

## CAPÍTULO II

### SITUACIÓN ACTUAL

La situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable y evacuación de aguas residuales se presenta desglosada según los principales componentes de dicho sistema.

#### 2.1 Agua potable

##### a) Servicio de agua potable

El servicio de suministro de agua potable y alcantarillado está a cargo de la CEA, organismo descentralizado estatal.

Para 1995, la cobertura del servicio de agua potable en la ZMCQ alcanzó al 97% del total de la población, valor superior a la media nacional.

En ese mismo año se contaba con aproximadamente 126,033 tomas domiciliarias de las cuales el 88% contaba con medidor y un esquema tarifario por servicio medido. Las tomas sin medidor tienen una cuota fija por sus consumos.

De acuerdo a la clasificación de los usuarios para 1996, las tarifas promedio por M3 de agua potable mostraron los siguientes valores:

**Cuadro 2.1** Tarifas promedio por m<sup>3</sup> de agua potable

Sector	\$/m <sup>3</sup>
Doméstico	2.45
Comercial	9.55
Industrial	10.91
Público Oficial	7.61
Publico Concesionado	8.90
Hidrantes	0.26

En los últimos tres años, las tarifas han mantenido su valor en términos reales. La tarifa se integra de tres conceptos: agua potable, alcantarillado y saneamiento.

b) Oferta de agua potable

En 1995 la producción anual de agua potable por parte de la CEA, ascendió a 69.7 millones de metros cúbicos, lo que representó un gasto medio de 2,210 1.p.s. aproximadamente. Este nivel de producción es producto de la explotación de 62 pozos, ubicándose 56 en las localidades de Querétaro y la Cañada, y 6 en Villa Corregidora.

El nivel de agua no contabilizado es del 47% aproximadamente, de los cuales el 25% corresponde a pérdidas físicas y el 22% a pérdidas comerciales. Estas pérdidas se integran por fugas en la red y en tomas domiciliarias, así como por tomas clandestinas y submedición de consumos.

c) Consumo de agua potable

De acuerdo a datos de la CEA, el volumen entregado en 1995 a la población fue de 52.3 millones de metros cúbicos.

Cabe mencionar que una parte del sector industrial cuenta con dos fuentes de abastecimiento de agua: la suministrada por la CEA y la obtenida mediante pozos operados por ellos mismos. Se estima que para 1995, el gasto promedio de estos pozos fue de 225 1.p.s., lo que en términos anuales representó una producción de 7.1 millones de metros cúbicos.

La operación de los pozos por parte de las industrias, tiene los siguientes costos por metro cúbico: \$ 2.60 correspondientes al pago del derecho por explotación a la Comisión Nacional de Aguas (C.N.A.); \$0.33 por concepto de operación y mantenimiento de los pozos; \$ 0.30 por pretratamiento del agua cruda, para hacerla apta al uso industrial.

d) Fuentes de agua

La fuente principal de abastecimiento de agua que actualmente surte a la ZMCQ es el manto acuífero del Valle de Querétaro. En 1995, su sobreexplotación alcanzó al 51%, como resultado de una recarga de 70.8 millones de metros cúbicos y salidas del orden de los 106.68 millones de metros cúbicos.

Este nivel de sobreexplotación ha ocasionado que durante el periodo 1960 a 1994, el abatimiento total haya alcanzado los 90 metros. En los últimos cuatro años, el nivel de abatimiento del manto freático pasó de 2.46 a 3.1 metros por año. El nivel de profundidad de la mayoría de los pozos es de aproximadamente 300 metros.

Del total de la extracción, cerca del 65% proviene de las fuentes operadas por la CEA, el 30% por ciento de los pozos utilizados para riego agrícola y el restante 5% de los pozos del sector industrial.

La segunda fuente de abastecimiento está constituida por el valle de Chichimequillas Amazcala, al norte de la ZMCQ, con un aporte de 150 1.p.s.

## 2.2 Alcantarillado

En 1995 la cobertura del alcantarillado sanitario alcanzaba al 97%, nivel muy superior a la media nacional. En algunas partes la red es mixta, captando aguas pluviales y residuales.

La longitud de la red es de aproximadamente 837 mil metros, de los cuales cerca de 84 mil son de colectores y subcolectores. Aproximadamente el 5% de la misma presenta problemas de funcionamiento debido a estrangulamientos derivados de pendientes menores a las mínimas. En términos generales, la infraestructura se encuentra en condiciones aceptables de operación.

## 2.3 Aguas Residuales

### a) Origen de las aguas residuales

La generación de aguas residuales para 1995 alcanzó los 36.6 millones de metros cúbicos, lo que representó un gasto medio de 1,160 1.p.s., equivalente al 70% del consumo efectivo.

Las aguas residuales se integran por las descargas del sector doméstico y del sector industrial de la ZMCQ. Con la puesta en vigor del Reglamento Estatal para Descargas de Aguas Industriales en abril de 1996, el control de las descargas industriales en el sistema de alcantarillado quedó a cargo de la CEA. Estas aguas son descargadas a través de emisores en el Río Querétaro, a las que se le incorporan las aguas pluviales.

Las desviaciones de aguas del río que realizan los ejidatarios hacia sus zonas de cultivo, propician que éstas prácticamente se agoten a una distancia no mayor a 15 kilómetros al noroeste del límite de la zona urbana, de acuerdo al cauce del río.

Cabe mencionar que en dicha zona se cuenta con un dren a cielo abierto, “El arenal”, para la conducción de aguas pluviales que, después de cruzar la zona urbana, se unen al cauce del Río Querétaro; sin embargo, previo a la unión de ambos cauces, el dren es utilizado para el almacenamiento de una proporción de las aguas residuales que son bombeadas por los agricultores para el riego de sus cultivos.

La extensión del agua almacenada alcanza a cubrir 1.5 kilómetros de dicho dren a partir de la desviación del cauce de los colectores. Posterior a este almacenamiento, se localizan en las márgenes del canal varias unidades habitacionales, con un total aproximado a las 2,600 viviendas, las que se ven afectadas por la generación de malos olores y plagas de insectos y roedores.

b) Calidad del agua residual

Previo a la puesta en vigor del Reglamento, el control de las descargas estaba a cargo de la CNA; sin embargo, al parecer esta actividad no cubría el universo total y se realizaba de manera esporádica, lo que limitó las posibilidades de contar con información confiable sobre la calidad del agua y sus principales fuentes de contaminación, principalmente en la zona norte y noroeste de la ZMCQ.

El único reporte con el que se cuenta a la fecha, corresponde a un estudio sobre la calidad del agua residual que conduce el sistema de alcantarillado sanitario realizado con motivo de la preparación del proyecto de la planta de tratamiento de la zona norte en 1993, presentando los siguientes niveles de contaminación:

**Cuadro 2.2 Niveles de contaminación de las aguas residuales**

Parámetros máximos del influente	Unidad
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	300 mg/l
Demanda bioquímica de oxígeno soluble	250 mg/l
Demanda química de oxígeno (DQO)	900 mg/l
Demanda química de oxígeno soluble	730 mg/l
Sólidos totales	1,340 mg/l
Total de sólidos en suspensión	240 mg/l
Total de sólidos en disolución	1,100 mg/l
Grasa y aceite	100 mg/l
Calcio	173 mg/l
Magnesio	96 mg/l
Sodio	11 mg/l
Alcalinidad	481 mg/l
Sulfatos	130 mg/l
Cloruro	145 mg/l
Nitrógeno total	55 mg/l
Nitrógeno amoniacal	33 mg/l
Fosfatos totales	7.4 mg/l
Hierro	8.40 mg/l
Plomo	0.19 mg/l
Cromo total	0.04 mg/l
Níquel	0.04 mg/l
Zinc	0.48 mg/l
Cadmio	0.01 mg/l
Cobre	0.04 mg/l
Aluminio	2.70 mg/l

Fuente: Anexo 11 del Contrato de prestación de servicios

La normatividad vigente en materia de descargas municipales de aguas residuales, Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-96 publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997, establece los siguientes niveles máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos y corrientes de agua y bienes nacionales.

**Cuadro 2.3** Límites máximos permisibles para contaminantes básicos y metales pesados y cianuros de las aguas que se descargan en ríos y tienen uso agrícola

Parámetros (Miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	Promedio Mensual	Promedio Diario
Temperatura °C 1/	N.A	N.A
Grasas y aceites2/	15	25
Materia flotante 3/	Ausente	Ausente
Sólidos sedimentables ml/l	1	2
Sólidos suspendidos totales	150	200
Demanda bioquímica de oxígeno	150	200
Nitrógeno total	40	60
Fósforo total	20	30
Arsénico	0.2	0.4
Cadmio	0.2	0.4
Cianuro	2.0	3.0
Cobre	4.0	6.0
Cromo	1	1.5
Mercurio	0.01	0.02
Níquel	2	4
Plomo	0.5	1
Zinc	10	20

Nota: N.A No aplicable

1/Instantáneo

2/Muestra simple promedio ponderado

3/Ausente según el método de prueba definido en la NMX-AA-006  
Medidos de manera total

En el caso de las descargas de aguas residuales vertidas a aguas, bienes nacionales y suelos (uso en riego agrícola), la normatividad contempla dos parámetros adicionales a considerar: los conformes fecales para determinar la contaminación por patógenos y los huevos de helminto para determinar la contaminación por parásitos.

Al comparar los valores del cuadro 2.2 con el 2.3, se puede observar que:

La calidad del agua residual, mostrada en el cuadro 2.2, no presenta los valores de tres parámetros que la normatividad exige para su uso en riego agrícola: sólidos sedimentables, conformes y huevos de helminto. El cuadro 2.4 presenta los límites máximos que permite la normatividad para estos 3 parámetros.

#### Cuadro 2.4 Límites máximos permisibles

Parámetros	Promedio mensual	Promedio diario
Sólidos sedimentales ml/l	1	2
Coliformes fecales (NMP por cada 100 ml)	100	200
Parámetros	Riego restringido	Riego no restringido
Huevos de helminto (NMP por litro)	1	5

De los diez parámetros que la normatividad contempla y que se incluyen en el cuadro 2.3, se puede observar que solamente en tres de ellos se rebasan los límites máximos permitidos por la norma: demanda bioquímica de oxígeno (DBO), total de sólidos en suspensión y grasas y aceites.

Es importante mencionar que las normas NOM-067, relativa a las descargas municipales en los cuerpos y corrientes de agua y las NOM-032 y NOM-033, ambas relativas a la calidad del agua destinada al uso agrícola, derogadas por la entrada en vigor de la actual norma NOM-001, presentaban un cuadro más estricto en cuanto a número de parámetros y valores de los mismos a cumplir.

Los niveles en la norma vigente, deberán cumplirse a más tardar el 1o de enero del año 2000.

#### c) Usos del agua residual

En la actualidad, la mayor parte de las aguas residuales son utilizadas sin tratamiento previo en la agricultura por los ejidatarios de las zonas de cultivo limítrofes con el área urbana, a través de desviaciones directas del cauce del Río Querétaro; incluso, como en el caso de las zonas de cultivo aledañas a la Planta de Tratamiento de la Zona Sur, el agua residual es desviada de los mismos colectores. Esta situación ha requerido que las autoridades locales lleven a cabo negociaciones con los agricultores de la zona sur, con el objeto de que permitan el paso del agua residual a la planta y, a cambio de ello, se les entregue agua tratada.

En el caso específico del agua residual de la zona noroeste, ésta es utilizada principalmente por los ejidatarios y pequeños propietarios de la localidad de Santa María Magdalena, a través de desviaciones hacia sus zonas de cultivo.

Actualmente, la superficie que se riega con aguas residuales en esta localidad es de alrededor de 719 hectáreas, correspondiendo

519 hectáreas a los ejidatarios de esta localidad y 200 a pequeños propietarios. En esta zona se realizan dos ciclos de cultivo al año: primavera-verano y otoño-invierno.

Los principales cultivos son cebada, alfalfa, avena, sorgo y maíz, todos ellos productos forrajeros. En el ciclo primavera-verano 1996 la superficie sembrada y cosechada por los ejidatarios así como los productos cultivados, fue la siguiente:

**Cuadro 2.5** Superficie sembrada y distribución de cultivos y ejidos de Santa María Magdalena. Ciclo primavera-verano 1996

Cultivo	Hectáreas sembradas	Hectáreas cosechadas	Distribución % has cosechadas
Maíz	123.0	115.0	22.50
Sorgo	312.0	312.0	61.06
Alfalfa	81.0	81.0	15.85
Cebada	3.0	3.0	0.59
Total	519	511	100.00

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Delegación Estatal de Querétaro Distrito de Desarrollo Rural N° 04

Como puede observarse en el cuadro 2.5, el sorgo fue el principal cultivo, absorbiendo el 61% del total de la superficie cosechada, mientras que la cebada obtuvo una participación por abajo del 1%. Esta distribución guarda una estrecha relación con la rentabilidad de cada tipo de cultivo, siendo el sorgo el más productivo con una relación beneficio/costo de 1.98 y la cebada con 1.37. Es importante mencionar que este orden de participación cambia en el ciclo otoño-invierno, donde la cebada es el principal cultivo.

#### d) Efectos sobre la agricultura

De acuerdo a información de especialistas de la Delegación de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) en el estado de Querétaro, la producción de sorgo en la región actualmente presenta problemas de calidad (color amarillento), que, a su juicio, se debe al exceso de concentración de sales en las tierras de cultivo como resultado de su riego continuo con aguas residuales. Cabe mencionar que la mayor parte de estas tierras viene cegándose con aguas residuales desde 1960.

Un estudio realizado en 1993<sup>1</sup> sobre el impacto del riego de cultivos de sorgo con aguas residuales en la región de Santa

1 Véase, Torres Hurtado, María Guadalupe. "Estudio integral de un cultivo regado con aguas residuales", Tesis para obtener el título de Químico en



María Magdalena, concluyó que el uso de estas aguas no era apto para el cultivo de sorgo, ya que se superaban algunos parámetros como el DBO y conformes fecales, establecidos en la normatividad vigente a esa fecha.

Los efectos del agua residual sobre la tierra, aunado a las restricciones establecidas en la normatividad sobre el riego con este tipo de aguas, ha restringido el cultivo de productos que pudieran disminuir el desgaste de la tierra y, al mismo tiempo, mejorar las perspectivas de rentabilidad para los agricultores.

e) Efectos sobre la salud

La carencia de una estadística al nivel local, no permitió vislumbrar un panorama certero sobre enfermedades relacionadas por el contacto con las aguas residuales de los habitantes de ZMCQ o, al menos, para localidades como Sta. María Magdalena, en donde se encuentran conductos naturales de aguas residuales a cielo abierto.

No obstante lo anterior, se pudo disponer de dos estudios que identifican algunas de las repercusiones del agua residual en la salud de los habitantes de zonas aledañas: uno realizado por la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) en mayo de 1994, en parte de la zona urbana que se encuentra en las márgenes del canal "El Arenal" y adyacente a la zona de cultivo y, un segundo, realizado por el Consejo Estatal de Población (COEPO) en la localidad de Sta. María Magdalena.

El realizado por la SSA, obedeció a la observación de un incremento en las enfermedades relacionadas con la inhalación de vapores procedentes de las aguas del canal "El Arenal". Para tal fin se realizó una encuesta en 8 manzanas de la colonia "El Tintero" donde se entrevistó a un total de 612 personas, detectándose 141 casos con alguna enfermedad generada por las condiciones de insalubridad de dicho canal. Los tipos de padecimientos detectados se muestran en el cuadro 2.6:

**Cuadro 2.6** Casos de padecimientos en las áreas circundantes al canal "El Arenal", (Cifras de mayo de 1994)

Padecimiento	No. de pacientes	%
Respiratorias	92	65.2
Vista	8	5.7
De la piel	23	16.3
Diarréicas y Parasitosis	18	12.8

Total	141	100.00
-------	-----	--------

Fuente: Servicios de Salud en el Estado de Querétaro Dirección de Salud, Jurisdicción Sanitaria no.1

El estudio del Consejo Estatal de Población (COEPO), realizado en la localidad de Sta. María Magdalena en 1996, incluyó entrevistas directas con los habitantes de la localidad, detectándose que las enfermedades más comunes son de tipo infecto-contagioso y, dentro de este grupo, las de tipo gastrointestinal y respiratorias.

El estudio señala que, no obstante no existir evidencia científica que demuestre que las condiciones de insalubridad del canal han contribuido en la proliferación de estas enfermedades, la población percibe que las condiciones del agua estancada, los desechos en el canal, el tránsito de los animales domésticos del canal hacia las viviendas y la cercanía de algunas viviendas al canal, parecen ser algunas de las vías de contagio.

Este estudio no incluye estadísticas relativas al tipo de enfermedad y número de casos de pacientes.

De lo expuesto se concluye que no existe evidencia certera con respaldo cuantitativo, respecto del impacto incremental sobre la salud de la población que provocarían las aguas residuales.

## 2.4 Perspectivas sin proyecto

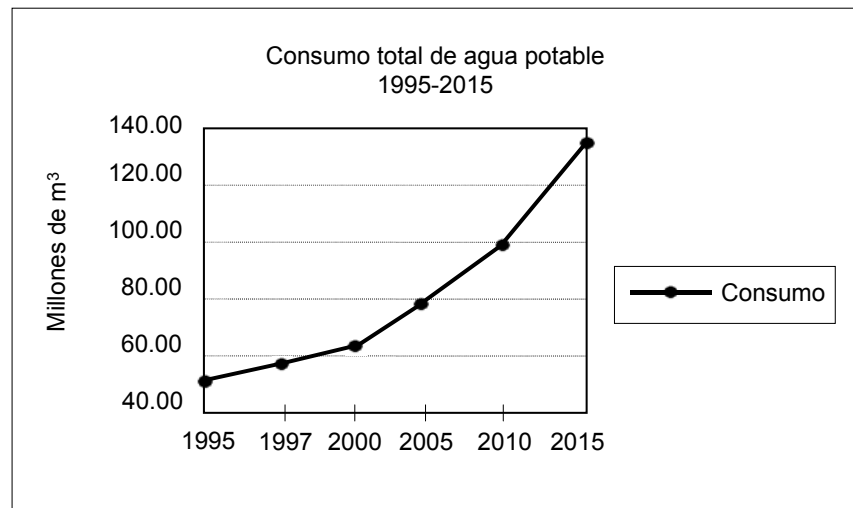
### a) Consumo de agua

Sobre la base del crecimiento de la población por encima del 4% anual, un efecto ingreso positivo que incremento el consumo de agua por habitante y un incremento de la producción industrial del orden del 5% promedio anual, se ha estimado un crecimiento del consumo de agua, abastecido por la CEA, tanto para fines domésticos como industriales y comerciales, del orden del 4,7% anual promedio para el periodo 1997-2000, originando los consumos que se presentan en el cuadro 2.7 y gráfica 2.1

**Cuadro 2.7** Consumo de agua potable

Año	Consumo (millones de m <sup>3</sup> )
1995	52.35
1997	56.73
2000	63.90
2005	78.36
2010	98.41
2015	131.01

Fuente: Elaboración propia



**Gráfica 2.1** Consumo Total de Agua Potable (1995-2015)

Para atender estos niveles de consumo, se contemplan las siguientes obras de captación de agua:

**Cuadro 2.8** Nuevas fuentes de abastecimiento (1995-2015)

Fuentes de abastecimiento	Extracción l.p.s.	Distancia Km	Costo Miles de \$
2a.etapa del Chichimequillas Zona El Milagro-La Noria	150	18	10,000
1a.etapa Palo Alto	150	10	16000
	1,200*	20	201,600

\* En una primera etapa se suministrarán 300 l.p.s.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI y la CEA del Estado de Querétaro.

#### b) Sector agrícola

Diversos estudios<sup>2</sup> señalan que el uso de agua residual por un largo periodo en los cultivos puede afectar la calidad de los suelos, mediante la saturación de nutrientes y sales, y, por ende, disminuir el nivel de la producción agrícola.

Se señala que una situación de esta naturaleza puede provocar alteraciones en los rendimientos de los cultivos, de tal forma que en una primera etapa, éstos muestren una tendencia creciente en el tiempo para, después de llegar a un máximo, descendan más aceleradamente que los crecimientos; en otras palabras, la curva de la producción puede adoptar la forma de una parábola.

Desafortunadamente aún no se cuenta con parámetros para las zonas cultivos en la ZMCQ o en la comunidad de Santa María

Magdalena, sobre las magnitudes del periodo de afectación. No obstante, se estimará que en la situación actual se producirá una baja de la productividad agrícola del 2% anual debido a esta circunstancia.