



# SAPAL:

Trayectoria y Futuro

Sistema de Agua Potable  
y Alcantarillado de León



# SAPAL:

Trayectoria y Futuro



# SAPAL:

## Trayectoria y Futuro

**SAPAL: Trayectoria y Futuro**

© Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León, 2012

#### DERECHOS RESERVADOS

ISBN en trámite

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida en manera alguna ni por ningún medio, sin permiso previo del editor.

Impreso en México

Impreso en los talleres de Digital Color Proof, S.A. de C.V., Calle Francisco Olagüibel núm. 47, Colonia Obrera, Delegación Cuauhtémoc, 06800 México, D.F.

Primera edición, 2012

**Texto:** Jaime Collado

**Diseño gráfico:**

Pablo Enríquez Lima

Alberto Sandoval Bernabé

**Fotografía:** Horacio Castillo Martínez

**Cuidado de edición:** Helena Rivas López

**Formación de ilustraciones:** Luisa Guadalupe Ramírez

## Contenido

### Gobierno del Estado de Guanajuato

#### Lic. Juan Manuel Oliva Ramírez

Gobernador Constitucional del Estado

#### Ing. Angélica Casillas Martínez

Secretaría Ejecutiva de la Comisión Estatal del Agua

### Honorable Ayuntamiento de León, Guanajuato 2009-2012

#### Lic. Francisco Ricardo Sheffield Padilla

Presidente Municipal de León

#### Lic. José Luis Manrique Hernández

Secretario del Ayuntamiento

### Comisión SAPAL del H. Ayuntamiento de León, Guanajuato

#### C. Olga Patricia Sandoval Pérez

Presidenta

#### Ing. Jaime Ortiz Vargas

Secretario

#### Lic. Daniel Olaf Gómez Muñoz

Vocal

#### Dr. Raúl Humberto Márquez Albo

Vocal

#### Ing. Braulio Monreal Díaz Infante

Vocal

### Consejo Directivo del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León 2010-2013

Lic. Jesús Ernesto Andrade González	Presidente	Ing. Emiliano Rodríguez Briceño
Ing. Fernando Barba Castellanos	Secretario	Director General
Lic. Leonardo Lino Briones	Tesorero	Lic. Eduardo Padilla Ascencio
Ing. Cristóbal Ascencio Hernández	Vocal	Asistente de la Dirección General
C. José Becerra Pérez	Vocal	Ing. José Enrique Torres López
Ing. Sergio Castro Enríquez	Vocal	Gerente de Planeación y Proyectos
Lic. Óscar Garza Romo	Vocal	Ing. Agustín Báez Vázquez
C. Alfredo Gutiérrez Álvarez	Vocal	Gerente de Operación y Mantenimiento
Lic. Alfredo Orozco Castro	Vocal	Ing. Juan Francisco Ramírez Estrada
Ing. Jorge Ramírez Hernández	Vocal	Gerente de Construcción
Ing. Arturo Romo Fernández	Vocal	Q.F.B. Rosa Sánchez Castellanos Iturbe
Lic. Héctor Rodríguez Aparicio	Vocal	Gerenta de Calidad del Agua
Lic. Raúl Humberto Márquez Albo	Representante del H. Ayuntamiento	C.P. Mirella del Carmen Plascencia López
Ing. Manuel Ernesto Vázquez Muñoz	Vocal	Gerenta de Finanzas
Ing. Esperanza Morales Rojas	Jefa de Atención a Clientes	Arq. José Julio Gilberto Becerra Moreno
C. Olga Patricia Sandoval Pérez	Representante del H. Ayuntamiento	Lic. Gustavo Rodríguez Zamarripa
Dr. Raúl Humberto Márquez Albo	Contralor Interno	Gerente de Tecnologías de la Información

### Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León

Presentación	9
Prólogo	11
Exordio	13
<b>1 Introducción</b>	17
1.1 Historia de León	18
1.2 Entorno ambiental	22
1.3 Contexto político-social	25
1.4 Características económicas	25
<b>2 Desarrollo de SAPAL</b>	29
2.1 Prestación de servicios reglamentarios y ampliados	31
2.2 Funcionamiento de SAPAL	33
<b>3 Planeación</b>	36
3.1 Planeación estratégica	40
3.2 Planeación táctica	43
3.3 Planeación operativa	45
3.4 Qué falta por hacer	47
<b>4 Proyectos y obras</b>	49
4.1 Elaboración de proyectos	50
4.2 Licitaciones y contrataciones	51
4.3 Supervisión de obras	52
4.4 Incorporación de infraestructura	52
4.5 Qué falta por hacer	55
<b>5 Prestación de servicios</b>	59
5.1 Agua potable	62
5.2 Alcantarillado sanitario	76
5.3 Tratamiento de aguas residuales	80
5.4 Reuso de agua residual tratada	84
5.5 Drenaje pluvial	88
5.6 Custodia de arroyos	89
5.7 Qué falta por hacer	90
<b>6 Análisis y determinación del balance de agua</b>	93
6.1 Macromedición	94
6.2 Micromedición	97
6.3 Fugas	101
6.4 Balance de agua	102
6.5 Qué falta por hacer	103
<b>7 Administración financiera</b>	106
7.1 Obtención de los recursos financieros	108
7.2 Programación de inversiones	112
7.3 Administración y control presupuestal	117
7.4 Contabilidad y análisis financiero	118
7.5 Administración de suministros	120
7.6 Qué falta por hacer	121
<b>8 Gestión comercial</b>	125
8.1 Promoción, facturación y cobranza de los servicios	129
8.2 Expansión del mercado de clientes	129
8.3 Padrón de clientes	130
8.4 Determinación de consumos	131
8.5 Atención a clientes	132
8.6 Qué falta por hacer	137
<b>9 Servicios administrativos</b>	139
9.1 Administración y desarrollo de recursos humanos	140
9.2 Administración del patrimonio	142
9.3 Sistemas de calidad	144
9.4 Servicios generales	144
9.5 Control vehicular	146
9.6 Qué falta por hacer	147
<b>10 Apoyo institucional</b>	148
10.1 Comunicación	150
10.2 Tecnologías de la información	153
10.3 Actos jurídicos	157
10.4 Contraloría Interna	160
10.5 Transparencia y rendición de cuentas	161
10.6 Qué falta por hacer	162
<b>11 SAPAL Rural</b>	165
11.1 Antecedentes jurídicos	166
11.2 Actividades	167
11.3 Perspectivas	169
11.4 Qué falta por hacer	169
<b>12 Proyecto El Zapotillo</b>	170
<b>Conclusiones</b>	177
<b>Referencias</b>	181
<b>Anexo A Proyectos estratégicos de 2011</b>	182
<b>Anexo B Programa de obra de 2011</b>	186

# Presentación

## León: Ciudad Campeona del Agua

La relación de León con el agua no ha sido fácil. Su historia está marcada por extremos, que van desde el exceso de lluvias, que provoca terribles inundaciones, hasta la escasez, derivada de prolongados períodos de ausencia de precipitaciones.

A pesar de la errática condición climática, la ciudad de León ha contrarrestado el impacto de los fenómenos hidrometeorológicos extremos. Por una parte, se han controlado las aguas de lluvia que escurren impetuosamente por la serranía mediante un sistema de presas de almacenamiento que las regula; entre ellas está la presa El Palote. Por otra parte, también se han logrado atenuar los períodos de sequía por medio de una operación eficaz en el suministro de agua, de tal manera que la ciudadanía no lo resiente.

Con el desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento —como la presa El Zapotillo—, para aguas de primer uso, y las residuales tratadas destinadas al reúso que admite ese tipo de calidad, se desvanecerá la sensación de que el vital líquido en León se agotará. Con esta impronta, León estará en posibilidad de retomar su vocación inicial de ciudad industrial y de dar cabida a proyectos novedosos, y nuevas empresas que podrán ofrecer a los leoneses más y mejores oportunidades de progreso.

En este contexto, en el año 2010, la ciudad de León logró un espacio en el selecto grupo de *Ciudades Campeonas del Agua del Mundo*, distinción que otorga el Consejo Mundial del Agua a las localidades que presentan los proyectos de mayor impacto en la sostenibilidad hídrica. Al Consenso del Agua de Estambul se han adherido más de 200 urbes y de ellas sólo 18 han obtenido dicho reconocimiento. De esta manera, León aparece a la par de metrópolis como París, Viena, Rotterdam, Brisbane y Zaragoza, entre otras.

En el marco del 6º Foro Mundial del Agua, celebrado en Marsella, Francia, en marzo de 2012, León, en su calidad de *Ciudad Campeona del Agua*, a través del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL) informó de avances como el tratamiento del 100% de las aguas residuales de la ciudad y el reúso del agua tratada.

Para SAPAL, este reconocimiento significa el resultado de muchos años de trabajo serio y esforzado por garantizar a los leoneses los mejores servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

SAPAL se ha convertido en un factor de competitividad para la ciudad gracias a la suma de avances en temas como saneamiento; reúso del agua tratada; apoyo a las comunidades rurales; desarrollo de nuevas tecnologías al servicio del agua y del medio ambiente; una administración profesional y transparente; un equipo de colaboradores, que son la mayor fortaleza de la institución; El Zapotillo como fuente de agua segura para el futuro; además, todo ello es generador de la confianza de nuestros clientes. Por tal motivo, es importante para nosotros la realización del presente libro: *SAPAL: Trayectoria y Futuro*, que pretende ser un documento descriptivo de los procesos que componen la operación del sistema, de tal manera que los funcionarios de hoy y mañana cuenten con la información necesaria para el desempeño de su trabajo y para emprender nuevos proyectos, lograr más avances e implantar mejoras de mayor impacto, con el fin de que León siga siendo una *Ciudad Campeona del Agua* en beneficio de los leoneses y para garantizar una metrópoli con agua hacia el futuro.

Ing. Jorge Enrique Videgaray Verdad  
Presidente del Consejo Directivo de SAPAL





## Prólogo

La gestión de los organismos operadores en México, de forma tradicional se ha ejercido con una visión de corto plazo debido a los vaivenes políticos que genera el cambio de las administraciones municipales. Grandes esfuerzos por mejorar procesos, operaciones y, en general, profesionalizar el quehacer diario, se ven disminuidos cada tres años con la rotación de personal en puestos clave de los organismos y por los cambios que inhiben la continuidad de lo que los organismos operadores saben hacer bien.

Preocupados por lo anterior, en SAPAL nos dimos a la tarea de elaborar un documento que pudiera plasmar las diferentes políticas y resultados que se han generado en las últimas dos administraciones. El producto final es el libro *SAPAL: Trayectoria y Futuro*, que tengo el gusto de introducir en estas líneas, y que creo firmemente coadyuvará a dar seguimiento y continuidad a las prácticas exitosas del organismo operador de León.

El libro detalla todas las áreas de SAPAL y explica el quehacer diario de cada una de ellas, así como las políticas y estrategias más importantes que se han generado y sus resultados. Como consejero de SAPAL y con el desempeño de diferentes funciones en el mismo como vocal, tesorero, secretario y ahora presidente, así como con la participación directa en las comisiones del Consejo Directivo, he podido participar en las decisiones y constatar los buenos resultados.

Aunque muchos de los resultados y éxitos de SAPAL se han dado a conocer en diferentes medios, una de las intenciones de este libro es explicar cómo fue posible llegar a esos logros.

Reconozco el acierto del anterior presidente en impulsar esta iniciativa y me uno a la convicción de que SAPAL es un organismo operador ejemplar para el país, que debe mantener su visión de mediano y largo plazos, y responder a los retos que se vayan presentando en el trayecto.

Será muy importante para las próximas administraciones revisar este libro y escuchar a los actores que han hecho posible las acciones descritas, a fin de contrastar ideas que siempre habrán de conducir a SAPAL a brindar mejores servicios para la ciudad de León.

**Lic. Jesús Ernesto Andrade González**  
Presidente del Consejo Directivo de SAPAL



## Exordio

### Vicente Guerrero Reynoso

Entre los funcionarios y miembros del Consejo Directivo de SAPAL, mención aparte merece el licenciado Vicente Guerrero Reynoso tanto por su labor en favor de la ciudad como por su vocación de servicio orientado a los temas fundamentales del agua en su calidad de funcionario o consejero de diferentes instituciones.

En su carrera al servicio de la ciudadanía y del tema del agua, Vicente Guerrero se desempeñó como director general del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León de 1984 a 1985.

De 1990 a 1992 fue consejero del SAPAL, y en 1995 fue nombrado presidente del Consejo Directivo, así como

secretario ejecutivo de la Comisión Estatal del Agua, cargo que desempeñó hasta el año 2000.

En 2001 y 2002 fue Gerente Estatal de la Comisión Nacional del Agua, y de 2006 a 2009, presidente municipal de León, cargo en el cual siguió impulsando las acciones para dar solución a la problemática del agua en nuestra ciudad.

Entre las contribuciones que hizo para el mejor manejo del agua está la propuesta de la Ley de Aguas para el Estado de Guanajuato ante el Congreso en el año 1995, y la creación de los Consejos Técnicos de Aguas Subterráneas (Cotas) en el estado.



Busto de Vicente Guerrero Reynoso en SAPAL



Vicente:

*Estoy seguro de que el sábado 23 de abril de este año [2012], muchos de los que estamos aquí recordamos en algún momento del día, con nostalgia, tu partida a la Casa del Padre el año pasado.*

*Es un honor para mí ser el encargado de decir algunas palabras hoy, aquí, en SAPAL, entrañable lugar para ti y para los que hemos puesto pasión y empeño en servir a la ciudadanía en el cuidado, abastecimiento y calidad del agua.*

*Hoy, en este pequeño homenaje, te recordamos como un hombre ejemplar. Excelente hijo para el tío Ernesto y la tía Olga; un hermano muy querido y magnífico marido para Elizabeth, tu compañera en la salud y en la enfermedad;*

maravilloso padre para Fer, Luisa, Daniela y Alejandro, además de un amoroso abuelo y buen suegro.

Y ¿qué decir de ti como amigo? Para mí era un gusto encontrarme contigo en el cafecito, y tener agradables conversaciones, cercanas y sinceras, salpicadas de reflexiones, anécdotas y buen humor.

Tengo muy presente aquel día en que me compartiste lo grave de tu enfermedad y cómo juntos también compartimos algunas lágrimas y silencios... Vicente, te extraño...

Yo sé que este lugar fue muy querido para ti. Fuimos los que estamos aquí, y seguramente muchos más, testigos de tu entrega, deseo de servir, de tu entusiasmo, sencillez, apoyo, chispa y buen humor.

Fue en SAPAL, junto con muchos compañeros queridos, donde libraste batallas a favor del agua, de la que te enamoraste allá por el año 1984 y te volviste adicto a ella.

Recuerdo aquel día en que te pedí consejo para aceptar la Dirección de SAPAL, justo cuando terminabas tu periodo de dos años; me dijiste con claridad: "éntrale primo, el agua y México nos necesitan". Le entré... y ya ves, Vicente, aquí sigo de una manera o de otra, tratando de servir siguiendo tu ejemplo, al igual que muchos de los que aquí estamos hoy.

Más tarde, en 1995, nos tocó participar en la Comisión Estatal del Agua; tú ya estabas totalmente involucrado en el tema, tanto que propusiste la Ley de Aguas para el Estado de Guanajuato, cuyo resultado continúa beneficiando a los guanajuatenses hasta hoy. También creaste los Consejos de Cuenca en el estado, que ojalá, hoy día retomaran la mística que tú les infundiste...

Tu amor por el agua como recurso de vida estaba íntimamente ligado a tu interés por fomentar el cuidado y la conciencia de su uso racional.

Tu interés en el ser humano te fue llevando a fomentar el desarrollo del personal en tus diversos lugares de trabajo, y SAPAL no fue la excepción.

Cada vez eras más experto en la materia, tanto que te invitaban a dar conferencias sobre estos asuntos a diferentes ciudades de la República y al extranjero... pero ¡cómo no! si tú ya dominabas perfectamente el tema, habiendo fungido como director y presidente de este sistema, que honraste con tu trabajo generoso e incondicional.

Vicente: ojalá tu ejemplo sea conocido en el ámbito no sólo estatal sino nacional. Fuiste un hombre cabal, llegaste a trascender tanto con tu amor y conocimiento por el agua, que te propusieron ser director general de la Comisión Nacional del Agua, cosa que no aceptaste, por no dejar de atender a tu familia.

Más adelante serviste a tu ciudad con honor, valor y dignidad; por eso hoy, los que aquí estamos, tu familia y amigos, agradecemos a Dios nos haya regalado la presencia de un hombre como lo fuiste tú.

Imagino que cada uno de los aquí reunidos tienen recuerdos personales, laborales, familiares y de amistad, y deseo de corazón que esos recuerdos nos sirvan a cada uno para inspirarnos en nuestro diario vivir.

El día que llegaste a SAPAL, tal vez no pensaste que te quedarías para siempre.

Gracias, Vicente.





## 1. Introducción

León posee una rica historia en la que, en paralelo con inundaciones y epidemias, ha destacado en la manufactura de rebozos, la industria de la curtiduría, y la producción de calzado y artículos de piel. La actividad económica que distingue a la ciudad se ha diversificado para abarcar el turismo —debido a su ubicación geográfica y a la calidez de su gente—, la producción de plásticos, el diagnóstico y la atención de la salud de alta especialidad, y la educación superior e investigación. El incremento en la población y la actividad económica implica aumentar la provisión de los servicios de agua potable y saneamiento, o bien hacerlos más eficientes.

Como la precipitación media en León es de 690 milímetros anuales, es insuficiente para abastecer a la ciudad con aguas superficiales, incluso en sus condiciones actuales. Por esa razón, la mayor parte del suministro de agua proviene del acuífero del Valle de León. Si bien hace veinte años se bombeaba a profundidades de sesenta metros, hoy en día se hace a cien metros. En consecuencia, la calidad del agua de algunos pozos se ha deteriorado, y por ello se ha impulsado la búsqueda de fuentes de abastecimiento sostenibles que permitan, al mismo tiempo, soportar el crecimiento socioeconómico de León y la recuperación del acuífero.

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León, coloquialmente conocido por su acrónimo, SAPAL, es, en muchos sentidos, el mejor organismo operador de México. Los reconocimientos acumulados se deben al esfuerzo ordenado que, durante un largo periodo, han realizado sus trabajadores.

En este libro se da cuenta del entorno en el que se ha desarrollado SAPAL, cuáles son las razones para haber tomado las decisiones que conforman a la institución que es hoy en día, y también se identifica una serie de acciones que deben mantenerse o emprenderse para seguir prestando los servicios públicos de agua potable, alcantarillado sanitario, drenaje pluvial, tratamiento de aguas residuales, reúso del agua residual tratada, custodia de arroyos, protección de fuentes de abastecimiento de agua y revisión de proyectos hidráulicos con la excelencia a la que ahora están acostumbrados los leoneses.

SAPAL es pionero en múltiples acciones: sectorización; definición de macrocircuitos; micromedición; automatización de la operación de las redes de agua; introducción de variadores de velocidad en las bombas; detección de fugas; esquemas financieros novedosos; desincorporación de procesos húmedos de la curtiduría y su ubicación en parques industriales; pretratamiento de aguas residuales industriales; cogeneración de energía eléctrica y térmica a partir del biogás que se genera en la planta de tratamiento de aguas residuales municipales; acreditación como tercero interesado en materia de riesgos ambientales; cobertura prácticamente universal; instalación de tomas públicas en colonias que se hallan bajo regularización, yemplazamiento de bebederos públicos en determinadas zonas de la ciudad.

Detrás de todas esas innovaciones se encuentra el trabajo de sus empleados. Planeadores, hidrólogos, financieros, constructores, operadores, promotores comerciales, químicos, informáticos, administradores, juristas, comunicadores y

receptores, han aportado sus conocimientos y observaciones para prever hacia dónde debe evolucionar la prestación de los servicios reglamentarios y ampliados, a fin de afrontar la demanda de agua derivada del crecimiento de la población y de las actividades económicas.

La prospectiva, la cristalización de las actividades planeadas y el mantenimiento de un servicio de excelencia es lo que mueve a SAPAL. He aquí un testimonio de cómo se ha logrado y qué debe hacerse para conservar e incluso incrementar la calidad de los servicios.

### 1.1 Historia de León

Existen testimonios que ubican en el periodo preclásico a los primeros pobladores de lo que hoy en día es la ciudad de León, aunque también se tienen indicios de que los chichimecas incursionaron en la Sierra de Comanja en el siglo XIII. En la época colonial, Nuño de Guzmán y sus aliados tarascos llegaron el 2 de febrero de 1530 al actual territorio del municipio de León y lo nombraron Valle de Nuestra Señora, por el que escurría un río homónimo. Alrededor de 1546 se inició la colonización agrícola y ganadera con estancias concedidas por el gobernador de Nueva Galicia, Francisco Vázquez de Coronado, a los españoles Rodrigo de Vázquez y Juan de Jasso. Los chichimecas, al verse invadidos, mantuvieron un estado de guerra contra los españoles, a ello se le conoce como "La Guerra Chichimeca". Los colonos españoles, mineros y ganaderos solicitaron al virreinato la fundación de un poblado mayor, con el fin de tener una mejor protección.

El 12 de diciembre de 1575, el virrey de la Nueva España, Martín Enríquez de Almanza, expidió un decreto para fundar un poblado en las tierras ubicadas en el Valle de Nuestra Señora. El asentamiento tendría categoría de ciudad si residieran en él cien vecinos o categoría de villa si sólo fueran cincuenta. De esta manera, el 20 de enero de 1576, el capitán Juan Alonso de Torres, Juan Bautista de Orozco y un grupo de colonos españoles y de pobladores originarios fundaron la villa de León,

realizaron el trazo de la misma e instalaron su primer ayuntamiento. Se decidió darle ese nombre porque el virrey era oriundo de León de Castilla, en España.

En 1580, la villa de León adquirió la categoría política de alcaldía mayor, asignándosele a su jurisdicción un amplio territorio que comprendía grandes extensiones de los que hoy conforman sus municipios vecinos. Los otomíes se agruparon en el pueblo de San Miguel; los purépechas, mexicas y chichimecas en el de Coecillo, ubicados al sur y nororiental, respectivamente; y los negros y mulatos se agruparon en un nuevo pueblo al norte de la villa, con lo cual nació lo que en el futuro sería el Barrio Arriba. Los habitantes de León se dedicaban a la artesanía y otros más a la curtiduría, la cual es aún sello distintivo de la ciudad. A principios del siglo XVII llegaron los juaninos o juandianos —Orden Hospitalaria de San Juan de Dios—, quienes levantaron un templo y un hospital en las cercanías de León y, al poblarle sus alrededores, nació un nuevo barrio, San Juan de Dios.

Los jesuitas —Orden de la Compañía de Jesús— llegaron a León en 1731 y fundaron la Compañía Vieja en el lugar del actual templo del Inmaculado; en 1767 construyeron el templo de la Compañía Nueva —que se convertiría en la catedral en 1866— justo cuando fueron arrojados de todos los dominios españoles; en León no hubo oposición a la expulsión e incluso se cooperó con Juan Velázquez,

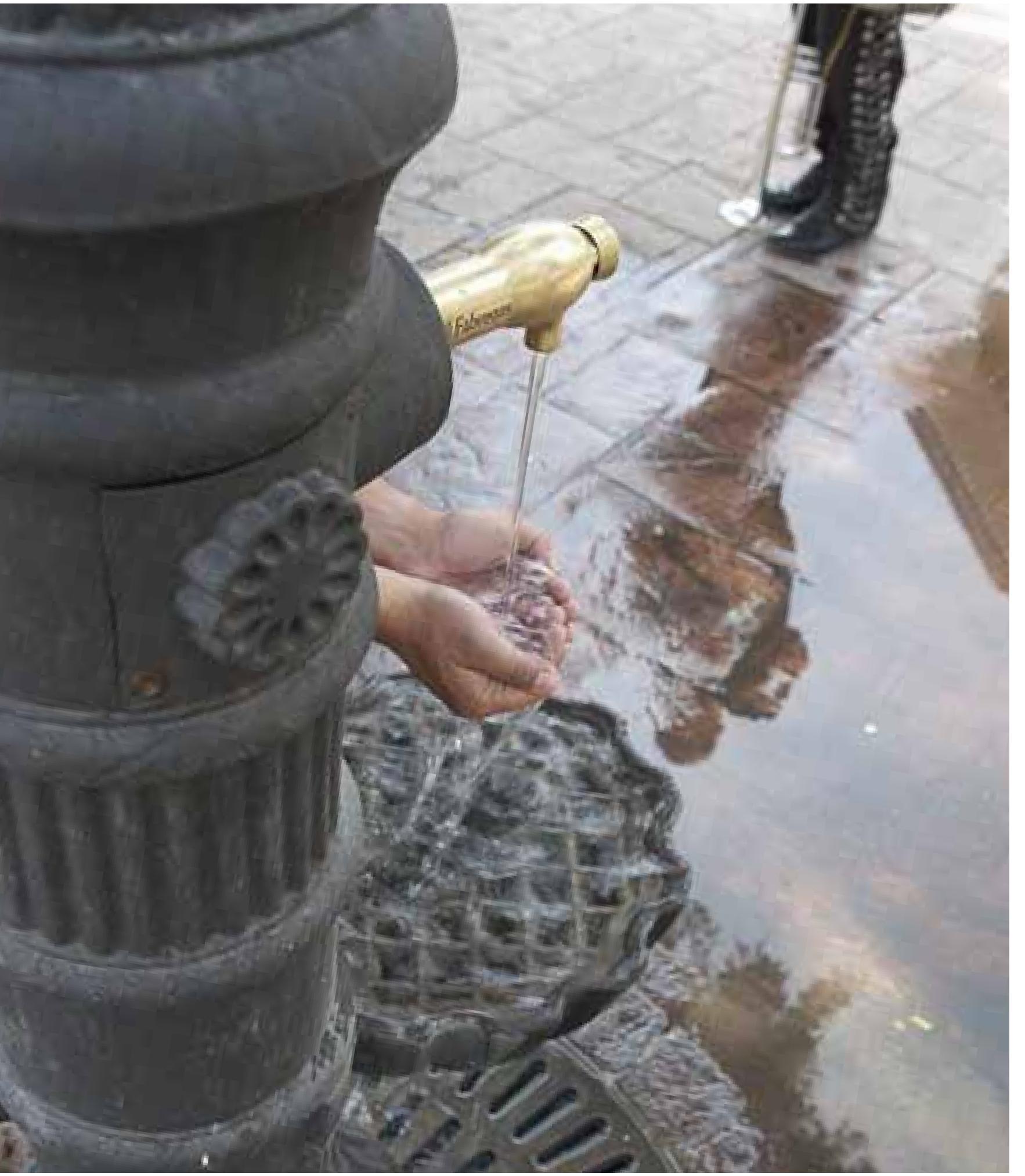
encargado de llevar a cabo la tarea (Blanco et al., 2011). En 1732 llegó la imagen de la virgen de La Luz, la cual, al paso del tiempo, en 1849, se convirtió en la patrona de la ciudad de León. En 1762 se creó la intendencia de Guanajuato y se comenzó a formar una milicia, la Legión del Príncipe y los Dragones de la Reina. En 1786, la alcaldía mayor de León formó parte de las doce intendencias de Guanajuato, que son el antecedente del actual estado de Guanajuato.

En 1808, Ignacio de Obregón participó en las reuniones clandestinas de criollos inconformes con los españoles, con el

propósito de asumir el gobierno de la Nueva España. El 15 de septiembre de 1810, en Dolores Hidalgo, el cura Miguel Hidalgo y Costilla —aprovechando la desestructuración del orden jerárquico colonial derivado de la crisis de legitimidad que Napoleón Bonaparte causó a Carlos IV y Fernando VII en España— convocó a enfrentar las prerrogativas de los españoles en menoscabo de los criollos y mestizos que gobernaban la Nueva España (Velásquez et al., 2011). Hidalgo nació en Corralejo, ubicado en el actual municipio de Pénjamo, que entonces formaba parte de la alcaldía mayor de León, y envió al capitán José Rafael de Iriarte a insurreccionar el centro del país, razón por la cual llegó a León el 4 de octubre de 1810. En el mes de diciembre del mismo año, Félix Calleja arribó con sus tropas y tomó represalias contra los simpatizantes del movimiento de Independencia. Hacia 1817, Francisco Javier Mina atacó sin éxito a las fuerzas virreinales acuarteladas en León, y en 1821, Agustín de Iturbide ocupó la ciudad y expidió una proclama para infundir confianza a los europeos. En 1824 comienza a funcionar en León la primera biblioteca del estado de Guanajuato, denominada Gabinete Público de Lectura.

El 2 de junio de 1830, León recibió el título de ciudad por decreto del Congreso del estado de Guanajuato, nombrándose como León de los Aldama, en honor de los insurgentes Ignacio y Juan Aldama.

El 25 de abril de 1833, la ciudad de León resistió por primera ocasión una epidemia de cólera; el alumbrado público de petróleo se estableció en 1835, y el 1 de septiembre de 1859 se observó una aurora boreal: la gente creyó que era el fin del mundo. En 1875 se inauguró la Escuela de Instrucción Secundaria, antecedente de la Universidad de Guanajuato. En 1870 se formó el Partido del Centro, el cual trataría de formar un nuevo estado —el estado del Centro, con León como su capital— constituido con el territorio de la antigua alcaldía mayor de León y la región de los Altos de Jalisco, pero la propuesta no prosperó en el Congreso.



El 28 de julio de 1882, León se comunicó por ferrocarril con la ciudad de México.

En 1888, la ciudad sufrió una grave inundación: las pérdidas de vidas humanas y la destrucción de 117 manzanas con 2,232 viviendas tuvo como consecuencia a más de 5,000 familias en la miseria, emigración de miles de habitantes y la casi destrucción de la entonces segunda ciudad más poblada del país. Al siguiente año se construyó el bordo del río de los Gómez para evitar inundaciones, y el puente Barón para unir el pueblo de Coecillo con la ciudad de León. En 1896 se inauguró el Arco de la Calzada dedicado a los héroes patrios, mismo que vendría a darle a León su primer símbolo de identidad; en 1897 se inauguró el alumbrado eléctrico y la población sufrió una escasez severa de agua potable.

En 1914, Pascual Orozco ocupó la plaza con grandes pérdidas de vidas humanas y arrasó con el comercio y las principales industrias; posteriormente, los villistas tomarían la ciudad de León y nombrarían a Abel Serratos gobernador de Guanajuato. En enero de 1915, Serratos trasladó la capital del estado a León y desde ahí pretendió gobernar la entidad. El 10 de mayo del mismo año, en Guanajuato, Álvaro Obregón determinó que los poderes de la entidad deberían residir en esa ciudad y desconoció a León como capital del estado; el 3 de junio, el general Obregón perdió el brazo en una acción militar contra los villistas en la Hacienda de Santa Ana del Conde, ubicada en el municipio de León. El 10 de septiembre de 1923, se observó un eclipse total de sol, pero la población ya no sintió que fuese el fin del mundo. En 1924 se pavimentó la plaza principal. En 1926 se fundó una de las grandes fábricas de calzado —Emyco, que todavía existe—, y la ciudad sufrió una nueva inundación.

En la década de 1930 decayó la producción de rebozos —cuyos artesanos habrían de emigrar definitivamente alrededor de 1960— y el calzado comienza a ser la principal actividad económica de la ciudad de León. En 1944, por iniciativa del pre-

sidente municipal, doctor Salvador Muñoz Orozco, iniciaron los trabajos de pavimentación y de abastecimiento de agua potable a través de una red de tubos; y tres años después comenzaría el tendido de la red de alcantarillado sanitario, así como la reperforación de pozos con mayor profundidad. En 1946, una multitud reunida ante el palacio municipal para protestar por unas elecciones municipales que consideró fraudulentas, fue baleada con un saldo enorme de muertes, por ello, a la Plaza de la Constitución se le denominó posteriormente Plaza de los Mártires del 2 de Enero; el candidato sinarquista favorito de la población era Carlos Obregón.

En 1946, la principal industria de León continuaba siendo el calzado y la curtiduría, con gran auge por las ventas realizadas a los Estados Unidos de América durante la Segunda Guerra Mundial; mientras, la industria textil seguía su decadencia, sobre todo la de los rebozos, por la disminución en el uso de esa prenda, aunque todavía proliferaban los talleres, generalmente domésticos, que fabricaban ropa de vestir, como pantalones de pechera, overoles y calcetines. El resto de la actividad manufacturera era de artesanías: talabartería, cuchillería y diferentes herrajes, así como hechura de sarapes, que continuaban más por tradición que por demanda. En 1951 se estimaban 25 fábricas grandes de calzado, 1,500 talleres familiares que empleaban a 22,000 obreros y una producción diaria de 30,000 pares de calzado.

A mediados de 1963 se inició la construcción del boulevard Adolfo López Mateos como parte de la carretera federal 45 que une a la ciudad de México con Ciudad Juárez. En 1969 se inauguró la Central de Autobuses de León, ya que hasta aquél entonces los autobuses paraban en el Jardín de la Industria, actual Plaza de los Fundadores. En 1974 se establece la batería del Sistema Turbio con 16 pozos y la primera casa del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit), en la colonia Las Arboladas. En 1976, muchas fábricas y talleres de calzado cerraron ante la gravedad de

#### Catástrofes

**Los pobladores de León han sufrido varias epidemias**  
(1643, 1833, 1850, cólera morbus; 1892, tifo; 1911, brotes de viruela y cólera; 1915, tifo; 1917, brote de tifo; 1918, brote de influenza española; 1929, meningitis cerebro espinal; 1953, meningitis gripal), sequías (1630, 1712-1714, 1897, 1947), hambrunas (1714, 1786, 1915) e inundaciones (1637, 1749, 1762, 1803, 1865, 1888, 1926, 1996).

la inflación, y se creó el Centro de Investigación y Asistencia Tecnológica del Estado de Guanajuato (CIATEG). En 1979 se estableció el zoológico en Ibarrilla y comenzó la construcción del Centro de Convenciones, junto a las instalaciones de la Feria; en 1985 se fundó la Plaza del Zapato, y en 1988, el Museo de la Ciudad de León.

En 1990 comenzó a operar el aeropuerto del Bajío en territorios del municipio de Silao; disminuyó la producción de calzado en un 30%, y se estima se crearon 44 nuevos fraccionamientos. El Parque Metropolitano abrió sus puertas en 1993 con 300 ha de superficie, el cual abarca la presa El Palote; al año siguiente se constituyó el Centro de Ciencias Explora. En 1996, el centro de la ciudad sufrió una repentina inundación, después de una copiosa lluvia, y con la ligera nevada de 1997 se perdió gran parte de las cosechas agrícolas de invierno. En 2002, un torrencial aguacero sobre Cerro Gordo causó daños cuantiosos en residencias y colonias del norte de la ciudad; la Sierra de Lobos se cubrió parcialmente de nieve, y en 2005 se colocó la primera piedra de la Aduana Interior de Guanajuato, a unos metros afuera del límite territorial del municipio. La biblioteca central estatal Wigberto Jiménez Moreno se instituyó en 2006, en conmemoración del notable historiador leonés. En 2007, los trabajadores, empresarios y familias del sector cuero-calzado se manifestaron al terminar el plazo de salvaguarda contra la importación libre de artículos de origen chino; la Secretaría de Economía federal reiteró que dicho plazo fue acordado internacionalmente y que sólo con pruebas de la existencia de prácticas de precios predatórios (*dumping*) se podría establecer de nuevo alguna cuota compensatoria.

En 2008 se inauguró el Museo de Arte e Historia de Guanajuato y la presa Mariches para controlar inundaciones en el norponiente de la ciudad. En 2009 se construyó el evaporador de lixiviados del relleno sanitario El Verde; al siguiente año, la población sufrió una onda fría y la Sierra de Lobos se vio cubierta de nieve,

así como otras serranías guanajuatenses; el mes de febrero resultó el más lluvioso en muchos años, anomalía que se ha imputado al fenómeno de El Niño.

### 1.2 Entorno ambiental

La ciudad de León está situada alrededor de los 101° 41' 00" de longitud oeste y los 21° 07' 22" de latitud norte, a una altitud de 1,798 msnm. La superficie municipal comprende 1,183.20 km<sup>2</sup>. Su clima es templado semiseco con lluvias en verano; la temporada de estiaje comienza en noviembre y termina a principios de mayo, y la lluviosa desde mediados de mayo hasta octubre. El mes más caluroso suele ser mayo, con una temperatura media máxima de 32 °C, y el más frío enero, con una temperatura media mínima de 7 °C.

En El Bajío, la precipitación pluvial supera los 700 mm anuales, y la precipitación media de León es de 690 mm al año, siendo el mes más seco diciembre, con una precipitación media de 3.8 mm, y el más lluvioso julio, con una precipitación media de 111.8 mm. En invierno se experimentan vientos dominantes del oeste; en primavera del sureste y suroeste, y en el verano y el otoño del este-noreste.

La parte norte del municipio de León tiene estribaciones montañosas pertenecientes a la Sierra de Guanajuato, las que localmente llevan los nombres de Ibarrilla, Comanja y de Lobos, consideradas como una reserva ecológica natural. La parte sur pertenece a la región de los fértiles valles del Bajío. Las elevaciones más altas del municipio son el cerro del Gigante, con 2,884 msnm, y la mesa Cuatralba, con 2,800 msnm. En la ciudad de León son notables los cerros de las Hilamas, el cerro Gordo —con sus instituciones educativas, zonas habitacionales y antenas de radiocomunicación—, y el cerrito de Jerez, zona habitada desde la época prehispánica.

El municipio de León se halla en la cuenca del río Turbio, afluente del río Lerma-Santiago. La superficie de la cuenca del río Turbio es de 2,913 km<sup>2</sup>, en donde la agricultura de temporal representa el 41% de la superficie total de la zona, seguido de la agricultura





de riego con 15%; el área con pastizal es de 14%; la vegetación forestal no arbórea significa el 12%; el bosque y bosque perturbado ocupan 9 y 4%, respectivamente, y los cuerpos de agua, el 2%.

En la ciudad de León, las aguas de la presa El Palote se aprovechan sólo cuando el volumen almacenado supera la mitad de su capacidad, ya que su función primordial es el control de avenidas. No obstante, la principal fuente de abastecimiento para el municipio es el agua subterránea, que proviene del acuífero del Valle de León. El acuífero tiene una recarga natural de 264.3 Mm<sup>3</sup>/año y su extracción asciende a 312.5 Mm<sup>3</sup>/año; la sobreexplotación de 48.2 Mm<sup>3</sup>/año, que equivale a un abatimiento del nivel freático de 1.5 m/año, pone en riesgo su estabilidad y la calidad del agua que puede extraerse, en virtud de que a mayor profundidad del bombeo existe mayor probabilidad de encontrar aguas

fósiles con altos contenidos de minerales e incluso de arsénico, como ha sido el caso con algunos pozos que han debido reperforarse.

Las actuales fuentes de abastecimiento de agua para la ciudad de León se hallan a distancias que oscilan entre 20 y 40 km. Debido a la sobreexplotación del acuífero, en la actualidad se bombea a profundidades de más de cien metros, mientras que hace veinte años se bombeaba a treinta metros de profundidad. Hoy en día se cuenta con 132 pozos en nueve baterías: Poniente 1, Poniente 2, Oriente, Ciudad, Saucillo, Sur, Turbio, Muralla I y Muralla II. Se extraen 2,533 litros por segundo de 132 pozos y, en las temporadas de lluvia, hasta 135 litros por segundo de la presa El Palote. La cobertura de agua potable es del 98.86% en la zona urbana regularizada. De las 357,846 tomas de agua, 89% son domésticas, 10% comerciales y 1% industriales.

### 1.3 Contexto político-social

A comienzos del siglo XX, León era llamada "ciudad rebocera", pero comenzó a transformarse en un centro manufacturero de calzado, y en poco tiempo, más del 35% de la población económicamente activa se dedicaba a esta industria. Las empresas del distrito industrial de calzado se organizaron bajo un principio de cooperación, en especial entre empresas del mismo tamaño, además de que se vieron favorecidas por economías externas de aglomeración, manifestadas como insuimos a una cadena productiva, e integradas a estructuras sociales con profundas raíces históricas que identifican a la comunidad. El desarrollo de mano de obra calificada con gran habilidad para absorber rápidamente los cambios tecnológicos ha sido otra de sus ventajas competitivas.

El distrito industrial del cuero y del calzado de León se formó en torno a una serie de situaciones (Pacheco-Vega, 2004):

1. El establecimiento de un conjunto de empresas, primordialmente pequeñas y medianas, concentradas en una ciudad y especializadas en un sector.
2. La existencia de una base cultural y social fuerte, relativamente homogénea, que estrechó a los industriales mediante un código implícito de comportamiento común.
3. El soporte de una cadena productiva que enlazó a la industria del cuero y el calzado con sus proveedores (industria textil, mecánica, química, del plástico, del cartón y de la cera) y con sus distribuidores, comercializadores y exportadores.
4. El desarrollo de una red de instituciones públicas y privadas locales que han apoyado tecnológicamente las actividades de los productores en el distrito industrial.

La curtiduría es el segmento de la industria del cuero en la cual la piel cruda o conservada se transforma en cuero a través de un proceso de curtido. Al inicio de

la cadena está el sector ganadero, el cual provee las pieles a través de intermediarios, ya que la piel es un desecho de la industria cárnica. Después de desollar a un animal, la piel se conserva mediante una diversidad de métodos, el más común de los cuales es el salado tanto en seco como en salmuera, y comercializado a las tenerías. Las empresas que proveen los productos químicos para el tratamiento de la piel hasta su transformación en cuero, así como las que venden la maquinaria, son parte de la cadena productiva.

El curtido de la piel se divide en tres etapas fundamentales —un proceso de descarne, en el cual se desbantan los residuos carnosos de la piel; un proceso húmedo, que incluye el remojo, pelambre y curtido, y un proceso seco, que abarca el recurtido, teñido y engrase—, en las cuales la piel se transforma químicamente para que no se deteriore por putrefacción. El producto de ese proceso es el cuero y la piel curtida, cuyos principales clientes son los fabricantes de calzado y, en menor escala, los marroquineros, aunque en la actualidad ha tomado gran auge la producción de cuero para muebles y para la industria automotriz. Asimismo, los productos químicos empleados en el proceso industrial de la curtiduría contaminan el agua veinte veces más que el uso doméstico de la misma.

Hoy en día, conforme al Censo de Población y Vivienda 2010, en el municipio de León hay un total de 1'436,733 habitantes, de los cuales 702,071 son varones y 734,662 mujeres. La densidad habitacional es de 1,176.1 hab/km<sup>2</sup> y el municipio de León concentra, en 1,183.20 km<sup>2</sup> de superficie, el 26.2% de los habitantes del estado de Guanajuato. Entre 2005 y 2010, la población leonesa creció alrededor del 11% y en la actualidad hay 330,147 viviendas habitadas.

### 1.4 Características económicas

La demanda de agua generada por el desarrollo socioeconómico en la región del Bajío ha aumentado de forma considerable debido al incremento de la población y de la producción agrícola e industrial. En



la zona se genera poco más de la tercera parte de la producción industrial nacional de transformación, generando 35 centavos de cada peso de la producción bruta industrial nacional.

En el Archivo Histórico de León se hallan documentos que identifican a la ciudad como productora de calzado desde 1645 y que registran la constitución de ese gremio a partir de 1808. Después de la inundación de 1888, muchos productores emigraron a las ciudades de Puebla, México y Monterrey, pero los 332 que se quedaron recibieron el apoyo de la

entonces Junta Central de Socorros. El 24 de mayo de 1926 quedó constituida la Unión de Fabricantes de Calzado de León, y a raíz de la promulgación de la Ley de las Cámaras de Comercio y de las Industrias, el 29 de abril de 1942, se autorizó el funcionamiento legal de la Cámara Regional del Calzado de León, integrada por ochenta socios.

La manufactura del calzado en México superó su etapa artesanal cuando quedó en sus manos la fabricación de calzado civil, una vez que Estados Unidos se dedicara a la industria del calzado militar durante

la Segunda Guerra Mundial. En particular, la fabricación industrial de calzado de alta calidad se concentra en León, Guanajuato; Guadalajara, Jalisco, y México, Distrito Federal. Por su parte, San Mateo Atenco, en el Estado de México, sobresale como productor artesanal de calzado.

La exportación del calzado mexicano se mantiene relativamente constante. En 2008, el valor de las exportaciones fue de 318.2 millones de dólares y el de las importaciones de 600 millones de dólares (INEGI, 2010). Sin embargo, las importaciones muestran una tendencia al alza, en

particular de Vietnam. A precios corrientes, las dos terceras partes de las exportaciones de calzado mexicano tienen por destino los Estados Unidos de América.

En los últimos cien años, León se ha consolidado como una región industrial del cuero y del calzado, y en la última década ha crecido en el rubro de turismo y plásticos. No obstante, se están dando pasos para robustecer dos nuevas vocaciones económicas en el municipio: el diagnóstico y la atención de la salud de alta especialidad, y la educación superior e investigación.



## 2. Desarrollo de SAPAL

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León es un organismo público descentralizado de la administración municipal, con personalidad jurídica y patrimonio propios. Cuenta con autonomía técnica, jurídica y financiera, fortalezas que lo han llevado, por una parte, a ser evaluado por el Consejo Consultivo del Agua como el mejor organismo operador de agua potable y saneamiento de México durante dos años consecutivos: 2010 y 2011, y por otra parte, a obtener las mejores calificaciones de la calidad crediticia que han otorgado a los organismos operadores de México las calificadoras Standard & Poor's y Fitch Ratings. Los objetivos reglamentarios de SAPAL son prestar los servicios públicos domiciliarios de agua potable, alcantarillado sanitario y aprovechamiento de las aguas residuales tratadas a la población urbana de León, y sus objetivos ampliados incluyen la revisión de proyectos hidráulicos, drenaje pluvial, limpieza y custodia de arroyos, asesoría y atención en comunidades rurales, atención a emergencias hidrometeorológicas, cuidado del medio ambiente y protección de acuíferos. SAPAL cuenta con sistemas de planeación, financiamiento, operación, comercialización, tecnologías de la información y administrativos de apoyo, mismos que están estructurados en gerencias y departamentos.

Los orígenes del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León se remontan a 1944, en la dependencia de la administración municipal denominada Ramo de Aguas Municipales. Posteriormente, al final de esa década, la entidad administrativa se convirtió en Junta Federal de Agua Potable y Alcantarillado. De 1950 a 1953, la administración se transformó en una Junta Estatal de Agua Potable y Alcantarillado, y a partir de 1954 volvió a ser Junta Federal de Agua Potable y Alcantarillado. En 1982, mediante el decreto gubernativo número 19, se creó una comisión con carácter provisional para recibir a la Junta Federal de Agua Potable y Alcantarillado, y crear el Organismo Operador de Agua Potable y Alcantarillado.

En 1983, la reforma al artículo 115 constitucional asignó a los municipios, entre otras responsabilidades, la de proveer los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, y también el servicio de limpia, es decir, la remoción de los desechos sólidos. Bajo esta distribución de competencias y en ejercicio de las facultades reglamentarias del ayuntamiento, se creó en 1985 el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León, y se expidió su reglamento.

En 1999, el artículo 115 constitucional sufrió otra reforma para que los ayuntamientos asumieran la responsabilidad de proveer los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, drenaje, tratamiento y disposición de sus aguas residuales; asimismo, se les asignó la función

de las legislaturas de los estados deben aprobar las leyes de ingresos de los municipios, así como revisar y fiscalizar sus cuentas públicas. La aprobación de los presupuestos de egresos de los municipios es responsabilidad de sus ayuntamientos, con base en los ingresos disponibles.

Desde su instalación y hasta la fecha, el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado

petencia constitucional, en el desempeño de las funciones o la prestación de los servicios a su cargo, los municipios observarán lo dispuesto por las leyes federales y estatales". Una vez más, la constitución era puesta a prueba en su tradicional calidad de cuerpo normativo "expectante" (Tena, 2007).

La distribución de competencias constitucionales implica que cada municipio debe ser gobernado por un ayuntamiento de elección popular directa, integrado por un presidente municipal, y el número de regidores y síndicos que la ley determine.

Los ayuntamientos tienen facultades para aprobar, de acuerdo con las leyes en materia municipal expedidos por las legislaturas de las entidades federativas, los bandos de policía y gobierno, los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus respectivas jurisdicciones, que organicen la administración pública municipal, regulen las materias, procedimientos, funciones y servicios públicos de su competencia —entre los que se hallan el de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales— y aseguren la participación ciudadana y vecinal. En razón de esta facultad, el ayuntamiento leonés estableció el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León como un organismo público descentralizado de la administración municipal.

Los municipios, previo acuerdo entre sus ayuntamientos, pueden coordinarse y asociarse para la más eficaz prestación de los servicios públicos o el mejor ejercicio de las funciones que les correspondan.

Las legislaturas de los estados deben aprobar las leyes de ingresos de los municipios, así como revisar y fiscalizar sus cuentas públicas. La aprobación de los presupuestos de egresos de los municipios es responsabilidad de sus ayuntamientos, con base en los ingresos disponibles.

de León ha sido un organismo público descentralizado de la administración municipal —con personalidad jurídica y patrimonio propios— encargado de la prestación de los servicios domiciliarios de agua potable y alcantarillado sanitario, así como del tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de León, Guanajuato.

Al ser SAPAL un organismo descentralizado, goza de autonomía financiera, con la cual puede determinar los costos de provisión de los servicios y la estructura tarifaria; emplear una contabilidad empresarial, y hacer uso del financiamiento crediticio. Asimismo, puede acceder a una mayor continuidad en políticas y prácticas administrativas, y aprovechar el conocimiento y la experiencia acumulados en el desarrollo de sus funciones.

El manejo financiero de SAPAL es muy eficiente y está ubicado en el primer rango por las más importantes calificadoras. Standard & Poor's lo ha calificado mxAA, y Fitch Ratings como AA(mex), las cuales son las máximas calificaciones de la calidad crediticia que se han otorgado a los organismos operadores de agua en México. Asimismo, SAPAL recibió en 2010 el reconocimiento que le otorgó el Consejo Consultivo del Agua, al haber obtenido el primer lugar en la evaluación "La Gestión del Agua en las Ciudades de México: Indicadores de Desempeño de Organismos Operadores 2009". Esa misma distinción se obtuvo nuevamente en 2010, ya que SAPAL mantuvo el mejor promedio ponderado en los 12 indicadores de eficacia y eficiencia que se evaluaron en los organismos operadores de las 29 ciudades más importantes del país. En 2012 obtuvo el segundo lugar del premio Compromiso México Water Prize, otorgado en el marco de la sesión Local and Regional Authorities del 6º Foro Mundial del Agua, en Marsella, Francia, por su ejemplar modelo de tomas públicas para atención de las zonas irregulares sin servicios, en coordinación con el Instituto Municipal de Vivienda (Imovi).

## 2.1 Prestación de servicios reglamentarios y ampliados

El compromiso fundamental de SAPAL es garantizar a León un futuro con agua. Para ello, el Consejo Directivo —compuesto por ciudadanos leoneses— ha asumido las siguientes responsabilidades:

- Identificar y desarrollar nuevas fuentes de agua, que sean confiables y de buena calidad, capaces de cubrir las necesidades presentes y futuras de la sociedad leonesa.
- Velar porque los leoneses tengan todos los días el agua requerida —en volumen y calidad— en sus domicilios y centros de trabajo.
- Contribuir a conservar el ambiente tratando el 100% de sus aguas residuales y propiciando su reúso.
- Promover una cultura del uso racional del agua, con el fin de contribuir al desarrollo sostenible de León.
- Propiciar la innovación tecnológica en la prestación de los servicios.
- Brindar un servicio de calidad, atendiendo los reportes en un tiempo preventorio.

Los objetivos reglamentarios de SAPAL son brindar los servicios de a) agua potable, b) alcantarillado, y c) aprovechamiento del agua tratada a la población urbana de León.

Los objetivos ampliados de SAPAL son:

- Revisión de proyectos.
- Drenaje pluvial.
- Limpieza y custodia de arroyos.
- Asesoría y atención en comunidades rurales.
- Atención a emergencias hidrometeorológicas.

**Misión de SAPAL**  
Brindar los servicios de agua potable, saneamiento y aprovechamiento del agua tratada a la población urbana de León, siendo un organismo con capacidad técnica y financiera que garanticé los servicios con calidad, oportunidad y sostenibilidad, y contribuya a sus expectativas de salud y desarrollo, dentro del marco legal y normativo, con respeto al medio ambiente, buscando permanentemente la máxima eficiencia.

**Visión de SAPAL**  
Ser un organismo altamente confiable, eficiente, transparente, innovador, comprometido a garantizar la disponibilidad presente y futura de los servicios de agua potable, saneamiento y agua tratada para León, con autosuficiencia técnica y financiera, con la búsqueda permanente de la sustentabilidad del medio ambiente.

**Lema de SAPAL**  
León, con agua hacia el futuro.

**Valores de SAPAL**  
Los trabajadores de SAPAL guían su conducta de acuerdo con los valores de:

- Respeto.
- Responsabilidad.
- Servicio.
- Honestidad.
- Compromiso.
- Legalidad.
- Trabajo en equipo.



6. Cuidado del medio ambiente y protección de los acuíferos.

El Plan Maestro Hidráulico de la ciudad de León busca dar soluciones integrales a cada uno de los temas relacionados con el desarrollo de las fuentes de abastecimiento, potabilización del agua, alcantarillado sanitario, tratamiento de aguas residuales y drenaje de las aguas pluviales. El plan se actualizó de manera integral en 1995, y a partir de esa fecha se han realizado Planes Parciales Hidráulicos para cada una de las zonas que se van desarrollando y se incorporan al crecimiento de la ciudad. La versión 1995 del Plan Maestro Hidráulico y los diez Planes Parciales Hidráulicos integran ahora el Plan Maestro Hidráulico, por lo que es necesario elaborar un documento comprensivo que permita, por un lado, analizar la situación hídrica y la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento con un enfoque sistémico, y por otra parte, disponer de una fuente de consulta más global.

Durante muchos años León careció de un ordenamiento en el tema pluvial, se construyeron fraccionamientos, edificios y calles sin respetar el comportamiento natural del agua, desviando o invadiendo los arroyos que cruzan la ciudad, lo que ocasionó dificultades a los habitantes de diversas zonas, sobre todo en época de lluvias. Para hacer frente al problema del desalojo de las aguas pluviales en la ciudad, el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León elaboró, asimismo, un Plan Maestro Pluvial.

El Plan Maestro Pluvial es un elemento de ordenamiento de los cauces que escurren por la zona urbana, el cual debe ser tomado en cuenta y constituir la base para la reglamentación en la materia por las áreas de planeación y desarrollo urbano municipal. Este plan pluvial evitará la concentración de los escurrimientos naturales, el cual ha sido el problema que provoca las inundaciones en sesenta áreas que exigen atención prioritaria en la urbanización, en especial en la zona sur, donde descargan las aguas pluviales de gran parte de la ciudad de León.

## 2.2 Funcionamiento de SAPAL

Si bien el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León está inmerso en una estructura orgánica que se deriva de su estatus jurídico —el cual cumple a cabalidad—, el funcionamiento cotidiano se organiza por sistemas cuyas interacciones buscan lograr un objetivo común: prestar los servicios domiciliarios de agua potable, alcantarillado sanitario y reúso del agua residual tratada, así como del tratamiento de las aguas residuales y la disposición final de aquéllas que no se reutilizan, con una vocación de atención al cliente, calidad y continuidad en el agua suministrada, y protección del ambiente y de las fuentes de abastecimiento.

Para ello, SAPAL está organizado en sistemas de planeación, financiamiento, operación, comercialización, tecnologías de la información y administrativos de apoyo, la mayor parte de los cuales están distribuidos en las actividades de las gerencias de Planeación y Proyectos, Operación y Mantenimiento, Construcción, Calidad del Agua, Finanzas, Comercial, Tecnologías de la Información y Servicios Administrativos de Apoyo, así como de la Contraloría Interna, la Unidad de Acceso a la Información, y los departamentos de comunicación Social, Asuntos Jurídicos y Atención a Clientes.

Entre las ventajas de utilizar un enfoque de sistemas se cuentan las siguientes:

1. Se puede analizar con detalle cada sistema, sin perder de vista que forma parte de un macrosistema (SAPAL).
2. Permite tomar en cuenta la sinergia de los componentes.
3. Ayuda a evitar los conflictos entre las diversas áreas de la organización.

El sistema de planeación formula los planes generales de desarrollo de SAPAL en sus distintas etapas. La planeación estratégica se aborda cuando se analiza un horizonte a largo plazo, la planeación táctica se atiende en el contexto del mediano plazo, y el corto plazo se aboca a la

planeación operacional. Este sistema comprende los subsistemas de planeación física, económico-financiera, orgánica, programática y de control. Debe hacerse notar que sin el sustento de la planeación estructurada de largo plazo, el proceso de programación y control se limita a los aspectos presupuestales.

El sistema financiero se aboca a la obtención de los recursos financieros y al registro, análisis y control de las operaciones financieras. Los subsistemas que lo componen son administración de los recursos financieros y contabilidad.

El sistema de operación asume la responsabilidad de proveer los servicios mediante la elaboración de proyectos, construcción de las obras, operación de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario, conservación de las instalaciones, y el mantenimiento de los equipos. Las funciones de este sistema se cumplen a través de los subsistemas de administración de proyectos y obras; operación de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento; y mantenimiento de la infraestructura operativa.

El sistema comercial promueve la venta y el cobro de los servicios, así como la expansión del mercado de clientes. Este sistema está constituido por los subsistemas de procesos comerciales, padrón de clientes, determinación de consumos de agua, conexiones domiciliarias, y facturación y cobranza.

El sistema de tecnologías de la información es un elemento integrador de todos

los sistemas de la organización. Consiste de los subsistemas de información gerencial, operativa, comercial, y administrativa y financiera.

El sistema de servicios administrativos de apoyo está compuesto por los subsistemas de:

- a) Administración y desarrollo de los recursos humanos, que atiende el reclutamiento, selección y contratación de personal; el control administrativo del personal; la capacitación; la valoración de puestos; la evaluación del desempeño, y las relaciones industriales.
- b) Administración de suministros, que incorpora la gestión y el control de existencias, la administración de compras, y el almacenamiento y distribución de materiales.
- c) Servicios generales, que se encarga de la contratación de servicios.
- d) Administración de transportes, que se aboca a la operación y al mantenimiento.
- e) Administración del patrimonio, que incluye el catastro, la custodia y el control patrimonial.
- f) Comunicación social, que satisface las necesidades de difundir planes y programas; preparar y desarrollar las campañas de comunicación hacia la comunidad; atender las fallas en los servicios, y la comunicación interna.



### 3. Planeación

La planeación atañe a tres estratos en SAPAL: a) el Consejo Directivo, b) la Dirección General y las Gerencias, y c) las áreas operativas. Con ello, se garantiza la congruencia entre lo que se planea y lo que realmente se puede hacer. Como resultado de un ejercicio de planeación se han identificado dos macroprocesos, en los cuales intervienen todas las áreas: desarrollo de infraestructura y prestación de servicios. En SAPAL, la planeación se revisa cada año utilizando un análisis FODA —de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas—, y se usa de manera primordial para elaborar el presupuesto de ingresos y egresos —planeación financiera— y, con base en él, programar las inversiones en obra —planeación física— y financiar los proyectos estratégicos. La planeación a mediano plazo está relacionada principalmente con la elaboración de proyectos y supervisión de obras, la administración financiera, y la implantación de tecnologías de la información. La planeación de corto plazo aborda esencialmente la prestación de los servicios —en particular la operación, mantenimiento y reparación de fugas—, la administración de suministros —incluidas licitaciones, contrataciones y control de almacenes— y la medición, y facturación de los volúmenes usados en cada toma domiciliaria.



En términos generales, la planeación es el proceso que ayuda a organizar la identificación de un objetivo, la evaluación de las estrategias capaces de conducir a su logro y la elección de un curso de acción específico, con el fin de arribar a un mejor futuro que el pronosticado bajo un escenario tendencial. En el marco de un plan se establecen las políticas y los procedimientos; se llevan a cabo las actividades; se verifica que se obtengan las metas, y se implantan los controles necesarios para hacer realidad el futuro diseñado.

Al ejecutar las acciones previstas en un plan se puede alterar el futuro —tanto tendencial como contingente—, por lo que es necesario disponer de un proceso flexible de planeación táctica que permita afrontar las situaciones inesperadas. Por ello, después de decidir una estrategia de acción, se requiere mayor detalle en el plan y se deben definir los esquemas financieros; realizar los estudios, diseños y proyectos; seleccionar al personal que llevará a cabo las actividades específicas y asignar los responsables; determinar los medios de verificación, y limitar el tiempo para alcanzar cada actividad, producto, meta y objetivo.

El desarrollo a detalle de un plan conduce a seleccionar objetivos de largo, mediano y corto plazos, y en consecuencia, a definir—respectivamente—planes estratégicos, tácticos y operativos. Esto es, con la planeación no sólo se delinean los pasos para llevar a una organización hacia sus objetivos, sino que sirve para coordinar o fusionar los esfuerzos de todas las áreas.

En SAPAL, la planeación ataña a tres estratos: el Consejo Directivo, la Dirección General y las Gerencias, y las áreas operativas. Con ello, se garantiza la congruencia entre lo que se planea y lo que realmente se puede hacer. Como resultado de un ejercicio de planeación se identificaron dos macroprocesos, en los cuales intervienen todas las áreas:

#### 1. Desarrollo de infraestructura

##### a) Estudios de la oferta y la demanda.

- b) Incorporación de captaciones.
- c) Planeación y diseño de infraestructura.
- d) Ejecución y supervisión de obra.
- e) Factibilidad de servicios.
- f) Incorporación de nuevos desarrollos urbanos.

#### 2. Prestación de servicios

- a) Abastecimiento de agua.
- b) Comercialización de servicios.
- c) Saneamiento.
- d) Alcantarillado sanitario y pluvial.
- e) Conducción y entrega de agua tratada a la agricultura de riego.
- f) Reúso industrial y para riego de parques y jardines del agua tratada.
- g) Facturación y cobranza.

Un producto relevante de la planeación debería ser la integración del Plan Maestro Hidráulico, que contenga una prospectiva que señale las acciones que deberán abordarse en el futuro para dar solución a cada uno de los temas relacionados con las fuentes de abastecimiento y su protección; la potabilización y distribución del agua; el alcantarillado sanitario domiciliario e industrial; el drenaje pluvial —abordado de manera integral mediante un Plan Maestro Pluvial—; el tratamiento de las aguas residuales municipales e industriales; así como el reúso de las aguas residuales tratadas para la curtiduría, la construcción, y el riego para producción agrícola y de áreas verdes urbanas.

Con el fin de afrontar el desalojo de las aguas de lluvia en la ciudad se ha generado:

1. Un plano hidrográfico del municipio, con la delimitación de la zona federal de los 39 arroyos que atraviesan la ciudad.
2. Un plano con los sesenta puntos susceptibles de inundarse en la ciudad.
3. Un Convenio de Custodia de Arroyos entre la Comisión Nacional del Agua y el Municipio de León.
4. Una cartera de anteproyectos ejecutivos para construir obras que eviten las inundaciones en las zonas de alto riesgo.

5. Un conjunto de fichas técnicas de los arroyos, en las cuales se da cuenta del cálculo de los gastos máximos para diferentes períodos de retorno y el dimensionamiento hidráulico de las obras requeridas, a fin de evacuar las crecientes.

Es necesario elaborar de manera paulatina los proyectos ejecutivos derivados del Plan Maestro Hidráulico, de tal manera que se disponga de una cartera de proyectos validados, con la cual se puedan gestionar los recursos financieros ante los diversos órdenes de gobierno, ya que SAPAL no puede emplear los ingresos provenientes de las tarifas de los servicios que presta ni de los derechos de incorporación de nuevos clientes con el propósito de construir infraestructura hidráulica.

Asimismo, en sinergia con el municipio de León, SAPAL ha contribuido a la recuperación del drenaje pluvial natural. El proyecto Parques Lineales comienza una tarea de largo alcance: la recuperación y rehabilitación de la red de arroyos, que es el drenaje pluvial natural de la ciudad, y el rescate de las reservas naturales aledañas a los cauces para el disfrute de la ciudadanía. Con ese fin, se ha llevado a cabo recientemente la rehabilitación de un tramo del arroyo El Muerto en dos etapas; la primera de 110 metros lineales y la segunda de 284 metros lineales. En ambas etapas se recubrió el cauce, se construyeron andadores, se colocaron bancas y luminarias, y se rehabilitaron las áreas verdes.

El proyecto Parques Lineales ha continuado con el propósito de crear espacios de esparcimiento, en conjunto con la preservación de los arroyos que atraviesan la ciudad y los cuerpos de agua que se encuentran en el municipio, respetando el drenaje natural de las microcuencas. Con ese fin, SAPAL ejecuta en la actualidad un tramo de 168 metros de longitud del parque lineal, adyacente al arroyo de Alfaro. Asimismo, los proyectos ejecutivos para el Parque Perimetral de la Presa Mariches y el Parque Lineal Cañada del Refugio ya



están elaborados y se gestionan los recursos financieros para su ejecución.

### 3.1 Planeación estratégica

La planeación estratégica es el desarrollo e instrumentación de planes para alcanzar propósitos y objetivos a largo plazo. En términos generales, toda estrategia debe cumplir las características siguientes:

1. Tener la habilidad para alcanzar el objetivo deseado.
2. Establecer una conexión apropiada entre el entorno y los recursos de una organización.
3. Proporcionar a la organización una ventaja competitiva y sostenible en el tiempo.
4. Poseer dinamismo, flexibilidad y versatilidad para adaptarse a las situaciones cambiantes.
5. Ser suficiente por sí misma.

En ocasiones se hace una analogía entre una estrategia y un camino en un mapa, el cual representa la ruta elegida para conducir a una organización hacia el propósito seleccionado. No obstante, la parte más importante en la instrumentación de una estrategia es asegurar que la institución avance en la dirección correcta para lograr el objetivo deseado.

Una de las herramientas más útiles en la planeación estratégica es el análisis FODA. Con éste se identifican factores internos —por ejemplo, fortalezas y debilidades— y externos a la organización —como las oportunidades y amenazas—, a fin de determinar objetivos factibles y una estrategia lógica para alcanzarlos. El resultado del análisis FODA de 2011 se sintetiza en la ilustración 1.

En SAPAL, la planeación estratégica se realiza en conjunto por la Dirección General, las gerencias y los departamentos que dependen de la Dirección General; se revisa y actualiza cada año, y es referencia obligada para elaborar el Plan Operativo Anual, el presupuesto de ingresos y egre-

sos —planeación financiera— y, con base en él, programar las inversiones en obra —planeación física—, así como financiar los proyectos estratégicos. Los resultados del proceso de planeación se someten a la consideración del Consejo Directivo de SAPAL.

El proceso de presupuestación comienza con un pronóstico de ingresos; a éste se le resta la estimación del gasto operativo irreducible para prestar los servicios, y la diferencia se emplea en obras y proyectos estratégicos. Por lo general, se abren alrededor de cien proyectos estratégicos al año (ver Anexo A) y el destino de cada proyecto es que se concluya porque cumplió sus objetivos, o se convierte en un proceso operativo porque requiere continuidad.

El Consejo Directivo aprueba el pronóstico de ingresos y el presupuesto de egresos en agosto de cada año, ya que a más tardar el 6 de septiembre debe estar presentado ante el municipio de León. Por lo general, se comienza con un monto aproximado de 250 millones de pesos para ejecución de obra pública —del orden del 25% del presupuesto de SAPAL—, y esa cifra se incrementa o se disminuye en función de la proyección de ingresos por los servicios prestados y de la posible concurrencia de recursos a la que se pueda acceder mediante convenios de colaboración o a través de los programas que existen para tal efecto en las diversas instancias de gobierno federal, estatal y municipal, así como de aportaciones financieras de la iniciativa privada, ya que el origen de los ingresos indica en qué se pueden ejercer y con qué normas jurídicas se rigen.

Como ya se ha mencionado, la última actualización del Plan Maestro Hidráulico data de 1995; sin embargo, debido al dinamismo de la ciudad de León, se decidió no actualizarlo como un documento global, sino realizar planes parciales para las diferentes zonas que se han incorporado al desarrollo urbano.

Factores	Internos	Externos
Positivos	<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solidez financiera.</li> <li>• Disponibilidad de agua.</li> <li>• Infraestructura (activos).</li> <li>• Estructura organizativa.</li> <li>• Esquema tarifario.</li> <li>• Innovación tecnológica.</li> <li>• Tecnología de operación.</li> <li>• Cultura de pago.</li> <li>• Capacidad de gestión institucional.</li> </ul>	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ser un monopolio.</li> <li>• Prestigio.</li> <li>• Descentralización.</li> <li>• Situación económica.</li> <li>• Acceso a recursos financieros.</li> <li>• Existencia de un mercado para el reuso del agua.</li> <li>• Atención a zonas rurales (SAPAL-Rural).</li> </ul>
Negativos	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos incompletos o pendientes.</li> <li>• Vulnerabilidad institucional.</li> <li>• Escalafón inadecuado.</li> <li>• Falta de infraestructura redundante de agua potable.</li> <li>• Infraestructura obsoleta de alcantarillado y falta de infraestructura pluvial.</li> <li>• Submedición.</li> <li>• Control incompleto de procesos.</li> <li>• Interacción entre áreas.</li> <li>• Falta de orientación a lo ambiental.</li> </ul>	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vulnerabilidad política.</li> <li>• Periodo administrativo municipal.</li> <li>• Medios.</li> <li>• Funcionamiento urbano.</li> <li>• Infraestructura pluvial.</li> <li>• Industria curtidora.</li> <li>• Desarrolladores de vivienda.</li> <li>• Burocracia normativa.</li> <li>• Mercado irregular del agua.</li> <li>• Costo marginal (reglamentado, actualización).</li> <li>• Liberación de afectaciones (El Zapotillo).</li> </ul>

### Sorteo SAPAL de los Cumplidores

Como una manera de incentivar el pago puntual de los clientes de SAPAL, en 2007 se instauró el Sorteo SAPAL de los Cumplidores, en el cual las personas que pagan oportunamente su recibo durante un año pueden participar en el sorteo que contiene 25 premios, dos de ellos vehículos automotores. Este sorteo comenzó como un proyecto estratégico y, dado su gran éxito, se convirtió en una actividad operativa.

Ilustración 1. Análisis FODA de SAPAL, 2011 (fuente: SAPAL, 2012).

En la actualidad se cuenta con diez planes parciales:

1. Zona Norponiente.
2. Zona Oriente.
3. Zona Suroriente.
4. Cañada de Venaderos.
5. Las Joyas.
6. Cañada del Refugio.
7. Cerro Gordo.
8. San Pablo-Presitas-Alfarero.
9. Las Mulas.
10. Loza de los Padres-Los López.

En consecuencia, el Plan Maestro Hidráulico de la ciudad está integrado por la actualización de 1995, los diez planes parciales elaborados de entonces a la fecha y el Plan Maestro Pluvial desarrollado en 2008.

SAPAL cuenta con cinco líneas estratégicas vinculadas con los planes de gobierno de las últimas dos administraciones municipales. La actualización vigente es la siguiente:

1. **Conservar la confiabilidad y calidad de las fuentes de abastecimiento, y emplear mecanismos avanzados en tecnología para prestar los servicios de agua potable, saneamiento y reúso del agua.** Su objetivo es garantizar el abastecimiento, saneamiento y reúso del agua. Sus acciones son:

- a) Fortalecer y renovar las actuales fuentes de abastecimiento en una perspectiva de largo plazo hasta la incorporación del proyecto El Zapotillo.

- b) Consolidar el desarrollo tecnológico de SAPAL en materia de telemetría y telecontrol, medición de consumos y en macrocircuitos, así como la incorporación de nuevos parámetros de medición.
- c) Diseñar y establecer un sistema de promoción y venta de tecnología desarrollada por SAPAL, y prestar asistencia técnica.
- d) Instrumentar sistemas de control y vigilancia redundantes en las fuentes de abastecimiento.

**2. Rehabilitar la infraestructura y ampliar la cobertura de los servicios.** Su objetivo es renovar y expandir las redes de distribución. Sus acciones son:

- a) Establecer un sistema de reposición de infraestructura obsoleta de alcantarillado sanitario.
- b) Gestionar recursos para el equipamiento y la rehabilitación del alcantarillado sanitario.
- c) Implementar un sistema administrativo que permita la inspección, planeación, medición, vigilancia y supervisión del drenaje pluvial.
- d) Instrumentar la medición de descargas de aguas residuales no domésticas.
- e) Participar en la creación de infraestructura hidráulica en las zonas en vías de regularización.
- f) Consolidar la infraestructura hidráulica secundaria en las zonas ya desarrolladas.
- g) Adecuar y ampliar el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales.
- h) Complementar los proyectos de drenaje pluvial en la zona sur.

**3. Fortalecer institucional y financieramente a SAPAL.** Su objetivo es crear una fortaleza institucional y financiera para que SAPAL pueda afrontar con éxito sus retos. Sus acciones son:

- a) Consolidar un sistema contable y financiero adecuado a las necesidades del sector agua potable y saneamiento.

- b) Diseñar e instrumentar un Sistema de Planeación Financiera.
- c) Diseñar e instrumentar un Sistema de Administración de Personal.
- d) Desarrollar dos eventos magnos (con reconocimientos en uno de ellos) de participación e integración del personal de SAPAL y sus familiares.
- e) Desarrollar un procedimiento para investigar y dar seguimiento al reparto de agua en pipas, cuya fuente de abastecimiento son pozos particulares.
- f) Fortalecer el esquema de equipos de trabajo.

- g) Desarrollar las estructuras que permitan atender a la población rural del municipio de León.
- h) Obtener y mantener la certificación de procesos fundamentales de SAPAL bajo las normas ISO-9001:2008, ISO-14001:2004 y OH-SAS-18001:2007.
- i) Diseñar la manera de consolidar la aplicación del costo marginal.
- j) Diseñar, proponer y cabildear la tarifa de saneamiento industrial.

**4. Vincular y establecer una comunicación estrecha de SAPAL con sus clientes y promover una cultura de uso racional de agua.** Su objetivo es mantener una estrecha vinculación y comunicación con los clientes, al igual que promover una cultura del agua. Sus acciones son:

- a) Fortalecer una cultura de uso racional del agua y una cultura de pago en la población.
- b) Consolidar el Sistema de Atención a Clientes.
- c) Instrumentar el proceso de seguimiento del Sistema de Atención a Clientes.
- d) Establecer y mantener los sistemas de evaluación de proveedores, projectistas, contratistas y prestadores de servicios.

**5. Contribuir al mejoramiento del entorno ecológico y utilización sostenible de los recursos naturales.** Su objetivo

es armonizar la calidad de los servicios prestados a la comunidad con el mejoramiento del entorno ecológico, el uso sostenible de los recursos naturales, y el rescate de las reservas naturales, ríos y arroyos de la ciudad. Sus acciones son:

- a) Instrumentar el proyecto de Siembra de Agua.
- b) Consolidar el proceso de desincorporación de los procesos húmedos de la curtiduría en la zona urbana.
- c) Utilizar el agua tratada en los procesos de SAPAL.
- d) Adoptar áreas verdes.
- e) Establecer un sistema de observación y registro piezométrico en el Valle de León y acuíferos adyacentes.
- f) Obtener el Sello de Cumplimiento Ambiental, reconocimiento que otorga la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente a las organizaciones que no llevan a cabo procesos industriales y que hayan concluido con todas las actividades del Plan de Acción de la Auditoría Ambiental, en el cual se incluye el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.
- g) Desarrollar y utilizar tecnologías alternativas de energía en las instalaciones de SAPAL.

Es claro que los objetivos estratégicos de SAPAL están jerarquizados, ya que se presentan varios problemas al mismo tiempo; sin embargo, existe una congruencia de metas al combinarse unas con otras. La jerarquía de metas consiste en anidar una o varias metas dentro de otras de mayor prominencia. Las líneas estratégicas, así como los proyectos prioritarios, plantean la dirección a seguir en el corto, mediano y largo plazos, asegurando el desarrollo ordenado del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León.

### 3.2 Planeación táctica

En SAPAL, la planeación táctica está relacionada principalmente con la elaboración de proyectos y supervisión de obras, la administración financiera y la implantación de tecnologías de la información.



La elaboración de proyectos se realiza con projectistas internos o a través de contratistas externos. Todos los proyectos que se contratan deben incluir la validación de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), de la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG) o de ambas, según sea el caso, de tal manera de que cuando se gestionen los recursos financieros procedentes de los diferentes programas federales, estatales o municipales, sean susceptibles de ser aprobados.

El uso de las técnicas informáticas comenzó a desarrollarse en SAPAL hace más de veinte años: primero se abordaron las tareas básicas para crear los sistemas comerciales y administrativos; posteriormente se avanzó en la cobertura de funciones sustantivas, como los sistemas de información geográfica, y en fechas más recientes se han establecido los sistemas de aseguramiento de la calidad y de administración de proyectos. La parte modular de los sistemas informáticos se da en las fases operativas de la provisión de los servicios: control remoto y automatizado de las fuentes de abastecimiento, rebombeos, tanques de almacenamiento, macrocircuitos de distribución, y en la medición, registro y control de los parámetros de calidad del agua.

La administración financiera incluye la obtención de los ingresos —por tarifas, derechos de incorporación de infraestructura hidráulica, pagos diversos, inversiones concurrentes y préstamos—, los egresos



—gasto corriente, inversiones en bienes de capital y, cuando es el caso, pago de créditos—, la administración y el control presupuestal, así como la administración de suministros.

La elaboración de un presupuesto implica la estructuración previa de un plan y de una programación de inversiones. Esto es, el presupuesto tiene como finalidad prever la aplicación de los recursos en inversiones —gasto o bienes de capital—; sin embargo, los recursos tienen un origen o fuente, y por ello, en primera instancia se deben presupuestar los ingresos, y posteriormente, en caso de ser necesario, la inversión de los excedentes o el financiamiento a través de un préstamo, cuando un gasto presupuestado excede al flujo de caja en un momento dado.

En este orden de ideas, SAPAL elabora un documento —en el nivel de desagregación más bajo posible— que constituye la directriz para estructurar de manera sistemática el pronóstico de ingresos. La finalidad de preparar el presupuesto con

las consideraciones anteriores tanto en los ingresos como en los egresos es tener una base para identificar el origen o la causa de las variaciones resultantes en el ejercicio presupuestal, con objeto de llevar a cabo los ajustes correspondientes y elaborar un presupuesto cada vez más cercano a la realidad, y por tanto, confiable para la toma de decisiones.

En el proceso de presupuestación se debe considerar que los ingresos que percibe SAPAL tienen implícito en su propio origen el destino al que deberán aplicarse. En consecuencia, los recursos provenientes de las tarifas por los servicios prestados deberán utilizarse sólo para cubrir los gastos de operación, administración, mantenimiento y sustitución de la infraestructura obsoleta; los procedentes de los derechos por incorporación de nuevos clientes deben aplicarse en el desarrollo de nueva infraestructura hidráulica y sanitaria, y lo relativo a aranceles —también denominados pagos diversos— deben ser utilizados para sufragar aquel producto o servicio que generó su ingreso.

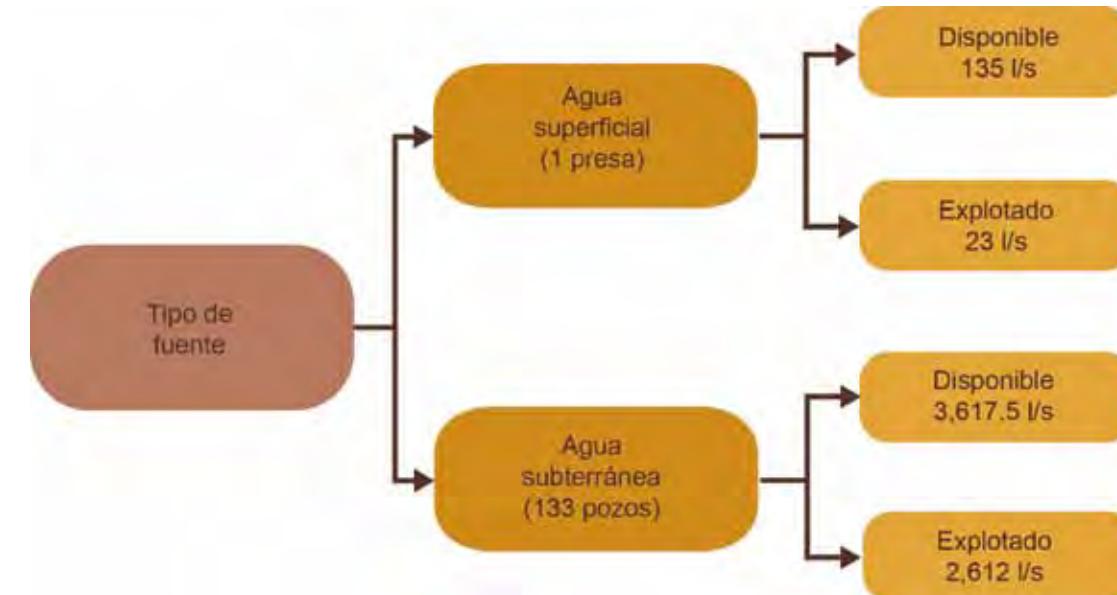


Ilustración 2. Fuentes de abastecimiento de agua (fuente: SAPAL, 2012).

### 3.3 Planeación operativa

La planeación de corto plazo en SAPAL atañe principalmente a la prestación de los servicios —en particular a la operación, mantenimiento y reparación de fugas—; la administración de suministros —incluidas las licitaciones, contrataciones y control de almacenes—; y la medición y facturación de los volúmenes usados en cada toma.

La Gerencia de Operación y Mantenimiento tiene cuatro áreas.

1. El área de Fuentes de Abastecimiento (ilustración 2) potabiliza el agua que se entrega a los tanques de almacenamiento; maniobra la planta potabilizadora de El Palote, y opera y mantiene las subestaciones eléctricas y los equipos electromecánicos de los 133 pozos, 50 tanques superficiales con rebombeo, 79 tanques elevados y 52 tanques superficiales —con una capacidad de almacenamiento de 203,418 m<sup>3</sup>—, así como las instalaciones que ocupan. El 13 de octubre de 1994, Conagua emitió el título de asignación 4GTO100305/12HMSG94 en favor de SAPAL, en el cual lo autoriza para extraer un caudal de aguas superficiales de 135 lps y de 3,617.5 lps de aguas subterráneas; en la actualidad, ese título está en trámite de renovación.

2. El área de Ingeniería Hidráulica se encarga de operar la red hidráulica de agua

potable y tratada; mantiene la sectorización de la red en 102 macrocircuitos —en cada uno de los cuales se tienen instalados macromedidores para observar y registrar el volumen injectado—; distribuye el agua a través de 4,523 km de tuberías de diversos materiales, cuyos diámetros oscilan entre 3 y 36 pulgadas; detecta las fugas de agua en la infraestructura hidráulica; mantiene actualizado el plano general de las redes de agua potable, e incorpora a la operación las nuevas obras construidas para fraccionamientos particulares, y las que han sido municipalizadas. Su programa de recuperación de agua ha permitido abatir fugas y revertir los índices de continuidad del suministro de agua de 45%, tandeado a 99.16% de agua continua.

3. El área de Alcantarillado realiza observaciones aleatorias con una cámara de video para valorar las condiciones de los colectores y programar el mantenimiento preventivo; limpia la red a un ritmo de 470 m/día; efectúa rehabilitaciones puntuales para evitar obturaciones; y mide el nivel de explosividad, con el fin de tomar precauciones y evitar riesgos. La red de atarjeas sanitarias —de la cual se estima que un 60% ha cumplido su vida útil— está compuesta de 2,786.93 km de tubos de 1.00 a 1.83 m de diámetro, y el emisor general tiene 2.54 m

#### Longitud de redes

Agua potable  
4,523 km

Agua tratada  
35 km

Alcantarillado sanitario y drenaje pluvial mixto  
2,787 km

Drenaje pluvial  
149 km



Ilustración 3. Puntos críticos para las inundaciones (fuente: SAPAL, 2012).

de diámetro. Asimismo, se tienen 149 km de tubos para el drenaje pluvial y se ejecuta un programa anual de limpieza de 39 arroyos, mismo que se lleva a cabo antes, durante y después de cada periodo de lluvias, en coordinación con la Dirección General de Desarrollo Rural y la Dirección General de Obra Pública. SAPAL coadyuva con el municipio de León para solucionar los sesenta puntos susceptibles de encarcamiento (ilustración 3).

4. Por su parte, el área de Redes-Bacheo realiza el mantenimiento preventivo y correctivo de las redes de agua potable y alcantarillado; bachea las calles tras las reparaciones, y corrige todas las fugas que se presentan en las redes, que por lo general son de acero, hierro dúctil, polietileno, PVC, asbestos-cemento o concreto.

La medición del uso del agua que se hace en cada toma —referida como determinación de consumos— se realiza mediante la toma de lectura mensual de todos los medidores registrados en el padrón. Para ello, es necesario reportar los desperfectos que impiden la toma de lectura y mantener en buen estado todos los medidores y los cuadros. Esto se logra con un programa anual de cambio de medidores en función de su antigüedad, así como de la realización de pruebas de funcionamiento y exactitud de los medidores.

La medición de lecturas de cada uno de los medidores de los clientes permite determinar el volumen de agua usada cada mes, con base en el cual se realiza la facturación. En 2011, en promedio, se realizaron cada mes del orden de 6,812 reconexiones, 9,794 cortes y 1,465 noti-



ficaciones de cobro. Asimismo, se revisaron con videocámara 1,160 m de redes nuevas de agua potable para evitar tomas clandestinas. El número de tomas es variable, conforme se observa en la tabla 1.

sidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a fin de determinar los sitios idóneos de infiltración y los vasos reguladores necesarios para llevarla a cabo. Se han realizado pruebas de permeabilidad y perforaciones exploratorias en los

Tabla 1. Número de tomas de agua.

Tipo de toma	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Doméstica	296,200	308,699	320,004	330,278	339,610	350,232
Comercial	14,580	14,658	15,134	15,889	16,417	16,933
Industrial	2,281	2,193	2,165	2,183	2,222	2,267
Beneficencia	1,028	1,070	1,068	1,087	1,112	1,129
Total	314,089	326,620	338,371	349,437	359,361	370,561

Fuente: SAPAL, 2012.

### 3.4 Qué falta por hacer

Se ha firmado con la Comisión Nacional del Agua un convenio mediante el cual le son delegadas a SAPAL las facultades de custodia de los arroyos federales que escurren por el municipio de León. Queda pendiente la instrumentación operativa del mismo, a fin de que dicha delegación de facultades sea efectiva, lo cual requiere un instrumento jurídico apropiado, con el propósito de que SAPAL pueda tomar medidas más efectivas que la simple observación, para resguardar los cauces que escurren por la urbe.

Durante la administración municipal 2009-2012 —como parte de los compromisos adquiridos por el alcalde dentro del documento denominado Agenda Común— se incluyó un proyecto relativo a la infiltración de agua de lluvia al suelo, con la finalidad de recargar los mantos freáticos. Para tal efecto, SAPAL firmó un convenio de colaboración con el Instituto de Geofísica de la Univer-

sitos seleccionados, y en caso de resultar favorables los estudios, deberá procederse a la construcción de las estructuras que permitan eliminar del agua captada los sólidos sedimentables, así como las grasas y aceites, con el fin de asegurar una larga vida útil y evitar la contaminación del acuífero.

Se cuenta ya con un sitio donde es posible efectuar la recarga del acuífero dentro del proyecto estratégico de Siembra de Agua. Actualmente está por firmarse con un desarrollador particular de vivienda el convenio de cooperación que permitirá realizar las primeras obras que habiliten la inyección al subsuelo de agua de lluvia.

Se requiere definir los indicadores para llevar el seguimiento de los proyectos estratégicos y de mejora, y desarrollar la plataforma para la captura de proyectos estratégicos, de mejora y objetivos operativos.



## 4. Proyectos y obras

Para el diseño y la ejecución de obras de infraestructura hidráulica en la ciudad de León, SAPAL cuenta con un *Instructivo y Manual Técnico del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León* —cuya última edición impresa es de 2002, aunque se actualiza digitalmente en forma permanente—, en el que se incluyen las especificaciones de proyectos externos (fraccionamientos), agua potable, alcantarillado sanitario, drenaje pluvial y estructuras. La supervisión de la ejecución de las obras de agua potable y alcantarillado —de carácter público o privado— se hace conforme al proyecto ejecutivo, y a las normas técnicas y leyes aplicables, con especial atención en la colocación de señales, limpieza de las zonas aledañas a la obra, y la convivencia armónica con las personas que habitan y transitan cerca de los sitios de trabajo. Los convenios por pago de derechos de incorporación de nuevos desarrollos se realizan en función de su costo marginal. Esto es, los derechos se calculan de tal manera que sirvan para que la ciudad recupere la capacidad instalada en infraestructura de servicios que otorgó al solicitante y que requiere para seguir incorporando otros desarrollos.

La construcción de diversas obras de SAPAL requiere tramitar ante la Conagua concesiones para la asignación de aguas nacionales y para la ocupación de terrenos federales, así como subsidios para la ejecución de obras, y permisos de construcción y de descarga de aguas residuales —que cumplan con la norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996— hacia cuerpos receptores de aguas nacionales. Estos trámites deben contar con la resolución positiva de la manifestación de impacto ambiental, emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).

SAPAL no construye directamente con su personal interno las grandes obras que requiere —no obstante que la Gerencia de Operación y Mantenimiento construye, mantiene y rehabilita las obras de pequeña escala con su propia supervisión y personal—, sino que recibe un proyecto ejecutivo —realizado por proyectos internos o externos— y verifica que cumpla la normativa aplicable; en caso de ser apropiado, emite recomendaciones para incorporar mejoras con base en su propia experiencia; a continuación se publica la convocatoria para licitar la obra y se supervisa a través de la Gerencia de Construcción.

La normativa aplicable depende del origen de los recursos económicos que financian una obra. Si éstos provienen de fondos propios de SAPAL, municipales o estatales, entonces se aplica la Ley de Obra Pública y Servicios Relacionados con la Misma para el Estado y los Municipios de Guanajuato; si su origen es de programas federalizados, entonces se aplica la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, la cual es un ordenamiento federal. Existen también obras que se realizan con recursos procedentes de programas especiales, administrados por entidades internacionales, los cuales tienen sus propias reglas de operación.

SAPAL supervisa, por ejemplo, el proyecto ejecutivo de todos los fraccionamientos nuevos o la construcción de las presas

de almacenamiento. También inspecciona —en el ámbito de la infraestructura de las redes de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial— las obras que construye la Dirección de Obras Públicas del municipio de León. Toda nueva construcción, rehabilitación, obra de reposición o de incorporación de infraestructura hidráulica la supervisa el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León.

El programa de obra de 2011 se presenta en el Anexo B y la evolución de las inversiones de 2007 a 2011 se muestra en la tabla 2.

#### 4.1 Elaboración de proyectos

Para el diseño y la ejecución de obras de infraestructura hidráulica en la ciudad de León, SAPAL cuenta con el *Instructivo y Manual Técnico del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León*, cuya última edición impresa es de 2002, pero que se actualiza digitalmente de manera permanente, en el que se incluyen las especificaciones de:

1. Proyectos externos (fraccionamientos).
2. Agua potable.
3. Alcantarillado sanitario y pluvial.
4. Estructuras.

En los anexos se norman desde detalles constructivos —zanjas, pozos, tomas domiciliarias, válvulas, fosas sépticas, coladeras, rejillas, etcétera— hasta las especificaciones que deben cumplir, entre otras, las tuberías de polietileno de alta densidad corrugado tipo "S" para alcantarillado, las piezas especiales de hierro dúctil y las especificaciones de los medidores ultrasónicos, así como una serie de formatos para diversos cálculos: hidráulico de una red cerrada de agua potable, longitud de tuberías en una red de agua potable, volúmenes de obra para las tomas domiciliarias, volúmenes de obra para redes o líneas de conducción de agua potable, cantidad de tomas domiciliarias, cantidad de piezas especiales por crucero, piezas especiales para tomas domiciliarias, cálculo tradicional del diámetro más económico para una línea de

**Tabla 2. Evolución de las inversiones del programa de obra (mdp).**

Rubro	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Agua potable</b>	<b>52.1</b>	<b>103.9</b>	<b>137.6</b>	<b>106.7</b>	<b>123.9</b>
Rehabilitación de redes	19.9	36.7	60.8	27.3	41.1
Líneas de conducción	7.1	44.7	18.6	43.1	33.8
Pozos, tanques y rebombeos	19.7	14.9	54.7	29.8	41.9
Obra social (introd. de redes)	5.5	7.7	3.5	3.5	6.1
Obra menor				3.0	1.1
<b>Alcantarillado sanitario</b>	<b>24.8</b>	<b>69.4</b>	<b>27.3</b>	<b>20.1</b>	<b>89.5</b>
Colectores principales	5.8	43.9	19.9	6.3	48.5
Red de alcantarillado	11.6	25.5	7.4		
Obra menor				1.5	1.5
Obra social (introd. de redes)		7.4		12.3	39.5
<b>Drenaje pluvial</b>	<b>26.0</b>	<b>56.7</b>	<b>14.7</b>	<b>18.9</b>	<b>21.1</b>
Arroyos		5.5	1.7	0.7	4.8
Colectores principales		49.1	8.6	17.2	14.7
Bóvedas	22.0				
Redes		0.5	3.9		1.5
Obra menor	4.0	1.6	0.5	1.0	0.8
<b>Saneamiento</b>	<b>82.7</b>	<b>161.2</b>	<b>121.1</b>	<b>116.5</b>	<b>89.3</b>
PTAR municipal	69.1	70.9	75.0	75.0	25.0
Supervisión PTAR municipal	5.6				
PTAR periféricas	8.0	90.2	19.2	30.0	65.6
Colectores industriales			26.9	9.6	
PTAR industrial					23.3
Obra menor				1.9	0.4
<b>Reuso de agua tratada</b>	<b>22.2</b>	<b>28.3</b>	<b>0.5</b>	<b>12.6</b>	
Infraestructura de cabecera		22.2	28.3		
Obras de conducción					12.5
Obra menor				0.5	0.2
<b>Otras inversiones</b>	<b>63.0</b>	<b>64.2</b>	<b>55.7</b>	<b>53.8</b>	<b>96.7</b>
Edificación	7.0	5.3	1.2	1.8	20.0
Obras diversas	34.5	37.5	45.6	27.0	49.7
Obra hidráulica	8.5				
Afectaciones		5.8	8.9	5.0	2.3
Estudios y proyectos	13.0	15.6		20.0	24.8
<b>Obra rural</b>					<b>23.7</b>
<b>Total</b>	<b>248.6</b>	<b>477.5</b>	<b>384.7</b>	<b>316.6</b>	<b>456.9</b>

Fuente: SAPAL, 2012.

gadura se proyecta, licita y ejecuta a través de empresas contratistas. Ya sea que se diseñen en SAPAL o externamente, todos los proyectos deben estar validados por la Conagua, por la CEAG o por ambas instituciones, conforme al origen de los recursos financieros que se aplicarán para su construcción.

Una obra de particular importancia para la ciudad de León y para SAPAL es el proyecto del río Verde, también conocido como presa y acueducto El Zapotillo, que garantizará el abasto de agua al municipio durante los próximos 25 años sin extraer agua de los pozos, y cuarenta años al combinar la extracción con una explotación racional de los acuíferos actualmente utilizados.

#### 4.2 Licitaciones y contrataciones

Las invitaciones restringidas y licitaciones de obras públicas, así como los servicios relacionados con las mismas, las adquisiciones y la contratación de servicios se realizan a través del Departamento de Contratación, Costos y Evaluación, con independencia de cuál sea el área solicitante. Para su adjudicación se convoca a sesionar conjuntamente a la Comisión de Obras y Adquisiciones del Consejo Directivo de SAPAL, y al Comité Técnico de Obras y Proyectos, o al Comité de Adquisiciones y Contratación de Servicios. En dicha sesión se analizan las diferentes propuestas de los licitantes y se determina a quién deberá adjudicarse el contrato correspondiente.

La contratación de obra se realiza de acuerdo con los límites máximos permitidos por la legislación aplicable, bajo las modalidades de licitación pública, invitación restringida o adjudicación directa. En este último caso, a pesar de que las leyes no lo imponen, todos los contratos de obra que exceden de 500 mil pesos y que son inferiores al límite establecido por la Ley para adjudicación directa, se otorgan, a través de un concurso por invitación a cuando menos tres contratistas (quienes entregan sus cotizaciones en sobre cerrado y se abren en su presencia), a la empresa cuyo presupuesto resulte el

más bajo y no contenga errores, previa consideración de la Comisión de Obra y Adquisiciones del Consejo Directivo. Los contratos con un presupuesto inferior a los 500 mil pesos son adjudicados por el director general a propuesta del gerente correspondiente.

#### 4.3 Supervisión de obras

La supervisión de la ejecución de las obras de agua potable y alcantarillado —de carácter público o privado— se hace conforme al proyecto ejecutivo, y a las normas técnicas y leyes aplicables, con especial atención en la colocación de señales, limpieza de las zonas aledañas a la obra, y en la convivencia armónica con las personas que habitan y transitan cerca de los sitios de trabajo. Con base en la ejecución de los contratos de obra pública por parte de los licitadores, la supervisión también evalúa el desempeño de las empresas en cada una de las obras que construyen, lo cual conduce a conocer sus alcances y capacidades; su calificación contribuye a mejorar la selección de empresas en la asignación de contratos para futuras obras.

En los últimos cinco años se ha capacitado al personal de supervisión para que tenga, además del conocimiento técnico, un perfil social que le permita atender las inconveniencias que se suscitan cuando se construye infraestructura hidráulica en el área urbana. Con el fin de lograr este objetivo, se han establecido esquemas de difusión para comunicar a los habitantes de la zona la ejecución de obra con anterioridad al inicio de la misma. Las campañas exponen con detalle la duración de la obra, las afectaciones a la circulación, las opciones de traslado y las actividades que se realizarán en cada una de las etapas del proceso constructivo, en especial cuando se trata de la renovación integral de la red (tuberías, tomas y descargas domiciliarias), ya que por lo general los habitantes de la zona y los transeúntes no suelen percibir beneficio alguno.

La supervisión de obra contribuye también a mejorar los proyectos ejecutivos,

ya que al concluir cada uno de los contratos se analizan los conceptos y procesos constructivos, con lo cual se retroalimenta a la Gerencia de Planeación y Proyectos.

La supervisión y verificación de obra, así como sus actividades administrativas, se realiza con ingenieros civiles y técnicos en construcción que dan seguimiento a cada uno de los contratos realizados por SAPAL y que, en los últimos años, se han incrementado como resultado de las gestiones realizadas para convenir recursos de programas municipales, estatales y federales, que en promedio anual ascienden a 160 contratos y convenios.

#### 4.4 Incorporación de infraestructura

La construcción de viviendas para satisfacer el acelerado crecimiento del municipio de León requiere la constante expansión de la infraestructura hidráulica, con el fin de prestar los servicios públicos domiciliarios de agua potable, alcantarillado sanitario y reuso de las aguas residuales tratadas, así como los servicios públicos urbanos de drenaje pluvial, tratamiento de aguas residuales y disposición final de las aguas residuales tratadas y no reutilizadas. En consecuencia, las redes, instalaciones e infraestructura, se incrementan al realizarse la contratación de un promedio anual de 10 mil tomas nuevas (tabla 1).

¿Cuánto cuesta a SAPAL incorporar la infraestructura hidráulica construida por un desarrollo inmobiliario nuevo? León usa 2,612 lps de un total de 3,752 lps asignados (ilustración 2), es decir, tiene un derecho de uso de las aguas nacionales —que no emplea en la actualidad, pero que requiere para su crecimiento futuro— del orden de los 1,000 lps. El costo integrado de la infraestructura para incorporar las viviendas que pueden satisfacerse con un caudal de 1 lps (144 viviendas con cuatro habitantes si la dotación es de 150 l/hab/día) al servicio domiciliario de agua potable es del orden de \$1.05 millones de pesos y la Ley de Ingresos para el Municipio de León, Guanajuato, para el Ejercicio Fiscal del Año 2011 establece como precio por incorporación a las



redes de agua potable y alcantarillado una suma de \$439,440.19 por litro por segundo, la cual está indexada mensualmente al 0.7%. Entonces, ¿de qué manera se puede restituir la capacidad económica para seguir construyendo infraestructura hidráulica e incorporar nuevos desarrollos urbanos?

Bajo el principio de que el costo debe ser el necesario para conservar la capacidad de incorporación de nuevos clientes, SAPAL cobra aproximadamente \$750,000/lps de derechos por infraestructura, adicionales al precio de incorporación estipulado por la Ley de Ingresos, derechos que cubren la diferencia entre el costo real de la capacidad instalada y el precio de incorporación mediante las obras de infraestructura que realiza el propio desarrollador para habilitar sus proyectos inmobiliarios. De esta manera, si el precio de incorporación es menor que \$1.05 millones de pesos por litro por segundo —costo real de introducción de las redes de agua potable y alcantarillado por litro por segundo—, se solicita al desarrollador inmobiliario, a título de donativo o aportación, la diferencia para alcanzar la cifra de \$1.05

mdp/lps. A este proceso se le denomina aplicación del "costo ciudad" y está claramente asentado en el Reglamento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento para el Municipio de León, Guanajuato.

De esta manera, los convenios por pago de derechos de incorporación de nuevos desarrollos se realizan en función de su costo marginal medio o "costo ciudad". Esto es, los derechos se calculan de tal manera que sirvan para que la ciudad recupere la capacidad instalada en infraestructura de servicios que otorgó al solicitante y que requiere para seguir incorporando otros desarrollos.

Cabe señalar que el "costo ciudad" en realidad es diferente en cada zona de León, ya que éste está determinado por la demanda; la ubicación de ésta en relación con las fuentes de abastecimiento y las plantas de tratamiento de aguas residuales; la topografía; el tipo de suelo; los pavimentos que es necesario reponer después de la construcción de las obras de infraestructura, y la accesibilidad de los sitios en donde se requiere construir

#### **Reglamento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento para el Municipio de León, Guanajuato**

Artículo 166. Para el incremento de la demanda o la incorporación de nuevos desarrollos de vivienda, fraccionamientos, desarrollos en condominio o asentamientos humanos, de acuerdo con el marco normativo estatal y municipal vigente, se deberán construir las obras necesarias para el abastecimiento, descarga y saneamiento, en las que se incluyan:

- I. Captación, terrenos, caminos de acceso, instalaciones de protección, electrificación y demás equipamiento necesario;
- II. Líneas de conducción y alimentación a tanques y redes primarias;
- III. Instalaciones de potabilización y tanques;
- IV. Planta de tratamiento de aguas residuales, así como terrenos, caminos de acceso, instalaciones de protección, electrificación y equipamiento de la misma;
- V. En su caso, líneas de conducción y alimentación a tanques, así como redes primarias y secundarias para agua tratada; y,
- VI. Colectores, subcolectores y estaciones de rebombeo.

En caso de que las obras necesarias hayan sido financiadas previamente, de manera complementaria a las contribuciones previstas en el artículo 164 del presente reglamento, se deberá aportar el monto correspondiente en forma proporcional a la demanda de acuerdo con los costos de las zonas fijadas y publicadas por el Organismo Operador.

nueva infraestructura hidráulica. Por tanto, es conveniente realizar el cobro del costo ciudad de manera diferenciada, con el fin de evitar que unos desarrollos urbanos subsidien a otros, y de que cada uno de ellos pague lo justo.

El proceso de entrega-recepción de las obras nuevas permite asegurar el cumplimiento en la ejecución del proyecto y de los términos convenidos o contractuales con SAPAL, con la intervención de la Gerencia de Construcción. Una vez concluidas las obras, se involucran la Gerencia Comercial, y la Gerencia de Operación y Mantenimiento, a fin de incorporar la infraestructura a la red municipal y comenzar la comercialización y prestación de servicios, así como la operación y el mantenimiento de las nuevas redes.

La inversión en obra pública realizada en 2011 asciende a 456.9 millones de pesos (tabla 2) y corresponde con la recepción de treinta obras (Anexo B), de las cuales un 33.3% se financió por la iniciativa privada. El incremento en el patrimonio de SAPAL por la recepción de infraestructura

hidráulica se registra en el área de Control de Activos —perteneciente a la Gerencia de Servicios Administrativos y de Apoyo—, la cual ejerce el control y seguimiento de la infraestructura incorporada.

#### **4.5 Qué falta por hacer**

Es de vital importancia que se cobre íntegramente el "costo ciudad" en la incorporación de nuevos desarrollos urbanos, ya que el pago del costo de inversión de las obras del proyecto El Zapotillo deberá provenir de este concepto. De no hacerse así, se corre el riesgo de descapitalizar a SAPAL o de que la tarifa por servicios subsidie la incorporación de nueva infraestructura hidráulica, ocasionando con ello un cobro injusto a la población de la ciudad que ya cuenta con servicios, puesto que pagaron sus derechos de conexión en su oportunidad. Aunque existen problemas de aceptación por parte de los desarrolladores de vivienda, que se resisten a su aplicación, se debe encontrar una solución para incorporarlo de manera formal en la ley de ingresos y evitar que ese cobro se aprecie como una simple aportación.







## 5. Prestación de servicios

Los servicios reglamentarios incluyen agua potable, alcantarillado sanitario, tratamiento de aguas residuales y aprovechamiento del agua tratada para la población urbana de León, y los ampliados dan respuesta a los problemas hídricos que van emergiendo en el municipio: revisión de proyectos, drenaje pluvial, limpieza y custodia de arroyos, asesoría y atención en comunidades rurales, atención de emergencias hidrometeorológicas, cuidado del medio ambiente y protección de los acuíferos con los que se abastece la ciudad. Actualmente SAPAL abastece al 98.93% de la población. El resto abarca colonias que, por haberse construido sin la planeación adecuada, aún no cuentan con el servicio domiciliario. No obstante, en consonancia con la visión social de la actual administración del municipio de León, SAPAL participa en el programa *Tomas públicas*, con el cual se instalan hidrantes para acercar el agua potable a las familias que habitan en asentamientos bajo proceso de regularización. De manera complementaria, SAPAL ha dado una respuesta al derecho humano al agua —aprobado el 8 de julio de 2010 por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas, y que compromete a cada Estado parte para realizar progresivamente el derecho al agua y saneamiento hasta el máximo de los recursos de que disponga— instalando bebederos públicos en distintos sitios de la ciudad.

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León es el organismo público descentralizado de la administración municipal, con personalidad jurídica y patrimonio propios, encargado de la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento en la ciudad de León.

Los servicios reglamentarios incluyen el agua potable, alcantarillado sanitario, tratamiento de aguas residuales y aprovechamiento del agua tratada para la población urbana de León, y los ampliados dan respuesta a los problemas hídricos que van emergiendo en el municipio: revisión de proyectos, drenaje pluvial, limpieza y custodia de arroyos, asesoría y atención en comunidades rurales, atención de emergencias hidrometeorológicas, cuidado del medio ambiente y protección de los acuíferos con que se abastece la ciudad. Esta ampliación de responsabilidades obedece a que en SAPAL se concentra una capacidad técnica especializada de la que carecen otras áreas municipales. En la ilustración 4 se muestra el organigrama de SAPAL.

SAPAL es considerado un organismo modelo. En febrero de 2010 recibió el reconocimiento que le otorgó el Consejo Consultivo del Agua por haber obtenido el primer lugar en la evaluación *La Gestión del Agua en las Ciudades de México: Indicadores de Desempeño de Organismos Operadores 2009*. SAPAL obtuvo el mejor promedio ponderado en los 12 indicadores de eficiencia que se evaluaron en los organismos operadores de las 29 ciudades más importantes del país. Ese reconocimiento se repitió en 2011, y en 2012 recibió por segunda ocasión el segundo lugar del premio *Compromiso México Water Prize*, que reconoce la práctica de políticas públicas exitosas. Dicho premio fue otorgado en el marco de la sesión *Local and Regional Authorities* del 6º Foro Mundial del Agua, en Marsella, Francia, por su proyecto de instalación de tomas públicas de agua potable en colonias que carecen del servicio de agua en tomas domiciliarias.

Este proyecto se desarrolló como un objetivo de la actual administración municipal, en coordinación con el Imuvi, para

instalar cincuenta tomas públicas en colonias irregulares de la ciudad. En el mismo foro, SAPAL tuvo la oportunidad, como Ciudad Campeona del Agua, de presentar los resultados y avances en el tema de saneamiento y reuso de agua tratada.

Es importante mencionar que los reconocimientos al organismo se deben a la contribución de los siguientes factores:

1. Un Consejo Directivo Ciudadano. Desde hace 27 años, SAPAL ha estado presidido por consejos directivos representativos de los diversos sectores de la sociedad que orientan las políticas hacia el beneficio integral de los leoneses.
2. Personal. SAPAL tiene 2.85 trabajadores por cada mil tomas. Un parámetro aceptable, según el Banco Mundial, es de tres a cuatro trabajadores por cada mil tomas.
3. Modelo nacional. Su organización y estructura es un modelo para otros municipios en el estado y en el país.
4. Certificaciones y reconocimientos. SAPAL comenzó un proceso de certificación en tres normas internacionales: ISO-9001:2008 para su sistema de gestión de la calidad; ISO-14001:2004 para el sistema de gestión ambiental, y OHSAS-18001:2007, el cual es un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional. Asimismo, es el único organismo en el estado de Guanajuato en haber logrado por cinco veces consecutivas el premio *Guanajuato Transparente* en sus ediciones de 2007 a 2011, otorgados por el Instituto de Acceso a la Información Pública de Guanajuato.
5. Cobertura de agua potable. SAPAL cubre al 98.93% de la población con servicio de agua potable, con lo cual supera a la media nacional, que es del 89.20% (ilustración 5).
6. Alcantarillado sanitario. El 98.93% de la población cuenta con este servicio, mientras que la media nacional es del 85.60%.
7. Cultura de pago. Los leoneses son buenos pagadores. La relación entre lo que SAPAL factura y lo que cobra es del 92%, al tiempo que la media nacional es del 85.50%.
8. Eficiencia física. La relación entre el agua potabilizada y la que se factura es del 66.06%, y en 1990 era del 44.98%.
9. Micromedición. El 100% de las tomas cuenta con medidor instalado y, para llevar a cabo una medición más precisa, SAPAL instrumentó un programa de reemplazo de medidores obsoletos. En la primera etapa se cambiaron 44,190 medidores en 54 colonias de la ciudad; de ellos, 12,000 son medidores de radiofrecuencia, que permiten hacer la medición a distancia, con lo que se evitan molestias a los clientes y se incrementa la eficiencia.
10. Ademá, SAPAL forma parte de la Comisión de Cuenca del Río Turbio como Vocal de Uso Público Urbano, desde 2007. Esta cuenca comprende los municipios de León, San Francisco del Rincón, Purísima del Rincón, Manuel Doblado, Cuerámaro, Pénjamo y Abasolo. Los objetivos básicos de la comisión son:
  1. Implementar programas y acciones de saneamiento (certificar a la cuenca como una cuenca hidrológica limpia).
  2. Prevenir y controlar inundaciones.

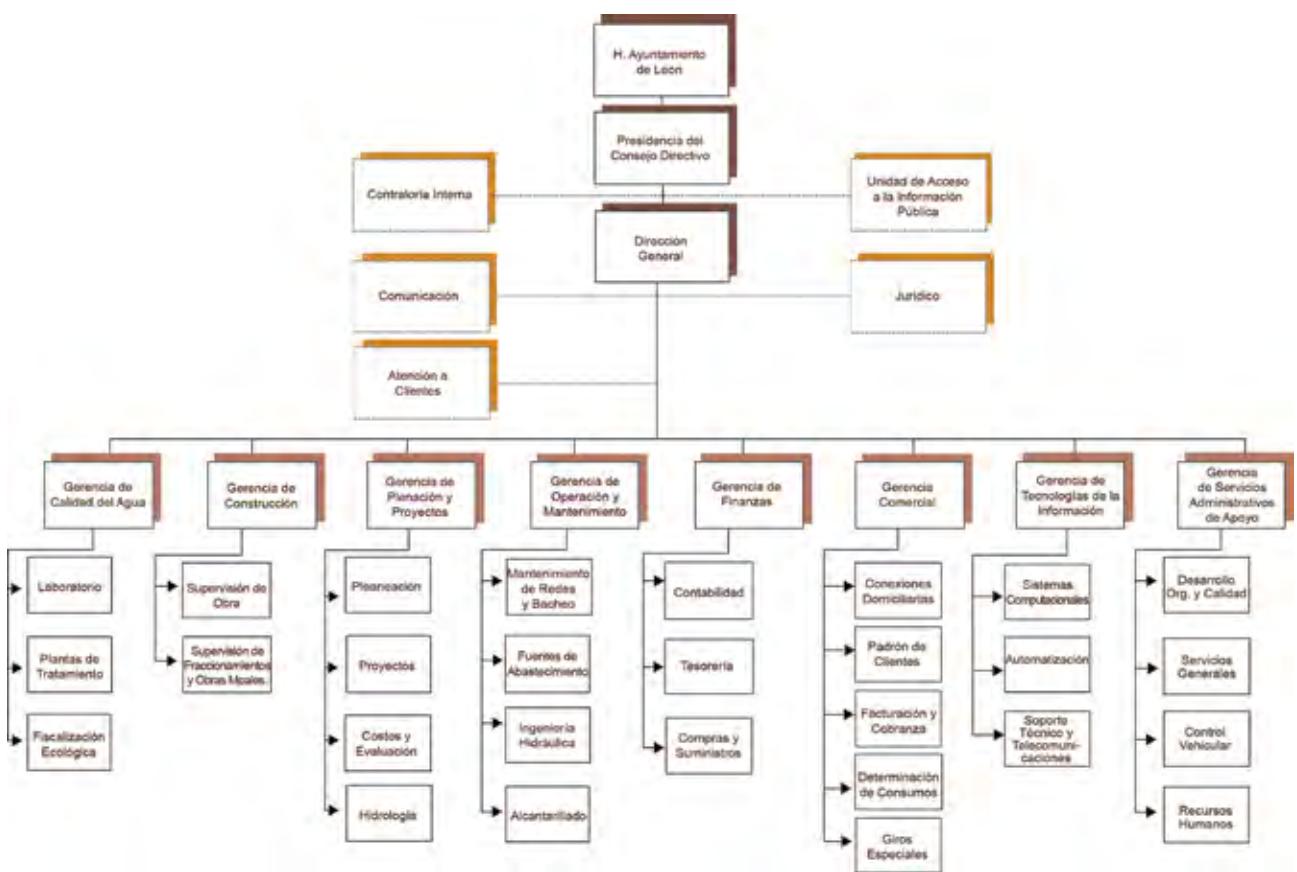


Ilustración 4. Organigrama de SAPAL (fuente: SAPAL, 2012)-

3. Impulsar el ordenamiento y la regulación de los usos del agua, y promover su uso eficiente.
4. Promover la gestión integrada de los recursos hídricos de la cuenca y la preservación de sus recursos naturales.
5. Desarrollar programas de cultura del agua y educación ambiental, en relación con la importancia social, económica y ecológica del agua.
6. Gestionar el financiamiento.

En la Comisión de Cuenca del Río Turbio, SAPAL lidera el Grupo de Saneamiento, el cual da seguimiento a las acciones para sanear los siete municipios que conforman la cuenca y el impacto de las descargas del arroyo Hondo, ya que de ahí proviene la mayor contaminación de la cuenca del río Turbio. Esta cuenca nace en la presa El Palote y discurre hasta la confluencia con el río Lerma, 206 km aguas abajo; está clasificada como una de las cuencas más contaminadas del país, ya que recibe descargas domésticas, de la industria alimenticia, de la curtiduría y de industrias químicas.

Debido a que León contribuye con el 75% de las descargas hacia la cuenca del río Turbio, el consejo directivo de SAPAL se dio a la tarea de lograr el 100% en el tratamiento de las aguas residuales que provienen de los clientes atendidos por SAPAL desde 2007, y con la construcción de colectores en la zona sur y de plantas de tratamiento periféricas, se logró esa meta en 2011.

### 5.1 Agua potable

La principal fuente de aguas nacionales de la que se abastece SAPAL para prestar el servicio público domiciliario de agua potable proviene de los acuíferos (tabla 3). No obstante, la estabilidad de los acuíferos está en riesgo debido a la sobreexplotación y contaminación. La recarga natural es de 264.3 Mm<sup>3</sup>/año y la extracción es mayor, 312.5 Mm<sup>3</sup>/año. El abatimiento del acuífero, es decir, el descenso de su nivel freático, es de 1.5 m/año. Los pozos que están fuera de la ciudad se ubican entre 20 y 40 km de distancia (ilustraciones 6 y 7), y el nivel de las extracciones está a más de 100 m, mientras que hace veinte años se bombeaba a 60 m de profundidad.

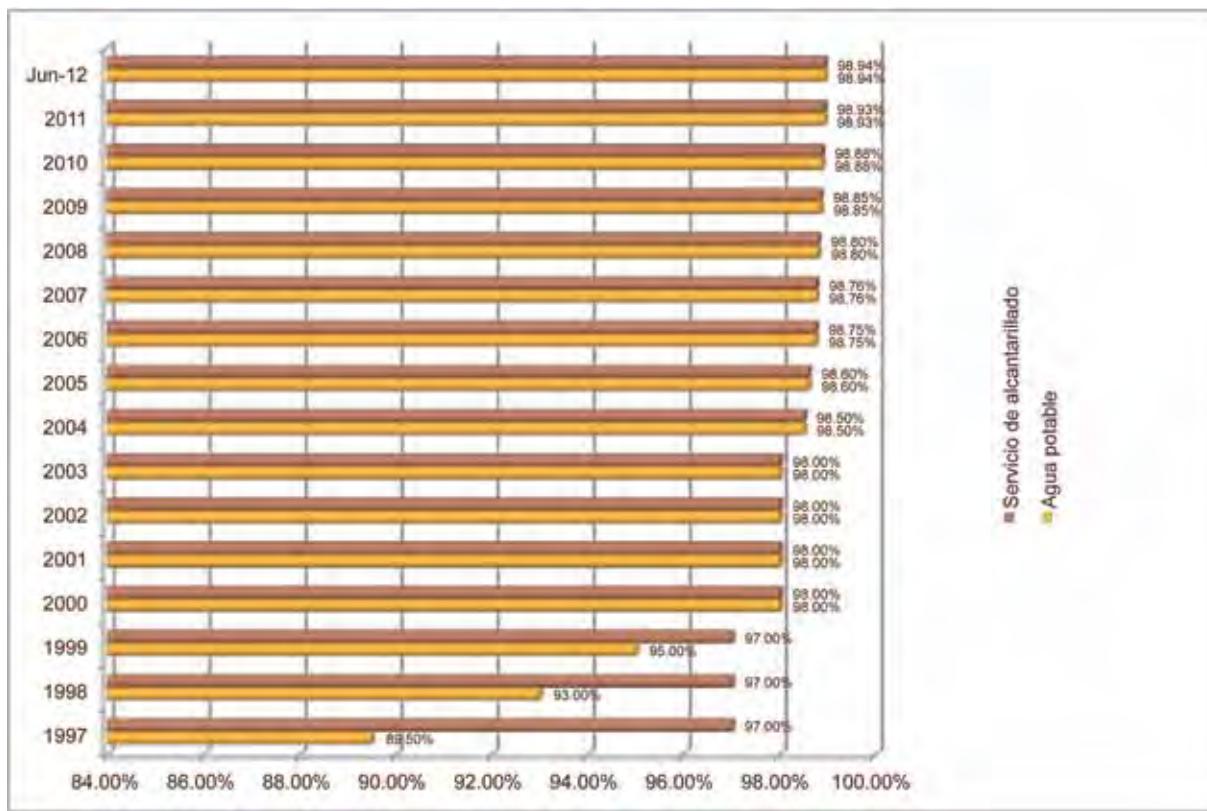


Ilustración 5. Cobertura de agua potable y alcantarillado sanitario en León (fuente: SAPAL, 2012).

Tabla 3. Fuentes de abastecimiento de agua para León, 2011.

Fuente	Baterías de pozos/presa	Gasto asignado (lps)	Gasto extraído (lps)
Aguas subterráneas (133 pozos)	Muralla (25)	1,020	751
	Turbio (20)	1,055	921
	Ciudad (50)	886	477
	Poniente (15)	357	269
	Sur (16)	196	114
	Oriente (7)	103	80
Aguas superficiales (1 presa)	El Palote	135	*
<b>Totales</b>		<b>3,752</b>	<b>2,612</b>

\* Un caudal variable adicional que no supera los 23 lps, según se muestra en la ilustración 3, sólo cuando el almacenamiento rebasa el 50% de su capacidad útil. Ese gasto se deja de bombear en algún pozo.

Fuente: SAPAL, 2011.

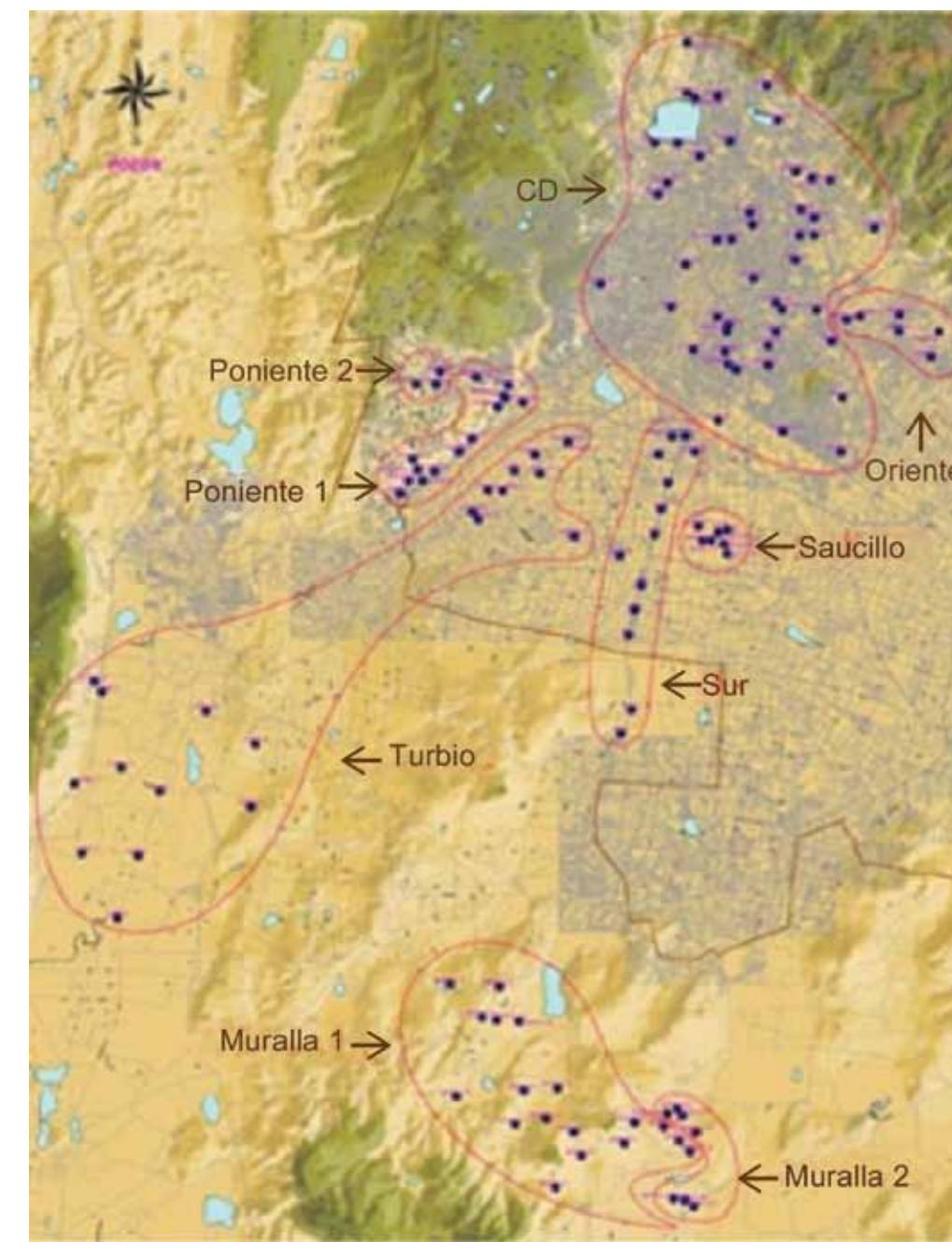


Ilustración 6. Baterías de pozos (fuente: SAPAL, 2011.).

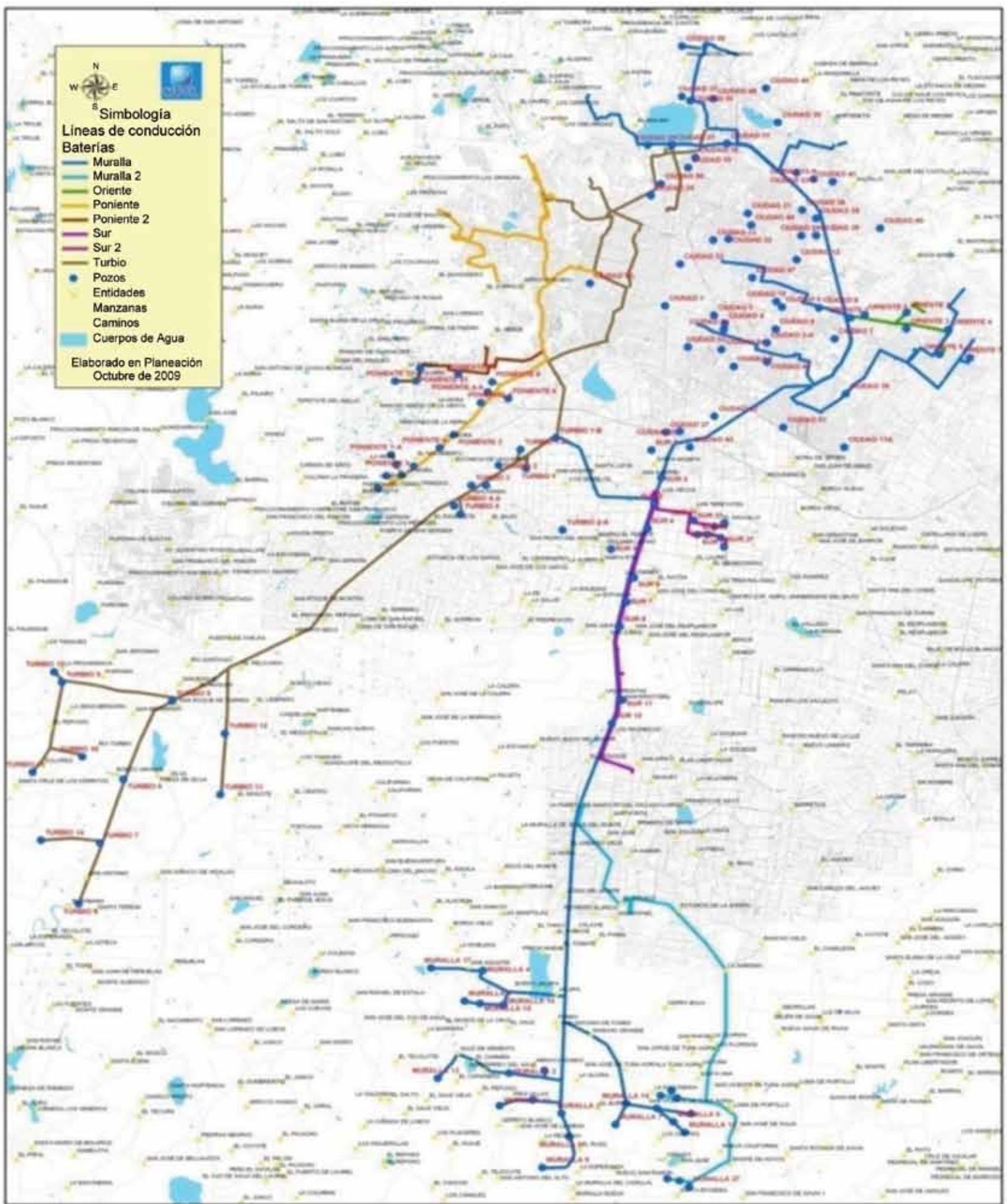


Ilustración 7. Líneas de conducción (fuente: SAPAL, 2011).

Comprometido con el medio ambiente, SAPAL ha optimizado el uso del agua, lo cual se refleja en la disminución del ritmo de extracción y en el aumento de la cobertura de agua potable. En 1992, la producción total de agua potable fue de 91.8 Mm<sup>3</sup>/año, con la cual se abastecieron 168,935 tomas; en 2009, la extracción fue menor, 79.8 Mm<sup>3</sup>/año, pero la cobertura aumentó a 349,437 mil tomas (tabla 1).

León cuenta con una red de distribución de agua potable cuya longitud supera los 4,500 kilómetros. Se han construido 106 km de nuevas redes para abastecer a colonias de todos los rumbos de la ciudad.

En la actualidad, SAPAL abastece al 98.93% de la población urbana regularizada. Existen colonias sin regularizar la tenencia de la tierra que aún no cuentan con el servicio domiciliario. No obstante, en consonancia con la visión social de la actual administración del municipio de León, SAPAL participa en el programa *Tomas públicas*, las cuales permiten acercar el agua potable a las familias que habitan en asentamientos bajo proceso de regularización. En la actual administración se han instalado cincuenta tomas públicas en beneficio de 9,000 familias sin costo para ellas.

Con esto, SAPAL da una respuesta al derecho humano al agua —aprobado el 8 de julio de 2010 por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas, y que compromete a cada Estado parte para realizar progresivamente el



derecho al agua y el saneamiento hasta el máximo de los recursos de que disponga—. De manera complementaria y con el mismo espíritu, se han instalado 15 bebederos públicos en distintos sitios de la ciudad, privilegiando los de mayor afluencia, como estaciones de transferencia de servicios de transporte y plazas públicas (tabla 4).

Tabla 4. Bebederos públicos.

Nombre	Número	Ubicación
Plaza Catedral	1	Calle Álvaro Obregón, Col. Centro
Estación de transferencia Delta	3	Calle Aureola, Col. La Campiña
Plaza de la Música	1	Calle Francia, Col. Moderna
Plaza Expiatorio	1	Calle Francisco I. Madero, Col. Centro
SAPAL	1	Calle Guty Cárdenas, Col. El Paisaje
Plaza Fundidora	1	Calle Hidalgo, Col. Centro
Estación de transferencia Bosco	3	Calle Juan Alonso de Torres, Col. Vibor
Central San Jerónimo	2	Calle Juan de la Barrera, Col. San Jerónimo
Plaza Principal	2	Calle 5 de Mayo, Col. Centro



El agua que suministra SAPAL en las tomas domiciliarias cumple con los 39 parámetros fisicoquímicos que establece la modificación 2000 de la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994, por lo que es apta para beberse directamente de la toma. Empero, la costumbre de usar aljibes y tinacos no permite garantizar la calidad del agua en las viviendas, instalaciones ni negocios.

A fin de cumplir con la responsabilidad de abastecer agua confiable para beber a la población de León, SAPAL se ha fijado el objetivo de obtener y mantener la Certificación de la Calidad del Agua que otorga la Secretaría de Salud. Para ello, es necesario corroborar las condiciones sanitarias de las instalaciones dedicadas a la extracción, conducción, distribución y entrega de agua potable a los clientes —NOM-230-SSA1-2002 Requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua—, así como verificar que se mantenga la calidad del agua y el cumplimiento de la normativa, que en la especie exige realizar los análisis en un laboratorio

acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

El laboratorio de SAPAL está acreditado ante la EMA, y una de sus ventajas es que se dispone de los resultados de los análisis en el menor tiempo posible, lo que permite tomar acciones preventivas y correctivas con prontitud en caso de ser necesario. Cuando se recibe una queja en el Sistema de Atención a Clientes (SAC) relativa a la calidad del agua, la Gerencia de Operación y Mantenimiento realiza las acciones para solucionar el problema, y el laboratorio verifica que en efecto se haya resuelto y libera la queja.

La garantía de la calidad del agua que suministra SAPAL se basa en un control microbiológico sistemático. En las tomas domiciliarias se realizan más de 24 mil muestreos de cloro residual y determinación bacteriológica al año. Asimismo, se llevan a cabo del orden de 1,350 análisis fisicoquímicos y bacteriológicos en los pozos, tanques, rebombeos y tomas domiciliarias conforme a la normativa aplicable. Al respecto, desde 2009 se ha logrado la certificación de las baterías de pozos Muralla, Turbio, Oriente, Poniente



y Sur. La batería de pozos Ciudad no se ha certificado porque en ella hay algunos pozos que fueron diseñados y perforados hace más de treinta años con la normativa vigente en aquel entonces, sin que pueda mezclarse el agua de los mismos para uniformar su calidad. Este problema se ha abordado mediante la reperforación de los pozos a mayores profundidades—with el fin de mejorar la calidad del agua que se extrae—and la construcción de ademes sanitarios en los mismos. Adicionalmente, se están planeando obras de interconexión para lograr la uniformidad de la calidad del agua. Debe hacerse notar que la certificación de la calidad del agua tiene una vigencia anual, lo cual implica que se trata de un proceso continuo.

Los problemas que se presentan en las tomas de los clientes suelen reducirse a la presencia de tierra después de haber reparado una fuga en un tubo de distribución, en cuyo caso se procede a limpiar los conductos afectados. Para los casos en que se contamina el agua que conduce una tubería de agua potable con aguas residuales—which es poco probable y muy esporádico—, se cuenta con un procedimiento específico para su atención inmediata.

Un objetivo primordial de SAPAL es que toda la población tenga servicio de agua potable las 24 horas. Para ello se ha emprendido la aplicación de tecnologías de vanguardia, con objeto de que los procesos de potabilización, almacenamiento y distribución sean más rápidos y eficientes. A fin de automatizar la operación de las fuentes de abastecimiento, tanques, rebombeos y redes de distribución, se creó el Centro de Monitoreo y Control. La sistematización de la supervisión en la operación de pozos, tanques, rebombeos y macrocircuitos permite optimizar la operación en tiempo real, y acopiar los datos para realizar un análisis ágil y útil en la toma de decisiones.

En el Centro de Monitoreo y Control—the cual consta de 24 pantallas de 55" LCD de grado industrial para uso continuo; aplicación SCADA basada en la plataforma Indusoft WebStudio 7.0, que permite la interacción con las variables de campo de manera amigable, y servidores Open Packaging Conventions (OPC) distribuidos— se puede dar seguimiento a las presiones, caudales y cloro residual en la red de agua potable.



Las principales funciones del Centro de Monitoreo y Control son:

- Contar con un panorama completo de la operación de fuentes de abastecimiento y redes, y eliminar la necesidad de recopilar información de diferentes instalaciones distantes.
- Eliminar los reportes por radio de los niveles en los tanques, y la condición de operación de los pozos y rebombeos.
- Integrar el Sistema de Información Geográfica de SAPAL (SIGSAPAL) y el Sistema de Automatización y Control (SCADA SAPAL) a la operación, para facilitar la atención de reportes y el despacho de cuadrillas de mantenimiento.

En 2006, el 82.51% de los clientes contaba con un servicio continuo, a una presión regulada, de agua potable; a partir de 2011 se logró el objetivo de suministrar al 97.69% de las tomas el servicio de agua las 24 horas del día (tabla 5).

**Tabla 5. Eliminación del servicio discontinuo y tandeado de agua potable.**

Año	Servicio continuo (%)	Servicio diario discontinuo (%)	Servicio tandeado (%)
2006	82.51	5.39	12.10
2007	90.02	6.51	3.47
2008	91.13	7.86	1.01
2009	95.63	4.37	0.00
2010	95.97	4.03	0.00
2011	97.69	2.31	0.00

Fuente: SAPAL, 2011.

Parte de la solución para lograr el servicio continuo de agua potable se basa en la distribución mediante macrocircuitos (ilustración 8)—definidos por fuentes de abastecimiento y altitud—, y en el emplazamiento de tanques de almacenamiento elevados (tabla 6)—con una capacidad de almacenamiento promedio de 200 m<sup>3</sup>—, que proveen la carga hidráulica suficiente como para que el agua potable que se distribuye se eleve hasta los tinacos de las casas sin necesidad de bombeo. El 80% del agua potable se rebomba a partir de 52 tanques

superficiales que oscilan entre los 2,000 y 15,000 m<sup>3</sup> de capacidad de almacenamiento y cuya capacidad combinada es de 203,418 metros cúbicos.

**Tabla 6. Tanques de almacenamiento de agua potable.**

Tipo de tanque	Cantidad	Capacidad acumulada (m <sup>3</sup> )
Elevados	79	13,987
Superficiales	102	189,431
Total	181	203,418

Fuente: SAPAL, 2011.

La presión en cualquier punto de la red oscila entre 1 y 4.5 kg/cm<sup>2</sup>, o de manera equivalente, entre 10 y 45 metros de columna de agua. No obstante, por las noches se disminuye la presión, conforme a la demanda, de 4 a 1 mca, con válvulas reguladoras de presión. Esta acción persigue fatigar menos a las tuberías, con lo cual se evitan las fugas, y en consecuencia, el desperdicio de agua. Las baterías de pozos bombean 24 horas diarias y los pozos aislados trabajan alrededor de 12 horas al día.

En cuanto al ahorro de energía eléctrica, se han instalado variadores de velocidad, en virtud de que el mayor consumo de energía eléctrica se da cuando arranca la bomba; de esta manera, los variadores de velocidad disminuyen las revoluciones por minuto de la bomba de acuerdo con la demanda y presión del agua, y con ello el gasto, sin parar la bomba. Se cuida el factor de potencia para evitar penalizaciones por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE): si no se sobrepasa de 1.18 kw/m<sup>3</sup> bombeado a 100 m de profundidad—en 2011, en 2012 será de 1.16 kw/m<sup>3</sup>—, además se obtienen bonificaciones. También se tiene un programa anual para renovar las bombas que presentan una eficiencia electromecánica menor al 54%.

El consumo total de energía eléctrica en un año —tomando en cuenta la extracción y distribución de agua potable— suele ser del orden de los 95 millones de kWh. La extracción de aguas subterráneas requiere del orden de los 65 millones de kWh y los rebombeos 30 millones de kWh. El costo de la energía ronda los

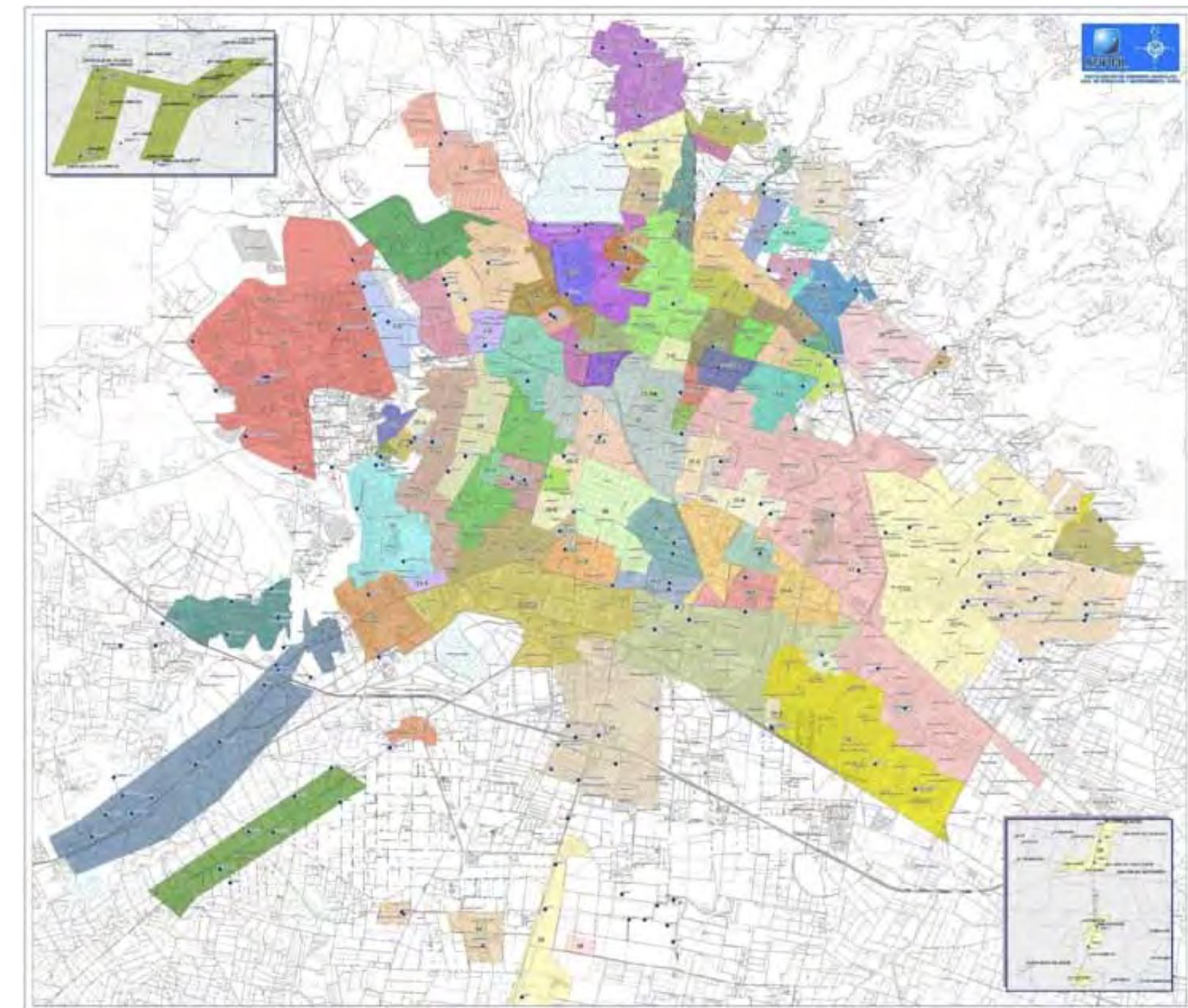


Ilustración 8. Ciento dos macrocircuitos de distribución de agua potable (fuente: SAPAL, 2011).

137.6 millones de pesos, lo cual representa alrededor del 19.3% de los costos de operación del sistema.

Con objeto de observar y controlar los pozos, tanques de almacenamiento y rebombeos, desde 2003 se ha establecido un Sistema de Automatización y Control de Fuentes de Abastecimiento (SCADA SAPAL Fuentes de Abastecimiento). El sistema registra las mediciones en:

- El estado de la bomba.
- Conocer el volumen de agua que se extrae de las fuentes de abastecimiento.
- Flujo instantáneo y total.

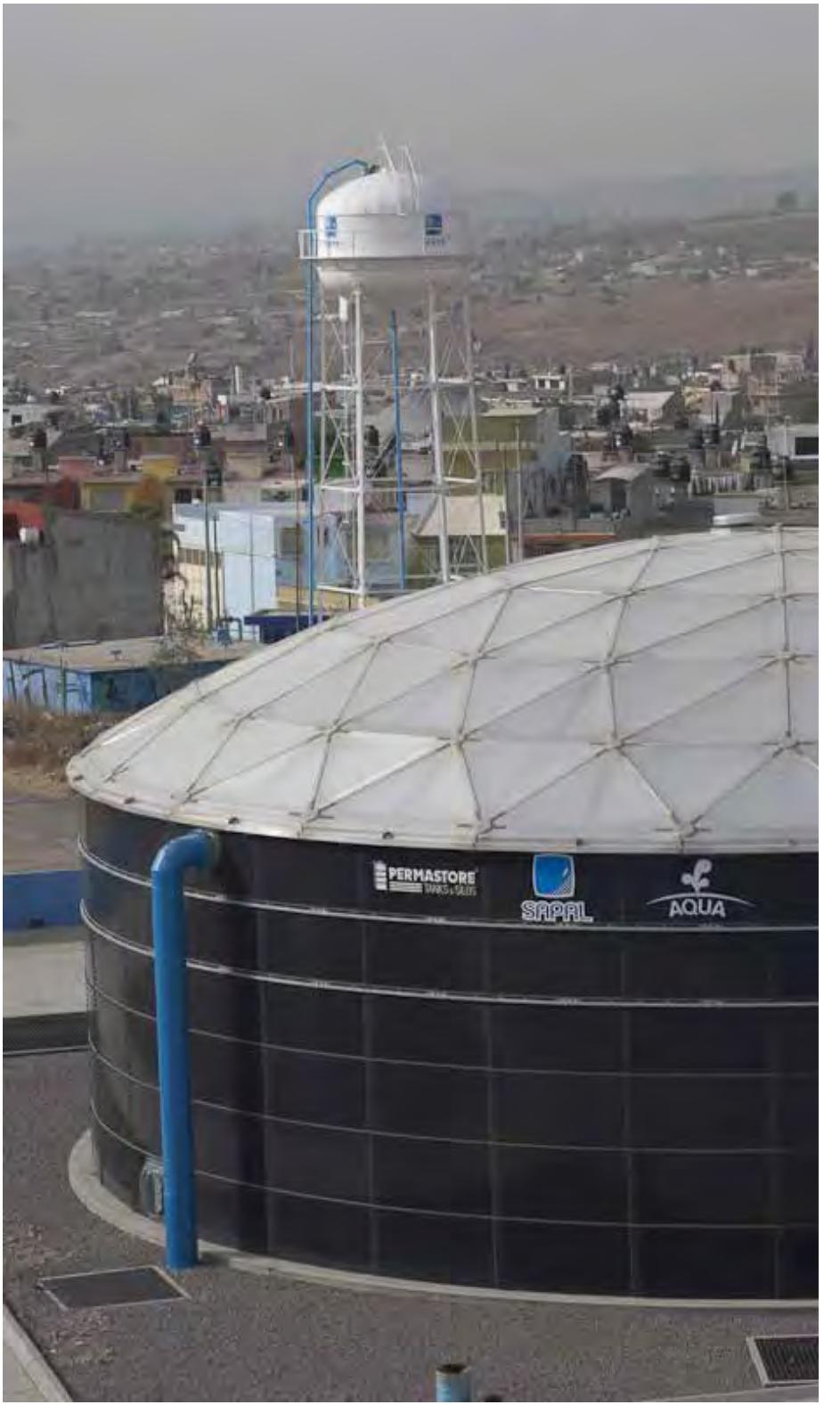
#### Material de las redes de agua potable

PVC	78.76%
Polietileno	19.57%
Asbesto cemento	9.32%
Concreto	1.75%
Hierro dúctil	0.48%
Hierro fundido	0.12%

**Fecha de instalación  
de las redes de agua  
potable**

• < 1925	0.00%
1926 < • < 1950	10.00%
1951 < • < 1975	19.20%
1976 < • < 2000	18.80%
2001 < •	55.00%

- Registrar la energía eléctrica consumida.
- Determinar la eficiencia de las bombas y su potencial para ahorrar energía.
- Responder en tiempo real ante alguna falla en una instalación lejana.
- Alimentar las bases de datos de la extracción y potabilización del agua.
- Disminuir los costos de operación al reducir las revisiones por parte de las cuadrillas de operación y mantenimiento.



Hoy día, el sistema SCADA SAPAL Fuentes de Abastecimiento se aplica en 133 pozos, 24 tanques de almacenamiento y 32 rebombeos, un 83% de avance global.

Otro sistema computacional que apoya la operación de las redes es el Sistema de Automatización y Control de Macrocircuitos (SCADA SAPAL Macrocircuitos). Este componente data de 2010, y su finalidad es establecer el control automático local y la observación remota de las válvulas reguladoras de presión. Para ello:

- Se mide la presión aguas arriba y aguas abajo.
- Se observa el flujo instantáneo y total.
- Se establece el calendario de operación de la válvula.
- Se instalan alarmas de flujo, presión, fallas de operación de sensores y controlador.
- Se puede seleccionar el modo de operación (automático basado en el calendario, semiautomático basado en un punto de referencia de presión y manual).

Con la finalidad de:

- Disminuir el tiempo de respuesta a fallas, al poder operar la válvula desde una base de control.
- Contar con información actualizada en una base de datos de los movimientos realizados a las válvulas.
- Contar con información real e histórica sobre el estado de operación de las principales válvulas.
- Obtener ahorros en la operación de las válvulas al no tener la necesidad de enviar personal a operarlas.
- Tener la facilidad y flexibilidad de cambiar los programas de movimiento de válvulas desde una base de control.
- Evitar condiciones de riesgo para el personal que opera las válvulas de forma manual.
- Reducir el número de fugas al regular la presión en las líneas de conducción, y por tanto obtener ahorros de agua y en mantenimiento.



Este proyecto está instrumentado en 102 macrocircuitos urbanos. Se tienen en desarrollo veinte macrocircuitos rurales, de los cuales se estima un avance del 70%.

En la ilustración 9 se muestra cómo el tiempo de atención a fugas y de bacheo ha ido disminuyendo de manera sensible desde 1996.

#### Fugas en las redes de agua potable

Volumen inyectado al sistema de distribución:

**80.917 Mm<sup>3</sup>**

Porcentaje medido del volumen que se inyecta:

**100.00 %**

Cobertura de micromedición:

**100.00 %**

Medidores instalados:

**363,903**

Medidores en funcionamiento:

**346,132**

Volumen de agua consumida medida:

**53.334 Mm<sup>3</sup>**

Lectura manual de los medidores:

**96.09 %**

Mantenimiento preventivo de medidores:

**21,237/año**

Mantenimiento correctivo de medidores:

**13,356/año**

Reparaciones a las conexiones domiciliarias:

**5,000/año**

Reparaciones a las redes de distribución:

**3,800/año**

Reemplazo de redes de agua potable:

**146.24 km**

Fugas no visibles detectadas:

**3,278/año**

- Contar con información actualizada en bases de datos de los parámetros de calidad del agua.
- Identificar problemas en las líneas de conducción.

Se tienen cuatro puntos de medición de parámetros de calidad del agua, que abarcan el 60% del agua distribuida.

Asimismo, SAPAL ha desarrollado un Sistema de Prepago para el Llenado de Pipas de Agua Potable y Tratada, el cual comenzó a operar en 2010 por medio de tarjetas inteligentes que facilitan el llenado automático de pipas y el registro de transacciones comerciales. La interfaz incluye una pantalla táctil, lectores de tarjetas y una red de comunicación basada en tecnología celular.

Sus principales funciones son:

- Evitar pérdidas por ventas de agua no registradas.
- Facilitar el control administrativo de las transacciones realizadas por el llenado de pipas.
- Diversificar los puntos de venta de agua para pipas.
- Modernizar la imagen institucional.

A efecto de:

- Verificar que los parámetros de calidad estén dentro de los rangos adecuados para el consumo humano.
- Disminuir el tiempo en la toma de decisiones al contar con información en tiempo real.

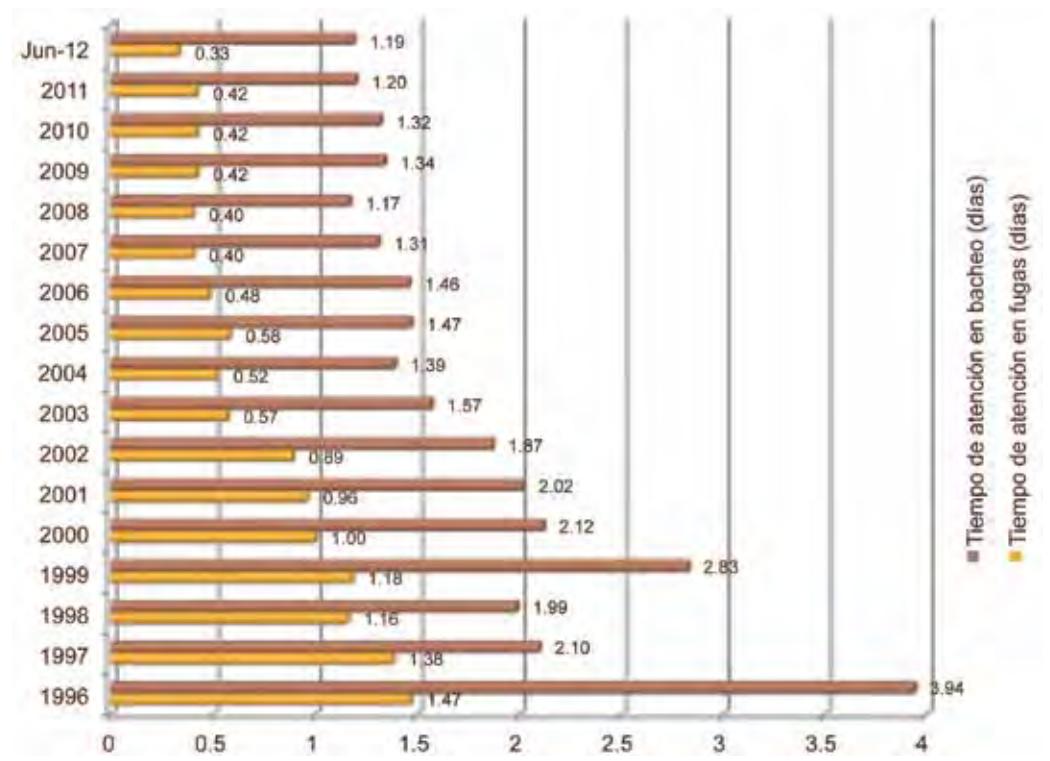


Ilustración 9. Tiempo de atención a fugas y bacheo (fuente: SAPAL, 2011).



## Alcantarillas y drenaje

**Alcantarillado. Red de acueductos subterráneos, o sumideros, construidos para recolectar las aguas de lluvia o residuales y conducirlas hacia un punto específico.**

**Alcantarillado sanitario. Red de acueductos subterráneos para desalojar las aguas residuales domésticas.**

**Alcantarillado industrial. Red de acueductos subterráneos para desalojar las aguas residuales industriales.**

**Alcantarillado pluvial. Red de acueductos subterráneos para desalojar las aguas de lluvia.**

**Alcantarillado mixto. Red de acueductos subterráneos para desalojar las aguas residuales domésticas y de lluvia.**

**Drenaje pluvial. Red de medios naturales (arroyos, cauces o ríos) o construidos (alcantarillas, cañerías, zanjas o canales) para dar curso a las aguas de lluvia.**

### 5.2 Alcantarillado sanitario

En la ciudad de León se generan más de 1,500 lps de aguas residuales, de los cuales el 85% proviene de los clientes a los que SAPAL abastece de agua potable, y el resto procede de usuarios con un suministro de agua alterno, en su mayoría por medio de pipas particulares. El agua residual se conduce hasta las distintas plantas de tratamiento a través de la red de alcantarillado operada por SAPAL.

Este red tiene una longitud de 2,786.93 km de alcantarillado mixto, es decir, desaloja aguas residuales domésticas y aguas de lluvia, y 149 km drenan exclusivamente agua de lluvia. La capacidad de la red de alcantarillado sanitario para evacuar las aguas residuales domésticas es adecuada, pero la red de drenaje pluvial es insuficiente.

Por esa razón, SAPAL establece los límites máximos permisibles —como promedio diario o medición instantánea— de las sustancias que pueden verterse al alcantarillado, provenientes de las aguas residuales domésticas e industriales asentadas en la zona de desincorporación de los procesos húmedos de la curtiduría (tabla 7).

El sector industrial ha realizado un esfuerzo para desincorporar de la zona urbana el 90% de la producción de cuero en su proceso húmedo, con lo cual las condiciones de las aguas residuales de la ciudad han mejorado de forma sustancial. SAPAL continúa dispuesto a apoyar a los industriales que aún no han desincorporado sus procesos húmedos, para encontrar soluciones

pesados y compuestos organoclorados, organosulfurados y organofosforados). La contaminación de las aguas residuales es un factor de riesgo al medio ambiente, y a la salud humana y vegetal, además de que puede ablandar las tierras.

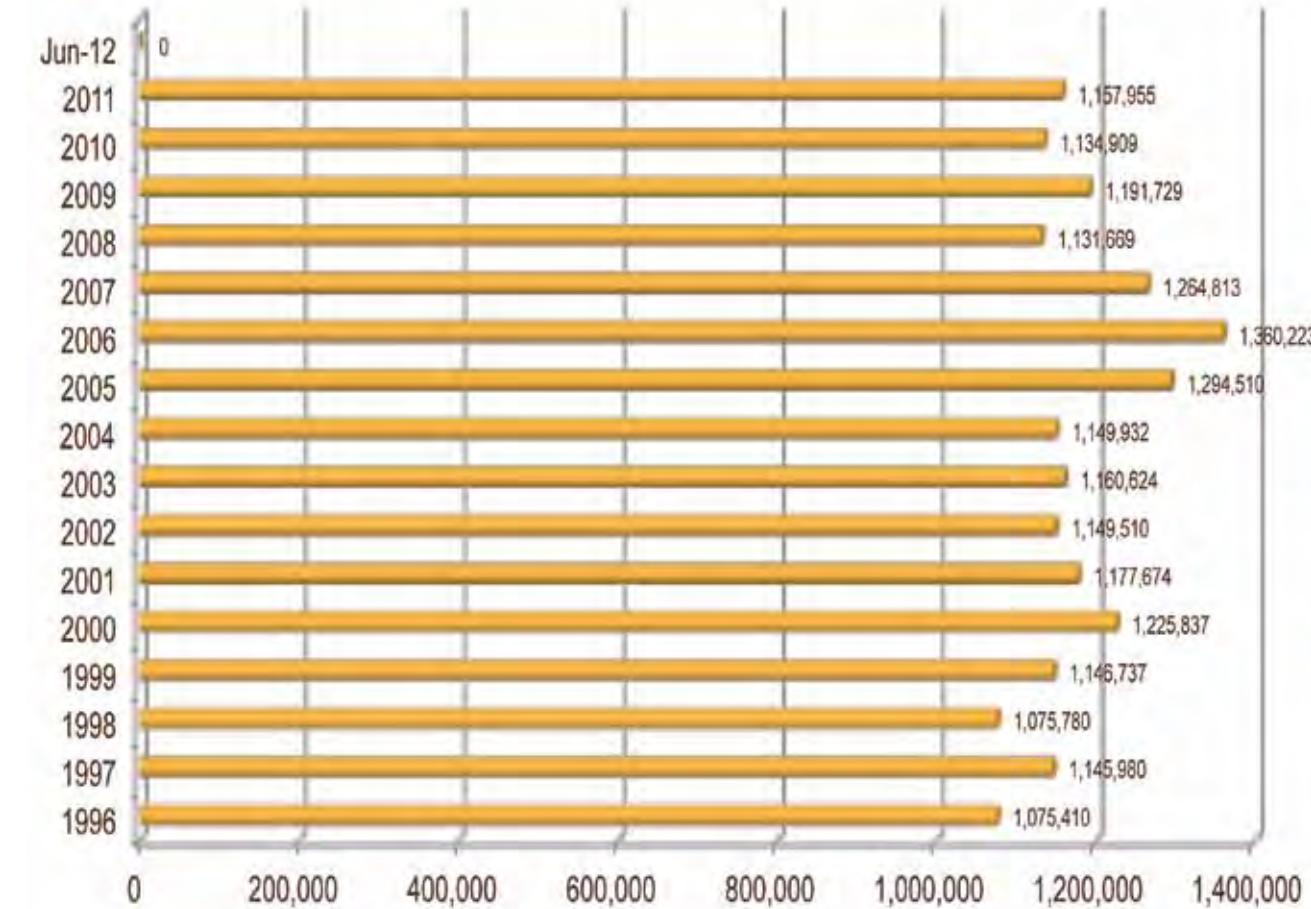


Ilustración 10. Limpieza de la red de alcantarillado (fuente: SAPAL, 2011).

Tabla 7. Límites máximos permisibles de sustancias que pueden verterse al alcantarillado.

Parámetro	Concentración promedio diaria para descargas domiciliarias	Concentración promedio diaria para descargas industriales
pH	6 < • < 10 (instantáneo)	4 < • < 9.5 (instantáneo)
Temperatura	< 40 °C (instantánea)	< 40° C (instantánea)
Materia flotante	Ausente	Ausente
Sólidos sedimentables	< 10 mg/l	< 60 mg/l
Sólidos suspendidos totales	< 350 mg/l	< 3,200 mg/l
Grasas y aceites	< 100 mg/l	< 450 mg/l
SAAM	< 15 m/l	< 175 m/l
Conductividad eléctrica	< 5,000 micromhos/cm	< 25,000 micromhos/cm
DBO <sub>5</sub>	< 350 mg/l	< 4,400 mg/l
DQO	-	< 11,500 mg/l
Fósforo total	< 21 mg/l	< 35 mg/l
Nitrógeno total	< 42 mg/l	< 570 mg/l
Cloruros	< 70 mg/l	< 7,200 mg/l
Arsénico	< 0.7 mg/l	< 0.7 mg/l
Cadmio	< 0.7 mg/l	< 0.7 mg/l
Cianuros	< 1.5 mg/l	< 1.5 mg/l
Cobre	< 15 mg/l	< 15 mg/l
Cromo hexavalente	< 0.5 mg/l	-
Cromo total	-	< 300 mg/l
Mercurio	< 0.015 mg/l	< 0.015 mg/l
Níquel	< 6 mg/l	< 6 mg/l
Plomo	< 1.5 mg/l	< 1.5 mg/l
Zinc	< 9 mg/l	< 9 mg/l
Sulfuros	< 1 mg/l	< 200 mg/l

Fuente: Reglamento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento para el Municipio de León, Guanajuato, 2010.

que beneficien a la infraestructura hidráulica y a sus empresas. No obstante, en algunos tramos se ha deteriorado el alcantarillado sanitario debido, por una parte, a que el 40% de la red ha cumplido su periodo de vida útil y, por otra, a que la agresividad del agua residual vertida por las industrias ha propiciado el desgaste de las tuberías, al grado de que en algunas zonas de la ciudad ya no hay tubo y se han presentado colapsos del pavimento en donde los socavones son muy amplios. Por tanto, es urgente encontrar procesos de rehabilitación de la tubería afectada sin causar problemas al tránsito de la ciudad.

El alcantarillado sanitario se revisa aleatoriamente con una cámara de video, a fin de valorar las condiciones de los colectores y programar el mantenimiento preventivo, y se mide el nivel de explosividad con el propósito de tomar precauciones y evitar riesgos. Las cañerías de la red de alcantarillado se limpian a un ritmo de 7,050 m/día, y se efectúan rehabilitaciones puntuales para evitar obturaciones o colapsos.

En promedio, la limpieza anual de la red de alcantarillado comprende el 40% de su longitud (ilustración 10).

Los responsables de los abastecimientos, servicios, o instalaciones públicas o privadas que generen descargas de aguas residuales deben registrarlas ante SAPAL, y todo cliente responsable de descarga no doméstica o aquel que tenga suministro de agua diferente o adicional al suministrado por SAPAL, está obligado a:

- Construir un registro para la medición de los flujos de agua residual descargada y la toma de muestras.
- Instalar medidores totalizadores o de registro continuo en cada una de las descargas finales de agua residual, excepto en las de agua pluvial, de acuerdo con el volumen y la caracterización de las aguas descargadas que se encuentren aprobadas por SAPAL.



En cualquier caso, está prohibido descargar aguas residuales no domésticas sin el tratamiento requerido. El responsable de la descarga de aguas residuales a los sistemas de drenaje pluvial y alcantarillado sanitario a cargo de SAPAL que incumpla con lo establecido en la tabla 6 podrá optar por establecer sistemas de tratamiento para remover la demanda bioquímica de oxígeno y los sólidos suspendidos totales.

### 5.3 Tratamiento de aguas residuales

Con la finalidad de mantener el tratamiento adecuado de todas las aguas residuales no domésticas —comerciales e industriales— que se vierten al sistema de alcantarillado sanitario y drenaje pluvial a cargo de SAPAL, los establecimientos, servicios o instalaciones públicas o privadas deben registrar sus descargas ante SAPAL, proporcionando:

1. Un plano de las instalaciones sanitarias, escala 1:100, con el sistema de drenaje interno, que indique la localización de las descargas, así como las distancias, diámetros de tuberías y la ubicación de coladeras, fosas, rejillas y registros.
2. Las características del suministro: el volumen adquirido mediante una toma de SAPAL, agua de pipas, pozos y otros diversos.
3. Un diagrama de bloques que incluya las principales etapas de producción o del servicio proporcionado.
4. El tipo de descarga: sanitario, de procesos o servicios, pluvial o mixto.
5. El tipo de tratamiento que se le da a la descarga: ninguno, filtración, rejillas o cribado, trampa de grasas y aceites, sedimentación, planta de tratamiento u otros.
6. El análisis fisicoquímico de sus aguas residuales, realizado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.
7. Un programa de acciones para disminuir la carga contaminante, en caso de ser necesario.

El compromiso de depurar las aguas residuales de León se halla en el objetivo primordial de generar una cultura de reuso

del agua tratada, así como en contribuir al saneamiento de la cuenca del río Lerma. En este sentido, un hecho relevante es haber logrado el tratamiento separado de las aguas residuales domésticas e industriales. Con la desincorporación de los procesos húmedos de la curtiduría en la zona urbana, su concentración en un parque industrial —Polígono Industrial Surponiente— y la ampliación de la infraestructura de conducción y tratamiento de las aguas residuales industriales, SAPAL ha logrado la meta de sanear el 100% de sus aguas residuales a partir de 2011.

SAPAL cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales municipales (PTARM), cuya capacidad instalada es de 2,500 lps en tratamiento primario y 1,000 lps en tratamiento secundario. Adjunto a la PTARM se construyó en 2009 una planta de tratamiento para aguas residuales industriales —denominada Módulo de Desbaste— con una capacidad instalada para el tratamiento de 150 l/s. En el Módulo de Desbaste, las aguas provenientes de las industrias reciben primero un pretratamiento, después un tratamiento fisicoquímico y posteriormente un tratamiento biológico, proceso que elimina la mayor parte de los contaminantes. Los efluentes del Módulo de Desbaste tienen características similares a las aguas residuales domésticas, por lo que se conducen a la PTARM para completar su saneamiento.

Se debe incrementar el proceso secundario de la PTARM hasta 1,500 lps para estar en posibilidad de cumplir con la calidad cuando se reciban volúmenes superiores.

El crecimiento habitacional en la periferia de León ha dado lugar a nuevos fraccionamientos, cuyas aguas residuales no pueden llegar a la PTARM, lo que ha obligado a construir una serie de plantas periféricas para el tratamiento de aguas residuales que han quedado a cargo de los desarrolladores, como parte del costo marginal de la infraestructura.

Por ello, SAPAL requiere revisar los proyectos ejecutivos de las plantas periféricas, ya

que una vez construidas, se entregan al Sistema de Agua y Alcantarillado de León para ser operadas. El laboratorio de SAPAL verifica que las plantas cumplan con la normativa.

Por otra parte, desde 2010, SAPAL ha accedido a los recursos del Programa de Tratamiento de Aguas Residuales (Protar) —que apoya a las plantas de tratamiento de aguas residuales para que sigan manteniendo la calidad de sus descargas—, en virtud de que cumple con la calidad del agua en los efluentes de sus plantas de tratamiento. Ese programa federalizado otorga \$0.50/m<sup>3</sup> a las plantas cuyos efluentes tienen menos de 30 ppm de DBO<sub>5</sub> y 40 ppm de SST, que es el caso de las plantas periféricas; \$0.40/m<sup>3</sup> a las plantas cuyos efluentes tienen menos de 75 ppm de DBO<sub>5</sub> y 75 ppm de SST, y \$0.30/m<sup>3</sup> a las plantas cuyos efluentes tienen menos de 150 ppm de DBO<sub>5</sub> y 150

**Tabla 8. Plantas de tratamiento de aguas residuales.**

PTAR	Capacidad instalada		Gasto tratado (Mm <sup>3</sup> /año)				
	(lps)	(Mm <sup>3</sup> /año)	2006	2007	2008	2009	2010
Municipal	2,500	78.840	38.001	39.515	44.308	43.457	42.984
Desbaste	150	4.730	0.000	0.000	0.000	0.221	3.753
Las Joyas	70	2.208	0.536	0.820	0.851	0.946	1.072
Villas de San Juan	70	2.208	0.442	0.820	1.009	0.978	0.915
Lomas del Mirador	23	0.725	0.000	0.095	0.126	0.221	0.189
San Isidro de las Colonia	20	0.631	0.000	0.000	0.000	0.063	0.095
Santa Rosa Plan de Ayala	15	0.473	0.000	0.000	0.000	0.000	0.126
Periodistas de México	10	0.315	0.158	0.158	0.126	0.126	0.095
Ciudad Industrial	1.3	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.032
<b>Total</b>	<b>2,859.3</b>	<b>90.171</b>	<b>39.136</b>	<b>41.407</b>	<b>46.421</b>	<b>45.790</b>	<b>49.228</b>

Fuente: SAPAL, 2011.

En algunas de las plantas periféricas se cuenta con sistemas de garza, y se realiza la entrega del agua tratada a pipas para el riego de jardines y áreas verdes del municipio. Se está construyendo una línea de agua tratada y un cárcamo de bombeo de la plantas de tratamiento Las Joyas para conducirla a un club de golf.

Además, se han construido los colectores sanitarios Vencedores y Arroyo Hondo, los colectores industriales Arroyo Hondo y Río de los Gómez, así como las interconexiones de descargas a los colectores, para que pueda llegar la totalidad de las aguas residuales a la PTARM (ilustración 12).



Ilustración 11.  
Plantas de tratamiento  
de aguas residuales  
operadas por SAPAL.

Fuente: SAPAL, 2011.



Ilustración 12. Colectores industriales (fuente: SAPAL, 2011).



SAPAL realiza una constante labor de verificación de la calidad del agua y de las condiciones sanitarias de las instalaciones. Para ello cuenta con un laboratorio de calidad del agua en el que se analizan muestras de agua potable y de aguas residuales tratadas. En particular, se lleva a cabo un proceso de fiscalización de las descargas diferentes a las domésticas, para lo que se cuenta con un padrón de descargas específico; además, se verifican los sistemas de pretratamiento exigidos a los diversos giros, para evitar el vertido de contaminantes que pueden eliminarse en sus propias instalaciones, y que a las plantas de tratamiento lleguen los afluentes con la calidad adecuada para su tratamiento.

Asimismo, SAPAL supervisa la operación y el cumplimiento del contrato de prestación de servicios de la PTARM, ya que su operación está concesionada. Las plantas de tratamiento periféricas son operadas por personal propio. En el laboratorio de agua residual, se realizan los análisis tanto de las descargas industriales como de las plantas de tratamiento para verificar el cumplimiento de la normativa aplicable.

Por otra parte, SAPAL es el primer organismo operador de agua potable y saneamiento del país que incursiona en la cogeneración de energía eléctrica y térmica a partir del biogás que libera la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipal. Con ello contribuye a disminuir la emisión de gases con efecto de invernadero y mejora la eficiencia económica de la planta de tratamiento. Es importante mencionar que desde 2010, la calidad del biogás ha permitido su reutilización como consecuencia del avance en la desincorporación de los procesos húmedos de las tenerías en la zona urbana.

#### 5.4 Reúso de agua residual tratada

El 7 de marzo 1997 se firmó el Convenio de Concertación para el Saneamiento de la Cuenca del Río Turbio, en el cual, entre otros acuerdos, la industria de León se comprometió a:

- Desincorporar los procesos de curtido de la zona urbana.
- Crear un parque de lodos (Centro Integral de Manejo de Residuos de la Industria Curtidora de la CICUR).
- Manejar de manera integral los residuos.
- Elaborar un manual de manejo de residuos.
- Desclasificar los residuos de la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (la norma vigente es la NOM-052-SEMARNAT-2005).

SAPAL se comprometió a:

- Construir una red de alcantarillado en una zona autorizada.
- Construir una planta de tratamiento de aguas residuales industriales.
- Apoyar a la industria curtidora en su desincorporación de procesos.
- Establecer un padrón de descargas.

Asimismo, se tiene un proyecto con la Cámara de la Industria de la Curtidura del Estado de Guanajuato (CICUR), a fin de estimar la factibilidad de emplear agua residual tratada de la PTARM en los procesos de pelambre, curtido y acabado, los cuales utilizan el 40% del agua que se maneja en el proceso de curtidura (ilustración 13).

En 2008, SAPAL y CICUR realizaron un estudio conjunto para a) determinar la factibilidad de usar el agua tratada en los procesos de curtido (con resultados favorables); b) investigar procesos que permitan disminuir el uso del agua en la curtidura, y c) promover el empleo de productos químicos amigables al medio ambiente en la industria del calzado.

Como resultado de ese estudio, del 11 de agosto de 2008 al 22 de enero de 2009, se llevaron a cabo una serie de pruebas en las tenerías Monte Carmelo, Los Castillos y Barrio Arriba, con dos tipos de pro-



Ilustración 13. Distribución industrial de agua tratada (fuente: SAPAL, 2011).

cesos: curtido al cromo de cuero vacuno y porcino; curtido al vegetal de cuero vacuno en las etapas de remojo, pelambre, desescalado y picle.

Los beneficios detectados con el reúso de agua tratada son:

- Asegurar la viabilidad y responsabilidad ecológica de la industria curtidora.
- Conservar y generar empleos en la cadena proveeduría-cuero-calzado.
- Respetar el medio ambiente con una industria decidida a cumplir con la normativa ambiental.
- Solucionar una problemática de índole social, económica y ecológica.
- Promover una cultura ambiental en la sociedad.

Por tanto, se concluyó que sí es posible utilizar las aguas residuales tratadas de los usos urbanos en la industria curtidora, lo cual permite ubicarla en zonas preparadas para ello y, de esa manera, contar con un abastecimiento de agua continuo, suficiente y con precios competitivos.

En consecuencia, el Consejo Directivo de SAPAL impulsó políticas que marcaron el inicio de una nueva era en el uso racional del agua en León: el aprovechamiento del agua tratada en la industria, en los servicios municipales, como el riego de áreas verdes, y en el riego agrícola. Para avanzar en este reto, SAPAL apoyó a la Cámara de la Industria de la Curtidura del Estado de Guanajuato (CICUR), en la realización del estudio Proyecto para el Reúso de Agua Tratada en la Industria, el cual confirmó que los efluentes del tratamiento secundario de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTARM) es adecuado para el proceso húmedo del curtido de pieles e incluso supera las expectativas de calidad del gremio de los curtidores.

A fin de que los industriales pudieran tener acceso al agua tratada mediante una toma directa en sus empresas, se llevó a cabo la construcción de 35 kilómetros de redes de distribución de agua tratada en el polígono industrial del sur-poniente de la ciudad, así como de un sistema de bombeo en el que se incluye un tanque y una serie de filtros autolimpiables, con la finalidad de garantizar la calidad del agua tratada.

#### Estudios diversos para el uso de aguas residuales tratadas

**SAPAL y el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC)** realizaron un estudio para determinar la posibilidad de usar el agua tratada en la elaboración de mortero y concreto. Al efectuar tres pruebas — adicionales a los análisis fisicoquímicos estipulados en la normativa— resultó que el agua es adecuada, ya que sus parámetros se conforman a los límites establecidos en las normas aplicables.



Desde las primeras semanas de la promoción, las industrias ubicadas en los fraccionamientos industriales Santa Crocce, Arroyo Hondo, La Piscina, San Crispín, Industrial San Jorge, Industrial Pamplona, Granja Las Amalias y el Parque Industrial León, que son los autorizados por el municipio de León para la realización del proceso húmedo de las tenerías, mostraron gran interés en participar en esta nueva cultura del uso del agua residual tratada. A partir de julio de 2010 se inició el suministro de agua tratada en la zona sur-poniente para ser reusada por la industria de la curtiduría (ilustración 13).

Los beneficios para la industria son, principalmente:

- El abatimiento de sus costos: ahorros en el precio del agua de entre el 60 y el 80% respecto del agua de pipa y de la red municipal.
- La calidad de las pieles no se afecta al usar agua tratada, en comparación con el uso de agua clara.
- El abasto está garantizado, ya que será posible reciclar el agua que la ciudad usa.
- La calidad del agua es constante, pues se instalaron sistemas de filtros especiales, así como un cárcamo de recirculación, para garantizar características estándar.

La infraestructura de comercialización del agua residual tratada tiene una capacidad instalada de 150 l/s y líneas de distribución en la zona industrial poniente, incluyendo el Parque Industrial de León (ilustración 13). No obstante, en la actualidad sólo usan del orden de 15 litros por segundo.

En León están asentadas 8,966 industrias, algunas de las cuales reúsan las aguas residuales tratadas, pero a todas se les realiza una fiscalización de las descargas de sus aguas residuales, se revisan sus trampas de grasas y fosas sedimentadoras, se apoya la desincorporación de los procesos húmedos de la curtiduría, y para aquellas que tienen sistemas de pretratamiento, se mide la

calidad del agua en las descargas de sus plantas de tratamiento.

Se tienen comprometidos 21.38 Mm<sup>3</sup>/ año de los efluentes de la PTARM con los ejidos de Santa Rosa, Puerta de San Germán y La Reserva (ilustración 14), volumen que se utiliza en el riego de cultivos. En la actualidad se tiene un proyecto de riego por goteo para unas parcelas del ejido Puerta de San Germán, cuyo objeto es lograr ahorros sustantivos en el consumo de agua residual tratada y aumentar la superficie de riego con la misma cantidad de agua, para lo cual se están buscando los fondos con el fin de realizarlo.

Por otra parte, el agua tratada en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTARM) se destina a los usos siguientes:

- Rebombeo a ejidatarios para su uso en el riego agrícola: Pompa, Puerta de San Germán y Santa Rosa Plan de Ayala.
- En época de lluvias, los excedentes se vierten al río de Los Gómez, apoyando al saneamiento del río Turbio.
- Reúso de agua tratada en procesos de curtido.

El compromiso con los ejidatarios es de 680 lps de la PTARM, pero debido a las necesidades de agua de los cultivos, los volúmenes que se les entregan varían de mes a mes. A manera de ejemplo, en septiembre de 2011 se reusaron 1.669 Mm<sup>3</sup> en el riego agrícola, lo cual representa del orden del 45% de los efluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales en un mes. Para la industria se tiene una capacidad instalada de 150 lps, aunque por el momento sólo usan del orden de 15 lps. Para las áreas verdes no existe un volumen comprometido, pero se tiene la capacidad de surtir a todas las pipas que requieren agua para ese propósito.

Hoy en día se cuenta con nueve puntos de surtido de agua potable y un sitio para la venta de agua tratada en pipas. En la planta de Villas de San Juan se cuenta

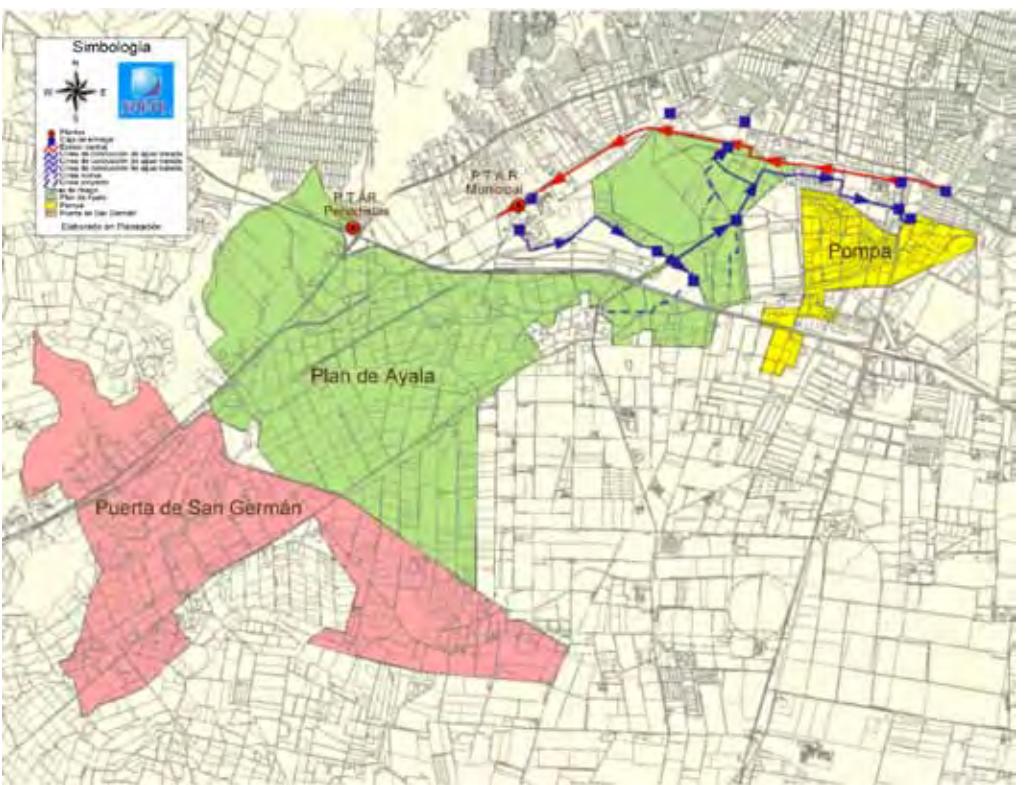


Ilustración 14. Zonas de riego abastecidas con agua residual tratada en la PTARM.  
(fuente: SAPAL, 2011).

con un sistema automatizado para el llenado de pipas con agua tratada mediante tarjetas prepagadas, cuyo destino es el riego de áreas verdes. Asimismo, el Fideicomiso de Administración de Pipas Municipales (FIDAPIM) llena ahí sus pipas con agua tratada.

#### **Escurrimiento del agua**

**Aguas arriba.** En dirección contraria a la de la corriente o curso natural del agua.

**Aguas abajo.** En la dirección de la corriente o curso natural del agua.

#### **5.5 Drenaje pluvial**

La pendiente natural de la ciudad y, por ende, la orientación de las corrientes pluviales es del norte hacia el sureste. Sin embargo, los pasos naturales del agua han sido obstaculizados por:

- Las rasantes de bulevares y calles.
- El desvío, invasión o desaparición de arroyos.
- La deficiente nivelación de los pavimentos.

Por ello, en una línea prioritaria de trabajo que busca la prevención de inundaciones y encharcamientos, se creó el Plan Maestro Pluvial, el cual consta de dos partes:

1. Identificación de los puntos críticos de inundación, los cuales sumaron sesenta, y la preparación de los pro-

yectos técnicos para restituir el drenaje natural hasta donde sea posible. En junio de 2010 se habían realizado diez obras para corregir algunos de los puntos con mayores problemas, en donde se aplican recursos de la federación y el estado, con el apoyo técnico y operativo de SAPAL.

2. Elaboración del plano hidrológico de León, en el que están identificados los 59 arroyos que cruzan el municipio —37 atraviesan la ciudad—, tanto aguas arriba como aguas abajo.

El Plan Maestro Pluvial es un elemento de ordenamiento de los cauces que se encuentran en la zona urbana y en el sur de la ciudad, hacia donde fluyen las aguas pluviales (ilustración 15). El Plan Maestro Pluvial pretende evitar la eliminación de los escurrimientos naturales y su desvío, lo cual ha sido la razón histórica del problema que actualmente provoca las inundaciones. Por ello, se ha incluido como parte del Plan Maestro Hidráulico de León y se ha entregado a

las áreas de planeación y de desarrollo urbano municipal para el apoyo de sus funciones.

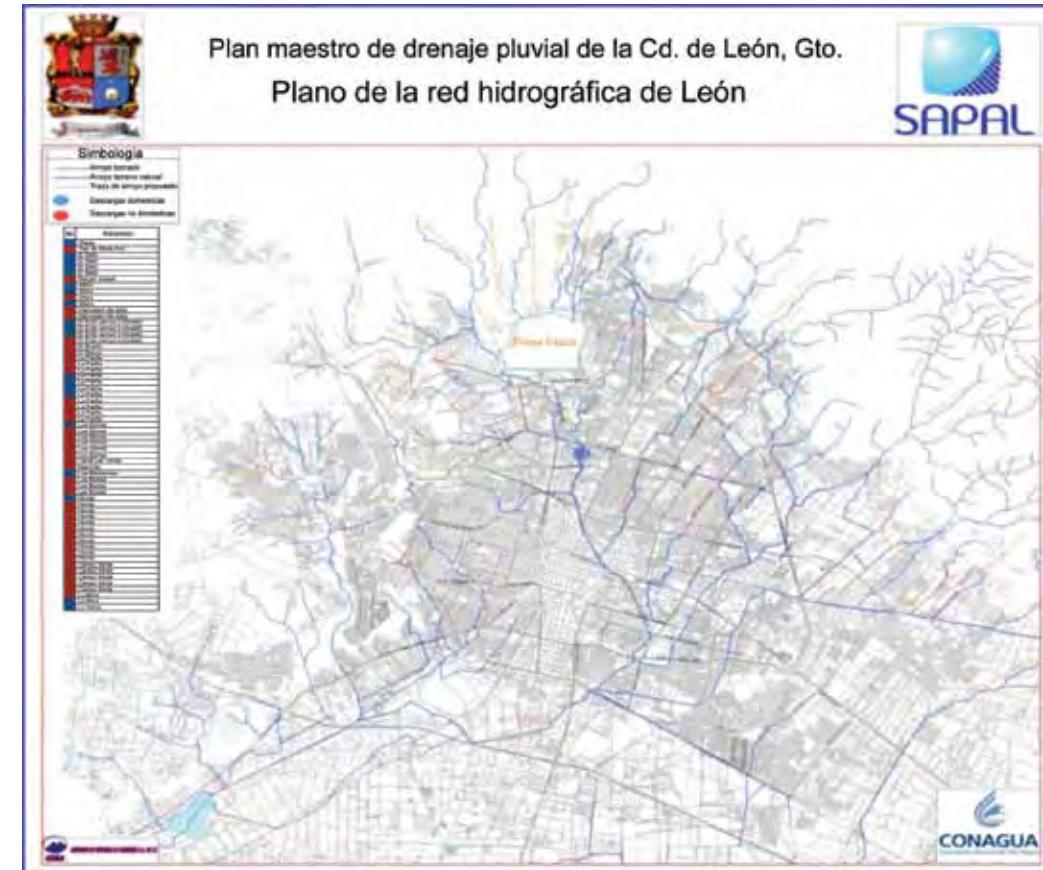


Ilustración 15. Red hidrográfica de León (fuente: SAPAL, 2011).

Durante 2008 se elaboró el Plan Maestro Pluvial, en el que se determinó la existencia de sesenta puntos de la ciudad con problemas de encharcamiento o inundación, y se realizaron los anteproyectos de la infraestructura hidráulica necesaria para dar solución a los mismos, varios de los cuales se han empezado a construir. Igualmente se realizó el levantamiento topográfico de la totalidad de los arroyos y la planeación que evite problemas futuros en las áreas de crecimiento urbano. Dicho plan deberá servir de guía en la elaboración de proyectos ejecutivos de las obras pluviales para la ciudad, así como en la gestión de recursos para dicho fin.

#### **5.6 Custodia de arroyos**

El Ayuntamiento de León firmó un convenio con la Comisión Nacional de Agua, mediante el cual se le delegan las facultades de custodia de los arroyos que cruzan el municipio. El objetivo del convenio es que el municipio, a través de SAPAL, administre, custodie, conserve y mantenga la zona de jurisdicción federal adyacente

a corrientes, lagos y lagunas de propiedad nacional. En específico, se transfiere la custodia de 37 tramos de arroyos ubicados dentro del territorio municipal.

Los principales compromisos para el municipio de León, por conducto de SAPAL, son:

1. Custodiar, conservar y mantener las zonas adyacentes a cuerpos de aguas nacionales para evitar invasiones por asentamientos irregulares o la construcción de obras que modifiquen el cauce de las corrientes, lagos y lagunas.
2. Emprender acciones para el aprovechamiento de estas zonas.
3. Ejecutar acciones de limpieza.
4. Realizar acciones de mantenimiento correctivo.
5. Administrar los ingresos que pudieren surgir por el cobro de derechos de estas zonas, entre otros.

No obstante, el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León no tiene facultades coactivas, sólo las de supervisión y denuncia ante la Comisión Nacional del Agua, con lo que promueve una mejor calidad de vida en la ciudad.

### 5.7 Qué falta por hacer

En temas informáticos aún falta mucho por hacer. El Centro de Monitoreo y Control debe complementarse conceptualmente y en sus protocolos de operación, sumando sistemas de observación y medición en el alcantarillado, detección oportuna de fugas, simulación de redes hidráulicas, y en la automatización de la medición y el registro de parámetros en las plantas de tratamiento.

Un reto tecnológico, operacional y financiero es superar los estudios de eficiencia física y comercial basados en extrapolaciones de datos medidos con anterioridad, e incursionar en la determinación de eficiencias en tiempo real, para lo cual hace falta automatizar la micromedición en todas las tomas domiciliarias y del control de macrocircuitos, incluyendo su redimensionamiento en muchos casos.

Asimismo, se requiere que SAPAL sea el responsable de la elaboración de proyectos ejecutivos de la construcción y operación de las plantas de tratamiento en nuevos desarrollos habitacionales, con la finalidad de lograr una homologación en los sistemas de tratamiento y una mayor eficiencia en la operación.

Con respecto al reuso del agua tratada, es necesario impulsar un cambio cultural para lograr que aumente su demanda tanto en las industrias como en el riego de parques, jardines y áreas verdes. Para ello, SAPAL deberá adecuar la infraestructura y los proyectos en consonancia con dichos objetivos.

También deberá establecerse una tarifa de saneamiento de las aguas residuales en función de su volumen y calidad, lo cual implica instalar medidores de descarga en todos los inmuebles que utilicen el alcantarillado.

Es necesario gestionar que el respeto al trazo de los arroyos y del drenaje pluvial por parte de la autoridad en la materia de desarrollo urbano se incorpore al plano de zonificación de uso del suelo, así como a la reglamentación correspondiente. SAPAL deberá incluir en sus especificaciones en materia de drenaje pluvial la incorporación de tanques de tormenta o vasos reguladores para los desarrollos urbanos que lo requieran. Un análisis muy rápido permite visualizar que si se ocuparan todos los terrenos baldíos de la ciudad, se generaría sendos problemas por el escurrimiento del agua pluvial, lo que permite asegurar que todos los desarrollos deberán contar con regulación de sus aguas pluviales.

El crecimiento de la población y la expansión urbana de los municipios de León, Silao y San Francisco del Rincón ha conformado legalmente un decreto para crear una metrópoli, aunque su concreción será a largo plazo. Sin embargo, a futuro sería conveniente contar con las bases para crear e implementar un organismo operador intermunicipal, lo que requeriría adecuar el marco normativo que le diera sustento legal a dicha institución.

Por otra parte, es necesario promover el control de la explotación de los pozos urbanos y evitar la venta clandestina e ilegal de agua, en competencia desleal ante el arribo del agua de El Zapotillo, lo cual generaría una dificultad a SAPAL para cumplir con los compromisos financieros derivados de esta obra.





## 6. Análisis y determinación del balance de agua

En León, el volumen de agua extraída es del orden de los 6.9 Mm<sup>3</sup>/mes y el agua facturada es del orden de los 4 Mm<sup>3</sup>/mes; la diferencia de 2.9 Mm<sup>3</sup>/mes se considera agua no contabilizada. Esta categoría incluye los errores de medición; autorización para usar el agua sin medidor; fugas —mermas físicas—; conexiones clandestinas, y padrón desactualizado. Desde 2008, SAPAL se ha dado a la tarea de realizar estudios y análisis para cuantificar y determinar con mayor precisión las causas del agua no contabilizada, y establecer el balance de agua del sistema. El balance de agua realizado para el año de 2011 determinó que de un volumen de extracción de 80.92 Mm<sup>3</sup>/año, el volumen de agua no facturada es de 27.587 millones de metros cúbicos al año.

La ciudad de León ha crecido considerablemente y, en consecuencia, los servicios de agua potable y alcantarillado que ofrece SAPAL también se han incrementado; sin embargo, no se ha reducido el volumen del agua no contabilizada. Como el esclarecimiento de esta condición crónica requiere de un estudio completo para realizar el balance de agua mediante un peritaje externo, la administración de SAPAL contrató a un consultor experimentado en la materia.

Parte de las acciones para identificar, controlar y disminuir el agua no contabilizada ha sido la elaboración de estudios con la empresa JBS y el balance de agua del sistema de SAPAL. Estas investigaciones se han realizado en distintas fases desde junio de 2008 hasta el presente.

El agua no facturada se refiere a la diferencia entre el volumen de agua potable que se abastece a la red de distribución y el volumen de agua que se factura a los clientes. El concepto incluye al agua que no se registra por errores de medición; a la que se fuga en tanques de almacenamiento, redes de distribución y medidores domiciliarios; a la que se extrae de conexiones clandestinas, y a la que no se mide por tener un padrón de clientes con rezagos. Este volumen suele presentarse en forma de valor relativo, expresándolo como un porcentaje del volumen total de agua extraída.

Por tanto, es preciso llevar a cabo un balance de agua que permita conocer con precisión los volúmenes de agua extraídos, potabilizados y facturados. En SAPAL, el volumen de agua extraída es del orden de los 6.864 Mm<sup>3</sup>/mes (tabla 3), y el agua facturada —como promedio entre 2000 y 2008— es del orden de los 4 Mm<sup>3</sup>/mes, lo cual conduce a un valor del agua contabilizada de 59.1% en 2000 y de 66.67% en 2011. En la ilustración 16 se muestra la oscilación de los volúmenes de agua extraídos y facturados, así como un promedio móvil por año.

De la ilustración 16 se observa que las acciones para incrementar el control en la extracción y distribución del agua, el reemplazo de las tomas de poliducto (manguera), la sustitución de micromedidores, la detección de fugas no visibles y la rehabilitación de las líneas de distribución en algunos sectores ha conducido a incrementar el volumen de agua contabilizada desde 2005. Al implementar el programa de cambio de medidores en 2009 se aprecia un incremento del volumen facturado cada mes y en 2011 se ha mantenido por arriba del 65%, con un valor de 68.4% en el mes de noviembre.

### 6.1 Macromedición

En 2009 se llevó a cabo un proyecto que se concentró en la medición del agua extraída y en el registro de esos valores.

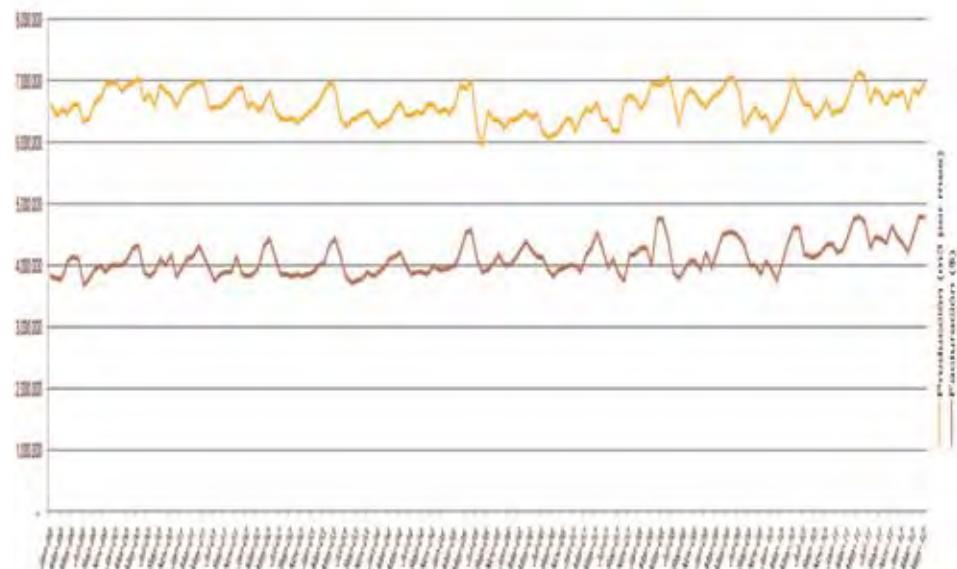


Ilustración 16. Agua extraída y facturada (fuente: SAPAL, 2012).

Este es un paso esencial, ya que los volúmenes de extracción son los datos que generan los indicadores fundamentales sobre los cuales deben referirse todos los demás indicadores en un balance de agua.

Se comenzó con una inspección física de los macromedidores, para verificar que los tipos de medidor, su tamaño, la instalación y las condiciones de operación en todas las fuentes de abastecimiento fueran apropiados. La revisión de la macromedición de agua incluyó:

- La identificación de posibles problemas de instalación de los macromedidores que pudieran afectar adversamente su precisión, longevidad o confiabilidad.
- La comprobación de que la marca, modelo y tamaño del medidor fuese apropiado, así como su aplicación.
- La revisión de los métodos usados para determinar los gastos de extracción y potabilización, a fin de evaluar la precisión de los macromedidores.
- La verificación de los datos de extracción y potabilización registrados.
- La confirmación de las pruebas de precisión para cada macromedidor.

La instalación óptima de un macromedidor debe incluir un desarenador en los sitios donde se prevén volúmenes apreciables de arenilla, piedras y otros materiales pétreos. Adicionalmente, se requiere una válvula antirretorno en la salida del pozo, una válvula de control de flujo y el espacio suficiente para minimizar los efectos de la

turbulencia, de tal manera que se puedan realizar las pruebas de precisión en el sitio con un medidor calibrado. También es recomendable que el medidor esté en una tubería cerrada y siempre llena, razón por la cual la válvula antirretorno debe ser el primer elemento en la secuencia después de la válvula para purgar el aire. En la ilustración 17 se muestra un diagrama para la instalación recomendada por un fabricante de medidores electromagnéticos.

Para los medidores mecánicos, los espacios indicados en la ilustración 17 deberían ser dos veces mayores a los indicados. En 2009, no todas las instalaciones de SAPAL respetaban las normas recomendadas sobre la instalación de macromedidores.

Para asegurar el óptimo rendimiento y precisión de un macromedidor es importante seleccionar no solamente el tipo de medidor, sino el diámetro apropiado también. En general, cada fabricante ofrece un rango de tipos, modelos y diámetros de medidor. Existe cierta holgura para seleccionar el tamaño de un medidor, pero lo idóneo es seleccionar su diámetro para que su gasto normal de operación coincida con el gasto medio de operación del medidor. De esta manera, se instala el medidor más eficaz y económico para el sitio de aforo.

En 2009, la mayor parte de los medidores electromagnéticos instalados en las baterías de pozos estaban sobredimensionados para la aplicación deseada. Es probable que la selección —anterior a la

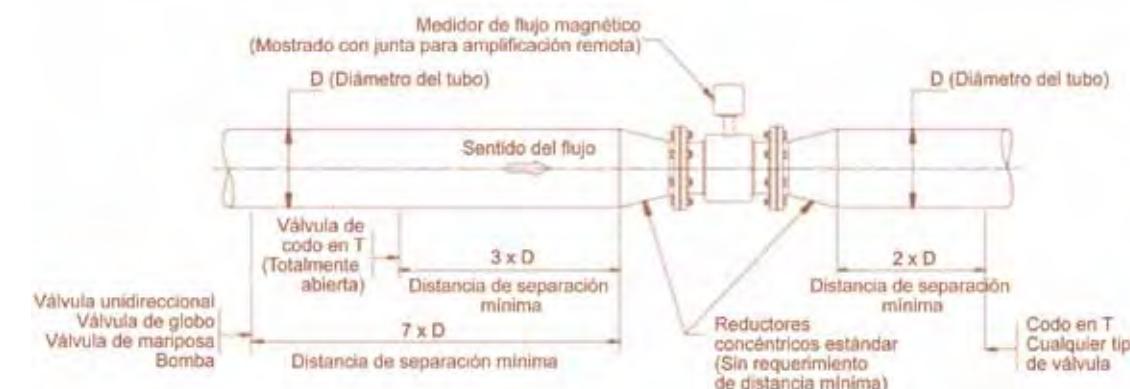


Ilustración 17. Instalación recomendada de un macromedidor (fuente: SAPAL, 2012).

fecha de inspección— se haya hecho tomando en cuenta los diámetros para los gastos actuales. De cualquier manera, se requiere un programa preventivo de mantenimiento para eliminar las causas potenciales que podrían conducir a problemas de lectura u operación.

El Departamento de Fuentes realiza pruebas para verificar la operación de los macromedidores dos veces al año. Según los resultados de las pruebas realizadas en 2008 y 2009, el 97.1% de los macromedidores en pozos activos se encontraban operando dentro de su rango de precisión (tabla 9). Sólo tres pozos indicaron un error de medición apreciable, dado que estaban equipados con medidores mecánicos de propulsión.

**Tabla 9. Precisión de los macromedidores, 2008.**

Batería	Número de pozos	Porcentaje de variación
Ciudad	49	-0.65
Muralla I	18	-0.59
Muralla II	7	-0.75
Oriente	6	0.08
Poniente I	12	-0.71
Poniente II	3	-0.92
Sur	10	-0.31
Sur II	7	0.00
Turbio	20	-0.50
Total	132	-0.56

Fuente: SAPAL, 2011.

Nota: obsérvese que el número de pozos en 2008 no coincide con el número de pozos en 2011 (tabla 3).

El método usado para registrar la extracción de agua se ha mantenido durante muchos años en SAPAL, porque se ha comprobado que es efectivo y confiable.

El procedimiento es el siguiente:

1. Se realizan recorridos para tomar las lecturas de todos los macromedidores e instalaciones eléctricas en tres turnos diarios. Los registros que se anotan son:

- 1.1. Lectura del macromedidor (totalizador y gasto instantáneo).

- 1.2. Lectura del horómetro.
- 1.3. Lectura del voltaje y amperaje.
- 1.4. Lectura del medidor de la Comisión Federal de Electricidad.
- 1.5. Cualquier anomalía detectada.

2. Estas lecturas se capturan por batería de pozos (ilustración 6), según el recorrido más práctico, y permiten tener datos diarios, además de datos acumulados de la semana o del mes.

3. La información diaria se entrega al fin del recorrido para su revisión por el jefe del Departamento de Fuentes, y en caso de que falte una lectura o haya anomalías en la misma, se procede de inmediato a indagar la razón, y a completar el valor ausente o a corregir el erróneo.

4. La información acumulada en un mes se capture en una hoja de cálculo para llevar un registro electrónico de todos los datos, para luego generar un informe mensual.

5. En esta hoja se mantiene, además del registro de las lecturas tomadas, el correspondiente al volumen de agua extraído, al número de horas de operación de las bombas y a la energía consumida en cada pozo, lo que permite contrastar los gastos registrados con los gastos nominales del pozo y la energía consumida con los recibos de la Comisión Federal de Electricidad.

6. Al contrastar los distintos valores medidos con los valores nominales y los recibos externos a SAPAL, se pueden elaborar informes mensuales con la confianza de que los volúmenes registrados corresponden con los medidos.

Aunque este procedimiento se puede considerar como un proceso manual, está bien establecido, y es efectivo y confiable. Además, como ningún sistema de medición de caudales es siempre 100% correcto y, al reconocer la posibilidad de que existan errores en los volúmenes determinados, el Programa de Verificación de Macromedidores se erige como un

elemento esencial para mantener la confianza en las mediciones.

de Agua para abordar, en una primera fase, los temas siguientes:

- Análisis de consumos.
- Cobertura de micromedición y causas de la submedición.
- Investigación detallada y análisis de tres macrocircuitos piloto.
- Proyección del balance global de agua con base en los datos obtenidos con el programa.

Las conclusiones del proyecto indican que:

- La consecuencia de una micromedición insuficiente es que se desconoce qué proporción del volumen de agua potable que se inyecta a la red de distribución realmente se entrega a los clientes,
- Se estima que hasta 2.6 Mm<sup>3</sup>/mes del agua suministrada al sistema se fuga en la red de distribución y sus tomas, o es parte del consumo no registrado por la micromedición.
- Se estima que hasta 1.8 Mm<sup>3</sup>/mes del agua entregada a los clientes no se factura.
- En los inmuebles donde la micromedición no logra registrar el consumo con un nivel de precisión aceptable, los clientes no tienen incentivo para ahorrar el agua, ya sea en el uso de la misma o en el mantenimiento de sus instalaciones hidráulicas, como llaves, tinacos y baños.
- Los resultados del estudio de fugas en macrocircuitos y el análisis del historial de fugas reparadas indican que no toda la diferencia entre el agua potabilizada y facturada puede llegar a los clientes sin ser medida, lo que permite colegir que deben existir fugas no visibles.
- El 1.8% de las cuentas —los 5,625 clientes a quienes se les factura por arriba de 50 m<sup>3</sup>/mes— genera el 19.5% del consumo facturado, el cual asciende a 809,998 m<sup>3</sup>/mes.
- El 55.4% de las cuentas —los 175,595 clientes a quienes se les factura 10 m<sup>3</sup>/mes o menos— generan el 22.7% del consumo facturado, el cual asciende a 939,469 m<sup>3</sup>/mes.

## 6.2 Micromedición

En 2008, SAPAL comenzó la elaboración de un diagnóstico del balance de agua. A partir de las deficiencias reconocidas en la micromedición y con base en el desarrollo de sectores de distribución —los así llamados macrocircuitos, ilustración 8— se inició un Programa de Recuperación

Debe hacerse notar que un consumo de 14 m<sup>3</sup>/mes en cada casa habitación conduce a una dotación diaria de 116.67 l/hab/día, si se considera una densidad habitacional de cuatro personas por vivienda, lo cual es un volumen inferior al recomendado de entre 150 y 250 l/hab/día. En la ilustración 18 se muestra un histograma del volumen facturado en 2007 y 2008.

En este proyecto se inspeccionaron en la calle todos los medidores de tres pulgadas o mayores, y se identificaron las condiciones de cada instalación. En 2008, la gran mayoría de las instalaciones con medidor grande no respetaba las pautas recomendadas por el fabricante. Desde entonces SAPAL ha instrumentado un programa de mantenimiento de estos medidores, con lo cual se han corregido las fallas y cambiado algunos medidores.

Para realizar un análisis de los consumos de agua en cada inmueble, se emplearon los datos de todas las cuentas de enero de 2009 a agosto de 2010. En ese año y fracción se desarrolló el programa de Reemplazo de Micromedidores más intenso de la última década. Las acciones realizadas fueron:

- El análisis del historial de consumo de todas las cuentas.
- La identificación de las cuentas de consumo cero, bajo consumo y alto consumo para facilitar su posterior análisis.
- La realización de múltiples análisis por bloques de consumo e índices de consumos repetidos, así como consumos por antigüedad, marca y diámetro del medidor.
- La revisión del proceso de lectura de medidores, acompañando a quienes toman las lecturas en campo y verificando el proceso de captura de las lecturas.
- El desarrollo de encuestas, con el fin de comparar el estado actual con el estado anterior, e identificar avances logrados o deficiencias aparentes que requieren mayor enfoque por parte de SAPAL. Las encuestas abarcaron diversos parámetros:

- o Anomalías en la información capturada, tales como cuentas con consumo repetido, cuentas que registran consumo cero repetidamente, cuentas sin diámetro de medidor registrado correctamente u otras inconsistencias.
- o Análisis por bloques de consumo.

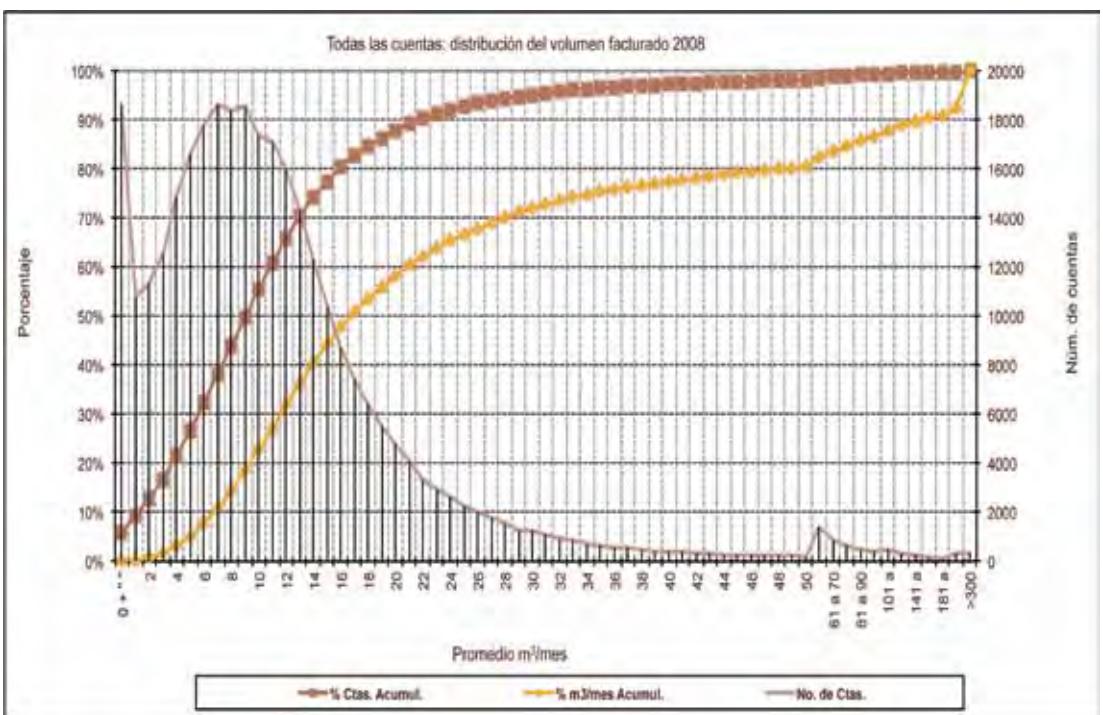


Ilustración 18. Histograma del volumen facturado (fuente: SAPAL, 2012).

- o Distribución del consumo en función del diámetro del medidor.
- o Cuentas por marca y modelo de medidor.
- o Distribución del consumo en función de la tarifa.
- o Cuentas de consumo cero.
- o Cuentas de bajo consumo (1 a 10 m<sup>3</sup>/mes).
- o Cuentas de alto consumo.
- o Análisis según la antigüedad del medidor.
- o Análisis de consumo por macrocircuito.
- o Análisis de consumo por colonia.
- o Análisis de consumos ajustados.
- o Anomalías y desperfectos.

El análisis de consumos por bloques con los datos de 2008 y 2010 se muestra en la tabla 10.

El impacto de los clientes que usan grandes volúmenes de agua en los ingresos de SAPAL es muy fuerte, aunque los datos recientes indican una disminución leve en su consumo total. Por tanto, cualquier recuperación en la submedición del volumen de agua que demandan estos clientes sería significativa, y en consecuencia, se instrumentó un Programa de Investigación de Consumos y Reemplazo de Medidores para esta categoría.

El amplio sector que se factura con bajos consumos es desconcertante, en particular el que se ubica en el rango de 0 a 10 m<sup>3</sup>/mes (199,970 cuentas o 58.9%). Si se considera una dotación de 100 l/hab/día y una densidad habitacional de cuatro personas por vivienda, el número de personas en esta categoría es dema-

Tabla 10. Consumo de agua por bloques.

Rangos de consumo promedio (m <sup>3</sup> /mes)	2008		2010	
	Cuentas	Porcentaje	Cuentas	Porcentaje
= 0	18,632	5.9	21,809	6.4
1 a 5	66,129	20.9	78,367	23.1
6 a 10	90,834	28.7	99,594	29.4
0 a 10	175,595	55.4	199,770	58.9
11 a 15	70,275	22.2	70,066	20.7
16 a 20	32,865	10.4	32,882	9.7
21 a 30	23,127	7.3	22,110	6.5
31 a 40	6,695	2.1	6,294	1.9
41 a 50	2,651	0.8	2,601	0.8
51 a 100	3,695	1.2	3,531	1.0
> 100	1,930	0.6	1,834	0.5
> 0	298,201	94.1	317,279	93.6

Fuente: SAPAL, 2011.

El análisis indicó que en 2010, el 1.5% de las cuentas (5,365 usuarios) genera el 18.3% del consumo facturado (758,272 m<sup>3</sup>/mes). Estos son los clientes de mayor consumo, a los cuales se les factura por arriba de los 50 m<sup>3</sup>/mes. Este grupo disminuyó de 2008 a 2010 por la continua tendencia de contratar pipas de agua para sus necesidades. En la ilustración 19 se muestra la distribución espacial de los bloques de consumo de agua en tomas domésticas de ½ pulgada de diámetro para el año de 2011.

Siendo alto. Sin embargo, se desconoce en realidad cuánta agua consume este gran número de habitantes, razón por la cual se ha seguido investigando dicha categoría por ruta de lectura, tipo de vivienda y otros criterios, a fin de comprender, corregir o justificar los consumos tan bajos. Esta categoría ha sido objeto de investigación en 2011 y se planea continuarla en 2012. Se espera tener resultados que esclarezcan las causas que conducen a esos consumos bajos o determinar si se deben a una submedición.

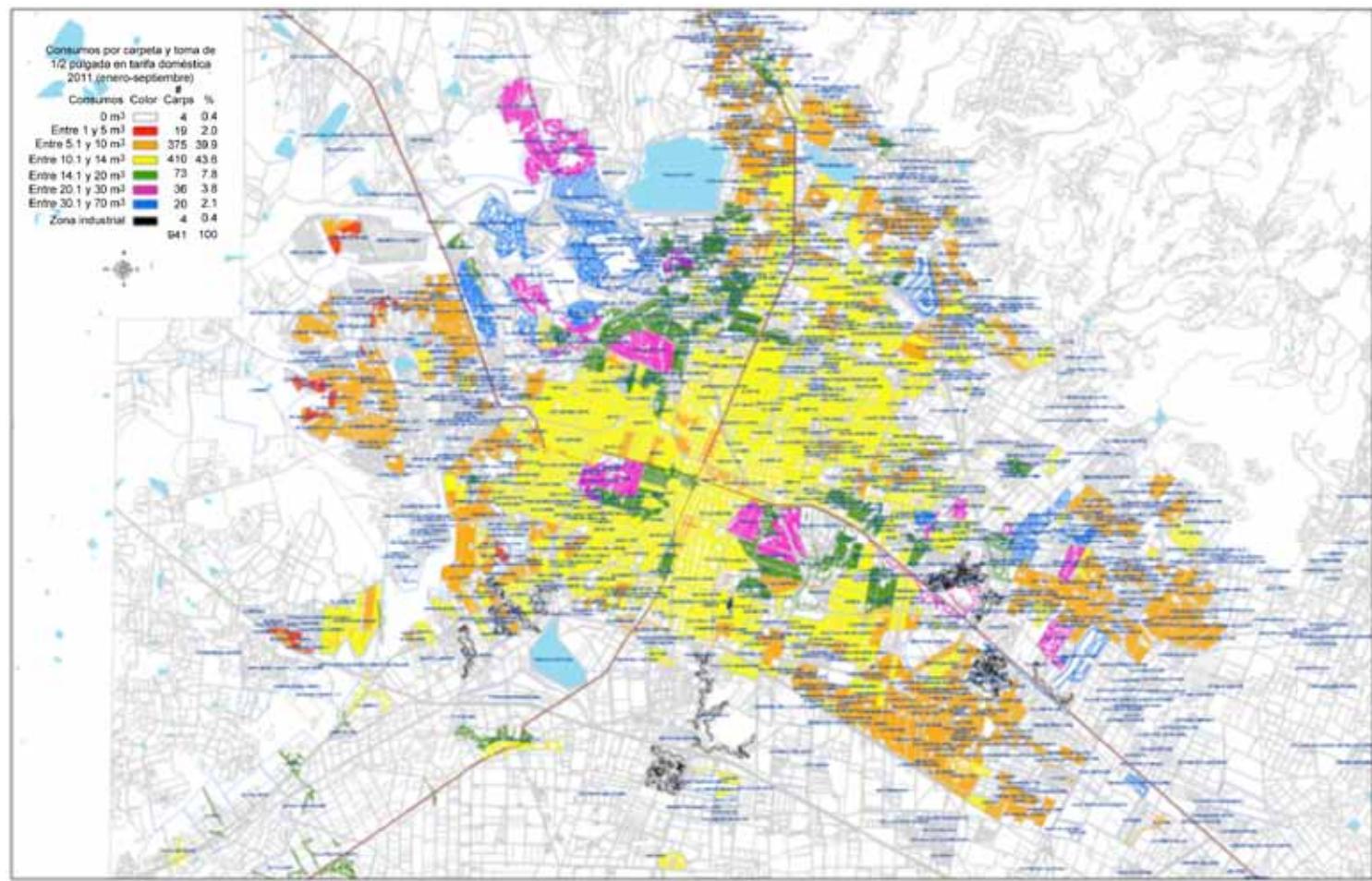


Ilustración 19. Distribución espacial de los consumos domésticos en 2011.  
(fuente: SAPAL, 2012).

En 2011 se retomaron los temas del programa de Diagnóstico del Agua No Contabilizada y de la Implementación de Acciones de Optimización. Las conclusiones de estos estudios indican que se requiere establecer un proceso de captura en ArcInfo™ para generar mapas temáticos de la distribución geográfica de los consumos de 2008 a 2011. Entre esos años se nota un incremento de los rangos de mayor consumo. Aún existen muchas cuentas que persisten en el rango de 10 a 14 m³/mes, como se observa en la ilustración 19, y que están pendientes de investigarse en 2012.

Del análisis de anomalías registradas, se detectaron 15,884 cuentas en predios que tienen reportes de estar deshabitados. De estas cuentas, a 1,296 se les cortó el servicio por adeudo, 14,588 tienen el servicio activo y 9,765 tienen un consumo promedio de 0 m³/mes. Sin embargo, existe una variación considerable en el reporte de inmuebles deshabitados, por

ejemplo, en un mes se pueden registrar 14,500 predios y al siguiente mes se reportan sólo 10,000, y al tercer mes seis mil.

En seguimiento a los clientes de gran consumo con medidor de ½ pulgada, se determinó que existen 662 medidores con consumos mayores a 115 m³/mes, de los cuales se detectaron 54 con una antigüedad mayor a diez años, por lo que es recomendable cambiarlos para contar con una medición más confiable. En la ilustración 20 se muestra el efecto de la antigüedad de los medidores en su confiabilidad.

Se determinó que existe un fuerte potencial de submedición debido a que los medidores domiciliarios no registran los caudales bajos. Las pruebas de cisterna y flotador demostraron que en condiciones de baja presión y con medidores antiguos, los flotadores deficientes de aljibes y tinacos —en posición cerrada— dejan

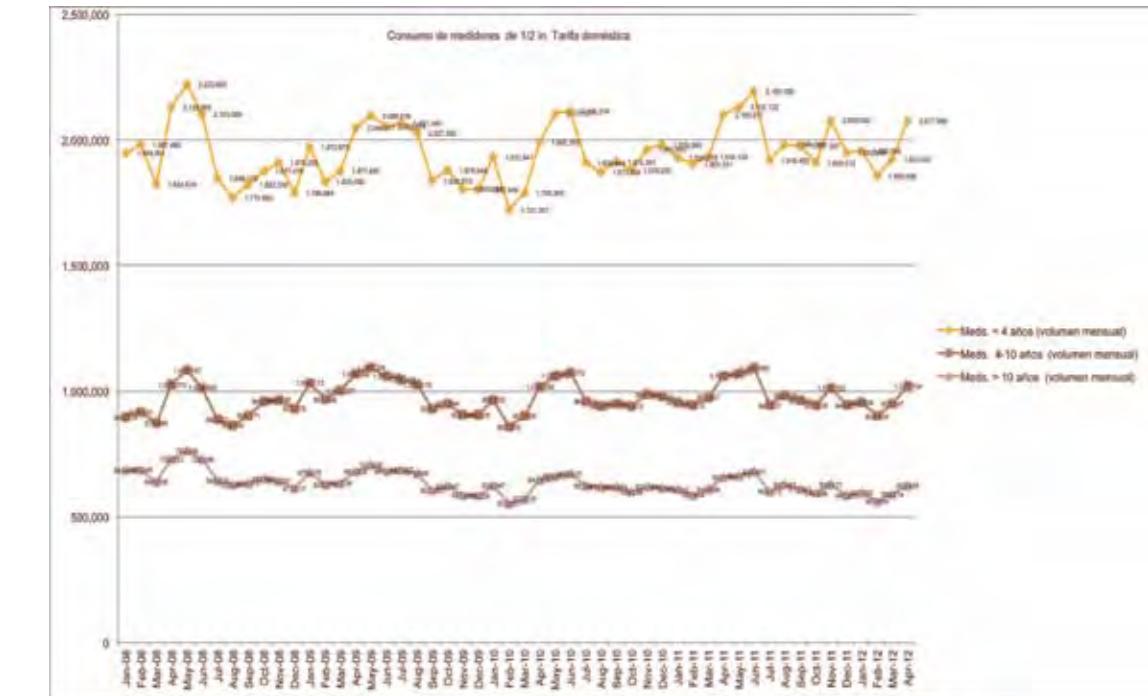


Ilustración 20. Relación entre antigüedad y confiabilidad de los medidores (fuente: SAPAL, 2012).

pasar el agua con caudales bajos y no los registran los medidores.

Tomando en cuenta el elevado número de aljibes y tinacos, en el estudio de 2010 se estimó que existe una potencial submedición debido a la válvula de flotador del orden de 510,000 m³/mes. Por tanto, se requiere un medidor que registre gastos bajos, o bien, recomendar el cambio de válvulas de flotador, a fin de evitar la submedición.

También se realizó una encuesta al sistema de facturación, para verificar el impacto del programa de Cambio de Medidores en las colonias afectadas. En la mayoría de las 163 colonias en las que se sustituyeron los medidores se notó en 2011 un aumento sensible en los volúmenes facturados.

La meta de todas estas acciones es eliminar las deficiencias que conducen a la submicromedición y subfacturación del agua potable entregada a los clientes, así como a las imprecisiones de la macromedición al momento de extraer las aguas nacionales de sus fuentes de abastecimiento.

### 6.3 Fugas

Debido al control que se ejerce en la macromedición de las fuentes de abasteci-

miento, se considera que la mayor parte del volumen de agua no contabilizada se debe a fugas y subfacturación, la cual es una consecuencia de la submicromedición. Las fugas se atienden a través del programa de Recuperación de Agua —que incluye la macromedición en sectores hidrométricos, los bien conocidos macrocircuitos, y la detección de fugas— y el mantenimiento de las redes de distribución —que considera la reparación de fugas visibles y no visibles—. La incidencia de fugas también se elimina por medio de los proyectos de rehabilitación de las redes de distribución y de las conexiones domiciliarias.

En 2011 se repararon más de 13,200 fugas, incluyendo 4,332 en las tuberías de las líneas de conducción y en las redes de distribución (tabla 11). El promedio anual de fugas reparadas en 1994 fue de 25,628, en una red cuya longitud era inferior en 1,500 km comparada con la actual. Hoy en día, al transitar por las calles de León no se observa la cantidad elevada de derrames de agua por las fugas visibles como en aquel entonces. Este hecho es un testimonio a los esfuerzos de SAPAL por disminuir las fugas en la conducción, distribución y entrega del agua potable.

**Tabla 11. Reparación de fugas.**

Tipo de fuga reparada	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Fugas en tomas	3,085	3,384	4,682	2,857	4,336	5,277
Fugas en cuadro medidor	3,438	2,726	2,990	1,943	3,240	3,598
Fugas en tuberías de red	2,996	3,111	3,396	4,132	3,808	4,332
<b>Total</b>	<b>9,519</b>	<b>9,221</b>	<b>11,068</b>	<b>8,932</b>	<b>11,384</b>	<b>13,207</b>

Fuente: SAPAL, 2012.

**Tabla 12. Detección de fugas no visibles.**

Anomalía	2008	2009	2010	2011
Toma libre	45	67	163	91
Toma en prevención	29	31	22	11
Fuga en toma	2,204	2,409	2,341	1,656
Fuga en tubería de red	405	538	517	478
Fuga en válvula	263	275	398	0
Otras	185	140	195	183
<b>Total</b>	<b>3,131</b>	<b>3,460</b>	<b>3,636</b>	<b>2,419</b>

Fuente: SAPAL, 2012.

El análisis del historial de fugas reparadas indica que la mayor incidencia de fugas por colonia se da en 30 de las 770 colonias registradas en el Sistema de Atención a Clientes. Estas fugas, por lo general, se originan por el rompimiento de los tubos.

La incidencia de fugas por macrocircuito o colonia señala que en muchos casos las fugas, tanto en la red como en las tomas domiciliarias, se repiten en las mismas calles o zonas. Esto implica la posibilidad de que exista un problema relacionado con la instalación original de las tuberías, la antigüedad de los tubos o la presión hidráulica local.

A raíz de estos hallazgos se ha determinado ampliar el módulo de captura del Sistema de Atención a Clientes, para registrar los datos sobre las fugas reparadas. Se planea instrumentar este módulo en 2012, lo cual permitirá el desarrollo de análisis más detallados y consignar la información por mes en informes del balance de agua. Una de las ventajas de capturar esta información es que se obtiene un mayor detalle de las fugas reparadas, y otra es que permite estimar los volúmenes recuperables de agua.

Para actualizar el balance de agua se ha incursionado, asimismo, en la recopilación de la información concerniente a fugas en tanques, rebose en tanques, ave-

rías en válvulas de control, tomas libres —clandestinas—, robo de agua, errores de contabilidad, y uso no facturable en operaciones del organismo operador de agua potable y alcantarillado. Se requiere un mayor control y vigilancia por las áreas responsables de todos estos tipos de fugas, desperdicios o usos del agua, para disminuir el volumen de agua no contabilizada.

El Departamento de Detección de Fugas tiene más de veinte años instrumentando tecnologías apropiadas para cumplir con su misión. Se tiene un programa que revisa continuamente las redes de distribución en busca de las fugas, y en particular, de las fugas no visibles. Éstas se detectan a través de las mediciones de gastos en los macrocircuitos y subcircuitos, y también inspeccionando calle por calle las conexiones, válvulas e hidrantes mediante equipos adecuados. En la tabla 12 se muestra la evolución de la detección de fugas no visibles.

#### 6.4 Balance de agua

En la tabla 13 se presenta el resumen del balance de agua de 2011, que incluye la información disponible sobre otros usos de agua, fugas reparadas y un estimado de la merma comercial. El concepto de "fugas admisibles" representa las mermas de agua aceptables en una red de distribución, con una longitud

**Tabla 13. Balance de agua, 2011.**

Categoría	Volumen anual (m <sup>3</sup> )	Porcentaje de la extracción
Extracción total	80'917,273	100.0
Volumen facturado	53'334,177	65.9
Volumen no facturado	27'583,096	34.1
Fugas en medidores	6'798,019	8.4
Fugas en válvulas con flotador	6'120,000	7.6
Fugas en la red reparadas	6'064,920	7.5
Fugas en la red no reparadas	3'789,684	4.7
Fugas en la red admisibles	3'714,862	4.6
Consumo autorizado no facturable	1'095,610	1.4

Fuente: SAPAL, 2012.

aproximada de 4,523 km que, conforme a los procedimientos de la *International Water Association*, se calcula como las fugas difíciles de localizar y cuya búsqueda se considera no efectiva por su costo.

El balance de agua no toma en cuenta un ajuste al volumen extraído, puesto que los resultados de las verificaciones de los macromedidores no sugieren que haya fuertes variaciones en su precisión. El volumen consignado es el de los informes mensuales de noviembre de 2010 a octubre de 2011. Como no se mide el volumen que se entrega a las plantas de bombeo, no existe una base para estimar las ocasionales fugas en las líneas de conducción. No obstante, estas mermas se consideran en la estimación de las fugas reparadas.

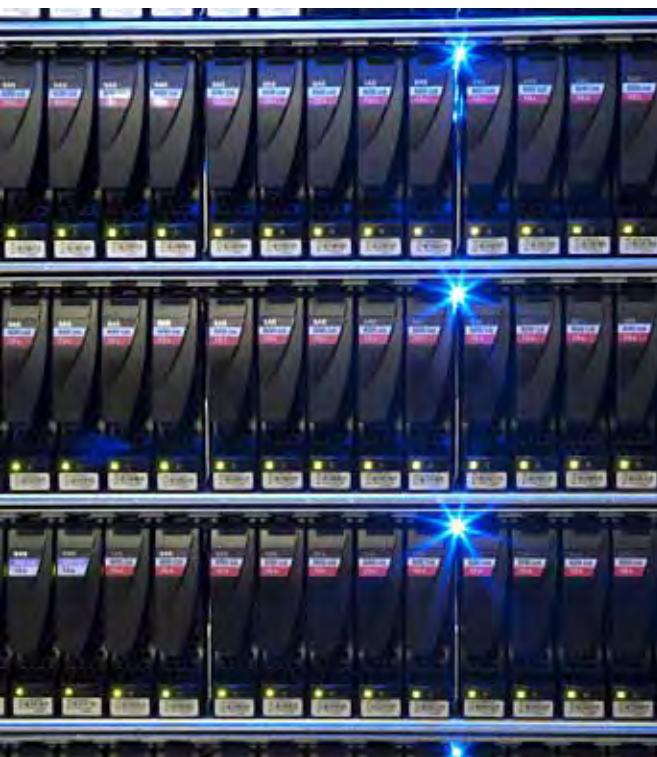
El volumen de agua no contabilizada atribuible a fugas reparadas, no reparadas y admisibles en la red de distribución es de 13.569 Mm<sup>3</sup>/año o 16.8% del volumen producido. Por otra parte, el volumen de agua no contabilizada atribuible a mermas comerciales asciende a 12.918 Mm<sup>3</sup>/año o 16% del volumen extraído.

#### 6.5 Qué falta por hacer

Si bien los estudios de eficacia física realizados a la fecha por la empresa JBS han reflejado diversas áreas de oportunidad para SAPAL, tanto en el área comercial como en la operativa, se requiere dar seguimiento a las recomendaciones del consultor y continuar elaborando el balance de agua de SAPAL.

Para tal efecto, en el año 2012 se creó el área de Balance de Agua, dependiente de la Dirección General, con el objetivo de recopilar y analizar la información de la micro y macromedición, para realizar el balance de agua mensual. Esta área también investiga por medio de pruebas físicas los efectos negativos que tienen las válvulas convencionales en la micromedición, y realiza pruebas de eficacia para diferentes tipos de medidores, con objeto de emitir recomendaciones para las distintas áreas comerciales y operativas.

Será muy importante que se siga fortaleciendo esta área, manteniendo una visión global de los factores que inciden y componen el agua contabilizada, no contabilizada y el agua rentable.







## 7. Administración financiera

Las principales fuentes de recursos financieros de SAPAL son las tarifas por los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento; los derechos de incorporación de la infraestructura hidráulica (costo ciudad); pagos diversos, conexiones, cortes, reconexiones, verificaciones en campo y notificaciones de cobranza; convenios de coinversión para rehabilitación o construcción de nueva infraestructura hidráulica; concurrencia de recursos, como el acceso a recursos de programas federalizados, estatales y municipales; contratos de prestación de servicios; y donativos de instituciones privadas que, en ocasiones, pagan la red de agua potable de una colonia popular, y la obra la ejecuta el Sistema de Agua Potable y Alcan-

tarillado de León. No obstante la diversidad de fuentes de financiamiento, la mayor parte del volumen financiero proviene de las tarifas por los servicios prestados. La contabilidad de SAPAL responde a la Ley General de Contabilidad Gubernamental, por ello los registros contables se llevan con base acumulativa: la contabilización de las transacciones de gasto se hace conforme a la fecha de su realización, de manera independiente a la de su pago, y la del ingreso se registra cuando existe el derecho jurídico de cobro. La administración de suministros ataña a toda la operación del sistema, pero sobresalen tres funciones: licitaciones, contrataciones y almacenamiento de suministros.

El control presupuestal es la base de la disciplina financiera, y por esa razón se elabora un presupuesto anual congruente con los planes que rigen las actividades de SAPAL, el cual debe ser aprobado por el Consejo Directivo y por el Ayuntamiento de León. Así, toda inversión o gasto corriente que se pretenda erogar debe estar incluido en el presupuesto del ejercicio fiscal correspondiente, el cual se debe presentar para su autorización a más tardar el 6 de septiembre de cada año ante la Tesorería Municipal.

Cada dependencia y entidad de la Administración Pública Municipal —con la asesoría del Consejo de Planeación de Desarrollo Municipal— debe elaborar un programa de carácter sectorial para incorporarse al Plan de Gobierno Municipal. Éste se somete a la aprobación del Ayuntamiento de León dentro de los primeros cuatro meses de haber asumido el mandato y se actualiza cada año. Una vez aprobado se publica en el Periódico Oficial del Estado de Guanajuato. SAPAL tiene una representación ante COPLADEM e inscribe acciones de su portafolio de proyectos, los cuales después formarán parte de su presupuesto.

En consecuencia, con base en el presupuesto anual se rinden cuentas al ayuntamiento de la situación que guardan los planes y programas del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León.

SAPAL informa cada mes a su Consejo Directivo el avance del ejercicio presupuestal, con lo cual se genera la Cuenta Pública Municipal. Ésta se entrega a la Dirección General de Egresos de la Tesorería Municipal para integrarse con la del municipio. Esta última se entrega al Órgano de Fiscalización Superior, el cual, a su vez, informa al Congreso del Estado de Guanajuato.

Por otra parte, la Ley General de Contabilidad Gubernamental establece que el sistema de contabilidad gubernamental debe registrar de manera armónica,

delimitada y específica, las operaciones presupuestarias y contables derivadas de cada ente público, así como otros flujos económicos. En particular, se debe facilitar el registro y la fiscalización de los activos, pasivos, ingresos y gastos, y en general, contribuir a medir la eficacia, economía y eficiencia del gasto e ingresos públicos, la administración de la deuda pública, incluyendo las obligaciones contingentes, y el patrimonio del Estado. Durante 2010 y 2011, SAPAL instrumentó sus sistemas contables conforme a esta normativa.

### 7.1 Obtención de los recursos financieros

Las principales fuentes de recursos financieros de SAPAL son:

1. Las tarifas por los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
2. Los derechos de incorporación de la infraestructura hidráulica (costo ciudad).
3. Pagos diversos, conexiones, cortes, reconexiones, verificaciones en campo y notificaciones de cobranza.
4. Convenios de coinversión para rehabilitación o construcción de nueva infraestructura hidráulica.
5. Concurrencia de recursos, como el acceso a recursos de programas federalizados, estatales y municipales.
6. Contratos de prestación de servicios.
7. Donativos de instituciones privadas para ejecutar obras del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León.

No obstante la diversidad de fuentes de financiamiento, la mayor parte del volumen financiero proviene de las tarifas por los servicios prestados (tabla 14).

Los conceptos de cobro dependen del tipo de cliente, según se aprecia en la Tabla 15.

Las tarifas promedio de agua potable por tipo de cliente —basadas en consumos medios— se presentan en la tabla 16. Debe hacerse notar que las estructuras tarifarias incluyen un pago fijo

Tabla 14. Ingresos y egresos de SAPAL de 2009 a 2011 (mdp).

Concepto	2009	2010	2011
Ingresos			
Ingresos por servicios prestados	809,924,859	830,445,964	960,842,091
Ingresos por incorporación	104,104,202	137,858,471	169,114,256
Otros ingresos	38,707,783	49,977,978	49,621,825
Otras aportaciones	113,527,966	94,860,545	137,833,219
Remanente del ejercicio anterior	41,332,747	136,860,956	179,658,695
Crédito para inversión en obra pública	80,252,500	0	0
Crédito para obra no ejercido	0	-25,252,500	0
<b>Total</b>	<b>1,187,850,057</b>	<b>1,224,751,414</b>	<b>1,497,070,086</b>
Egresos			
Recursos humanos	217,072,758	236,230,233	250,261,566
Energía eléctrica	120,273,389	137,662,688	150,884,319
Pago de derechos por el uso de aguas nacionales	33,774,525	32,871,199	31,228,469
Materiales y gastos	70,113,996	73,994,960	77,577,103
Mantenimiento	86,064,861	97,429,122	85,408,012
Gastos por saneamiento	64,353,670	99,511,249	112,995,048
Intereses bancarios	7,067,152	9,054,083	6,371,689
Otros egresos	26,215,733	27,776,867	27,505,448
<b>Gasto corriente</b>	<b>624,936,084</b>	<b>714,530,401</b>	<b>742,231,654</b>
Pago de deuda	10,922,588	39,364,252	43,182,468
Equipamiento	33,756,655	31,858,026	22,795,919
Inversión en obra pública	381,373,774	259,340,040	384,515,937
<b>Gasto de capital</b>	<b>426,053,017</b>	<b>330,562,318</b>	<b>450,494,324</b>
<b>Total</b>	<b>1,050,989,101</b>	<b>1,045,092,719</b>	<b>1,192,725,978</b>

Fuente: SAPAL, 2011 y 2012.

Tabla 15. Cobros por tipo de servicio.

Tarifa	Cliente	Agua potable	Alcantarillado	Saneamiento	IVA
1	Doméstico mixto 1	X			
2	Doméstico mixto 2	X			
3	Beneficencia	X			
4	Doméstico	X			
5	Comercial	X		X	X
6	Industrial	X	X	X	X
8	Abastecimiento en pipas y pozo propio		X	X	X

IVA: Impuesto al valor agregado. Fuente: SAPAL, 2011.

que cubre los gastos fijos de operación, y que el pago volumétrico permite extender los servicios y promover entre los clientes ya sea el ahorro del agua o el pretratamiento de las aguas residuales. Asimismo, los servicios de agua potable, alcantarillado, tratamiento de aguas residuales e incorporación de infraestructura a la red de servicios de SAPAL se actualizan al 0.7% mensual, y el resto de los servicios de acuerdo con la inflación anual aceptada por el municipio y que se establezcan en la Ley de Ingresos para el Municipio de León, Guanajuato, vigente en el ejercicio fiscal de cada año.

**Tabla 16. Tarifas promedio de agua potable (\$/m<sup>3</sup>).**

Tipo de cliente	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Doméstico	9.28	10.04	11.07	12.14	13.66	14.96
Beneficencia	5.94	7.65	11.69	11.60	12.51	16.65
Comercial	27.26	29.15	30.48	32.22	31.17	32.80
Industrial	24.75	26.66	28.54	30.78	32.69	34.25
<b>Promedio</b>	<b>11.10</b>	<b>11.95</b>	<b>12.88</b>	<b>14.10</b>	<b>15.57</b>	<b>16.89</b>

Fuente: SAPAL, 2011.

La tarifa de agua potable se integra con una cuota básica, a la que se le suma el importe que corresponda, de acuerdo con los metros cúbicos consumidos, conforme a la tabla que anualmente se publica en la Ley de Ingresos para el Municipio de León, Guanajuato, que enumera los precios ascendentes, desde cero hasta 275 metros cúbicos. La cuota básica para el uso doméstico es de \$82.42, y de \$218.40 para el uso comercial e industrial. Cuando el consumo supera los 275 metros cúbicos se consolida en un solo costo por metro cúbico.

Los clientes clasificados como de beneficencia —instituciones sin fines de lucro—, así como los inmuebles federales y estatales, pagan lo correspondiente al servicio de agua potable para el uso doméstico hasta un consumo de 30 m<sup>3</sup>/mes. Cuando el consumo mensual excede ese volumen, el importe a pagar es el que resulta de multiplicar el consumo total por \$15.46, que es el precio unitario por cada metro cúbico. Las escuelas públicas reciben un subsidio por una dotación de 25 litros diarios por alumno y personal administrativo. El consumo excedente a dicha dotación debe pagarse mensualmente de conformidad con las tarifas correspondientes al uso de beneficencia.

La incorporación de nuevos desarrollos urbanos y habitacionales, así como la conexión de predios ya urbanizados que demandan los servicios, están sujetos al pago de una contribución especial por incorporación. El monto depende de la demanda máxima diaria requerida para satisfacer el uso, población por servir, jardines, terrazas, y construcciones existentes o en proyecto —en los predios que cuentan con uso de suelo autorizado por la Dirección de Desarrollo Urbano—

con una tarifa base de incorporación a la red de agua potable de \$283,509.48/lps y de \$155,930.71/lps para la red de alcantarillado sanitario, indexadas al 0.7% mensual.

El suministro de agua residual con tratamiento secundario para uso industrial, procesos de la construcción y riego de áreas verdes, que se realice dentro de las instalaciones de las plantas de tratamiento municipales, se cobra a \$4.81/m<sup>3</sup>. La tarifa de agua tratada suministrada en las tomas que estén inscritas en el polígono industrial (ilustración 13) incluye un costo adicional de \$2.29/m<sup>3</sup>, cantidad que está indexada al 0.7% mensual. Cuando el suministro se realiza en pipas de SAPAL, el costo por viaje es de \$139.44 más el importe del volumen de agua suministrado —\$4.81/m<sup>3</sup>—. La tarifa por el suministro de agua residual cruda es de \$0.48/m<sup>3</sup> y el servicio está sujeto a la disponibilidad y a la infraestructura de la zona que lo demande. En la tabla 17 se presenta un resumen de las tarifas de agua tratada.

**Tabla 17. Tarifas de agua con tratamiento secundario (\$/m<sup>3</sup>).**

Medio de entrega	Precio [\$/m <sup>3</sup> ]
Red de distribución de agua tratada (ilustración 14)	7.10
Suministro de pipas en instalaciones de SAPAL	4.81

Fuente: SAPAL, 2011.

La tarifa de alcantarillado sanitario se cobra a industrias —y en ocasiones a algunos comercios— y a quienes aún sin abastecerse de agua potable de la red de SAPAL vierten en el alcantarillado —sanitario, mixto o pluvial— una magnitud considerable de detergentes, grasas, aceites, solventes, tintes y otras sustancias, que posteriormente requieren retirar los lodos

de las alcantarillas, a razón del 20% de la tarifa de agua potable, según cada tipo de cliente. En la tabla 18 se muestran los valores típicos de DBO<sub>5</sub> en las descargas al alcantarillado.

Debe hacerse notar que en el servicio doméstico hasta el año 2010 se aplicó una tarifa de saneamiento del 13.2% sobre lo facturado por servicio de agua, pero a partir del año 2011, dicho factor

**Tabla 18. Contaminación típica de las descargas al alcantarillado.**

Tipo de uso	Contenido	DBO <sub>5</sub>
Doméstico	Materia orgánica	300 < • < 400
Calzado	Aceites, solventes, tintas	400 < • < 500
Hotel o restaurante	Detergentes, grasas, materia orgánica	500 < • < 600
Curtiduría	Sólidos gruesos, sales, sustancias abrasivas	2,000 < • < 23,000

Fuente: SAPAL, 2011.

Por aportación a obras de mantenimiento e infraestructura de colectores en la ciudad, se cobra la cantidad de \$7,420.60 por cada 5,000 m<sup>2</sup> o fracción. Esta cantidad está indexada al 0.7% mensual.

Los incentivos pueden ser de tres tipos:

1. Por ubicación, al establecerse en parques industriales autorizados:
  - a) Tarifa preferencial (C o E), dependiendo del tipo de servicio.
  - b) Condonación del pago de drenaje (20% de la tarifa de agua).
2. Por proceso (sólo aplicable a tenerías), al trabajar curtido al cromo (*cuero azul*) en adelante:
  - a) Tarifa preferencial (C o E).

**Tabla 19. Principales tarifas de saneamiento.**

Tarifa	Servicio	Precio
B	Giros comerciales	17.6% tarifa de agua
C	Giros comerciales e industriales	\$ 21.81/ m <sup>3</sup> descargado
D	Giros comerciales e industriales	\$ 29.61/ m <sup>3</sup> descargado
E	Giros con abastecimiento adicional de agua (pipas)	\$ 21.81/ m <sup>3</sup> descargado
F	Giros con abastecimiento adicional de agua (pipas)	\$ 29.61/ m <sup>3</sup> descargado

Fuente: SAPAL, 2011.

**Tabla 20. Incentivos ecológicos.**

Carga contaminante medida en DBO <sub>5</sub> , SST o ambos (mg/l)	Porcentaje de descuento sobre la tarifa de saneamiento	DQO (mg/l)
351 a 600	60	Menos de 3,000
601 a 800	40	Menos de 3,000
801 a 1,000	20	Menos de 3,000

Fuente: SAPAL, 2011.

**La tarifa de saneamiento sin incentivo se calcula como:**

Saneamiento (\$) = vol. agua facturado ( $m^3$ ) x tarifa de saneamiento ( $\$/m^3$ )

**Y la correspondiente con incentivo como:**

Saneamiento (\$) = vol. agua facturado ( $m^3$ ) x tarifa de saneamiento ( $\$/m^3$ ) x (% de descuento)/100%

3. Por calidad del agua, de acuerdo con los siguientes rangos:

Para el rango de 1 a 350 mg/l, el saneamiento se cobra como el equivalente al 17.6% de lo facturado como agua potable. Para el rango de 1,001 a 2,000 mg/l, la tarifa de saneamiento es equivalente a las tarifas C o E. No obstante, para los clientes que descargan más de 2,000 mg/l de  $DBO_5$  no existe un cobro adicional. En la ilustración 21 se muestra un resumen de las tarifas de saneamiento.

Para aplicar los incentivos ecológicos se deben cumplir los requisitos siguientes:

- Tener completo y actualizado el trámite de registro de la descarga.
- No tener adeudos en las cuentas aptas para aplicarse el incentivo.
- Que los valores de  $DBO_5$  y SST no excedan de 2,000 mg/l, y la DQO sea menor a 3,000 mg/l.

La recepción de aguas residuales provenientes de sistemas sanitarios portátiles en las instalaciones de las plantas de tratamiento municipales tiene un precio de  $\$28.91/m^3$ . Para contar con este servicio, el interesado debe contratarlo mediante un pago de  $\$25,574.24$ , por concepto de aportación a infraestructura. Los montos también están indexados al 0.7% mensual.

## 7.2 Programación de inversiones

Cada año se prioriza el conjunto de obras que se requieren para mejorar la prestación de los servicios, aumentar la infraestructura o incorporar nuevos clientes. Una vez que se cuenta con las solicitudes de las diferentes áreas y con el antepresupuesto del siguiente año, se realiza la priorización de las obras a ejecutar durante el posterior ejercicio, procurando que la aplicación de los recursos por invertirse en obras corresponda al origen de los mismos. Es decir, los recursos provenientes de las tarifas de servicios se utilizan en la administración, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura existente, y los ingresos por derechos de incorporación de nuevos desarrollos en la introducción de obras de infraestructura que permitan la extensión de las coberturas.

La inversión para obra pública en 2010 ascendió a un monto contratado de  $\$259'340,040$  y la composición de su fuente de financiamiento fue de 63% de las tarifas por los servicios prestados, 13% de programas federalizados, 9% de fondos municipales, 4% de recursos estatales y el 11% provino de aportaciones de la iniciativa privada.

Aunque la proporción de los gastos de operación y administración varían de un año a otro, la distribución promedio del gasto corriente es aproximadamente la que se muestra en la ilustración 22.



Ilustración 21. Resumen de la tarifa de saneamiento (fuente: SAPAL, 2011).

Tabla 21. Presupuesto autorizado de SAPAL, 2010.

Concepto	Presupuesto (\$)
<b>Ingresos</b>	
Ingresos por servicios prestados	830'445,964
Otros ingresos	282'696,933
Remanente del ejercicio anterior	136'860,956
Crédito para obra no ejercido	-25'252,500
<b>Total</b>	<b>1,224'751,353</b>
<b>Egresos</b>	
Recursos humanos	236'230,233
Energía eléctrica	137'662,687
Pago de derechos por el uso de aguas nacionales	32'871,199
Materiales y gastos	73'994,960
Mantenimiento	97'429,122
Gastos por saneamiento	99'511,249
Intereses bancarios	9'054,082
Otros egresos	27'776,867
Gasto corriente	714'530,400
Pago de deuda	39'364,252
Equipamiento	31'858,026
Inversión en obra pública	259'340,040
Gasto de capital	330'562,318
<b>Total</b>	<b>1,045'092,719</b>

Fuente: SAPAL, 2011.



Ilustración 22. Distribución promedio del gasto corriente (fuente: SAPAL, 2011).

La depreciación de los activos se calcula conforme al método de línea recta con base en su vida útil; la inversión acumulada de la infraestructura, inmuebles, maquinaria y equipos se registra al costo de adquisición o construcción que, al cierre de 2010, alcanzó las cifras indicadas en la tabla 22.

De forma similar, la proporción de los egresos totales varía de un año al otro, pero la distribución promedio de los egresos totales es del orden de la que se presenta en la ilustración 23.

En atención a los requerimientos de la Ley General de Contabilidad Gubernamental, SAPAL está concluyendo la elaboración de los documentos: a) Marco conceptual, b) Postulados básicos, c) Clasificador por objeto del gasto, d) Clasificador por tipo del gasto, e) Clasificador por rubro de ingreso, f) Catálogo de cuentas de contabilidad, g) Momentos contables del gasto, h) Manual de contabilidad gubernamental, x) Principales normas de registro y valoración del patrimonio, e i) Indicadores para medir avances físicos financieros.



Tabla 22. Vida útil y valor de los activos, 2010.

Activo	Vida útil (años)	Valor (\$)
Infraestructura de agua potable	20	3,397'518,059
Infraestructura de saneamiento	20	912'930,236
Alcantarillado sanitario	20	2,431'927,810
Drenaje pluvial	20	525'069,620
Edificios y construcciones	20	69'648,653
Equipos de radiocomunicación	10	6'779,837
Equipo de protección y seguridad	10	1'724,557
Maquinaria y equipo	10	19'224,965
Equipo de laboratorio	10	18'169,811
Equipo de gas LP	10	2'079,008
Equipo de transporte	5	101'358,327
Mobiliario y equipo de oficina	10	18'617,276
Equipo de cómputo	4	56'080,294
Herramientas e instrumentos	10	9'105,828
Gastos de instalación	20	1'098,272
<b>Subtotal</b>	-	<b>7,571'332,553</b>
Depreciación y amortización acumuladas	-	-4,498'582,101
<b>Total</b>	-	<b>3,072'750,452</b>
Anticipo a contratistas	-	9'843,225
Estudios y proyectos	-	79'110,823
Terrenos	-	344'511,113
Construcciones en proceso	-	608'699,579
<b>Gran total</b>	-	<b>4,114'915,192</b>

Fuente: SAPAL, 2011.

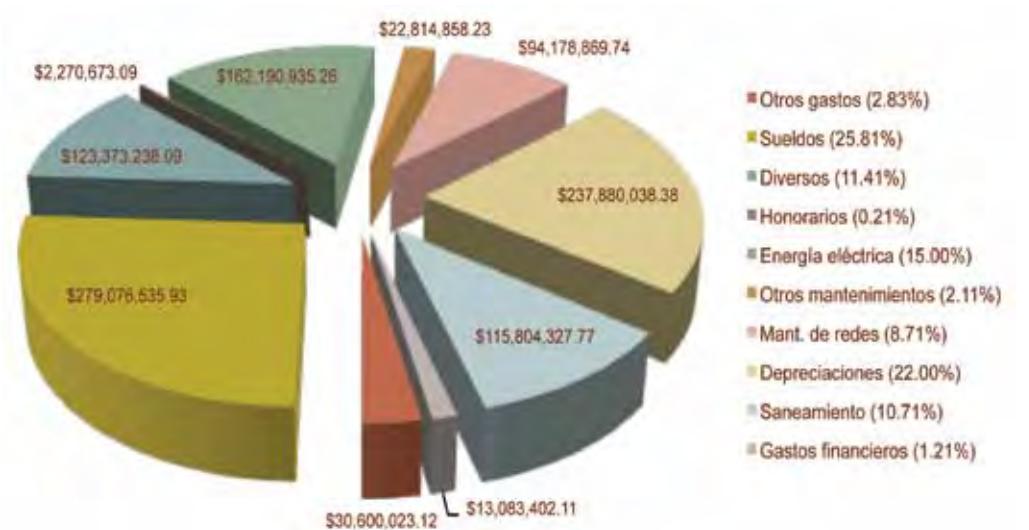


Ilustración 23. Distribución promedio de los egresos totales (fuente: SAPAL, 2011).

En la programación de inversiones, el origen de los recursos indica en qué acciones se puede ejercer y bajo qué leyes se rige. De esta manera, los ingresos por tarifas se usan en administración, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura de agua potable, alcantarillado sanitario, drenaje pluvial y tratamiento de aguas residuales. Los derechos de incorporación se utilizan en la

construcción de infraestructura de conducción, almacenamiento y distribución de agua potable, así como los correspondientes a saneamiento.

Los pagos diversos se usan de manera específica; por ejemplo, si un cliente paga los derechos por reubicación de un medidor, ese ingreso debe destinarse para ese fin. Los recursos provenientes

de cualquier sector de gobierno, cuando corresponden a inversiones específicas, se consideran como aportaciones a ampliaciones de la comunidad. Cuando el origen de estas inversiones es la devolución de algún tipo de derechos y son programables por SAPAL mediante la aportación de una contraparte, se consideran como provenientes de fondos propios de SAPAL y normalmente se programan para rehabilitaciones.

Existen otras inversiones, provenientes de recursos externos, que no son programadas a principio de año, pero que se van incorporando al presupuesto conforme se concretan los convenios con las distintas instituciones. Es el caso cuando el Instituto Municipal de Vivienda, mediante derechos de incorporación, paga infraestructura hidráulica o redes secundarias; cuando la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato aporta recursos para rehabilitar o construir nueva infraestructura secundaria; cuando la Secretaría de Desarrollo Social del Estado de Guanajuato solicita nuevas redes en colonias populares, o cuando la iniciativa privada financia la redes para alguna colonia popular.

El SCO tiene la capacidad de registrar los suministros que se proveen a las empresas contratistas, ya que interactúa con los otros sistemas administrativos. Cuando el resultado de una licitación es asignarle un contrato de obra pública a una empresa contratista, ésta provee, conserva y resguarda todos los insumos necesarios para la buena ejecución del proyecto, y el SCO registra todos los volúmenes y costos que se generan durante la ejecución de la obra. Sin embargo, cuando a la empresa contratista se le asigna un contrato de obra pública en forma directa, SAPAL le entrega, mediante una requisición para almacén, todos los suministros necesarios para la ejecución del proyecto, lo que permite tener los registros de entradas y salidas de materiales con cargo al contrato.

### 7.3 Administración y control presupuestal

El principal objetivo de administrar y controlar el presupuesto es asegurar que resulte suficiente para los propósitos presupuestados, los cuales fueron previamente planeados y programados.

Para contestar una pregunta del tipo ¿Las tarifas de agua —o, de manera más general, los ingresos— son suficientes para sostener los servicios que brinda SAPAL?, se requiere tener elementos expeditos para discernir dos elementos básicos: a) ¿la presupuestación es acertada para concluir de manera exitosa las obras y acciones previstas?, y b) ¿se tiene establecida una contabilidad que registre en los momentos apropiados las afectaciones presupuestales?

En SAPAL, el control presupuestal se aplica a las obras y acciones, ya sean operativas o estratégicas. En particular,

el control administrativo de la obra pública se realiza a través del Sistema de Control de Obra (SCO) —el cual es un programa de cómputo desarrollado internamente y hecho a la medida de las necesidades del organismo operador— con ligas a los demás sistemas administrativos, de tal manera que los movimientos quedan registrados en línea en las diversas áreas, como Contabilidad, Almacén, Sistema Comercial, Control de Activos y otros. De hecho, al SCO tienen acceso todas las áreas involucradas en la ejecución de la obra pública, pero su principal operador es el Departamento de Contratación, Costos y Evaluación.

Para el caso de atención a contingencias en la prestación de los servicios, el personal de Operación y Mantenimiento construye o rehabilita infraestructura hidráulica, como líneas de distribución o de recolección, que son necesarias para seguir proporcionando el servicio de agua potable o el desalojo de las aguas residuales. Los recursos para la ejecución de estas obras provienen del presupuesto de la Gerencia de Operación y Mantenimiento. En obras menores, como la reparación de una fuga, la extensión de una tubería o la construcción de registros pluviales, el instrumento idóneo es la orden de trabajo, ya que

esto garantiza agilidad en los tiempos de respuesta. Los registros se llevan en sistemas administrativos independientes al Sistema de Control de Obra.

SAPAL está desarrollando un Manual de Presupuestación, en el cual se pretende que cada rubro del presupuesto cuente con una base de proyección confiable, en lugar de presupuestar con base en los valores históricos. Este ejercicio permitirá transformar la contabilidad a una más adecuada para un organismo operador de agua potable y saneamiento.

Los sistemas financieros y administrativos fueron sustituidos durante 2011 para dar cumplimiento a la Ley General de Contabilidad Gubernamental, y pasaron de ser sistemas internos a un modelo híbrido que se basa en uno de los sistemas computacionales de planeación de recursos empresariales —Enterprise Resource Planning, ERP por sus siglas en inglés— más avanzados del mercado, la *E-Business Suite* de Oracle™ que, por

su uso en el ámbito gubernamental, se denomina GRP en atención a sus siglas en inglés, *Government Resource Planning*. De esta suite se instrumentaron los sistemas de contabilidad, presupuesto, activos fijos, compras, abastecimiento, mantenimiento de activos fijos, cuentas por pagar, tesorería e inventarios (ilustración 24), y se modificaron algunos módulos accesoriales que habían sido hechos a la medida para cubrir algunas funciones que el ERP no satisfizo durante su evaluación, como son el control de obra, los ingresos, la nómina y pequeños módulos de interfaz adicionales (ilustración 25).

#### 7.4 Contabilidad y análisis financiero

Aunque el objetivo de la contabilidad de SAPAL es proporcionar información sobre su situación económico-financiera en un momento dado, la contabilidad tiene que ser de utilidad para el control administrativo, la toma de decisiones racionales y eficientes, y para la estimación de resultados futuros.



Ilustración 24. Módulos del sistema de planeación de recursos empresariales.  
fuente: SAPAL, 2011.



Ilustración 25. Sistemas que se relacionan con el módulo financiero (fuente: SAPAL, 2011).

La contabilidad se basa en la selección de la información confiable que resulte relevante para los diversos clientes. La contabilidad que se concentra hacia el interior de SAPAL se denomina contabilidad administrativa y se emplea para informar a los directivos, con el fin de controlar el ejercicio presupuestal, tomar decisiones operativas y evaluar ejercicios pasados. Por otra parte, la contabilidad que se enfoca hacia el exterior de SAPAL —aunque también es ventajosa al interior porque parte de la misma base contable— se denomina contabilidad financiera y provee información más estructurada y sujeta a mayores controles que la contabilidad administrativa, y por ello resulta particularmente útil para acreedores, analistas financieros, economistas y entidades gubernamentales.

El sistema contable debe permitir la identificación de aquellas áreas de oportunidad que generen una contabilidad administrativa específica, ya que ésta es la base para una mejor toma de decisiones tanto en el ejercicio presupuestal de las actividades cotidianas como en el acopio de información que sirva de referente, con el propósito de evaluar de forma correcta los proyectos de inversión.

Por ello, se registran todas las actividades económicas realizadas en una sola

contabilidad, que puede producir informes específicos para decisiones internas de SAPAL o para entidades externas. Con esta visión, se avanza para cumplir con la Ley General de Contabilidad Gubernamental, vigente a partir del 1 de enero de 2009, la cual obliga a todos los entes públicos a registrar de manera armónica, delimitada y específica, las operaciones presupuestarias y contables derivadas de la gestión pública, así como de otros flujos económicos, y a generar estados financieros confiables, oportunos, comprensibles, periódicos y comparables, expresados en términos monetarios.

En SAPAL se lleva una contabilidad con base acumulativa: la contabilización de las transacciones de gasto se hace conforme a la fecha de su realización, de manera independiente a la de su pago; la del ingreso se registra cuando existe el derecho jurídico de cobro.

No obstante, para cumplimentar la Ley General de Contabilidad Gubernamental, a partir del 1 de enero de 2013, el sistema contable de SAPAL deberá ser capaz de generar de forma periódica los estados y la información financiera siguiente:

- I. Información contable, con la desagregación siguiente:

- a) Estado de situación financiera.
  - b) Estado de variación en la hacienda pública.
  - c) Estado de cambios en la situación financiera.
  - d) Informes sobre pasivos contingentes.
  - e) Notas a los estados financieros.
  - f) Estado analítico del activo.
  - g) Estado analítico de la deuda y otros pasivos, del cual se derivarán las siguientes clasificaciones:
    - o Corto y largo plazo, así como por su origen en interna y externa.
    - o Fuentes de financiamiento.
    - o Por moneda de contratación.
    - o Por país acreedor.
- II. Información presupuestaria, con la desagregación siguiente:
- a) Estado analítico de ingresos, del que se derivará la presentación en clasificación económica por fuente de financiamiento y concepto.
  - b) Estado analítico del ejercicio del presupuesto de egresos del que se derivarán las siguientes clasificaciones:
    - o Administrativa.
    - o Económica y por objeto del gasto.
    - o Funcional-programática.
  - c) Endeudamiento neto, financiamiento menos amortización, del que derivará la clasificación por su origen en interno y externo.
  - d) Intereses de la deuda.
  - e) Un flujo de fondos que resuma todas las operaciones y los indicadores de la postura fiscal.
- III. Información programática, con la desagregación siguiente:
- a) Gasto por categoría programática.
  - b) Programas y proyectos de inversión.
  - c) Indicadores de resultados.
- IV. La información complementaria para generar las cuentas nacionales y atender otros requerimientos provenientes de organismos internacionales de los que México es miembro.
- Los estados analíticos sobre deuda pública y otros pasivos, y el de capital, deberán considerar por concepto el saldo inicial del ejercicio, las entradas y salidas por transacciones, otros flujos económicos y el saldo final del ejercicio.
- Por otra parte, el análisis financiero se refiere a la evaluación de la viabilidad, estabilidad y rentabilidad de una entidad —o empresa—, división o proyecto. Por lo general, el resultado de un análisis financiero aquilata la:
1. Rentabilidad. Es la habilidad de producir una utilidad o beneficio suficiente para sostener el crecimiento a corto y largo plazos.
  2. Solvencia. Es la capacidad para pagar las obligaciones a los acreedores a largo plazo.
  3. Liquidez. Es la aptitud para mantener un flujo de efectivo positivo —o poseer activos que se pueden transformar en dinero efectivo de manera rápida—, mientras se satisfacen las obligaciones inmediatas.
  4. Estabilidad. Es la aptitud de un ente o empresa para permanecer activo a largo plazo sin incurrir en pérdidas significativas.
- En particular, SAPAL utiliza el análisis financiero para obras. En un ejercicio presupuestario anual, una obra puede estar presupuestada y si el flujo de efectivo es insuficiente, entonces se recurre a un préstamo. Para obras multianuales, el crédito es fundamental.

### 7.5 Administración de suministros

La administración de suministros atañe a toda la operación del sistema, pero sobresalen dos funciones: la adquisición de los bienes y el manejo de los mismos. En cada caso de adquisición de bienes se observa un cumplimiento riguroso de la legislación aplicable en cuanto a las modalidades de adjudicación —conforme a

los montos autorizados por el municipio de León— y al origen de los recursos. Adicionalmente, se requiere la autorización administrativa de la Dirección General de SAPAL al departamento que necesita adquirir los suministros, previo visto bueno de la gerencia a la cual pertenece el departamento solicitante.

Los concursos simplificados y licitaciones públicas se realizan de manera conjunta por el Departamento de Compras y Suministros, y el Departamento de Contratación, Costos y Evaluación. En las licitaciones públicas, el Departamento de Compras y Suministros recibe del Departamento de Contratación, Costos y Evaluación —con el visto bueno del Departamento Jurídico— la resolución que contiene a un ganador y un contrato que debe vigilarse. Por otra parte, las licitaciones de obra —en las cuales los suministros se incluyen en el catálogo de la misma— se llevan a cabo por el Departamento de Contratación, Costos y Evaluación, con la autorización previa del departamento competente, lo cual conduce a la simplificación en el manejo de esos suministros, los cuales son responsabilidad del constructor y debe custodiarlos el equipo de supervisión de obra de SAPAL. Esos suministros están especificados en las cláusulas de los contratos, a fin de transparentar las adquisiciones.

cas de máximos y mínimos, puntos de reorden e inventario de seguridad, lo cual proporciona trazabilidad y control de los materiales resguardados y, sobre todo, permite contar con inventarios eficientes y suficientes que evitan el desabasto. De esta manera, la Dirección General, las gerencias y los departamentos de SAPAL están en posibilidad de controlar, tomar decisiones, evaluar y ejecutar acciones para administrar y optimizar los inventarios, incluso para SAPAL Rural.

Los inventarios de todos los almacenes de SAPAL se levantan en junio y en diciembre de cada año, a fin de conocer, evaluar y mejorar el manejo de los mismos. Esta actividad está en vías de realizarse de manera automatizada, mediante la puesta en marcha de códigos de barras y lectores de los mismos, los cuales agilizarán la realización de los inventarios.

De esta manera, SAPAL vigila el buen manejo de los recursos financieros aplicados en las adquisiciones. Mediante un enfoque de mejora continua, se garantiza a la ciudadanía el uso prudente de los recursos económicos y materiales, a la vez que se cumple de manera responsable con la normativa aplicable.

### 7.6 Qué falta por hacer

La Ley General de Contabilidad Gubernamental, vigente a partir del 1 de enero del 2009, obliga a todos los entidades de todos los órdenes de gobierno a homologar sus cuentas contables y sus estados financieros. Por ello, es necesario concluir la integración de diversos flujos de información —producto de los módulos de la E-Business Suite de Oracle y de información alimentada de manera manual— y, en caso de ser necesario, proponer nuevos flujos. Implantar una nueva manera de realizar las afectaciones contables y presupuestales conlleva una reingeniería de procesos, la cual tiene una repercusión en la estructura de la organización, los procesos, los hábitos de trabajo y, por ende, se requiere capacitar al personal para que ayude a soportar el cambio.



SAPAL continúa trabajando para que, en apego a la Ley General de Contabilidad Gubernamental, se emita la información contable, presupuestal y programática sobre la base técnica prevista en los documentos de marco conceptual, postulados básicos, normas y metodologías que establecen los momentos contables, clasificadores y manual de contabilidad gubernamental, de acuerdo con las matrices de conversión.

En este sentido, ya se cuenta con:

1. La integración del inventario de bienes muebles e inmuebles.
  2. El registro contable y la valuación del patrimonio.
- Pero es esencial que a partir del 1 de enero de 2013:
3. Se generen indicadores de resultados sobre el cumplimiento de metas.
  4. Se publique la información contable, presupuestaria y programática en la página de Internet.
  5. Se opere y genere información financiera en tiempo real sobre el ejercicio de los ingresos y gastos, y sobre las finanzas públicas.



## 8. Gestión comercial

La promoción de los servicios de agua potable está enfocada a los nuevos desarrollos habitacionales y a la regularización de los que ya existen en la zona urbana. El impulso para reusar las aguas residuales tratadas se lleva a cabo con los clientes de las industrias —a quienes también se les ofrecen los servicios de alcantarillado y saneamiento industriales—, las dependencias y entidades municipales —para el riego de áreas verdes— y los grandes clientes institucionales, que pueden reusar el agua en un sinnúmero de modos. SAPAL realiza un análisis e investigación del mercado, considerando los clientes reales, factibles (los que cuentan con infraestructura, pero todavía no han contratado los servicios) y potenciales (los que, por el momento, no cuentan con infraestructura), con el fin de generar nuevos contratos y propiciar la extensión de los servicios a nuevas áreas, dentro del perímetro de servicio. El crecimiento normal del padrón de clientes es a razón de 3.22% anual, y se genera principalmente por el desarrollo de fraccionamientos nuevos y por la regularización de los existentes. El Sistema de Atención a Clientes (SAC) es la cara al público de SAPAL, y por ello recibe tanto felicitaciones como quejas. Aunque en los sitios donde atiende el SAC al público se le pueden presentar peticiones de información que no generan órdenes de trabajo al interior de SAPAL —por ejemplo, una consulta de saldo o una aclaración sobre la facturación—, por lo general recibe solicitudes de conexión o de incorporación de infraestructura, reportes de fallas en el servicio y de fugas en la red, propuestas para negociar la suspensión del servicio, quejas contra el personal, y reclamos por baches no reparados de manera perentoria, entre los más frecuentes, que sí requieren la acción de algún área específica.

### Composición de las conexiones por material

Polietileno	<b>30%</b>
Cobre	<b>15%</b>
Multicapa	<b>48%</b>
Poliducto	<b>7%</b>

A la Gerencia Comercial le corresponde la contratación, actualización del padrón de clientes, la micromedición, facturación, impresión de recibos y cobranza.

Las facilidades que otorga SAPAL para el pago de servicios incluye cajeros automáticos, sucursales, tarjetas de crédito y débito, bancos, tiendas departamentales, tiendas de conveniencia y a través de la página de Internet.

En la tabla 1 se muestra el número de tomas domésticas, de beneficencia, comerciales e industriales, y en la tabla 16 la tarifas promedio de agua potable. Como complemento a esa información, en la tabla 23 se presenta la proporción en el uso del agua, el volumen usado y el importe promedio mensual correspondiente.

es depositario, de acuerdo con las cláusulas de su contrato.

El costo promedio de un medidor de media pulgada —el más común— es de \$614.38 y el 96.09% de ellos de lectura directa y sólo el 3.91% de lectura remota —con un costo unitario de \$2,100—, mediante una terminal portátil. El periodo de lectura del uso del agua oscila entre 29.5 y 30.5 días. En promedio, un medidor se instala en 1.83 días a través de contratistas. La densidad de tomas es de 78 tomas/km y la cobertura de micromedición es del 100%.

La mayor parte de los medidores son clase metrológica B —98% de ellos y sólo 2% de clase C—, los cuales son útiles para

Tabla 23. Proporción de uso del agua, volumen promedio usado e importe promedio.

Tipo de toma	Proporción de uso del agua potable con respecto al total abastecido (%)	Volumen promedio usado por toma (m <sup>3</sup> /mes)	Importe mensual promedio por toma (\$)
Doméstica	85.99	11.72	138.36
Comercial	7.26	22.98	780.05
Industrial	1.49	31.86	1,122.05
Predios oficiales y centros de beneficencia	5.26	189.00	3,152.97

Fuente: SAPAL, 2011.

La Ley de Ingresos para el Municipio de León, Guanajuato, para el Ejercicio Fiscal del Año 2011 indica que el límite de uso del agua para definir los grandes consumidores es a partir de 276 m<sup>3</sup>/mes. SAPAL tiene registrados a 501 grandes clientes, que usan en promedio 3.86 Mm<sup>3</sup>/año, por los cuales se recauda en promedio 59.7 millones de pesos al año.

La longitud promedio de las conexiones, desde la red de agua potable hasta el medidor, es de 1.5 m. Todas las tomas en León cuentan con un medidor, ya que en el momento de adjudicar un contrato se cobra el medidor para instalarse junto con la toma. La propiedad del medidor —todos ellos con un precinto de seguridad y una válvula que

gastos mayores a 16 l/hora gasto que, en operación continua, equivale a 11.52 m<sup>3</sup>/mes. De acuerdo con la tabla 22, el uso de agua promedio en los domicilios es de 11.72 m<sup>3</sup>/mes, en respuesta al hecho de que a partir de los 14 m<sup>3</sup>/mes, la tarifa de agua potable se incrementa un poco más que el doble, conforme lo estipula la Ley de Ingresos para el Municipio de León, Guanajuato, para el Ejercicio Fiscal del Año 2011.

El uso promedio de agua en inmuebles domésticos es de 118 l/hab/día y se estima una densidad habitacional de 3.8 personas/vivienda. Las mediciones indican que un adulto usa del orden de 4 m<sup>3</sup>/mes y una persona mayor de sesenta años, tres metros cúbicos al mes.

Un medidor volumétrico es apropiado cuando la calidad del agua está libre de

### Tipo de medidores

Volumétrico	<b>67.33%</b>
Chorro múltiple	<b>27.57%</b>
Chorro único	<b>2.41%</b>
Otros	<b>2.70%</b>

sólidos y tiene una baja dureza, la cual, aunque no es dañina para la salud humana, exhibe la presencia de minerales y se nota fácilmente cuando un jabón no hace espuma. Un medidor de chorro único es capaz de medir el agua con una cantidad moderada de sólidos en suspensión del tamaño de las arenas. Un medidor de chorro múltiple puede medir el gasto y totalizar un volumen de agua con arenas y alcalinidad, o conductividad altas. Los medidores ultrasónicos se utilizan como auditores para diámetros mayores y los electromagnéticos no tienen desgaste al no tener partes mecánicas en contacto con el agua, por lo que presentan una vida útil mayor y un costo más elevado.

Como la vida útil promedio de un medidor es de siete años, se deben reemplazar —en la actualidad— del orden de 53,000 medidores al año. En 2007 se realizó un muestreo de la antigüedad de los medidores, obteniéndose que el 30% de ellos tenía más de diez años en operación y la curva de exactitud ya estaba fuera de los parámetros adecuados.

Por esa razón, SAPAL comenzó un programa de reemplazo de medidores. En 2011, SAPAL hizo mantenimiento correctivo a 26,711 medidores y sustituyó 44,190 medidores, como una medida de mantenimiento preventivo; además, elevó de 6 mil a 12 mil el número de medidores remotos, los cuales cuentan con una antena de radio, y una unidad motorizada efectúa la medición de manera automática.

La eficiencia física con la cual SAPAL conduce y distribuye el agua potable varía de un año a otro en función del número y volumen de las fugas, así como del agua no cuantificada de manera correcta. La diferencia entre el volumen de agua introducido a la red de agua potable y el entregado a las tomas domiciliarias y puntos es la multiplicación de las dos anteriores.

Tabla 24. Eficiencia física, comercial y global (%).

Eficacia	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Física	64.60	63.40	61.80	63.36	64.36	66.06
Comercial	94.90	92.70	92.70	92.27	91.49	91.61
Global	61.30	58.80	57.30	58.46	58.88	60.51

Fuente: SAPAL, 2012.

### Fecha de instalación de los medidores

• < 3 años	49%
3 años < • < 5 años	11%
5 años < • < 7 años	8%
7 años < • < 10 años	12%
10 años < •	20 %

### Física y economía

**Efectividad.** Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

**Eficacia.** Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera. Grado en que algo es efectivo para lograr una meta.

**Eficiencia.** Grado en que los recursos —como la infraestructura, el trabajo, la información, el tiempo o el dinero— se utilizan para lograr el efecto previsto.

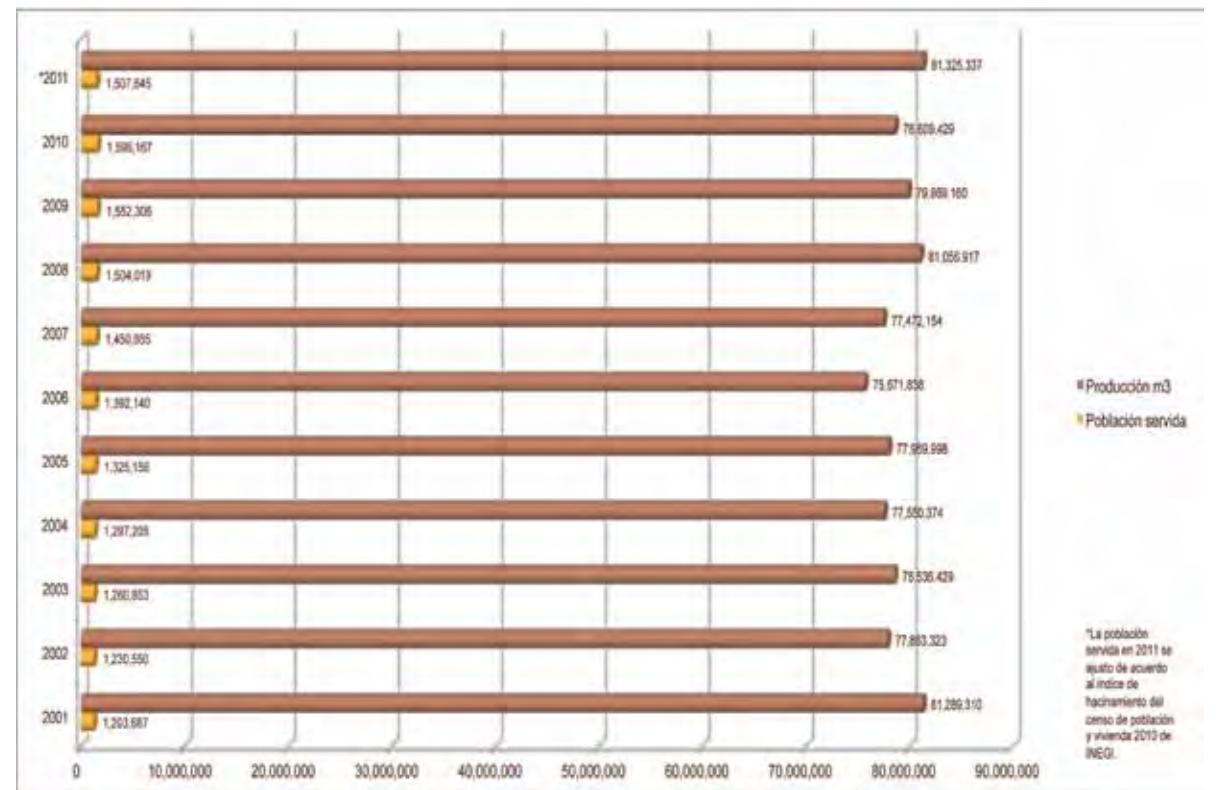


Ilustración 26. Producción de agua potable y población servida (fuente: SAPAL, 2011).

A pesar de que las variaciones en las eficiencias física y comercial tienen un componente exógeno importante, SAPAL ha podido responder al incremento de las demandas de agua que requiere el municipio de León sin incrementar las extracciones de agua (ilustración 26) e incrementar el porcentaje de facturación (ilustración 27).

En este sentido, SAPAL está dando pasos firmes para refinar los métodos con los que detecta las fugas y las tomas clandestinas. Asimismo, aunque sostener una eficiencia comercial alta es una función explícita de SAPAL, su origen está en acciones de terceros; aun así, la fiscalización es un área que ha rendido frutos benéficos.

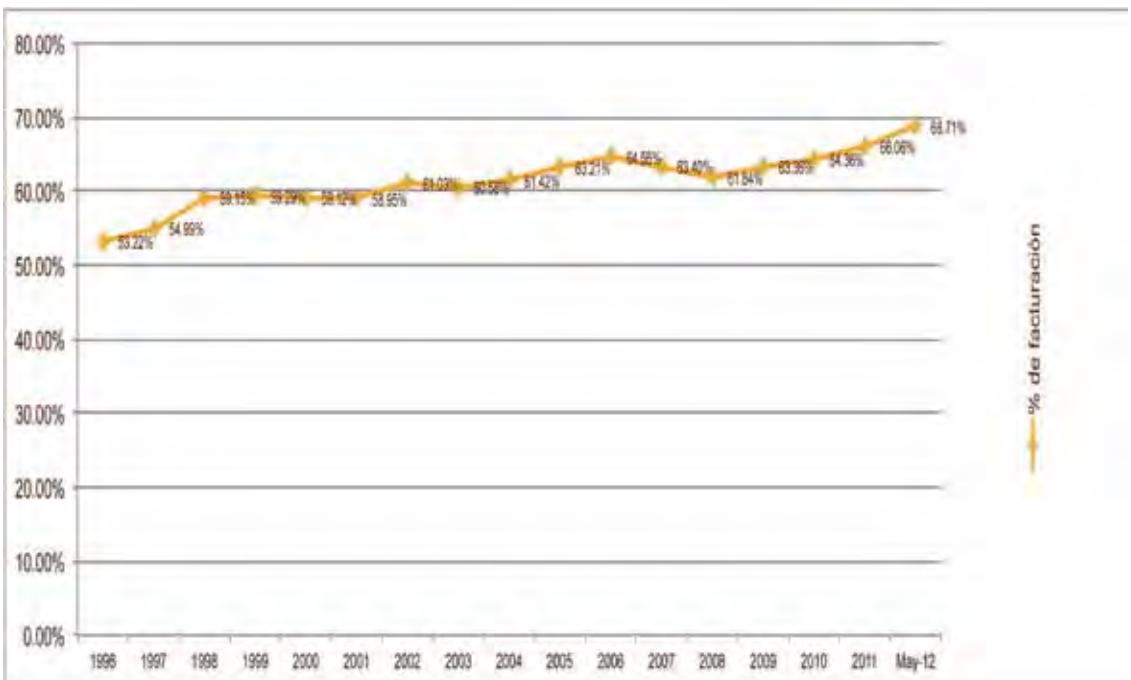


Ilustración 27. Evolución de la facturación de agua potable (fuente: SAPAL, 2011).

## 8.1 Promoción, facturación y cobranza de los servicios

La promoción de los servicios de agua potable está enfocada a los nuevos desarrollos habitacionales, y a la regularización de los que ya existen en la zona urbana y rural. El impulso para reusar las aguas residuales tratadas se lleva a cabo con los clientes industriales, de servicios y para el riego de áreas verdes.

El Departamento de Facturación y Cobranza se encarga de:

- Emitir la facturación mensual.
- Gestionar el cobro a los clientes.
- Realizar y controlar las reconexiones del servicio a los clientes que pagan su adeudo.
- Verificar y clausurar las tomas libres y derivaciones del servicio detectadas.
- Inspeccionar líneas nuevas de suministro, con el fin de hallar posibles tomas clandestinas.
- Reconsiderar los consumos facturados que así procedan.

Hoy en día, se factura cada mes el total de las cuentas que integran el padrón de clientes. En 2011 se realizaron 105,797 cortes y 83,755 reconexiones de servicios a quienes cubrieron sus adeudos total o parcialmente —como resultado de limitarles los servicios—, con lo cual se recuperó un importe de 104 millones 500 mil pesos. Asimismo, como parte del Programa de Depuración y Recuperación de Cartera Vencida, se hicieron 17,583 notificaciones de cobro, con las cuales se inicia la creación de un expediente personalizado del inmueble que contiene el informe de la visita; el aviso de adeudo; la localización del predio; el estado del cuadro y del medidor, y fotografías. Como resultado de este programa, en 2011 se recobraron 40 millones 400 mil pesos. Adicionalmente, en el mismo año se realizaron cancelaciones del alcantarillado en aquellas empresas que se abastecen del servicio de agua a través de un pozo particular o de pipas, y se limitó el servicio de alcantarillado en 36 casos.

El Departamento de Facturación y Cobranza cuenta con 25 dispositivos de

rastreo por satélite instalados en las unidades automotoras, las cuales envían de manera constante informes acerca de la ubicación de las unidades y su recorrido, con lo cual se tiene un control efectivo sobre sus actividades.

Los ingresos por agua potable, conforme a la tabla 13, son del orden de 72 mdp/mes, de los cuales aproximadamente el 70% corresponde al uso doméstico y 30% a los usos comercial e industrial. A su vez, del ingreso por agua de uso doméstico, otro 70% se debe al agua en sí, y el 30% restante a recargos, accesorios, sondeos, contratos y otros cobros diversos.

## 8.2 Expansión del mercado de clientes

SAPAL realiza un análisis e investigación del mercado, considerando los clientes reales, factibles —los que cuentan con infraestructura, pero todavía no han contratado los servicios— y potenciales —los que, por el momento, no cuentan con infraestructura—, con el fin de generar nuevos contratos y propiciar la extensión de los servicios a nuevas áreas dentro del perímetro de servicio.

Con ese propósito se desarrollan programas de promoción que tienen por objetivo captar nuevos clientes. Para ello, se realiza un sondeo acerca de las necesidades de los clientes y de la opinión que les merecen los servicios prestados por SAPAL.

Los sondeos de opinión buscan correlacionar y analizar datos relativos a las características de la población; costumbres en el uso del agua, y la conveniencia de promover la prestación de servicios. Asimismo, se hacen gestiones para invitar a la industria y al comercio, con el fin de que usen los servicios provistos por SAPAL; estudios de mercadotecnia y encuestas para conocer las necesidades de los clientes, el levantamiento de la información necesaria para el área de planeación con vistas a expandir los servicios.

Todas estas acciones se realizan en coordinación con la Dirección de Desarrollo

Social del Municipio, el Instituto Municipal de Vivienda y el Departamento de Comunicación Social de SAPAL a través de:

- El levantamiento censal para complementar la información de los clientes factibles y potenciales.
- Asambleas con los clientes factibles y potenciales.
- Entrega de volantes en las colonias propensas a contratar los servicios.
- Campañas de contratación a través de convenios de financiamiento.
- Instalación de módulos de información y contratación en las colonias proclives a contratar.

Asimismo, se ha trabajado en la vinculación de datos alfanuméricos y geográficos de los clientes a través del sistema de información geográfica SIGSAPAL, y en la actualidad se lleva a cabo un censo para complementar los datos de los clientes.

SAPAL está tomando acciones firmes para contar a mediano plazo con los datos del 100% de los clientes reales, factibles y potenciales, y con base en esa información propiciar los mecanismos idóneos a fin de lograr la contratación de los clientes factibles, levantar la información indispensable para la planeación de la ampliación de la infraestructura que requieren los clientes potenciales, y mejorar la nueva oferta de servicios a los clientes actuales con base en sus necesidades.

Además, en virtud de la formalización del convenio relativo al proyecto del río Verde, se intensificará y enfocará el estudio de mercado buscando nuevas áreas de oportunidad.

A medida que se regularizan los desarrollos urbanos existentes y se incorporan los nuevos desarrollos habitacionales, se promueve la contratación de los servicios provistos por SAPAL. Para ese efecto, se instalan módulos temporales en los lugares donde se encuentran los desarrollos habitacionales, en los cuales se realizan las contrataciones.

### 8.3 Padrón de clientes

El Departamento de Padrón de Clientes tiene como objetivo obtener, organizar, mantener, y difundir información oportuna y confiable de todos los clientes reales, factibles y potenciales que constituyen el mercado del organismo operador, respecto a su identificación, características, ubicación y estado de los servicios.

La función general comprende el registro catastral e información de los clientes de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento a cargo del organismo operador. Las funciones reglamentarias del Departamento son:

- Tramitar la contratación de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario, saneamiento y suministro de agua tratada, así como de los demás servicios a cargo de SAPAL.
- Realizar las suspensiones, cancelaciones y reactivación de servicios.
- Llevar a cabo las visitas de inspección necesarias para el cumplimiento de sus funciones, en el ámbito de su competencia.
- Verificar los inmuebles, a efecto de determinar el giro y la asignación de la tarifa correspondiente.
- Elaborar, actualizar y llevar el control del padrón de clientes.

El padrón de clientes contiene un total de 353,707 cuentas de servicios que se desglosan de la manera siguiente: uso doméstico, 313,016; uso mixto, 19,599; uso comercial, 16,725; beneficencia, 1,095; industrial, 2,262; convenios de pago de alcantarillado y saneamiento, 996; agua cruda, 4; agua tratada, 10 clientes.

El padrón de clientes se mantiene actualizado a través de los informes que elabora el personal encargado de tomar la lectura mensual en cada inmueble. Hoy en día, se lleva a cabo un programa especial para la actualización de las bases de datos mediante un levantamiento censal que se realiza en dos etapas, de las cuales una comenzó a desarrollarse en 2011 y la otra está planeada para culminar en 2012.

Por lo que respecta a la base cartográfica, el padrón de clientes se complementa al vincular las cuentas de los clientes con el gráfico correspondiente a través del sistema SIGSAPAL. En la actualidad se encuentra vinculado el 94.27% de la cuentas de servicios, las cuales ascienden a 333,440 cuentas.

Asimismo, se mantiene un archivo complementario que se integra con los documentos escaneados más importantes, como es el contrato de servicios, el expediente de cambios de nombre, así como por las fotos de los inmuebles.

El crecimiento normal del padrón de clientes es a razón del 3.22% anual y se genera principalmente por el desarrollo de fraccionamientos nuevos y por la regularización de los existentes. En los próximos años se mantendrá actualizado el padrón de clientes a través de la conclusión del censo. Con respecto a la base cartográfica, se tiene planeado alcanzar el 100% de cuentas vinculadas, en virtud de que se comenzará con la actualización de la base cartográfica desde el momento en que se genera una nueva cuenta de servicios al momento de la contratación.

El padrón de clientes es un documento dinámico: no existen polígonos comerciales en la ciudad y las tiendas abren y cierran constantemente. De igual manera, las viviendas van cambiando: una casa se transforma en comercio o se expande a dos casas habitación, y eso requiere mantener actualizado el padrón de clientes y el uso que le dan al agua, con el fin de cobrar la tarifa apropiada.

### 8.4 Determinación de consumos

El Departamento de Determinación de Consumos tiene como objetivo tomar las lecturas de todos los medidores registrados en el padrón de clientes mes con mes; reportar las anomalías y desperfectos que impiden tomar las lecturas; mantener en buen estado todos los medidores y los cuadros —tableros donde se concentran instrumentos para el control de la instalación hidráulica, y para establecer o interrumpir el servicio—; promo-

ver programas anuales de cambio de medidores en función de su antigüedad, así como realizar pruebas de funcionamiento y exactitud de los medidores.

La principal función es proporcionar las lecturas de cada uno de los medidores de los clientes para determinar el uso del agua cada mes, y en función de ese volumen realizar la facturación.

Actualmente se cuenta con 353,066 medidores funcionando —341,066 de lectura directa y 12,000 de radiofrecuencia— a los cuales se les toma la lectura de forma mensual. Treinta y ocho personas recolectan las lecturas de los medidores directamente en el sitio donde están emplazados y una persona acopia las lecturas de los medidores de radiofrecuencia por medio de un lector a distancia desde un vehículo automotor. Asimismo, se lleva a cabo un programa piloto de instalación de antenas Gateway, lo cual permite registrar cada hora las lecturas de los medidores de aproximadamente 2,000 clientes que tienen instalado un medidor de radiofrecuencia y que están dentro de la zona de recepción de la antena.

El análisis catastral de los medidores realizado en 2007 dio como resultado que el 30% de los medidores tenían una antigüedad mayor de diez años y en algunos casos superaban los veinte años, por lo que la curva de exactitud del medidor había decaído y por esta razón estaban submidiendo. En consecuencia, en 2008 se estableció un programa de reemplazo de medidores, que ha contribuido proporcionalmente al incremento de la eficacia física (tabla 24).

En 2010 se reemplazaron preventivamente 44,190 medidores de lectura directa, y cada año se cambian unos 15,000 medidores debido a los reportes de los clientes y de los empleados de SAPAL que toman las lecturas de los mismos.

En el Taller de Medidores se realizan pruebas a los medidores que se adquieren mediante licitación en un porcentaje del 5% del total. También se ejecutan

pruebas a medidores de clientes inconformes o que demandan ante la Procuraduría Federal del Consumidor.

#### 8.5 Atención a clientes

El Sistema de Atención a Clientes (SAC) es la cara al público de SAPAL, y por tanto recibe tanto felicitaciones como quejas. Aunque en los sitios donde atiende el SAC al público se le pueden presentar peticiones de información que no generan órdenes de trabajo al interior de SAPAL —por ejemplo, una consulta de saldo o una aclaración sobre la facturación—, por lo general recibe solicitudes de reconexión o de incorporación de infraestructura, reportes de fallas en el servicio y de fugas en la red, solicitudes para reactivar el servicio, quejas contra el personal, y reclamos por baches no reparados de manera perentoria, entre los más frecuentes, que sí requieren la acción de algún área específica.

El personal del SAC es multifuncional: informa acerca de la documentación necesaria para realizar contratos, reactivaciones, suspensiones y cancelaciones,

toma reportes de fallas, negocia convenios con clientes morosos, hace contratos de conexión, recibe documentos de fiscalización ecológica y canaliza los reportes a las áreas que deben atender el asunto mediante un sistema computacional, superando la práctica anterior de enviar el reporte mediante un oficio escrito.

El SAC recibe llamadas telefónicas —que se graban para asegurar la calidad en el manejo de los telefonemas, y se guardan tres meses en medios digitales, para consultarlas en caso de que sea necesaria alguna aclaración posterior— 24 horas los 365 días del año; atiende de manera personal a los clientes en la oficina matriz, tres sucursales y cuatro delegaciones del Sistema Integrado de Transporte de León (SIT); recibe quejas y sugerencia a través de la página de Internet de SAPAL, y realiza asambleas de barrio y en algunas ocasiones en Miércoles Ciudadano —en las que se verifican saldos y cuentas, se reciben pagos y se elaboran contratos de conexión, entre otras funciones—, una vez al mes.

Para mejorar la atención a los clientes de manera personal se han instalado nueve módulos multifuncionales en las oficinas centrales del bulevar Torres Landa, así como un lugar de espera más amplio y pantallas electrónicas en las que se puede observar la transmisión de *NotiSapal*, un noticiero sobre temas de SAPAL. Con la finalidad de brindar una atención personalizada, más eficaz y con menor tiempo de espera, se han rediseñado las áreas de contacto con los clientes que realizan algún trámite en las sucursales.

También se han instalado módulos de atención a clientes y cajeros automáticos en las terminales del SIT Delta, San Jerónimo, San Juan Bosco, Satélite y Torres Landa. Además, para ofrecer a los clientes mayores opciones de lugares y horarios en la recepción de pagos, se ha puesto en operación el área de cajeros automáticos, dos de los cuales funcionan las 24 horas en Torres Landa y Boulevard Hidalgo, y otros en los horarios de los sitios que los hospedan en Plaza Mayor, Centro Max, Plaza Galerías Las Torres y Soriana Satélite, así como el que se ins-

tala cada año en el local de la Feria de León.

El SAC tiene un proceso que comienza con la recepción del reporte, solicitud, queja o aclaración, y prosigue con su canalización al área respectiva para su atención y solución. No obstante, una vez atendido el asunto, se verifica con el cliente si quedó resuelta su petición y se solicita la calificación del servicio realizado. Hoy día sólo se inquire si se cumplió o no la petición, pero está en vías de instrumentarse una encuesta de cinco preguntas adicionales. SAPAL considera fundamental la plena satisfacción de sus clientes, por ello orienta todas sus políticas, programas y acciones para lograrla.

Se atienden al día más de cinco mil clientes residenciales y comerciales, y como el contacto con ellos exige una mejora constante en los procesos de atención y servicio, SAPAL cuenta con programas y sistemas que incluyen tecnología computacional de última generación, sin perder de vista el factor humano.



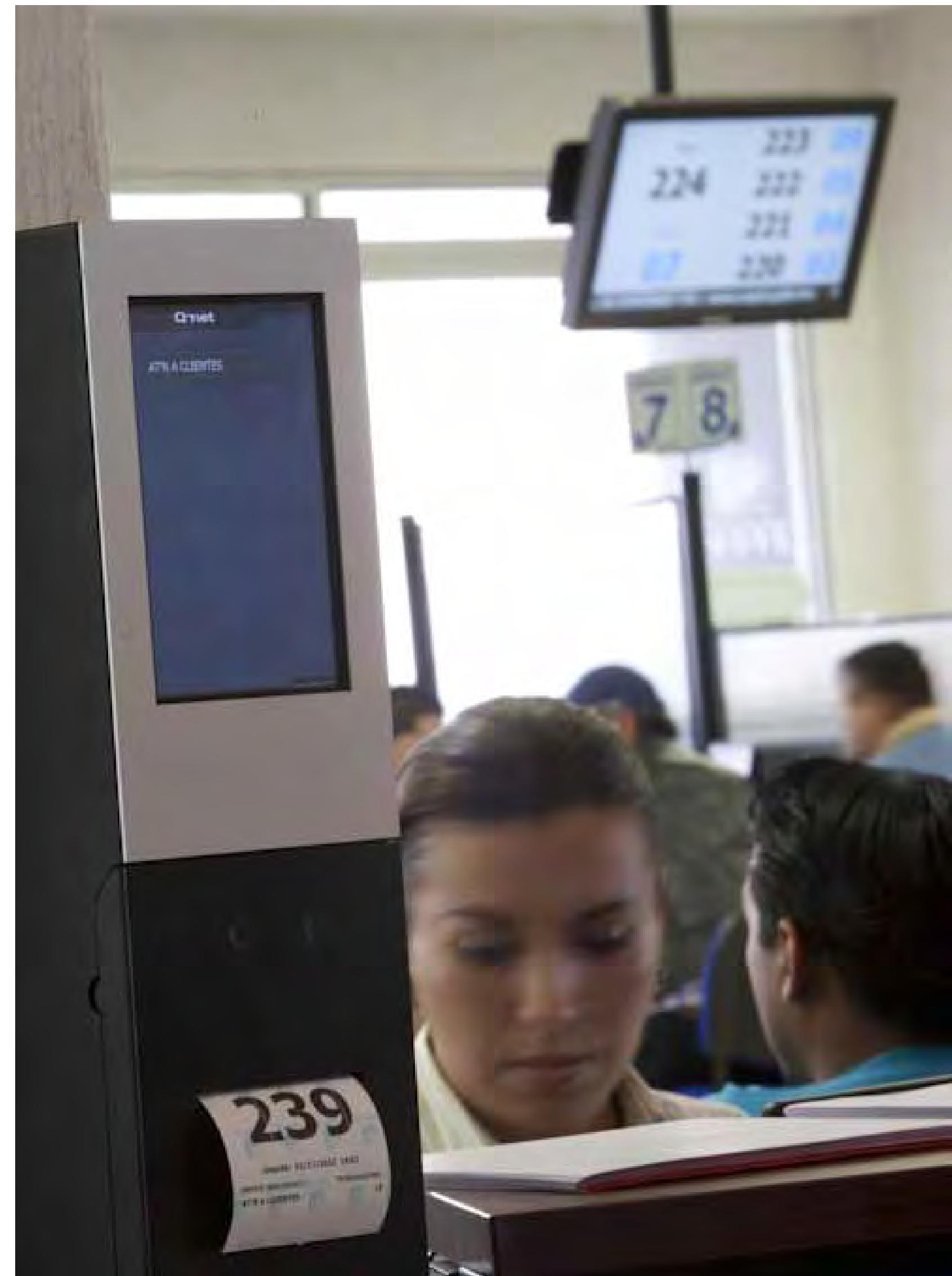
El Sistema de Atención a Clientes tiene por objeto orientar todas las acciones de SAPAL para lograr la plena satisfacción de los clientes al:

- Capturar reportes, quejas y solicitudes de los clientes y retroalimentación con los mismos cuando se resuelve la situación.
- Generar de manera inmediata órdenes de trabajo a las áreas encargadas de llevar a cabo los servicios y dar seguimiento al cumplimiento hasta su total resolución.
- Mantener una retroalimentación permanente con los clientes que les permita contar con la información del estado en que se encuentran el proceso de atención de sus reportes, quejas o solicitudes, y generar el aviso de final de servicio atendido.

- Proporcionar información relativa a la facturación, estados de cuenta, trámites y servicios.
- Realizar ajustes a la facturación y cancelación de recargos o accesorios cuando éstos sean derivados de una queja fundamentada del cliente, conforme a las políticas establecidas al respecto, e instrumentar mecanismos de apoyo a los clientes de bajos recursos.

Como sistema, el SAC está desarrollado con objeto de emplear las vías telefónica, presencial y de Internet para brindar una respuesta eficaz a los reportes, problemas, solicitudes o requerimientos de los clientes, con un trato amable. El SAC contiene los módulos siguientes:

- Solicitudes de servicio.
- Órdenes de trabajo.





- Incidencias.
- Catálogos.
- Consultas.
- Configuración.
- Información.
- Utilerías.
- Reportes adicionales.
- Página de Internet.

Por otra parte, existen alrededor de 12,000 medidores que se ubican dentro de los inmuebles. Para facilitar la lectura de los medidores, se requiere un programa que se aboque a reubicarlos en la calle. Asimismo, hay zonas por donde pasan las redes de agua potable que tienen cercas o rejas; en esos casos es necesario reubicar las tuberías fuera de los predios privados.

En suma, el Sistema de Atención a Clientes es un canal facilitador de la comunicación entre el cliente, y el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León.

#### 8.6 Qué falta por hacer

Es necesario instrumentar programas nuevos para a) reducir el ciclo de facturación de treinta a cinco días; b) realizar la medición remota de consumos por medio de una cobertura al 100% con medidores de radiofrecuencia; c) reducir de seis a dos recibos consecutivos sin pago para proceder al corte de los servicios; d) instalar medidores con tarjeta de prepago en sectores seleccionados de la zona urbana y suburbana, y e) facturar en sitio —como un objetivo a largo plazo—, para que al momento de obtener la lectura se determine el consumo y en ese instante se realice la notificación del crédito a cargo del cliente. Asimismo, se requiere continuar la labor permanente de actualizar el padrón de clientes, a fin de aplicar las tarifas adecuadas de agua potable y alcantarillado.

Aunque el sistema comercial tiene mucho arraigo en SAPAL y cubre las tareas de facturación y cobranza con todas las operaciones accesorias relativas al cumplimiento de esas tareas, es necesario modernizarlo desde una perspectiva computacional.

Además, en ocasiones alguna área técnica reporta por radio una avería en las redes o tanques sin pasar por el Sistema de Atención al Cliente, lo cual provoca que no se genere la orden de compostura en el SAC y que no pueda dársele seguimiento. Por tanto, es necesario integrar el Centro de Llamadas del Sistema de Atención al Cliente con la central de radio del área operativa, la cual es una central de radio para facilitar las tareas de operación, y funciona con tres frecuencias, las cuales son usadas para propósitos generales de operación, revisión de proyectos, laboratorio de calidad del agua, alcantarillado, redes y alcantarillado.

Asimismo, en ocasiones se publica en la prensa escrita alguna noticia relativa a una fuga de agua potable en la red y el Departamento de Comunicación Social canaliza el reporte al área correspondiente sin dar aviso al Sistema de Atención al Cliente. Si bien el Departamento de Comunicación Social le da seguimiento a la denuncia con los medios de comunicación, es necesario incorporar estas acciones al Sistema de Atención al Cliente.

## 9. Servicios administrativos

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León emplea un sistema de competencias laborales para seleccionar a su personal. La rotación del mismo es muy baja, ya que la antigüedad promedio de los empleados es de 13 años. Al ser contratados, todos los nuevos empleados deben tomar un curso de inducción y, posteriormente, se les capacita en aspectos específicos del puesto que están por desempeñar. La administración del patrimonio de SAPAL requiere controlar del orden de 30 mil activos fijos, que incluyen bienes inmuebles, terrenos, servidumbres, pozos, líneas de conducción, redes de distribución, tanques, plantas de tratamiento de aguas residuales, mobiliario, equipo computacional, automotores, laboratorios, y muchos otros bienes muebles e inmuebles.

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León es un sistema en tanto comprende un conjunto articulado de elementos que interactúan entre sí para alcanzar un objetivo común: prestar los servicios públicos de agua potable, agua tratada, alcantarillado sanitario e industrial, drenaje pluvial, saneamiento, revisión de proyectos de infraestructura hidráulica, limpieza y custodia de arroyos, cuidado del medio ambiente y protección de los acuíferos, y atención de emergencias hidrometeorológicas.

Si bien SAPAL es un organismo público descentralizado de la administración municipal, con personalidad jurídica y patrimonio propios, encargado de la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en la ciudad de León, su organización se asemeja más a la de un enfoque sistémico que a una estructura orgánica con relaciones de autoridad, procedimientos por área, responsabilidades verticales y un organigrama por funciones.

El organigrama institucional de SAPAL se conforma de acuerdo con lo estipulado en su reglamento; no obstante, su funcionamiento es altamente sistémico. Los principales sistemas con los que se desempeña SAPAL son:

1. Planeación.
2. Operación.

3. Comercial.
4. Financiero.
5. Información.
6. Apoyo administrativo.

Sin embargo, las actividades del sistema de planeación no recaen por completo en la Gerencia de Planeación y Proyectos, la cual tiene a su cargo en forma específica la planeación física, sino que también participan las gerencias de Finanzas, Calidad del Agua y Tecnologías de la Información, principalmente. De manera similar, en todos los sistemas de SAPAL participan de manera horizontal varias gerencias: las necesarias para atender de forma integral los asuntos de su competencia.

### 9.1 Administración y desarrollo de recursos humanos

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León emplea un sistema de competencias laborales para seleccionar a su personal y su rotación es muy baja, ya que la antigüedad promedio de los empleados es de 13 años. Al ser contratados, todos los nuevos empleados deben tomar un curso de inducción y, posteriormente, se les capacita en aspectos específicos del puesto que desempeñarán. Estas acciones han permitido disminuir de manera constante el número de empleados por cada mil tomas, conforme se muestra en la ilustración 28.



Ilustración 28. Empleados por cada mil tomas (fuente: SAPAL, 2012).



En SAPAL, cada puesto tiene sus rutas de desarrollo —tanto horizontal como vertical—, pero lo esencial es que con el sistema de competencias laborales se busca establecer las bases de un Sistema Civil de Carrera. Actualmente, en SAPAL laboran del orden de mil empleados (tabla 25), más un cierto número de personas subcontratadas por otras empresas.

1. Programa de acondicionamiento físico. Busca disminuir incapacidades y mantener la salud del personal a través de actividades físicas y deportivas, con la finalidad de evitar enfermedades cardiovasculares, musculoesqueléticas y diabetes, entre otras.
2. Programa de prevención de riesgos en el trabajo. Consta de pláticas constantes con supervisores y personal operativo para que sean conscientes sobre los accidentes de trabajo, los cuales implican un alto costo.
3. Reestructuración del sistema de selección de personal. Pretende hacer más efectiva la selección de personal, tanto el propio como el subcontratado por otras empresas, con base en competencias laborales de acuerdo con el perfil del puesto y las necesidades de SAPAL.
4. Pago de nómina con tarjeta electrónica. Orientado de manera fundamental al personal no sindicalizado, a fin de reducir el riesgo de asaltos en cada centro operativo, con la ventaja

#### Código de honor

**En SAPAL trabajamos de acuerdo con un Código de Honor, que es el compromiso de cada uno de los individuos y equipos de trabajo para ser el mejor organismo operador de agua del país.**

**Esto sólo se logra con el compromiso de todos, el trabajo en equipo y un código común de conducta.**

Tabla 25. Empleados de SAPAL.

Puesto	Cantidad
Director general	1
Gerentes	8
Jefes de departamento	29
Empleados administrativos	460
Empleados operativos	548
Total	1,046

Fuente: SAPAL, 2011.

La motivación y el desarrollo profesional de los empleados de SAPAL se llevan a cabo mediante múltiples actividades, enmarcadas en un Plan de Vida y Carrera, del cual sobresalen las acciones siguientes:

adicional de que produce un ahorro administrativo al eliminar el costo por servicios de nómina y custodia de valores.

5. Adecuación al sistema de nóminas. Mejora la administración de pagos de seguridad social, Infonavit y del Fondo Nacional para el Consumo de los Trabajadores (Fonacot).
6. Contrato colectivo de trabajo. Las negociaciones con el sindicato se realizan en términos cordiales, pero cuidando de manera responsable las finanzas de SAPAL, ya que los incrementos generales al tabulador están por debajo del autorizado por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos.
7. Celebración de eventos especiales de integración y gratitud. Como reconocimiento al esfuerzo realizado por el personal de SAPAL, en la fiesta de fin de año se lleva cabo una rifa entre el personal asistente, que incluye varios artículos para el hogar.

Cabe hacer notar que entre las instalaciones de SAPAL se tiene un Módulo Deportivo, con el cual se busca que los trabajadores y sus familias puedan desarrollar actividades físicas, practicar un deporte y convivir en familiar. El Módulo Deportivo cuenta con canchas de squash, tenis, futbol soccer, futbol uruguayo, pista para trotar, palapas con asadores, juegos infantiles y áreas verdes.

De particular importancia para los trabajadores de SAPAL es el Fideicomiso de Jubilaciones, Pensiones y Prima de Antigüedad, establecido en 2005. Las jubilaciones operan mediante semanas cotizadas y edad, y las pensiones son para afrontar riesgos en el trabajo. De esta manera, en SAPAL, el personal se jubila con el 100% de su salario, ya que a la jubilación que otorga el Instituto Mexicano del Seguro Social, el Fideicomiso le añade un monto extra para alcanzar la jubilación prevista por SAPAL. Como requisitos para acceder a los beneficios del fideicomiso, los trabajadores deben tener más de sesenta años de edad y treinta años al servicio del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León.

Cuando SAPAL sustituyó patronalmente a la Junta Federal de Agua Potable y Alcantarillado, en 1982, absorbió los pasivos laborales. Por ello, como la liquidación de los empleados está asegurada con el Fideicomiso, en cada negociación del contrato colectivo de trabajo que modifique los salarios o las cláusulas en general, se requiere revisar el impacto en los pasivos laborales. Para ese efecto, un despacho especializado realiza el cálculo actuarial correspondiente.

A fines de 2010, el pasivo laboral era de 55.7 millones de pesos, el valor de los activos del Fideicomiso de 41.1 millones de pesos y las aportaciones mensuales son del orden de los nueve millones de pesos, lo cual implica que las liquidaciones no tienen que provenir del flujo de caja, sino del Fideicomiso de Jubilaciones, Pensiones y Prima de Antigüedad, el cual está invertido en papel de gobierno. De esta manera, SAPAL obtiene el equilibrio entre sus actuaciones de ser una entidad pública que presta un servicio y un patrón.

## 9.2 Administración del patrimonio

Para administrar el patrimonio de SAPAL se requiere controlar del orden de 30 mil activos fijos, que incluyen bienes inmuebles, terrenos, servidumbres, pozos, líneas de conducción, redes de distribución, tanques, plantas de tratamiento de aguas residuales, mobiliario, equipo computacional, automotores, laboratorios, y muchos otros bienes muebles e inmuebles.

Conforme al artículo 18 del reglamento de SAPAL, su patrimonio se integra con:

1. Los bienes muebles e inmuebles de su propiedad.
2. Los bienes muebles de su propiedad, incluyendo aquellos que sean inherentes o que formen parte de la prestación de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento, así como aquellos que se hallen en la vía pública.
3. Las donaciones y aportaciones que reciba de los gobiernos federal, estatal

y municipal, y de los particulares por cualquier título legal.

4. Los derechos y créditos que se obtengan para el cumplimiento de sus fines.
5. Los fondos que se obtengan por concepto de contraprestaciones, aprovechamientos, tarifas, multas y recargos generados por la prestación de los servicios, así como los demás ingresos que generen sus inversiones, bienes y operaciones.
6. Los subsidios, asignaciones, concesiones, adjudicaciones, herencias, legados y demás liberalidades que se otorguen a su favor.
7. Los demás bienes e ingresos que obtenga por cualquier título legal.

Una de las actividades a la que concierne la actualización del patrimonio es la incorporación de infraestructura hidráulica construida por desarrolladores urbanos, fraccionadores y constructores de edificaciones habitacionales, ya que antes de formalizar la entrega-recepción se requiere tener la escritura pública. Hace treinta años, el municipio no autorizaba los fraccionamientos; esa era una responsa-

bilidad del estado, y, por ello hay líneas de agua potable y alcantarillado sanitario sobre las cuales se realizaron construcciones posteriormente —ya sea porque se cambió una calle a lotes, o porque se trata de una colonia irregular—, pero son problemas que van saliendo paulatinamente y deben abordarse para reubicar las redes, o adquirir los predios e incorporarlos al patrimonio.

Si bien la regularización de predios e inmuebles es una responsabilidad del Departamento de Asuntos Jurídicos, la administración de todos los inmuebles de SAPAL es facultad de la Gerencia de Servicios Administrativos de Apoyo. En la ilustración 29 se muestran los centros operativos actuales.

Asimismo, existen varios lotes y terrenos —algunos hasta de 300 ha, por ejemplo en el municipio de Romita— que se usaron en el pasado y que actualmente no se usan, pero que es necesario resguardarlos, lo cual tiene un costo. En la tabla 26 se presenta un resumen de los inmuebles de SAPAL.



Ilustración 29. Centros operativos de SAPAL (fuente: SAPAL, 2011).

**Tabla 26. Inmuebles de SAPAL.**

Inmueble	Cantidad
Pozos	133
Tanques superficiales	99
Tanques elevados	73
Terrenos	69
Rebombeos	53
Centros operativos	10
Plantas de tratamiento	9
<b>Total</b>	<b>446</b>

Fuente: SAPAL, 2011.

La administración del patrimonio cierra el ciclo que comienza con la planeación y sigue con la organización, dirección, coordinación, y finalmente, control, el cual es el proceso para asegurar que las actividades reales se ajusten a las planeadas.

### 9.3 Sistemas de calidad

El compromiso institucional de SAPAL es prestar los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario; coadyuvar con el drenaje pluvial; custodiar arroyos; proteger fuentes de abastecimiento; tratar aguas residuales, y reusar aguas residuales tratadas con una visión integral, que incluya los sistemas de:

1. Calidad y mejora continua.
2. Medio ambiente.
3. Seguridad y salud en el trabajo.
4. Certificación de la calidad del agua.
5. Acreditación del laboratorio.

El Sistema de Gestión Integral está compuesto por:

1. El Sistema de Gestión de la Calidad, con base en la norma ISO 9001:2008.
2. El Sistema de Gestión Ambiental, con base en la norma ISO 14001:2004 y la auditoría de cumplimiento ambiental.
3. El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional OHSAS: 18001:2007.

Además, se instrumenta el Sistema para la Gestión Integral del Capital Humano, con base en los organismos certificadores de competencias laborales adscritos a la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento (ANEAS), y al

Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (Conocer), con la finalidad de certificar al personal en determinadas áreas.

### 9.4 Servicios generales

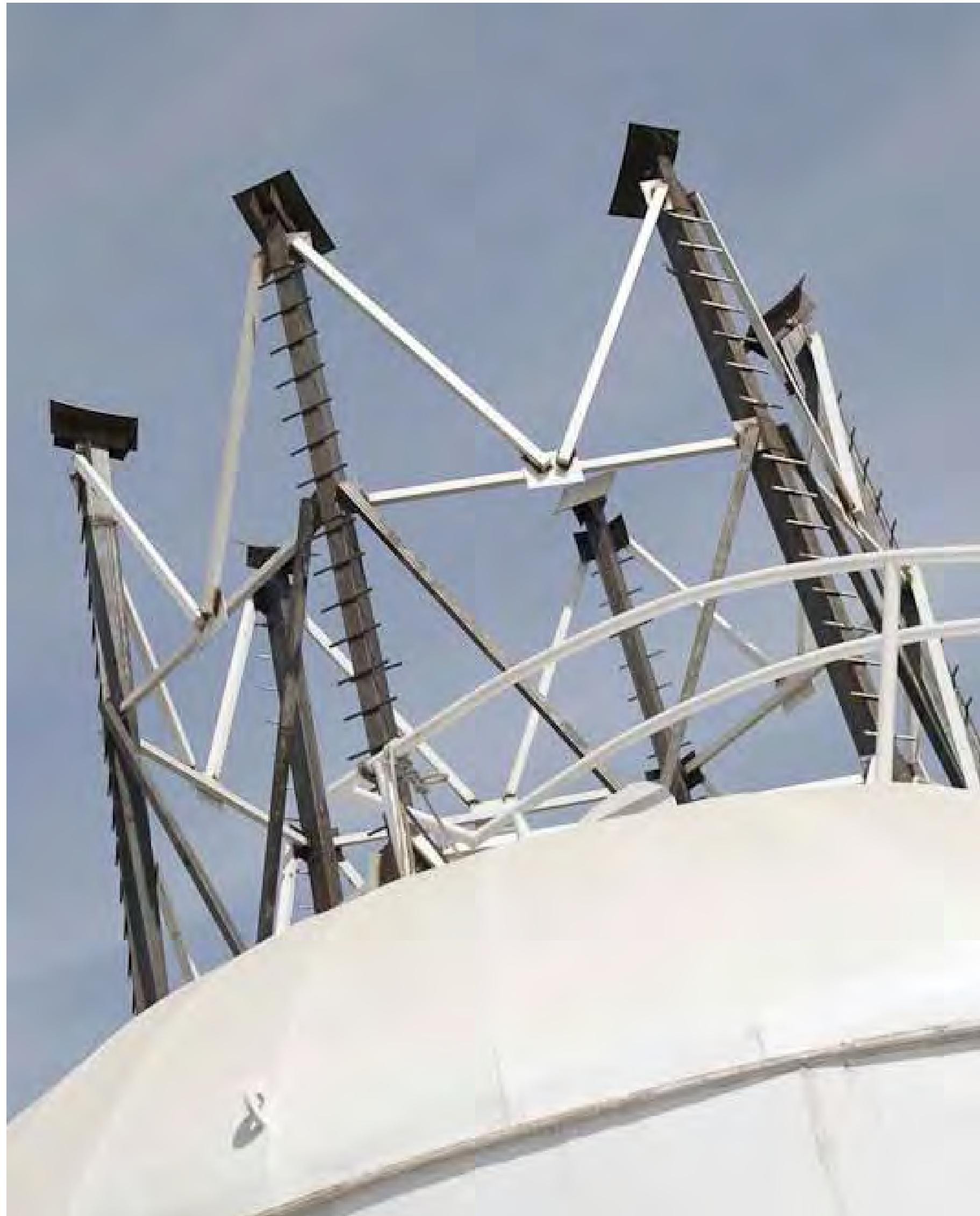
El área de Servicios Generales se encarga de dar mantenimiento a los edificios, mobiliario e instalaciones de todas las áreas; controlar los activos fijos del organismo operador; contratar los servicios que sean necesarios; y vigilar y proveer seguridad a los inmuebles de SAPAL, clientes, proveedores, trabajadores y público en general.

Una parte importante de estas tareas es la imagen institucional. Por ello, con objeto de ofrecer a los clientes de SAPAL un servicio ágil y adecuado mediante instalaciones cómodas y agradables, se realizaron los proyectos siguientes:

1. Reestructuración del patio y área de atención a clientes en las oficinas centrales de Torres Landa y en la sucursal Hidalgo.
2. Reubicación de la sucursal Centro a un área más amplia y cómoda, a fin de brindar un mejor servicio y atención a los clientes.
3. Adecuación e integración de áreas de gerencias y departamentos.
4. Construcción de nuevas oficinas para el Departamento de Determinación de Consumos.
5. Remodelación del área de rebombeo en la sucursal Colombia.
6. Remodelación de la fachada principal de las oficinas centrales y ampliación del estacionamiento para clientes, lo que generó mayor comodidad y seguridad a los clientes.

Con el fin de proporcionar instalaciones dignas y seguras para los trabajadores del SAPAL, se han efectuado las acciones siguientes:

1. Provisión del área de regaderas, baños y comedor en la sucursal Colombia.
2. Habilitación de una nueva área de comedor en las oficinas centrales de Torres Landa.



3. Rehabilitación de baños en las oficinas centrales de Torres Landa y en la sucursal Hidalgo.
4. Remodelación de una sala de sesiones en el edificio de Calidad del Agua, ubicado en las oficinas centrales de Torres Landa.
5. Instalación de postes y luminarias en los patios, y el área de autopago de las oficinas centrales de Torres Landa.

Con el firme propósito de contribuir al mejoramiento del medio ambiente, se ha trabajado en:

1. La instalación de un calentador solar para las regaderas de los baños de la sucursal Colombia.
2. La conversión del sistema para calentar el agua de la alberca, de gas a electricidad, en el Módulo Deportivo.
3. El reemplazo de los mingitorios de agua por mingitorios secos.
4. El cambio de los focos convencionales por ahorreadores en las luminarias de las oficinas.

Para garantizar la continuidad en la prestación de los servicios, se han realizado las mejoras siguientes:

1. Instalación de plantas de emergencia eléctrica en las oficinas centrales de Torres Landa y en las sucursales Hidalgo y Centro.
2. Reposición del sistema hidroneumático en las oficinas centrales de Torres Landa.
3. Instalación de pararrayos en las oficinas centrales de Torres Landa y en las sucursales Hidalgo y Morelos.
4. Reposición de antenas de comunicación de 45 y 30 metros en las oficinas centrales de Torres Landa.
5. Instalación de cristales blindados en las áreas de cajas de SAPAL.

Recientemente se cambió la imagen institucional de SAPAL, la cual abarca su logotipo, lema y su correspondiente señalización, en sucursales, vehículos y predios.

A futuro se contempla construir el archivo general para mejorar el control y mante-

nimiento del acervo documental; instalar calentadores solares en las regaderas de las oficinas centrales de Torres Landa, y en las sucursales Hidalgo e Hilamas, y establecer un centro de observación y vigilancia de todas las instalaciones del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León.

### 9.5 Control vehicular

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León cuenta con más de 350 vehículos a los que se le tiene que dar mantenimiento, así como unidades especiales, como retroexcavadoras y otros equipos (tabla 27).

**Tabla 27. Unidades y equipo de transporte.**

Unidad	Cantidad
Automóviles	41
Pick up	290
Pipas	6
Aqua tech	17
Motocicletas	46
Malacates	20
Grúas	9
Trascabos	8
Bob-cat	3
Remolques	10
Camiones tolva	10
Sewer-jet	14
Jet-vac	5
Montacargas	3

Fuente: SAPAL, 2011.

De 2007 a 2011, la productividad del personal del taller vehicular se incrementó en 14% y el ahorro en servicios con talleres externos fue de \$7'303,679.22. Entre las mejoras introducidas se encuentran:

1. La reestructuración del mantenimiento preventivo con enfoque al cliente.
2. El apoyo al Departamento de Servicios Generales para reparaciones y fabricación de herrerías.
3. La evaluación de proveedores para garantizar la transparencia en la asignación de los trabajos solicitados a talleres externos.
4. La reasignación de roles y jornadas de trabajo con el propósito de disminuir el tiempo extra y aumentar la eficiencia del personal,

5. La implementación de un proceso para la identificación física del equipo especial.

Se concluyó la remodelación de la fachada de las oficinas centrales y se pretende continuar con los trabajos de remodelación del complejo central de SAPAL. Está proyectado terminar las obras del estacionamiento de empleados, que ahora se encuentra en un predio sin pavimentar, así como la construcción de un comedor que permita brindar un espacio para que los trabajadores disfruten de su tiempo de comida en forma agradable y cómoda.

6. La mejora en la transparencia del cambio de refacciones a unidades y equipos con la entrega de piezas nuevas a cambio de las usadas.
7. Se asigna al área de Control Vehicular la atribución de diagnosticar y autorizar las solicitudes de servicios, refacciones, y todo gasto necesario para las unidades y los equipos.
8. La elaboración y difusión de un manual de conducción segura de unidades, dirigido a operadores.
9. La instrumentación de mejoras en el control del suministro de combustibles —se instalan sellos de seguridad en las unidades de gas LP para evitar la extracción del mismo; un chip identificador a unidades y equipos de gas LP, y el uso de vales de autorización para unidades y equipos de diésel y gasolina— condujo a un ahorro de gas LP de 179,409 litros entre 2010 y 2011.

10. Se mejoran los aspectos ambientales y áreas del taller, como: la recolección de residuos de manera gratuita; la pintura del piso de las áreas de trabajo en los talleres con pintura epóxica; la eliminación de las cargas de gas LP con pipas en seis de siete centros de trabajo; la pintura de las áreas del taller sin costo para SAPAL, y la implementación de mejoras en el control de residuos peligrosos.

### 9.6 Qué falta por hacer

Con la finalidad de ejercer un mejor control en los registros de asistencia y optimizar los tiempos de trabajo, deberán instrumentarse relojes biométricos, de tal manera que la entrada y salida del per-

sonal se realice mediante la lectura de la huella digital.

Las obras de ampliación requieren incluir la construcción del Archivo General de SAPAL, lo cual permitirá tener un área en las oficinas centrales para que de manera ágil y ordenada se pueda consultar la documentación que por ley el sistema tiene obligación de conservar por un cierto periodo. De igual manera, la construcción del Taller Vehicular en las oficinas de Torres Landa permitirá tener un lugar adecuado para la función del área de Control Vehicular y liberar el inmueble en el que actualmente se encuentra, y el que está localizado en una zona residencial, lo que genera molestia por la operación propia del taller, y de esta manera estar en posibilidad de poner a la venta un predio que por su ubicación tiene un valor considerable.

El patrimonio de SAPAL tiene una serie de inmuebles que en su momento fueron utilizados por el área de operación y que actualmente se encuentran fuera de servicio, por lo que es importante ponerlos en venta para efecto de poder realizar inversiones futuras, como las que se mencionaron en los párrafos anteriores.

## 10. Apoyo institucional

La comunicación apoya las estrategias generales de SAPAL y su objetivo es que los clientes cuenten con información veraz y oportuna que los habilite para tomar decisiones informadas, respaldar la realización de las obras y pagar a tiempo sus facturas. SAPAL cuenta con un gran número de sistemas de información, automatización y telecomunicaciones que apoyan a las diferentes áreas. La Contraloría Interna es el órgano encargado de vigilar que el ejercicio de las facultades de los servidores públicos de SAPAL se realice conforme al reglamento y a todas las disposiciones legales aplicables, a través de la realización de auditorías internas.



En los apoyos institucionales participan, además de la Gerencia de Servicios Administrativos de Apoyo, la Gerencia de Tecnologías de la Información, y los departamentos de Comunicación y Asuntos Jurídicos, así como la Contraloría Interna.

### 10.1 Comunicación

La comunicación apoya las estrategias generales de SAPAL y su objetivo es que, sobre una base de comunicación y confianza, los clientes cuenten con información veraz y oportuna que los habilite para tomar decisiones informadas, respaldar la realización de las obras y pagar a tiempo sus facturas. El trabajo del Departamento de Comunicación Social se organiza en varios programas, entre los que destacan los siguientes.

El programa de Difusión de Información Institucional ofrece al público en general información de las acciones y logros de SAPAL. Para ello, utiliza los medios masivos de comunicación y algunos medios alternativos, como la página de Internet institucional ([www.sapal.gob.mx](http://www.sapal.gob.mx)) y el *NotiSapal*, el cual es un noticiero en video que se transmite en las cuatro sucursales. Asimismo, se envían mensajes a través de las redes sociales Twitter™, Facebook™ y Youtube™; se elabora el *Informe Sapal a Líderes de Opinión*, que se envía por correo electrónico cada quince días a mil personajes de la ciudad; se atiende a los visitantes en las instalaciones, y se difunden temas relativos al agua potable y saneamiento en eventos, ferias y exposiciones.

Consciente de que toda obra pública en la ciudad ocasiona molestias a los vecinos y, con objeto de disminuir al mínimo posible dichas inconveniencias, el Consejo Directivo puso en marcha el programa de Vinculación con la Comunidad. Con este programa, SAPAL ha socializado obras y proyectos mediante reuniones con más de 150 colonias de la ciudad, en las que se informa acerca de la obra que se va a realizar, los objetivos y beneficios de la misma, los tiempos de ejecución y los sistemas constructivos,

además de ponerlos en contacto con el equipo de supervisión de la empresa contratista y de SAPAL, para que tengan una vía de comunicación directa con los responsables materiales y jurídicos de la obra. De esta manera, se ha fortalecido el espíritu de colaboración de los vecinos con SAPAL, a fin de realizar las obras que son, en última instancia, para el beneficio de la ciudadanía.

El programa de Atención a Contingencias informa a la población en casos como encaramientos e inundaciones; cortes temporales de agua; fugas en las redes, y obstrucción de vialidades como consecuencia de las obras que se ejecutan. Las acciones de este programa se ponen en marcha tan pronto como se identifica la emergencia, y se realizan a través de anuncios en la radio, desplegados en la prensa escrita y con la entrega de volantes en el sitio del incidente.

El Departamento de Comunicación maneja las relaciones públicas de SAPAL con los miembros y el presidente del Consejo Directivo; las de la Dirección General, y las relacionadas con eventos y giras, exposiciones, ferias, reuniones y congresos relativos al agua potable. También dirige la participación de SAPAL en eventos masivos —en los que se difunde información institucional y de fomento a la cultura del agua, a través de audiovisuales, folletos, material didáctico y obsequios.

Asimismo, el Departamento de Comunicación realiza diariamente el análisis y síntesis de la cobertura noticiosa. Para ese efecto, se revisan los medios masivos de comunicación de la ciudad, como son los periódicos y los noticieros de radio y televisión, con el fin de identificar y registrar todas las notas y menciones que se hacen de SAPAL, las cuales se organizan en un documento intitulado *Síntesis Informativa de SAPAL*. Con el propósito de ahorrar papel, todos los días se entrega una impresión de la síntesis al presidente del Consejo Directivo y al director general de SAPAL, y se publica en la Intranet de SAPAL, a fin de que pueda consultarla el resto del personal.

El Departamento también conduce el proceso de evaluación de la imagen de SAPAL, para lo cual realiza dos encuestas en los hogares por año. En éstas, además de medir la percepción general de SAPAL, se identifican las expectativas de los clientes en relación con los servicios prestados. Asimismo, cada mes se llevan a cabo encuestas en los sitios de atención a clientes y se realizan sondeos telefónicos para verificar la satisfacción de las personas atendidas en el Sistema de Atención a Clientes.

Aunque sólo el presidente del Consejo Directivo y el director general pueden hablar en nombre de SAPAL, y en casos especiales se nombra como vocero temporal al gerente del área que corresponde al tema por tratarse, en una situación cotidiana todos los empleados de SAPAL son replicadores de los mensajes de la institución ante sus familiares y amistades. Por tal motivo, además de los cursos de inducción que recibe todo nuevo empleado, se considera importante reforzarles la información relativa a los logros y acciones de SAPAL. Para

dinámico y eficiente con los ciudadanos y con cualquier persona interesada en un tema o institución. Por tal motivo, en 2007 se rediseñó la página de Internet de SAPAL, con objeto de convertirla en un portal interactivo ([www.sapal.gob.mx](http://www.sapal.gob.mx)). Desde su publicación, en agosto de 2007, hasta diciembre de 2011, el portal ha recibido 384,556 visitas provenientes de 104 países (tabla 28).

El Departamento de Comunicación administra el portal de SAPAL —con excepción de las secciones de Transparencia y del Sistema de Atención a Clientes—, el cual registra entre siete y nueve mil visitas mensuales. La página de Internet contiene información general acerca de SAPAL; quiénes lo dirigen y conforman; cuáles son sus servicios, avances y noticias; cómo entrar en contacto directo con sus funcionarios; en qué consisten y cómo avanzan sus proyectos operativos y estratégicos; licitaciones públicas; obras en proceso; incidencias en los servicios; videos y promociones; campañas de publicidad, y la facilidad para realizar el pago de los servicios mediante tarjetas de crédito.

Tabla 28. Visitas más frecuentes a las páginas del portal de SAPAL.

Secciones de la página de Internet más visitadas	Número de accesos
Página de inicio	384,556
Acceso al Sistema de Atención al Cliente	113,681
Comunicados	11,329
Atención al cliente	9,014
Trabaja en SAPAL	6,988
EL agua en León	6,470
Agua potable	6,437
Reporte meteorológico	5,855
Sucursales	5,725

Fuente: SAPAL, 2012.

ello, se tienen dos herramientas especialmente dispuestas con ese fin: *Info-Sapal*, que es un periódico mural mensual, y *Sapal en Familia*, un documento informativo que se envía por correo electrónico a todos los empleados de SAPAL. Asimismo, se utiliza la Intranet para establecer un canal de comunicación con todos los trabajadores.

En el mundo globalizado de hoy, Internet constituye un medio de comunicación

Una acción permanente es el programa de Fomento a la Cultura del Uso Responsable del Agua. Mediante herramientas didácticas se difunde la noción del valor del agua, se exemplifican las maneras de uso responsable —entre las que se da un especial énfasis al saneamiento y reúso del agua—, y se ofrece capacitación elemental a los leoneses para detectar y reportar fugas, denunciar el desperdicio de agua y visualizar acciones de protección a las fuentes de abastecimiento de agua.



Con ese fin, se fomenta la participación de niños y adultos en el Club de Amigos del Agua, y se llevan a cabo talleres y charlas en planteles escolares, desde el nivel preescolar hasta el universitario, así como en empresas e instituciones.

El tema de la cultura del agua se difunde en ferias, exposiciones y eventos durante todo el año. El personal del área ha diseñado una serie de materiales didácticos, que diversos organismos operadores del estado de Guanajuato han solicitado permiso para reproducirlos. Esa documentación expone preguntas y respuestas en torno al agua con el formato de serpientes y escaleras, maratón, lotería, memoramas, rompecabezas, damas chinas y muro de globos, entre otros. El Club de Amigos del Agua congrega a 24 mil niños.

Entre los proyectos especiales se encuentra el programa Escuela Amiga del Agua. El Congreso del Estado de Guanajuato, con la intención de apoyar a algunas instituciones públicas, decretó que a partir del año 2011, las escuelas y las oficinas públicas no pagarían el servicio de agua potable;

sin embargo, el uso del agua aumentó 35% en esos inmuebles. En respuesta, SAPAL estableció un programa piloto con veinte escuelas y, después de trabajar con ellas en la reparación de fugas e implantación de campañas de cuidado del agua en los planteles, confirmó que las escuelas

pueden cubrir todas sus necesidades de agua —evitando el desperdicio— con una dotación de 12 litros por alumno por día. Con base en ese dato, propuso el programa Escuela Amiga del Agua, en el que se abastece gratuitamente una dotación de 25 litros/alumno/día y, a partir de ese volumen, se cobran las unidades excedentes. Para facilitar la operación del programa, se ofrecerá a las escuelas la forma de pago consistente en una tarjeta de prepago para las unidades excedentes, que incluye el volumen subsidiado. Esta propuesta fue aceptada y el Congreso del Estado de Guanajuato autorizó tal modalidad y la introdujo en la Ley de Ingresos para el Municipio de León, Guanajuato, para el Ejercicio Fiscal del Año 2012.

Otro programa emblemático del Departamento de Comunicación es la realización de un sorteo anual, en el que se convoca

a los clientes para pagar a tiempo sus recibos. Durante los meses de noviembre, diciembre y enero de cada año, se canjea cada recibo pagado a tiempo durante todo el año por un boleto para participar en el Sorteo SAPAL de los Cumplidores, en el cual se incluyen automóviles y aparatos electrodomésticos. El sorteo ha permitido eliminar las tradicionales campañas de descuentos que se realizaban cada año, así como mantener la recaudación y conservar el pago normal de fin de año. Adicionalmente, ha permitido estabilizar de manera sensible la recaudación a lo largo del año. Debido a ello, el Sorteo SAPAL de los Cumplidores se institucionalizó y, en enero de 2012, se celebró su quinta edición, con un reparto de 442 mil boletos.

A través de estos programas, SAPAL atiende a todos los segmentos de la población con los que tiene relación: público en general, líderes de opinión, vecinos de las obras, clientes en instalaciones de SAPAL, escolares, público juvenil a través redes sociales, medios de comunicación, sectores empresariales y sociales específicos, sector gubernamental y organismos foráneos.

**10.2 Tecnologías de la información**  
Los desarrollos informáticos propios de SAPAL han evolucionado desde hace más de veinte años. Comenzó creando sistemas computacionales para atender las tareas fundamentales de las áreas comercial y administrativa, y avanzó posteriormente en el diseño del sistema de información geográfica SIGSAPAL. Después se implantaron los sistemas para automatizar las operaciones básicas de la provisión del servicio de agua potable, que incluyen el control remoto y automatizado de las fuentes de abastecimiento, de los tanques de rebombeo y de almacenamiento, y de los macrocircuitos, así como la observación de parámetros de calidad del agua. Actualmente se están haciendo las adecuaciones para establecer de manera formal el aseguramiento de la calidad y la administración de proyectos.

SAPAL fue pionero entre los organismos operadores de agua potable y saneamiento del país en crear un departamento de automatización, cuya tarea inicial fue observar y operar a distancia las fuentes de abastecimiento. Tomó siete años desarrollar el sistema SCADA SAPAL, el cual ha pasado por varias versiones de arquitectura;

Red de Sistemas SAPAL				
	SCO Control de obra	Nómica	GRP	Combustibles
Administrativos	OPUS	SIGEIN	Funcionarios y empleados	Derechos por extracción
	Pago de energía eléctrica	SRE Seguimiento de estimaciones	Verificaciones vehiculares	Servicios de vulcanizado
Operación y GIS	SIGSAPAL	CMFL Catastro multifinalitario de León	SCADA Pozos	SCADA Macrocircuito
	SCADA Rebombeos	SCADA Estaciones meteorológicas	SCADA Planta de tratamiento	SCADA Planta de bombeo
Comerciales	SAC Atención a clientes	Grabación de llamadas	SICOM Comercial	Inteligencia de negocios
	Toma de lecturas consumo de agua forma manual	Toma de lecturas consumo de agua radiofrecuencia		
Colaboración y contenido	Intranet	Portal	Oficialia de partes	SADE Digitalización
Otros	Laboratorio Sistema de control	Récord Control y registro de descargas	Control médico	Fokus

Ilustración 30. Sistemas computacionales de SAPAL (fuente: SAPAL, 2011).

de manera reciente se le ha incorporado la automatización de la distribución de agua potable, así como la observación de la presión y el flujo en los macrocircuitos.

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León cuenta con un gran número de sistemas de información que apoyan a las diferentes áreas. En la ilustración 30

se agrupan los sistemas en función de la categoría de operaciones que soportan, excluyendo a los programas que son paquetes de usuario final.

- Software libre. Plataforma del sistema de información geográfica.

Algunos de los sistemas computacionales más importantes de SAPAL se han mencionado en las secciones correspondientes a la función o área que lo utiliza de manera fundamental, sin embargo hay dos sistemas adicionales que sirven a varios departamentos y funciones, y que, por su importancia, se mencionan a continuación.

Los sistemas de la ilustración 30 residen en un ambiente de aplicaciones heterogéneo, de múltiples plataformas, lo que permite aprovechar las mejores características de cada una, aunque la integración se convierte a menudo en un reto tecnológico importante. Las principales plataformas para la creación o adquisición de los sistemas de soporte de SAPAL son:

- Oracle™. Plataforma del GRP, la nómina, el control de obra y el control del laboratorio, entre otros.
- Microsoft™. Plataforma de los sistemas de toma de lecturas, base de datos del sistema SCADA, y las herramientas de colaboración y contenido (Intranet).
- Indusoft™. Plataforma de desarrollo de aplicaciones del sistema SCADA.
- IBM™. Plataforma del sistema comercial y de cajas.

La Intranet de SAPAL es un espacio para compartir información, colaborar, y difundir documentación o procesos específicos. En 2010 se instrumentó la Intra-



Ilustración 31. Capas de SIGSAPAL (fuente: SAPAL, 2011).

net con una serie de sitios de difusión y colaboración, entre los que destacan los siguientes:

- Seguimiento de objetivos estratégicos para los ejercicios 2010 y 2011.
- Concentración de la información de las sesiones del Consejo Directivo.
- Compartición de información de las gerencias.
- Memoria documental de proyectos relevantes.

Todos los sistemas computacionales operan en una plataforma compuesta por un centro de datos principal y otro alterno: la infraestructura de cómputo de SAPAL cuenta con más de treinta servidores físicos. En comunicaciones se tienen enlaces a los centros de trabajo alternos con base en microondas, un enlace de Internet dedicado, una red APN apoyada en una red celular y redes con equipos de radiofrecuencia (tabla 29).

**Tabla 29. Infraestructura de cómputo y comunicaciones en los centros de datos.**

Puntos de interconexión	19
Suscriptoras punto-multipunto	14
Estaciones base punto-multipunto	6
Estación punto a punto	5
Servidores HP	26
Servidores IBM	9
Servidores Cisco	6

Fuente: SAPAL, 2011.

En telefonía, SAPAL posee un commutador con telefonía digital y de voz sobre IP, el cual soporta todas las operaciones administrativas y es el pilar del Sistema de Atención a Clientes. La provisión de los servicios informáticos básicos, así como el soporte y mantenimiento del equipo de cómputo se incrementa de manera constante. En la actualidad se soporta a más de 500 equipos de cómputo e impresión, y a equipos especializados, como son los cajeros pagamá-tico, plóteres e impresoras de recibos (tabla 30).



**Tabla 30. Equipo informático para usuarios finales.**

Concepto	Cantidad
Computadoras de escritorio	428
Computadoras portátiles	62
Impresoras de escritorio	203
Escáneres	32
Plóteres	7

Fuente: SAPAL, 2011.

En el ámbito de las comunicaciones, SAPAL cuenta con más de 250 instalaciones en las que se procesa información, ya sea internamente, o para transmitirla y concentrarla en un sitio único. De estas instalaciones se ha hecho una división arbitraria de la red en tres categorías:

- Administrativa.
- Operativa (basada en radiofrecuencia y microondas, principalmente para los proyectos de automatización).
- Celular, una red APN mediante la cual se tiene comunicación con más de cuarenta instalaciones de macrocircui-tos y puntos de surtido de agua para pipas.

SAPAL tiene un enlace de Internet dedicado de 20 MB y próximamente se ampliará a 30 MB en el sitio alterno con una acometida adicional, además de algunos enlaces de menor capacidad y de tipo ADSL para instalaciones menores y sistemas de redundancia.

del Reglamento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento para el municipio de León, Guanajuato, hoy en día vigente.

El Departamento de Asuntos Jurídicos participó en la elaboración, revisión y firma de los instrumentos jurídicos y financieros que condujeron a diseñar, construir, poner en marcha y operar la planta de tratamiento de aguas residuales municipales. Ésta ha permitido sanear el 98% de las aguas residuales generadas en la ciudad, además de aprovechar el biogás que emite ese proceso, a fin de cogenerar energía eléctrica y térmica, con lo cual se reducen los costos variables de operación de la planta y se disminuye el impacto en el medio ambiente.

En seguimiento a los acuerdos del río Turbio —los cuales emanaron de las actividades del Consejo de Cuenca del Río Lerma-Chapla—, se redactaron los convenios para reubicar los procesos húmedos de la industria curtidora en la zona urbana o, alternativamente, para imple-

mentar la infraestructura de saneamiento indispensable, a fin de cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas. En paralelo, se han instrumentado diversas acciones con los clientes renuentes a los acuerdos, como por ejemplo, clausurarles el alcantarillado.

En 1994 se instrumentó el sistema de calidad, se definieron los objetivos de SAPAL y el Departamento de Asuntos Jurídicos se configuró orgánicamente como un área de apoyo para dar asesoría legal a la Presidencia, la Dirección General, las gerencias y los departamentos en sus actividades operativas y administrativas, de manera tal que se salvaguardaran los intereses legales de SAPAL y se ajustara su actuar al principio de legalidad.

Posteriormente, en 1996 y 1997, se emitieron el Reglamento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado, el Reglamento Interior del Organismo Operador y el Reglamento de Uso de la Red de Alcantarillado de SAPAL. Esto sentó las bases para que, en 2010, se integraran en un solo cuerpo normativo dichas disposiciones, lo que derivó en la formulación

Se ha tenido especial énfasis en regularizar las obligaciones de SAPAL ante Conagua, con objeto de garantizar la titularidad de los derechos de explotación, uso y aprovechamiento de las aguas nacionales, así como el puntual cumplimiento de las normas relativas a la descarga de aguas residuales.

Por otra parte, está en marcha determinar la georreferencia de la infraestructura hidráulica alojada en predios particulares, cuya identificación permitirá integrar un padrón con la situación jurídica de los predios particulares en los cuales SAPAL tiene infraestructura hidráulica y, a partir de él, dar mayor certeza en la ejecución de nuevos proyectos.



Uno de los proyectos de mayor relevancia no sólo para SAPAL, sino para el estado de Guanajuato, y en particular para el municipio de León, es el seguimiento jurídico a los diversos actos y etapas que son consecuencia de la implementación de los instrumentos legales para la conformación del proyecto El Zapotillo.

Asimismo, se ha comenzado una colaboración con la Comisión Nacional del Agua para la custodia de las zonas federales y la vigilancia de los aprovechamientos de las aguas subterráneas que se almacenan y de las aguas superficiales que escurren por el territorio del municipio de León. Para ello, se trabaja en el diseño e implantación de los instrumentos jurídicos que le permitan a SAPAL asumir algunas atribuciones federales. De esta manera, SAPAL tendrá la posibilidad de evitar la invasión de la zona federal; disminuir el riesgo que implica asentarse en las vegas de los cursos naturales de agua, y coadyuvar en el control de la explotación de los acuíferos de la región.

La vigilancia de los pozos en la ciudad —a fin de evitar el cambio de uso del agua y la extracción de aguas subterráneas sin notificarlo a la autoridad competente— es de particular importancia para prevenir la venta clandestina e ilegal de agua supuestamente potable —ya que se hace sin acreditar que el agua cumpla con la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994 y sus modificaciones—, ya que ésta representa no sólo una competencia desleal para SAPAL ante la llegada de agua de El Zapotillo sino un riesgo a la salud pública de León.

Uno de los proyectos estratégicos más importantes es la creación del Centro de Investigación y Desarrollo en Materia de Agua, el cual ha sido concebido, planeando y promovido por SAPAL, de manera tal que los empleados que cumplen su ciclo profesional en el organismo operador puedan seguir contribuyendo al sector agua potable y saneamiento. El Departamento de Asuntos Jurídicos está realizando las gestiones pertinentes para darle vida.

#### 10.4 Contraloría Interna

El Reglamento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento para el Municipio de León, Guanajuato, publicado el 5 de febrero de 2010 y reformado el 10 de diciembre del mismo año, establece que la Contraloría Interna es el órgano encargado de vigilar que el ejercicio de las facultades de los servidores públicos de SAPAL se realice conforme al reglamento y a todas las disposiciones legales aplicables, a través de la realización de auditorías internas. Para ello, cuenta con tres áreas especializadas: Financiera y Contable, Obra pública, e Informática.

Las auditorías practicadas permiten el ejercicio de funciones de revisión, control y fiscalización de manera objetiva, independiente y confiable, sin interferir o demorar la operación cotidiana. Las revisiones a las actuaciones del organismo se hacen de manera selectiva, sistemática y con alcance comprensivo, para verificar que se hayan observado los manuales, procedimientos, políticas, normas y lineamientos; asimismo, se pueden derivar de una queja o denuncia. Como resultado de las auditorías y revisiones se emite una opinión imparcial acerca de la razonabilidad de las operaciones, se indican las áreas de mejora y se formulan recomendaciones con el fin de reforzar el control interno.

Además, la Contraloría Interna interviene en procesos clave de la administración de SAPAL, como son las actas de entrega-recepción; verificación de la situación patrimonial de los servidores públicos; atención a quejas, denuncias y requerimientos de información, y la coordinación de auditorías externas practicadas por órganos de control facultados para ello, así como las contratadas por el Consejo Directivo, para dar cumplimiento a la legislación fiscal aplicable al organismo operador de agua potable y saneamiento.

Cuando se reciben los informes de observaciones y de resultados de las auditorías externas, la Contraloría Interna solicita a las áreas involucradas la información que permita desvirtuar o solventar las obser-

vaciones, y evitar alguna responsabilidad administrativa. Si, como resultado de una auditoría, se detecta una responsabilidad administrativa, civil o penal, la Contraloría Interna recomienda la aplicación del Reglamento Interior al servidor público involucrado.

#### 10.5 Transparencia y rendición de cuentas

El 29 de julio de 2003 se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Guanajuato la Ley de Acceso a la Información Pública para el Estado y los Municipios de Guanajuato, cuyo objeto es garantizar el acceso de toda persona a la información pública que generen las dependencias y entidades municipales. Entre los obligados por dicho ordenamiento legal se encuentra el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León. Asimismo, la página electrónica presenta información relacionada con la información financiera, apertura de las propuestas de los proveedores y la adjudicación de obras, de tal manera que las contrataciones se cumplen en tiempo y forma. Con base en lo establecido en la Ley General de Contabilidad Gubernamental, la Unidad de Acceso a la Información Pública publicará, a partir del 1 de enero de 2013, la información contable, presupuestaria y programática en la página de Internet.

En conjunto con el municipio, se decidió que SAPAL contara con su propia Unidad de Acceso a la Información, debido al volumen y la especialidad en la información del organismo, lo que permite que los interesados tengan acceso a la información sobre el uso de los recursos públicos, como los aspectos de cuenta pública destinados a la construcción de obras, aplicación del gasto, activos, pasivos, y manejo de recursos estatales y federales.

Esta Unidad de Acceso tiene una ubicación física en la sucursal de Hidalgo, en la que se atiende personalmente a la población en general, además de las consultas electrónicas, las cuales se dan en mayor cantidad. Además se cuenta con los canales, vía la página de Internet de SAPAL y el portal de transparencia, para recibir las solicitudes de información.

Para dar cumplimiento a las obligaciones de información —garantizar el derecho que tienen los ciudadanos de conocer la gestión del organismo operador y acercar sus servicios a la ciudadanía de la manera más moderna posible—, SAPAL creó un portal de Internet ([www.sapal.gob.mx](http://www.sapal.gob.mx)) que facilita el acceso a la información. Éste se actualiza cada mes, y entre sus aspectos más destacados se encuentran:

Paga tu recibo, El agua en León, ¿Quiénes somos?, Indicadores, Transparencia y Sala de Prensa. En la página de Internet se mantienen actualizados los datos del:

1. Organigrama.
2. Directorio.
3. Tabulador, dietas, sueldos y salarios.
4. Solicitudes de Información.
5. Adjudicación de obra.
6. Centros de atención y pagos de los servicios de SAPAL.
7. Integrantes del Consejo Directivo.

En particular, la página de Internet relativa a la transparencia informa acerca de los reglamentos, metas y objetivos, servicios, presupuesto asignado y enajenación de bienes del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León. Asimismo, la página electrónica presenta información relacionada con la información financiera, apertura de las propuestas de los proveedores y la adjudicación de obras, de tal manera que las contrataciones se cumplen en tiempo y forma. Con base en lo establecido en la Ley General de Contabilidad Gubernamental, la Unidad de Acceso a la Información Pública publicará, a partir del 1 de enero de 2013, la información contable, presupuestaria y programática en la página de Internet.

Adicionalmente, se puede solicitar cualquier tipo de información en la Unidad de Acceso a la Información, ubicada en la sucursal de SAPAL, sita en bulevar Hidalgo número 2221, Colonia Valle de León; telefónicamente, o por vía electrónica, a través del sistema de contacto del portal de SAPAL o de su página dedicada a la transparencia.

La rendición de cuentas es reconocer y asumir la responsabilidad por las acciones, productos, decisiones y políticas, incluida la administración, gobernanza e instrumentación en el ámbito de la función o puesto de trabajo, y abarca la obligación de informar, explicar y responder por las consecuencias resultantes. También satisface la necesidad creciente de ejercer un control social sobre las acciones gubernamentales, es decir,

#### Premio Guanajuato Transparente

SAPAL es la única institución en el estado de Guanajuato que ha recibido en cinco ocasiones consecutivas el Premio Guanajuato Transparente, convocado por el Instituto de Acceso a la Información Pública (IACP).

establecer una responsabilidad más clara de los servidores públicos de los gobiernos y sus entidades paraestatales hacia los ciudadanos comunes, el congreso y los órganos de auditoría.

No obstante, la rendición de cuentas no puede existir sin una contabilidad adecuada, para efectos voluntarios, o sin una contabilidad regulatoria, cuando existen relaciones vinculantes. Dicho de otra manera, la ausencia de contabilidad implica la ausencia de rendición de cuentas. Sin embargo, cuando la rendición de cuentas está establecida de manera formal, como es el caso de SAPAL, todos los fun-

cionarios que deben rendir cuentas están obligados a informar sobre sus acciones y decisiones, a justificarlas y a sufrir una sanción en caso de conducta inapropiada. Esto es, la consecuencia última de la rendición de cuentas es la capacidad para fincar responsabilidades. Más claro aún: si no se pudieran fincar responsabilidades, no habría rendición de cuentas. Y, para ello, SAPAL cuenta con una Contraloría Interna que busca, en primer término, prevenir las acciones que no se ajustan a la normativa y, en última instancia, aplicar los efectos previstos ante el incumplimiento de la normativa.

#### 10.6 Qué falta por hacer

Se considera que es necesario sentar las bases para crear y poner en marcha un organismo operador intermunicipal, en atención al crecimiento poblacional que han experimentado los municipios de León, Silao y San Francisco del Rincón. Las zonas urbanas de estos municipios están creciendo alrededor de lo que será en el futuro la conurbación de León, por lo que será conveniente contar con un organismo operador único que preste el servicio de agua potable y saneamiento en la zona metropolitana. Por ello, es necesario adecuar los marcos normativos de los tres organismos operadores y dar sustento legal al futuro organismo intermunicipal de León.

Asimismo, deberá convertirse al Departamento de Asuntos Jurídicos en un área preventiva más que correctiva. Con tal fin, se han identificado algunas áreas en las cuales es necesario capacitar al personal —particularmente a quienes tienen contacto directo con los clientes— y deberán documentarse los procedimientos administrativos que comúnmente ejecuta SAPAL, de tal manera que sus actuaciones se apeguen plenamente al ordenamiento jurídico. En este sentido, se buscará que la Gerencia de Calidad del Agua y la Gerencia Comercial cuenten con un abogado de apoyo que sea parte del Departamento de Asuntos Jurídicos, pero que se dedique a dar la asesoría jurídica en los procesos que llevan a cabo esas gerencias.



La prevención debe ser un hábito personal más que un programa administrativo. No obstante, al reconocerse que los servidores públicos son falibles y por tanto propensos a cometer equivocaciones, se requiere elaborar un Manual del Servidor Público de SAPAL, que contenga las disposiciones administrativas que, al ser ejecutadas con una actitud de servicio, logren el respeto a la legalidad y la realización con excelencia de cada una de las tareas, ya que los clientes exigen un comportamiento honesto, eficiente y ágil.

En este sentido, las auditorías tienden a evolucionar. Hoy en día se abocan a la aplicación de los recursos económicos; en el futuro también atenderán el desempeño, de manera tal que las funciones estén ligadas con el presupuesto. Con esto se haría realidad la tendencia actual de desarrollar un Sistema de Evaluación del Desempeño y elaborar un Presupuesto Basado en Resultados.

Conservar el conocimiento y la experiencia de SAPAL, con la finalidad de contribuir a mejorar la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable, alcantarillado sanitario y agua tratada, así como de los servicios urbanos de tratamiento de aguas residuales, drenaje pluvial, custodia de arroyos y protección de fuentes de abastecimiento, es una contribución del capital humano de SAPAL que puede aprovechar no sólo la ciudad de León sino también otras ciudades que han mostrado interés por conocer la manera en que SAPAL ha abordado los diversos problemas hídricos de León.

En este sentido, se requiere finalizar el esquema jurídico, financiero y comercial, para darle vida al Centro de Investigación y Desarrollo en Materia de Agua. Éste es un proyecto estratégico del Departamento Jurídico que busca compartir la experiencia adquirida por SAPAL para el beneficio de León, y de otras ciudades mexicanas y extranjeras.



## 11. SAPAL Rural

SAPAL Rural es el organismo descentralizado de la administración pública municipal con las mismas atribuciones que SAPAL, pero en las áreas rurales del municipio de León. El nuevo organismo operador tiene el apoyo técnico y operativo de SAPAL. En este sentido, las cuentas de SAPAL que estaban en áreas rurales se transfirieron a SAPAL Rural como capital de ingreso, de tal manera que genere sus propios recursos y sea autosuficiente. SAPAL Rural comienza a trabajar con 17 comunidades rurales y paulatinamente se irá incorporando el resto de las localidades rurales del municipio para recibir los servicios de agua potable, alcantarillado sa-

nitario y tratamiento de aguas residuales, con el fin de generar mejores condiciones de vida para la gente del campo. Los servicios de agua potable y saneamiento en estas poblaciones tienen diferentes grados de cobertura, por lo que uno de los retos iniciales del nuevo organismo es completar la infraestructura hidráulica en cada localidad, para lo cual se han identificado las inversiones faltantes. Para todos estos casos, SAPAL ayudará a la elaboración de los proyectos ejecutivos y la integración de los expedientes necesarios, a fin de buscar la concurrencia de recursos federales, estatales y municipales.



El 19 de enero de 2011 se instaló formalmente SAPAL Rural —organismo descentralizado de la administración pública municipal—, con las mismas atribuciones que SAPAL, pero en las áreas rurales del municipio de León. El nuevo organismo operador tiene el apoyo técnico y operativo de SAPAL, pero no el financiero. En este sentido, las cuentas de SAPAL que estaban en áreas rurales se transfirieron a SAPAL Rural como capital de ingreso, de tal manera que genere sus propios recursos y sea autosuficiente.

SAPAL Rural comienza a trabajar con 17 comunidades rurales y paulatinamente se irá incorporando el resto de las localidades rurales del municipio para recibir los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales, con el fin de generar mejores condiciones de vida para la gente del campo.

La idea de comenzar los trabajos con dos organismos operadores es que al tener un organismo independiente dedicado a atender la zona rural se atraigan recursos federalizados —del Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales (Prossapys)— y que SAPAL conserve los propios —y con ello los recursos del Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU), del Programa de Devolución de Derechos (Prodder), del Programa de Tratamiento de Aguas Residuales (Protar) y, próximamente, del Programa para la Modernización del Manejo del Agua (Promma)—. No obstante, el director general de SAPAL y su Consejo Directivo también lo son de SAPAL Rural, y todas las áreas de SAPAL deben apoyar técnica y operativamente a SAPAL Rural, que cuenta con un jefe técnico y otro administrativo.

### 11.1 Antecedentes jurídicos

Los sistemas para la operación de los servicios de agua potable en la zona rural del municipio de León tienen su origen en el Reglamento de los Sistemas Rurales de Agua y Saneamiento en las Comunidades Rurales del Municipio de León, Guanajuato, publicado el 30 de diciembre de 1994 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado, número 104, segunda parte. Conforme a esta legislación, es posible crear organismos operadores de agua potable y saneamiento descentralizados, identificados por el nombre de las comunidades donde se establezcan.

najuato, publicado el 30 de diciembre de 1994 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado, número 104, segunda parte. Conforme a esta legislación, es posible crear organismos operadores de agua potable y saneamiento descentralizados, identificados por el nombre de las comunidades donde se establezcan.

El 5 de febrero de 2010 se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado, número 21, tercera parte, el Reglamento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento para el Municipio de León, mediante el cual se abroga el Reglamento de los Sistemas Rurales de Agua y Saneamiento en las Comunidades Rurales del Municipio de León, Guanajuato. En el título quinto del nuevo reglamento se estipula que los sistemas rurales de agua y saneamiento en las comunidades rurales se administrarán mediante la figura de organismos sociales con personalidad y patrimonio propios.

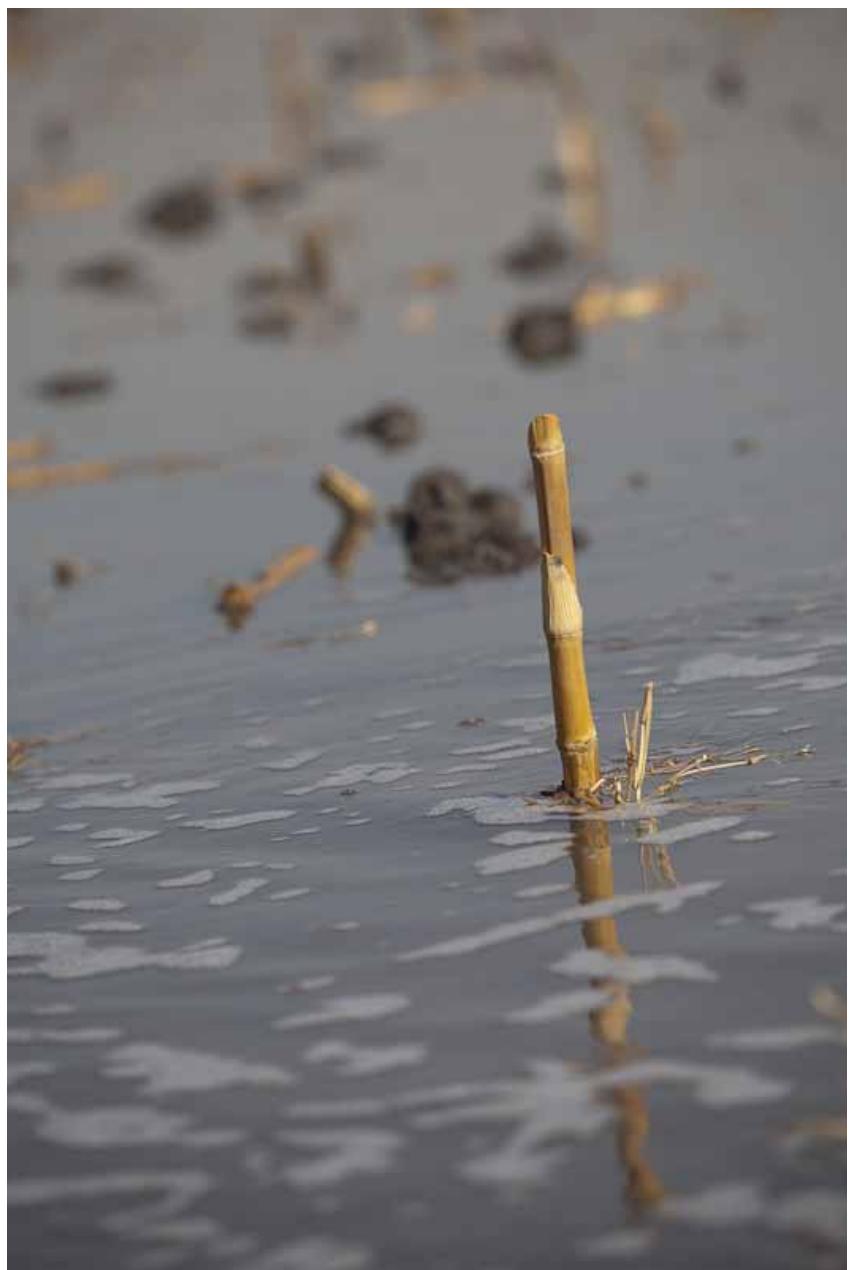
El 10 de diciembre de 2010 se publicaron las reformas al Reglamento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento para el Municipio de León, Guanajuato, mediante el cual se establece la creación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado en la Zona Rural del Municipio de León Guanajuato, derogándose el título quinto del propio ordenamiento.

En el artículo 128-A se establece como objeto de SAPAL Rural operar y garantizar el buen funcionamiento de la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento, así como la detección, tratamiento y reuso de aguas residuales en las comunidades rurales. Su estructura orgánica, artículo 128-B, se constituye por un Consejo Directivo, un director general y las unidades administrativas.

### 11.2 Actividades

En cuanto a la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento en las zonas rurales del municipio de León, el nuevo organismo SAPAL Rural recibe las cuentas comerciales con las que contaba SAPAL en las localidades rurales, de tal manera que la primera etapa de operaciones de SAPAL Rural abarca 17 localidades. La recaudación de más de dos mil cuentas constituye el capital semilla para el nuevo organismo.

Los servicios de agua potable y saneamiento en estas poblaciones tienen diferentes grados de cobertura, por lo que uno de los retos iniciales del nuevo organismo es completar la infraestructura hidráulica en cada localidad, para lo cual se han identificado las inversiones faltantes. En todos estos casos, SAPAL ayudará a la elaboración de los proyectos ejecutivos y a la integración de los expedientes necesarios, a fin de buscar la concurrencia de recursos federales, estatales y municipales.





Para el cuestion de nuevas incorporaciones de localidades, se ha acordado con la Dirección de Desarrollo Rural del Municipio de León, que a esa instancia le corresponde hacer el trabajo social y político con la gente de la localidad, así como la entrega de la infraestructura hidráulica existente, para que SAPAL Rural pueda prestar los servicios.

#### 11.4 Qué falta por hacer

En el rubro de inversiones, es necesario impulsar la gestión de recursos, a fin de completar la infraestructura en las comunidades que ya opera SAPAL-Rural, con el propósito de ampliar la cobertura y mejorar la prestación de los servicios.

Recientemente se tuvo la primera experiencia de incorporación de una nueva zona rural con el caso de la comunidad de Los Tepetates. El proceso de incorporación, que ha durado varios meses, trajo consigo un proceso de aprendizaje para SAPAL-Rural, la Dirección de Desarrollo Rural y el propio municipio, que es necesario capitalizar para futuras incorporaciones, así como diseñar nuevas estrategias.

Otro de los grandes retos es planear el suministro del agua potable a las comunidades una vez que entren en operación el acueducto El Zapotillo y el anillo distribuidor, los cuales cambiarán el esquema de distribución actual. En este sentido, se requiere optimizar la operación de los pozos que continuarán en operación para atender las zonas rurales más alejadas.

En el largo plazo, es posible que SAPAL Rural se fusione con SAPAL para integrar un solo organismo que atienda a todo

el municipio de León, en particular con la eclosión de la zona metropolitana de León, que abarca varios municipios. Por ello, resulta deseable que un solo organismo intermunicipal aproveche las economías de escala en la prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento.

#### 11.3 Perspectivas

De acuerdo con el diagnóstico elaborado para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento en las áreas rurales del municipio de León, se identificaron dos bloques de comunidades: una para los que hay alguna administración e infraestructura básica para la provisión de los servicios, y que resultan idóneas para incorporarse, y otra para las más alejadas y carentes de servicios básicos. En ambos casos, la voluntad social y disposición de las comunidades para trabajar con SAPAL Rural es imprescindible, pero el gran reto es gestionar los recursos para hacer las inversiones que permitan prestar los servicios con la misma calidad que en las áreas urbanas.



## 12. Proyecto El Zapotillo

Una obra de particular importancia para la ciudad de León y para SAPAL es el proyecto del río Verde, también conocido como El Zapotillo. La presa y el acueducto garantizarán el abasto de agua al municipio durante los próximos 25 años sin extraer agua de los pozos, y cuarenta años al combinar la extracción de las aguas superficiales con una explotación racional de los acuíferos actualmente utilizados. El uso combinado de ambas fuentes de abastecimiento permitirá, a su vez, la recuperación de los acuíferos y su explotación racional.



Ilustración 32. Cuenca del río Verde (fuente: SAPAL, 2011).

El proyecto combinado de la presa El Zapotillo y el acueducto El Zapotillo-León es una obra que, por su relevancia para la sostenibilidad hídrica de León, debe reseñarse a detalle.

En las últimas décadas, León ha experimentado un acelerado crecimiento demográfico, agropecuario e industrial, lo que demanda cada vez mayores servicios. El abastecimiento de agua potable ha estado sustentado en la explotación de los mantos acuíferos de la región, los cuales presentan niveles preocupantes de sobreexplotación y garantizan el abasto de líquido, cuando más, durante la siguiente década.

De ahí que durante decenios se habló de un proyecto para llevar agua a León desde la cuenca del río Verde. Pero es a partir de 2010 que se han dado los pasos definitivos para concretar el proyecto hidráulico más importante para la ciudad de León.

La presa El Zapotillo, sobre la cuenca del río Verde, será una realidad en el año 2013, a partir de la licitación publicada por el gobierno federal el 20 de julio de

2008 para la construcción de la presa, que garantizará el suministro de agua a la ciudad de León por los próximos 25 años sin extraer agua de los pozos, y cuarenta años de extracción combinada de aguas superficiales y subterráneas, una vez recuperado el acuífero. El proyecto consta, además, de un acueducto de 140 km, tanques de bombeo, plantas potabilizadoras, rebombeos y líneas de distribución.

El área de la cuenca del río Verde hasta el sitio de la presa El Zapotillo es de 17,775 km<sup>2</sup> (ilustración 32) y el escurrimiento medio anual disponible —conforme a la norma oficial mexicana NOM-011-CNA-2000— es de 440 Mm<sup>3</sup>, equivalentes a 14.0 m<sup>3</sup>/s de gasto medio. La presa El Zapotillo permitirá abastecer a 14 municipios de los Altos de Jalisco: Cañadas de Obregón, Mexicacán, Yahualica, Jalostotitlán, San Miguel el Alto, San Julián, Encarnación de Díaz, San Juan de los Lagos, San Diego de Alejandría, Lagos de Moreno, Unión de San Antonio, Teocaltiche, Valle de Guadalupe y Villa Hidalgo, mediante ramales a 11 municipios y acueductos independientes a Yahualica, Mexicacán y Teocaltiche.

En 1995 se expidió un decreto de reserva de una parte de las aguas nacionales disponibles en el río Verde para los estados de Guanajuato y Jalisco. En 2007 se firmó un acuerdo de coordinación entre la Comisión Nacional del Agua y los gobiernos de los estados de Guanajuato y Jalisco, a fin de llevar a cabo un programa especial para los estudios, proyectos, construcción y operación del sistema compuesto por la presa El Zapotillo y el acueducto El Zapotillo-Altos de Jalisco-León. Jalisco manifestó su voluntad de incluir a la zona metropolitana de la ciudad de Guadalajara en el acuerdo, en razón de lo cual se planteó incrementar la altura de la cortina de la presa de 80 a 105 metros (ilustración 33), y se modificaron los volúmenes y gastos del proyecto (tabla 31).

La sobre elevación de la cortina en 25 metros implica un incremento en la inversión del proyecto del orden de los 800 millones de pesos, pero garantiza el abastecimiento de agua a 316,000 habitantes en 14 municipios de los Altos de Jalisco, 950,000 personas en la zona metropolitana de Guadalajara y 1'095,000 en la ciudad de León. Para mitigar la disminución del escurrimiento hacia el lago de Chapala, los volúmenes de agua exportada de la cuenca del río Verde a la ciudad de León serán tratados y vertidos a los cauces de la cuenca Lerma-Chapala.

En la actualidad, la extracción de agua para la ciudad de León es del orden de los 2,500 lps, caudal que es abastecido en un 99% por 133 pozos que extraen

- Mediante decretos federales del 7 de abril de 1995 y 17 de noviembre de 1997, se declaró la reserva de aguas nacionales superficiales del río Verde para usos doméstico y público urbano, con un aprovechamiento para Guanajuato de 119 millones de metros cúbicos anuales.

- El 1 de septiembre de 2005 se firmó el Acuerdo de Coordinación entre la Federación y los Estados de Guanajuato y Jalisco para el Uso y Distribución de las Aguas de la Cuenca del Río Verde.

- El 16 de octubre de 2007 se firmó un Convenio de Coordinación entre la Federación y los Estados de Guanajuato y Jalisco, en el que se acuerda elevar la altura de la cortina de la presa hasta 105 metros, así como iniciar la construcción de la misma con recursos a cargo de la Conagua.

- El 16 de marzo de 2010 se firmó el Acuerdo de Entendimiento por parte de la Comisión Nacional del Agua, el Gobierno del Estado de Guanajuato, el Municipio de León y SAPAL, para el desarrollo del proyecto “Acueducto El Zapotillo-Los Altos de Jalisco-León, Guanajuato”.



Ilustración 33. Presa El Zapotillo (fuente: SAPAL, 2011).

Tabla 31. Modificación del proyecto El Zapotillo.

Elementos del proyecto	Original	Incremento	Modificado
Altura de la cortina	80 m	25 m	105 m
Almacenamiento	411 Mm <sup>3</sup>	500 Mm <sup>3</sup>	911 Mm <sup>3</sup>
Gasto firme	5.6 m <sup>3</sup> /s	3.0 m <sup>3</sup> /s	8.6 m <sup>3</sup> /s
Para León	3.8 m <sup>3</sup> /s	0 m <sup>3</sup> /s	3.8 m <sup>3</sup> /s
Para los Altos de Jalisco	1.8 m <sup>3</sup> /s	0 m <sup>3</sup> /s	1.8 m <sup>3</sup> /s
Para la zona metropolitana de Guadalajara	0 m <sup>3</sup> /s	3.0 m <sup>3</sup> /s	3.0 m <sup>3</sup> /s
Área de inundación	2,100 ha	2,400 ha	4,500 ha
Longitud del acueducto	145 km	- 5 km	140 km
Altura de bombeo	500 m	0 m	500 m

Fuente: SAPAL, 2011.

aguas subterráneas de los acuíferos de Silao-Romita, La Muralla, Valle de León y Río Turbio. Esos pozos abaten el nivel freático en una magnitud de 1.5 m/año y sus profundidades de extracción son de 108 m en promedio. En algunos pozos se han detectado problemas con la calidad del agua debido a la presencia de arsénico, nitratos y fluoruros, lo que ha requerido la reperforación o el cierre de pozos. De acuerdo con las mejores proyecciones de la demanda de agua, se estima que para el año 2030, el caudal necesario en León superará los cuatro mil litros por segundo.

La importancia del proyecto El Zapotillo para la ciudad de León radica en que, además de garantizar el abastecimiento para sostener el crecimiento de la población y las viviendas en la zona urbana, permitirá que se recupere la recarga de los acuíferos Silao-Romita, La Muralla, Valle de León y Río Turbio —todos ellos clasificados como sobreexplotados—, ya que se disminuirá la extracción del agua subterránea durante al menos veinte años.

El proyecto El Zapotillo se divide en dos partes:

1. Una presa de 105 metros de altura situada en el municipio de Cañadas de Obregón en el estado de Jalisco (ilustración 33), con una capacidad de almacenamiento de 911 millones de metros cúbicos, estando su licitación y construcción a cargo de la Comisión Nacional del Agua, que a septiembre de 2011 lleva un avance del 30%, y se prevé concluir en 2013.

2. Un acueducto que comprende dos plantas de bombeo para elevar el agua desde la presa hasta la planta potabilizadora, con una capacidad instalada de 3.8 m<sup>3</sup>/s, correspondiente al gasto requerido por la ciudad de León (ilustración 34). La línea de conducción comprende un tramo con capacidad de 5.6 m<sup>3</sup>/s, para entregar agua a los Altos de Jalisco hasta Lagos de Moreno, y a partir de ahí de 3.8 m<sup>3</sup>/s hasta la ciudad de León, to-

talizando 140 km de acueducto. A la llegada a la ciudad de León, el caudal es recibido por un tanque de entrega —denominado Venaderos— de 100,000 m<sup>3</sup> de capacidad, y un macrocircuito distribuidor de 44 km, que conducirá el agua hacia diez tanques de SAPAL, desde los cuales será distribuida a toda la ciudad.

La inversión del acueducto incluye la aportación del 49% no reembolsable por parte del gobierno federal a través del Fondo Nacional de Infraestructura y de la Comisión Nacional del Agua; el 28.56% por parte del estado de Guanajuato, y el 22.44% por parte de SAPAL. La inversión local será financiada por medio de la participación de capital privado, la cual será pagada mediante una tarifa mensual; SAPAL se compromete a pagar el 100% del costo de operación del acueducto y a suscribir un contrato de prestación de servicios por 25 años —tres para la inversión y 22 de operación—, a fin de comprar el agua en bloque, de conformidad con la curva de demanda entregada por el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León.

La participación del gobierno del estado de Guanajuato, del municipio de León y de SAPAL será en dos sentidos: por un lado, SAPAL adquiere un compromiso de compra de agua por 25 años, que se pagará con una tarifa mensual de operación y que está ligada al volumen que reciba la ciudad del acueducto El Zapotillo. Para respaldar el pago de la tarifa de operación, SAPAL se compromete a contar con una línea de crédito contingente que ampare el pago de tres meses de tarifa, que asciende aproximadamente a 88 millones de pesos.

Por otra parte, el pago de la inversión correspondiente al capital privado la realizará el gobierno del estado de Guanajuato y SAPAL, también mediante el pago de una tarifa mensual que se estipulará en el contrato de prestación de servicios que se firme con el ganador de la licitación que para tal efecto realice la Comisión Nacional del Agua.

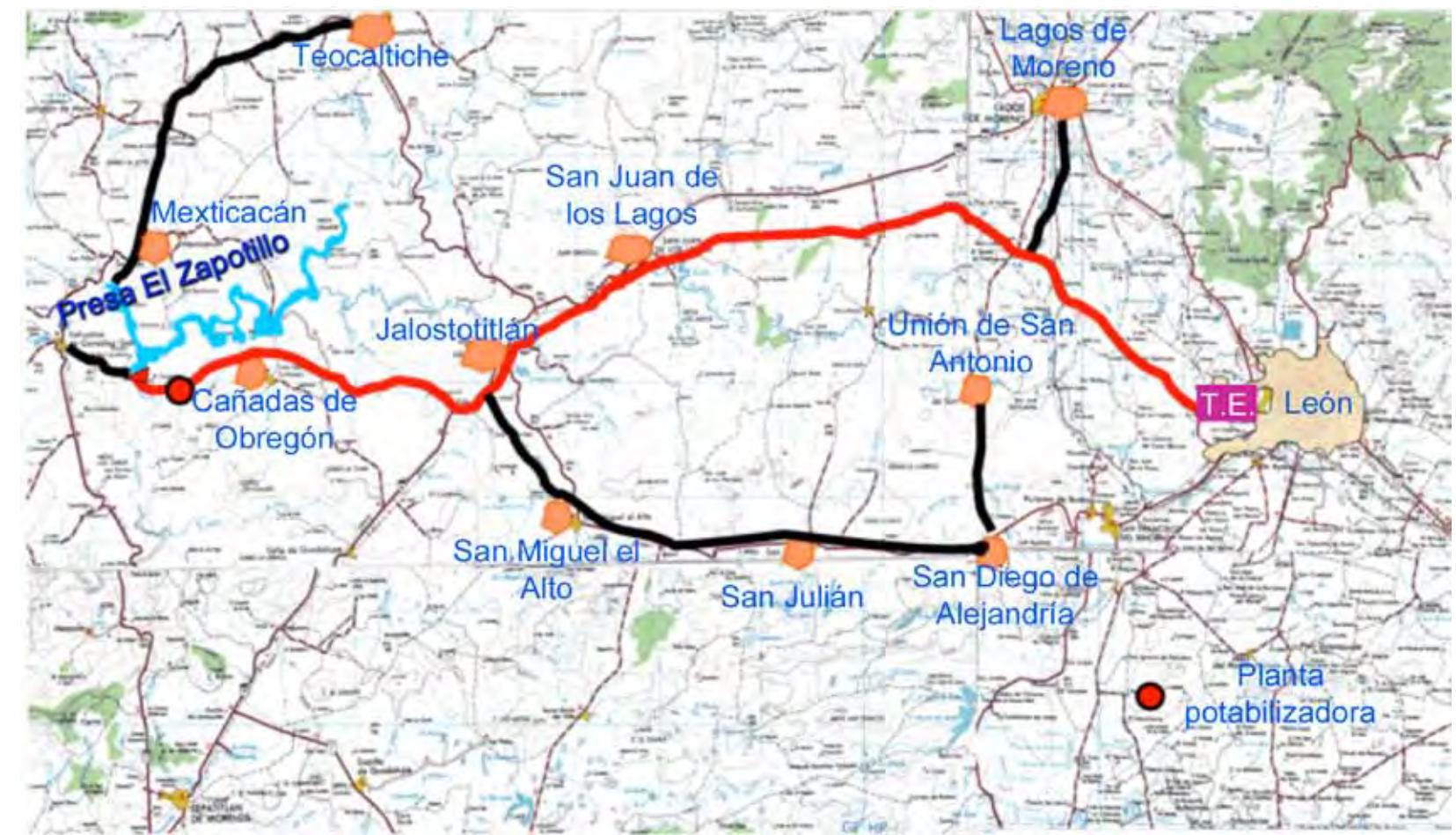


Ilustración 34. Presa El Zapotillo y acueducto El Zapotillo-León (fuente: SAPAL, 2011).

El 19 de septiembre de 2011 se dio el fallo del concurso de la licitación del acueducto El Zapotillo, otorgándose a la empresa Grupo Abengoa. La adjudicación se da mediante el otorgamiento de un título de concesión y un contrato de prestación de servicios por 25 años. Incluye los trabajos de elaboración del proyecto de ingeniería, construcción, equipamiento, operación, conservación y mantenimiento de la infraestructura. Se estima un periodo de tres años para la elaboración del proyecto ejecutivo y la construcción de las obras, que comprende el Acueducto El Zapotillo-Los Altos de Jalisco-León.

Un factor importante para el éxito del proyecto El Zapotillo y la viabilidad de pago de las tarifas que corresponderán a SAPAL, es el ordenamiento del mercado del agua en León. Existen más de 200 pozos en la zona urbana del municipio que operan sin control, además de los que se dedican para la venta de agua al pú-

blico. Como el agua de El Zapotillo será más cara que la explotada actualmente por SAPAL en sus pozos, es muy factible que se desarrolle aún más el mercado del agua que proviene de los pozos clandestinos o pozos que aun y cuando tienen su concesión vigente, no declaran el volumen real extraído, dejando de pagar parte de los derechos por el uso de un bien de la nación.

Para afrontar este reto, SAPAL ha propuesto a la autoridad federal de las aguas nacionales un acuerdo de coordinación, con el fin de que el organismo operador apoye y ayude a la Comisión Nacional del Agua en las tareas de fiscalización, observando y midiendo los volúmenes extraídos en cada pozo particular en la ciudad.

Debe enfatizarse que el costo de recuperación de la inversión de El Zapotillo debe provenir de la tarifa 1, es decir, del pago por los derechos de incorporación de nuevos desarrollos.



## Conclusiones

El Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León ha sido capaz de dar respuesta eficiente a los retos que se presentan en la ciudad. El vertiginoso incremento de población, la contaminación de las aguas residuales, el control de la sobreexplotación del acuífero y el control de fugas en las redes de agua son sólo algunos de los ejemplos más notorios. Como consecuencia lógica del liderazgo de SAPAL en la provisión de los servicios de agua potable y saneamiento, está apoyando la creación del organismo que atiende a las áreas rurales del municipio de León: el naciente SAPAL Rural. En esa tendencia, es lógico suponer que SAPAL jugará un papel preponderante en la conformación del organismo operador —ya sea intermunicipal o único— de la cada vez más cercana zona metropolitana de León.

Asimismo, la promoción que SAPAL ha emprendido para reusar las aguas residuales tratadas en las industrias de la construcción y la curtiduría, así como en el riego agrícola y de áreas verdes urbanas, ha permitido satisfacer la creciente demanda de agua sin incrementar la extracción de agua del acuífero. Se ha contribuido a controlar las fugas en las redes, ya que las tuberías de las redes de distribución del agua se fisuran con menos frecuencia e intensidad. De igual manera, la desincorporación de los procesos húmedos de la curtiduría de las zonas urbanas y su concentración en un parque industrial, junto con un módulo de desbaste —que es una planta de tratamiento de aguas residuales industriales en todos sus términos—, ha permitido cumplir con los compromisos de calidad del agua en los acuerdos asumidos ante el Consejo de Cuenca del Río Lerma-Chapala.

Adicional a la “línea morada” que distribuye el agua tratada en el parque industrial, la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales opera con una eficiencia sin par en México, al cogenerar energía térmica y eléctrica que se usa para disminuir los requerimientos energéticos,

con objeto de depurar las aguas servidas y, con ello, los costos de operación. El hecho de disminuir los costos repercute de manera directa en los clientes del organismo operador, ya que las tarifas por los servicios prestados son realistas en el sentido que de ellas se financia el 100% de las actividades de SAPAL. Esa fortaleza financiera permite expandir de manera eficiente la cobertura de los servicios a las nuevas áreas urbanas, para lo cual es de suma importancia no sólo mantener en la Ley de Ingresos del Municipio el derecho de incorporación de la infraestructura hidráulica que construyen los desarrolladores habitacionales, sino en el Reglamento de SAPAL también.

Así como SAPAL es ambientalmente responsable con las fuentes de abastecimiento y de descarga de agua, también lo es laboralmente como patrón ante sus empleados. El desarrollo profesional que ofrece el organismo, los beneficios laborales y la posibilidad de jubilarse con el 100% del salario —mediante un fideicomiso que completa las pensiones del Seguro Social— e incluso, próximamente, permanecer activos en el sector agua potable y saneamiento para seguir compartiendo las competencias laborales adquiridas a través del Centro de Investigación y Desarrollo en Materia de Agua en proceso de formación, dan constancia de ello.

SAPAL se ha involucrado en un proceso de certificación en tres normas internacionales: la ISO-9001:2008 para su sistema de gestión de la calidad; ISO-14001:2004 para el sistema de gestión ambiental, y OHSAS-18001:2007, el cual es un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional. Asimismo, está en proceso la certificación de SAPAL como tercero autorizado por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios.

Todas las acciones de SAPAL son enteramente transparentes y así lo reconoce el Instituto de Acceso a la Información

Pública de Guanajuato, que le ha entregado cinco veces consecutivas el premio *Guanajuato Transparente*, en sus ediciones de 2007 a 2011. SAPAL es el único organismo del estado de Guanajuato en haber logrado tal distinción.

El manejo financiero de SAPAL es muy eficiente y está ubicado en el primer rango por las más importantes calificadoras. *Standard & Poor's* lo ha calificado mxAA, y *Fitch Ratings* como AA(mex), las cuales son las máximas calificaciones de la cali-

dad crediticia para los organismos operadores de agua en México. Asimismo, SAPAL recibió en 2010 el reconocimiento que le otorgó el Consejo Consultivo del Agua, al haber obtenido el primer lugar en la evaluación "La Gestión del Agua en las Ciudades de México: Indicadores de Desempeño de Organismos Operadores 2009". SAPAL obtuvo el mejor promedio ponderado en los 12 indicadores de eficacia y eficiencia que se evaluaron en los organismos operadores de las 29 ciudades más importantes del país.





## Referencias

- Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México, *Sistemas de Información de Agua Potable y Saneamiento: Reflexiones en Torno a un Seminario de Análisis*, México, D.F., 2010, 122 pp.
- Ayuntamiento de León, Guanajuato, *Reglamento de Uso de la Red de Alcantarillado de SAPAL*, León, México, 1997a, 11 pp.
- Ayuntamiento de León, Guanajuato, *Reglamento Interior del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León, Guanajuato*, León, México, 1997b, 27 pp.
- Ayuntamiento de León, Guanajuato, *Reglamento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento para el Municipio de León, Guanajuato*, León, México, 2010, 80 pp.
- Blanco, M., A. Parra y E. Ruiz, Guanajuato: *Historia Breve*, El Colegio de México y Fondo de Cultura Económica, México, D.F., 2011, 316 pp.
- Congreso de la Unión, "Ley General de Contabilidad Gubernamental", *Diario Oficial de la Federación*, 31 de diciembre de 2008, 21 pp.
- Congreso del Estado de Guanajuato, *Ley de Ingresos para el Municipio de León, Guanajuato, para el Ejercicio Fiscal del Año 2011*, Guanajuato, México, 2010, 84 pp.
- Consejo Consultivo del Agua, *La Gestión del Agua en las Ciudades de México: Indicadores de Desempeño de Organismos Operadores*, México, D.F., 2010, 32 pp. + ii.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *Estadísticas Históricas de México 2009*, Tema 16: Sector Externo, Aguascalientes, México, 2010, 128 pp.
- Organización de las Naciones Unidas, *Obligaciones de Derechos Humanos Relacionadas con el Acceso al Agua Potable y el Saneamiento*, resolución A/65/254, Nueva York, 6 de agosto de 2010, 27 pp.
- Pacheco-Vega, R., *Historia de Dos Ciudades: Un Análisis Comparativo de los Distritos Industriales del Cuero y Calzado en León y Guadalajara*, Reunión de la Asociación de Estudios Latinoamericanos, Las Vegas, del 7 al 9 de octubre de 2004, 22 pp.
- SAPAL, *Instructivo y Manual Técnico del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León*, León, México, 2010, 91 pp.
- Tena, F., *Derecho Constitucional Mexicano*, Editorial Porrúa, México, D.F., 2007, 693 pp.
- Velásquez, E., E. Nalda, P. Escalante, B. García, B. Hausberger, Ó. Mazin, D. Tanck, C. Marichal, A. Ávila, L. Jáuregui, J. Serrano, J. Vázquez, A. Lira, A. Staples, S. Kuntz, E. Speckman, J. Garciadiego, L. Aboites, E. Loyo, S. Loaeza, A. Rodríguez, R. González, G. Márquez y L. Meyer, *Nueva Historia General de México*, El Colegio de México, México, D.F., 2011, 818 pp.

## Anexo A



### Anexo A. Proyectos estratégicos de 2011

#### Proyectos estratégicos del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León

Gerencia de Planeación y Proyectos
Siembra de agua.
Rehabilitación de redes de agua potable.
Rehabilitación de líneas de conducción.
Elaboración de proyectos ejecutivos.
Administración del Plan Maestro Pluvial y del Convenio de Custodia de Arroyos.
Mantener la capacidad de SAPAL.
Gerencia de Operación y Mantenimiento
Adquisición de tecnología y equipamiento para rehabilitación de alcantarillado.
Consumo de energía eléctrica en pozos y rebombeos.
Servicio continuo de agua.
Fugas atendidas en un día.
Reparación de baches en dos días o menos.
Escombro levantado en dos días o menos.
Programa de Limpieza de Arroyos.
Implementación de 101 estaciones de control de macrocircuitos.
Equipamiento de medición de macrocircuitos.
Construcción (obra civil) de la Sala de Operación.
Gerencia de Construcción
Supervisión de la perforación de nuevas fuentes de abastecimiento con apego al diseño.
Supervisión del proceso en la ejecución de las obras de rehabilitación de acuerdo con el programa de obra con apego al proyecto y la normatividad.
Supervisión del proceso en la ejecución de las obras de agua potable y alcantarillado en colonias regularizadas y nuevos desarrollos para su incorporación al activo de SAPAL.
Elaboración y validación del Sistema de Evaluación a contratistas con ponderación de puntos negativos.
Ánálisis del costo presupuestado por proyecto contra el ejecutado por obra.
Difusión del proceso de ejecución de obra.
Verificación del cumplimiento durante la ejecución de las obras con los requerimientos ambientales.
Gerencia de Calidad del Agua
Programa de trabajo de certificación de la calidad del agua.
Ampliación del tratamiento secundario para 500 lps.
Acreditación del Laboratorio por la EMA.
Certificación como terceros autorizados por Cofepris.
Ensayos de aptitud a nivel internacional del Laboratorio.
Plantación de áboles.
Ánálisis de la calidad del agua potable y tratada en el medio rural.
Gerencia de Finanzas
ERP (Planeación de los Recursos de una Empresa, del inglés Enterprise Resource Planning).
Ánálisis y recálculo de los volúmenes de existencias de los almacenes.
Manual de metodología para elaboración del presupuesto.
Modernización del sistema de almacenes.
Recaudación con tarjeta de débito a través del portal de Internet.
Sistema de monitoreo remoto de cajeros automáticos.
Gerencia Comercial
Actualizar el Padrón de Clientes, Primera Etapa.
Continuar con el estudio de la eficiencia física.
Contratación de servicios a partir de SIGSAPAL (Sistema de Información Geográfica de SAPAL).
Hacer eficiente el control de consumos en escuelas públicas.

Monitoreo con GPS (Sistema de Posicionamiento Global, del inglés <i>Global Positioning System</i> ) de rutas de cortes y reconexiones.
Programa de recuperación y depuración de cartera vencida.
Reducción del ciclo de facturación.
Toma de lecturas desde las oficinas centrales de SAPAL.
Incrementar la capacidad de cortes.
Revisión con cámara de video de nuevas líneas de agua.
Gerencia de Tecnologías de la Información
Plan de recuperación DRP (Plan de Recuperación de Desastres, del inglés <i>Disaster Recovery Plan</i> ).
Aseguramiento de calidad del Sistema de Contabilidad Gubernamental – <i>ERP Oracle E-Business Suite</i> .
Catastro de múltiples finalidades.
Comunicaciones unificadas.
Gestión de proyectos en portafolio.
Herramientas de colaboración y administración de contenidos en Contraloría y Jurídico.
Implementar el Centro de Operación y Monitoreo.
Seguridad perimetral de la red ( <i>firewall redundante; IPS —Seguridad del Proveedor de Internet, del inglés Internet Provider Security—</i> ) y antivirus.
Sistema de Control de Obra.
Inteligencia de negocios en Atención a Clientes, Finanzas y Proyectos.
Automatización de 28 instalaciones de distribución.
Implementación de nueve puntos de surtido para pipas.
Monitoreo de la calidad del agua en tanques, rebombeos y tomas domiciliarias.
Automatización de tanques y rebombeos.
Prototipo de dosificación de ácido acético.
Gerencia de Servicios Administrativos de Apoyo
Actualizar el Sistema de Control de Activos Fijos.
Construir archivo general.
Construir el cuarto de máquinas en el Fresno.
Fortalecer el área de seguridad industrial.
Instalación de equipos ecológicos en instalaciones de SAPAL.
Registro de asistencia con relojes biométricos.
Seguridad patrimonial de SAPAL.
Sistema de monitoreo de seguridad 24 horas y electrónico de rondines.
Certificación de SAPAL en la norma ISO-9001:2008.
Certificar a SAPAL en la norma ISO-14001:2004.
Certificar a SAPAL en la norma OHSAS-18001:2007.
Consolidar el programa de mantenimiento preventivo con orientación a los clientes.
Incorporar al personal al programa de acondicionamiento físico.
Contraloría Interna
Implementación de software para hacer eficientes los procesos internos de auditorías.
Seguimiento al programa de anticorrupción.
Departamento de Comunicación
Campañas de las gerencias.
Difusión del proyecto El Zapotillo.
Informe trimestral y anual.
Proyecto Escuelas.
SAPAL Informa- Reporte diario.
SAPAL Rural.
Departamento Jurídico
Celebrar un convenio de coordinación con Conagua para supervisión y vigilancia de pozos en el territorio municipal.
Ejecución de acciones legales para la recuperación de cartera vencida.

Formalizar la creación del Centro de Investigación y Desarrollo en Materia de Agua.
Formalizar los instrumentos jurídicos para ampliar en 500 lps el tratamiento secundario de la PTAR.
Implementar las reglas de operación para ejecutar el Convenio de Custodia de Zonas Federales celebrado con Conagua.
Modificar el Reglamento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento para el Municipio de León, Guanajuato.
Realizar la georreferencia de la infraestructura de SAPAL alojada en predios particulares.
Regularización de títulos y predios de comunidades rurales que se incorporen a SAPAL Rural.
Regularizar y prorrogar la vigencia de títulos de asignación.
Revisión y regularización de las obligaciones ante Conagua.
Seguimiento a la licitación e implementación de instrumentos legales del proyecto El Zapotillo.
Departamento de Atención a Clientes
Capacitación de personal.
Independizar la señal del SAC (Sistema de Atención a Clientes) en delegaciones SIT.
Instrumentar el sistema de encuestas automatizadas.
Instrumentar el sistema de llamadas abandonadas.
Instrumentar el sistema de grabación de llamadas.
Integración del SAC Rural.
Mejora en el tiempo de atención del Sistema de Atención a Clientes.
Remodelación de la sucursal Centro.
Transmisión de información en pantalla.
Mejoras digitales al SAC (Sistema de Atención a Clientes).



## Anexo B



### Anexo B. Programa de obra de 2011

Rubro	Monto (mdp)
Agua potable	123.974
Rehabilitación de redes	41.075
Col. Santa María del Granjeno y El Granjeno (Zona Poniente)	8.617
Fraccionamiento Industrial Julián de Obregón	7.099
Colonias La Floresta, Paseos del Maurel, La Escondida, Jardines de San Miguelito y Fraccionamiento San Nicolás	14.315
Colonia Panorama	11.043
Líneas de conducción	33.832
Suministro de tubería de PRFV, 600 mm de diámetro, PN-10, 2500 N/m <sup>2</sup> y una longitud de 1,600 m	2.676
Rehabilitación de la línea de conducción Jerez - Olímpica, tramo Blvd. Delta a Olímpica	6.020
Línea de conducción del tanque Paraíso Real al tanque San Nicolás	3.387
Línea de alimentación de agua potable Blvd. Villas de San Juan, tramo: Adalberto "Dumbo" López a Blvd. Vicente Valtierra	5.279
Ampliación de la línea de 16 pulgadas, A - C, A7 en Blvd. La Luz, tramo pozo 4 Ote. a Blvd. Villas de San Juan	1.516
Rehabilitación de la línea de agua potable de 24 pulgadas en Blvd. Aristóteles, tramo Observatorio II a Soledad de las Joyas	9.909
Obra civil de casetas y línea de interconexión del pozo Poniente 24 en Cortijos de la Gloria	1.817
Equipamiento e interconexión de línea de agua potable en prolongación San Juan Bosco y Cañada del Refugio	1.172
Construcción de patio de maniobras, caseta y cercado de pozo Turbio 16 e interconexión a la batería de pozos Turbio	1.060
Pozos, tanques y rebombeos	41.864
Tanque superficial de 5,000 m <sup>3</sup> Piedrero II	7.480
Tanque elevado metálico de 250 m <sup>3</sup> a 20 m de altura en el poblado de Santa Rosa Plan de Ayala	1.489
Ampliación en la capacidad de rebombeo en el Observatorio II para alimentar el tanque La Fragua	3.610
Tanque y rebombeo de agua potable La Fragua	15.075
Perforación y reperforación de seis pozos	11.325
Trabajos de mantenimiento del camino de terracería de la línea 5 de la Batería Muralla	2.180
Casetas de cercado y línea de conducción del pozo 8	0.706
Obra social	6.142
Construcción de la red de distribución de agua potable en la colonia Frutales de la Hacienda, II y III sección	1.991
Red de agua potable en la colonia Cerrito de la Joya	1.110
Red de distribución de agua potable en la Col. Valle de San Pedro de la Joya, I sección	1.863
Ampliación de la red de agua potable en la avenida Manzanilla, en la Colonia Ibarrilla (3" de diámetro).	0.028
Red de agua potable en la colonia San José de la Joya	0.510
Casetas para la automatización del llenado de pipas	0.640
Obra menor	1.061
Ampliaciones solicitadas por los clientes	1.052
Materiales en obra menor	0.010

Alcantarillado sanitario	89.524
Colectores principales	48.535
Construcción del colector sanitario marginal al arroyo Alfaro, Etapa 5, de Blvd. López Mateos a Blvd. La Luz	8.493
Rehabilitación del colector sanitario SAHOP, I tramo, Blvd. Torres Landa a Blvd. Timoteo Lozano (1,550 m longitud, y 72 y 60 pulgadas de diámetro)	20.664
Construcción de colector sanitario marginal al arroyo Alfaro 6 <sup>a</sup> Etapa, de Blvd. La Luz a Blvd. Valtierra	16.866
Reubicación de drenaje sanitario en el Malecón del Río de los Gómez, entre calle Toro y Monterrey	0.942
Materiales para la reubicación del drenaje en Malecón	0.073
Rehabilitación de drenaje sanitario de 48" de diámetro, ubicado en calle Alonso Espino entre Diez de Sollano y Venustiano Carranza, Col. Los Fresnos	0.512
Materiales para la rehabilitación de drenaje sanitario en calle Alonso Espino	0.381
Construcción de colector sanitario en calle Almandino del Fraccionamiento Fuentes del Valle	0.603
Obra social	39.452
Redes de alcantarillado y agua potable en la colonia Huertas de Medina I	2.274
Redes de alcantarillado y agua potable en la colonia Huertas de Medina II	2.326
Redes de alcantarillado y agua potable en la colonia San Juan Bosco III Sección	1.423
Redes de alcantarillado y agua potable en la colonia La Nopalera	1.692
Redes de alcantarillado y agua potable en la colonia Marsol I	1.835
Redes de alcantarillado y agua potable en la colonia Santa Magdalena	1.720
Redes de alcantarillado y agua potable en la colonia Villas del Campo I	2.266
Redes de alcantarillado y agua potable en la colonia El Pedregal	2.180
Redes de alcantarillado y agua potable en la colonia Hacienda de Ibarrilla II	1.831
Redes de alcantarillado y agua potable en la colonia Praderas del Sol (Los Pinitos)	1.871
1 <sup>a</sup> etapa de la red interna de alcantarillado y red de agua potable en la colonia Piedra Azul, 2 <sup>a</sup> sección	2.187
Red de alcantarillado y red de agua potable en la colonia Rivera de San Bernardo	1.664
Red de alcantarillado y red de agua potable en la colonia Tajo de la Presa	0.497
Construcción de descargas domiciliarias en la calle Montaña de las Amazonas, Fracc. Montañas del Sol	0.079
Ampliación e instalación de 649 descargas domiciliarias de la red de drenaje sanitario en la colonia Esperanza de Alfaro	1.852
Ampliación de la red de drenaje sanitario con 35 descargas domiciliarias en la sección Capilla de Alfaro	0.408
Ampliación de la red de drenaje sanitario con 16 descargas domiciliarias en la sección Capilla de Alfaro (segunda etapa)	0.172
Sustitución de la línea de drenaje en la colonia Diez de Mayo (2 <sup>a</sup> etapa)	5.108
Red de alcantarillado El Yacimiento	3.381
Rehabilitación de la red de agua potable y la red de drenaje sanitario en la Col. Conjunto Habitacional Miguel Hidalgo	3.944

Ampliación de alcantarillado en privada Santa Rosa, Col. San José el Alto	0.076
Ampliación de las redes de agua potable y alcantarillado para las calles Isla Coronado e Isla Natividad, Col. Ciudad Satélite	0.282
Colectores marginales al canal de San Bernardo	0.362
Obra menor	1.537
Ampliaciones solicitadas por los clientes	1.297
Suministros en obra menor	0.240
Drenaje pluvial	21.091
Arroyos	4.815
Limpieza del arroyo la Tinaja	0.031
Limpieza del vaso regulador El Salto I y II	0.602
Limpieza interior del vaso de la presa El Palote en el área colindante al canal de llamada de la obra de toma	0.203
Rectificación del canal en Blvd. Las Torres, tramo Blvd. Campestre a Blvd. López Mateos	0.991
Revestimiento del canal Las Liebres y obras complementarias en el tramo Blvd. Mariano Escobedo a Blvd. González Bocanegra	1.895
Construcción de bordos, retiro y trasplantes de árboles de la margen izquierda del arroyo Las Liebres en la Col. Jardines de Jerez, I Sección	0.792
Colectores principales	14.745
Suministro de tubería de PRFV y coples en Blvd. Villas de San Juan (236 m en 1,500 mm)	1.871
Suministro de tubería de PRFV y coples en Blvd. Villas de San Juan (97 m en 1,500 mm)	0.516
Drenaje pluvial de la zona comprendida entre Blvd. Hilario Medina, Blvd. Juan Alonso de Torres y arroyo El Ejido	10.043
Construcción de colector pluvial para la zona del Parque Explora	2.316
Construcción de estructura de captación del arroyo La Tinaja en Blvd. La Luz, tramo de Blvd. Morelos a Blvd. Valtierra	0.893
Redes	1.455
Construcción de estructura de captación del arroyo La Tinaja en Blvd. La Luz, tramo de Blvd. Morelos a Blvd. Valtierra	0.893
Materiales de la estructura de captación	0.221
Drenaje pluvial, Plaza San Juan del Coecillo	0.194
Perforación exploratoria para pozo de absorción de agua de lluvia en la zona oriente, Blvd. Delta	0.148
Obra menor	0.075
Ampliaciones solicitadas por los clientes	0.040
Materiales obra menor	0.035
Saneamiento	89.250
Planta de tratamiento industrial	23.322
Costo de inversión	23.322
Plantas de tratamiento periféricas	65.560
Planta de tratamiento de aguas residuales Los Arcos	31.939
Planta de tratamiento de aguas residuales El Avelín	31.797
Equipamiento del canal de cribado y construcción del canal de desvío para trabajos de mantenimiento en el cárcamo de bombeo de PIL	1.824
Obra menor	0.368
Ampliaciones solicitadas por los clientes	0.368
Reuso de agua tratada	12.630



Obras de conducción	
Línea de conducción de 12" de agua tratada desde la planta de tratamiento Las Joyas-Patiña en el tramo de conducción por gravedad	3.748
Línea de conducción de 12" de agua tratada desde la planta de tratamiento Las Joyas-Patiña en el tramo de conducción por bombeo	4.867
Bombeo PTAR Las Joyas-Patiña	3.806
Casetas para la automatización del llenado de pipas PTAR Periodistas de México	0.036
Obra menor	0.174
Ampliaciones solicitadas por los clientes	0.174
Otras inversiones	96.734
Edificación	
Primera etapa de la obra accesoria y caseta de vigilancia de las gerencias de Finanzas y Calidad del Agua	2.179
Centro de Monitoreo y Operación de SAPAL	1.688
Trabajos de colocación de cristal templado, tablarroca y acabados en las oficinas de la Gerencia de Operación	0.208
Centro Operativo María Dolores	7.842
Remodelación de fachada principal del edificio de SAPAL Torres Landa	1.307
Colocación de fachada integral de aluminio en el acceso al edificio principal de SAPAL en Torres Landa	1.003
Ampliación de las oficinas de la Gerencia Comercial en tanque Colombia	0.692
Construcción de un centro de datos alterno de SAPAL en la Sucursal Morelos	1.992
Parque lineal Alfaro, etapa 3 <sup>a</sup> de Blvd. Mariano Escobedo a calle Cumbre de Manzanares	3.087
Mantenimiento al acceso del salón del sindicato de SAPAL (Santa Julia)	0.024
Obras diversas	49.711
Instalación de tomas y descargas	7.382
Materiales para la instalación de tomas y descargas	10.276
Obras en proceso desde 2010	1.282
Obra menor	0.350
Instalación para el cambio de medidores	6.240
Suministros para cambiar los medidores	1.150
Adquisición de 10,380 medidores volumétricos (equipados con dispositivo de lectura remota)	18.684

Participación en 10% del costo del pavimento en calles de la colonia Las Arboledas	4.349
Afectaciones	2.275
Adquisición de 16,682.03 m <sup>2</sup> de terreno para PTAR Los Arcos; trámite realizado por el municipio	1.972
Afectación por obra civil denominada "Construcción de colector sanitario marginal al arroyo Alfaro 5 <sup>a</sup> etapa"	0.248
Afectación por obra, colector pluvial que pasa por Av. Olímpica al Tajo de Santa Ana	0.054
Estudios y proyectos	24.726
Elaboración de estudios y proyectos	24.726
Obra rural	23.742
Primera etapa de la red de alcantarillado sanitario en la comunidad de Alfaro (colector sanitario)	0.380
Segunda etapa de la red de alcantarillado sanitario en la localidad de San Antonio de Los Tepetates	2.013
Red de alcantarillado en la comunidad de Los Sauces	8.859
Supervisión externa del drenaje sanitario de la colonia Los Sauces	0.310
Rehabilitación de la planta de tratamiento de San José del Resplandor	0.302
Rehabilitación de la planta de tratamiento de Estancia de la Sandía	0.794
Planta de tratamiento de aguas residuales en la comunidad La Arcina	2.303
Planta de tratamiento de aguas residuales en la comunidad La Capellanía de Loera	1.742
Planta de tratamiento de aguas residuales en la comunidad Los Naranjos	2.397
Equipamiento electromecánico del pozo de agua potable en la comunidad El Terrero	0.834
Construcción de línea de conducción, tanque elevado y red de agua potable en la comunidad El Terrero	1.087
Construcción de la rectificación del alcantarillado y colector sanitario en la localidad San Judas	2.606
Trabajos de instalación y canalización de 21 postes para colocar un panel solar, y gabinete de monitoreo y control del proyecto de automatización de macrocircuitos	0.110
Total	456.945

Fuente: SAPAL, 2012.

## Ilustraciones

Ilustración 1. Análisis FODA de SAPAL, 2011	41
Ilustración 2. Fuentes de abastecimiento de agua	45
Ilustración 3. Puntos críticos para las inundaciones	46
Ilustración 4. Organigrama de SAPAL	60
Ilustración 5. Cobertura de agua potable y alcantarillado sanitario en León	62
Ilustración 6. Baterías de pozos	63
Ilustración 7. Líneas de conducción	64
Ilustración 8. 102 macrocircuitos de distribución de agua potable	71
Ilustración 9. Tiempo de atención a fugas y bacheo	74
Ilustración 10. Limpieza de la red de alcantarillado	77
Ilustración 11. Plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por SAPAL	82
Ilustración 12. Colectores industriales	82
Ilustración 13. Distribución industrial de agua tratada	85
Ilustración 14. Zonas de riego abastecidas con agua residual tratada en la PTARM	88
Ilustración 15. Red hidrográfica de León	89
Ilustración 16. Agua extraída y facturada	94
Ilustración 17. Instalación recomendada de un macromedidor	95
Ilustración 18. Histograma del volumen facturado	98
Ilustración 19. Distribución espacial de los consumos domésticos en 2011	100
Ilustración 20. Relación entre antigüedad y confiabilidad de los medidores	101
Ilustración 21. Resumen de la tarifa de saneamiento	112
Ilustración 22. Distribución promedio del gasto corriente	113
Ilustración 23. Distribución promedio de los egresos totales	116
Ilustración 24. Módulos del sistema de planeación de recursos empresariales	118
Ilustración 25. Sistemas que se relacionan con el módulo financiero	119
Ilustración 26. Producción de agua potable y población servida	128
Ilustración 27. Evolución de la facturación de agua potable	128
Ilustración 28. Empleados por cada mil tomas	140
Ilustración 29. Centros operativos de SAPAL	143
Ilustración 30. Sistemas computacionales de SAPAL	154
Ilustración 31. Capas de SIGSAPAL	155
Ilustración 32. Cuenca del río Verde	172
Ilustración 33. Presa El Zapotillo	173
Ilustración 34. Presa El Zapotillo y acueducto El Zapotillo-León	175

## Tablas

Tabla 1. Número de tomas de agua	47
Tabla 2. Evolución de las inversiones del programa de obra (mdp)	51
Tabla 3. Fuentes de abastecimiento de agua para León, 2011	63
Tabla 4. Bebederos públicos	65
Tabla 5. Eliminación del servicio discontinuo y tandeado de agua potable	70
Tabla 6. Tanques de almacenamiento de agua potable	70
Tabla 7. Límites máximos permisibles de sustancias que pueden verterse al alcantarillado	76
Tabla 8. Plantas de tratamiento de aguas residuales	81
Tabla 9. Precisión de los macromedidores, 2008	96
Tabla 10. Consumo de agua por bloques	99
Tabla 11. Reparación de fugas	102
Tabla 12. Detección de fugas no visibles	102
Tabla 13. Balance de agua, 2011	103
Tabla 14. Ingresos y egresos de SAPAL de 2009 a 2011 [mdp]	109
Tabla 15. Cobros por tipo de servicio	109
Tabla 16. Tarifas promedio de agua potable [\$/m <sup>3</sup> ]	110
Tabla 17. Tarifas de agua con tratamiento secundario [\$/m <sup>3</sup> ]	110
Tabla 18. Contaminación típica de las descargas al alcantarillado	111
Tabla 19. Principales tarifas de saneamiento	111
Tabla 20. Incentivos ecológicos	111
Tabla 21. Presupuesto autorizado de SAPAL, 2010	113
Tabla 22. Vida útil y valor de los activos, 2010	116
Tabla 23. Proporción de uso del agua, volumen promedio usado e importe promedio	126
Tabla 24. Eficiencia física, comercial y global, [%]	127
Tabla 25. Empleados de SAPAL	141
Tabla 26. Inmuebles de SAPAL	144
Tabla 27. Unidades y equipo de transporte	146
Tabla 28. Visitas más frecuentes a las páginas del portal de SAPAL	151
Tabla 29. Infraestructura de cómputo y comunicaciones en los centros de datos	156
Tabla 30. Equipo informático para usuarios finales	156
Tabla 31. Modificación del proyecto El Zapotillo	173



## Glosario

- ADSL:** Asymmetric Digital Subscriber Line (línea digital asimétrica de suscriptor). **DQO:** demanda química de oxígeno (mg/l).
- AP:** agua potable. **EMA:** Entidad Mexicana de Acreditación.
- AS:** alcantarillado sanitario. **ERP:** Enterprise Resource Planning (planeación de recursos empresariales).
- ASP:** páginas activas de un servidor (del inglés, Active Server Pages). **Fidapim:** Fideicomiso de Administración de Pipas Municipales.
- AM:** alcantarillado mixto (sanitario y pluvial). **FODA:** fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.
- ANEAS:** Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México. **Fonacot:** Fondo Nacional para el Consumo de los Trabajadores.
- APAZU:** Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas. **Gas LP:** gas licuado del petróleo.
- APN:** Access Point Name (nombre del punto de acceso en tecnología móvil). **GRP:** Government Resource Planning (planeación de recursos gubernamentales).
- CEAG:** Comisión Estatal del Agua de Guanajuato. **hab/km<sup>2</sup>:** habitantes por kilómetro cuadrado.
- CFE:** Comisión Federal de Electricidad. **Iacip:** Instituto de Acceso a la Información Pública de Guanajuato.
- CIDMA:** Centro de Investigación y Desarrollo en Materia de Agua. **IMCYC:** Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
- CICEG:** Cámara de la Industria de la Curtiduría del Estado de Guanajuato. **Imivi:** Instituto Municipal de Vivienda de León.
- Circur:** Centro Integral de Manejo de Residuos de la Industria Curtidora. **INEGI:** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Cofepris:** Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. **Infonavit:** Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.
- Conagua:** Comisión Nacional del Agua. **IP:** Protocolo de Internet (del inglés, Internet protocol).
- Conocer:** Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales. **ISO:** Organización Internacional de Estándarización (del inglés, International Organization for Standardization).
- DBO<sub>5</sub>:** demanda bioquímica de oxígeno en cinco días consecutivos (mg/l). **IVA:** Impuesto al Valor Agregado.
- DP:** drenaje pluvial. **kg/cm<sup>2</sup>:** kilogramo por centímetro cuadrado.

**km:** kilómetro.

**kWh:** kilowatt·hora.

**LAN:** Ley de Aguas Nacionales.

**l/hab/día:** litros por habitante por día.

**lps:** litros por segundo.

**l/s:** litros por segundo.

**m:** metro.

**m<sup>2</sup>:** metro cuadrado.

**m<sup>3</sup>:** metro cúbico.

**mca:** metros de columna de agua ( $1 \text{ kg/cm}^2 = 10 \text{ mca}$ ).

**mdd:** millones de dólares.

**mdp:** millones de pesos.

**mdp/mes:** millones de pesos al mes.

**mg/l:** miligramos por litro.

**m<sup>3</sup>/mes:** metros cúbicos al mes.

**m<sup>3</sup>/s:** metros cúbicos por segundo ( $1 \text{ m}^3/\text{s} = 1,000 \text{ l/s}$ ).

**MB:** megabytes.

**Mm<sup>3</sup>:** millones de metros cúbicos.

**Net:** red informática (derivado del acrónimo inglés *network*).

**NOM:** Norma Oficial Mexicana.

**OHSAS:** Occupational Health & Safety Management Systems (Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacionales).

**pH:** potencial de hidrógeno.

**ppm:** partes por millón (1 ppm es igual a 1 mg/l).

**Prodder:** Programa de Devolución de Derechos.

**Promma:** Programa para la Modernización del Manejo del Agua.

**Protar:** Programa de Tratamiento de Aguas Residuales.

**Prossaps:** Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales.

**PTAR:** planta de tratamiento de aguas residuales.

**PTARM:** planta de tratamiento de aguas residuales municipales.

**PVC:** policloruro de vinilo.

**RPG:** Report Program Generator (programa generador de reportes).

**\$:** pesos.

**\$/m<sup>3</sup>:** pesos por metro cúbico.

**SAAM:** sustancias activas al azul de metileno (mide la presencia de detergentes y, en general, de espumas).

**SAC:** Sistema de Atención a Clientes (interno a SAPAL).

**SAHOP:** Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

**SAPAL:** Sistema de Agua Potable y Alcantillado de León.

**SCADA:** Control para supervisión y adquisición de datos (del inglés, *Supervisory Control and Data Acquisition*).

**SCO:** Sistema de Control de Obra (interno a SAPAL).

**Semarnat:** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Sicom:** Sistema Comercial (interno a SAPAL).

**SIG:** Sistema de Información Geográfica.

**SIGSAPAL:** Sistema de Información Geográfica de SAPAL.

**SIT:** Sistema Integrado de Transporte de León.  $\langle \bullet \rangle$ : mayor que.

**SST:** sólidos suspendidos totales.  $\bullet \langle \rangle$ : menor que.

**SQL:** lenguaje estructurado de interrogación (del inglés, *Structured Query Language*).  $\langle \bullet \rangle \langle \rangle$ : entre los valores de.

**TAR:** tratamiento de aguas residuales (saneamiento).  $\bullet^{\text{TM}}$ : marca registrada (del inglés, *Trade Mark*).

**USD:** dólares estadounidenses.  $\circledcirc$ : derechos de autor (del inglés, *Copyright*).



# SAPAL:

Trayectoria y Futuro





SAPAL