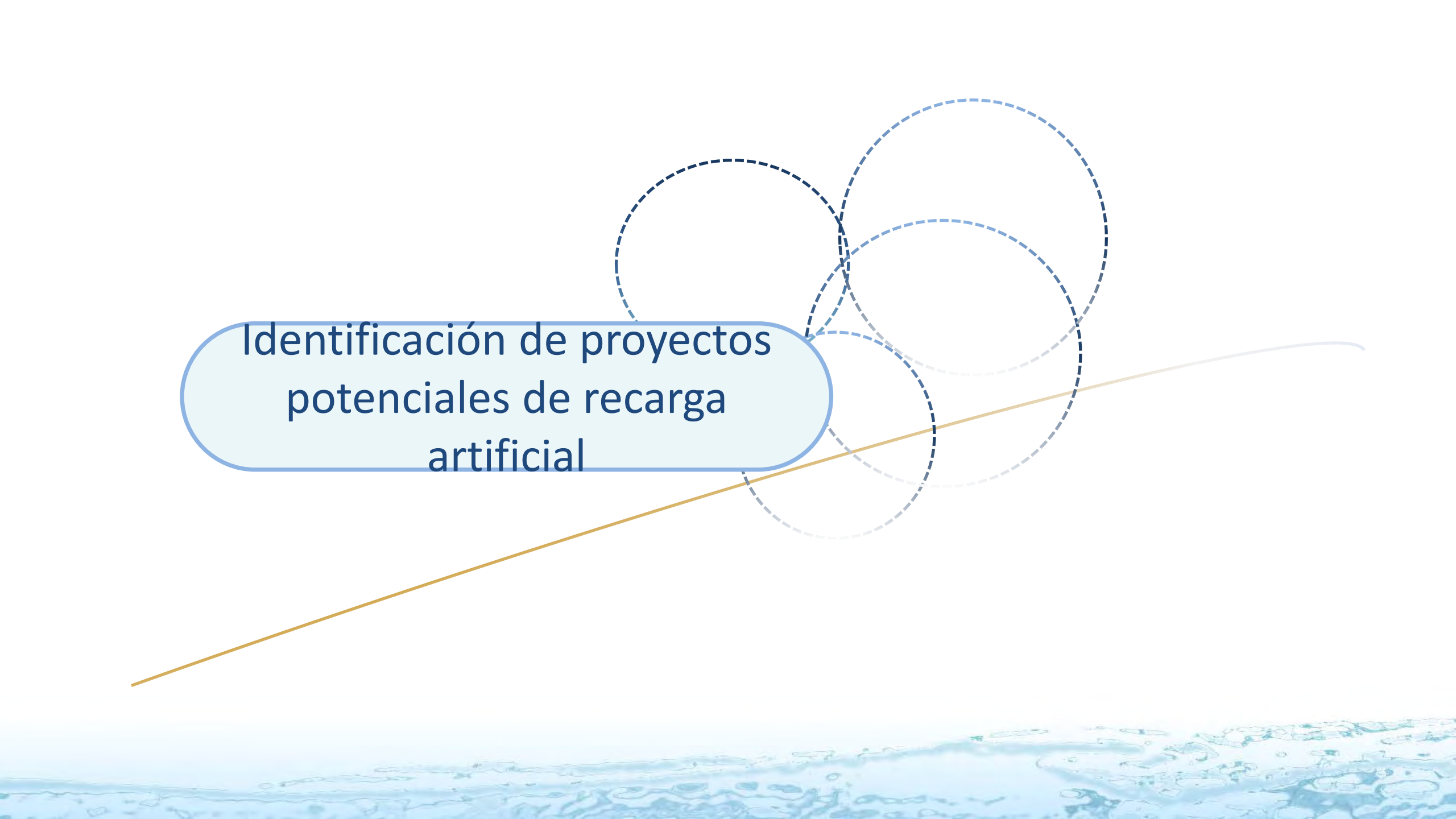
Observatorio del acuífero

1. **Ampliar y modernizar la red de medición** de niveles del terreno, del agua subterráneas y de la calidad del agua

2. Fortalecer el programa de medición de **extracciones y recarga**

3. **Establecer y mantener** el Sistema de Información Geográfica



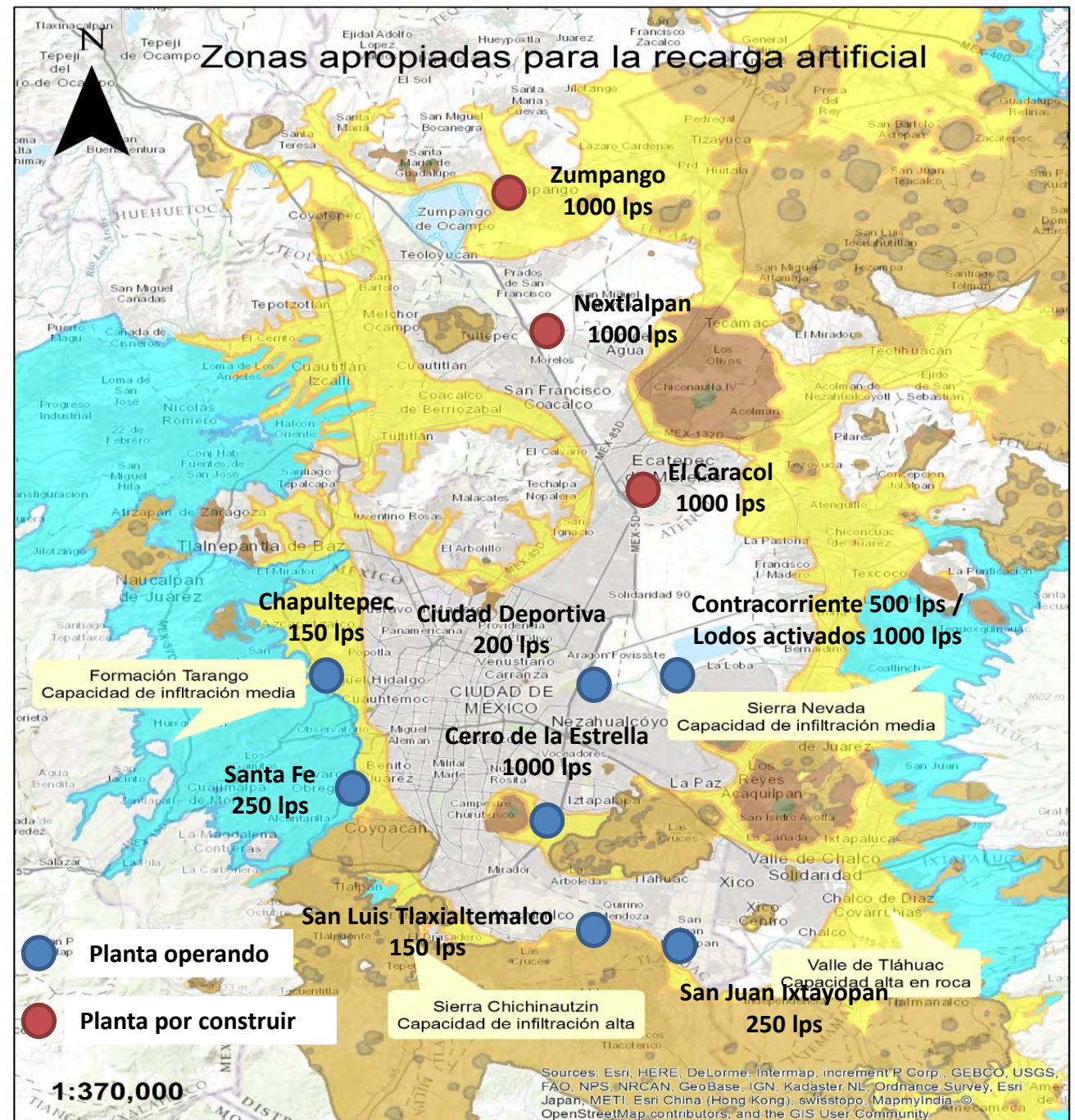


Identificación de proyectos
potenciales de recarga
artificial

Sitios potenciales

Recarga artificial Zonas potenciales

Zona potencial	Gasto de infiltración
Zumpango	1000 lps
Nextlalplan	1000 lps
El Caracol	1000 lps
Contracorriente	500 lps
Lodos Activados	1000 lps
Ciudad Deportiva	200 lps
Chapultepec	150 lps
Cerro de la Estrella	1000 lps
Santa Fe	250 lps
San Luis Tlaxialtemalco	150 lps
San Juan Ixtayopan	250 lps
Gasto total potencial de infiltración	6.5 m³/s

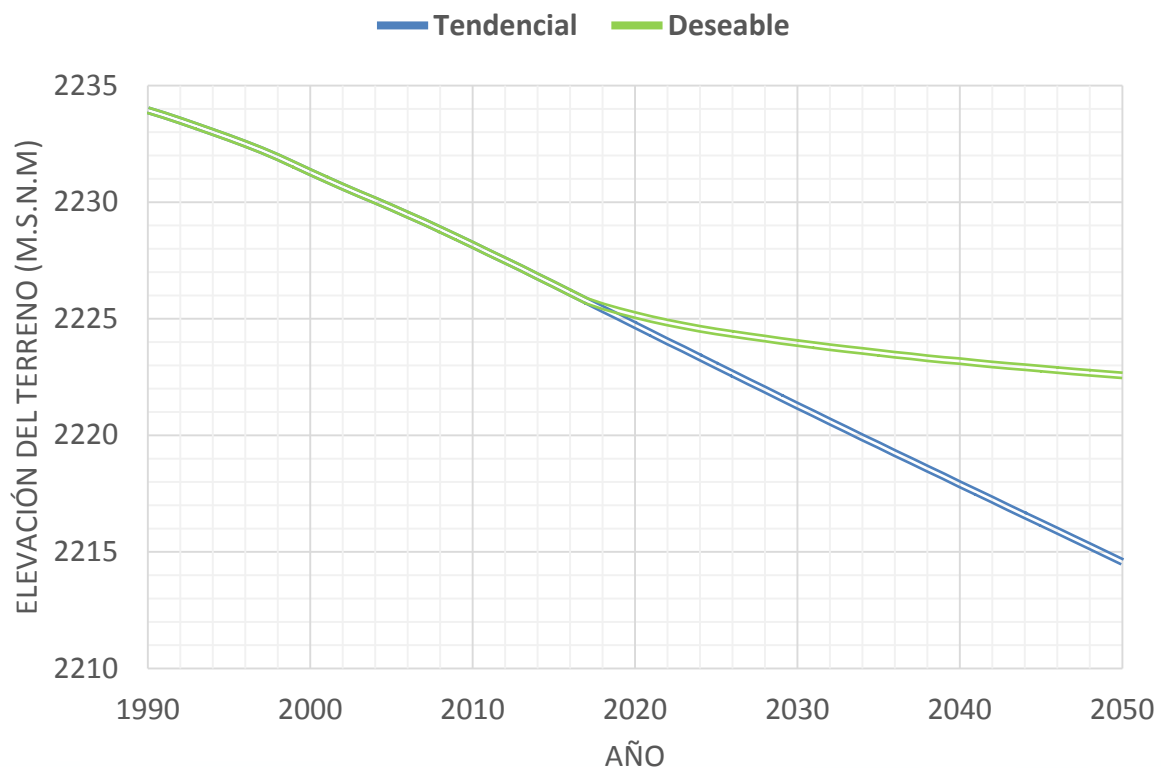




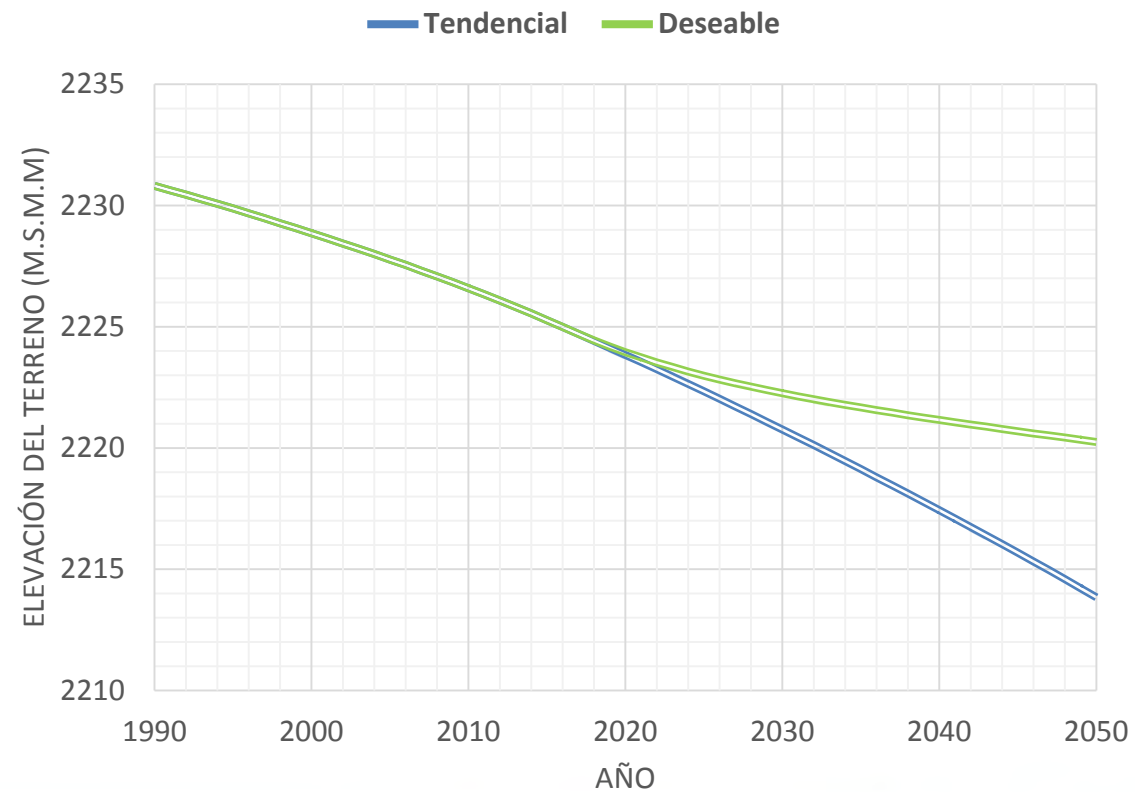
Costo de la inacción

Resultados modelo numérico: evolución de hundimiento Programas Tendencial y Sustentable

Evolución del hundimiento regional en Chalco



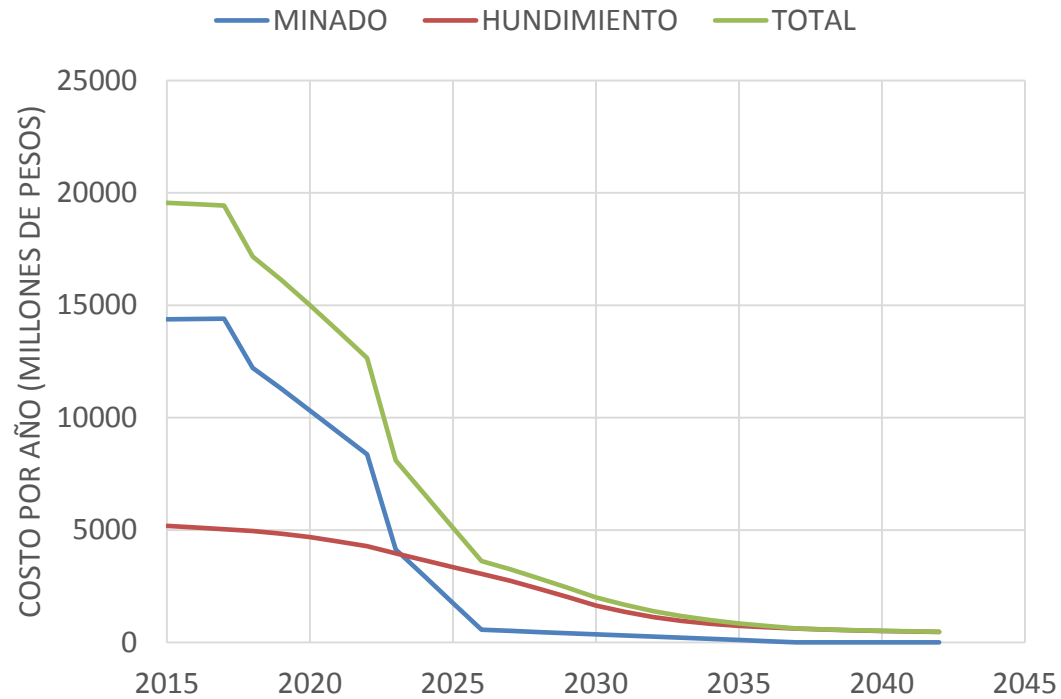
Evolución del hundimiento regional en NAICM



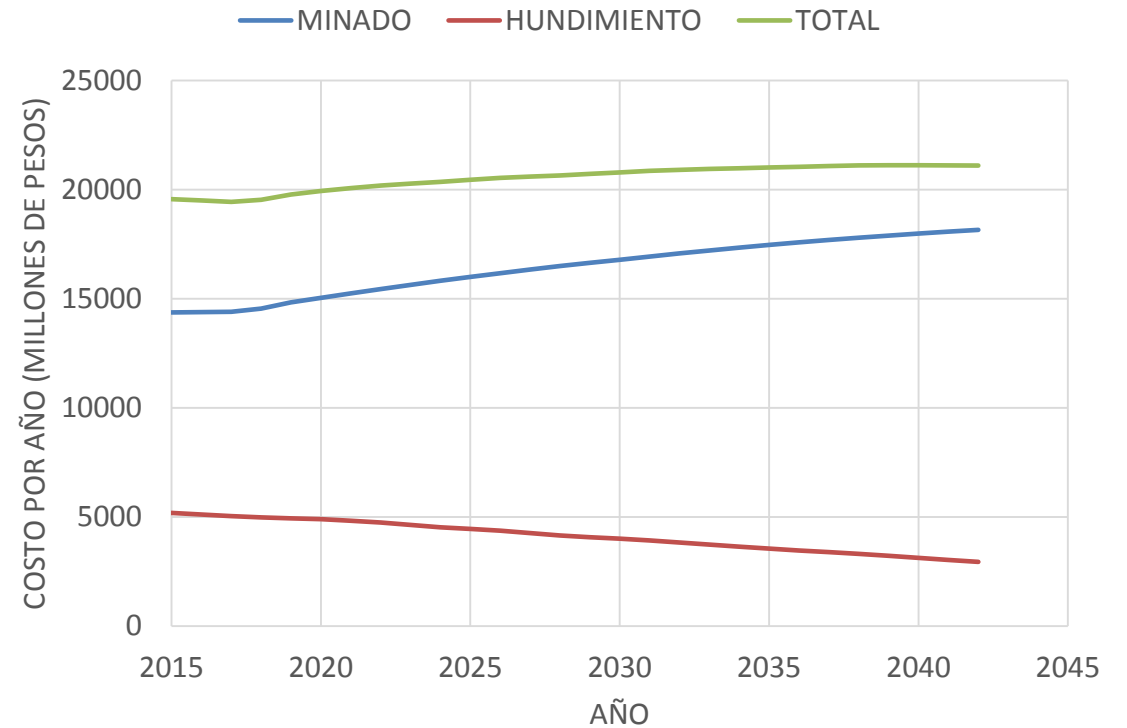
Consecuencias de la inacción

Costos de minado y hundimiento

Deseable



Inercial



Programas y acciones

Costos por unidades de acción propuestas para los años 2017 – 2042 conforme al PGRAVM

PROGRAMAS/ACCIONES	COSTO (Millones \$)
1. Cambio del marco legislativo y regulatorio	Dentro del Presupuesto de CONAGUA
2. Fortalecimiento institucional (CONAGUA)	Dentro del Presupuesto de CONAGUA
3. Fortalecimiento institucional (OCAVM, proyectos piloto)	Presupuesto
4. Fortalecimiento institucional (OCAVM, actualizar REPDA)	Presupuesto
5. Disminución de extracciones (PADUA)	6,000
6. Disminución de extracciones (Reducción de fugas)	30,000
7. Disminución de extracciones (Incrementar oferta)	9,000
8. Recarga natural (estudio y difusión)	ND
9. Recarga artificial (5 m ³ /s)	5,000
10. Observatorio (red de medición)	1,200
11. Estudios de acuíferos y otros conceptos	200 (anuales)
TOTAL	51,400 en 15 años

Reflexiones....

- El plan de gestión constituye **una respuesta a los problemas básicos** identificados, al cual corresponden un conjunto de políticas, programas y acciones que constituyen el núcleo fundamental del plan.
- Es indispensable **implementar y consolidar distintas políticas básicas** que respondan a los conceptos de prioridad, seguridad y soberanía nacionales del agua, en el entendido de que este vital líquido es el **eje de la vida económica y social** de la región.
- La ejecución y seguimiento de este plan permitirá abastecer a los usuarios del Valle de México con incremento de población del 0.5 % anual, esto aún durante sequías prolongadas **a un costo reducido y sustentable**, en un esquema de implementación de acciones y programas **en 15 años**.
- Los costos aproximados de inversión son **3,500 millones de pesos anuales**, con la reducción de hundimientos, nivel del agua subterránea y conservación de la calidad.

Reflexiones....

- Se considera necesario **continuar con la operación del modelo** en el estudio del acuífero tanto para comprobar la validez de sus predicciones como para mejorarlas.
- Por otra parte, es de vital importancia dada la sobreexplotación de los acuíferos **evaluar la calidad del agua subterránea** actualizando los conocimientos acerca de las características físico-químicas y bacteriológicas, a fin de conocer la evolución de las mismas.
- Hacer la **interpretación hidrogeoquímica** como método de prospección del agua subterránea al permitir inferir el origen del agua que alimenta un acuífero.
- Realizar el **modelo de transporte conceptual**, para evaluar de forma preliminar la evolución de la calidad del agua dada la implantación del Plan de Gestión propuesto y la respuesta en cantidad y calidad al Plan de Recarga desarrollado.
- Desarrollar los planes de gestión de los **acuíferos críticos** a partir de una **guía metodológica básica** de planes de Gestión





Gracias

www.ismar9.org
www.agua.unam.mx

Dr. Fernando González Villarreal
fgv@pumas.iingen.unam.mx

Abril, 2018