Coordinación editorial
María Teresa Gutiérrez Mercadillo, Josefa D. de Regules Ruiz-Funes y Gerardo Noria Sánchez

Diseño y formación

Con información de
Mario Óscar Buenfil Rodríguez, Especialista en Hidráulica
Coordinación de Desarrollo Profesional e Institucional
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental AC
Torrente 115
Las Águilas
CP 01710
México DF

Se recomienda la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier método, incluyendo el fotocopiado, esperando que con esto se promueva el aprovechamiento sustentable de nuestros recursos.

PRESENTACIÓN

El Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C., se complace en presentar la **Guía para Organismo Operadores de Agua** , material de consulta y apoyo técnico dirigido principalmente a directivos y servidores públicos de empresas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, empresarios e inversionistas interesados en esta rama de servicios, autoridades municipales y estatales, especialistas en el tema, estudiantes, urbanistas, ingenieros, técnicos y en general a todos los ciudadanos interesados en informarse y participar en un tema de claro interés público.

Como todos sabemos, la viabilidad de las ciudades dependerá de la rápida adopción de modelos administrativos adaptativos, eficientes y con altos niveles de legitimidad social. Adicionalmente que en su visión y filosofía internalicen - en todos sus niveles y funciones organizacionales -, una perspectiva sustentable del capital natural y particularmente de los recursos hídricos. Tal perspectiva necesariamente deberá considerar, además de las tareas propias de cualquier organización con propósitos de servicio, otros factores como la coordinación intergubernamental, la participación pública, la planificación regional y el manejo de los recursos bajo un enfoque de cuenca hidrológica.

Esta Guía contiene referencias puntuales y comentarios del autor al marco legal que aplica para el funcionamiento de las empresas de agua potable, alcantarillado y saneamiento que operan bajo esquemas públicos, privados o mixtos. Analiza la estructura administrativa y financiera así como la infraestructura de los organismos operadores y los procesos tecnológicos implicados en su funcionamiento atendiendo temas especializados como el referente al balance volumétrico -cuantificación de pérdidas físicas y comerciales- costos, tarifas e indicadores básicos para la gestión de los organismos operadores.

Se destaca el conjunto de problemas que, deben ser revisados a profundidad por los directivos y responsables de la planificación, operación y evaluación de los servicios comentados. Destaca por sus implicaciones la correlación entre eficiencia administrativa, tecnológica y financiera con temas emergentes como el de la transparencia y el acceso a la información pública gubernamental así como los derechos de los usuarios. La Guía plantea alternativas diversas para lograr la eficiencia de estas unidades administrativas al proponer la constitución de entes reguladores que den certeza y certidumbre a la sociedad sobre la operación de las unidades de servicios comentadas.

Su intención es promover una gestión racional de servicio a los usuarios, satisfaciendo requisitos de cantidad, continuidad, calidad, confiabilidad y costo, dentro de un marco de desarrollo sustentable.

El Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C., agradece a la Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. el financiamiento para la realización y difusión de esta guía a través de www.agua.org.mx y a todas las personas y organizaciones que comparten el compromiso por desarrollar una cultura ambiental sustentable.

Índice:

Capítulo 1. Panorama general
- Principales leyes, normas y reglamentos
- Principios de trabajo
- Escalas geográficas y origen del agua
- Instrumentos e instituciones
- Responsabilidades
- Supervisión y rendición de cuentas
- Adecuación del marco legal

Capítulo 2. Situación del sector agua
- Evolución de los servicios públicos de agua y saneamiento
- Panorama nacional
- Prioridades de agua y saneamiento
- Capacitación, supervisión y regulación
- Coberturas, eficiencias y otros indicadores de desempeño

Capítulo 3. Infraestructura y funcionamiento
- Infraestructura, patrimonio ciudadano
- Sistema de abastecimiento de agua
- Sistema de alcantarillado
- Tratamiento y reúso de aguas residuales

Capítulo 4. El enfoque sistémico en los O. O.
- El O. O. como sistema
- Misión y objetivos estratégicos
- Funciones operativas
- Funciones comerciales y de atención a clientes

Capítulo 5. El balance volumétrico
- Balances nacionales y regionales
- Balances y proyección de la demanda
- Suministro y monitoreo de agua
- Distritos hidrométricos
- El medidor de agua
- Balances de agua según la IWA
- Balance volumétrico y eficiencia

Capítulo 6. Control de pérdidas
- Glosario
- Disyuntivas y prioridades
- Control y prevención de pérdidas
- Mejora comercial y financiera
- Tipos de fugas
- Distritos hidrométricos y sectorización de redes
- Control de presiones
- Límites a la eficiencia, equilibrio económico y ética del agua

Capítulo 7. Valor, costos y tarifas
- Valoración correcta y tarifa apropiada
- Competitividad y mejora institucional
- Autosuficiencia financiera y eficiencia tarifaria
- La tarifa como transmisor de señales para administrar la demanda
- El O. O. como monopolio
- Costos, erogaciones y previsiones
- Externalidades
- Estructura tarifaria
- Reflexiones en torno a la estructura tarifaria

Capítulo 8. Indicadores básicos de gestión
- Importancia de la información
- Monitoreo y control de desempeño
- Procesos de decisión
- Técnicas de evaluación y comparación
- Parámetros de partida
- Indicadores

Capítulo 9. Consideraciones éticas y ambientales
- Información pública y transparencia
- Decisiones éticas en un mundo que cambia

Capítulo 1.

Panorama general

El agua es un recurso estratégico para la seguridad nacional ya que posee valor económico, social y ambiental. Por esto, debe preservarse para las generaciones futuras.

Debido a la deficiente gestión del agua, al crecimiento demográfico y a la expansión de las actividades productivas de las últimas décadas, muchas localidades enfrentan el serio problema de tener cada vez menor disponibilidad de agua. El problema se agrava al combinarse con la contaminación de los cuerpos de agua superficiales, el abatimiento del nivel de las aguas subterráneas y el riesgo de fallas en el abasto por cuestiones energéticas. Además, se encarecen las extracciones y aumenta la competencia por el líquido entre diferentes tipos de usuarios.

En México, los servicios de agua potable están a cargo de los municipios, que crean organismos operadores (O. O.) para atender las necesidades de abasto, alcantarillado, saneamiento y disposición sin riesgo de las aguas residuales.

A los O. O también se les llama Comisión de Agua, Junta de Agua, Sistema Descentralizado de Agua, Comité del Agua, Empresa de Agua, etc.

Algunos O. O. pertenecen directamente al gobierno municipal y otros son concesiones parciales otorgadas por el municipio a empresas privadas con fines de lucro.

El O. O. deberá estar constituido formalmente mediante algún decreto de creación firmado por el ayuntamiento municipal y teniendo de testigos a las autoridades estatales.

Existen diversos aspectos legales, normativos y de usos y costumbres que rigen la labor del O. O. Además, se recomienda que éste cuente con suficientes instrumentos técnicos para medir su desempeño y resolver cualquier problema o anomalía de inmediato y a escala local.

Las leyes y reglamentos relacionados con el manejo del agua deben promover justicia y equidad, disminuir riesgos y exigir la generación de información confiable, la planeación cabal y el uso sustentable de los recursos. Deben lograr la ampliación de coberturas a la sociedad urbana y rural, además de mejorar la calidad y seguridad de los servicios de agua potable y saneamiento.

Principales leyes, normas y reglamentos

El principal sustento legal para la administración del agua en la Republica Mexicana es el artículo 27 de la Constitución, que establece que las aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional son propiedad de la nación. El Ejecutivo Federal puede autorizar la explotación, el uso o el aprovechamiento a particulares mediante **concesiones** y a los gobiernos estatales y municipales mediante asignaciones. En la actualidad la Federación ejerce tales funciones a través de la Comisión Nacional del Agua. El artículo 27 constitucional está reglamentado por la Ley de Aguas Nacionales.

El artículo 115 de la Constitución establece, a partir de las reformas del 23 de diciembre de 1999, la responsabilidad plena de los municipios de prestar los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales dentro de

su jurisdicción. El municipio podrá operar dichos servicios mediante órganos descentralizados. Sus tareas son:

- Prestar los servicios de agua potable, drenaje y tratamiento en su respectiva jurisdicción.
- Participar, en coordinación con los gobiernos federal y estatal, en la prestación del servicio, de acuerdo a sus atribuciones y responsabilidades.
- Planear y programar la prestación de los servicios.
- Realizar, por sí mismos o a través de terceros, las obras de infraestructura hidráulica, su operación y mantenimiento.
- Adoptar las medidas necesarias para alcanzar su autosuficiencia financiera.

No existe una ley reglamentaria para el artículo 115 constitucional. En su ausencia, casi todos los estados de la república han elaborado su propia Ley Estatal de Agua. Para apoyar la gestión local del agua, los gobiernos estatales han creado las Comisiones Estatales de Agua, que procuran respetar la soberanía de los municipios y a la vez observar las leyes federales. Estas comisiones coordinan a los O. O. municipales, que de otra manera estarían aislados. Las Comisiones Estatales brindan asesoría, apoyo financiero y promueven el cumplimiento de la normatividad. La actuación de estas Comisiones suele ser normativa y está respaldada por la correspondiente Ley Estatal de Agua.

Principios de trabajo

El objetivo de los O. O. es atender a la ciudadanía que le confiere la administración del sistema de aguas. Es recomendable que consideren a los beneficiarios de sus servicios como usuarios, clientes, ciudadanos con poder de voto y decisión, patrones del Organismo y copropietarios de la infraestructura, y no como objeto de lucro.

El usuario le ha conferido al O. O. la responsabilidad de mantener, acrecentar y administrar su patrimonio (fuentes de agua, redes de tubería, planos, etc.) para hacerlo eficiente, útil y duradero. Además, el O. O. tiene la obligación de preservar el recurso para no afectar los intereses de las generaciones futuras.

El marco legal ha sido creado por instituciones especializadas, o por representantes electos para prever riesgos y ofrecer las mejores garantías posibles al ciudadano que solicita servicios públicos. Sin embargo, estas disposiciones pueden estar incompletas y, por lo tanto, son perfectibles.

La finalidad primordial del marco legal en torno a los derechos y obligaciones de un O. O. es preservar los recursos hídricos (agua) e hidráulicos (infraestructura) para la ciudadanía actual y futura y proporcionar un servicio de calidad. Para el desempeño correcto de sus funciones, se recomienda que los directores y funcionarios del O. O. conozcan a detalle dicho marco legal y sean capaces de proponer mecanismos para revisarlo y actualizarlo conforme a los cambios en el entorno social y ambiental.

Cuando alguna disposición legal o su vigilancia son defectuosas, suele haber quejas, peticiones y demandas de la ciudadanía. Transformar estas inquietudes en leyes y reglamentos apropiados y establecer mecanismos para asegurar su cumplimiento puede llevar mucho tiempo. Mientras tanto, el O. O. debe seguir funcionando. Por esto, además

de conocer el marco legal en su conjunto, el director del O. O. y sus funcionarios tendrán que esforzarse por ser imparciales y mantener un espíritu de servicio.

Las leyes y normas se crean para orientar y exigir a los funcionarios del O. O., para obligar y dar derechos a sus usuarios y empleados y para proteger a quienes de otra manera estarían desamparados ante posibles abusos, descuidos, corrupción, negligencia o falta de conocimiento. El marco legal del O. O. existe para proteger los intereses, no sólo de la institución municipal y de la ciudadanía local sino de otros usuarios en la cuenca, y no sólo de la época actual sino de las generaciones por venir.

Las leyes deben basarse en el principio precautorio para evitar accidentes, conflictos, daños, abusos y carencia de agua. Deben servir para lograr una distribución equitativa de los costos y del agua entre los beneficiarios del servicio, y también para sancionar o limitar a quienes generan escasez, encarecimiento o contaminación.

Escalas geográficas y origen del agua

El principal recurso con el que trabaja el O. O. municipal es el agua, que forma parte del ciclo hidrológico. Por lo tanto, el funcionamiento de dicho organismo está determinado en última instancia por su interacción con la cuenca hidrográfica, los ríos, los acuíferos, los bosques y otros demandantes del líquido. En la situación actual, el agua que aprovecha una ciudad o poblado no se genera toda dentro del territorio que ocupa y los procesos locales de depuración natural tampoco logran limpiar las aguas usadas. Los asentamientos urbanos siempre dependen de —y afectan a— un entorno geográfico mucho mayor; acuíferos que surten a manantiales o pozos en otros sitios, escurrimientos fluviales, lluvia y nubes que proceden de lugares distantes.

Otras interacciones que determinan el funcionamiento del O. O. son los flujos migratorios, el suministro de materiales y refacciones, los estándares nacionales e internacionales, el financiamiento para obras (que puede proceder de fondos estatales, federales o incluso internacionales). Por todo esto, la ingerencia de instituciones y normatividad de mayor alcance al local tiene gran importancia.

Los consejos de cuenca, los comités técnicos de aguas subterráneas (COTAS), los consejos consultivos para el desarrollo sustentable, los grupos universitarios de investigación y otras instancias son también importantes para la gestión del agua y los mecanismos legales que influyen en el trabajo del O. O.

Instrumentos e instituciones

a) Hay varios instrumentos normativos generados por autoridades locales, municipales, estatales, federales o incluso internacionales que establecen los procedimientos que deben obedecer los O. O.
b) Además, existen diferentes instancias de los tres niveles de gobierno, asociaciones ciudadanas locales, asociaciones gremiales o profesionales y agencias internacionales que pueden tener ingerencia en los asuntos del O. O.

c) Hace falta un instrumento específico que apoye al O. O. para ser mas eficiente; una institución que haga el papel de vocero de los usuarios frente a posibles malas actuaciones; un ente regulador regional que permita una supervisión más directa, que examine tarifas e indicadores de desempeño y que fije metas.

Instrumentos e instituciones del marco legal para O. O. en México

Ámbito interno

Nombre	***Comentarios***
Reglamento interno	Documento que define funciones y responsabilidades por departamento y cargo.
Decreto de creación del O. O.	Decreto que formaliza legalmente la creación del O. O. y define sus atribuciones como institución pública.
Organigrama autorizado	Documento para aprobación de la Junta de Gobierno que define la estructura organizacional en departamentos y zonas geográficas.
Informes de labores	Documento para aprobación de la Junta de Gobierno o equivalente, en que se entregan datos e indicadores de gestión a entidades supervisoras.
Plan hidráulico y Programa Operativo Anual	Documento que establece compatibilidad con diversos planes de desarrollo; metas, inversiones y presupuestos.
Presupuesto anual.	Documento para aprobación de la Junta de Gobierno que establece rubros de ingreso y egreso.
Tarifas de servicio autorizadas	Decreto en el que se autorizan y publican anualmente las tarifas.
Fórmula de indexación para cambios automáticos en tarifas.	Decreto para revisión y publicación anual que define variaciones en conceptos de gasto.
Reuniones de la Junta de Gobierno del O. O.	Órgano colegiado que se reúne con representantes de los diferentes sectores de usuarios para llegar a resoluciones y acuerdos.

Ámbito local

Nombre	***Comentarios***
Reglamento de construcción	Documento que establece especificaciones obligatorias para instalaciones sanitarias en viviendas, comercios, hospitales e industria.
Reglamento de señalamientos viales y seguridad	Documento que establece criterios de seguridad para trabajos que efectúe el

	O. O.
Procedimientos y requisitos para planes de emergencia.	Reglamento que establece las previsiones indispensables para la coordinación adecuada con otras instituciones en casos de emergencia.
Asociación de Usuarios	Documentos diversos de las Asociaciones Civiles que pueden colaborar con el O. O.

Ámbito municipal

Nombre	***Comentarios***
Creación del O. O.	Decreto que formaliza legalmente la creación del O. O. y define sus atribuciones como institución pública.
Informes de ejercicio presupuestal	Formato mediante el cual el O. O. presenta a las entidades auditoras su ejercicio presupuestal.

Ámbito regional

Nombre	***Comentarios***
Entidad reguladora	Autoridad competente para estimular la profesionalización y mejora del servicio (en proyecto).
Comités Técnicos de Agua Subterránea (COTAS)	Organismos auxiliares de los Consejos de Cuenca que emiten convenios, acuerdos y decretos.
Consejos de Cuenca	Organismos colegiados de integración mixta que emiten convenios, acuerdos y decretos aplicables a las cuencas o regiones hidrológicas.
Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México (ANEAS)	Representación que promueve acuerdos o convenios en beneficio de los O. O.
Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral (CONOCER)	Órgano especializado que establece normas y procedimientos de certificación.

Ámbito estatal

Nombre	***Comentarios***
Constitución Política del Estado	
Código Administrativo del Gobierno del Estado	
Ley Estatal de Agua	
Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado	

Ley de Entidades Paraestatales del Estado	
Ley de Salud del Estado	
Código Municipal del Estado	

Ámbito nacional

Nombre	***Comentarios***
Constitución Política	Artículo 27 - Propiedad de las tierras y aguas. Artículo 115 – Funciones y atribuciones de los municipios
Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.	Marco jurídico que regula el uso, explotación y aprovechamiento de las aguas nacionales.
Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	Marco jurídico que regula toda materia ambiental, incluidos los recursos hídricos
Ley Federal de Derechos	Marco regulatorio que establece las cuotas por extracción o descarga que el O. O. debe pagar a Conagua
Normas Oficiales (NOM)	Documentos de carácter obligatorio u opcional para diferentes temas técnicos y operativos.
Ley de Transparencia en la Información	Ley que establece el derecho ciudadano al acceso a la información generada por entidades gubernamentales.

Ámbito binacional

Nombre	***Comentarios***
Banco de Desarrollo de América del Norte	Emite lineamientos útiles para municipios y organismos que soliciten préstamos o apoyos.
Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA)	Establece la normatividad para organismos fronterizos.

Ámbito internacional

Nombre	***Comentarios***
International Water Association (IWA)	Recomienda procedimientos y *mejores prácticas* para O. O.
International Standards Organization (ISO)	Establece normas para el desempeño de O. O.
Banco Mundial	Emite procedimientos, contratos y convenios para adquisición de crédito y asistencia técnica.
Organización de Cooperación y de Desarrollo Económico (OCDE)	Elabora procedimientos, reportes y convenios relacionados con certificación internacional

Responsabilidades

El O. O. es un administrador comisionado por la ciudadanía para cuidar y preservar el patrimonio común, compuesto por fuentes de abastecimiento (acuíferos, bosques, ríos, lagos), infraestructura, información (cartera de clientes, planos, bases de datos, planes a futuro) y sus propios recursos humanos. No es dueño del agua ni de la infraestructura, y está bajo la supervisión de las autoridades municipales y estatales.

Es fundamental que las principales decisiones con respecto a planes a largo plazo, fuentes de abastecimiento, inversiones, tarifas, concesionamiento de algunas funciones, etc. no sean tomadas unilateralmente por el O. O., sino consultadas y debatidas por los usuarios (por medio de referéndum o encuestas), o al menos revisadas y aprobadas por los representantes directos de la ciudadanía que participan en la junta de gobierno.

El O. O. normalmente trabaja a escala de un municipio y es independiente de otros O. O. municipales similares. Sería deseable que hubiese organismos intermunicipales, uniones de municipios en un mismo O. O. para aprovechar economías de escala y tener personal más duradero, profesional y especializado.

Las funciones del O. O. comprenden asuntos de ingeniería (operación, mantenimiento, rehabilitación y ampliación de la infraestructura), temas comerciales y de los usuarios (padrón o inventario de clientes, contrataciones, cobranza, etc.) y cuestiones de representación y gestión ante otras autoridades respecto de concesiones de agua, descargas, autorización de tarifas, etc. Para ofrecer estos servicios a la comunidad necesita infraestructura —que deberá operar, mantener, ampliar o renovar— y personal especializado.

Otras responsabilidades del O. O. son la comunicación —con la ciudadanía y otras autoridades—, la fijación de tarifas y, desde luego, los aspectos comerciales y de atención al público. Además, debe colaborar con consejos de cuenca, de planeación urbana y otros. Estas actividades y responsabilidades deben estar respaldadas por el marco legal, representado principalmente por sus manuales internos de procedimiento.

Las principales responsabilidades administrativas del O. O. pueden clasificarse en 5 temas:

- Administración financiera
- Gestión de recursos humanos
- Administración técnica
- Administración estratégica
- Administración y transparencia en la información.

El O. O. debe resolver cualquier problema ambiental, legal, comercial, financiero, de ingeniería o de otra índole que tenga relación con su responsabilidad primaria de dotar de agua, y deshacerse de ella una vez usada sin generar contaminación.

Supervisión y rendición de cuentas

Como marca la ley, los O. O. deberán someterse a obligaciones, controles y supervisiones por parte de instancias superiores: municipio, congreso local, comisión estatal de agua y Conagua.

Es recomendable que existan cuerpos de supervisión con mecanismos para asegurar el cumplimiento de lo establecido por los diversos instrumentos legales.

Entre las responsabilidades que requieren especial atención por parte del director del O. O. están las siguientes:

- Planes de desarrollo.
- Calidad del agua servida. Atender NOM-179-SSA1-1998.
- Calidad del agua descargada. Atender NOM-001-ECOL-1996.
- Tarifas: calcular, proponer, actualizar y revisar cada año.
- Pago de derechos de extracción a Conagua.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Transparencia en la información y rendición de cuentas (en particular el uso del dinero y el cumplimiento de compromisos y metas).

Adecuación del marco legal

La disponibilidad de agua está afectada por cambios demográficos, factores climáticos, demandas de agua en la región, encarecimiento de insumos, avances tecnológicos, sobreexplotación de acuíferos, etc. Los siguientes son algunos temas que hay que considerar para adecuar el marco legal de los O. O. a las circunstancias actuales:

- Asignación de facultades de regulación a los estados o a asociaciones civiles profesionales para vigilar a los municipios
- Coordinación intergubernamental
- Posibilidad de que los gobiernos de los estados operen los servicios.
- Formalización del corte del servicio a morosos**.**
- Subsidios explícitos y aportados por otras instituciones de beneficencia
- Autonomía financiera
- Métodos claros y revisiones formales para estructuras de tarifas
- Continuidad de funcionarios y de planes
- Certificación de personal; capacitación rutinaria y obligada
- Manuales internos de procedimiento para diferentes trabajos
- Reglamentos internos
- Transparencia en la información (confiabilidad, frecuencia, alcances, metas)
- Comparación con instituciones similares
- Formación de asociaciones y organismos intermunicipales
- Solución a problemas sindicales
- Límites preestablecidos a la expansión urbana con respeto a la disponibilidad de agua
- Sobreexplotación de acuíferos
- Revisión y aprobación de tarifas
- Rendición de cuentas de funcionarios aún después de dejar el cargo
- Incentivos y estímulos al personal

Capítulo 2
Situación del sector agua

Evolución de los servicios públicos de agua y saneamiento

Una de las maneras de evaluar los servicios de agua en México es balancear logros con aspectos inconclusos, fallas y riesgos. Esta tarea es responsabilidad de los directores y de la junta de gobierno de los O. O.

La explosión demográfica, la expansión industrial y la deficiente gestión del agua han generado escasez, afectación a la calidad de vida de la población y en ocasiones conflictos. En el siglo pasado, gracias a la electrificación, al acceso a energía fósil a bajo precio y a la innovación tecnológica, hubo un auge inusitado en el aprovechamiento de mantos subterráneos, algunos de los cuales se están agotando en muy poco tiempo.

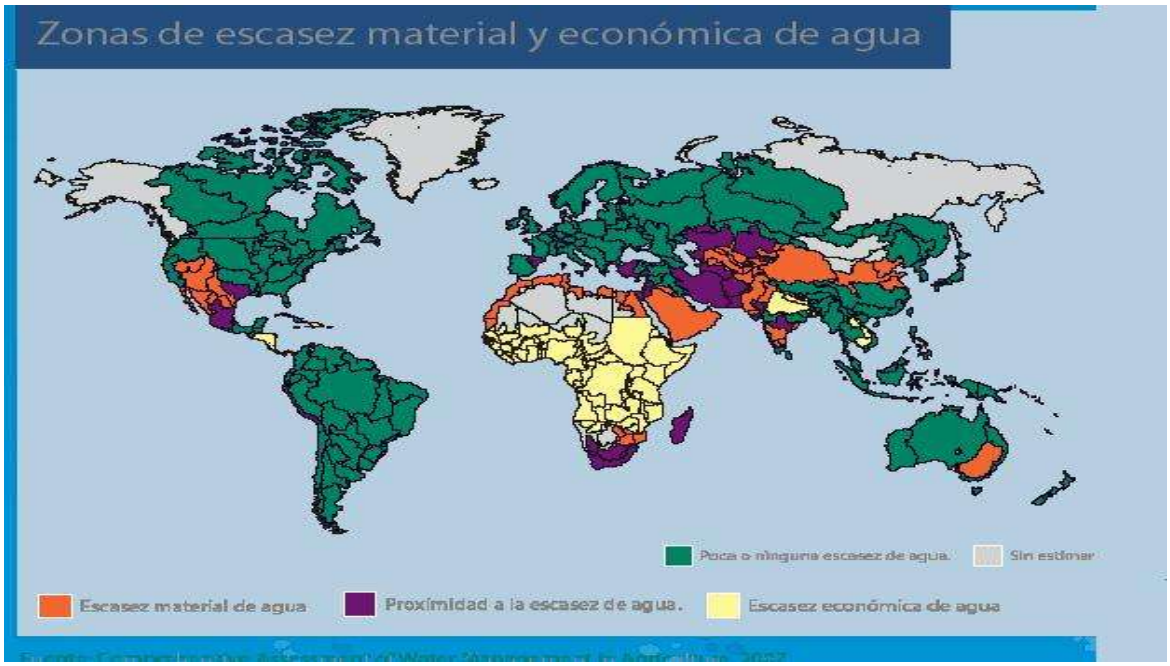
Los avances tecnológicos en la construcción de pozos, acueductos y redes de distribución han permitido dotar de agua a muchas comunidades. Sin embargo, aún hay rezago en el tratamiento de aguas residuales.

La escasez de agua pura está aumentando rápidamente en la mayoría de los países. Esto lleva consigo conflictos y competencias por el líquido. La gravedad de la escasez depende de los recursos naturales regionales y de la presión demográfica. En general, en todo el planeta hay crisis crecientes a causa de la excesiva expansión humana frente a recursos naturales constantes y finitos.

En países desarrollados, los servicios públicos de agua y saneamiento son cada vez más confiables. Esto se debe a la existencia de normatividad y supervisión adecuadas, avances tecnológicos, elaboración y divulgación de manuales, cursos de entrenamiento, técnicas de automatización, sistemas de monitoreo y telecontrol. En países como México también ha habido avances importantes en cobertura de servicios, pero aún es fuerte el rezago en calidad.

Panorama nacional

México se encuentra entre los países con mayores retos para satisfacer sus necesidades de agua, y su situación tiende a agravarse debido a la aridez y a la sobrepoblación.



Principales regiones de escasez material y económica de agua en el mundo.

La principal fuente de abastecimiento de agua de la mayoría de las ciudades mexicanas es el subsuelo. Esto se debe a que el agua subterránea requiere menos infraestructura para su transporte y suele ser de buena calidad. Una gran parte del territorio nacional es árida, con pocas lluvias y bajos volúmenes de recarga anual de los acuíferos.

El desarrollo nacional de las últimas décadas se basó en establecer industrias dependientes de agua en zonas con disponibilidad escasa. Esto es evidente por la cantidad de acuíferos sobreexplotados, que corresponden a los que abastecen a los principales conglomerados urbanos del centro y norte de la república.

El abatimiento de los mantos freáticos es una situación insostenible, que niega a las futuras generaciones acceso al agua a costos razonables. Se está arriesgando la economía, la seguridad, la salud y la estabilidad social.

Acuíferos sobreexplotados.

El mayor usuario de agua en México es el sector agropecuario. Sin embargo, el sector público urbano es el usuario más dinámico al demandar inversiones constantes y proporcionar recursos a través de la recaudación.

La escasez de agua para uso público urbano podría compensarse con agua destinada a la agricultura. Sin embargo, este sector produce alimentos e insumos para la industria, pro lo que sería deseable explorar la posibilidad de aplicar la tecnología para minimizar consumos y maximizar la producción. Con ello, la transferencia de volúmenes de agua de un usuario a otro sería factible.

También es posible reducir la dotación de agua por habitante urbano si se logra mejorar la eficiencia del transporte y manejo del líquido, si se emplean técnicas de administración de la demanda y si se crean buenos instrumentos de educación y motivación a los usuarios.

Así como es posible reducir las pérdidas de agua, los O. O. tendrían que buscar la reducción de pérdidas monetarias, de energía, de conocimiento y de tiempo.

Uno de los temas a atender es la debilidad institucional de los O. O., que se refleja en la discontinuidad de planes y de funcionarios. Se requiere de voluntad ciudadana, voluntad política y acciones legislativas de cada organismo para evitar estos vaivenes que dañan al servicio. Es recomendable que el O. O. cuente con personal competente, compenetrado y comprometido en el tema.

A pesar de los avances registrados en las últimas décadas, en el país persisten rezagos importantes:

- 10 millones de personas carecen de servicio de agua potable.
- 22 millones no tienen alcantarillado.
- Se trata sólo 34 por ciento de las aguas residuales.
- La percepción pública con respecto a la calidad del agua abastecida por los O. O. se ha deteriorado.
- El consumo anual de agua embotellada es de 153 litros por habitante, el segundo más alto del mundo.

Prioridades de agua y saneamiento

No todas las localidades presentan los mismos problemas ni es posible aplicar las mismas estrategias para resolverlos. Por ello es importante que el director del O. O., su equipo de colaboradores, la sociedad civil, los representantes de cuenca, los representantes del municipio y otras autoridades adquieran una visión de largo plazo sobre su situación particular, las posibilidades de acción y los esfuerzos que cada quién deberá realizar para mejorar de manera sostenida y no sólo momentánea. Es indispensable contar con planes bien sustentados y revisados por los diferentes interesados (consejos de cuenca, responsables de salud, responsables de desarrollo urbano, presidencia municipal, representantes ciudadanos, líderes de opinión, etc.).

Algunos de los problemas que suelen afectar a las localidades son:

- Crecimiento poblacional acelerado y desordenado.
- Tarifas bajas y mala cobranza.
- Baja cobertura de alcantarillado y saneamiento.
- Sectores de población sin servicio (o con servicio de muy mala calidad).
- Escasez de agua y conflictos por su uso.
- Escasa cultura y voluntad de pago de servicios.

- Debilidad institucional.
- Discontinuidad en los cargos de responsabilidad pública.
- Corrupción de funcionarios y empleados.
- Deterioro de las fuentes de abastecimiento.
- Insuficiencia financiera.
- Encarecimiento o escasez de energéticos.
- Estrategias deficientes para administrar la demanda.
- Descarga de aguas residuales sin tratamiento ni control.
- Información incompleta sobre problemas y desempeño.
- Padrón de usuarios incompleto o incorrecto.
- Inventario o catastro de infraestructura incompleto, obsoleto o inexistente.
- Bajos salarios y poca motivación para capacitarse entre los empleados.

Es responsabilidad del director del O. O. elegir e implantar programas para corregir estos problemas. Sin embargo, por la complejidad de algunas acciones, es indispensable el apoyo social y de otras instituciones. Dada la imposibilidad de contar con recursos suficientes para resolver todo simultáneamente, se requiere priorizar las acciones en el mediano y largo plazo.

Es esencial hacer un ejercicio de proyección de tendencias, definir los problemas, priorizar las acciones y evaluar los impactos financieros.

Para ciudades con escasez creciente de agua, las prioridades podrían ser:

1.- Desarrollo institucional y estabilidad financiera del O. O.
2.- Uso eficiente del agua y los recursos financieros.
3.- Acceso justo y equitativo para usuarios actuales de la cuenca y para generaciones futuras.
4.- Tratamiento completo a las aguas residuales.
5.- Mejora de los sistemas internos de información y de los mecanismos de comunicación con la población usuaria.
6.- Transparencia y acceso a la información.
7.- Reinversión y mantenimiento de infraestructura.

La Conagua propone las siguientes estrategias para atender los principales problemas:

- Sostener el incremento de las coberturas y fomentar la mejora en la calidad de los servicios.
- Propiciar la atención al rezago en la cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento básico en zonas rurales.
- Promover el tratamiento de las aguas residuales e impulsar el intercambio de agua tratada por agua de primer uso.
- Apoyar el desarrollo de los O. O.

Capacitación, supervisión y regulación

El elemento clave para lograr servicios de calidad son los recursos humanos.

Existen tres factores básicos que inciden en la superación, la motivación y el compromiso de los empleados:

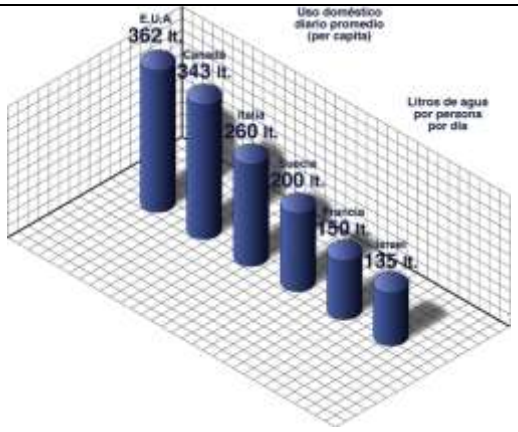
- Capacitación y entrenamiento.
- Normatividad y supervisión (incluyendo responsivas en caso de incumplimiento).
- Certificación, reconocimiento y estímulos.

En las instituciones municipales, el entrenamiento continuo y formal del personal aún se considera un gasto innecesario. Eso se suma a la baja expectativa de mandos medios y superiores de hacer carrera en el sistema. Es deseable fomentar la cultura de la capacitación ofreciendo mejores garantías y estímulos al personal, en sincronía con mayores exigencias de desempeño y responsabilidad en cada puesto.

La ANEAS, el IMTA, algunas comisiones estatales, organizaciones no gubernamentales y empresas privadas ofrecen cursos y certificación. Es recomendable que los directores de O. O. promuevan la asistencia de su personal a dichos cursos para lograr la certificación y la permanecía de recursos humanos con habilidades y conocimientos comprobados.

La supervisión rutinaria es una pieza fundamental para el funcionamiento de los O. O. Ésta debe abarcar la aprobación de tarifas y la vigilancia al uso apropiado de los recursos. Algunas de estas funciones las efectúan las autoridades municipales y estatales, pero sería conveniente tener un ente regulador profesional, conformado con especialistas, y ajeno a las decisiones y presupuestos de los O. O.

La demanda hídrica de una ciudad se expresa en litros/habitante/día. En este concepto se integra el agua usada por el ciudadano promedio y las fugas que ocurren en la red de suministro. Esto explica por qué, si el gasto intradomiciliario promedio es de 300 litros/persona/día, la demanda completa puede llegar a alrededor de 500 l/hab./día.



Contrastes del consumo promedio dentro de viviendas en algunos países.

Distribución típica del consumo domiciliario de agua en Canadá.

Aparte de las necesidades de abasto, los usuarios requieren que sus aguas ya usadas sean retiradas para evitar riesgos de salud. Una vez tratadas, habrá que propiciar su reúso dentro de la misma ciudad en riego de parques, lavado de automóviles y usos industriales que no requieren agua de calidad. Otra posibilidad es venderla o intercambiarla con el sector agropecuario.

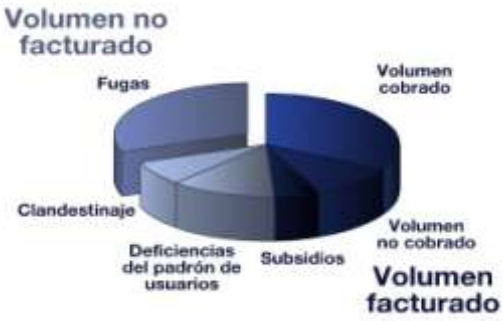
Coberturas, eficiencias y otros indicadores de desempeño

De acuerdo con los resultados del II Conteo de Población y Vivienda 2005, de los 100 millones de personas que habitan en viviendas particulares, 89.2 cuentan con el servicio de agua potable y 85.6 con el de alcantarillado, es decir, 10.8% de la población no cuenta con servicio de agua entubada y 14.4% carece del servicio de alcantarillado.

Cobertura de agua potable según II Conteo de Población y Vivienda INEGI 2005

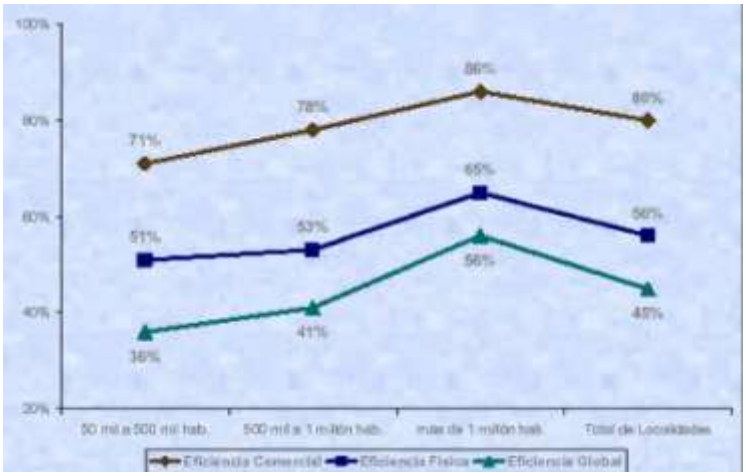
Cobertura de alcantarillado según II Conteo de Población y Vivienda INEGI 2005

La siguiente figura refleja la gravedad de los desperdicios y la necesidad de mejorar las eficiencias tanto física como comercial. El agua no contabilizada de los O. O. corresponde a fugas, tomas clandestinas o fallas en la recaudación. Se calcula como el cociente —expresado en porcentaje— del volumen de agua no facturado entre el volumen producido en el año.



Distribución promedio de volúmenes vendidos y no vendidos (pérdidas) en los O. O. nacionales.

En la siguiente figura se clasifica a las localidades según su tamaño y se muestran sus eficiencias físicas y comerciales. Los O. O. de las ciudades mayores tienden a tener mejores eficiencias en comparación con organismos pequeños que trabajan aislados.



Eficiencias físicas y comerciales según tamaño de las localidades

Existen indicadores de eficiencia aplicables al alcantarillado —como frecuencia de desazolves, quejas de usuarios, costo del mantenimiento preventivo respecto al costo de taponamientos o de reemplazo de infraestructura— pero ni la Conagua ni otras instituciones estatales llevan un seguimiento estadístico sistemático.

La calidad del servicio de agua que recibe una comunidad es un indicador del nivel de vida de su población. Un servicio de agua óptimo consiste en suministrar el volumen de agua necesario por habitante, con calidad adecuada para evitar efectos adversos sobre la salud. Otro indicador es el relativo a la recolección y tratamiento de las aguas residuales; la recolección y tratamiento deficientes es causa de contaminación de los cuerpos receptores y las fuentes de abastecimiento.

Existen normas de calidad que regulan los sistemas de abastecimiento y distribución de agua potable:

- Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002. Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo. Publicada el 12 de julio de 2005.
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización. Publicada el 18 de enero de 1996 y modificada el 22 de noviembre de 2000.
- Norma Oficial Mexicana NOM-179-SSA1-1998. Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano distribuida por los sistemas de abastecimiento público. Publicada el 24 de septiembre de 2001.

De los 324.5 m3/s de agua suministrada a nivel nacional a los O. O., aproximadamente 206 m3/s (63.6%) provienen de fuentes subterráneas. De los 118.5 m3/s restantes que se obtienen de fuentes superficiales, 80 m3/s se procesan en plantas potabilizadoras. Esto indica que 286 m3/s —equivalentes a 88.5% del agua suministrada— pueden considerarse de buena calidad.

En relación a la desinfección de agua, se estima que 95.9%, de los sistemas dispone de equipos dosificadores de cloro. Es decir, 87.2 millones de habitantes, asentados en 23,086 localidades del país, cuentan con infraestructura de cloración en operación.

Con el tratamiento de las aguas residuales se mejora el nivel de vida de las comunidades, se fomenta el restablecimiento del equilibrio ecológico de los cuerpos de agua y se reduce la incidencia de enfermedades de origen hídrico. El agua residual tratada se podría destinar al uso agrícola y a la actividad industrial, liberando importantes volúmenes de agua de primer uso en beneficio de la población.

El tratamiento de aguas residuales debe cumplir con las siguientes normas:

- Norma Oficial Mexicana NOM-001- SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Publicada el 6 de enero de 1997.
- Norma Oficial Mexicana NOM-002- SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Publicada el 3 de junio de 1998.
- Norma Oficial Mexicana NOM-003- SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se re usen en servicios al público. Publicada el 21 de septiembre de 1998.
- Norma Oficial Mexicana NOM-004- SEMARNAT-2001, que establece las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes en lodos y biosólidos para su aprovechamiento y disposición final. Publicada el 15 de agosto de 2003.

Según la Conagua, en 2006 existían 1,433 plantas en operación, que procesaban un caudal de 71.8 m^3/s. Esto significa que se trata apenas 35 % de las aguas residuales generadas y colectadas en los sistemas de alcantarillado municipales, estimado en 205

m^3/s. El índice general de utilización de la infraestructura de tratamiento en operación es de 75%.

Capítulo 3
Infraestructura y funcionamiento

Infraestructura, patrimonio ciudadano

La infraestructura que permite operar los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y retorno sin riesgos del agua residual al medio ambiente es muy amplia, y su complejidad aumenta cuando el operador debe también distribuir el agua residual tratada, encargarse de la captación y conducción de red de agua pluvial o propiciar la recarga de los acuíferos por medio de pozos de inyección.

El O. O. es un administrador comisionado por la ciudadanía para preservar y aprovechar la infraestructura. El cuidado y buena operación de la infraestructura se logran con personal competente y solidez institucional en el O. O. y con la participación de usuarios responsables que respetan las instalaciones, avisan cuando detectan algún daño y pagan sus cuotas con oportunidad. Se recomienda que el O. O. establezca comunicación con los usuarios para inducir comportamientos que favorezcan la preservación del patrimonio comunitario.

La infraestructura urbana es el soporte para el desarrollo de la actividad productiva en la ciudad. Debido a su utilidad pública y al costo de ejecución de las obras, el gobierno es el encargado de su construcción y mantenimiento.

La infraestructura hidrosanitaria urbana comprende:

- Redes de agua potable, embalses, depósitos y plantas de tratamiento.
- Redes de desagüe, alcantarillado y estaciones depuradoras.

Para su funcionamiento, el O. O. utiliza infraestructura administrativa como oficinas de atención al público, módulos de cobranza, centrales telefónicas, boletines y enlaces de comunicación con el público, radio-frecuencia para comunicación entre unidades operativas, sitio de Internet oficial, etc.

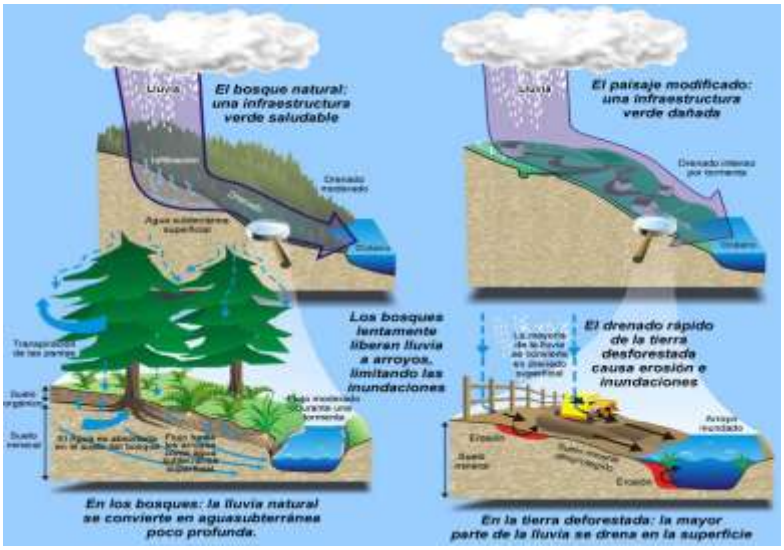
También utiliza instalaciones y equipos para casos de emergencia o desastre como grúas, equipos de bombeo, pozos profundos, cisternas de reserva, generadores de electricidad, plantas potabilizadoras y desalinizadoras portátiles, camiones cisterna, hidrantes, redes de tuberías contra incendios, etc.

Además, contrata proveedores externos de servicios complementarios: laboratorios de calidad del agua, fabricantes de medidores de consumo, talleres de calibración o reparación, empresas de monitoreo de calidad de acuíferos.

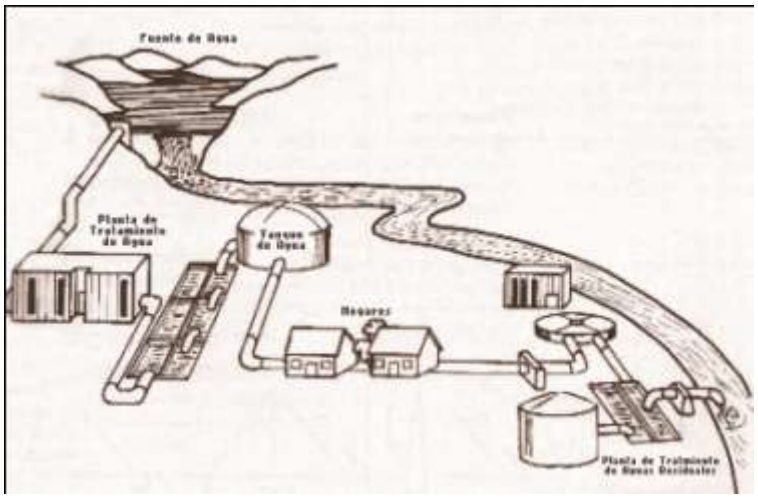
El concepto infraestructura suele asociarse a grandes obras de ingeniería civil. Sin embargo, en el caso de los servicios de agua y alcantarillado, habría que considerar la lluvia y las cuencas hidrológicas —con sus bosques, ríos, lagos, acuíferos— que proveen el agua y procesan algunos contaminantes. Esta *infraestructura verde* debe ser protegida. Sería conveniente que el O. O. compartiera con otras autoridades la responsabilidad de

cuidarla y preservarla. Estas nuevas obligaciones tienen un costo, por lo que habría que integrar el *pago por servicios ambientales* y otros mecanismos de financiamiento para la prevención, amortiguamiento o remediación del deterioro ambiental.

Para lograr una gestión integral de los recursos hídricos hay que tomar en cuenta tanto a la infraestructura gris como a la infraestructura verde.



Infraestructura verde



Infraestructura gris

El O. O. se puede entender como un sistema integral, con funciones de administración y operación. Para organizar y supervisar de manera eficiente la operación, las funciones se asignan a los diferentes sistemas operativos o departamentos:

Sistema de abastecimiento de agua
Sistema de alcantarillado sanitario
Sistema de tratamiento de aguas residuales
Sistema de distribución de agua tratada

Sería deseable que el O.O. integrara también un sistema de captación y recarga de agua pluvial.

Estos sistemas operativos deben coordinarse para lograr el propósito primordial del O. O.

Una unidad operacional es una parte de la infraestructura asociada a un sistema operativo, con elementos concretos, procedimientos específicos y objetivos claros que pueden ser supervisados de manera separada. Se debe procurar que existan procedimientos, reglas de funcionamiento, mecanismos de diagnósticos y personas responsables de operar y supervisar cada una de estas unidades.

El O. O. es responsable del correcto diseño, funcionamiento y preservación del sistema. Cada sistema operativo se encargará de las unidades operacionales que le competen.

Una rutina esencial de las unidades operacionales es efectuar mediciones y registros continuos. Con estos datos, el sistema operativo o departamento —sea por su cuenta o con apoyo de áreas como planeación, control de calidad e informática— podrá calcular eficiencias y rendimientos para evaluar si los resultados se apegan a estándares, expectativas y metas técnicas y económicas, y generará indicadores de gestión.

Responsabilidades de las unidades operacionales:

Inventario y descripción de infraestructura:

- *Catastro o inventario; ubicación, características, estado, costo original, valor actual, fecha de instalación, tipo y frecuencia de mantenimiento, etc.*
- *Planos, impresos y digitalizados, asociados a un Sistema de Información Geográfica.*
- *Memorias de cálculo y diseños originales, con datos de dimensión, capacidad, flujo y aforo inicial.*
- *Archivo fotográfico (de preferencia en forma digital y en bases de datos).*
- *Videos.*

P**rocedimientos y especificaciones**:

- *Manuales de instalación, operación y reparación, con especificaciones y estándares de diseño, construcción, operación, mantenimiento, análisis, reemplazo, inspección.*
- *Procedimientos logísticos, reglamentarios y de información.*

O**rganización y apoyo:**

- *Planes y procedimientos para situaciones de emergencia.*
- *Herramientas y equipos de monitoreo, inspección, operación, mantenimiento y reparación.*
- *Procesos de capacitación y certificación del personal.*
- *Catálogo de refacciones y proveedores.*

Medición y monitoreo:

- *Estadísticas de niveles de agua, aforos de caudales y volúmenes entregados y recibidos de otras unidades operacionales.*
- *Análisis de laboratorio.*
- *Lectura de medidores.*
- *Estadísticas de consumo de materiales.*
- *Reportes de mantenimiento y reparación.*
- *Reportes de labores rutinarias.*
- *Registros de temperatura y presiones.*
- *Consumos de gasolina, electricidad y otros insumos en equipos e instrumentos.*

Informes para evaluación y planeación.

- *Seguimiento al programa operativo anual.*
- *Reportes periódicos.*
- *Indicadores de gestión.*
- *Gráficas.*
- *Comparativos con el periodo anterior, metas anuales y de largo plazo y datos históricos.*
- *Tendencias de consumo, costo, rendimiento y eficiencia.*
- *Programas de rehabilitación o reemplazo de equipo.*
- *Registro de requerimientos de los usuarios.*

La inspección especializada, la renovación, la ampliación, la expansión y el reemplazo de infraestructura suelen encomendarse a empresas externas, ya que son labores esporádicas de relativamente corta duración y no sería costeable mantener personal especializado en el O. O. Una tarea de las unidades operacionales es aportar los elementos para planear y decidir cuándo, cómo y dónde realizar estas labores especiales.

Las instituciones siguientes han publicado literatura técnica y administrativa para servicios de agua y saneamiento:
Conagua, CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente). AWWA (American Water Works Association), IRC (International Water and Sanitation Centre), IWA (International Water Association), WRC (Water, Waste and Environment Researchers and Consultants).

También existen algunas Comisiones Estatales de Agua y algunos O. O. municipales (Monterrey, León, Culiacán, Mexicali, Tijuana, Naucalpan y otros) que comparten sus materiales.

La Conagua publica el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), un disco compacto para orientar a ingenieros, técnicos y operadores.

Sistema de abastecimiento de agua

Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser superficiales, subterráneas o de ambas y deben garantizar el gasto requerido, tomando en cuenta factores climatológicos y demográficos.

El agua debe satisfacer las normas de calidad vigentes. En su defecto, deben realizarse los tratamientos necesarios para cumplir con la normatividad antes de entregarla a los usuarios.

- Obras de captación

Para justificar una obra de captación, la corriente debe ser de escurrimiento perenne. La obra debe estar compuesta de los elementos siguientes:

- Dispositivos de toma (orificios, tubos).
- Dispositivos de control de excedencias (vertedores).
- Dispositivos de limpia (rejillas, cámaras de decantación).
- Dispositivos de control (compuertas, válvulas de seccionamiento).
- Dispositivos de aforo o medición (tubo pitot, diferencial de presión con transmisión, parshall, vertedores).

- Líneas de conducción

La línea de conducción es el conjunto de conductos destinado a llevar el agua desde la fuente de abastecimiento hasta el sitio de entrega. Puede ser cerrada (tubería) o abierta (canal) y debe ser fácil de inspeccionar para detectar y reparar cualquier fuga, por eso suele instalarse paralela a algún camino existente. La conducción puede ser por gravedad —siguiendo el desnivel natural del terreno— o por bombeo a presión.

En el caso de conductos que operan por gravedad, el trazo de la línea de gradiente hidráulico debe seguir el perfil del terreno para reducir los costos de construcción y las presiones resultantes. Si la presión es muy alta, se recomienda usar cajas rompedoras de presión.

En terrenos accidentados o cuando habrá frecuentes operaciones de llenado y vaciado del conducto, se deben instalar válvulas automáticas de admisión y expulsión de aire en los sitios más elevados. Además, en las líneas de conducción deben existir instalaciones auxiliares — válvulas de seccionamiento, de flotador y de altitud— para poder aislar y drenar secciones de tubería con fines de prueba, inspección, limpieza, reparación y seguridad.

- Tanques de regularización

Los tanques de regularización sirven para transformar el régimen de entrada a la línea de conducción (que normalmente es constante) en el régimen de consumo de la red de distribución (que siempre es variable). Los tanques de regularización deben cumplir con normas de higiene y seguridad. El tanque regulador podrá omitirse sólo cuando la fuente de abastecimiento y la línea de conducción tengan capacidad para aportar el gasto máximo horario.

- Red de distribución de agua potable

En las calles de la ciudad hay una red de tuberías de agua potable. De ellas se derivan las tomas o conexiones domiciliarias. Cada toma debe estar registrada en un catastro o padrón de usuarios.

Sistema de alcantarillado

Es un sistema de recolección de aguas negras a través de una red de atarjeas que concentra el agua en colectores para retirarla de la zona urbana y, en el mejor de los casos, llevarla a plantas de tratamiento.

Es recomendable no mezclar las aguas negras con agua pluvial, ya que ésta, relativamente limpia, es una fuente potencial muy valiosa debido, entre otros cosas a su bajo costo de almacenamiento y conducción.

A las atarjeas sanitarias se conectan las descargas domiciliarias, que deben estar registradas en un catastro o padrón de usuarios.

En poblaciones pequeñas o rurales, donde no existe infraestructura sanitaria, se pueden utilizar tecnologías alternas como letrinas secas, sistemas aislados y sistemas de tratamiento comunitario (ver Guía de agua y construcción sustentable en www.agua.org.mx).

Los componentes principales del sistema de alcantarillado son:

- Red primaria y secundaria de alcantarillado
- Red de colectores
- Plantas de bombeo de aguas negras
- Interceptores
- Emisores
- Plantas de tratamiento, humedales u otros sistemas de depuración

Para diseñar este sistema de manera adecuada, se recomienda consultar los manuales de especificaciones para brocales, tapas, coladeras, sifones invertidos, cárcamos, estaciones de rebombeo y otros componentes.

Tratamiento y reúso de aguas residuales

Aún cuando el tratamiento de las aguas residuales es indispensable, en la actualidad sólo se trata un pequeño porcentaje del volumen total (38.3% según la Conagua). Existen disposiciones legales y normas oficiales que los municipios deben acatar, y una gran variedad de sistemas de tratamiento, descritos en diversos manuales técnicos (como los de la Conagua).

Las plantas de tratamiento, los humedales y las lagunas de estabilización son elementos de infraestructura que requieren unidades operativas para su conservación y operación. Los residuos (lodos y agua tratada) que salen de estas plantas son recursos valiosos. El agua tratada podría aprovecharse dentro de la ciudad —en parques, camellones arbolados, sanitarios domiciliarios, centros deportivos e industrias— o entregarse al sector agropecuario a cambio de agua de primer uso.

Capítulo 4

El enfoque sistémico en los O. O.

El O. O. como sistema

Un sistema es un conjunto de partes interdependientes —que a su vez se componen de otras partes— que interactúan con las demás para lograr un fin predeterminado.

Un sistema complejo está compuesto de varias partes interconectadas, cuyos vínculos generan propiedades nuevas que no pueden explicarse a partir de las propiedades de los elementos aislados. Como el sistema complejo posee más información que la que da cada una de sus partes, para describirlo hace falta no sólo conocer el funcionamiento de las partes sino conocer cómo se relacionan entre sí.

El O. O. es un sistema compuesto de diferentes elementos que deben mantener coordinación constante para lograr resultados concretos. Es responsabilidad del director lograr que el sistema funcione correctamente y cumpla sus metas, objetivos y compromisos.

Una tarea esencial es sistematizar las buenas prácticas de prestación de servicios para compartir metodologías y herramientas entre las áreas administrativas del O. O., los clientes y otras instituciones con las que se interactúa.

La estructura administrativa del O. O. se desarrolla en función de las características de la población a la que sirve. Todo aumento de tamaño de la estructura provocará una mayor especialización de las actividades.

En la actividad de un O. O. pueden identificarse distintos sistemas:

Sistema de planeación. Orientado a la toma de decisiones; permite al O. O. definir objetivos, establecer políticas y estrategias, formular planes y programas y controlar su ejecución.

Sistema operacional. Relacionado con la administración de proyectos, la realización de obras para la operación y la conservación de la infraestructura.

Sistema financiero. Políticas y lineamientos para la planeación, ejecución, control y evaluación de operaciones financieras.

Sistema de apoyo administrativo. Políticas, normas y procedimientos que organizan el desarrollo y desempeño de los recursos humanos y materiales del O. O.

Sistema comercial. Actividades de promoción y venta de los servicios del O. O.

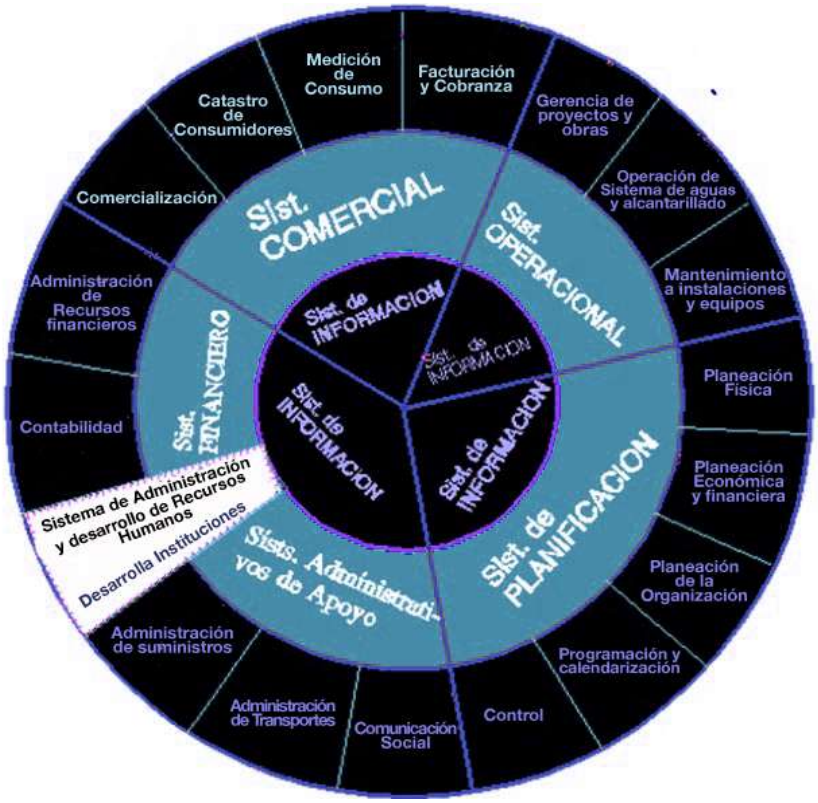
De los sistemas organizacionales referidos se deriva la siguiente estructura administrativa:

- Autoridad ejecutora (gerente o director general).
- Autoridad máxima (Consejo Directivo, Junta Directiva o Consejo de Administración).
- Órgano de consulta (Consejo Consultivo con participación de usuarios, asociaciones de profesionistas y algunas instancias de la Administración Pública).
- Órgano de planeación y control (ente regulador con miembros similares a los de consulta).

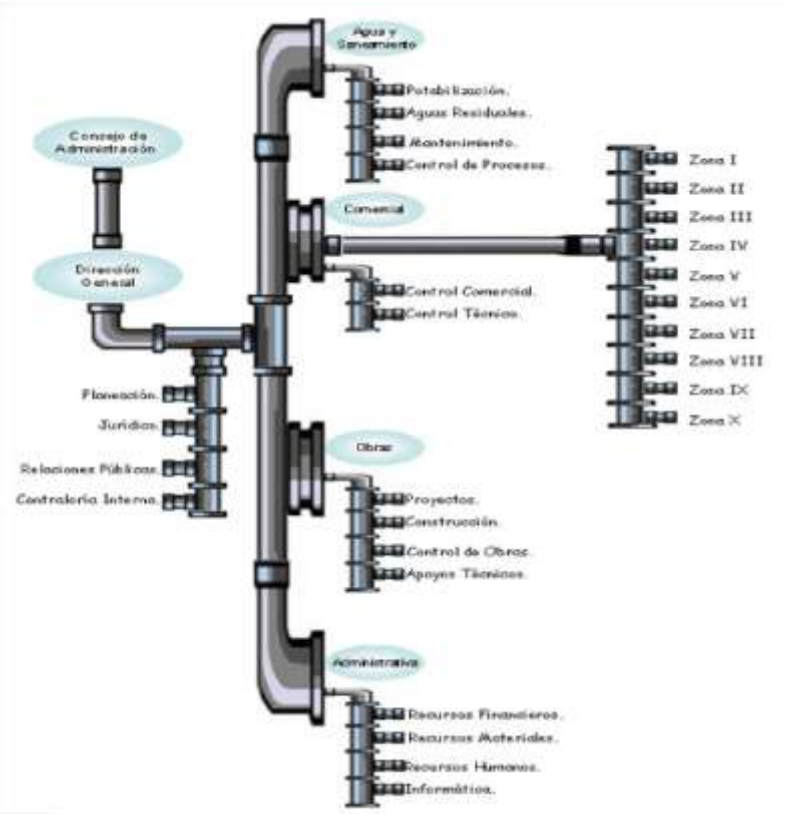
• Áreas de apoyo para la prestación directa de los servicios:

a) Técnica.
b) Administrativa.
c) Comercial.
d) Promoción social.
e) Construcción de obras.

Las siguientes figuras ilustran dos diferentes diagramas de estructura organizacional:



Departamentos de un O. O. y su integración mediante sistemas de información.



Estructura organizacional de CESPM, Mexicali.

Misión y objetivos estratégicos

La misión de un O. O. no se limita a los aspectos técnicos y operativos del servicio, abarca también la promoción de la salud de la comunidad a la que sirve. Para cumplir con sus funciones, el O. O. debe garantizar su autosuficiencia financiera mediante cuotas y tarifas que los usuarios deben pagar.

Para prestar sus servicios, es recomendable que el O. O. considere:

- Cantidad
- Calidad
- Continuidad
- Confiabilidad
- Recuperación del costo de los servicios prestados
- Expectativas del usuario:
  - Recibir el agua con las características establecidas en la Norma Oficial Mexicana correspondiente.
  - Que le cobren lo justo.
  - Recibir oportunamente los recibos de cobro, con explicación de consumos y montos.
  - Que existan oficinas recaudadoras cercanas a su domicilio.
  - Que existan teléfonos para realizar peticiones, consultas, aclaraciones y quejas.
  - Que exista correlación entre la calidad de los servicios y la tarifa.

Se sugiere que el O. O. redacte un documento breve en el que defina su misión. Éstos son dos ejemplos:

"Nuestra misión es ser un Organismo líder en la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, con capacidad institucional y rentabilidad suficientes para atender toda solicitud y necesidad de servicio aun en colonias o comunidades complicadas; distinguirnos por brindar servicios de calidad seleccionando las tecnologías más apropiadas; cuidar el medio ambiente, preservar la infraestructura y patrimonio social común y fomentar una amplia cultura del agua entre empleados y usuarios".

"Nuestra misión es ser una empresa de agua eficiente y estable que brinde servicios de buena calidad a sus consumidores y trate todas sus aguas residuales, preservando las instalaciones en buenas condiciones y garantizando un abasto permanente y sustentable".

Aun cuando los objetivos y responsabilidades quedan implícitos en la misión, es recomendable que se especifiquen por separado con mayor claridad. Los siguientes son objetivos estratégicos básicos que un O. O. debe atender. Los primeros tres son esenciales, mientras que el cuarto sólo se aplica si persiste el crecimiento demográfico en las ciudades y hay necesidad de expandir o construir redes o controlar el crecimiento de la demanda. Además, la construcción de obras o las políticas de desaliento al crecimiento podrían ser realizadas por otras instituciones.

1) Ofrecer a la población los servicios de abasto, alcantarillado sanitario, drenaje pluvial y depuración de aguas residuales con buena calidad y a un precio razonable.
2) Operar, preservar y administrar las fuentes, instalaciones e infraestructura de manera eficiente.
3) Garantizar la eficiencia mediante solidez financiera y continuidad institucional.
4) Evaluar necesidades de expansión, planear estrategias, prever y encauzar el comportamiento de las demandas para garantizar el abasto.

Funciones operativas

El área de Operación y Mantenimiento tiene a su cargo las siguientes actividades:

a) Ingeniería hidráulica y distribución.
b) Administración de fuentes de abastecimiento.
c) Mantenimiento de redes.
d) Alcantarillado.
e) Bacheo y maquinaria.
f) Monitoreo de calidad del agua y presión en la red de abastecimiento.
g) Monitoreo de estado de la red de alcantarillado.
h) Operación de plantas de tratamiento de aguas residuales o vigilancia y mantenimiento a humedales u otros sistemas.
i) Mantenimiento a la red de drenaje pluvial.
j) Sectorización de la red.
k) Operación de redes o sistemas de distribución de aguas tratadas.

El área de Operación y Mantenimiento tiene las siguientes responsabilidades:

1 Garantizar el abastecimiento oportuno de agua y satisfacer la demanda de la población;
2.- Buscar nuevas alternativas de abastecimiento para preservar los mantos acuíferos;
3.- Elaborar y ejecutar los programas de mantenimiento preventivo, correctivo y rehabilitación de los equipos, a efecto de garantizar la continuidad del servicio y elevar el rendimiento y vida útil de los pozos;
4.- Operar la red de distribución para brindar un suministro de agua de acuerdo a los volúmenes disponibles;
5.- Ejecutar programas de reparación y mantenimiento de las redes de agua potable, bacheo y alcantarillado tomando las medidas necesarias para no afectar el interés ciudadano;
6.- Atender los reportes de usuarios referentes al funcionamiento de los servicios prestados por el O. O.;
7.- Revisar periódicamente la red de alcantarillado, a efecto de detectar las zonas de alto riesgo e implementar las medidas de seguridad requeridas;
8.- Realizar y ejecutar los programas necesarios para lograr la recuperación de los volúmenes de agua perdidos;
9.- Colaborar en la elaboración del Catálogo de Especificaciones Técnicas para instalaciones de agua potable y alcantarillado de los predios en su jurisdicción;
10.- Elaborar los catálogos de disposiciones técnicas que establecen los diámetros de las tomas y descargas;
11.- Elaborar publicaciones con medidas para optimizar el rendimiento del agua;
12.- Coordinarse con las autoridades correspondientes a efecto de mantener en condiciones óptimas las fuentes de agua comprendidas en su jurisdicción;
13.- Gestionar ante las autoridades respectivas las licencias necesarias para llevar a cabo las obras necesarias;
14.- Vigilar que el personal a su cargo cumpla con el Reglamento de Seguridad e Higiene del O. O.;
15.- Elaborar, conjuntamente con el área de sistemas, el catastro de las redes;
16.- Proponer el diseño de proyectos de rehabilitación y ampliación de redes de agua potable, pluvial y alcantarillado;
17.- Participar en la elaboración del Plan Maestro de Desarrollo Hidráulico;
18.- Elaborar y ejecutar los programas de ahorro de energía eléctrica;

Para dar claridad en cuanto al origen y aplicación de los recursos conviene adoptar una estructura de administración de Centros de Costos, en la cual los recursos económicos se ligan a un proyecto o a la prestación un servicio determinado. Por ejemplo, el departamento de sistemas y el área de mantenimiento prestan servicios internos y operan como empresas subsidiarias, por lo que sus costos y gastos se prorratean entre las áreas a las que atienden. La administración por Centros de Costos tiene la ventaja de poder determinar dónde se originan las mayores desviaciones de presupuesto y generar información para la toma de decisiones y propuestas financieras del O. O.

Funciones comerciales y de atención a clientes

El área comercial abarca actividades de promoción y venta de los servicios, así como de administración de la demanda. Para su labor depende de las áreas de comunicación social, educación y cultura, finanzas, informática y jurídica.

Sus funciones y actividades deben permitir al O. O. generar recursos económicos e información para sustentar sus funciones básicas de servicio. .

El área comercial es el enlace principal entre el usuario y el organismo. Además de captar los intereses y necesidades de los usuarios, es la principal ventana para transmitir avisos a la comunidad e inducir comportamientos para preservar el patrimonio comunitario (infraestructura y recursos hídricos). Por esto, resulta una fuente de información continua para las otras áreas del O. O.

Algunas funciones del área comercial son:
- determinar los consumos y las anomalías de suministro
- verificar quién está rezagado en sus obligaciones
- reportar recursos ingresados y efectuar estimaciones de próximos ingresos
- llevar un control del padrón de usuarios
- estar pendiente de que las tarifas sean actualizadas oportunamente y divulgadas entre los usuarios
- verificar la precisión y funcionamiento de los medidores domiciliarios
- emitir recibos de cobro a los usuarios
- generar estadísticas internas diversas
- detectar posibles conexiones clandestinas, fraudes en consumos o descargas residuales no autorizadas
- ejercer presión a usuarios morosos mediante recordatorios, visitas, restricciones o cortes del suministro
- avisar a los clientes sobre interrupciones o tandeos del servicio

ACCIONES DEL ÁREA COMERCIAL

ACCIÓN		RESULTADO
Imagen	→	Vinculación con usuarios
Ingresos	→	Mejor economía
Servicios	→	Eficacia, eficiencia y calidad
Planeación	→	Detección de requerimientos y prevención de necesidades
Promoción	→	Agilidad de cobros
Tendencias	→	Estrategia de autosuficiencia

Área de atención al publico en Córdoba, Veracruz

Es responsabilidad del área comercial mantener módulos de información físicos, telefónicos y por Internet para recibir preguntas, aclaraciones, solicitudes y quejas. También es responsable de instalar cajas y sucursales para que los usuarios paguen a tiempo, sin grandes colas y sin efectuar largos traslados desde su domicilio.

En cuanto a atención a usuarios, tiene las siguientes responsabilidades:

- Recibir, registrar y dar seguimiento a los reportes de los usuarios;
- Canalizar estos reportes a las áreas correspondientes;
- Verificar que los diversos reportes sean atendidos de manera expedita por las áreas responsables;
- Diseñar y poner en marcha el Sistema de Atención a Usuarios y

- Establecer y vigilar el buen funcionamiento de los módulos de información y atención al público.

Capítulo 5
El balance volumétrico

Para administrar, planear y tomar decisiones de manera adecuada, el O. O. debe partir de información confiable, cuya generación requiere esfuerzo, tiempo y recursos. Por ejemplo, para dar el servicio de abastecimiento de agua potable es esencial el monitoreo continuo de flujos, presiones, niveles de almacenamiento en tanques y calidades del agua en diferentes puntos de la red de distribución.

La información obtenida de dicho monitoreo no sólo sirve para conocer las deficiencias y áreas de oportunidad actuales, también sirve para saber cómo evoluciona la demanda. Las estadísticas y pronósticos de la demanda fundamentan los programas financieros y de operación del O. O.

Antes de plantear la necesidad de obras y nuevas fuentes de abasto hay que corregir las pérdidas en el sistema, pues la opción de mejora de la eficiencia es más económica y sencilla.

Un balance sirve para conocer el comportamiento de los suministros y las demandas de agua y para analizar cómo se emplean los recursos del O. O. Debe realizarse de manera rutinaria para detectar los puntos donde están ocurriendo pérdidas físicas y comerciales. Las pérdidas deben cuantificarse y detectarse las causas para corregirlas.

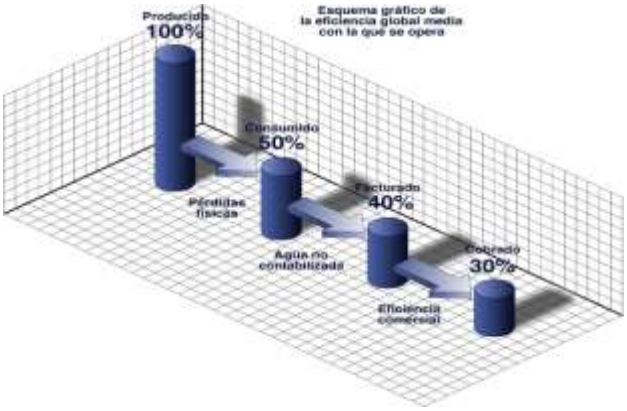
Una red de agua tiene muchos kilómetros de tubería y miles de clientes, así que el auditar a una zona o subconjunto de clientes determinado no garantiza que otras partes del sistema funcionen. Por lo tanto, aún cuando se pueden hacer balances por distrito hidrométrico, en ocasiones es necesario hacerlos en todo el sistema.

Un balance efectivo entre las entradas y salidas de un sistema es fundamental para determinar si la gestión de un servicio es correcta. Se debe comparar periódicamente el volumen tomado de las fuentes con el agua entregada a los hogares e industrias. Asimismo debe compararse el costo de las operaciones del sistema con los ingresos por cobros a los clientes.

Balances nacionales y regionales

Muchos países con buena disponibilidad de agua, como Canadá, se preocupan por hacer balances de agua, buscar eficiencia en su manejo y reducir los consumos. Esto se debe a que la gestión del agua cuesta; así, mientras menor volumen se maneje, menor necesidad de desembolsos y daño a los ecosistemas habrá.

En México, a pesar de ser de las naciones con menos agua, existen costos innecesarios por sobredimensionamiento (corrupción, ineficiencias, etc.) y desperdicios. Es urgente que los O. O. adquieran mayor conocimiento y mejoren su operación, ya que en muchas localidades prevalecen balances de agua.



De cada 100 litros extraídos se cobran sólo 30 (Fuente: Movimiento Ciudadano por el Agua 2000)

Además de la disponibilidad, el otro factor en la ecuación de balance es la demanda. En ocasiones, la demanda y sus tendencias no son compatibles con la disponibilidad de agua e infraestructura; esto crea situaciones de escasez y limitantes de capacidad de distribución, volumen aprovechable o calidad. Por otra parte, algunos O. O. cobran sólo una pequeña fracción del agua que extraen, lo que los coloca en una situación precaria para enfrentar sus gastos operativos y mantener la calidad del servicio.

Es recomendable que el director del O. O. y su equipo tengan un amplio conocimiento de los recursos hídricos y demandas actuales y potenciales de su localidad y su cuenca, pues muchas de las políticas que implanten dependerán de su disponibilidad de agua.

Balances y proyección de la demanda

Para poder apoyar decisiones sobre coberturas del servicio y magnitud de la infraestructura, existen algunos conceptos como *gasto medio*, *consumo*, *dotación*, *demanda horaria*, *gasto pico*, *capacidad de conducción instalada*, *capacidad de regulación y de almacenamiento,* que es necesario conocer y ordenar por categorías: doméstica, comercial, industrial o institucional, y por las principales zonas y subdivisiones de la red hidráulica.

En casi todas las ciudades, el consumo doméstico suele ser el principal demandante de agua.

El consumo doméstico está asociado al nivel de ingresos y a la cantidad de habitantes. La manera más precisa de conocerla es instalar medidores pero, de no existir estos, pueden hacerse estimaciones teóricas o correlaciones estadísticas con ciudades similares que cuenten con medidores.

El consumo en los hogares tiende a reducirse cuando se instalan medidores donde antes no existían y se establecen tarifas por cantidad de agua usada. Las campañas de educación para el ahorro de agua también tienen impacto sobre el consumo, al igual que algunas reglamentaciones sobre instalación de dispositivos ahorradores.

La demanda industrial urbana suele ir asociada a las alternativas tecnológicas, a las exigencias reglamentarias para contaminación y descargas y, sobre todo, al precio unitario que cobra el O. O. por metro cúbico abastecido o descargado al alcantarillado.

Cuando se hacen pronósticos de demanda en una ciudad, es importante diferenciar los tipos de industria y efectuar pronósticos separados para diferentes usuarios.

Suministro y monitoreo de agua

Una operación básica del O. O. es la regulación de flujos. Para realizarla de manera adecuada, hay que estudiar con detenimiento el sistema y diseñar reglas de operación conforme a las características de la red y de las demandas en cada zona de la ciudad. Hay que implantar rutinas de trabajo —encendido de bombas, actuación de válvulas reguladoras de presión, programación de dosificadores de cloro— para diferentes momentos del día, y reglas de operación estacional —por ejemplo, tandear el agua en temporada de sequía. También hay que diseñar controles apropiados para prevenir variaciones de flujo y de presión.

El monitoreo de la operación puede hacerse mediante sistemas computarizados que controlen presiones y flujos en puntos seleccionados de la red; en su defecto, podrán llevarse registros manuales.

La capacidad de comunicarse con rapidez contribuye a la correcta operación y mantenimiento de la red de agua potable. La radiocomunicación, la telefonía móvil y la telemetría satelital permiten tomar lecturas de diferentes equipos con rapidez y poco riesgo de errores.

La lectura periódica de los medidores domiciliarios no sólo aporta datos para facturar conforme a los consumos, también sirve para detectar posibles fugas en la red o conexiones clandestinas.

El conocimiento del estado y flujos de los diferentes componentes de la red es indispensable para realizar balances de agua.

Distritos hidrométricos

Los distritos hidrométricos (DH) son sectores que pueden aislarse hidráulicamente de la red de distribución mediante válvulas. Pueden utilizarse para precisar el diagnóstico, detectar fugas, optimizar el control y facilitar la eliminación de pérdidas de agua de una localidad.

Usando un medidor volumétrico (macromedidor) instalado a la entrada de un DH puede conocerse el volumen de agua que entró a esa zona durante cierto periodo de tiempo. Si para ese mismo periodo se tienen las lecturas de medidores de consumo de cada inmueble conectado a la red, la suma de los consumos individuales puede compararse con el total de agua que entró a la zona y determinar el monto de las fugas y tomas clandestinas.

Para localizar fugas de agua subterráneas se requieren análisis detallados y sondeos auditivos, pero el indicador inicial surge del balance de agua de los DH.

Los balances volumétricos (auditorias de agua) y la estadística aportarán la información para decidir si, en vez de una reparación local, es mejor efectuar un reemplazo completo de la tubería.

Sincronizar la toma de lecturas de cientos de medidores domiciliarios en un corto periodo y compararla con el dato del macromedidor es complicado. Es mucho más práctico recurrir a comparativos durante la noche para ver los registros que arroja el macromedidor. El gasto nocturno suele ser muy reducido. Cuando es elevado, puede ser indicativo de fugas en ese sector de la red.

La figura siguiente es la gráfica de variaciones de un macromedidor a lo largo de tres días.

El medidor de agua

Los O. O. emplean medidores volumétricos como herramientas de gestión. Los contadores o medidores del agua que se instalan en domicilios particulares se denominan micromedidores, y los que se instalan a la salida de pozos profundos o a la entrada de distritos hidrométricos se les llama macromedidores.

Un micromedidor típico

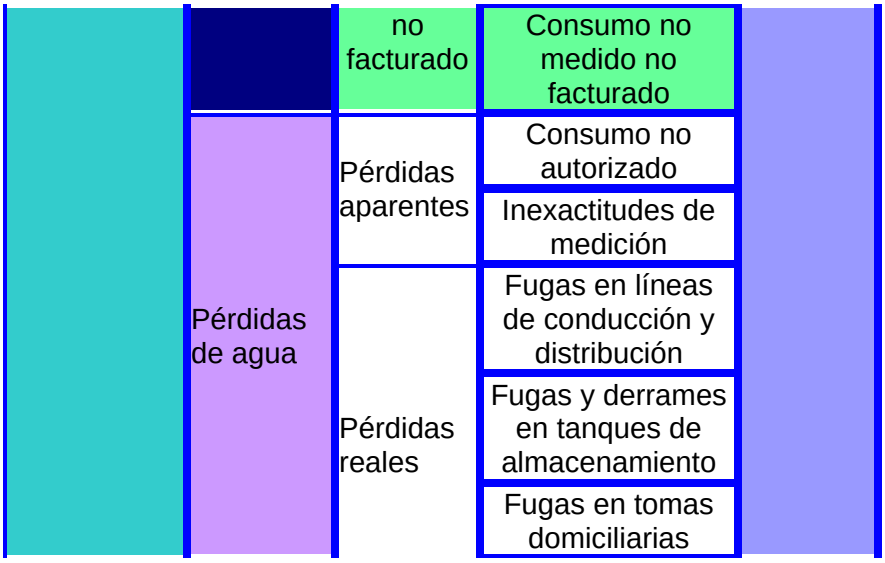
- Para hacer balances de agua son indispensables los medidores, al menos los macromedidores.
- Para realizar balances volumétricos hay que conocer las características técnicas y logísticas de los medidores
- La medición es importante especialmente para lograr el uso eficiente del agua en lugares donde la disponibilidad es o será inferior a la demanda potencial.
- Los medidores tienen una vida útil relativamente corta (de 4 a 8 años), por lo que debe planearse su reposición continua.
- Los medidores pueden perder su precisión o calibración, por lo que hay que revisarlos con frecuencia.

Balances de agua según la IWA

Existen estándares internacionales para realizar balances de agua, establecidos por la IWA (International Water Association; en español, Asociación internacional del agua). Cada vez más países y empresas de agua en el mundo usan este sistema, ilustrado en la figura siguiente.

Balance volumétrico estándar de la IWA (5 primeras columnas) y balance considerando fallas institucionales de cobranza (última columna, adición del autor).

<table>
<tr><td rowspan="2">Volumen que entra al sistema (input) (corrigiendo los errores de medición conocidos)</td><td rowspan="2">Consumo autorizado</td><td rowspan="2">Consumo autorizado facturado</td><td>Consumo medido facturado</td><td rowspan="2">Agua facturada</td><td rowspan="2">Agua cobrada (vendida)</td></tr>
<tr><td>Consumo no medido facturado</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Consumo autorizado</td><td>Consumo medido no facturado</td><td>Agua no rentable</td><td>Agua no cobrada (cuentas incobrables)</td></tr>
</table>



La IWA ha generado varios manuales que describen con detalle cada término del balance anterior, así como muchas otras variables y parámetros para la administración apropiada de un O. O. También propone diversos indicadores de gestión para hacer estadísticas y comparaciones entre diferentes prestadores de servicio en el mundo. Además, tiene un software (Sigma) que facilita el análisis de estadísticas y cálculos, incluso considerando diferentes calidades de los datos.

Balance volumétrico y eficiencia

El concepto eficiencia incluye varios componentes, por lo que es necesario establecer prioridades.

Una prioridad a atender es la eficiencia de transporte, que se calcula dividiendo el volumen total entregado a los clientes —obtenido de sumar los consumos registrados por los micromedidores— entre el volumen total extraído de las fuentes de abastecimiento.

Actualmente, para calcular dicha eficiencia, la IWA recomienda el índice de fugas en la infraestructura (Infrastructure Leakage Index o ILI):

ILI = CARL / UARL

CARL = Pérdida anual real de agua (current annual real losses).
UARL= Pérdida anual real inevitable en el sistema (system-specific Unavoidable Annual Real Losses).

A escala ciudad o de DH, para determinar la demanda por periodo de tiempo se puede usar la siguiente fórmula:

Dpt = Ff + Ct

Donde
Ct = Cdr + Cdm + Cdp + Cc + Ci + Cp + Ce + Ca

Dpt	*demanda en determinado periodo de tiempo*
Ff	*fugas físicas (roturas) y pérdidas (derrames, evaporación, etc.)*
Ct	*consumo total*
Cdr	*consumo doméstico clase alta*
Cdm	*consumo doméstico clase media*
Cdp	*consumo doméstico clase popular*
Cc	*consumo comercial y de servicios*
Ci	*consumo industrial*
Cp	*consumo para usos públicos (parques, fuentes, lavado de calles o tanques de almacenamiento, desazolve de alcantarillado, etc.)*
Ce	*consumo contra incendios*
Ca	*consumo agropecuario (huertos o granjas familiares) surtido por el servicio público de agua.*

La demanda se puede desglosar de la siguiente manera:

1) sólo demanda media anual.
2) por clase socioeconómica (desgloses en clases alta, media y baja)
3) por zonas de la ciudad
4) por épocas del año.
5) por horas del día.
6) combinación de los anteriores

El mismo principio de balance de entradas y salidas se puede aplicar a cualquier inmueble que se desee estudiar.

Este procedimiento está claramente expuesto en la *Guía para efectuar auditorias en edificios públicos* y en el *Manual para el uso eficiente y racional del agua* del programa PUERA, que pueden obtenerse, sin costo, vía Internet en el sitio **http://tinyurl.com/3a5tbw**

En el manual aparece una fórmula de balance volumétrico, equivalente a la de escala ciudad pero con términos específicos para inmuebles:

$$VT = CS+CG1+CG2+CA+CR+CP+CT+CL+CJ+VAf+ VF -VA0$$

Donde:

VT = volumen total de agua recibido en el predio mediante las tomas, en m^3/*periodo*.
CS = consumo total de agua en los muebles sanitarios, en m^3/*periodo*.
CG1 = consumo total de agua en grifos o llaves de lavabos, en m^3/*periodo*.
CG2 = consumo total de agua en grifos o llaves de fregaderos de cocina, en m^3/*periodo*.
CA = consumo total de agua para aseo del inmueble, en m^3/*periodo*.
CR = consumo total de agua en regaderas, en *m*3/*periodo*.
CP = consumo de agua para lavado de ropa, en m^3/*periodo*.
CT = consumo total de agua en talleres, en m^3/*periodo*.

CL = consumo total de agua en laboratorios, en m^3/*periodo*.
CJ = consumo total de agua para riego de jardines, en m^3/*periodo*.
VA0 = volumen total de agua almacenado al inicio del periodo en tinacos, tanques y cisternas, en m^3.
VAf = volumen total de agua almacenado al final del periodo, en m^3.
VF = volumen total de agua perdida por fugas localizadas, en m^3/*periodo*.

Cuando la suma del agua empleada en todas las operaciones es menor que el total de agua suministrada, se concluye que existen fugas, usos del agua que no han sido identificados o inexactitud en las mediciones, por lo que debe repetirse el balance para poder asegurar que se han incluido todas las operaciones.

El balance puede presentarse con planos que muestren la localización de los medidores y las áreas correspondientes, así como con tablas que muestren los usos individuales del volumen de agua que ingresa respecto al volumen total usado en cada área. Con esto se busca:

- Identificar las áreas con mayor demanda de agua.
- Identificar discrepancias importantes entre el volumen de agua suministrado y la suma de volúmenes de consumo.
- Destacar las secciones para las cuales conviene hacer un balance individual.

Dependiendo de la magnitud de los usos no identificados debe decidirse si:

- Se instala un mayor número de medidores.
- Se realizan aforos a un mayor número de dispositivos de consumo.
- Se realiza una inspección minuciosa para detectar fugas.

En el balance se puede aceptar un margen de error de ±2%. Los resultados de la auditoria se utilizarán para diseñar un programa específico de uso eficiente y racional del agua para el inmueble en estudio.

Capítulo 6
Control de pérdidas

Los componentes del agua no rentable se determinan mediante balances de agua. El balance compara los volúmenes que entran a la red contra los que se entregan a los usuarios; la diferencia son las pérdidas.

Las pérdidas pueden verse como agua extraída que no llega al cliente o como gasto del O. O. que no se compensa con un pago, y pueden expresarse en volumen de agua por tiempo o en dinero. Una forma efectiva de conservar el agua y de ahorrar dinero es reducir las pérdidas de agua potable mediante la reparación de fugas y la disminución de pérdidas comerciales.

La ineficiencia en el uso de energía eléctrica, de personal o de dinero encarece las operaciones. Desde otro ángulo, el O. O. podría llegar a percibir la falta de tratamiento a las aguas negras, la falta de mantenimiento y renovación de la infraestructura y la negligencia frente al abatimiento de los acuíferos como ahorros, pero en el mediano plazo tendrá que invertir para remediarlos.

Cuando el usuario desperdicia el agua que recibe o la contamina en exceso también es una pérdida —para otros usuarios o para el medio ambiente— o un abuso, pues quizá está limitando el acceso de otros usuarios al agua.

La combinación de debilidad institucional del O. O., infraestructura deficiente y falta de información y conciencia de los usuarios propicia pérdidas, ineficiencias y abusos.

Las pérdidas y desperdicios de agua normalmente pueden reducirse con programas de preservación ambiental, de desaliento al crecimiento y de administración de la demanda, en combinación con acciones de control de fugas y de rehabilitación a la red de tuberías.

Para crear una estrategia de control y disminución de pérdidas hay que analizar las características de la red y de las prácticas operativas, y después proponer las herramientas y mecanismos de corrección y control.

¿Cuánta agua se está perdiendo?
¿Dónde se está perdiendo?
¿Por qué se está perdiendo?
¿Qué estrategias pueden aplicarse para reducir pérdidas y mejorar el desempeño?
¿Cómo dar continuidad a la estrategia y sostener los logros?

Glosario

Eficiencia. Relación entre entradas y salidas.

Eficiencia física. Relación entre el volumen de agua entregado y el extraído.

Eficiencia comercial. Relación entre el volumen de agua cobrado y el facturado.

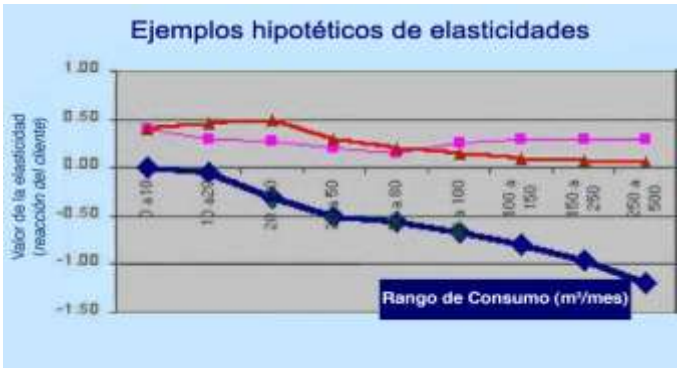
Eficiencia tarifaria o sustentabilidad de la tarifa. Relación entre ingresos obtenidos con la tarifa aprobada e ingresos necesarios para operar.

Eficiencia global. Relación entre ingresos percibidos y erogaciones totales (contando las que no se realizan por falta de recursos). Si la eficiencia comercial fuese 100%, la eficiencia global sería igual a la eficiencia tarifaria. Como volumen de agua, considerando la rentabilidad de cada gota de agua extraída de las fuentes, podría verse como el efecto combinado de las eficiencias física, comercial y tarifaria.

Costo unitario de producción. Relación entre las erogaciones de operación y el volumen de agua vendido.

Índice de dispendio hídrico. Relación entre el consumo actual y el consumo deseable mínimo. Calculado a la inversa sería la eficiencia de uso.

Elasticidad de la demanda. Es la medida del grado de respuesta en la cantidad demandada cuando cambia el precio unitario del bien de consumo. *Ed = (dQ/Qi) / (dP/Pi)*



Administración de la demanda. Contrario a lo que ocurre en los mercados tradicionales donde los productores buscan aumentar sus ventas, en servicios de agua normalmente se busca reducir la demanda ante los altos crecimientos demográficos y la insuficiencia de fuentes de agua y recursos. Se emplean diversas técnicas de uso eficiente del agua: detección y control de fugas, educación (cultura del agua), mejor calidad de materiales de redes y dispositivos domésticos, micromedición y tarifas.

Disyuntivas y prioridades

Para poder corregir las pérdidas, hay que comenzar por detectarlas y cuantificarlas. Habrá que buscar ineficiencias físicas (fugas, tomas clandestinas), comerciales (fallas en padrón de usuarios, deficiencias en cobranza) y tarifarias (deficiente valoración de conceptos y trabas en la aprobación de tarifas).

¿Para qué queremos recuperar pérdidas? Para:

- Garantizar que los usuarios reciban agua en cantidad y calidad suficientes para asegurar su salud y productividad.
- No necesitar nuevas fuentes de abastecimiento, no afectar a otros usuarios de la región.
- Mejorar la continuidad y ampliar la cobertura.
- Alentar el establecimiento de nuevas industrias o nuevos desarrollos de vivienda.
- Canalizar el agua hacia los usos estratégicamente prioritarios.
- Dar solidez financiera al O. O.
- Fomentar la equidad entre usuarios.
- Planear nuevas obras de ampliación, rehabilitación, mejora o modernización.
- Implantar medidas de mitigación al deterioro de acuíferos.
- Prever y evitar conflictos por recursos escasos.

Control y prevención de pérdidas

Las estadísticas de cambios en la frecuencia de roturas en tuberías son una manera de saber si hay progreso en los programas de combate a las fugas.

En 1996 el Banco Mundial publicó y analizó algunas estadísticas (*ref. Indicators, 2nd edition, Water and Waste Water Utilities, ver: http://www.worldbank.org/html/fpd/water/pdf/indicators.pdf*) para ciertas ciudades del mundo. Es interesante observar que las ineficiencias comerciales suelen ser más significativas que las pérdidas físicas, como se aprecia en la tabla siguiente:

Ciudad/Pais	*Año*	*Composición de UFW (%)*		
		Fisico	*Comercial*	*Total*
Singapur	1989	4	7	11
Barcelona, España	1988	11	12	23
Bogotá, Colombia	1991	14	26	40
San José, Costa Rica	1990	21	25	46

Uno de los primeros sondeos formales sobre pérdidas en México fue el efectuado por el IMTA en 1998. El siguiente cuadro muestra los resultados promedio de aquel sondeo (*ref. Introducción a la reducción integral de pérdidas de agua potable, L Ochoa, V. Bourguett, IMTA*)

Ciudad	Tomas con fuga %	Pérdidas por fugas en tomas *% del caudal suministrado*	Pérdidas por fugas en tuberías *% del caudal suministrado*	Pérdidas por submedición *% del caudal suministrado*	Pérdidas totales en el sistema *% del caudal suministrado*	Presión media Kg./cm2	Profundidad media de tomas cm.	Caudal unitario de fuga en tomas ml/s/unit
Promedio	**16.8**	**24.5**	**10.6**	**1.3**	36.4	1.59	44	45.6

pesado (%)								

El estudio del IMTA demostró que la mayor incidencia de fugas no está en las redes, sino en las derivaciones hacia las viviendas. Con base en los resultados de éste estudio se generaron normas más estrictas para instalar y probar tomas domiciliarias.

Para controlar las pérdidas y mejorar la eficiencia de los O. O. se han generado leyes, reglamentos, normas, estándares y manuales de procedimientos. Existen diversas normas oficiales mexicanas (NOM) obligatorias en todo el país. También hay normas mexicanas (NMX) cuya adopción es voluntaria para el contratante que desee exigirlas a sus proveedores. Además están las normas internacionales ISO (International Standards Organization), normas de competencia laboral para los trabajadores del ramo etc. Éstas son algunas:

NOM-002-CNA-1995.- Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable. Especificaciones y métodos de prueba.

NOM-013-CNA-2000, Redes de distribución de agua potable, especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba.

NOM-012-SCFI-1994.- Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos - Medidores para agua potable fría - Especificaciones.

NOM-013-SCFI-2004 - Manómetros con elemento elástico - Especificaciones y métodos de prueba.

Más sobre Normas Oficiales Mexicanas para asuntos ambientales en:

http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/normasoficialesmexicanasvigentes.aspx

NMX-CH-001/2-1993-SCFI.- Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos-medidores para agua potable fría-parte 2: requisitos de instalación.

Más sobre Normas Mexicanas para asuntos ambientales en:

http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/normasmexicanasvigentes.aspx

Un aspecto fundamental para la efectividad de los programas de recuperación de pérdidas es la capacidad, habilidad y actitud del personal de O.O. El Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER) ha generado algunas normas específicas para O. O. en los temas de:

· Dirección de empresas de agua y saneamiento
· Difusión de la empresa de agua y saneamiento y promoción de la cultura del agua
· Personal a cargo de la toma de lecturas a medidores.
· Conservación y operación de la red de agua potable.
· Conservación y operación de la red de alcantarillado.

Un listado de todas las normas de competencia laboral de CONOCER puede hallarse en:

http://www.sep.gob.mx/wb2/sep/sep_Ntcl#

Mejora comercial y financiera

El concepto de agua no rentable incluye errores de medición, errores de facturación y usos no autorizados; es agua que alguien aprovecha pero el O. O. no controla o no cuantifica correctamente. El agua no rentable abarca temas directamente relacionados al área comercial del O. O. como cuentas perdidas (usuarios con contrato a los que no se les cobra), clasificación inadecuada de usuarios, exenciones de pago indebidas, falta de facturación oportuna y, principalmente, falta de cobro y de corte del servicio a los morosos.

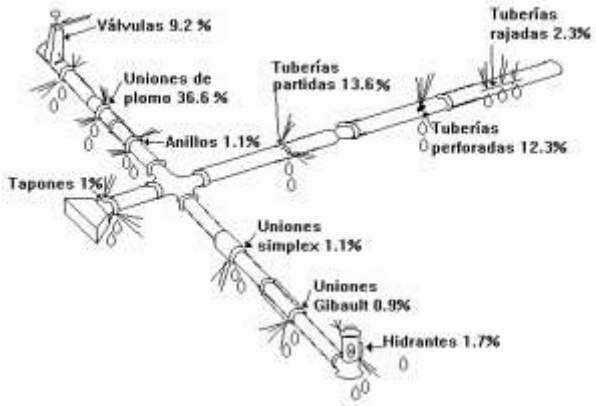
A pesar de que las pérdidas físicas tienen un gran impacto ambiental, suele ser mucho más rentable y sencillo en el corto plazo atacar las pérdidas comerciales. Para mejorar las deficiencias comerciales hay que invertir en depurar y actualizar el padrón de usuarios, generar periódicamente boletas de cobro a cada cliente, enviar recordatorios y aplicar acciones correctivas —como corte o restricción del servicio— a quien se demore en el pago.

El padrón de usuarios es una base de datos que el departamento comercial debe mantener al día y aprovechar para emitir las facturas, identificar a los morosos y generar órdenes de suspensión de servicio.

Al hablar de eficiencia comercial debería también hablarse de eficiencia tarifaria. El director de O. O. debe asumir la responsabilidad de lograr finanzas sanas, mediante tarifas adecuadas a los usuarios y otras acciones para garantizar la correcta y continua operación del sistema.

Tipos de fugas

Una fuga es un escape físico de agua en cualquier punto del sistema de abastecimiento. Puede ocurrir en conducciones, tanques de almacenamiento, redes de distribución, conexiones domiciliarias y dentro de las casas, tal como se muestra en la figura adjunta. Las fugas dentro de predios particulares, después del medidor de consumos, no son responsabilidad del O. O. y se clasifican como derroches y sobre-consumos.



Ubicación y frecuencia de fugas en líneas principales y secundarias

Las principales causas de las fugas son:

- Presión alta
- Corrosión externa
- Corrosión interna
- Mala calidad de los materiales y accesorios
- Mala calidad de la mano de obra
- Antigüedad de las tuberías

- Efectos del tráfico de vehículos
- Movimientos de suelo

Hay tres tipos de fugas: visibles, ocultas pero visibles y no visibles.

Las fugas son visibles cuando el agua emerge a la superficie del terreno o pavimento. Generalmente, las fugas visibles las reportan los ciudadanos o los operadores al recorrer las calles. Los derrames en tanques reguladores también se consideran fugas visibles.

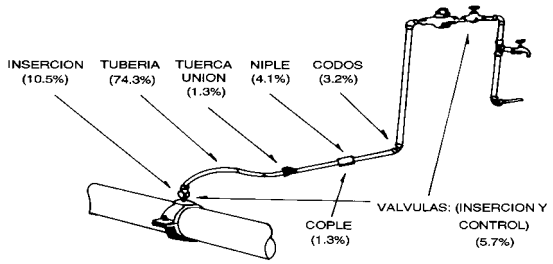
Las fugas ocultas pero visibles generalmente están en cajas de válvulas y son fácilmente observables cuando se destapan sus registros. Las auditorias de agua periódicas y los reportes de flujos nocturnos en macromedidores sirven para detectar este tipo de fugas.

Las fugas no visibles se infiltran al subsuelo o pueden drenar hacia tuberías del alcantarillado o canales. En ocasiones pueden detectarse haciendo comparativos de presiones hidrostáticas en diferentes puntos de una calle, pero normalmente pasan desapercibidas y es difícil ubicarlas cuando no existen programas de auditoria volumétrica apoyados en sectorización y recorridos de inspección por brigadas especializadas con instrumentos sensibles al sonido.

Según el lugar donde ocurren, las fugas pueden clasificarse en seis categorías:

1) Fugas en depósitos.- Ocurren por agrietamiento de las estructuras o por el rebose del nivel de agua. En general, son de gran magnitud, esporádicas y de corta duración.
2) Fugas en conducciones, líneas principales y secundarias.- Sus caudales de escape oscilan entre 0.25 l/s y 10 l/s. Pueden iniciarse por corrosión del tubo y crecer hasta convertirse en fallas grandes. También se generan por cargas superficiales (tránsito vehicular), instalación incorrecta y defectos del material de los tubos. El golpe de ariete debido a cambios bruscos en la operación del sistema provoca fugas de esta categoría.

3) *Fugas en conexiones domiciliarias*.- Estas fugas tienen caudales entre 20 y 250 ml/s y pueden presentarse como rajaduras, perforaciones, cortes o piezas flojas.



Ubicación y frecuencia de fugas en tomas domiciliarias.

4) *Fugas en el cuadro del medidor.-* Normalmente son goteos con un caudal de 50 a 100 l/hora y se deben básicamente a piezas flojas y falta de hermeticidad del micromedidor.

5) *Fugas en cajas de válvulas*.- Varían entre 0.2 l/s y 1.0 l/s. Se producen por rotura de empaques o volantes de las válvulas.

6) *Fugas intradomiciliarias*.- Se deben principalmente al mal sellado de válvulas de admisión o de descarga en tanques de inodoro o bien en empaques de regaderas y llaves.

Distritos hidrométricos y sectorización de redes

Los distritos hidrométricos (DH) son sectores de la red de distribución que pueden aislarse hidráulicamente mediante movimientos de válvulas. La medición de volumen de agua y otra información generada en ellos sirven para precisar el diagnóstico, detectar fugas, facilitar su eliminación y optimizar el control de pérdidas de agua de una localidad. Además, las mediciones de caudal y presión, las investigaciones económicas, los balances de agua y los programas de reparación de fugas de cada DH son la base para la reducción integral de pérdidas de agua.

En la fase de diagnóstico, los DH aportan información sobre volúmenes de fugas presentes en líneas principales y secundarias, consumos unitarios de usuarios y conexiones clandestinas. Durante la etapa de detección de fugas, sirven para señalar sectores con mayor incidencia de pérdidas de agua mediante indicadores de flujos nocturnos. Durante la etapa de eliminación de pérdidas, evitan que el agua de las fugas reparadas en un DH ingrese a otros sectores. Además, permiten dar mejor orden y seguimiento a los subproyectos básicos mostrados en el siguiente cuadro:

Cuadro.- Subproyectos básicos del programa de control de pérdidas de agua

A) Proyectos de operación del servicio	**B) Proyectos de control de usuarios**	**C) Proyectos de apoyo logístico**
- catastro de la red de distribución - catastro de instalaciones - hidrometría - macromedición - control de la operación del sistema - estadísticas de fugas	- padrón de usuarios - micromedición y consumos	- desarrollo de recursos humanos - control de suministros - comunicación social

Para diseñar un DH hace falta tener planos de la red, haber localizado las válvulas de seccionamiento, delinear una estación de aforo y contar con un modelo de simulación hidráulica de redes calibrado con mediciones de campo.

Control de presiones

Sería de esperarse que la reparación de tuberías se reflejara en una disminución del volumen de fugas y, por lo tanto, en una reducción del volumen de agua que ingresa a la red. Sin embargo, en algunas ciudades se ha visto que, aún sin aumentos en el consumo, la reparación de fugas no se refleja en el suministro requerido. Esto se explica porque el

flujo en las fugas depende de la presión en la red. La relación entre fugas y presión puede representarse con la siguiente fórmula:

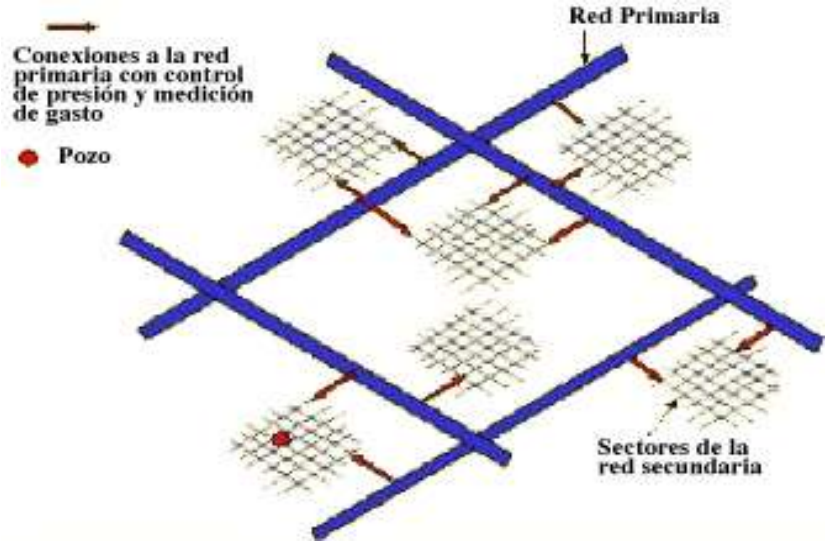
$$Q_{fugas} = CH^{x}$$

donde **Q** es el gasto de las fugas, **C** un coeficiente constante, **H** la carga hidráulica (presión) y **x** un exponente que puede variar entre 0.5 y 2.5 dependiendo de la flexibilidad de los materiales de la red.

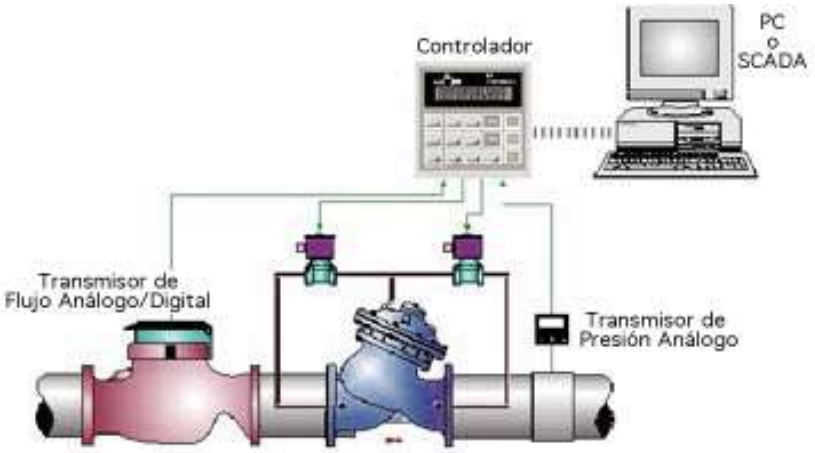
Cuando x = 1 las fugas son directamente proporcionales a la carga hidráulica en la red. La carga actual de la red de la Ciudad de México es de unos 10 m.c.a. (metros de columna de agua) y las fugas del orden de 13,000 litros por segundo; si la carga subiera a 15 m.c.a. sería necesario llevar unos 6,500 litros por segundo más para compensar el aumento de fugas.

Una solución, propuesta para la ciudad de Querétaro, es que la red principal de distribución alimente tanques elevados, uno para cada DH, y desde ellos se alimente la red secundaria correspondiente.

Otra posibilidad es aislar sectores que se alimenten desde la red primaria por una o varias entradas, dependiendo de la geometría de la red, de la topografía y de las presiones disponibles en la red primaria. La idea se ilustra con el siguiente esquema:



Las presiones de cada sector se controlan en las entradas con válvulas reguladoras. Es indispensable medir el gasto de entrada, por medio de dispositivos como el mostrado en la siguiente figura:



Se pueden lograr ahorros sustanciales mediante la gestión de presiones, en periodos de amortización muy cortos para la inversión requerida. Sin embargo, la gestión de presiones no es siempre la mejor opción para reducir fugas, así que hace falta elegir cuidadosamente los sectores donde este programa pueda dar buenos rendimientos. Los equipos usados (válvulas, controladores, registradores, etc.) necesitan mantenimiento frecuente y especializado, así que hay que formalizar las rutinas de mantenimiento y revisar periódicamente los sectores donde se instalan para asegurar su aislamiento del resto de la red.

Límites a la eficiencia, equilibrio económico y ética del agua

Mejorar la eficiencia física y comercial en el O. O. es técnicamente factible y relativamente fácil cuando existe una buena organización institucional y convicción de que hay que hacerlo. Para desarrollar una estrategia de control de pérdidas de agua es necesario el análisis costo/beneficio.

Como normalmente sucede con las economías de escala, las primeras pérdidas se resuelven a menor costo y mayor sencillez. La variación de la eficiencia con respecto al costo de las acciones para incrementarla tiene un comportamiento exponencial, como se ilustra en la gráfica adjunta.

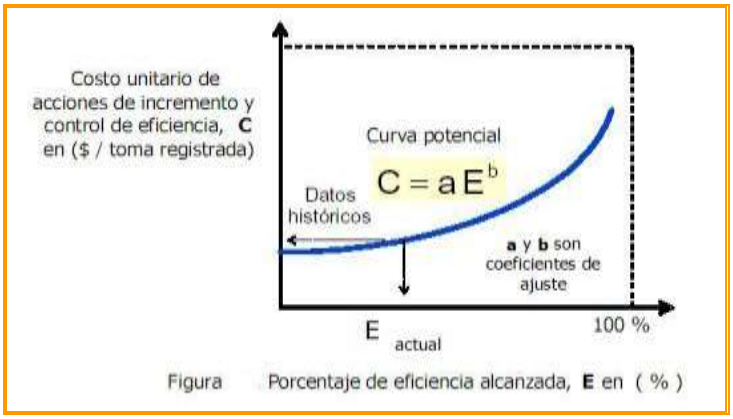


Figura Porcentaje de eficiencia alcanzada, **E** en (%)

En algún momento, aumentar la eficiencia deja de ser rentable si no se considera el costo ambiental. El punto de equilibrio económico es el valor a partir del cual el O. O. comienza perder dinero si sigue invirtiendo en incrementar la eficiencia.

Al disminuir las fugas físicas, lo razonable sería que los volúmenes ahorrados sirvan para disminuir las extracciones y así frenar el abatimiento del acuífero y propiciar la equidad hacia otros usuarios –incluso a los ecosistemas- de la cuenca. En tal caso, el punto de equilibrio económico se calcula con otros parámetros, como el pago por servicios ambientales, que equivale a un seguro para preservar los recursos para el futuro.

El control de fugas es fundamental en zonas áridas, donde el agua se extrae de grandes profundidades del subsuelo mediante fuertes gastos operativos.

Por otra parte, los programas de control de fugas físicas deben competir contra otras opciones de uso eficiente del agua en las ciudades, como el reúso de agua tratada (*ver una descripción de 18 tipos de acciones en el sitio: http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Station/4126/depfi/uso_efic/uso_efic.htm*).

Capítulo 7
Valor, costos y tarifas

Los O. O. requieren ingresos estables y razonables que garanticen su permanencia y mejora continua.

Una función del Consejo Directivo del O. O. es *asignar valores* a los problemas, a los activos y a los productos o servicios que presta. Las preguntas siguientes pueden servir de guía:

¿Por qué tasar los servicios urbanos de agua y saneamiento?
¿Por qué el O. O. debe ser autosuficiente?
¿Por qué la estabilidad financiera del servicio público contribuye a la sustentabilidad de una región?
¿Se vende el agua o se cobran los servicios de entrega, desagüe y tratamiento?
¿Hay métodos estándar para fijar tarifas?
¿Deben ser iguales las tarifas en todas las ciudades del país?
¿Se debe dar agua gratuita a las clases populares?
¿Se debe subsidiar el agua de las clases populares con lo que se les cobre a los industriales?
¿Es el agua un derecho humano o un bien económico?
¿Son los subsidios una forma de ineficiencia?
¿Promueve el aumento de tarifas la justicia y la equidad social?
¿Es correcto racionar el agua para que alcance para todos?
¿Ameritan las industrias con bajo uso consuntivo tarifas inferiores a las de los usuarios domésticos?
¿Se opone la gente a pagar más por el agua?
¿Es anticonstitucional cortar el servicio de agua a quien no paga?

¿Deben las escuelas y edificios públicos tener servicio gratuito de agua?
¿Se debe cobrar el abatimiento de los acuíferos a quien lo ocasiona?
¿Se debe dar apoyo y subsidios en sitios donde el abastecimiento se está encareciendo?
¿Se deben cobrar multas a las ciudades que no tienen plantas de tratamiento?
¿Se deben dar apoyos financieros y subsidios a las ciudades que no tienen plantas de tratamiento?
¿Se debe dar preferencia a los proyectos de abastecimiento donde hay mayor voluntad de pago por parte de los usuarios?
¿Se debe dar apoyo prioritario a las ciudades con servicios de agua caros y difíciles?
¿Es deseable la participación del sector privado en los servicios de agua?
¿Es la privatización la manera más viable de resolver los problemas de los servicios de agua?

Las respuestas a estas preguntas se relacionan con la necesidad de asignar valores correctos al agua y establecer mecanismos de cobro o equivalentes compensatorios a los usuarios o contaminadores.

Un principio de justicia es que el producto o servicio debe pagarse a un precio que compense los costos de producirlo incluyendo los costos ambientales. El servicio de agua debe ser integral y debe considerar la extracción, conducción, distribución, entrega, recolección en el alcantarillado, transporte hasta una planta tratadora y retorno con seguridad a la naturaleza.

Valoración correcta y tarifa apropiada

Establecer tarifas apropiadas es una responsabilidad fundamental del O. O. Para ello deben adoptarse premisas claras que incluyan consideraciones de conservación ambiental y de equidad social, que puedan establecerse posteriormente como políticas institucionales e incluso como leyes municipales o estatales.

Algunos principios generales para orientar el establecimiento de tarifas es: Quien utiliza paga, quien contamina paga y quien conserva y cuida tiene derecho a recibir una compensación por sus servicios.

Hay que cobrar los costos del abastecimiento, del alcantarillado y del tratamiento de efluentes. Los fondos a recaudar deben estar programados y justificados, además de ser congruentes con las metas y planes de mejora de la eficiencia. De preferencia no se deberán cargar las ineficiencias administrativas al usuario ni tolerar usuarios morosos o que contaminen más de lo permisible.

Una tarifa será útil en la medida en que contribuya a cumplir con los objetivos generales del O. O.

La tarifa debe:

a) recuperar todos los costos actuales y crear fondos para financiar nuevos programas
b) crear fondos para preservar las fuentes naturales de abastecimiento
c) canalizar el comportamiento de la demanda hacia niveles compatibles con el recurso natural y con la capacidad económica de los ciudadanos
d) incentivar la eficiencia y competitividad del O. O.
e) ser justa y legal
f) estar sustentada en información confiable

Competitividad y mejora institucional

Una buena tarifa es la que obliga al O. O. a ser eficiente y, a la vez, le permite cubrir todos los costos operativos y financieros que requiere su plan de desarrollo.

Hay quienes piensan que la única manera de romper la discontinuidad de planes y falta de visión empresarial es privatizar los servicios de agua y alcantarillado. Para que el negocio fuera atractivo para el sector privado, sería indispensable autorizar tarifas adecuadas que le garantizaran la recuperación de la inversión y un buen margen de utilidad.

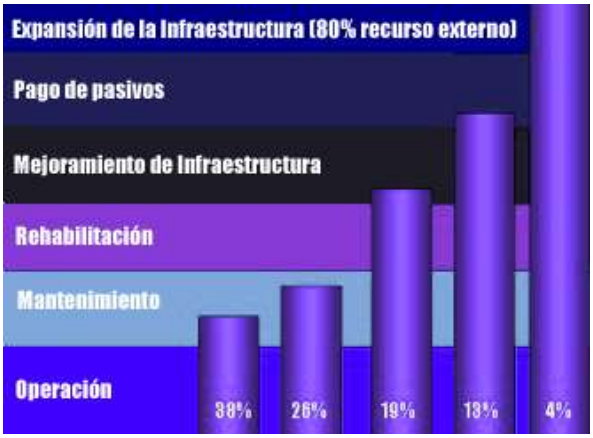
Sea que el servicio se privatice, se concesione o siga siendo público, es necesario revisar las tarifas. Si se hace bien, es probable que se rompa con varias de las deficiencias actuales de insolvencia que se le critican al sector público. Es decir, si al O. O. se le dan reglas de operación y márgenes similares a los de las empresas privadas, posiblemente tenga incentivos para operar de manera eficiente.

Independientemente de si la operación es gubernamental o privada, es justo que existan márgenes de holgura y exigencias de calidad que motiven la mejora, la cual requiere:

a) vigilancia profesionales e imparciales;
b) parámetros y normas de desempeño y calidad rigurosos y apropiados; y
c) tarifas adecuadas.

Autosuficiencia financiera y eficiencia tarifaria

Es deseable que el O. O. cubra todos sus costos.
Según una muestra hecha en 2004, sólo 4% de los O. O. consideraba costos de expansión en sus tarifas, y sólo a 38% les alcanzaba para cubrir costos de operación; de estos, a varios no les alcanzaba para los gastos de mantenimiento.



Un concepto importante es el de *eficiencia tarifaria* (η_t):
η_t = ingresos con tarifa aprobada / ingresos necesarios

En esta fórmula, en los ingresos necesarios hay que sumar todo lo que se requiere para la operación: mantenimiento, pagos de derechos de extracción a Conagua, financiamiento de plantas de tratamiento, pagos a operadores o concesionarios, liquidaciones a los trabajadores, rehabilitación de las redes y equipos, ampliaciones, pagos de intereses, pagos de impuestos, etc.

Los ingresos con la tarifa aprobada deben corresponder a ingresos reales, es decir, hay que restar las ineficiencias comerciales.

El *agua* se emplea en las ciudades no como un producto sino como un *servicio.* Tal servicio es de *uso continuo* y su alta demanda, aunada a su característica de uso transitorio —donde al poco tiempo de usada se le desecha ya contaminada— puede generar conflictos. Su administración implica acciones y cuidados relativamente complejos y ocultos a la vista del ciudadano común, por lo que asignarle un precio correcto no es sencillo, hay que partir de principios lógicos y comunes a la actividad comercial, como en este ejemplo:

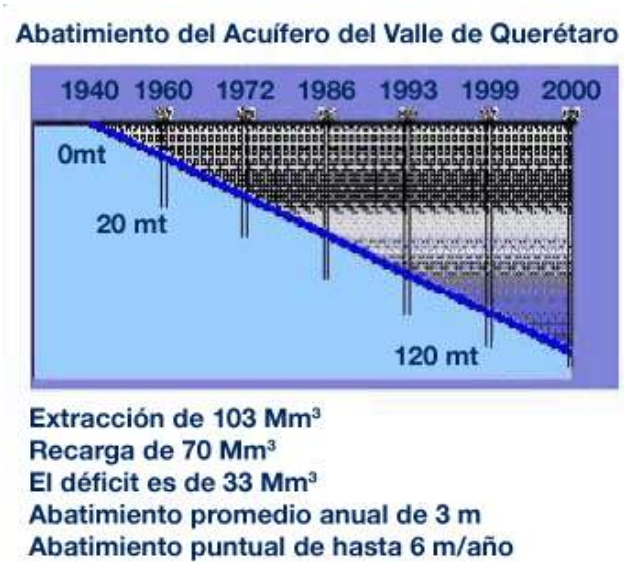
Un cultivador de guayabas a pequeña escala desea sacar al mercado su producción. Logra cortar del árbol 20 kilos de guayabas. Luego las mete en una caja. En el proceso separa y elimina las que están maltratadas y sólo junta 15 kilos en buenas condiciones. Toma un taxi para ir al mercado, paga el permiso del puesto y comienza a venderlas. Algunos las prueban, otros piden fiado, algún travieso le roba otras, a él mismo le da hambre y come unas cuantas, otras pocas se estropean. Finalmente alguien le quiere comprar los 10 kilos que le quedan en buen estado, y pregunta: ¿A cómo las guayabas?

Si el mercader de guayabas gastó 80 pesos en todo el proceso (alquiler de escalera, caja, taxi, puesto, báscula, etc.), ¿cual será el precio razonable? Para no perder tiene que considerar sólo los 10 kilos que venderá; por lo tanto, el precio mínimo sería de 8 pesos por kilo. Así que, si quiere obtener una ganancia, deberá pedir algo más.

Es indispensable descontar las ineficiencias físicas y comerciales para establecer un precio de venta mínimo. Es decir, dividir la suma de todos los costos de producción entre el volumen vendible neto.

Precio Unitario Mínimo = costos / producción vendible neta

Los acuíferos tardan milenios en formarse. En varias regiones de México, los niveles freáticos de algunos acuíferos se han abatido sustancialmente en pocos años debido a su explotación para abastecer a las ciudades y mantener la producción agropecuaria. El agua de los acuíferos con recarga inferior a la extracción debe considerarse como *recurso no renovable* (el agua retorna al ciclo hidrológico, pero no al acuífero).



El pago de servicios ambientales, los impuestos verdes, la remediación de daños y contaminación, el financiamiento para investigación e innovación tecnológica y el impulso al reúso del agua son temas que habría que considerar al diseñar las tarifas.

La tarifa como transmisor de señales para administrar la demanda

Una función de la tarifa es enviar señales a los usuarios sobre el valor, costo, demanda y disponibilidad del agua. La tarifa, la cobranza y los cortes del servicio a quienes no pagan son instrumentos efectivos de comunicación.

La estructura tarifaria en bloques crecientes, donde el precio unitario aumenta a medida que se usa más agua, motiva el ahorro entre los consumidores. Es una herramienta valiosa de administración de la demanda, pero sólo funciona cuando la medición de consumos (micromedidores instalados en los domicilios) es frecuente y efectiva y las tarifas son de magnitud suficiente para desalentar el derroche y mal uso del agua.

Así como en el mercado tradicional los productores buscan aumentar sus ventas al anunciarse o promover ofertas, en los servicios públicos de agua, alcantarillado y saneamiento normalmente se busca lo opuesto: reducir las demandas ante los altos crecimientos demográficos, la insuficiencia de fuentes de agua y la escasez de fondos monetarios. Podría afirmarse que se busca vender lo menos posible.

Una demanda baja tiene enormes ventajas: menos afectación a la cuenca, a las fuentes de abastecimiento y a la naturaleza, menos necesidad de infraestructura e inversiones, menos costos de operación, menos consumo de energéticos no renovables y menos contaminación.

Para administrar *la demanda* se pueden emplear diversas estrategias como el reciclaje y reúso de agua, la captación de agua de lluvias, la detección y control de fugas, la educación, la mejor calidad de materiales en redes y dispositivos domésticos, la micromedición y las tarifas.

El O. O. como monopolio

En la mayoría de las ciudades existe un monopolio de los servicios de agua, es decir, sólo hay una agencia oficialmente encargada del servicio de abastecimiento y alcantarillado y todos los usuarios deben contratar con ella. Al ser un monopolio carente de competencia no operan los equilibrios clásicos de la oferta y la demanda para fijar los precios, de suerte que hay que establecer las tarifas buscando que sean justas y eficientes. En este proceso resultaría fundamental la intervención del gobierno o de alguna institución reguladora profesional e imparcial, que represente los intereses de largo plazo de la comunidad.

El artículo 115 de la Constitución confiere al municipio la responsabilidad de brindar los servicios de abastecimiento de agua, alcantarillado y tratamiento de efluentes a su comunidad. Por lo tanto, puede decirse que el *monopolio* se refuerza por un *precepto* de ley. Sin embargo, esto conlleva algunos riesgos. Entre ellos, el principal es la tarifa para los usuarios.

Tratándose de un monopolio comercial con fines de lucro o de una concesión del servicio a un inversionista privado, se corre el riesgo de que el prestador fije tarifas muy altas para maximizar sus ganancias. En el caso de un servicio público monopolizado el riesgo es el inverso: suelen establecerse tarifas insuficientes que dan mensajes equivocados a la población.

La tarifa no debe ser ni artificialmente baja ni artificialmente alta. La tarifa debe cubrir los costos operativos y necesidades financieras. Debe ser equilibrada y justa.

Un principio de justicia y racionalidad aceptado en el sector hídrico es que las tarifas difieren cuando los costos difieren. Esto explica por qué cada ciudad tiene su propia tarifa, e incluso justifica que haya distintos precios dentro de una misma ciudad según la zona de servicio (altura de bombeo, distancia, etc.), el tipo de usuario servido y la temporada del año. Cuando las diferencias no tienen una justificación física y se manejan de manera discrecional, se convierten en prácticas discriminatorias.

En algunos casos, aún cuando existen diferencias reales, no vale la pena hacer distinciones pues la administración podría complicarse y encarecerse. Es preferible optar por precios estándar que compensen las diferencias que pudieran existir.

Por perfectamente que estén valorados los servicios de agua, alcantarillado y tratamiento y por bueno que sea el sistema de tarifas, de nada sirve si el cliente no paga o se roba el servicio mediante descargas o tomas clandestinas.

Los *derechos* al cobro, al establecimiento de tarifas y al corte, suspensión o restricción del servicio están respaldados en última instancia en reglamentos y leyes estatales y municipales. Su respaldo directo es el *contrato* de prestación de servicios entre el O. O. y el usuario que solicita el servicio. Los *mecanismos de coerción* sirven para obligar al pago y evitar incertidumbre, caos en el servicio y, desde luego, insuficiencia financiera.

Costos, erogaciones y previsiones

Una responsabilidad del O. O. es buscar la eficiencia; esto implica lograr economías razonables al contratar empleados, asignarles tareas, adquirir refacciones, operar equipos, corregir fugas, medir a los usuarios, actualizar el padrón, etc. Cuando estas tareas se hacen sin planeación y supervisión, sus costos se elevan.

Al calcular una estructura de tarifas para una localidad, es imprescindible prever todos los gastos y erogaciones en que se incurrirá, así como conocer el número de clientes y el volumen de agua disponible. También es fundamental llevar estadísticas de la eficiencia física y tarifaria y proponer metas y compromisos para mejorarlas razonablemente en el periodo en que estará vigente la tarifa.

Para fijar un precio unitario uniforme por metro cúbico de agua abastecida (en el cual se cobra también alcantarillado y saneamiento), la fórmula sería:

$$\textbf{Precio Unitario (\$/m}^3\textbf{)} = \frac{\textbf{Suma de costos y erogaciones previstas en el periodo.}}{\textbf{volumen de AGUA VENDIBLE neta en ese mismo periodo}}$$

Para asignar una cuota fija a todos los contratos, que incluya agua, alcantarillado y tratamiento, la fórmula sería:

$$\textbf{Precio Unitario (\$/ toma-mes)} = \frac{\textbf{Suma de costos y erogaciones previstas en el año}}{\textbf{Total de conexiones registradas x 12 meses /año}}$$

Las necesidades monetarias del O. O. pueden deberse tanto a erogaciones directas —pagos de salarios, energía, refacciones, etc.— como a indirectas o potenciales —pagos de seguros, impuestos, derechos a Conagua, utilidades a inversionistas, intereses de

deudas, fondos para ampliaciones y renovaciones, prevención contra emergencias, protección ambiental, etc.

La figura adjunta muestra un desglose empleado por un O. O., donde pueden verse los porcentajes correspondientes a algunas erogaciones. Sin embargo, para calcular la tarifa no sólo hay que considerar los costos y erogaciones actuales sino que, además de considerar las proyecciones a futuro, deben incluirse otros gastos que no se suelen efectuar por falta de recursos o por no haberlos previsto.

Los siguientes son costos que se deben considerar al calcular la tarifa:

1- Costos de administración, operación y mantenimiento.
2- Depreciación y renovación de equipos e infraestructura.
3- Pago de deudas y/o utilidades.
4- Inversiones de corto plazo.
5- Pagos de derechos a CONAGA.
6- Prevención, amortiguamiento, compensación o remediación del deterioro ambiental.

Externalidades

Los servicios de abastecimiento de agua propician externalidades positivas y negativas de tipo social, económico, ambiental, de seguridad o de otra índole. Las externalidades positivas más conocidas son salud, comodidad y productividad. Algunas externalidades negativas son el crecimiento urbano excesivo, la contaminación regional y el abatimiento de acuíferos. Las externalidades no suelen considerarse al calcular tarifas o en los planes de erogaciones del O. O., tal vez porque sus efectos no se resienten en el instante en que se generan ni los afectados son necesariamente los que las ocasionan.

Una externalidad muy frecuente es la pérdida de conocimiento que padece el O. O. cuando cambia de equipo directivo por razones meramente políticas, cuando se sustituye al personal ya capacitado con trabajadores sin experiencia o cuando se pierden planos e información valiosa. La oferta de salarios atractivos a los empleados, los programas de capacitación y la exigencia de certificación son esfuerzos para revertir estos costos ocultos y mejorar la calidad del servicio, que deben considerase en el cálculo de erogaciones y en el diseño de la tarifa.

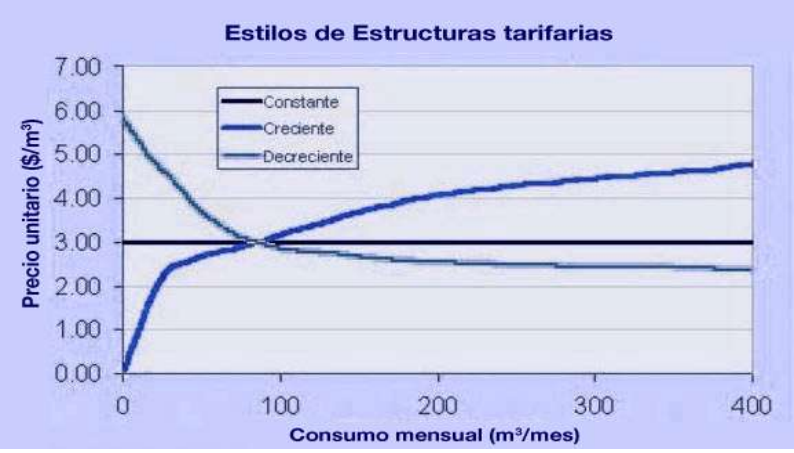
La tarifa puede funcionar también como mecanismo para promover el manejo sustentable e integral del agua. Debe reflejar al menos parte del valor ambiental del agua para evitar o remediar el deterioro del ecosistema de donde se extrae o donde se descarga. Por lo tanto, una tarifa adecuada incorpora *las externalidades* predominantes asociadas al uso y manejo del recurso hídrico.

Estructura tarifaria

Una tarifa completa es la que alcanza para cubrir todos los conceptos de erogaciones y responsabilidades del O. O., además de garantizar la solidez financiera y sustentabilidad ambiental a largo plazo y transmitir señales y mensajes claros a los consumidores. Es imposible tener una tarifa permanente que cumpla tales requisitos, particularmente cuando las condiciones humanas cambian tanto y los factores naturales pueden modificarse. Para eso se crean las estructuras tarifarias.

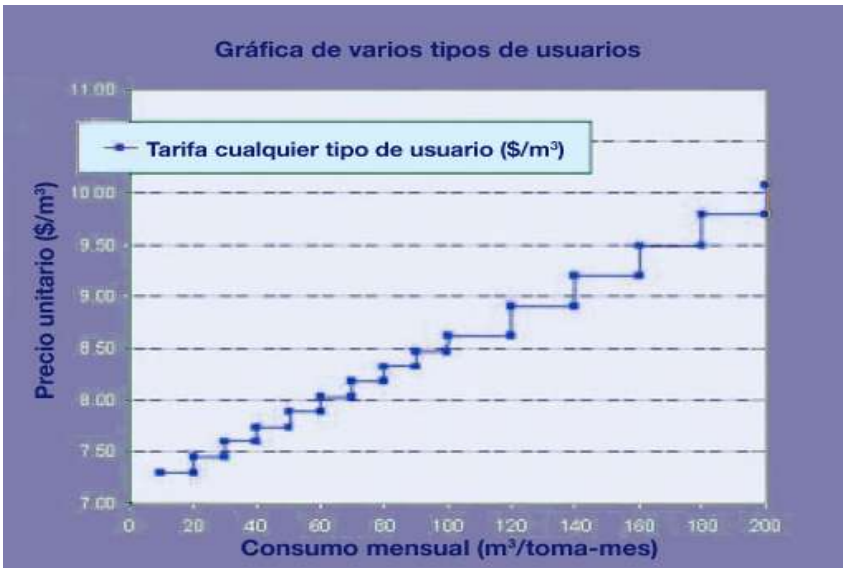
Algunas estructuras tarifarias se utilizan como señales y como parte de las estrategias de administración de la demanda; a veces funcionan como políticas para facilitar el pago a usuarios que tienen dificultades para cubrir su cuota. La estructura tarifaria más común en México es la de bloques crecientes (también llamada precios unitarios incrementales).

La forma de la estructura tarifaria puede mostrarse como una curva en un plano: el eje horizontal representa el consumo mensual por domicilio (m^3/mes-cliente) y el eje vertical los precios por unidad de agua ($/$m^3$).



Cuando la tarifa es de precio unitario constante, o sea igual para todos, se muestra como una línea horizontal. Si los precios bajan al aumentar el consumo se obtiene una curva de precios decrecientes. Cuando los precios suben al aumentar el consumo se obtiene una curva de precios crecientes.

Para la mayoría de ciudades mexicanas que enfrentan escasez de agua, deficiencias en infraestructura y fuerte crecimiento demográfico se recomienda la última opción, en su modalidad de bloques crecientes. En ésta, el precio es constante mientras se permanezca dentro de cada rango de consumo.



Es conveniente revisar o modificar una tarifa cuando:

- Existe o se prevé a corto plazo una recaudación insuficiente para las erogaciones del O. O.
- Se requiere hacer inversiones fuertes y no existen fuentes de subsidio.
- Se quiere mejorar la cobertura y la calidad del servicio y los costos de operación y mantenimiento aumentarán.
- Hay nuevas normas de calidad o sanciones más estrictas por parte de entidades reguladoras y atenderlas obliga a mayores erogaciones.
- Se ha mejorado la eficiencia interna del O. O.; los gastos operativos han disminuido y, por justicia, corresponde reducir las tarifas.
- Existen quejas de sectores o grupos de usuarios respecto a los precios o la forma en que se les cobra.
- Se quiere mejorar la equidad y justicia entre grupos de usuarios.
- Se han instalado medidores, por lo que hay que cambiar el sistema de cobro de cuota fija a servicio medido.
- Es necesario inducir mayores practicas de ahorro y reúso y enviar señales claras sobre el verdadero costo del agua (administrar la demanda a través de la elasticidad del precio).
- Es conveniente enviar y recibir señales, hacia y de los usuarios, respecto de su voluntad de pago para financiar una nueva obra (mensajes sobre el costo marginal de obras a largo plazo).
- Hay que desincentivar el empleo de agua limpia para usos no prioritarios y alentar el uso de agua residual tratada.
- Hace falta motivar el cambio hacia dispositivos ahorradores y tecnologías más apropiadas (mingitorios sin agua, baños secos, captación de agua de lluvia, reúso, etc.)
- Es necesario proteger acuíferos y otras fuentes en situación de riesgo.
- Se requiere enfrentar situaciones de sequía de larga duración o épocas del año en que la infraestructura y las fuentes de abasto o capacidad de cuerpos receptores es insuficiente (tarifas de escasez, estacionales o por horarios pico).
- Se ha terminado de construir una obra de infraestructura que conviene amortizar mediante un aumento de la venta de agua.

Reflexiones en torno a la estructura tarifaria

- La estructura tarifaria no debe ser rígida ni permanente en el tiempo. Debe cambiar conforme se logren objetivos o se agraven circunstancias (sequías, abatimiento de acuíferos, contaminación).
- Las indexaciones y otros factores que se aplican para ajustar tarifas por efectos de inflación son maneras de mover la tarifa media (la recaudación total) sin modificar la estructura tarifaria. Son prácticas usuales, pero no necesariamente correctas.
- Los cambios a la tarifa media y la estructura tarifaria no garantizan el buen funcionamiento del O. O. si no se acompañan de: cumplimiento de compromisos, exigencia de pagos a los usuarios, inversiones, calidad del servicio, mejoras a la eficiencia, etc.
- Una tarifa sana debe estar compuesta de una cuota o renta base y un cargo volumétrico.
- Así como es injusto cobrar de más a los que sí pagan para compensar a los incumplidos y soportar las ineficiencias del O. O., también es incorrecto evadir inversiones y acciones que pagarán otras comunidades cuenca abajo o los futuros habitantes por la sobreexplotación y contaminación que actualmente se genera y no se corrige.

Capítulo 8
Indicadores básicos de gestión

Los indicadores de gestión son formas de procesar datos para comparar elementos y diagnosticar situaciones relativamente distantes en tiempo, espacio o sin conexión aparente. Sirven para definir referentes (récord mundial, nacional, estatal, local) que se utilizan para establecer metas.

Para poder monitorear, evaluar y comparar los indicadores de manera que sirvan para orientar el trabajo y los planes formales de una institución, es necesario estandarizarlos.

Importancia de la información

Por muchos años, a las instituciones responsables de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en la República Mexicana les ha faltado organización, constancia, continuidad, compromiso, seriedad y tecnología en el manejo de la información.

Esto se debe en parte a que casi no hay especialistas de carrera al frente de las instituciones de agua (la estancia promedio de un director al frente de un O. O. es de 1.7 años). Una de las consecuencias es la pérdida de información, lo que impide conocer qué hicieron las administraciones anteriores y aprender de ellas.

La importancia de la información radica en que ésta es la materia prima para analizar la situación del O. O., tomar decisiones respecto a metas, eficiencia, efectividad de los resultados y comunicarlas al exterior. Existen muchas herramientas y tecnología para el manejo de información. Adquirirlas y utilizarlas de manera eficiente depende del desarrollo institucional.

La información y el conocimiento son recursos fundamentales que hay que aprovechar para que la institución tenga visión y pueda mejorar.

La información debe reunir ciertas características: debe ser completa, pertinente, confiable, comparable, consistente, bien presentada, oportuna, y responder a lo que se quiere o debe saber. Los datos, por sí mismos, no son información. Hay que ordenarlos, clasificarlos, referenciarlos e interpretarlos para que faciliten la identificación de diversas situaciones.

Un sistema de información puede definirse como *el conjunto de procedimientos, definiciones, responsabilidades, equipos, personal, sistemas, métodos, etc. cuya actuación armónica y organizada permite conocer mejor algún aspecto del asunto en estudio*.

Un sistema de información ayuda a almacenar, ordenar y consultar datos. En la actualidad, casi todas las instituciones destinan cuantiosos recursos a generar, organizar o transmitir información. Toda empresa cuenta con algún tipo de sistema de información, desde la anotación manual de datos hasta las redes de telecomunicación computarizada. Las aplicaciones de los sistemas de información y sus niveles de desarrollo pueden variar mucho entre O. O.

En un sistema de información debe estar perfectamente definido para qué se quiere la información, quién la usará y cómo. Además deben existir reglas de supervisión, verificación y validación, indicaciones sobre procedimientos apropiados para transmitir los datos y para transformarlos en información.

Los modelos de análisis que se proponen son: índices de gestión, análisis de optimización y matrices de impactos unitarios de cada proyecto sobre los distintos parámetros de control y seguimiento.

Tipos de sistemas de información
Control gerencial y planeación a corto y largo plazo
Predicción de demandas
Balances financieros
Administración del mantenimiento
Sistema de información geográfica (SIG) de redes y elementos del sistema
Control de procesos y supervisión en plantas de tratamiento y otras instalaciones
Control supervisorio (SCADA)

Los objetivos de estos sistemas de información son mejorar el control y seguimiento de las actividades, dar mayor certeza a los datos, agilizar su manejo y lograr la consolidación de estadísticas confiables. Mientras más confiable sea el manejo de datos habrá mayor posibilidad de lograr eficiencia y calidad en el servicio.

Una manera de conocer el grado de madurez y desarrollo de un O. O. es mediante el nivel de precisión y fundamentos al responder las siguientes preguntas:

*¿Es adecuada la cobertura de medición actual**?***
*¿Son razonables los niveles de fugas y desperdicios de agua**?***
*¿Debe haber tarifas subsidiadas**?***
*¿Cuándo y cómo se debe restringir el servicio a clientes morosos**?***
*¿Deben ser más frecuentes los mantenimientos preventivos a equipos y vehículos**?***
¿Debe reducirse el tiempo de espera en pagos o trámites de clientes?
*¿Debe reforzarse la atención telefónica**?***
*¿Se puede ahorrar en consumos eléctricos**?***
*¿Existen riesgos de contaminación para los consumidores**?***
*¿Es apropiada la capacidad instalada respecto a la evolución de la demanda para los siguientes años**?***
*¿Qué impactos y reacciones han ocurrido al aumentar tarifas**?***
*¿Cómo deben financiarse las rehabilitaciones o expansiones del sistema**?***
*¿Cuánta agua puede ahorrase para atender demandas crecientes sin necesitar fuertes inversiones**?***

Monitoreo y control de desempeño

El propósito esencial de un sistema de información gerencial es medir *el desempeño*. Se mide para controlar las actividades y cumplir las metas.

Una forma de definir el *desempeño* es mediante el cociente de *productividad*, donde la productividad de una empresa es el resultado de dividir sus productos entre sus insumos. Mientras más alto sea el valor del cociente, mejor será el desempeño.

El cociente de productividad es fácil de calcular cuando hay sólo un insumo y sólo un producto. Sin embargo, en un O. O. se emplean múltiples insumos (energía eléctrica, tubos, terrenos, agua, etc.) para generar varios productos (satisfacción del cliente, salud, bienestar, continuidad, agua de calidad, etc.). Además, hay que combinarlos respetando un cierto sentido social, económico, ambiental e institucional.

Lo primero que se define en el sistema de información gerencial son los elementos a medir y controlar. Luego se establecen los índices de control, que facilitarán el manejo y la interpretación de los datos. Otros aspectos importantes son los flujos de información, su periodicidad y precisión, el techo financiero para su monitoreo y sus aplicaciones.

La medición es uno de los primeros pasos para generar datos y se apoya en instrumentos que pueden calibrarse o corroborarse.

La medición es responsabilidad de cada una de las áreas de la empresa y se basa en criterios y lineamientos estandarizados, de manera que puede ser aprovechada por toda la empresa y compartida con otras. Las prácticas de medición serán útiles en tanto haya canales de comunicación, reglas (frecuencias, precisiones, unidades), bases de datos, rutinas para consultar, procesar o comparar estadísticas y normas para elaborar informes y enviar resultados a quien deba conocerlos.

El sistema de información gerencial debe monitorear la calidad del servicio, el estado de las redes, la situación financiera y, muy especialmente, el nivel de desarrollo interno de la institución. Algunos indicadores importantes de fortaleza y madurez de un O. O. son sus años de vida, la experiencia y preparación de su personal, la aceptación del público, la calidad de la información que maneja y la agilidad para procesarla y emplearla.

Procesos de decisión

Algunas de las obligaciones y decisiones técnico-administrativas más importantes del equipo directivo de los O. O. están relacionadas con:

- *prevenir riesgos y emergencias, (inundaciones, fugas, escasez); resolverlos si ocurren*
- *mantener la calidad del servicio*
- *vigilar que los recursos económicos y humanos se usen de manera eficiente*
- *planear obras de expansión o rehabilitación*
- *lograr mayores beneficios económicos o menores costos*
- *coordinar la interacción del O. O. con los demás actores de la cuenca hidrológica*

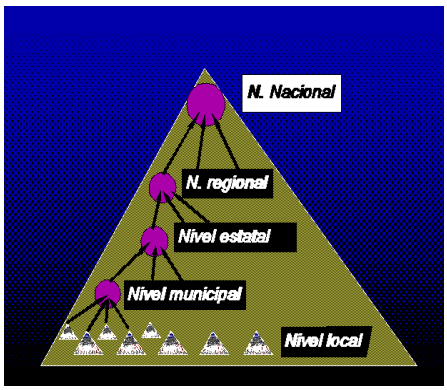
Para poder cumplir con las obligaciones antes mencionadas es necesario que los directores establezcan los parámetros y los criterios de medición a utilizarse por todo el O. O. y mantengan líneas de comunicación formal que aseguren flujos de información confiables. Esto se logra mediante procedimientos organizados que regulan la cantidad y calidad de datos y su periodicidad de transmisión. Los informes periódicos son una línea de comunicación formal.

El manejo de datos y la toma de decisiones dentro de las organizaciones pueden representarse como una pirámide de flujo de información (*ver figura*). Cada departamento maneja datos especializados para fundamentar sus decisiones y su rutina de trabajo, y transmite al supervisor una selección de ellos.

A medida que se asciende en la pirámide, los datos suelen ir disminuyendo en cantidad pero aumentando en importancia para sustentar decisiones cada vez más trascendentes.

Se puede imaginar un sistema de información más amplio —con datos de varios O. O. que dan una visión de la situación de agua potable y saneamiento de todo un municipio, de todo un estado o de todo el país— como una gran pirámide cuyos cimientos son las pequeñas pirámides correspondientes a cada organismo local. También dentro de esa estructura el número de parámetros disminuye con la altura, su frecuencia de monitoreo se amplifica y su importancia estratégica puede aumentar.

Sería deseable establecer un sistema de monitoreo y control nacional, para lo cual es imprescindible que los sistemas de información de los organismos locales sean compatibles. Es recomendable que la cantidad de información manejada a nivel local sea más amplia y precisa que la solicitada a nivel central, pues de otra manera no habría mecanismos de comprobación ni control efectivo sobre las decisiones tomadas o apoyos recibidos.



Técnicas de evaluación y comparación

Los directores de O. O. tienen la labor de planear, organizar, dirigir y evaluar los trabajos que permitan cumplir con la misión general de la empresa. Estas cuatro actividades se conocen en el ámbito de la administración como ciclo de gestión.

Una herramienta que se puede emplear es el control de gestión o auditoría gerencial mediante indicadores de gestión.

Los objetivos del control de gestión son:
Evaluar procedimientos y prácticas actuales
Descubrir mejores formas de desempeñar y administrar el trabajo
Recomendar los cambios pertinentes para mejorar la eficiencia de los trabajos y reducir sus costos.

Las técnicas para evaluar el desempeño buscan que se cumpla el ciclo de gestión, el cual se basa mayoritariamente en la comparación de resultados con patrones, estándares, metas y rangos permisibles o alcanzados por alguna otra empresa que sirve de modelo.

Algunas técnicas comunes son:

- **Calificación global**; involucra puntajes y pesos relativos para diferentes parámetros e índices. Esta técnica es relativamente sencilla pero, al asignar internamente pesos a los parámetros, cae en la subjetividad e impide la comparación con otras empresas.
- **Análisis por envolventes de datos *DEA*** *(Data Envelopment Analysis*); empleada para analizar simultáneamente a varias empresas similares y encontrar los mejores desempeños.
- ***Benchmarking* métrico;** análisis comparativo entre compañías similares, con base en estadísticas.
- ***Benchmarking* de procesos;** comparación detallada entre dos empresas similares respecto de un proceso particular.

Parámetros de partida

La estandarización de definiciones y procedimientos de cálculo para los parámetros de control mejorará la comunicación interna y, si se utilizan en diferentes O. O. o instituciones, la comunicación y apoyo recíproco puede mejorar de manera sustancial.

El monitoreo de parámetros clave mediante un sistema de información es la única manera de saber si se cumplirán las metas. Además, es indispensable para poder idear los controles, apoyos y acciones para lograr dicho cumplimiento.

La cantidad de parámetros de partida y la periodicidad para recopilarlos están determinadas por el tamaño de la empresa y su grado de madurez institucional. Debe existir un equilibrio entre el costo de obtener la información (equipos de muestreo, personal de campo, procesamiento, transmisión) y su utilidad (apoyo a negociaciones, toma de decisiones, control de operaciones).

Es importante que un sistema de información haga seguimiento, no solo de los datos mismos sino de su confiabilidad.

Para el manejo y cálculo de indicadores de gestión se han desarrollado algunos paquetes especializados. Un buen software de apoyo al sistema de información puede procesar —comparar, graficar, concentrar, validar, capturar, consultar, totalizar, promediar, agrupar, calificar, generar tendencias, presupuestar, etc.— tanto parámetros como índices.

> En el software **Sigma** que actualmente promueven coordinadamente la IWA (International Water Association) y la Universidad de Valencia en España, se da especial énfasis a estos aspectos de confiabilidad. Existe una versión gratuita del **Sigma** que puede descargarse de:
>
> http://www.ita.upv.es/sigma/i800.htm

Visitar sitio: http://www.sigmalite.com
También existe el sitio de apoyo del IBNET, http://www.ib-net.org/sp-index.php

Indicadores

Los parámetros absolutos pueden transformarse aritméticamente en indicadores de gestión, también llamados índices de desempeño. Los indicadores (la división aritmética entre dos parámetros) son una manera de transformar los datos en información. Los indicadores facilitan la comprensión, el seguimiento y la ilustración de necesidades y objetivos, además de facilitar las comparaciones con otros sitios o épocas.

La confiabilidad de un indicador es igual a la de su parámetro menos fiable y su prioridad y frecuencia de actualización están supeditadas a las de los parámetros empleados.

La Red Internacional de Comparaciones para Empresas de Agua y Saneamiento IBNET *(International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities*) http://www.ib-net.org/ emplea algunos indicadores organizados en las siguientes categorías:

- Cobertura del servicio
- Calidad del servicio
- Consumo y producción de agua
- Facturación y recaudación
- Agua no facturada
- Desempeño financiero

- Prácticas de medición
- Desempeño de la red de cañerías
- Costos operativos y de personal
- Activos
-Accesibilidad del servicio
- Indicadores de proceso

Desde ese sitio de Internet se puede descargar la lista de indicadores de IBNET y el texto completo sobre los indicadores de IBNET, con explicaciones sobre cada uno de ellos.

El Equipo de Herramientas de IBNET ofrece un conjunto de indicadores financieros, técnicos y de proceso para la evaluación del desempeño del O. O. Este conjunto de indicadores sirve de base para hacer comparaciones entre distintas empresas y entre países.

Como muestra del tipo de datos que suelen monitorearse y su transformación en indicadores se presenta a continuación un grupo de cuadros generados por la Comisión Estatal de Agua de Coahuila para una de sus localidades.

Ficha de datos generales:

DATOS GENERALES	
Nombre Oficial del Organismo Operador:	Sistema Municipal de Aguas y Saneamiento de Torreón
Domicilio:	Boulevard Independencia # 308 Pte. Zona Centro C.P. 27000
Teléfono:	(871) 716 01 10 y (871) 716 86 86
Fax:	(871) 712 16 86
Director o Responsable del Sistema:	C.P. Fernando E. Alatorre Dresel
Responsable de Reportar la Información:	C. Jorge Campos Campos
Situación Juridico Administrativa del Organismo Operador:	Municipal Descentralizado
Cobertura de agua potable (%)	97,60
Cobertura de alcantarillado (%)	94,90
Cobertura de saneamiento doméstico (%)	100,00
Localidades a las que proporciona el servicio el Organismo Operador:	Torreón

Ficha de datos administrativos:

DATOS ADMINISTRATIVOS		
DATO	UNIDAD	2004
Personal en área administrativa	persona	91
Personal en área comercial	persona	180
Personal en mantenimiento	persona	26
Personal en operación	persona	302
Total de personal	persona	599
Personal con grado profesional	persona	71
Personal con grado técnico	persona	144
Personal no calificado	persona	384

Ficha de datos técnicos:

DATOS TÉCNICOS		
DATO	UNIDAD	2004
Fuentes subterráneas de abastecimiento en operación	pozo	62
Fuentes superficiales de abastecimiento		0
Volumen total extraído	m^3	68.378.200
Volumen total macromedido	m^3	62.907.944
Volumen total distribuido	m^3	68.378.200
Volumen total desinfectado	m^3	66.669.634
Número de tanques de almacenamiento operando	tanque	30
Volumen de almacenamiento	m^3	58.640
Número de plantas potabilizadoras	planta	0
Volumen tratado	m^3	0
Número de plantas tratadoras de agua residual	planta	1
Volumen tratado	m^3	44.913.640

Ficha de datos comerciales:

DATOS COMERCIALES		
DATO	UNIDAD	2004
Tomas de agua potable doméstica	toma	146.324
Tomas de agua potable comercial	toma	11.538
Tomas de agua potable industrial	toma	695
Tomas de agua potable servicios	toma	465
Tomas de agua potable otros	toma	0
Tomas de agua potable totales	toma	159.022
Tomas domésticas con micromedidores funcionando	toma	120.268
Tomas comerciales con micromedidores funcionando	toma	9.120
Tomas industriales con micromedidores funcionando	toma	676
Tomas de agua potable con micromedidores funcionando totales	toma	130.366
Conexiones de alcantarillado domestico	conexión	142.170
Conexiones de alcantarillado comercial	conexión	10.978
Conexiones de alcantarillado industrial	conexión	1.036
Conexiones de alcantarillado servicios	conexión	0
Conexiones de alcantarillado otros	conexión	0
Conexiones de alcantarillado totales	conexión	154.184
Volumen facturado doméstico	m^3	24.389.887
Volumen facturado comercial	m^3	3.116.357
Volumen facturado industrial	m^3	1.406.419
Volumen facturado servicios	m^3	3.040.549
Volumen facturado otros	m^3	0
Volumen facturado total	m^3	31.953.212
Monto facturado por servicio de agua doméstico	$	106.421.136
Monto facturado por servicio de agua comercial	$	38.967.048
Monto facturado por servicio de agua industrial	$	47.573.816
Monto facturado por servicio de agua total	$	192.962.000
Monto facturado por servicio de alcantarillado total	$	69.218.918
Monto facturado por servicio de saneamiento total	$	41.959.059
Monto facturado total	$	304.139.977

Ficha de datos financieros:

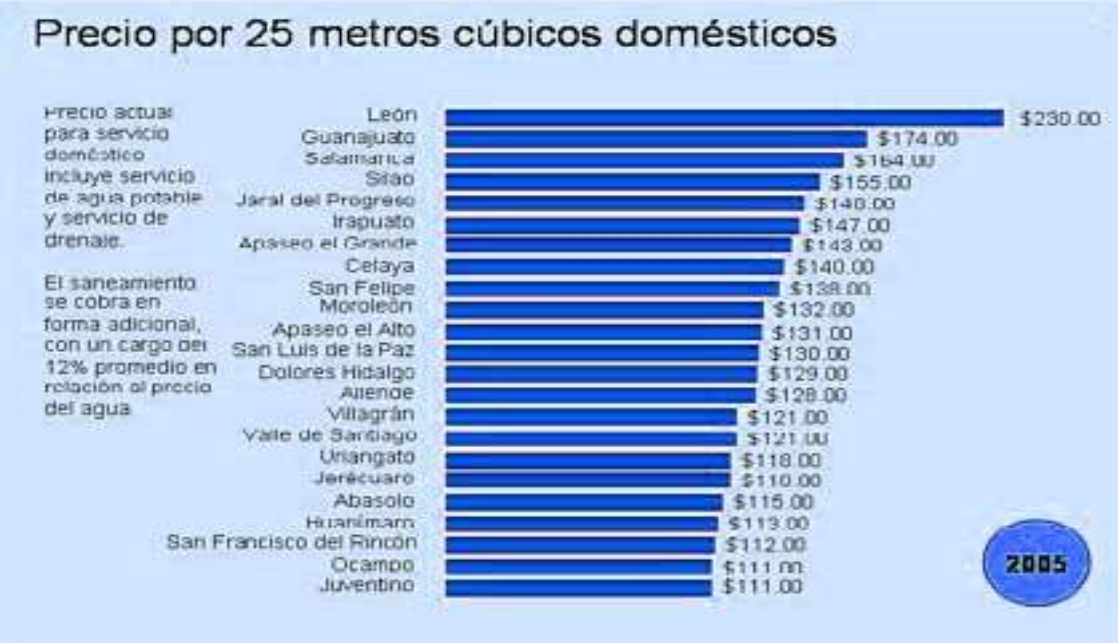
DATOS FINANCIEROS		
DATO	UNIDAD	2004
Recaudación por servicio de agua potable	$	175.791.657
Recaudación por servicio de alcantarillado	$	64.010.738
Recaudación por servicio de saneamiento	$	39.917.430
Recaudación por otros conceptos	$	23.210.770
Recaudación total	$	302.930.595
Activo Circulante	$	24.041.753
Pasivo Circulante	$	40.275.805
Gasto de servicio de personal	$	114.363.556
Gasto en energía eléctrica para extracción de agua	$	56.006.149
Gastos totales	$	276.076.642

Indicadores de gestión del organismo:

INDICADORES DE GESTIÓN DEL ORGANISMO OPERADOR		
NOMBRE	UNIDAD	2004
Promedio de habitantes por vivienda	habitantes	4,2
Población servida de agua potable	habitantes	614.561
Consumo facturado por habitante	lt/hab/día	108,7
Cobertura de micromedición doméstica	%	82,19
Cobertura de micromedición comercial	%	79,04
Cobertura de micromedición industrial	%	97,27
Cobertura de micromedición total	%	81,98
Cobertura de macromedición	%	92,00
Eficiencia Técnica	%	46,73
Clasificación del Consumo:		
- doméstico	%	76,33
- comercial	%	9,75
- industrial	%	4,40
Tarifa en servicio de agua promedio por tipo de uso:		
- doméstico	$/m^3	4,36
- comercial	$/m^3	12,50
- industrial	$/m^3	33,83
- total	$/m^3	6,04
Empleados por cada mil tomas	empleados	3,8
Volumen facturado por empleado	m^3	53.344
Costos de personal	$	41,42
Gasto en energía eléctrica	$	20,29
Costo unitario de producción	$/m^3	4,04
Almacenamiento per cápita	m^3/hab	0,10

Se pueden elaborar gráficas de la evolución o el nivel de cualquier indicador para varios municipios o subconjuntos de ellos. En las dos gráficas siguientes se muestran los análisis de la Comisión Estatal de Agua de Guanajuato para impulsar tarifas más apropiadas en los diferentes municipios de su Estado.

Comparación de precios en diferentes municipios de Guanajuato por 25 m3, tarifa doméstica, año 2005:



Comparación de tarifas del año 2002 y año 2006 en varios municipios de Guanajuato, respecto a una tarifa autosuficiente (gastos operativos y de mantenimiento):

No todos los O. O. tienen la misma problemática —ambiental, económica, sociopolítica e institucional—, por lo que las necesidades de autoevaluación de desempeño difieren. Para lograr que las estadísticas sean útiles tanto a cada O. O. como a las instituciones de apoyo técnico e intercambio gremial, además de tener definiciones estándar, es necesario monitorear y compartir rutinariamente los datos.

La siguiente tabla es una propuesta para lograr consolidar estadísticas útiles a diferentes O. O. en México**.** La tabla propone 6 subconjuntos de indicadores conforme al tipo de O. O.:

GD.- ciudad Grande, O. O. Desarrollado. **GP**.- ciudad Grande, O. O. Poco desarrollado
MD.- ciudad Mediana, O. O. Desarrollado. **MP**.- ciudad Mediana, O. O. Poco desarrollado **CD**.- ciudad Chica, O. O. Desarrollado.
CP.- ciudad Chica, O. O. Poco desarrollado

Tabla ***Indicadores para Control de Gestión según tamaño y nivel de desarrollo del O. O.***

TEMÁ	**Indicador**	*FÓRMULA*	***UNIDAD***	***GD***	***GP***	***MD***	***MP***	***CD***	***CP***
Calidad del Servicio	**Costo por m3 facturado**	Gope / (Vfac*1000)	**$/m3**						
	Costo por m3 producido	Gope / (Vpro*1000)	**$/m3**						
	Precio del servicio	Ftot / (Vfac*1000)	**$/m3**	x	x	x	x	x	x
	Peso de la tarifa	Fviv / Smin *100	**%**	x			x		
	Cobertura de agua potable	Pap/Pto*100	**%**		x	x			x
	Cobertura de alcantarillado	Pal / Pto *100	**%**		x		x	x	x
	Cobertura saneamiento alterno	Psa / Pto *100	**%**		x		x		x
	Dotación	(Vpro/Pap) /0.000365	**lt/hab-dia**		x	x	x	x	
Comer-cial	**Cobertura medición de consumos**	(Tmed/Tap)*100	**%**		x	x		x	x
	Cobertura medición. viviendas	Tmedv / Tapv *100	**%**						
	Eficiencia de medición	Tmop / Tmed *100	**%**		x	x			
	Agua no contabilizada	**(1-Vfac/Vpro)*100**	**%**	**x**	**x**	**x**			

	Nivel medición. consumos	Vcmed / Vfac *100	**%**	x		x		x	
Financiera	**Subsidio para inversiones**	Sinv / Pbeni	**$/hab**		x		x		x
	Subsidio operación agua potable	(Gap - Rap) /Pap	**$/hab**						
	Eficiencia cobranza	Rtot / Ftot *100	**%**		x		x	x	x
	Ingresos por agua potable	Rap / Rope *100	**%**						
	Gasto en energía. eléctrica	Gene / Gope *100	**%**	x		x		x	
	Relación de operación	**Gope / Rope *100**	**%**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**
	Meses Facturación pendiente	((Fdeud)/Ftot)/12	**meses**						
Institucional	**Relación de profesionistas**	Rpro /Rhum *100	**%**	x		x			
	Nivel gerencial	Njef*Antg/ Pto	**emp-año/hab**	x					
	Personal por 1000 tomas	**Rhum / (Tap/1000)**	**emp/toma**	**x**	**x**	**x**		**x**	**x**
	Relación personal administrativo	Radm / (Tap/1000)	**emp/toma**	x	x				
Operación y Mantenimiento	**Eficiencia uso Energía Eléctrica**	(1-Gens/Gene) *100	**%**	x		x			
	Continuidad. del servicio “horas”	Hred / 24 *100	**%**	x		x			
	Regularidad tratamiento	Htra / 8760 *100	**%**	x		x			
	Presión de servicio	Pred / 15 *100	**%**	x		x			
	Capacidad suministro actual	**(Vpro/(Pto *150))*100**	**%**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	
	Desinfección	**(Vdesi/Vpro)*100**	**%**		**x**		**x**	**x**	**x**
	Nivel de tratamiento	Vtra /(Vfac*0.85)*100	**%**	x	x	x			
	Nivel medición suministros	Vsmed / Vpro *100	**%**		x		x	x	
	Mantenimiento alcantarillado	Nacal / Dal	**acc./descarga**						

Energía usada por m3	Ener / (Vpro*1000)	**kwh/m3**	x	x	x	x	

Capítulo 9.

Consideraciones éticas y ambientales

Información pública y transparencia

El O. O. tiene la obligación de rendir cuentas e informes periódicos a la población y de realizar sus licitaciones para obras abiertas al público. La transparencia administrativa es uno de los pasos cruciales para la gestión adecuada de los recursos y el incremento de la eficiencia. A medida que este tipo de prácticas se instauren como política institucional habrá más flujo de información, mejor relación y eficiencia entre las distintas áreas y se fomentará la colaboración y participación efectiva de la ciudadanía.

Para mayor información, visite www.ifai.gob.mx

Decisiones éticas en un mundo que cambia

Las afectaciones ambientales producidas por la actividad humana tienen efectos puntuales, remotos y globales en los ecosistemas, en la salud de las poblaciones y en los procesos productivos que dan viabilidad a nuestras sociedades. Por ello se dice que nuestro futuro común debe construirse sobre la base de la interdependencia y la responsabilidad compartida.

Esta nueva actitud hacia las responsabilidades públicas es necesaria en cualquier entidad prestadora de servicios estratégicos a la población, como lo son los O. O. La buena gestión de dichos organismos no sólo demanda más recursos, mejores leyes y sistemas más eficientes; también precisa de una visión ética que considere el impacto de sus acciones y decisiones en la sociedad y la naturaleza. Tenemos ante nosotros la posibilidad de contribuir al cambio que se requiere para dar certidumbre y seguridad en materia de servicios de agua potable a las generaciones actuales y futuras.

Por lo anterior, es pertinente recordar algunos de los principios de la Carta de la Tierra, que pueden aplicarse a la modernización de los O.O.:

- Afirmar que, a mayor conocimiento y poder, mayor responsabilidad de promover el bien común. Aceptar que el derecho a poseer, administrar y utilizar los recursos naturales implica el deber de prevenir daños ambientales y proteger los derechos de la gente.

- Asegurar que en la toma de decisiones se consideren las consecuencias acumulativas de las actividades humanas. Reconocer que la libertad de acción de cada generación está condicionada por las necesidades de las generaciones futuras.

- Promover la justicia social y económica, para que todos alcancen un modo de vida seguro, digno y ambientalmente responsable.

- Adoptar planes de desarrollo sostenibles y regulaciones que incluyan la conservación y rehabilitación ambiental como parte integral de todas las iniciativas de desarrollo. Promover el desarrollo, la adopción y la transferencia equitativa de tecnologías ambientalmente benéficas.

- Manejar el uso de recursos renovables como el agua de manera que no se excedan las posibilidades de regeneración, garantizando la salud de los ecosistemas. Actuar con moderación y eficiencia al utilizar la energía eléctrica y los recursos financieros disponibles.

- Reducir, reutilizar y reciclar materiales usados en los sistemas de producción y consumo y asegurar que los desechos residuales puedan ser asimilados por los ecosistemas. Prevenir la contaminación y no permitir la acumulación de sustancias peligrosas.

- Tomar medidas para evitar daños ambientales graves o irreversibles, aún cuando el conocimiento sea incompleto o inconcluso. Imponer las pruebas respectivas y hacer que las partes responsables asuman las consecuencias de reparar los daños ambientales causados.

- Sostener el derecho de todos a recibir información clara y oportuna sobre todos los asuntos ambientales y de interés público. Apoyar a la sociedad civil local y promover la participación significativa de todos los individuos y organizaciones interesados en la toma de decisiones.

- Eliminar la corrupción; estimular y aplicar la rendición de cuentas y la auditoria pública.

La toma de decisiones ya no puede depender de simples ejercicios de costo-beneficio o costo de oportunidad, y mucho menos de intereses políticos de personas o grupos. Habrá que sustentar las decisiones en información validada y en principios y valores universalmente reconocidos para encaminarnos hacia la sostenibilidad de nuestro patrimonio y futuro común.