



2050  
EL EQUILIBRIO  
HIDROLÓGICO  
CUENTA

UN NUEVO PARADIGMA

FRENTE A LOS **RETOS**

**DEL AGUA**

EN EL **VALLE DE**

**MÉXICO**

Una visión conceptual documentada  
de temas clave en la situación actual  
de la cuenca y acciones sugeridas  
para lograr un escenario sustentable  
en el mediano y largo plazo

Febrero, 2020



R Í O A R R O N T E  
— F U N D A C I Ó N —



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, CIENCIA,  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN



2050  
EL EQUILIBRIO  
HIDROLÓGICO  
CUENTA

# CONTENIDO

Presentación .....	3	5. El aprovechamiento y desalojo de aguas pluviales .....	16
Primera parte Las señales .....	5	Aprovechamiento de escurrimientos y agua de lluvia .....	17
1. El hundimiento y la sobreexplotación de la cuenca .....	5	6. La gestión del agua en el Valle de México .	17
El hundimiento .....	5	7. El ecosistema frente al crecimiento urbano expansivo y anárquico .....	19
La sobreexplotación .....	6	Los servicios ecosistémicos.....	20
Los daños por sobreexplotación y subsidencia .....	6	Tercera parte Un escenario deseable .....	21
Segunda parte Los retos .....	8	8. Hacia un escenario que contribuya a la seguridad hídrica .....	21
2. Los usos del agua (La demanda) .....	8	La visión .....	21
Los servicios de agua potable.....	8	Escenario de instrumentación de acciones locales sin incorporar nuevas fuentes.....	22
El uso agrícola .....	9	Los trasvases. Un posible umbral.....	25
El uso industrial.....	10	Cuarta parte Cómo lograrlo .....	27
Energía .....	10	9. El trabajo conjunto .....	27
El financiamiento.....	10	Quinta parte Convocatoria de la sociedad civil.....	30
3. La disponibilidad de agua en las fuentes actuales. (La oferta) .....	10	Anexo 1. Trayectoria institucional de la gestión del agua en el Valle de México .....	32
Las fuentes de abastecimiento .....	11	Anexo 2. Aprovechamiento de escurrimientos pluviales.....	33
Resiliencia en fuentes de abastecimiento..	12	Referencias.....	34
Aprovechamiento eficiente del agua disponible en la Cuenca .....	13		
Agua subterránea a favor del acuífero .....	13		
4. Calidad del agua y reúso .....	14		
Agua potable .....	14		
Agua residual.....	14		
Reúso del agua.....	14		



## PRESENTACIÓN

La historia de la Cuenca del Valle de México<sup>1</sup> se ha caracterizado por frecuentes conflictos por el agua. De un lago que crece e inunda las ciudades, a una metrópoli que se inunda porque se estableció en una cuenca cerrada donde ya no hay lago ni donde contener el agua. De separar agua dulce del agua salina y aprovechar manantiales a unas leguas de distancia, a la necesidad de tener que bombear más de mil metros y conducir el agua cientos de kilómetros para que siga la vida de la ciudad. Pero no hemos hecho lo suficiente frente a esos problemas recurrentes y en consecuencia la brecha ecológica ha crecido, sobre todo durante las últimas décadas en que se desató un movimiento anárquico de crecimiento de la urbe hacia zonas que la naturaleza requería para su renovación cíclica, y agravamos la lucha por el equilibrio.

--Y ¿el hundimiento?

Son cada vez más notorias irregularidades en el terreno, escalones en puentes y vialidades. Hay colonias donde se abre la tierra en grietas y socavones. Esto es lo que el ciudadano común conoce acerca del desequilibrio y sus manifestaciones. La mayoría no percibe el problema, ni vincula lo que ocurre en Iztapalapa, en Chimalhuacán y sus socavones, o la desecación de chinampas en Xochimilco y Mixquic, con el minado del acuífero.

Las características del suelo de la Ciudad de México donde antes se extendía la zona lacustre, altamente compresible, aunado a la extracción intensiva del agua subterránea, generan el medio ideal para que en gran parte de la ciudad se

hayan presentado hundimientos hasta de 13 metros durante los últimos 100 años.

-Pero el acuífero no se ve ni se siente.

Tal vez por este motivo ante un problema que se agudiza y hace crisis, los recursos técnicos y financieros son cada vez más insuficientes para atenderlo.

Una mirada a esta situación permite identificar, *a priori*, un gran reto:

*Lograr que las autoridades del país y de las entidades involucradas, reconozcan la gravedad de la situación del agua y el ecosistema en el Valle de México y establezcan con alta prioridad la estrategia para enfrentarla.*

Para ello es necesario despertar la conciencia de la sociedad. Que la sociedad impulse esta iniciativa.

Este documento, que aspira a contribuir en ese sentido, está dividido en cinco partes:

La primera se refiere a las señales del problema, específicamente el hundimiento y la sobreexplotación

La segunda, describe la situación de los recursos hídricos y de los usos del agua en el Valle de México, así como de los fenómenos derivados del crecimiento de la población y expansión de la metrópoli.

La tercera parte plantea un escenario sustentable mediante el aprovechamiento eficiente de

---

<sup>1</sup> Se denomina cuenca del Valle de México, aunque se trata de siete cuencas denominadas Río Cuautitlán, Ciudad de México, Xochimilco, Río de la Compañía, Texcoco, Río de las Avenidas de Pa-chuca y Tochac-Tecocomulco.

los recursos disponibles a partir de un nuevo paradigma<sup>2</sup>: *lograr Seguridad Hídrica con los criterios de la Economía Circular*, con el cual están comprometidos la Unión Europea y numerosos países que han firmado los Acuerdos de París y persiguen no solamente reducir sus emisiones sino reducir costos de energía y costos ambientales.

La cuarta parte señala algunas de las medidas necesarias para avanzar en el sentido del escenario deseable

La quinta parte es una invitación a participar en la formulación y desarrollo de un programa conjunto, gobierno y sociedad para lograr el escenario deseado.

Los problemas que han llevado a la situación de desequilibrio de la cuenca han persistido por muchos años, pero las condiciones del acuífero y de la infraestructura ponen en riesgo la seguridad del suministro de agua, y su resiliencia ante sismos y otros fenómenos extremos, por lo que se deben atender a la brevedad.

La magnitud de los riesgos y los costos que generan los daños económicos y ambientales que se describen, permiten considerar como *insostenible* la situación de la cuenca

Se han hecho esfuerzos por parte de las autoridades responsables del manejo del agua en la cuenca, pero éstos muchas veces están desarticulados y no han logrado la continuidad que requiere, quizá por su complejidad. ya que intervienen temas técnicos, ambientales económicos, financieros y sociales.

Por lo mismo se plantea trabajar con el nuevo paradigma señalado para lograr *eficiencia económica y ambiental, y autosuficiencia* en el Valle de México.

En este documento se plantea iniciar desde la sociedad un esfuerzo que fortalezca a las instituciones con la presencia permanente de grupos sociales que favorezcan la articulación de las actividades y que mediante el seguimiento del programa sean una voz que escuchen las autoridades para hacer los ajustes necesarios.

---

<sup>2</sup> Se puede ver por ejemplo lo que plantea el documento "Water Policy in UK. The Challenges. De la Royal Geographic Society.

# PRIMERA PARTE

## LAS SEÑALES

### 1. EL HUNDIMIENTO Y LA SOBREEXPLOTACIÓN DE LA CUENCA

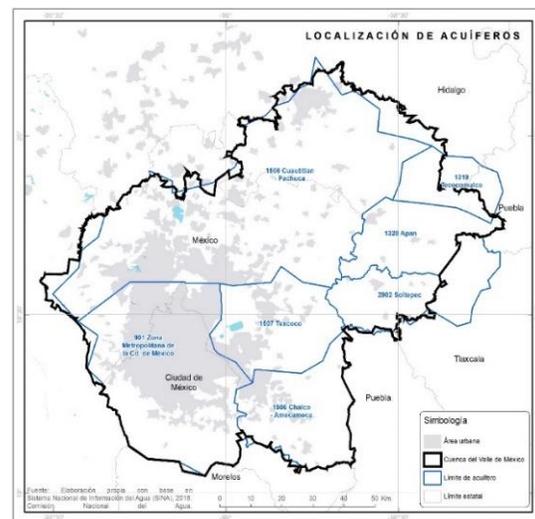
#### El hundimiento

La Ciudad de México se fundó y creció sobre los antiguos lagos que ocupaban alrededor de la cuarta parte de la superficie de la cuenca. En el proceso de formación de la cuenca se generó una capa impermeable de sedimentos arcillo limosos, denominada *acuitardo*, que permitió sustentar la zona lacustre. Los acuíferos<sup>3</sup> --que en realidad son un solo acuífero- se encuentran debajo del acuitardo, esta capa impermeable de suelos lacustres de espesor variable con un alto contenido de agua y muy alta compresibilidad. Cuando se explota el agua subterránea, una porción del agua extraída proviene de dicho estrato compresible. Al ceder agua, la superficie del terreno se hunde. Con la explotación intensiva del agua subterránea, se ha hundido, de este modo, una gran parte de la ciudad.

A mediados del siglo pasado ya se consideraba que el hundimiento de la zona urbana era un indicador de que el acuífero estaba sobreexplotado. Por lo mismo se decretó una veda rígida y se construyó una red de captación de agua subterránea en la cuenca vecina del río Lerma, en los valles de Toluca e Ixtlahuaca (Sistema Lerma), para comenzar a importar agua. La ciudad continuó con un ritmo acelerado de hundimiento debido a que en los siguientes 30 años tuvo lugar el mayor ritmo de crecimiento de la población y de la mancha urbana.

Esta situación obligó a las autoridades a definir nuevas acciones para mitigar la sobreexplotación del acuífero y el hundimiento. Se eligió entonces importar agua desde la cuenca del río Cutzamala que permitía aprovechar presas y conducciones del sistema hidroeléctrico Miguel Alemán.

Sin embargo, no solo no se respetó la veda, sino que se decidió construir los ramales de pozos del PAI<sup>4</sup>, con carácter temporal en principio, y se autorizaron, entre 1976 y 1992, pozos en los municipios del estado de México ya en proceso de conurbación. En ese lapso, la ciudad y la gestión del agua y la cuenca pasaron de un control federal absoluto a un proceso cada vez más compartido con dicho estado y sus municipios que se agregaban a la metrópoli, con visiones e intereses no sólo distintos sino en ocasiones encontrados.



Acuíferos en el Valle de México

<sup>3</sup> Hay 7 zonas geohidrológicas del mismo acuífero (Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Chalco, Texcoco, Cuautitlán Pachuca, Soltepec, Apan y Tecocomulco), que se administran como acuíferos diferentes aun cuando todos están relacionados.

<sup>4</sup> Denominado Programa de Acción Inmediata (PAI) porque se suspendería al entrar en operación el sistema Cutzamala. Sin embargo, a la fecha sigue operando.

Durante los primeros años de veda, el acuífero afectado era el que subyace la zona urbana de la CDMX; posteriormente comenzaron a resentir el crecimiento los vecinos de Cuautitlán-Pachuca, Texcoco, Xochimilco y Chalco, con los ramales del PAI y nuevos pozos en los municipios.

Entretanto, la población y la demanda han seguido creciendo y la infraestructura troncal de las fuentes se ha envejecido, con el consecuente incremento de fugas y costos de operación.

Con el ingreso progresivo del sistema Cutzamala en sus tres etapas, disminuyeron el ritmo de sobreexplotación y el hundimiento, pero el proceso y los daños que ocasionan ha continuado y se ha agudizado en algunas zonas del Valle de México en las que menos se ha consolidado el acuitardo.



Efecto del hundimiento diferencial en edificaciones del Centro Histórico.

## La sobreexplotación

La información de las extracciones de agua del acuífero es sumamente imprecisa, debido al deficiente y poco confiable sistema de medición de los volúmenes que se bombean en más de 4 mil pozos existentes para distintos usos en el Valle de México, así como a la falta de inspección y

vigilancia sistemática, y nula aplicación de sanciones a los usuarios de pozos que operan con irregularidades.

Del acuífero y del hundimiento diferencial o subsidencia se tiene información detallada, gracias a una antigua red de bancos de nivel que se ha ido reforzando e instrumentando por parte del SACMEX y el Instituto de Ingeniería de la UNAM y un sistema de monitoreo piezométrico del acuífero, operado por esas mismas instancias y la CONAGUA.

El problema real es que prosiguen los abatimientos de los acuíferos y se reconoce una pérdida anual de volumen almacenado en la reserva subterránea, que oscila entre 700 y 850 millones de metros cúbicos [1] que equivale a una torre de 25 kilómetros de altura sobre la plancha del Zócalo, cada año<sup>5</sup>.

## Los daños por sobreexplotación y subsidencia

Este minado ha provocado el hundimiento diferencial de toda la zona que ocupaban los lagos, y consecuentes daños a las redes de servicio y a la infraestructura además de volver más vulnerables los suelos a los impactos de los sismos y generar mayores depresiones que intensifican las inundaciones. Y en buen número de pozos de las zonas más afectadas se registra un grave deterioro de la calidad del agua (sales, metales, nitrógeno amoniacal y otros contaminantes) que hace necesario un tratamiento avanzado para poder utilizarla.

La tolerancia de la sobreexplotación y la sobreconcesión se ha justificado con la necesidad de atender la demanda de agua ante la insuficiencia en las fuentes. Pero ello implica tolerar gran ineficiencia en el uso del agua y de la energía,

<sup>5</sup> También sería posible con este volumen llenar y vaciar diariamente un recipiente del tamaño del estadio Azteca.

que casi duplican la demanda efectiva en sistemas operados por instancias federales, estatales y municipales.

El acuífero ha sido utilizado como un medio de subsidio a todos los usuarios, que resulta ya insostenible y representa, con sus impactos asociados, un costo que sale de toda proporción.

Estimaciones realizadas sobre el costo de la sobreexplotación alcanzan la cifra conservadora de \$70 por cada metro cúbico. Este es un costo

social que todos pagamos<sup>6</sup>. Dicha cifra multiplicada por los 710 millones de metros cúbicos de minado anual representan un costo de 49,700 millones de pesos anuales que se distribuye en reparaciones a la infraestructura, redes de servicio, viviendas y edificios, incrementos de consumo de energía, inundaciones de zonas deprimidas por el hundimiento y pérdida de volumen almacenado en el acuífero. Una suma muy superior a la que se destina al manejo del agua en la cuenca.

---

<sup>6</sup> Estudio de Costos de Hundimiento. A.C. 2050. 2019

## SEGUNDA PARTE

### LOS RETOS

#### 2. LOS USOS DEL AGUA (LA DEMANDA)

Más de tres cuartas partes del agua de las fuentes se utiliza para el uso doméstico y usos urbanos asociados, que incluye una pérdida mayor al 40% de esta agua por fugas en las redes, un volumen superior a la suma del que se utiliza en la agricultura y la industria. La dotación promedio resultante en las tomas de agua (160 l/h/d) es relativamente baja, si se considera que incluye usos comerciales e industriales abastecidos por las redes además de la demanda insatisfecha.

#### Los servicios de agua potable

Las coberturas de agua potable son elevadas en general (97% en promedio en todo el Valle de México). Sin embargo, se tienen fallas severas en la continuidad y presión con que se recibe el servicio en las alcaldías y municipios del sur oriente, y algunas colonias reciben agua de mala calidad. El importante mercado de agua embotellada que hay en México obedece a que el agua distribuida no se considera potable. Al descontar a la industria, el comercio y los servicios, que son los que reciben el agua con mayor regularidad de la disponibilidad en las redes, la dotación promedio en la toma se reduce posiblemente a menos de 130 l/h/d. Este consumo es muy variable en toda la zona metropolitana; está asociado al nivel socioeconómico, instalaciones en la vivienda, y otros factores como fugas al interior de la vivienda y hábitos particulares de consumo. El elevado consumo en las zonas del poniente, donde se recibe el caudal de las fuentes externas, reduce la disponibilidad para otras zonas entre las que se encuentran las colonias de alta marginación en el oriente. A esto se suma la insuficiente infraestructura poniente-oriente. En

las zonas que reciben esporádicamente el servicio, los usuarios se ven obligados a adquirir agua en pipas o en tambos y pagan costos sustancialmente más elevados por el agua indispensable.

#### *El problema de la distribución*

Uno de los obstáculos para hacer más eficiente –y democrática– la distribución de agua ha sido la desconexión entre el crecimiento de la población y la mancha urbana, y la planeación y desarrollo de las principales conducciones de agua en la red primaria de distribución, tanto en la CDMX como en el Edo. de México. Las obras previstas para atender este problema resultan insuficientes.

Los problemas fronterizos en la distribución del agua de la CDMX y el Edo. de México podrían pasar a la historia si se realiza la planeación de una red metropolitana que, progresivamente, sustituya la que no funciona adecuadamente.

#### *El problema de las fugas*

La operación actual de la red se realiza por tandes, en promedio de 12 horas. Durante las horas con servicio se producen fugas en la red y en las tomas domiciliarias. Si se incrementa el período con agua en la red o la presión, se incrementan las fugas. No hay una sectorización completa en las redes que permita reducir las fugas en una zona sin que eso eleve la presión e incremente las fugas en otra zona aledaña. El SACMEX ha realizado estudios de las fugas en sus diversas alcaldías con el propósito de diseñar la sectorización de la red y establecer prioridades en el proyecto, en proceso, que incluye la sustitución de tuberías y de tomas en mal estado. Se tiene un mapeo de la incidencia de fu-

gas por zonas de la red. Las autoridades del Estado de México consideran que el nivel de fugas en sus redes es similar al de la CDMX.

El programa de rehabilitación y sectorización de redes en la CDMX ya está en curso en su primera etapa. Es un gran esfuerzo para el gobierno de la ciudad y el Sistema de Aguas que, en cierta forma, no se ve, pero ocasiona trastornos durante la construcción, y por eso lo han postergado otras administraciones. Es indispensable que los municipios del Estado de México, principalmente los más poblados, emprendan proyectos similares.

Las campañas para controlar el desperdicio al interior de viviendas y establecimientos deberán ir acompañadas de incentivos y una revisión periódica del escalonamiento en las tarifas.

### *La medición y cobro del agua*

Existe, en general, medición del agua que se extrae de los pozos para los sistemas urbanos y se está implementando la macromedición en los sectores de la CDMX. Algunas zonas y fraccionamientos del Edo. de México también la realizan.

Respecto de la micromedición, la CDMX tiene una cobertura del orden de 60% de las tomas. En la mayor parte de los municipios conurbados el cobro del agua se realiza con la aplicación de cuotas fijas que suponen consumos promedio en las tomas, variables según las zonas. La micromedición se concentra en los usos industriales y comerciales.

La experiencia internacional muestra que la instalación de medidores de agua en las tomas puede ser selectiva si se cuenta con un buen sistema de macromedición y se distribuyen el volumen y los costos de cada macro circuito entre las tomas que contiene. Esto involucra a los usuarios como vigilantes de posibles fugas en la red o dispendio entre los vecinos y, por medio de comités vecinales, se puede lograr mayor conciencia del valor y cuidado del agua.

El nivel insuficiente de inversión en mantenimiento y desarrollo de los sistemas obedece en gran medida a los esquemas tarifarios no sustentables que prevalecen, que descapitalizan a los organismos operadores, y han generado un enorme rezago y deterioro en el sector.

### *El uso agrícola*

La agricultura de riego en el Valle de México es una actividad relevante que todavía utiliza alrededor del 8% del agua de las fuentes. Hay 2 pequeños distritos de riego, el DR-073, La Concepción (358 ha) y el DR-088, Chiconautla (2,790 ha) que se abastecen, el primero, de la presa La Concepción y el segundo, con aguas del Gran Canal. Sin embargo, la urbanización avanza sobre ambos, disminuyendo las áreas de cultivo.

Las unidades de riego tienen una superficie nominal del orden de 78 mil hectáreas dentro del Valle, principalmente en el estado de México. Sin embargo, la superficie regada con agua superficial y subterránea que reporta SADER (SIAP) se ha reducido a menos de la mitad. Debido a que no se cuenta con una descripción de estas unidades, no es posible determinar con precisión sus fuentes de abastecimiento actual. También se utilizan aguas residuales crudas de las localidades urbanas y rurales en el entorno.

Una de las dificultades que presenta la posibilidad de reemplazar el agua de pozo por agua tratada es la dispersión de las áreas de riego, ya que se necesita una red de agua tratada para abastecer a todas las zonas de riego. Pero más importantes son la exención de pago del agua y los subsidios a la energía. Si se logran combinar elementos como la reorientación de los subsidios y mejores esquemas financieros para el desarrollo de sistemas de tratamiento y su operación con garantía de calidad y regularidad, ya sea por los organismos operadores o por los propios usuarios agrícolas, es posible constituir unidades de riego con agua tratada.

Se han sacrificado zonas de riego cedidas al crecimiento urbano irregular y no se ha impulsado el reúso ni fomentado una reducción del desperdicio entre los usuarios.

## El uso industrial

A raíz de las medidas establecidas en los años '70 del siglo pasado para controlar las descargas industriales, un buen número de establecimientos salieron del Valle de México hacia otras zonas y muchos otros establecieron sistemas de recirculación y redujeron significativamente su consumo. A esto obedece que la demanda de agua de primer uso se ha conservado en los 9 m<sup>3</sup>/s y otros 2.3 m<sup>3</sup>/s de agua tratada [2].

## Energía

El consumo de energía implícito en todo el manejo de agua es una variable sin la cual el agua no entraría ni saldría del sistema. Entre el bombeo desde los sistemas Cutzamala y Lerma, el bombeo de los pozos en los Valles de México y Toluca, las plantas de bombeo en el sistema de drenaje y las plantas de tratamiento, el consumo equivale a dos ciudades del tamaño de Puebla<sup>7</sup>.

## El financiamiento

Los recursos que se destinan al sector en el Valle de México son insuficientes para atender las demandas crecientes en un marco de sustentabilidad. Habrá que revisar los programas presupuestarios (federalizados) que ha utilizado el gobierno federal para apoyar a los gobiernos y organismos locales, ya que no han funcionado eficazmente para impulsar el mejoramiento de servicios y eficiencias en la gestión del agua por diversas razones. Una razón fundamental es que queda a cargo de la contraparte de inversión local la suerte de dichos gobiernos y organismos sin establecer requisitos como la autonomía de

operación basada en tarifas adecuadas y cobranza eficaz, dejando el subsidio como responsabilidad del organismo operador. Se intentó en el pasado con el Fideicomiso 1928, impulsar una tarifa sostenible, pero no funcionó. Poco a poco las tarifas han aumentado, pero tanto éstas como la eficiencia de recaudación, siguen siendo insuficientes. Las reglas de operación de los programas son demasiado generales y difícilmente se apegan a los requerimientos específicos de cada localidad.

## 3. LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LAS FUENTES ACTUALES. (LA OFERTA)

El clima del Valle de México varía de sur a norte de subhúmedo a semiárido. Lluven más de 1200 mm en la alcaldía de Tlalpan y menos de 600 mm en algunos municipios del estado de Hidalgo. El ciclo hidrológico de la cuenca puede resumirse en los siguientes valores promedio.

Tabla 1. Componentes del ciclo hidrológico regional

Componente	hm <sup>3</sup> /año	m <sup>3</sup> /s
Precipitación	6,222	197.3
Evaporación	4,153	131.7
Escorrentamiento superficial virgen	678	21.5
Recarga de acuíferos	1,245	39.5

Fuente: Datos de Conagua, 2015 [2].

Sumados la recarga y el escurrimiento virgen, se tiene un volumen de 1,923 hm<sup>3</sup>. Este volumen representa 85 m<sup>3</sup> por cada uno de los 22.5 millones de habitantes.

El Valle de México padece de una condición de estrés hídrico debido a la presión que ejerce la demanda sobre sus recursos, que ha llevado la

<sup>7</sup> Solo el Mpio de Puebla (CFE):

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
GWH	2,749.6	2,833.1	2,879.5	2,820.1	2,821.0	2,793.8	2,403.0	2,393.0

INEGI, 2015, 1 576 259 habitantes.

situación al extremo de sobreexplotar sus acuíferos y tener que complementar su abastecimiento con agua de fuentes distantes.

Como se afirma al describir la sobreexplotación, la estimación de las extracciones de agua subterránea es sumamente imprecisa debido a la falta de control y medición de un gran número de aprovechamientos. Por el lado de los aprovechamientos de agua superficial, debido a que las aguas crudas se someten a procesos de potabilización y se entregan mayormente como agua en bloque a los organismos operadores, la medición es confiable. Lo mismo en el caso de los caudales de agua tratada que se producen en las plantas de tratamiento existentes.

Mediante el análisis de la información disponible es posible conocer el orden de magnitud e importancia de las distintas fuentes, confirmar el papel del agua subterránea como fuente principal, así como el agua potable<sup>8</sup> como el uso preponderante. Destacan el escaso aprovechamiento del escurrimiento superficial, en particular para agua potable y el bajo nivel de reúso de agua tratada.

## Las fuentes de abastecimiento

En los años 40's, la mayor fuente de abastecimiento eran el Acuífero de la Ciudad de México y algunas fuentes superficiales locales. En los años cincuenta, se empezaron a sumar fuentes alternas de abastecimiento como el Sistema Lerma y la Presa Madín. Para las décadas de los 60's y 70's, se agregó el pequeño caudal del río La Magdalena. En las décadas de los 80's y 90's, se incorporó el agua del Sistema Cutzamala. Pero la zona metropolitana y su demanda de agua han seguido creciendo.

---

<sup>8</sup> Denominado uso público urbano y doméstico, que es agua que distribuyen las redes en las localidades, para distintos usos.

## El agua subterránea

El agua subterránea, incluyendo la que se importa de una cuenca vecina (Lerma) es la principal fuente de abastecimiento en el Valle (cuando menos el 76%). La mayor parte se extrae de acuíferos sobreexplotados, para abastecer los diversos usos que la aprovechan, principalmente para el suministro de agua potable en las zonas urbanas (75% de la extracción). Los pozos están, en su mayoría, distribuidos en las zonas urbanas, agrícolas e industriales. Para atender a la ZMVM se tienen también ramales de pozos (el PAI, principalmente), que concentran la extracción en algunos corredores, que sobreexplotan las zonas acuíferas de Cuautitlán Pachuca, Texcoco y Chalco.

## Sistema Lerma

Hasta antes del ingreso del sistema Lerma, la red de distribución se ampliaba y se perforaban pozos para dar servicio a nuevas colonias. A partir del ingreso de esta fuente, fue necesario construir grandes tanques de almacenamiento y regulación, al poniente de la ciudad y desarrollar líneas de conducción de mayor diámetro en la red urbana para distribuir sus caudales.

Con el paso de los años, el sistema Lerma comenzó a producir también fuertes abatimientos por sobreexplotación y en consecuencia afectación a los usuarios locales. Esto provocó inconformidad entre los habitantes de las zonas de captación, y obligó a reducir el bombeo de 14 a 4 m<sup>3</sup>/s en promedio<sup>9</sup>.

## Plan de Acción Inmediata (PAI)

A principios de los años 70' se desarrolló este conjunto de ramales de pozos cuya operación se suspendería al ingresar la nueva fuente externa. Junto con los ramales se construyeron nuevos tanques de regulación y conducciones

<sup>9</sup> Estadísticas de SACMEX en años pasados indican que no se extraen ya más de 4 m<sup>3</sup>/s.

para alimentar la red desde el norte, sur y sureste de la zona urbana. El sistema contribuye a abastecer la Ciudad de México y municipios de los estados de México e Hidalgo.

### *El agua superficial*

El caudal que escurre por los ríos que originalmente alimentaban los lagos, llega a los cauces en la zona urbana arrastrando los suelos erosionados y basura que se acumula durante el estiaje, y se mezcla con el agua residual en el sistema combinado de drenaje. Gran parte del escurrimiento se produce durante las tormentas que escurren cada vez con mayor velocidad por el suelo pavimentado. Ambas situaciones dificultan considerablemente utilizarlo como fuente de abastecimiento. Hasta ahora solo se aprovecha un poco más del 30% de este recurso en la cuenca; el resto se trata de desalojar cuanto antes, porque no hay dónde almacenar esos caudales y provocan inundaciones. Ha sido necesario construir un sistema de túneles profundos para sacar de la cuenca esas aguas de tormenta. Desde el siglo XVII se comenzaron a hacer obras de desalojo que continúan a la fecha, pero siguen siendo insuficientes.

### *Sistema Cutzamala*

Al escurrimiento superficial del Valle de México que logra aprovecharse, se suma el caudal importado de la cuenca del río Cutzamala, para suministrar agua potable. Las 3 etapas construidas de este sistema entraron en operación entre 1982 y 1994. Actualmente suministra cerca de 14 m<sup>3</sup>/s. El sistema consume alrededor de 2,280 GWH al año (5.40/KWH/m<sup>3</sup>), equivalente al consumo de una ciudad del tamaño de Puebla, y, junto con el sistema Lerma, el PAI, pozos y plantas de bombeo de aguas pluviales y residuales, que duplican dicho consumo, contribuye a la *huella de carbono* de la cuenca. La energía eléctrica constituye su principal costo de operación.

## Resiliencia en fuentes de abastecimiento

La metrópoli está sujeta a diversos eventos relacionados con la seguridad hídrica<sup>10</sup>, tanto por el lado del abastecimiento de agua como por efecto de las inundaciones.

En la historia contemporánea se registra la eventualidad de catástrofes como el sismo de 1985 en que 5 millones de personas se quedaron sin agua, y, 32 años después, aunque con menor intensidad el mismo 19/09 de 2017. Por fortuna, los sistemas Lerma y Cutzamala no sufrieron afectaciones mayores no obstante su antigüedad.

La ZMVM carece de un sistema de respaldo o de una capacidad de almacenamiento que permita sustituir siquiera parcialmente los caudales que aportan estos sistemas. Originalmente se pensó que el PAI podría tener esta función.

El sistema Cutzamala es vulnerable a las sequías que se presentan en sus cuencas de captación y que pueden agudizarse con el cambio climático. También es vulnerable a problemas de contaminación y eutroficación en los vasos de las presas del sistema que reciben descargas de agua residual sin tratar y dificultan la operación de la planta potabilizadora. Por otro lado, es vulnerable al problema de corrosión en sus tuberías e instalaciones y reducción del suministro para reposición de tramos afectados. Una tercera línea del acueducto, en construcción, puede permitir que siga operando al dar mantenimiento a una de las líneas antiguas.

El caudal del sistema ingresa al Valle de México (túnel Analco San José) y se divide hacia tanques de regulación en el poniente del estado de México y la Ciudad de México. Las obras para conducir una parte del caudal hacia el oriente de

<sup>10</sup> La seguridad hídrica puede definirse como la provisión confiable de agua cuantitativa y cualitativamente aceptable para la

salud, la producción de bienes y servicios y los medios de subsistencia, junto con un nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua. (Grey y Sadoff 2007 en [TEC n 14 \(GWP 2010\)](#)).

la ZMVM no se han completado. No hay capacidad suficiente para distribuir el caudal de las fuentes que ingresan por el poniente.

También deben considerarse los problemas recurrentes de fallas en el suministro de agua por interrupción del suministro de energía. Las plantas de emergencia y equipos de repuesto son indispensables. En el caso de los pozos que operan los organismos municipales, con frecuencia se limita el suministro de agua por falta de equipos de repuesto.

Ante la situación actual del sistema de abastecimiento podría afirmarse que existe una muy limitada resiliencia en el sistema hidráulico del Valle de México y prácticamente nula respecto a posibles colapsos de las fuentes externas.

## Aprovechamiento eficiente del agua disponible en la Cuenca

Aun cuando el Valle de México registra una muy elevada presión sobre el recurso, existe todavía un amplio margen para mejorar la eficiencia de su aprovechamiento, recuperar pérdidas y aprovechar mejor el agua disponible en la cuenca. Pero es necesario reconocer que las políticas públicas respecto del recurso y su aprovechamiento, así como las tarifarias y de subsidios a los usuarios urbanos y agrícolas, no promueven mayor racionalidad.

Tampoco se ha logrado una integración de las políticas hídricas y energéticas para una gestión más eficiente.

Se han estudiado en la práctica, algunos esquemas que conviene actualizar, para lograr el aprovechamiento de una parte de los escurrimientos pluviales de las cuencas denominadas Ciudad de México y Río Cuautitlán, que representan, conjuntamente, el 92% de la disponibilidad de agua superficial en la cuenca.

Una parte de este aprovechamiento puede lograrse incrementando el volumen almacenado en la presa Madín y utilizando el escurrimiento que llega a la presa Guadalupe, sobre el río Cuautitlán. Otra parte puede lograrse con el agua que se almacena en la laguna de Zumpango.

En los últimos dos casos, el agua superficial está comprometida para riego agrícola.

Ocurre lo mismo con la presa La Concepción que beneficia al Distrito de Riego No. 073, del mismo nombre. Buena parte de estas zonas de riego se han urbanizado y no utilizan todo el volumen concesionado. Sin embargo, la filosofía del programa propuesto no es cancelar áreas de riego en la cuenca sino sustituir su fuente actual por agua residual tratada. El volumen de escurrimiento superficial aprovechable, por lo pronto, es el escurrimiento que logra almacenarse en las presas y laguna. En principio, del orden de 40-45 hm<sup>3</sup> en la presa Guadalupe y 80-90 hm<sup>3</sup> en Zumpango. En el Anexo 2 se describe el proyecto mencionado.

## Agua subterránea a favor del acuífero

Antes de que el gobierno decidiera la ubicación del NAIM en el lago de Texcoco, se avanzaba en el proyecto de una PTAR de 4 m<sup>3</sup>/s en el "Caracol", dentro de la zona federal del ex vaso. Una parte del agua tratada se había comprometido para riego en los ejidos colindantes. Los usuarios potenciales son agricultores que riegan con agua subterránea y no estaban dispuestos a ceder sus derechos a cambio del agua tratada, pero se comprometían a dejar de utilizar agua subterránea. Esto puede ser el caso en buena parte de las zonas agrícolas de riego existentes en los municipios de la cuenca, principalmente entre Zumpango y Chalco, en torno a la ZMVM.

## 4. CALIDAD DEL AGUA y REÚSO

### Agua potable

El tema de la calidad del agua potable, en todo el país y en el Valle de México no ha podido resolverse plenamente aun cuando existen normas de salud específicas y procesos de potabilización-desinfección que permiten garantizar su calidad. El problema de las fugas, tanto en la red de distribución como de drenaje, que se combinan con los tandeos, durante los cuales las líneas de agua potable no están presurizadas, provocan los denominados *corto circuitos* que se producen al filtrarse agua residual, presente en las zanjas, en las tuberías de agua potable. Otros problemas como la falta de limpieza frecuente de cisternas y tinacos agregan factores de riesgo a la calidad del agua. El hecho es que la población desconfía de la calidad del agua que recibe y utiliza filtros o agua embotellada para beber y cocinar, con el consecuente impacto en las finanzas familiares.

### Agua residual

La contaminación del agua, en particular en el Valle de México, es producida por los desechos municipales e industriales que se vierten tanto a los colectores como a los cauces, sin tratamiento, y por la basura, que también se arroja a los cauces o es arrastrada por las lluvias hacia estos. La deforestación y erosión del suelo en la cuenca generan arrastre de sedimentos que, junto con la basura, obligan a desazolvar las presas de control de avenidas y los colectores, continuamente.

Respecto del vertido de aguas residuales de los municipios (y alcaldías) y de la recolección y manejo de los desechos sólidos, las normas oficiales son, en general, laxas, tolerantes y por lo mismo, pueden considerarse anacrónicas. Aun así, en el Valle de México esas normas no se cumplen.

La población asentada irregularmente en las zonas federales de los cauces descarga sus aguas residuales y la basura en forma directa a los cuerpos de agua sin control alguno. Tampoco se sanciona a la población que tira basura en la vía pública o a los cauces, o que vierte agua de desecho altamente contaminante como aceites usados, pinturas, etc. Podría decirse que la tolerancia es total. La normativa para el pretratamiento de las descargas industriales y de giros comerciales contaminantes; no se aplica.

La basura, en general, no es sujeta a la normativa de procesamiento integral y, después de la pepena, es llevada a rellenos sanitarios que, en general, no reúnen las características técnicas necesarias y los lixiviados que allí se producen son contaminantes potenciales de los acuíferos.

Las obras necesarias para captar las descargas antes de que lleguen a los cauces presentan problemas de derechos de vía porque las viviendas ubicadas a lo largo de los cauces, en muchos casos, han invadido la zona federal. También hay dificultad para conseguir predios donde edificar plantas de tratamiento. En muchos casos la mejor opción es llevar los colectores a un emisor principal y conducir el agua captada en más de una subcuenca hacia una planta de mayor capacidad. De cualquier modo, la inversión necesaria en colectores, plantas y su costo de operación rebasan la capacidad financiera de los organismos operadores. Lo mismo ocurre con los desechos sólidos.

### Reúso del agua

El tema del reúso del agua en la cuenca corre en paralelo con el del control de la contaminación. El gobierno ha llegado al extremo de no financiar plantas de tratamiento que no tengan como objeto el reúso, sin considerar que para que exista un interés por utilizar el agua tratada hace falta que existan estímulos como el costo y la garantía del caudal y calidad del agua producida. El costo de las instalaciones de manejo, tratamiento, regu-

lación, conducción y distribución del agua tratada, superan considerablemente el costo de extracción del agua subterránea, que en este caso es la que tiene los estímulos, -principalmente para uso agropecuario, y, aun si el agua tratada se entrega sin costo a los usuarios, estos consideran que no cumple con la calidad y continuidad necesarias. De hecho, uno de los problemas es que las plantas de tratamiento están diseñadas para tratar agua residual doméstica, pero no eliminan otras sustancias tóxicas que están presentes en el drenaje debido a que, como se señala, las descargas industriales no cumplen con el pretratamiento. De ahí que, prácticamente, no existe reúso agrícola de agua tratada aun cuando sí se utilizan aguas crudas para riego.

La mayor parte de la escasa capacidad instalada de tratamiento en plantas que, en su mayor parte, tienen más de 40 años en operación, se utiliza en la CDMX para riego de áreas verdes y llenado de lagos, o en zonas industriales y plantas termoeléctricas.

Recientemente se construyó la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Atotonilco de Tula, con capacidad para tratar 23 m<sup>3</sup>/s en su proceso convencional y 35 m<sup>3</sup>/s en su proceso químico. Las aguas tratadas se descargan para uso en la agricultura de zonas de riego en la cuenca del río Tula, Hidalgo. Sin embargo, hay reticencia al uso del agua tratada porque muchos agricultores estaban acostumbrados a regar con agua que contenía nutrientes que se eliminan en el proceso de tratamiento.

El reúso del agua en el Valle de México, incluido el de aguas residuales crudas, atiende solamente el 9% de la demanda de agua.

Existe un gran potencial de reúso por aprovechar si se otorgan los estímulos necesarios y se controla la extracción de agua subterránea

Las políticas públicas para impulsar el control de la contaminación y el saneamiento no han

funcionado en el Valle de México. Es responsabilidad de los tres órdenes de gobierno, pero ha existido un exceso de tolerancia en el ejercicio de sus responsabilidades legales.

La experiencia internacional muestra que el reúso de agua tratada requiere estímulos y condiciones que lo vuelvan atractivo. El principal incentivo es el costo, cuando existe una fuente alternativa.

### *El Reúso Potable*

Un ejemplo que conviene destacar es el de Singapur. El reúso del agua se constituyó en un componente crítico en la estrategia para el uso sustentable del agua. En 2003 se implantó el reciclaje de agua de alto grado de calidad (NEWater) con purificación a base de rigurosos procesos de ultrafiltración, microfiltración, ósmosis inversa y desinfección con luz ultravioleta. NE-Water es usada para uso potable indirecto.

En el Compendio sobre Reúso Potable de la Agencia de Protección Ambiental estadounidense [3], se señalan las condiciones que justifican esta solución y la de uso potable directo que ya se emplea en un número creciente de regiones y ciudades en el mundo, todas las cuales reúne el Valle de México.

El rezago existente en saneamiento deberá ocupar un lugar prominente en la agenda del gobierno durante los próximos años. Resulta inaceptable el impacto de 40 o 45 metros cúbicos de agua residual escurriendo por cauces naturales y artificiales sin algún tratamiento. Es necesario desarrollar tecnologías específicas para el Valle de México que favorezcan, al mismo tiempo, tratamiento del agua y su infiltración. Considerar las zonas de frontera entre la ex zona lacustre y el piamonte de las sierras. Desarrollar sistemas de tratamiento que aprovechen cañadas, vasos de las presas, lagunas y ciénegas del sur, con pozos de infiltración que cuenten con sistemas de desazolve a los que viertan las aguas tratadas y filtradas para impedir la colmatación.

## 5. EL APROVECHAMIENTO Y DESALOJO DE AGUAS PLUVIALES

Las características fisiográficas y meteorológicas de la cuenca se combinan en la zona urbana con la urbanización: alta densidad de construcción, pavimento asfáltico en las calles, escasez de áreas verdes e impermeabilidad de suelos, para producir, en minutos, en presencia de lluvias, la acumulación de grandes volúmenes de agua en las zonas planas y las depresiones, principalmente en las áreas urbanas que se han desarrollado en zonas que ocupaban los antiguos lagos.

El hundimiento diferencial provocado por la sobreexplotación de acuíferos es la causa de que toda la zona central de la ciudad, pudiera quedar sumergida con un tirante de varios metros de agua de lluvia si no existiera un sistema de drenaje para desalojarlas.

El manejo del denominado Sistema Hidrológico del Valle de México, que incluye la operación de presas, vasos reguladores, cauces naturales, colectores, túneles y plantas de bombeo del sistema de drenaje, enfrenta continuamente el problema de los asentamientos en cauces y barrancas, la interferencia de la basura con los mecanismos de operación de compuertas y rejillas de los sistemas de bombeo, así como las tormentas y trombas que se concentran en períodos cada vez más reducidos sobre las estructuras del drenaje.

Hay 22 presas de regulación en los cauces del poniente y vasos reguladores en el oriente que es necesario desazolvar, desplazar a las viviendas que se han asentado en los vasos, modernizar e instrumentar su operación, incluyendo la construcción de pozos de infiltración que aprovechen la carga hidráulica. Esto es algo que se intentó hace varias décadas con éxito y se puede mejorar.

Las obras desarrolladas a lo largo de la historia para controlar inundaciones dan testimonio de la magnitud del problema, desde los albardones prehispánicos, el Tajo de Nochistongo, que abrió la cuenca hacia el río Tula y el Golfo de México, el Gran Canal del Desagüe, que perdió gran parte de su funcionalidad con los hundimientos en la zona urbana, el Interceptor del Poniente y su emisor, para desalojar parcialmente los caudales de los ríos del poniente, y el Sistema de Drenaje Profundo que sigue en desarrollo y, actualmente, con el Túnel Emisor Oriente (TEO); supera los 300 m<sup>3</sup>/s de capacidad, para desalojo de las tormentas hacia la cuenca del río Tula.

Pero las grandes obras de infraestructura no son suficientes, se deben complementar con colectores y plantas de bombeo para hacer llegar el agua a esos grandes conductos, debido a que los colectores han perdido pendiente o se azolvan con la basura.

Por otra parte, la cuenca carece de suficiente capacidad de regulación para esas tormentas y, ante los daños que ocasionan, la solución ha sido desalojarlas lo antes posible. Debido a que la mayor parte de los escurrimientos pluviales se producen durante esas tormentas, su aprovechamiento se ha complicado, adicionalmente, porque el sistema de drenaje de la ciudad combina aguas pluviales y residuales y no se ha logrado separar el drenaje sanitario para su tratamiento, antes de mezclarse con el agua de lluvia.

En esta posibilidad de regulación y aprovechamiento de las aguas pluviales, la infraestructura verde puede constituirse en una alternativa conveniente a nivel local, en soluciones que aprovechen los camellones, parques e infraestructura urbana; en zonas verdes amplias como los parques de diversiones; y las zonas de conservación propiamente ubicadas en las montañas. De esa manera se fomentará la regulación de volúmenes de lluvia y eventualmente la recarga del acuífero.

## Aprovechamiento de escurrimientos y agua de lluvia

Se ha pospuesto el desarrollo de sistemas de regulación, tratamiento, conducción y reúso del agua, que aseguren nuevos caudales de abastecimiento a la metrópoli, rescatados de los volúmenes que se descargan hacia afuera de la cuenca. Como el caso descrito en el Anexo 2. En cambio, se ha dado prioridad a las fuentes distantes, con sus costos en energía, e impactos sociales, económicos y ambientales.

Tampoco se ha promovido la captación directa de agua de lluvia que puede complementar el abastecimiento.

## 6. LA GESTIÓN DEL AGUA EN EL VALLE DE MÉXICO

El Valle de México parece no contar con mecanismos institucionales claros y eficaces que permitan planear el desarrollo urbano y coordinar los servicios urbanos, incluida la infraestructura. Este contexto erosiona la productividad económica, la sustentabilidad ambiental y, en general, la habitabilidad de la región.

El gran número de actores administrativos aumenta el grado de complejidad de la labor de diseño e implementación de políticas públicas que demandan coordinación y esto puede obstaculizar el funcionamiento de la infraestructura. El problema se agrava por la falta de marcos de planeación regional estratégica que apliquen a escala metropolitana y con suficiente respaldo financiero.

En la Ciudad de México, la gestión hídrica inició en 1933 con la creación de la Dirección General de Agua y Saneamiento (DGAS)<sup>11</sup>. Posteriormente, en 1953, se creó la Dirección General de

Obras Hidráulicas (DGOH). Mismas que se fusionaron en 1978 para formar la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH). En 2001, se decretó la creación del Organismo Público Descentralizado Sistema de Aguas de la Ciudad de México; y en 2005, se le dio el carácter de Órgano Desconcentrado; encargado de operar la infraestructura hidráulica y brindar la prestación del servicio público de agua potable, drenaje, y alcantarillado, así como el tratamiento y el reúso de aguas residuales a toda la Ciudad de México. A nivel local, en la Ciudad de México, las alcaldías también intervienen en la dotación de los servicios, principalmente con el manejo, sustitución y rehabilitación de las redes secundarias de agua y drenaje, y con el control de los usuarios en cada demarcación.

En el Estado de México, en marzo de 1971 se creó la Comisión de Agua y Saneamiento para tratar todo lo relacionado con el tema del agua en dicha Entidad. Posteriormente, en 1974 se creó el Organismo Público Descentralizado denominado Comisión Estatal de Agua y Saneamiento. En 1992, se creó la Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica; más tarde, en 1999 se fusionaron la Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica y la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento dando origen a la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM). Esta última interactúa con los gobiernos municipales que tienen bajo su responsabilidad la prestación de los servicios de agua y saneamiento, atribución que no han podido cumplir a cabalidad por las deficiencias de la transferencia del gobierno federal ya que a las responsabilidades asignadas no se les acompañó de presupuestos y capacitación adecuada.

La normatividad actual establece que corresponde al Gobierno Federal la custodia y preservación de las aguas nacionales, en cantidad y calidad, a través de la CONAGUA; al ámbito municipal, de manera directa o a través de terceros, la provisión de los servicios de agua y saneamiento,

---

<sup>11</sup> El Anexo 1 contiene una síntesis gráfica de la trayectoria institucional del agua en el Valle de México.

incluyendo su reuso y; al ámbito estatal, en términos del artículo 115 constitucional, que puede asumir la responsabilidad de los servicios municipales cuando el municipio no tenga la capacidad de hacerlo. El desalojo de aguas pluviales lo realizan en la medida de sus posibilidades los municipios, pero la federación interviene con el programa de protección a centros de población.

Existen mecanismos para establecer acuerdos de coordinación entre los tres órdenes de gobierno, como el Protocolo para la operación del Drenaje Pluvial del Valle de México; también se dispone del Fideicomiso 1928 para utilizar los recursos que las entidades pagan por el agua en bloque que proporciona la federación, para el desarrollo de infraestructura de beneficio común.

Los mecanismos de coordinación en los diferentes aspectos de gestión del recurso han tenido resultados positivos; sin embargo, descansan en gran medida en un esquema de subsidios, en el cual el mayor peso de las erogaciones en materia de inversión y operación proviene de recursos del presupuesto federal, ya sea en forma directa o como afectación a participaciones.

Las prioridades que impone la operación de los sistemas, así como la atención de emergencias --sismos, sequías inundaciones- han agudizado las restricciones presupuestales y obligado a posponer programas de acciones de largo alcance, de mediano y largo plazo, como las que se requieren en el Valle de México. Al respecto es necesario insistir en que, en años recientes, un factor determinante ha sido la reducción progresiva del presupuesto asignado al sector agua en el PEF.

La experiencia muestra que las instituciones pueden estar sujetas a reorientaciones con los cambios de administración. Por esa razón, es conveniente que la sociedad civil asuma un papel más relevante en el seguimiento y adecuaciones del programa por una parte y, por la otra, como un auditor del proceso.

Es necesario dar más espacio a la sociedad civil para que se conduzca como una conciencia social de los responsables institucionales de los servicios y del manejo de la cuenca, a fin de que no se difieran acciones que deben iniciarse ya y mantenerlas de manera continua.

Se ha creado la figura de los Consejos de Cuenca que reúne a las autoridades encargadas del manejo del agua con los usuarios, pero quedan por madurar temas como las fuentes de recursos para que operen, criterios de selección de los representantes, nivel de participación de los consejos en el manejo del agua.

Pero, para fortalecerlo es necesario analizar cuestiones como:

- La posibilidad de integrar a organizaciones de ambientalistas, de productores rurales, universidades y centros de investigación. Definir criterios y requisitos en su caso.
- La conveniencia de que el Consejo participe en la formulación de los programas de inversión vinculados con la gestión hídrica de estados y municipios y no sólo en la sanción del programa hídrico de la cuenca. El consejo debe verificar que las inversiones correspondan con lo acordado en el programa regional.
- La participación de las comisiones de asuntos hídricos o hidráulicos de los congresos.
- La conveniencia de que cuenten con una estructura operativa autónoma, y un presupuesto definido con un porcentaje de la recaudación de derechos de agua, que es necesario evaluar y determinar.
- La conveniencia de que el consejo no sea presidido por la autoridad.

Hay un largo tramo por recorrer para transitar de la situación actual a una gestión integrada de la cuenca.

## 7. EL ECOSISTEMA FRENTE AL CRECIMIENTO URBANO EXPANSIVO Y ANÁRQUICO

Hace alrededor de 600 mil años, la cuenca del Valle de México drenaba hacia el océano Pacífico. El vulcanismo la convirtió en una cuenca cerrada que dio origen a un gran lago. Las crónicas más antiguas lo describen como un mar rodeado de montañas. Posteriormente la región ha sufrido cambios hechos por la civilización que han repercutido sobre el ciclo hidrológico y todo su ecosistema

Este proceso es, sin duda, la causa de una buena parte de los problemas y retos que enfrenta el agua en la Cuenca.

El Valle de México constituye una porción única del país y del planeta. Ninguna otra Región ha concentrado una población que rebasa ya los 22 millones de habitantes –superior a la población de la mayor parte de los países latinoamericanos– a más de 2 mil 200 metros de altitud, en una zona de alta sismicidad, en el lecho y las riberas de lo que fue un gran sistema lacustre.

A partir del siglo pasado la ciudad desbordó el valle y comenzó a poblar las laderas, a ocupar las zonas de recarga del acuífero, los ríos se entubaron para utilizarse como obras de drenaje pluvial y sanitario y, hace algunas décadas, comenzó a dispersarse por todo el valle, ocupando tierra y aguas de riego en un proceso en que la superficie de la ciudad crece 3 veces más rápido que la población [4].

Esta limitante que presenta en la actualidad el sistema de agua en la ZMVM, derivado de la desarticulación entre la planeación urbana y la hídrica, es algo que es necesario evitar en el futuro si se desea lograr un manejo más eficiente de los recursos hídricos y financieros en el sistema urbano. Es indispensable establecer fronteras al crecimiento de la ciudad y asegurar que se res-

peten. La planeación del uso del suelo, proyectos de redensificación, centros comerciales y de negocios, áreas verdes y todo el sistema de movilidad, deben considerar las restricciones que imponen el ecosistema y el sistema hidráulico. No es posible que se sigan perforando nuevos pozos para nuevos desarrollos.

Es probable, con la inercia, que el crecimiento futuro se dé llenando los espacios rurales que han quedado vacíos en el patrón disperso observado en las últimas décadas, lo cual significaría seguir desarrollando áreas urbanas en zonas agrícolas, en zonas de recarga del acuífero en los piamontes, hacia las cuales serían desplazados los nuevos inmigrantes, para continuar con el modelo de urbanización precaria y la discriminación urbana que ha prevalecido. ¿Cuáles son los detonadores de este proceso?

Se combinan varios factores [5]:

1. Demanda de vivienda de bajo costo
2. Empresas desarrolladoras de vivienda que reciben facilidades y financiamiento
3. Incremento de la oferta de crédito a la población con seguridad social
4. Autoridades que autorizan cambios de uso del suelo y el agua sin considerar restricciones ambientales.

Por un lado, están las autoridades ambientales que definen criterios y establecen áreas naturales protegidas y zonas de reserva, acuerdan sitios RAMSAR en humedales y lagunas, promueven manejo y restauración de cuencas, reforestación, distribuyen pagos por servicios ambientales, promueven leyes, normas y límites al crecimiento de la mancha urbana.

Por otro lado, las autoridades locales que interpretan las facultades que la Ley les atribuye y autorizan los nuevos desarrollos sobre esas áreas “protegidas”, muchas veces sin haber analizado la posibilidad de dotarlos con servicios. Por esa causa existen actualmente más de 400 mil viviendas construidas con los ahorros

de los asegurados, que han sido abandonadas, principalmente por falta de agua. Pero el problema de vialidades y movilidad son una restricción adicional.

Desde el punto de vista del agua, todas las áreas que conforman el Valle tienen acceso a sus aguas subterráneas. En teoría, solo hay que bombearla y entubarla; finalmente, está a unos metros de profundidad. Al no existir un ordenamiento territorial, esa es la razón que ha permitido el desarrollo de esas islas urbanas inconexas.

El discurso relativo al ordenamiento territorial y las leyes respectivas [6], han sido sistemáticamente vulnerados por los intereses particulares y la falta total de coordinación entre sectores de gobierno y sociedad. Es una característica típica del subdesarrollo jurídico, institucional y socioeconómico que ha prevalecido. Este patrón de urbanización dificulta y encarece la infraestructura básica y la dotación de servicios, además de desquiciar el ecosistema y transformar el medio ambiente en paisajes surreales, lo mismo en zonas de elevado nivel socioeconómico que en las zonas marginales de la periferia.

Un severo problema adicional que afecta la cuenca es la contaminación en general y, en particular, la gran aportación de contaminantes de las zonas urbanas.

Deforestación, erosión, contaminación, sobreexplotación, inundaciones y una ausencia casi total de ordenamiento del territorio y gestión de esa problemática, constituyen los indicadores ambientales del Valle de México, que nos ubican lejos de los acuerdos para reducir la huella de carbono de la cuenca [7]

La pregunta es si hay otro modelo y cómo impulsarlo.

## Los servicios ecosistémicos

La cultura del agua se ha promovido aisladamente, sin reconocer que forma parte de un ecosistema en el que conviven, dentro de la cuenca: el bosque, las áreas verdes, las zonas agrícolas, las chinampas, los escasos cuerpos de agua, arroyos, manantiales, el acuífero y sus zonas de recarga, todos tan importantes como el agua entubada.

El modelo a promover en la cultura social del tercer milenio deberá considerar todo lo que no se ha hecho hasta ahora para restaurar, respetar y cuidar los servicios que proporciona la naturaleza, entre ellos el agua.

# TERCERA PARTE

## UN ESCENARIO DESEABLE

### 8. HACIA UN ESCENARIO QUE CONTRIBUYA A LA SEGURIDAD HÍDRICA

#### La visión

Al enfrentar los retos descritos mediante las acciones que se proponen, es posible una visión de la cuenca en la que:

La velocidad de hundimiento se reduzca significativamente por medio de una estrategia de reducción y redistribución del bombeo que asegure presiones de poro menores que la capacidad de consolidación

La explotación del acuífero a su vez se reduzca a niveles sustentables con esas medidas y con la reducción significativa de fugas, la intensificación del reúso y otras acciones que reduzcan el consumo de agua.

La transferencia de agua de las cuencas del Lerma y del Sistema Cutzamala se aproveche plenamente, sin desperdicios por falta de mantenimiento de la infraestructura.

Las zonas urbanas y las localidades rurales dispongan de suficiente agua en cantidad y calidad para los diversos usos, con medición de consumos, redes sectorizadas y programas de mantenimiento.

Se garantice la calidad potable del agua en las tomas a todos los usuarios, al mejorar la distribución, eliminar tandeos e intensificar el monitoreo.

La agricultura se tecnifique con cultivos de alto valor y solo utilice agua residual tratada para producir granos y forrajes.

La industria, se desarrolle sobre bases de cero descargas, bajo el principio de economía circular.

La eficiencia en el manejo del agua y su reúso permitan reducir sensiblemente el consumo de energía asociado, y se sustituya de manera progresiva por fuentes de energía renovable.

La población asuma su responsabilidad en el sistema financiero del agua y aporte las cuotas que le corresponden.

La hacienda pública se haga cargo de subsidiar a la población de menores ingresos y los organismos operadores operen con autosuficiencia.

Un Valle de México con ciudades seguras, con sistemas redundantes, ante sismos, sequías e inundaciones

Los proyectos de abastecimiento de agua, en lo posible, no recurran a fuentes externas.

El reúso se convierta en una fuente de abastecimiento sustantiva para todos los usos en el Valle de México y se traten todas las descargas de agua residual a los cauces.

Se aprovechen al máximo las capacidades de regulación existentes, se desarrollen nuevas capacidades con infraestructura verde en las zonas urbanas y en las cuencas.

Los sistemas de abastecimiento de agua y de drenaje y los nuevos proyectos, se rijan por criterios metropolitanos para el mejor aprovechamiento y operación de la infraestructura.

Donde convivan ciudades con la naturaleza, por medio de Soluciones basadas en la Naturaleza. Y la regulación de los asentamientos humanos

propicie el respeto de los cuerpos de agua y el buen uso del agua.

A partir de esta visión, se describe a continuación una solución eminentemente técnica que busca el equilibrio de los acuíferos de Valle de México, como un ejercicio para ver cuáles son los componentes más relevantes, y en función de los resultados, identificar las áreas que requieren de estudios de mayor profundidad, como el agua para consumo humano derivada de reúso indirecto y directo, y también los temas que se deberán llevar a consulta con los usuarios.

El planteamiento de escenarios es un instrumento de planeación que puede identificar ventajas y desventajas de alternativas para su posterior estudio detallado.

### Escenario de instrumentación de acciones locales sin incorporar nuevas fuentes

En el escenario que se plantea a continuación se parte de la hipótesis de que es posible atender la demanda actual y futura de agua sin que sea necesario recurrir a fuentes externas adicionales, sólo con acciones locales para hacer eficiente el aprovechamiento del agua. Desde luego, esto implica una serie de cambios en la infraestructura, regulación del uso del agua, coordinación institucional y una actitud colaborativa de la sociedad. Implican un nuevo paradigma que busca usar el agua de manera eficiente con la tecnología disponible y con la participación de la sociedad.

Algunos cambios se pueden dar en el corto plazo, pero otros que implican modificaciones de patrones de consumo requerirán de espacios de diálogo y de concientización a los diferentes usuarios que tradicionalmente se han beneficiado de bajas tarifas, pero que también han

sido afectados por la mala calidad de los servicios, inundaciones y escasez.

En este apartado se presentan los resultados de un ejercicio basado en la información disponible, con el empleo de un modelo de simulación del Valle de México<sup>12</sup>

### Demanda futura de agua

Se prevé que la demanda de agua se incrementará ante el crecimiento de la población que para el año 2050 se estima en alrededor de 26 millones 759 mil personas en el Valle de México. En la hipótesis de crecimiento se tendrán los mayores aumentos en los municipios del Estado de México. También se prevé un incremento en la demanda de agua para la industria y para otros usos; no así para la agricultura que tenderá a minimizarse.

### La oferta

En el Capítulo 3 se describen con detalle las fuentes de abastecimiento de agua para todos los usos del Valle de México. En el cuadro siguiente se presentan en forma resumida los valores de las diferentes fuentes en la actualidad.

Fuentes	Usos (hm <sup>3</sup> /año)				
	Agua Potable	Industrial	Agrícola	Público	Total
<b>Fuentes primarias</b>					
Agua superficial	45		46		91
Agua subterránea sustentable	1,453	295	129		1,082
Minado					795
<b>Fuentes externas</b>					
Cutzamala	464				464
Lerma	151				151
Subtotal fuentes primarias	2,113	295	175	-	2,584

<sup>12</sup> Modelo de simulación en la plataforma de Powersim 10. Se simula un período de 35 años de 2015 a 2050.

Fuentes	Usos (hm <sup>3</sup> /año)				
	Agua Potable	Industrial	Agrícola	Público	Total
Reúso					
Agua Tratada		76		145	221
Agua Cruda			47		47
Subtotal Reúso	-	76	47	145	268
Oferta total	2,113	371	222	145	2,852

En las hipótesis para lograr satisfacer las demandas con las fuentes actuales se consideran:

1. Ampliación de la capacidad de la presa Madrid en 0.5 m<sup>3</sup>/s, durante la época de lluvias
2. Desarrollo del proyecto de la presa Guadalupe para potabilizar 1.8 m<sup>3</sup>/s
3. Optimización del Sistema Cutzamala para incrementar el abasto en 2.3 m<sup>3</sup>/s
4. Disminución del 50% (3.9 m<sup>3</sup>/s), de la extracción de agua del Sistema PAI
5. Aumento de la eficiencia en el uso público urbano al 75% (reducción de las fugas en las redes)
6. Infiltración a los acuíferos de un caudal de 5 m<sup>3</sup>/s de agua residual tratada
7. Disminución de la extracción de agua subterránea para la industria, mediante su sustitución con agua residual tratada
8. Disminución gradual probable de la extracción de agua para uso agrícola o sustitución por agua tratada en treinta años (7 m<sup>3</sup>/s)

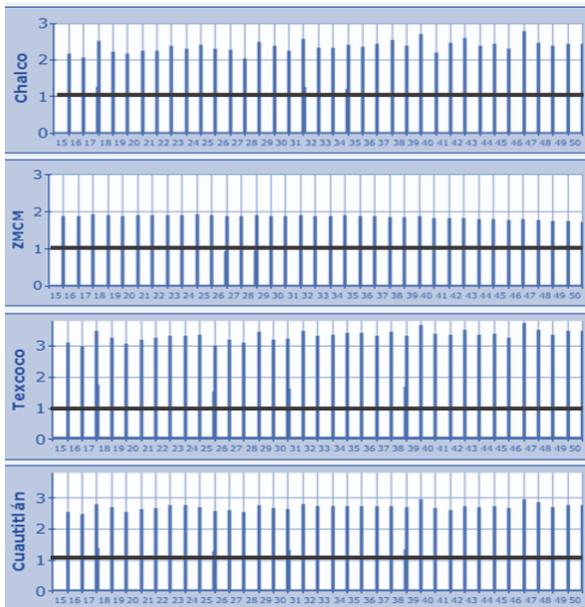
9. Mejoramiento de la calidad del servicio en las zonas con más deficiencias y reducción de consumos en las zonas con mayor dispendio para lograr una dotación promedio de 150 l/h/d, más equitativa.

### Simulación de escenarios

Estas acciones básicas han sido analizadas con el modelo de simulación dinámica que considera centros de demanda de agua por usos en cada demarcación (alcaldía o municipio), población actual y crecimiento probable (INEGI-CO-NAPO), dotación, eficiencia en redes, el acuífero con sus fuentes de recarga y fuentes superficiales locales y externas que se utilizan, y el impacto progresivo de las acciones descritas sobre la demanda de agua de cada fuente, incluyendo el reúso de agua tratada.

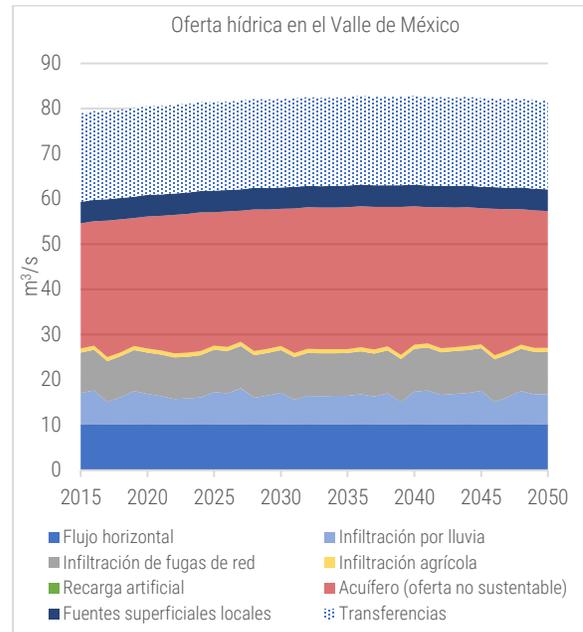
En las gráficas que aparecen a continuación se observan los acuíferos que inciden en el suministro de agua a la mayoría de los usuarios; las dos primeras gráficas representan las condiciones de sobreexplotación antes y después de aplicar las medidas locales. Para cada año, una línea vertical en las gráficas, representa el cociente entre la extracción y la recarga; valores arriba de uno indican sobreexplotación. Se puede ver que con las acciones propuestas se logra prácticamente el equilibrio en los cuatro acuíferos en contraste con la situación actual. El impacto de las principales acciones propuestas, algunas ya en ejecución como el incremento de eficiencias en redes, permiten que todos los acuíferos se aproximen al equilibrio en la primera década.

Sin acciones

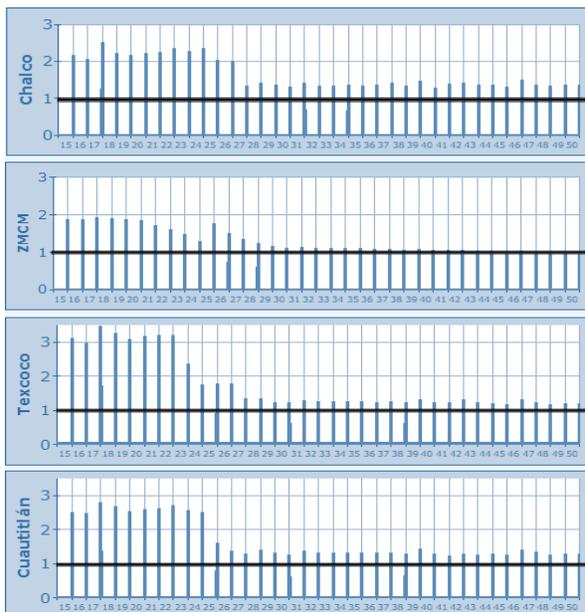


observa la disminución notable en el volumen de sobreexplotación.

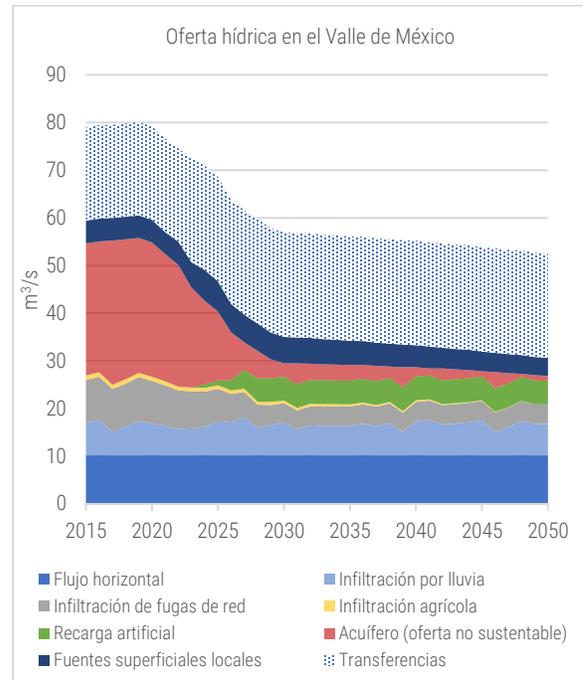
Sin acciones



Con las acciones propuestas



Con las acciones propuestas



En las siguientes gráficas se indica el comportamiento de la oferta de agua la integran: el flujo horizontal, la infiltración por lluvia, las fugas en la red, la infiltración agrícola, la transferencia de agua y el agua sobreexplotada del acuífero. Se

## El resultado

En esas condiciones, se lograría que al año 2050 se redujera la sobreexplotación y se atendieran todas las demandas previstas. Al mismo tiempo se estaría contribuyendo a reducir el hundimiento generado por la extracción de agua subterránea. En este escenario, los ajustes en la infraestructura correspondientes a las cuatro primeras líneas de las hipótesis se ven muy factibles con presupuestos asequibles; las siguientes actividades tienen un mayor grado de dificultad y requieren de la aprobación de los diferentes usuarios. Así, mejorar la eficiencia supone la sustitución de redes y la sectorización actividades que si bien se desarrollan en la Ciudad de México, no sucede lo mismo en los municipios del Estado de México o al menos no con la misma velocidad; la infiltración requiere de proyectos e inversiones para acondicionar los terrenos o para la construcción de pozos, además de la infraestructura de tratamiento de las aguas residuales que cumplan con la norma para infiltración; el uso de agua tratada en la industria requiere de contar con instalaciones confiables para garantizar el agua en cantidad y calidad; la reducción del agua para la agricultura requerirá de un largo proceso de convencimiento y seguramente de inversión para poder contar con el agua de sus concesiones; finalmente, la reducción del consumo público urbano en las zonas con mayor consumo actual significa un sacrificio para la población que tiene patrones de consumo altos que beneficiaría a la población que no cuenta con agua en forma continua.

La inversión y los costos de operación y mantenimiento, para el aprovisionamiento de agua, necesarios para el escenario de acciones locales, asciende al orden de 10,000 millones de pesos anuales. A estos costos habría que añadir los relativos a la distribución del agua, su recolección, desalajo y tratamiento. Se suma a lo anterior el costo de la restauración de la cuenca.

Todas las medidas propuestas contribuyen adicionalmente a reducir el consumo de energía y

los impactos al ecosistema de la cuenca, así como a reducir la huella de carbono.

En caso de que alguna de las medidas mencionadas no se lograra o lo hiciera en forma parcial, se puede recurrir a un mayor aprovechamiento de agua superficial en las cuencas del poniente (Anexo 2), a un programa amplio de infraestructura verde y la potabilización directa o indirecta de agua residual, tema que sería motivo de grandes debates. Es probable que se recurra a todas las medidas antes descritas.

Una iniciativa de esta naturaleza para disminuir la sobreexplotación y el hundimiento requiere de programas en todo el Valle de México, con recursos oportunos y sobre todo con una estrecha coordinación entre las entidades.

## Los trasvases. Un posible umbral

Se han estudiado alternativas de nueva infraestructura para abastecer al Valle de México que implican la importación de agua de otras cuencas lo cual va a ser cada día más costoso en energía y, sobre todo, en medidas para contener las reacciones y enfrentar la resistencia de la población en las cuencas de origen, que va a dar lugar a costos colaterales en obras y acciones compensatorias.

Respecto al costo de la energía en nuevas fuentes, es posible establecer un umbral que estaría definido por la energía necesaria para potabilizar aguas residuales crudas en el Valle de México. Un valor sugerido para este umbral es el consumo de energía para desalación de agua marina, considerando que se requiere menos energía utilizando membranas para ultra filtrar agua residual, después de los procesos necesarios de acondicionamiento (arena y antracita, carbón activado y prefiltración).

Entonces, el consumo de energía debe limitarse a 3.5 kWh/m<sup>3</sup>. Este consumo unitario equivale a un bombeo de 700 metros. Sobre esas bases,

cualquier fuente que requiera un bombeo equivalente mayor de esa cifra no compite con el reúso potable directo y menos con el indirecto.

En seguida se presentan dos alternativas que cumplirían con esta condición.

### *El Mezquital*

El proyecto consiste en la construcción de un sistema de pozos, un acueducto y planta potabilizadora con una capacidad de 4.8 m<sup>3</sup>/s. Aprovechar el acuífero del Valle del Mezquital [8] tiene posibles ventajas y, también, importantes desventajas.

Las ventajas son: corresponde con la economía circular, ya que se trata, a fin de cuentas, de un reciclaje; menor desnivel neto entre ambas cuencas ya que el trazo estudiado requiere un bombeo de 400 metros para alimentar un tanque en la cota 2,400 msnm que permite dominar la red urbana; e ingresaría por el oriente a la ZMVM, lo cual contribuye a mejorar la capacidad de distribución.

Entre las posibles desventajas está la necesidad aparente de utilizar un sistema de potabilización avanzada para asegurar la calidad potable del agua extraída. Esto incrementaría en forma considerable los requerimientos de energía (>3.5 kWh/m<sup>3</sup>); además, el hecho de estar asociado con las zonas agrícolas del Distrito de Riego No. 003, haría necesario realizar importantes acciones compensatorias para que el sistema no sufra interrupciones.

### *Tecolutla*

Aprovechar el agua de las presas del Sistema Hidroeléctrico Necaxa tiene posibles ventajas y, también, importantes desventajas.

Una ventaja es que la primera fase del proyecto es el menor desnivel neto entre ambas cuencas [8]. El trazo estudiado requiere la conexión de las Presas La Laguna y Los Reyes para vencer una carga de 367 metros hasta conectarse con el Tanque Chiconautla. Tendría un caudal aprovechable de 4.1 m<sup>3</sup>/s.

Finalmente tiene la ventaja de ingresar por el oriente a la ZMVM, lo cual contribuye a mejorar la capacidad de distribución en una de las zonas más desfavorecidas.

La principal desventaja es la afectación del sistema hidroeléctrico, además de los posibles conflictos sociales que surjan con los usuarios que se benefician actualmente del Sistema Hidroeléctrico.

### *Otros*

Se han estudiado otros proyectos como la Cuarta Etapa de Cutzamala y la segunda etapa de Tecolutla, pero aquí solo se mencionan los que cumplen con el umbral arriba mencionado.

## CUARTA PARTE

### CÓMO LOGRARLO

#### 9. EL TRABAJO CONJUNTO

La instrumentación de una estrategia que permita reducir la sobreexplotación del acuífero y los hundimientos, en la que intervienen muchos actores, constituye un problema complejo, cuya solución requiere contar con un programa conjunto, la participación oportuna de las partes, los recursos y la disposición de la sociedad para asumir responsabilidades.

No se trata de un programa para introducir una nueva fuente de abastecimiento, es un nuevo paradigma que tiene como finalidad la reducción de la sobreexplotación del acuífero del Valle de México y del hundimiento sin descuidar la atención de las necesidades de abasto de los diferentes usuarios y en lo posible sin recurrir a fuentes externas.

Se trata de un programa con diversas vertientes, entre las que pueden apuntarse:

*La técnica*, para contar con sistemas de medición que permitan conocer las condiciones de las fuentes, en particular de los acuíferos -la reducción de la sobreexplotación y la disminución de los hundimientos-, para realizar balances confiables, y para la toma de decisiones oportuna; estándares para el desarrollo de la infraestructura y para operarla, sobre todo en lo referente al tratamiento de aguas residuales con procesos avanzados para recarga de acuíferos, para la industria y eventualmente para el uso potable; elaboración de normas y procedimientos que aseguren la calidad del agua; sectorización de las redes y reducción de fugas; aprovechamiento del agua residual tratada en el marco de la economía circular; en el campo, riego eficiente e infraestructura para recibir eventualmente

agua residual tratada en esquemas de intercambio de agua a favor del acuífero; y adecuaciones en vialidades, parques, centros de diversión y áreas de conservación para beneficiarse de la infraestructura verde, entre otras.

*La gobernanza.* La decisión de adoptar un nuevo paradigma para el Valle de México implica el acuerdo entre las instancias gubernamentales para asumir un programa conjunto, sumar recursos. Es claro que los componentes del programa son liderados por distintas instituciones pero que en su ejecución es imprescindible no solo la coordinación sino una colaboración que garantice el uso eficiente de los recursos.

Es fundamental que el Valle de México sustituya la planeación tradicional, unidimensional y sectorial, por un enfoque transversal e integrado de formulación de políticas públicas.

Sería deseable que las autoridades acordaran establecer una Oficina de Desarrollo Metropolitano que lleve a la práctica los planes de desarrollo en total colaboración con el gobierno federal y estatales. Este organismo ayudaría a impulsar el apoyo a una visión de largo plazo para el desarrollo metropolitano y tendría que ser claramente responsable de los asuntos y lugares de importancia metropolitana.

El desarrollo de la infraestructura primaria en las entidades del Valle de México debe contemplarse desde la perspectiva de la Zona Metropolitana. Incluir el tema de vigilancia del ordenamiento, las áreas naturales y zonas de conservación, como de mayor prioridad y destinar recursos para llevar a cabo su reglamentación y vigilancia.

Se requiere la participación institucional, también la participación de la sociedad que se ha

expresado en diversos foros interesada en la solución del problema del Valle de México. La colaboración social se necesita en los procesos de concertación y en el seguimiento de los proyectos y procesos.

La consulta de los proyectos con los usuarios, la apertura a organizaciones de la sociedad civil y el seguimiento de los proyectos por parte de la sociedad será necesario en temas como el intercambio de agua para riego, molestias por las obras para la sectorización y sustitución de tuberías, aceptación de agua residual tratada para diversos usos; aceptación de la captación de agua de lluvia donde proceda, ahorro de agua, reducción de la dotación en las zonas en que persisten consumos elevados, entre otras.

Los consejos de Cuenca y los Comités Técnicos de Agua Subterránea serán instrumentos de gran utilidad para los procesos de concertación.

*La ambiental.* Todo proyecto debe plantearse bajo premisas que minimicen el impacto al medio ambiente. El nuevo paradigma busca desarrollar proyectos con soluciones basadas en la naturaleza (SbN) que respaldan la economía circular que promueve una mayor productividad de los recursos con el fin de reducir los residuos y evitar la contaminación; incluye la reutilización y el reciclaje, y es restaurativa y regenerativa; además, reconoce los ecosistemas como capital natural, son fundamentales al abrigar visiones culturales locales y derecho consuetudinario - usos y costumbres- [9].

Se incorpora el concepto de ecohidrología, promovido por la UNESCO, para contar con una visión que integre a la cuenca con su biota en una sola entidad; busca reducir impactos antropogénicos mediante los servicios ecosistémicos en los paisajes modificados para reducir impactos antropogénicos, como son: el suministro de agua dulce, la regulación del agua, la regulación de la erosión, la regulación de sedimentos y la purificación de agua y tratamiento de residuos.

De la mayor importancia resulta el uso del suelo y el cambio en el uso del suelo. Será necesario analizar los componentes terrestres de los ecosistemas ya que el desarrollo urbano y la conservación de áreas verdes competirán para lograr esquemas compatibles que promuevan el uso eficiente de los recursos y calidad de vida para los habitantes.

*El financiamiento.* Es necesario probar nuevas modalidades de financiamiento, asociadas a las responsabilidades de los diferentes actores.

A continuación, se apuntan algunos cambios sugeridos a las modalidades actuales que deberán estudiarse en detalle.

La federación puede asumir la responsabilidad de restaurar el ecosistema incluyendo el acuífero y su instrumentación, la actualización y control de los aprovechamientos, los estudios e investigación, el asesoramiento técnico y la evaluación de los proyectos. Se trata básicamente de acciones no estructurales, a excepción de la instrumentación y la restauración de la cuenca y su reforestación, con apoyo en la población e instancias locales.

En el caso de los proyectos de suministro de servicios de agua, drenaje sanitario y saneamiento, se va a definir el flujo necesario en cada organismo operador para sufragar completamente sus costos de operación, mantenimiento, el servicio de deuda, y evaluar la tarifa media necesaria por metro cúbico. Someter la tarifa a consideración de los congresos para definir el nivel de subsidio que se considera admisible en el corto plazo. El congreso de cada entidad debe solicitar a la Secretaría de Hacienda o de Finanzas respectiva, que realice los estudios y trabajos necesarios para definir un padrón de beneficiarios individuales de dicho subsidio, a fin de que solamente paguen la tarifa con subsidio y hacienda transfiera al organismo operador el recurso correspondiente autorizado por el congreso de la entidad. El organismo, por su parte,

se hará cargo de la cobranza de los servicios con y sin subsidio.

De este modo, no será el organismo operador quien subsidie, será la hacienda pública. El organismo contará con recursos para operar, conservar y pagar el servicio de su deuda.

El costo de los trabajos de restauración de la cuenca, reforzamiento y adecuación del sistema hidrológico, así como el saneamiento de cauces, red troncal de drenaje pluvial y sanitario, podría trasladarse al impuesto predial, considerando su beneficio directo en la calidad de vida y del paisaje urbano-rural, que se traduce en plusvalía.

Existe un rezago importante en el Valle de México y en todo el país que es necesario recuperar. Mantenimiento mayor de toda la infraestructura, rehabilitación, reforzamiento y reposición de la que ha cumplido su vida útil, estabilización de acuíferos, instrumentación de cuencas y acuíferos con tecnología actualizada, y otros pendientes. Es necesario discutir y acordar entre las instancias federales, estatales y los congresos, la conveniencia de que la recuperación del rezago sea un esfuerzo de todos los contribuyentes. También hay que señalar que es indispensable incrementar la recaudación local, revisar catastros e impuestos prediales y, desde

luego, los derechos y tarifas por servicios, si se desea impulsar una política de bienestar. Un programa de mediano y largo plazo hace posible incorporar gradualmente estos ajustes.

Como se señala en secciones previas, la energía eléctrica, sus tarifas y subsidios, deben formar parte del programa. Ha sido contraproducente para el ecosistema el subsidio a la tarifa eléctrica que se aplica para el bombeo de agua (agrícola, urbana). Estas tarifas y subsidios deben formar parte del esquema financiero del programa a discutir.

El esfuerzo por sostener el ritmo de inversión y subsidio necesarios para alcanzar la sustentabilidad del Valle de México, no tienen precedente. Tal vez pueda considerarse que la región lo amerita. Pero el esfuerzo de promoción y sensibilización (y capacitación) de las autoridades va a hacer necesario crear un contexto que permita visualizar la crisis socioeconómica y política que se avecina si no se destinan los recursos indispensables. La participación de instituciones y organismos internacionales pueden contribuir a transmitir el mensaje.

## QUINTA PARTE

### CONVOCATORIA DE LA SOCIEDAD CIVIL

Se han generado múltiples iniciativas que inciden en reducir la sobreexplotación del Acuífero del Valle de México y el hundimiento. Algunas se refieren al ámbito de la Ciudad de México y otras se extienden a toda la Región Hidrológico-Administrativa XIII que incluye el Valle de México y Tula. También se han hecho acuerdos para operación de componentes del sistema hidráulico y la Academia ha estado muy presente en la instrumentación altimétrica y medición piezométrica, lo que ha permitido dar seguimiento al hundimiento de la ciudad y su relación con la situación del acuífero.

Estos esfuerzos en general han tenido éxito en principio, pero al estar vinculados a programas institucionales, han sufrido ajustes en los cambios de administración que han modificado prioridades o los han relegado para atender otras actividades que se consideraron prioritarias. La conducción por parte de las instituciones solamente queda sujeta a las orientaciones de gobierno y eso puede hacer perder el ritmo en la ejecución de actividades o reorientar recursos.

Por tal virtud, lo que ahora se pretende es intentar hacer un programa conjunto con la participación de la sociedad, como coadyuvante de las instituciones, mediante un compromiso que promueva la concurrencia de acciones y de recursos para actuar orquestadamente. La propuesta consiste en:

1. Convocar a los principales actores relacionados con el manejo del agua en el Valle de México, para que contribuyan al nuevo paradigma propuesto con una iniciativa que permita contar con un programa estratégico

para le gestión sostenible del acuífero subyacente, que al mismo tiempo permitirá lograr la **seguridad hídrica** en su sentido más amplio, en un proceso progresivo de incremento de eficiencias en el aprovechamiento del recurso hídrico y la energía necesaria para su captación, potabilización, suministro, recolección, tratamiento, reúso y retorno a la naturaleza tanto hacia los cauces como al acuífero, mediante el empleo de la tecnología más adecuada disponible para garantizar la calidad necesaria en cada uso y su disposición final –premisas de la economía circular-.

La Convocatoria:

- Los firmantes en la convocatoria necesariamente deben incluir a los titulares de la SEMARNAT, la CONAGUA y los presidentes de las comisiones de recursos hídricos y medio ambiente del Congreso de la Unión, rectores y directivos de los principales planteles de educación superior del Valle de México, así como de las organizaciones de la sociedad que impulsan esta iniciativa.<sup>13</sup>
- La convocatoria debe citar a un evento en el cual va a presentarse esta iniciativa, al cuál es de la mayor importancia contar con la asistencia de los titulares de las instancias firmantes y de los gobernadores y Jefa de Gobierno de las entidades que conforman la Cuenca, así como a los alcaldes de cada demarcación.
- En dicho evento se presentará, en primer término, una síntesis de los trabajos técnicos y conclusiones en los que se basa la propuesta

---

<sup>13</sup> Rango de autoridades de autoridades que convocan y participan, por ejemplo, en la constitución de los consejos de cuenca

de integración de un Programa Estratégico Conjunto Gobierno-Sociedad Agua-VM 2020-2050 y se distribuirán ejemplares del presente documento y sus anexos en su versión final.

- Enseguida, se hará la invitación a los asistentes a participar en grupos de trabajo que se conformarán durante el evento, para programar la revisión de las propuestas y programas enunciados y buscar la forma de homologar las iniciativas contenidas en los programas de las distintas dependencias en el plazo que se determine, a fin de presentar el Programa a las autoridades asistentes, en el plazo determinado.
  - Cada instancia participante se comprometerá a proponer especialistas que participen en el grupo de trabajo o lo asesoren en llevar a cabo los estudios y proyectos necesarios y la coordinación y supervisión de su instrumentación.
2. Integrar un grupo de especialistas en diversas áreas que desarrollen capacidades en torno a la solución de los problemas del valle de México: ingenieros, abogados, economistas, ambientalistas, financieros, y profesionales de las áreas sociales, entre otros.
- El grupo originalmente contará con recursos provenientes de donativos que permitan

desarrollar los estudios básicos para la elaboración del Programa.

- El grupo preparará los instrumentos para analizar los escenarios de solución que serán presentados y discutidos con las autoridades para hacer los ajustes pertinentes.
- Se apoyará a las autoridades en la elaboración del Programa Estratégico y se elaborará un sistema de seguimiento que permita evaluar avances y corregir, en su caso, actividades.
- Inicialmente el grupo hará la actualización del programa conforme a los avances y logros.

La solución de los problemas del Valle de México, tan solo desde la perspectiva del agua, requiere acciones de corto, mediano y largo plazo. Es necesario entenderlo y desarrollar una estrategia que permita hacer los ajustes que sean necesarios, siempre con una ruta que sea definida por consenso entre las partes.

Muchos países en condiciones menos favorables que México emprendieron programas estratégicos como el que se propone, hace 2 o 3 décadas y actualmente son ejemplo de lo que puede lograr la acción gobierno-sociedad. Ahora tenemos la oportunidad de lograr un efecto demostrativo con una región prioritaria para nuestro país.

¡LO QUE NO PODEMOS HACER  
ES DEJAR PASAR MÁS TIEMPO  
SIN ACTUAR!



## ANEXO 2. APROVECHAMIENTO DE ESCURRIMIENTOS PLUVIALES

Este proyecto se consideró como parte del Plan de Manejo Sustentable del Agua en el Valle de México (CONAGUA, 2009) y se describe en un Anexo del Programa Hídrico.

El proyecto a nivel conceptual supone tomar agua residual del Emisor del Poniente y del Gran Canal para alimentar 2 plantas de tratamiento de 2 m<sup>3</sup>/s de capacidad que abastezcan durante el estiaje a las zonas que actualmente se riegan con agua diluida residual-pluvial que se almacena en la presa y la laguna, de modo que esa mezcla de aguas pueda utilizarse para sendas plantas potabilizadoras (potabilización con sistemas avanzados). Se estimaba poder aprovechar 4.5 m<sup>3</sup>/s de agua pluvial potabilizada y al mismo tiempo incrementar la capacidad de tratamiento de agua residual en el Valle. Para concretar estas acciones o alguna variante, hace

falta llevar a cabo un estudio detallado de sus componentes, necesidades de adecuación y rehabilitación probables de las presas, requerimientos de conducciones y bombeo para el movimiento de los caudales entre los emisores, las plantas y zonas de riego, diseñar las plantas de tratamiento y las potabilizadoras y los tanques de regulación y líneas de alimentación a las redes. Un aspecto central en los estudios es el análisis de la operación actual de los emisores en distintas épocas del año, los caudales que conducen, los criterios para generar la mezcla de agua en Zumpango, la calidad del agua en presa y laguna a lo largo de año, la situación y condiciones de operación de los sistemas de riego, así como posibles interferencias y riesgos que podrían generarse en la operación de la infraestructura durante el desalojo de tormentas.

## REFERENCIAS

1. Compendio del Agua de la Región Hidrológico- Administrativa XIII. Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México Comisión Nacional del Agua. 2017.
2. Programa Hídrico de la Región XIII, Aguas del Valle de México, CONAGUA. 2015.
3. EPA. Potable Water Reuse and Drinking Water  
<https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/potable-water-reuse-and-drinking-water>
4. Crecimiento y Poli centros. Carpeta Informativa. Actualización de Indicadores. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública de la Cámara de Diputados. Agosto, 2016.  
<http://pot.diputados.gob.mx/Obligaciones-de-Ley/Articulo-72/XIV.-Resultados-de-estudios-e-investigaciones/Centro-de-Estudios-Sociales-y-de-Opinion-Publica>
5. Zona Metropolitana del Valle de México: Neoliberalismo y contradicciones urbanas. E. Pradilla C. Agosto, 2016.  
[https://www.researchgate.net/publication/307889021\\_Zona\\_Metropolitana\\_del\\_Valle\\_de\\_Mexico\\_neoliberalismo\\_y\\_contradicciones\\_urbanas](https://www.researchgate.net/publication/307889021_Zona_Metropolitana_del_Valle_de_Mexico_neoliberalismo_y_contradicciones_urbanas)
6. Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. 28/11/2016.
7. Programa de Acción Climática de la Ciudad de México. 2014-2020. Gobierno de la CDMX. Centro Mario Molina.  
[http://www.data.se-dema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/programa\\_accion\\_climatica.html](http://www.data.se-dema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/programa_accion_climatica.html)
8. Abastecimiento de agua para el Valle de México. CONAGUA. CGPAS. R. Carmona. 2015.
9. SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARALA GESTIÓN DEL AGUA Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018





2050  
EL EQUILIBRIO  
HIDROLÓGICO  
CUENTA