

Comisión
Nacional de
Fomento a
la Vivienda



guíaconafovi

uso eficiente
del agua
en desarrollos
habitacionales





CONAFOVI



INFONAVIT



FOVISSSTE
FONDO DE
LA VIVIENDA



FONHAPO
FONDO FEDERAL DE OPERACIÓN
Y FOMENTO DE ACTIVIDADES URBANAS



CEMCAS

*Centro Mexicano de Capacitación
en Agua y Saneamiento A. C.*

Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales

Primera edición, 2005
ISBN: 968-7729-33-3

D.R. © CONAFOVI
Comisión Nacional de
Fomento a la Vivienda
Pte. Masaryk # 214, primer piso
Bosque de Chapultepec
11580, México, D.F.

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

La información de esta
publicación se puede consultar
en la página de Internet de
CONAFOVI:
www.conafovi.gob.mx



guíaconafovi

uso eficiente
del agua en
desarrollos
habitationales

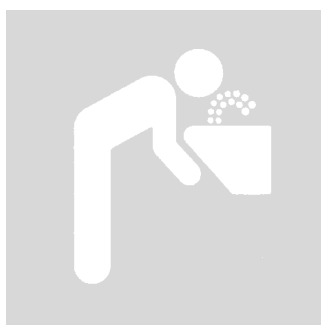


guíaconafovi

uso eficiente del agua en
desarrollos habitacionales



carta**presentación**



Presentación



El agua es un elemento vital para impulsar el desarrollo del país. Las diversas prácticas urbanas han deteriorado la calidad de los mantos freáticos y han disminuido considerablemente la disponibilidad de este vital líquido en México. Consciente de esto, el Gobierno Federal, a través de la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda ha puesto un gran empeño en mejorar las condiciones de vida de la población mexicana y del sector vivienda, a través del uso adecuado de los recursos naturales. Las instituciones relacionadas con el tema han hecho grandes esfuerzos, no obstante, falta mucho por hacer. Por esta razón, se ha buscado la participación de diversos organismos expertos en el tema del agua y de la vivienda, los cuales con su trabajo han logrado hacer aportaciones al programa de vivienda sustentable de la CONAFOVI, el cual está dirigido a fomentar el uso de tecnología amigable con el medio ambiente y desarrollar lineamientos que contribuyan a que nuestro país cuente con viviendas más eficientes y confortables.

Es en este contexto y con el afán de buscar la preservación de los recursos naturales para las generaciones futuras, como se elaboró esta guía **Uso eficiente del agua en desarrollo habitacionales**, con la participación de la CONAFOVI, SEMARNAT, los Organismos Nacionales de Vivienda (FOVISSSTE, FONHAPO, INFONAVIT, SHF), la Comisión Nacional del Agua, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y el Centro Mexicano de Capacitación en Agua y Saneamiento, A.C.

El propósito de esta guía es contribuir a que los desarrolladores y constructores de vivienda aprovechen al máximo los beneficios que les brinda la tecnología aplicable al agua, para ser utilizada en la vivienda y en los conjuntos habitacionales al mismo tiempo que se contribuye a un uso más racional de este recurso.

Aún cuando mucha de la información que esta guía contiene es de interés primordial para los constructores de vivienda, sus habitantes y usuarios también podrán encontrar información de interés en este documento, por sus recomendaciones y por la información general sobre mejores prácticas en el uso del agua.

Es a través del trabajo multidisciplinario y de su aplicación en la vivienda, plasmado en este documento, como se ha dado un primer paso para que la disponibilidad de este recurso no represente más una preocupación para desarrolladores y habitantes de los conjuntos habitacionales; por el contrario, la garantía de su abasto y almacenamiento, el cuidado de las redes e instalaciones, el buen uso, manejo, reutilización y recuperación del agua, sin duda contribuirán al logro de una vida con calidad dentro de los desarrollos habitacionales.

Sr. Carlos Gutiérrez Ruiz
Comisionado

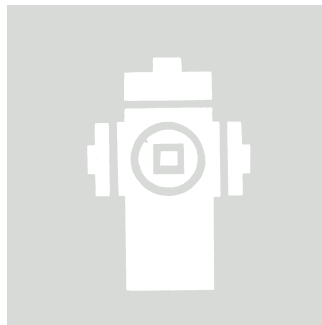
CONAFOVI
Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda

guíaconafovi

uso eficiente del agua en
desarrollos habitacionales



índice**contenido**



texto	introducción	9
<hr/>		
primera	parte	
	Diagnóstico	12
■	Disponibilidad y distribución del recurso	13
■	Contaminación	16
■	Cultura del agua	16
■	Normatividad existente	17
■	Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas	17
■	Normas Oficiales Mexicanas del Sector Agua	17
■	Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría de Salud	17
■	Normas de Producto	17
<hr/>		
segunda	parte	
	Áreas de oportunidad	18
■	Demanda vs consumo	19
■	Valor económico del agua	20
■	Reutilización de aguas grises	21
■	Uso de agua pluvial	23
<hr/>		
tercera	parte	
	Infraestructura	24
■	Agua potable	25
■	Redes de distribución	25
■	Tomas domiciliarias	26
■	Instalaciones intradomiciliarias	28
■	Elementos ahorradores de agua	31
■	Saneamiento	33
■	Red de atarjeas	34
■	Descargas domiciliarias	36
■	Fosas sépticas	37
■	Plantas de tratamiento	42
■	Captación del agua pluvial	43
■	Infiltración	43
■	Almacenamiento y reutilización	44
<hr/>		
cuarta	parte	
	Recomendaciones para el usuario	46
■	Detección y reparación de fugas	47
■	Detección de fugas en válvulas	48
■	Detección de fugas en el flotador	48
■	Detección de fugas en el sapito	48
■	Detección de fugas en la manguera	48
■	Fugas en las llaves mezcladoras	48
■	Recomendaciones generales	49
<hr/>		
	Anexos	
Anexo 1	Normas oficiales	52
Anexo 2	Recomendaciones técnicas	56
Anexo 3	Glosario y Bibliografía	60

guíaconafovi

uso eficiente del agua en
desarrollos habitacionales



textointroducción



Introducción



La explosión demográfica, y el crecimiento del sector vivienda, han traído como resultado un incremento en la demanda de agua, afectando la disponibilidad del líquido, principalmente en los acuíferos, e impactando fuertemente la infraestructura hidráulica existente.

En atención a esta situación, el Gobierno Federal, a través del Programa Sectorial de Vivienda 2001-2006 establece una línea estratégica dirigida al desarrollo del sector, garantizando la protección al ambiente. Para cumplir con este mandato, la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda ha venido instrumentando, desde el 2002, acciones en materia de vivienda sustentable tendientes a orientar la normatividad vigente en materia de vivienda hacia el cuidado del medio ambiente, diseñar lineamientos que permitan definir una vivienda sustentable, promover el intercambio y transferencia de tecnologías con organismos internacionales, fomentar el uso de tecnologías novedosas y llevar a cabo acciones de difusión para promover el uso de ecotecnias en la vivienda.

En el marco de este programa, se han formalizado acciones a través de la firma de diversos instrumentos jurídicos como el *Convenio de Colaboración para operar el Programa para el Desarrollo Sustentable de Vivienda* entre SEMARNAT, ONAVIS y CONAFOVI, el *Convenio para llevar a cabo acciones que promuevan y fomenten el uso racional del agua en desarrollos habitacionales* entre CONAFOVI y la CNA y la firma del *Acuerdo Específico para la Operación de la Primera Etapa del Programa Conjuntos Habitacionales Sustentables* entre SEMARNAT, CONAFOVI, ONAVIS, FIDE, CONAFOR, CNA, CMIC, CANADEVI.

Estos instrumentos han permitido la participación conjunta de los diversos organismos involucrados en el cuidado y manejo del medio ambiente, de tal suerte que a través de grupos de trabajo, coordinados por la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda, se han elaborado una serie de guías dirigidas a desarrolladores de vivienda con las cuales se pretende proporcionar información y recomendaciones encaminadas al uso eficiente de los recursos naturales, tanto en los desarrollos habitacionales, como en la vivienda.

En este contexto, la suma de esfuerzos y compromiso por parte de las instancias participantes, dio como resultado que en el contenido de la guía **Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales** quedará reflejada la aportación y el intercambio de experiencias, enfoques y puntos de vista de cada organismo participante, lo que permitió que los temas desarrollados fueran enriquecidos.



La **Guía** consta de cuatro capítulos y tres anexos. De estos últimos, el primero es relativo a la normatividad vigente del tema, el segundo hace referencia a 3 cuadros que permiten apreciar la información en forma de resumen y, por último, un glosario de términos. Por su parte, el primer capítulo de la **Guía** —*Diagnóstico*—, ofrece al usuario información sobre la disponibilidad de agua por habitante en países del mundo y en las regiones de México. Asimismo, destaca la importancia del deterioro de la calidad del agua en acuíferos sobreexplotados, de los altos consumos y la generación de aguas residuales en la vivienda haciendo énfasis sobre la importancia de incidir y revertir la tendencia actual a través de acciones concretas encaminadas a fomentar una cultura del uso racional, reutilización y pago justo del agua.

El segundo capítulo —*Áreas de Oportunidad*—, contiene un análisis sobre la ley de la oferta y la demanda, destacando la imperiosa necesidad de concertar esfuerzos sobre el manejo del consumo y no perseguir la satisfacción de la demanda que no parece tener límite; la conciencia del valor económico del agua y la importancia del cobro justo por el servicio, así como ejemplos de costos de inversión, operación y mantenimiento de la infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento. De igual manera son abordados, el tema de aguas grises y el uso de agua pluvial, los cuales se identifican también como áreas de oportunidad para permitir revertir la tendencia actual de consumo.

Infraestructura es el capítulo 3, que aborda los sistemas de abastecimiento de agua, desde acueductos, redes de distribución y tanques de regulación, en sus diversas escalas: ciudad, desarrollo habitacional y vivienda.

Un tema de especial interés es el de las tomas domiciliarias, ya que de una buena instalación depende su óptimo funcionamiento, pues se trata del elemento por el que se pierden dos terceras partes de las fugas de agua en los sistemas de distribución de agua potable. Al interior de la vivienda, los elementos ahorradores propuestos son únicamente enunciativos y deberán ser considerados, sin duda alguna, como parte obligatoria del funcionamiento interno de una vivienda. De esta forma, el capítulo emite una serie de recomendaciones tanto para usuarios como para desarrolladores de vivienda, sustentadas con base en las Normas Oficiales Mexicanas.

El tema de saneamiento que incluye las descargas domiciliarias, la red de atarjeas, colectores, emisores y plantas de tratamiento, destaca la importancia de la adecuada disposición de las aguas utilizadas convertidas en residuales; el gran reto está en su correcta depuración y reutilización.

En el último capítulo sobre las *recomendaciones para el usuario*, se presentan propuestas y sugerencias para los desarrolladores urbanos, y sobre todo los usuarios, para el adecuado funcionamiento y operación de las instalaciones, así como para el uso eficiente del agua, tanto en la vivienda, como en los desarrollos habitacionales.

La guía **Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales**, refleja la suma de esfuerzos institucionales encaminados a promover y subrayar la importancia del uso eficiente del agua, que contribuyan a la conservación del recurso y al fomento de acciones dirigidas a alcanzar dicho propósito, en todos los ámbitos del actuar urbano.

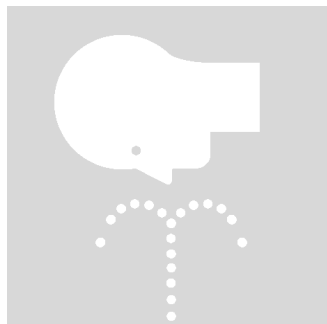


guíaconafovi

primeraparte



Diagnóstico



Disponibilidad y distribución del recurso



El crecimiento de las grandes concentraciones urbanas en gran número de países ha provocado un incremento acelerado de explotación de agua dulce, frente a una disponibilidad cada vez más escasa, distante y comprometida. La escasez sufrida en los últimos años y la degradación del recurso, aunada a las amenazas derivadas del cambio climático, presentan escenarios de incertidumbre sobre la disponibilidad futura del agua.

El volumen anual de agua dulce por habitante es un parámetro que permite hacer evaluaciones sobre la magnitud del problema, el cual presenta los resultados siguientes:

Tabla 1.1
Disponibilidad de agua en el mundo¹

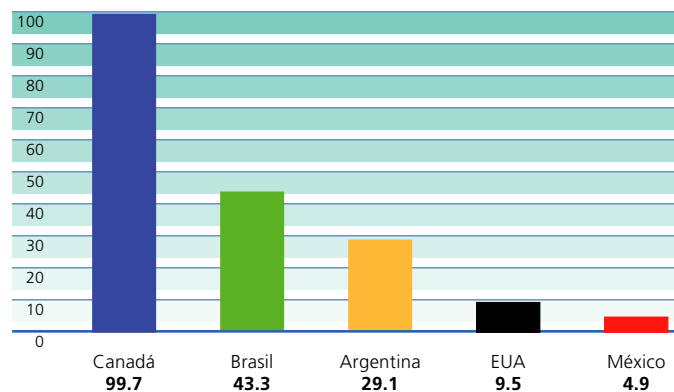
Categoría	Disponibilidad (m ³ anuales por habitante)	Países en el mundo
muy baja	menos de 1,000	16%
baja	1,000 - 5,000	35%
mediana	5,000 a 10,000	14%
alta	más de 10,000	35%

¹ CNA. *Estadísticas del Agua en México, 2004.*

Los datos anteriores nos indican que la mitad de los habitantes del planeta tienen problemas de abasto por una baja disponibilidad; es decir, existen comunidades que antes de evaluar posibles inversiones, tienen que preocuparse por contar con el recurso.

Nuestro país ha cruzado el umbral entre la disponibilidad media a baja, ya que figura entre las naciones que disponen de menos de 5 mil m³ de agua anuales por habitante; además, debe considerarse la irregular distribución regional y temporal del recurso, y la reducción del volumen por agua contaminada. En la Figura 1.1 se contrastan los volúmenes disponibles en algunos países americanos y México.

Figura 1.1
Disponibilidad promedio de agua en diversos países de América²



² Consejo Consultivo del Agua. *Movimiento Ciudadano por el Agua, 2000.*

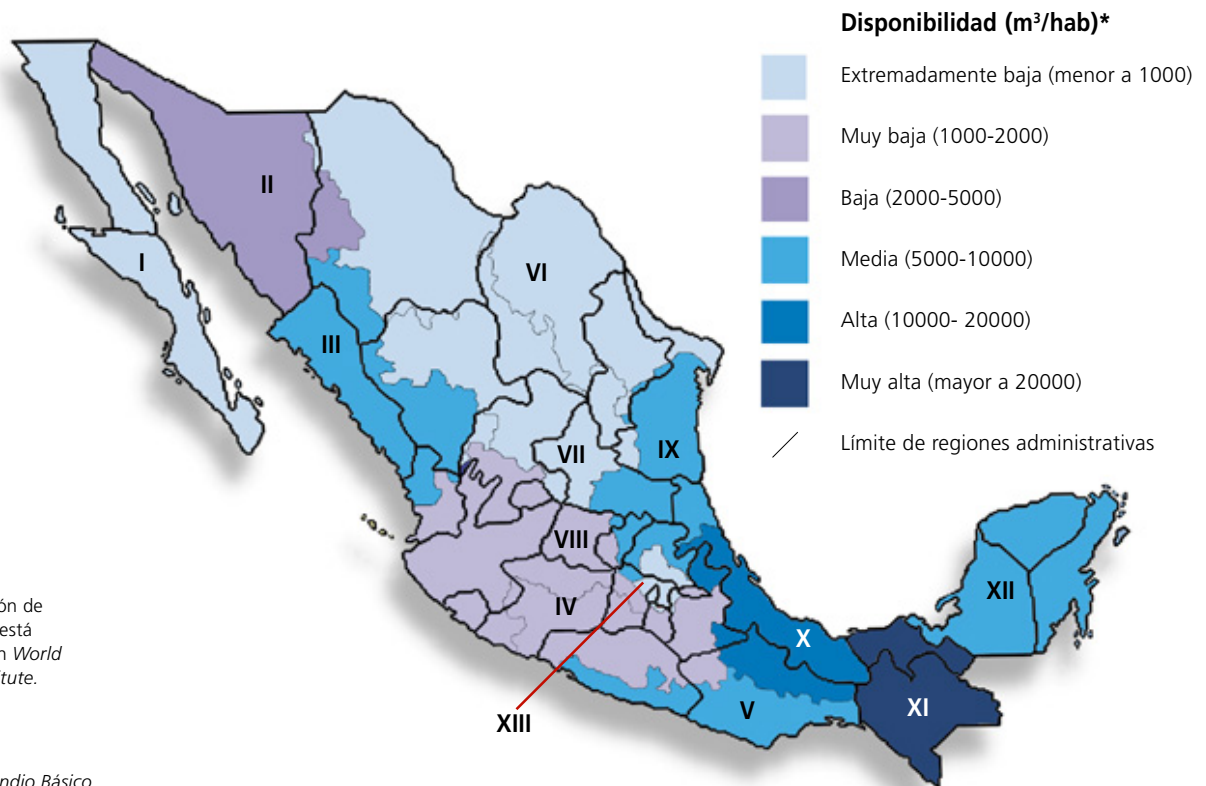


Para afrontar los retos de hoy, se ha reorganizado la división de nuestro país en 13 regiones congruentes con la distribución natural del agua, identificada como unidades naturales y administrativas e integradas por los municipios localizados en cada región.

I	Península de Baja California
II	Noroeste
III	Pacífico Norte
IV	Balsas
V	Pacífico Sur
VI	Río Bravo
VII	Cuencas centrales del Norte
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico
IX	Golfo Norte
X	Golfo Centro
XI	Frontera Sur
XII	Península de Yucatán
XIII	Valle de México

La distribución de la disponibilidad de agua en estas regiones se indica en la Figura 1.2, la cual, muestra la diversidad de condiciones climáticas que imperan en México, ofrece una gama de escenarios que permiten comparar a la Frontera Sur con volúmenes de agua similares a los disponibles en Argentina; el agua en la Región Pacífico Sur con la disponibilidad en Estados Unidos; y la gravedad de las Cuencas Centrales del Norte, y aún más del Valle de México, con la situación de países como Israel y Egipto, con 330 y 160 m³ anuales por habitante, respectivamente.

Figura 1.2
Disponibilidad de agua por región administrativa (2000)³



* La clasificación de disponibilidad está de acuerdo con *World Resources Institute*.

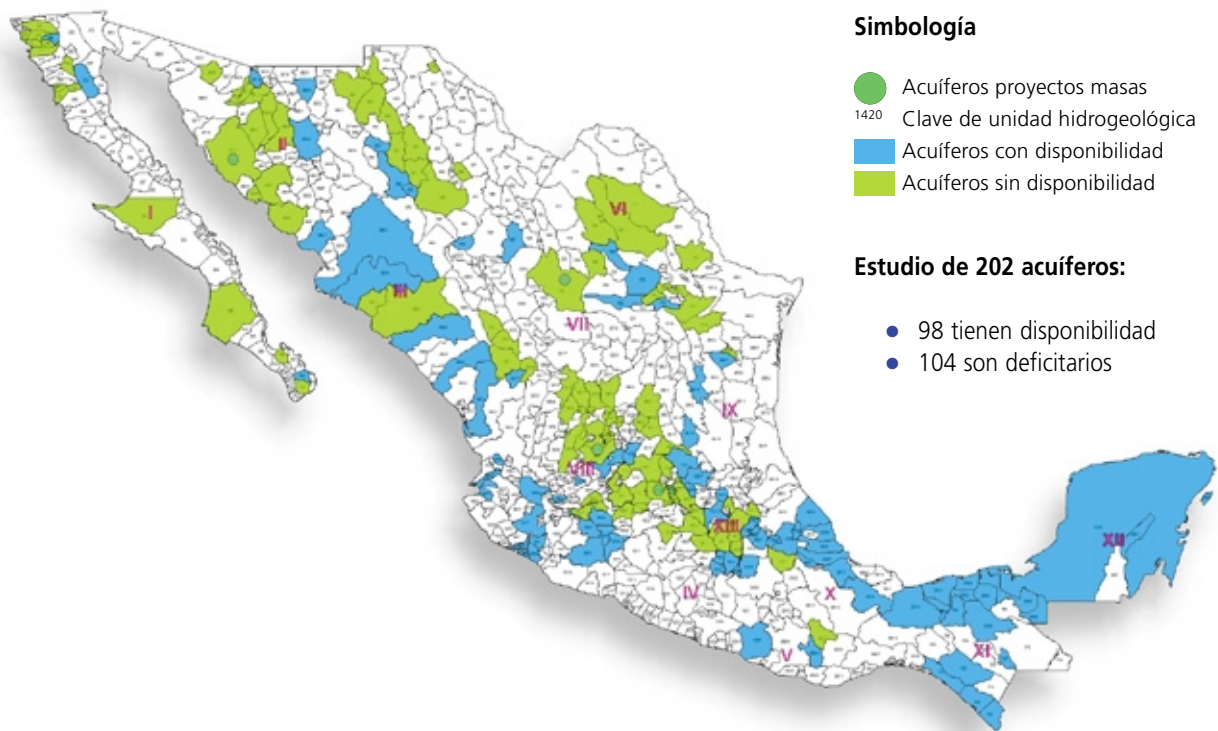
³ CNA. *Compendio Básico del Agua en México, 2002*.

El problema de la sobreexplotación de los acuíferos es grave. En 1975 existían 35 acuíferos sobreexplotados de los 653 que existen, cifra que se elevó a 96 en el año 2000, lo cual representa ya el 14% del total de acuíferos registrados en el país.

El uso racional del agua subterránea es indispensable, ya que cada vez un número mayor de regiones dependerá de sus reservas almacenadas en el subsuelo, como la principal, y quizá única, fuente de líquido. Sin duda, los acuíferos se convertirán en un recurso patrimonial estratégico, de hecho, a diciembre de 2002⁴ el 66% del agua que se suministra a las ciudades proviene de acuíferos y con ésta se abastece a 75 millones de personas (55 millones en ciudades y 20 millones en comunidades rurales).

⁴ Ibid

Figura 1.3
Disponibilidad de agua subterránea





Contaminación

El volumen de agua disponible se ve notablemente reducido por la intensa contaminación de los cuerpos receptores a causa del vertido de agua residual en ellos —sin tratamiento alguno— y por el deterioro cada vez mayor de la calidad del agua de los acuíferos sobreexplotados.

El acelerado crecimiento urbano y el desarrollo industrial han reducido al mínimo el tiempo que el agua necesita para su purificación natural, por lo que ahora se requiere la acción del hombre para depurarla y descargarla a los cuerpos receptores con el menor deterioro posible, o bien para su reutilización.

En promedio una casa habitación con cinco integrantes en la familia, y un consumo estimado promedio de 200 litros diarios por habitante, estaría produciendo un volumen de aguas residuales del orden de 22 m³ al mes; es decir, esta familia estaría contaminando 265,000 litros de agua cada año, en el mejor de los casos. De este modo, en una ciudad con un rango de población de 200 mil habitantes, como podría ser el caso de Colima, el uso doméstico está contaminando 15,000 millones de litros de agua anualmente.

⁵ CNA. *Situación actual del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, diciembre de 2003.*

⁶ CNA. *Estadísticas del Agua en México, 2004*

Se estima que, a diciembre de 2003, en el país se colectaba un caudal de 203 m³/s de aguas residuales a través de las redes de alcantarillado municipales, del cual solamente el 29.7% recibió tratamiento.⁵ Por lo que respecta a la industria, se estima que a diciembre de 2002, generaban un caudal de 171 m³/s de aguas residuales y solamente el 15.3% recibió tratamiento.⁶



Cultura del agua



Tradicionalmente, el agua ha sido considerada como un recurso de “propiedad común”, abundante y accesible a todos por igual, en donde los precios son muy bajos o nulos. Ésto ha determinado sus patrones de uso y consumo, por tanto, su derroche. Cuando el precio de un recurso como el agua es muy bajo o se aleja de su costo real, se utiliza sin tomar en cuenta ni la cantidad ni la conservación.

Conviene mencionar la incipiente cultura de pago del agua, donde el usuario nunca cuestiona la obligación de pagar sus consumos de energía eléctrica y teléfono, pero no considera las pequeñas cuentas por el suministro de agua, tal vez porque difícilmente le suspenderán el servicio.

Además del establecimiento de tarifas reales, debe mantenerse una intensa campaña de concientización del ahorro de agua, principalmente en el consumo doméstico, ya que lo que hoy no se paga puede provocar que en el futuro inmediato no contemos con el líquido a ningún precio. El dinero que hoy ahorramos por no pagar el agua, no valdrá un centavo cuando no dispongamos del servicio.

Normatividad existente



En México se han desarrollado un conjunto de normatividades, obligatorias y no obligatorias, emitidas por diversas instituciones y que contribuyen a aprovechar mejor el recurso y preservar la cantidad y la calidad del mismo. Algunas de estas normas son las siguientes:

Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) ha expedido hasta ahora cuatro Normas Oficiales Mexicanas para la prevención y control de la contaminación del agua. Éstas se mencionan en el anexo 1, y pueden consultarse a través de la SEMARNAT <www.semarnat.gob.mx>.

Normas Oficiales Mexicanas del Sector Agua

La Comisión Nacional del Agua (CNA) a través de su Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, expide Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en la materia, mediante las cuales ejerce las atribuciones que le confiere la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, como son aprovechar adecuadamente y proteger el recurso hídrico nacional.

Dichas normas establecen las disposiciones, las especificaciones y los métodos de prueba que permiten garantizar que los productos y servicios ofertados a los organismos operadores de sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, cumplan con el objetivo de aprovechar, preservar en cantidad y calidad, así como manejar adecuada y eficientemente el agua.

Estas normas se mencionan en el anexo 1, y pueden consultarse a través de la CNA <www.cna.gob.mx>.

Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría de Salud

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua, desde los sistemas hasta la entrega al consumidor. Por tales razones la Secretaría de Salud (SSA) en coordinación con la CNA y otras entidades de gobierno, han elaborado cinco Normas Oficiales Mexicanas. Estas normas se mencionan en el anexo 1, y pueden consultarse a través de la SSA <www.salud.gob.mx>.

Normas de producto

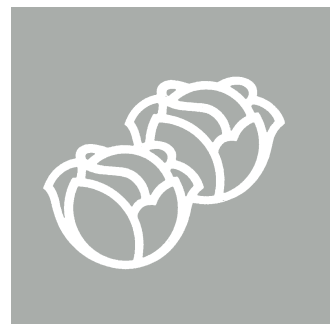
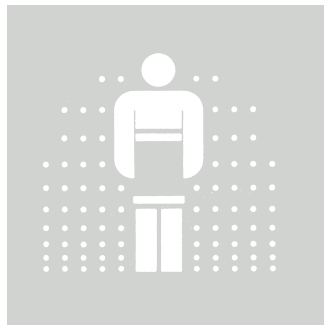
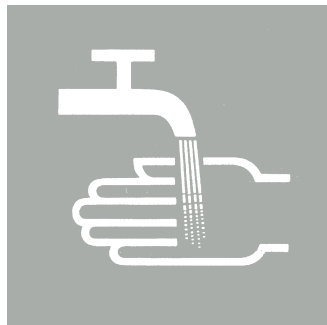
Dentro del subsector existe también una amplia gama de normas de producto (NMX) de carácter no obligatorio. La CNA, a través de su Gerencia de Normas Técnicas, ofrece la información relativa a la normatividad existente en materia de agua, así como la lista de proveedores confiables <www.cna.gob.mx>.

guíaconafovi

segundaparte



Áreas de oportunidad



Demanda vs. consumo



En un país como México, con una irregular distribución regional y temporal del agua, baja disponibilidad per cápita y la sobreexplotación de gran número de acuíferos, es imprescindible valorar el recurso con acciones de optimización del mismo y considerar la captación adicional de fuentes no convencionales como el agua pluvial; así como la revaloración del agua residual tratada, para ser reutilizada y evitar el consumo de agua de primer uso.

El agua usada no debe continuar considerándose como un desecho, sobre todo cuando el recurso es escaso. Es importante identificar áreas de oportunidad que permitan su mejor aprovechamiento, mediante las cuales se contribuya a la conservación del recurso y se disminuyan los problemas de desabasto, fomentando acciones de ahorro del agua.

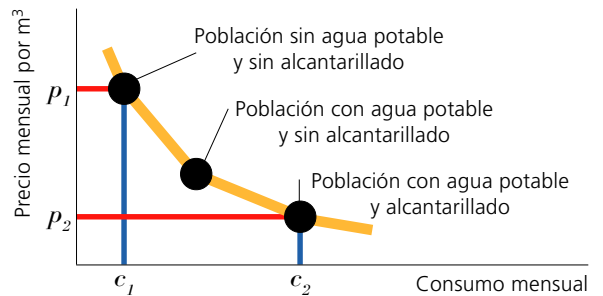
La infraestructura y la relativamente limitada oferta de agua deben ser gestionadas con mayor eficacia para satisfacer demandas crecientes. Los futuros suministros, especialmente en regiones que sufren escasez, provendrán de la conservación, el reciclaje, la reutilización y la mejora de la eficiencia en el uso del agua, más que del desarrollo de ambiciosos proyectos. Es evidente que la nación ya no puede seguir intentando satisfacer la insaciable demanda de agua mediante la continua ampliación de una oferta que tiene límites físicos, ecológicos, económicos y financieros.

La Figura 2.1 muestra el comportamiento de los consumos con relación a las tarifas o precios del agua. La población de bajos recursos, misma que carece del servicio por asentarse en las periferias de las ciudades, o bien porque habita en pequeños pueblos sin acceso al agua potable, consume un promedio de 5 a 7 m³ al mes por familia (de 33 a 46 litros diarios por habitante), ya que, en el mejor de los casos, su abastecimiento es a través de la adquisición de tambo o pipas y su costo llega a ser hasta de \$40 por m³; lo anterior representa un gasto monetario de \$200 a \$280 mensuales por familia.

En contraste, la gente que cuenta con los servicios de agua potable y alcantarillado en su domicilio, mantiene consumos del orden de 200 litros diarios por habitante y goza de tarifas generalmente mucho más bajas; por ejemplo, una familia en el Distrito Federal, con cinco integrantes, consume 30 m³ mensuales y paga tan sólo \$23.47.⁷ Ambos factores (disposición y precio) derivan en un mayor consumo.

La Comisión Nacional del Agua reporta en su Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), valores de consumo por clase socioeconómica obtenidos de mediciones estadísticas efectuadas por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA),⁸ estos datos se indican en la Tabla 2.1 y están en función del clima de la localidad.

Figura 2.1
Comportamiento del consumo en función del precio del agua



⁷ Tarifa oficial del Gobierno del Distrito Federal, para el 2004

Tabla 2.1
Consumo per cápita en litros diarios

⁸ Ochoa A. L., Rodríguez V. M. y Delgado B. A., *Análisis de la información del estudio de actualización de dotaciones en el país*, IMTA, Jiutepec, Morelos, 1993

Clima	Consumo por clase socioeconómica		
	residencial	media	popular
Cálido mayor a 22° C	400	230	185
Semicálido de 18 a 22° C	300	205	130
Templado de 12 a 17,9° C	250	195	100
Frío menor a 12° C	250	195	100



Valor económico del agua

Las primeras civilizaciones se asentaban al lado de ríos o lagos; paulatinamente, las concentraciones humanas y los incrementos de consumos, han obligado a un cambio fundamental: es el agua la que ahora debe conducirse hasta los usuarios, otorgándole al líquido un valor económico. Esta nueva dimensión económica del agua se ha incorporado a las comúnmente manejadas: ecológica, social y política.

En la Cumbre de Johannesburgo (2002), los gobiernos se comprometieron a emplear todos los instrumentos de política, incluyendo la regulación, el monitoreo y la recuperación de costos de los servicios de agua, para garantizar el acceso al agua limpia de las personas de menores recursos.

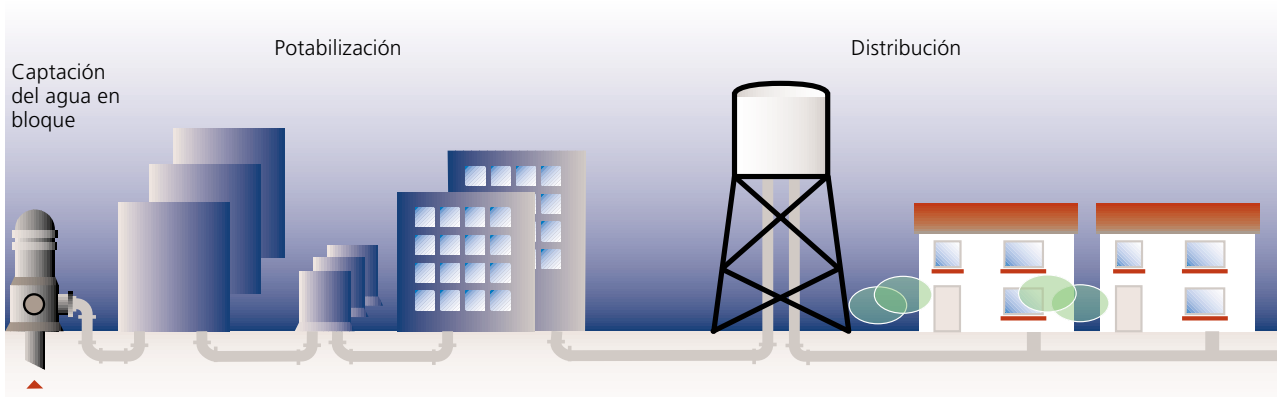
Los costos de suministro en un sistema de agua potable varían en función de factores tan elementales como la captación de agua superficial o subterránea, la conducción del agua en grandes acueductos o en pequeñas líneas de conducción, la necesidad de potabilizar o simplemente desinfectar, etc. Con base en ello, se han determinado valores promedio, mínimo y máximo, de los costos del abastecimiento del agua a la población, el alcantarillado sanitario y el saneamiento del agua.

De acuerdo con la Figura 2.2, el costo por m³ de agua suministrada asciende a \$2.02 como mínimo, y hasta \$8.20. De igual forma, los servicios de alcantarillado sanitario van de \$1.00 hasta \$1.80, y los de saneamiento desde \$1.00 hasta \$2.40. El costo total de los servicios está comprendido en un rango de \$4.02 hasta \$12.40, por cada metro cúbico.

Figura 2.2

Costos mínimos y máximos, por m³, de la infraestructura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Fuente: CNA, 2004



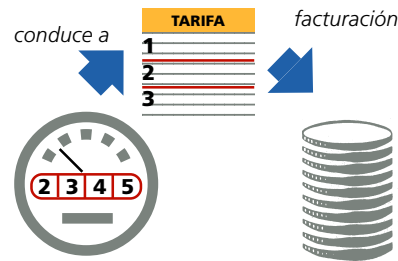
	<i>Inversión mín - máx</i>	<i>Operación y mantenimiento mín - máx</i>
Captación del agua en bloque	0.50 – 3.00 \$/m ³	0.50 – 3.00 \$/m ³
Potabilización	0.10 – 0.50 \$/m ³	0.02 – 0.30 \$/m ³
Distribución	0.60 – 0.90 \$/m ³	0.30 – 0.50 \$/m ³

Subtotal: Inversión, operación y mantenimiento: 2.02 a 8.20 \$/m³

Alcantarillado sanitario	0.80 – 1.20 \$/m ³	0.60 – 1.30 \$/m ³
Saneamiento	0.20 – 0.60 \$/m ³	0.40 – 1.10 \$/m ³

**Total de los servicios: Inversión, operación y mantenimiento:
desde un mínimo de 4.02 \$/m³ hasta un máximo de 12.40 \$/m³**

La necesidad de optimizar el manejo del agua debe partir de la eliminación de subsidios no justificados y el establecimiento de tarifas que respondan al costo real de prestación del servicio. Las tarifas para uso doméstico deben establecerse bajo criterios socioeconómicos, técnicos y financieros. Sin embargo, la falta de una tarifa real que cuando menos cubra los costos de operación y mantenimiento, hace que la viabilidad del abastecimiento se vea seriamente comprometida.



Reutilización de aguas grises



Un área de oportunidad para el uso eficiente del agua es el reuso de aguas grises. Las aguas grises (jabonosas) son las aguas servidas domésticas libres de materias fecales, como los desagües de la cocina, del lavabo, regaderas y de la lavadora. Estas aguas pueden ser reutilizables, dentro de un mismo inmueble, una vez que se les haya dado tratamiento; poseen una gran cantidad de contenido orgánico, así como sales (principalmente sodio y potasio), por tanto, sin tratamiento no son aptas para riego de áreas verdes o reutilización en general.

La elección de un tipo de tratamiento de las aguas grises depende de varios factores como el sitio de instalación, el espacio y recursos financieros disponibles, las necesidades de los usuarios y el uso del agua tratada, entre otros. Las aguas grises pueden tratarse y reutilizarse en el riego de las áreas verdes de condominios. Para ello, es necesario que las construcciones cuenten con doble tubería de drenaje para su separación; una para las aguas negras y otra para las aguas grises.

Con el fin de conocer la cantidad de aguas grises que se generan, se han realizado estudios de la distribución del uso del agua en el hogar. Según la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora (COAPAES), el consumo promedio de una familia de 5 miembros es de 1,500 litros diarios (300 litros por habitante) distribuidos de la siguiente manera: 70% en el baño, 15% lavadora, 13% cocina y limpieza, 2% agua para beber,⁹ de donde se generan las aguas residuales (aproximadamente 70% de la aportación).

⁹ Monroy, Carlos y Francisco Meléndez, *Estrategias para el ahorro y uso racional del agua*, Espacio ITH, 2002, México

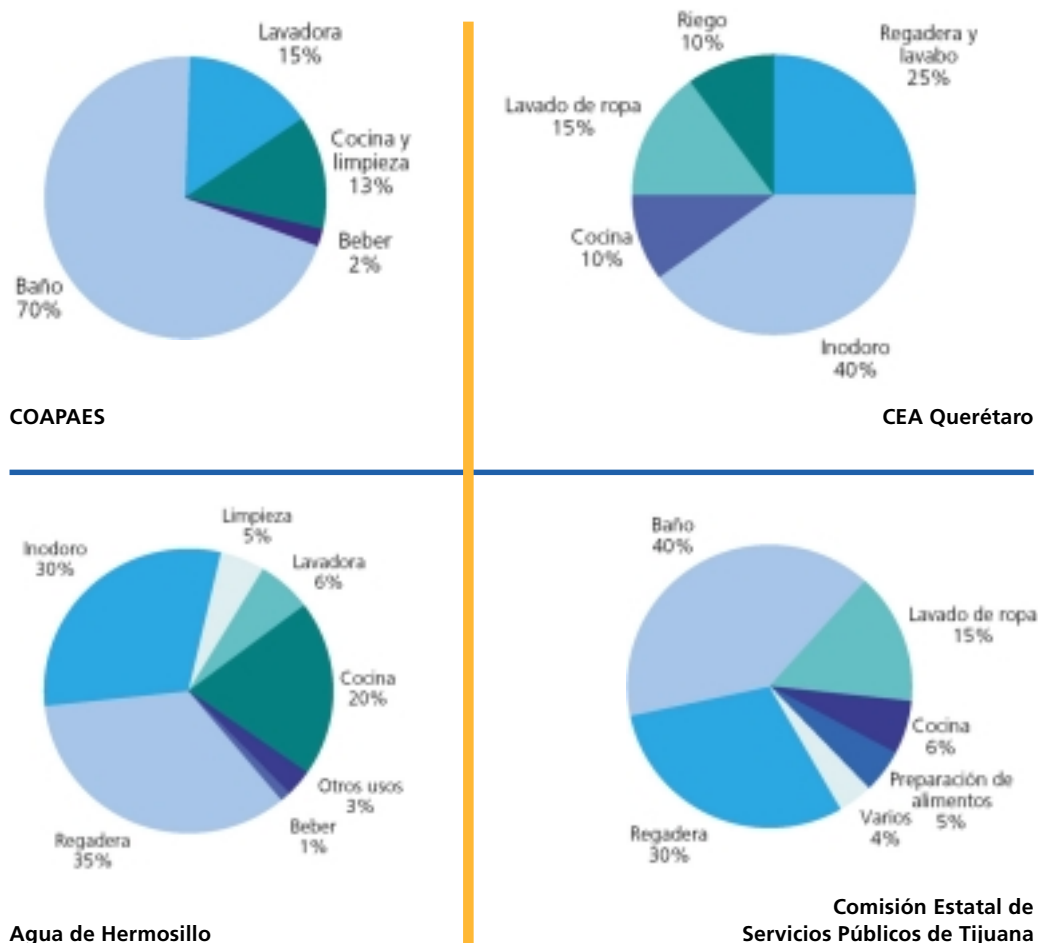
De acuerdo con la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro (CEA) la utilización del agua en el hogar es del 10% en la cocina, 10% en riego, 15% en el lavado de ropa, 25% en la regadera y lavabo y 40% en excusado.¹⁰

¹⁰ www.ceaqueretaro.gob.mx/index/u_usoeficiente

Agua de Hermosillo indica que en promedio diariamente se consumen 304 litros por habitante, un 35% en la regadera, 30% en el sanitario, 20% en la cocina, 6% en lavadora, 5% en limpieza, 3% en otros usos y apenas 1% en agua para beber. Los tres primeros rubros de consumo de agua en el hogar suman el 85% del consumo total en la casa.¹¹ Si en estos tres rubros se utilizan dispositivos ahorradores, se tendría un ahorro del 50% del consumo en la regadera; un 40% en el sanitario y, por último, un 60% en la cocina.

¹¹ www.aguadehermosillo.gob.mx/main/cultura_2.htm

Figura 2.3
Distribución del uso del agua en el hogar



¹² www.cespt.gob.mx/cultura/consumo.htm

En la página web de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana se mencionan consumos del 40% en el sanitario, 30% en la regadera, 15% en el lavado de ropa, 6% en la cocina, 5% en la preparación de alimentos y el 4% restante en usos varios. Asimismo, que el consumo promedio por familia es de 15 a 25 m³ por mes, en una familia de cinco miembros.¹²

Considerando lo anterior, las aguas grises constituyen del 60 al 65% del consumo doméstico de agua. Por lo que la reutilización de éstas puede reducir el consumo en un 35% en una familia de 4 personas, representando un área de oportunidad para el ahorro de agua. Los sistemas de reutilización de aguas grises están pensados para fomentar el uso racional del agua. Las aguas pluviales y las procedentes de lavadoras, regaderas y bañeras, previo tratamiento, pueden servir para alimentar el tanque de los inodoros, en el que, hasta ahora, se utiliza agua potable, dándole una función innecesaria; disminuyéndose con esto el consumo de la misma y el vertido de aguas residuales.

Uso de agua pluvial



Otra área de oportunidad es la captación de agua de lluvia para uso y consumo humano, lo cual tiene una larga tradición en muchos países desarrollados, regiones aisladas e islas. Esta técnica es vista como una posibilidad de descentralizar el manejo del agua mediante la intercepción, colección y almacenamiento de la misma en depósitos, para su posterior uso.

La captación de agua pluvial puede llevarse a cabo para uso directo o para recarga de acuíferos. La selección va a depender de los patrones de lluvia y de la hidrogeología de la región. Si la precipitación en la zona es escasa, conviene la recolección y el almacenamiento del agua; si es abundante se tendrá suficiente agua para el consumo y los excedentes pueden infiltrarse cuando las características de permeabilidad del suelo lo permitan.

Colectar la lluvia que cae sobre un edificio para usarla en las necesidades del mismo es una práctica que promueve la autosuficiencia y ayuda a alentar el cuidado de este recurso básico para la vida. También implica el ahorro de energía requerida para operar un sistema diseñado para tratar y bombear agua desde zonas alejadas.

La recolección de lluvia puede llegar a ser un importante suplemento de agua en regiones en donde su disponibilidad superficial o subterránea es insuficiente. La recarga de acuíferos ayuda a aumentar la calidad del agua de éstos a través de la dilución y contribuye a evitar la sobreexplotación de los mismos con vistas a que en el futuro no se agoten.

Es importante asegurar que la calidad del agua de lluvia no se encuentre afectada por la contaminación ambiental de la zona y es necesario utilizar el tratamiento adecuado de la misma antes de pensar en el uso directo o en la recarga de acuíferos. El daño ocasionado a los mantos freáticos es irreversible si no se toman las medidas pertinentes.

guíaconafovi

terceraparte



Infraestructura



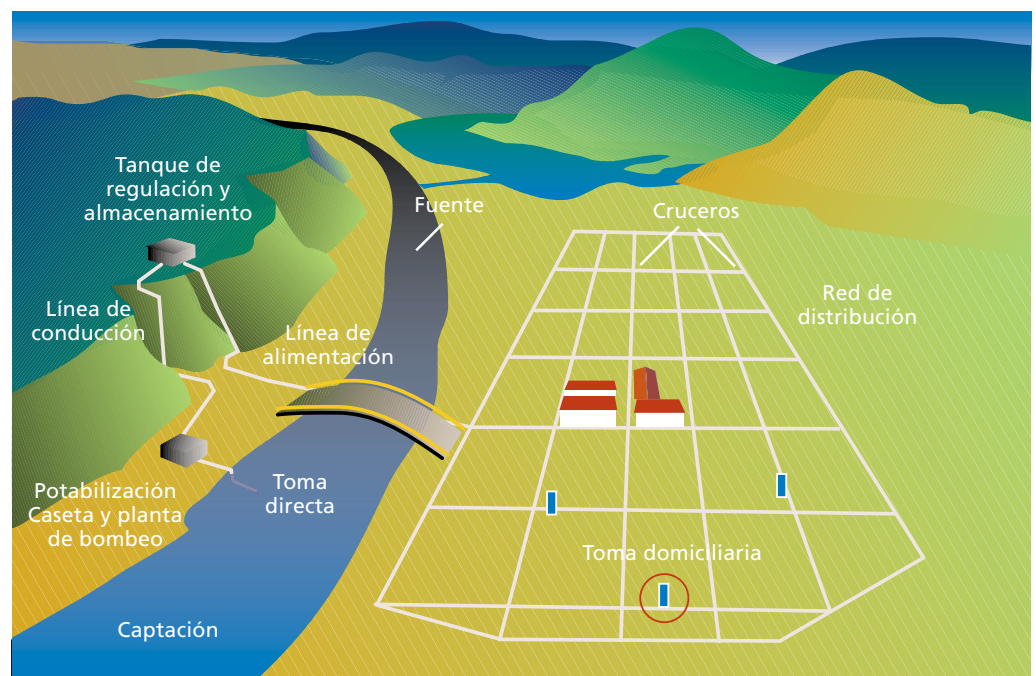


Redes de distribución

Al sistema de tubos (tubería), accesorios y estructuras que conducen el agua desde los tanques de regulación o plantas de bombeo hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos se le denomina red de distribución, cuya función es proporcionar el servicio a los usuarios. En principio, la finalidad del sistema es mantener la distribución del agua permanentemente, tanto en cantidad como en calidad, y a una presión adecuada.

Un esquema general de una red de distribución típica se muestra en la figura, en la que se pueden identificar los componentes principales.

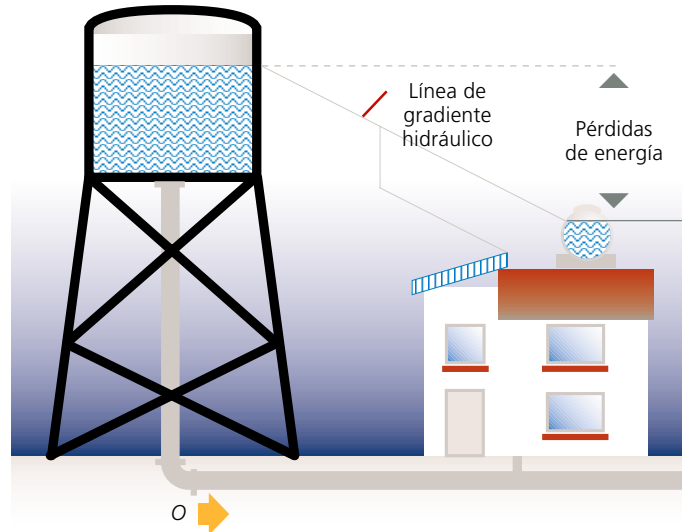
Figura 3.1
Sistema típico de abastecimiento de agua potable



Para acceder a la literatura técnica especializada que proporcione información con mayor detalle sobre el diseño, construcción, operación y mantenimiento de redes de distribución, puede consultarse el MAPAS de la CNA o en <www.cna.gob.mx>.

La distribución del líquido a los usuarios puede hacerse a través de un bombeo directo a la red. Sin embargo, esto es lo menos recomendable, pues una falla en el suministro eléctrico significa una interrupción completa del servicio. Además, la variación en el consumo de agua durante el día provoca una variación en la presión al interior de la tubería, lo que repercute en la eficiencia de operación de las bombas, un mayor consumo de energía eléctrica y una disminución en la vida útil de los equipos de bombeo. De manera similar, la variación en la presión de entrega de las bombas provoca un aumento en las fugas. De lo anterior se desprende que la forma más eficiente y confiable de distribuir el agua a los consumidores es a través de la alimentación de un tanque elevado que mantenga la presión suficiente y prácticamente constante, para el mejor servicio a los usuarios.

Figura 3.2
Suministro de agua potable por efectos de la acción de la gravedad, a través de un tanque de regulación



Tomas domiciliarias

A partir de la definición expuesta en el tema anterior, y como portadoras del micromedidor que permite establecer el volumen de agua que finalmente llega a los usuarios, resulta paradójico que las tomas domiciliarias sean el elemento de la red en donde se presentan la mayor cantidad de fugas,¹³ principalmente por la baja calidad de los materiales y por deficiencias en su instalación.

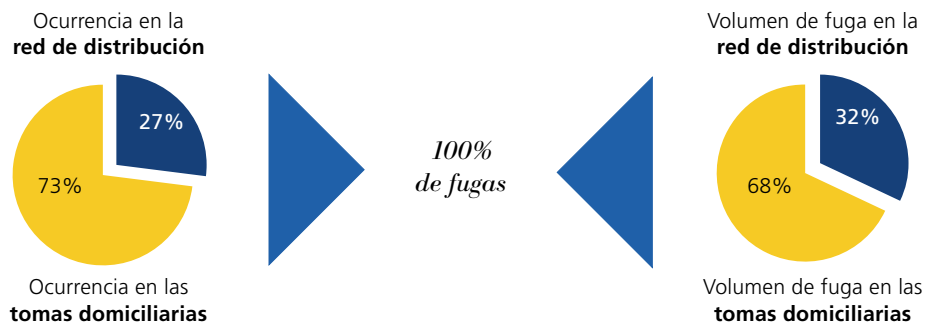
Los estudios de evaluación de pérdidas de agua¹⁴ elaborados a la fecha en diversas ciudades del país, indican que en los sistemas de abastecimiento de agua potable del país, las pérdidas físicas son de aproximadamente el 40%; y de éstas la tercera parte se pierde en las tomas domiciliarias (68%).

Como resultado de lo anterior, se ha publicado una Norma Oficial Mexicana de carácter obligatorio, que busca minimizar las pérdidas de agua potable en este elemento. La norma se identifica como la NOM-002-CNA-1995, la cual, con el fin de preservar el recurso hidráulico, establece las especificaciones y métodos de prueba que debe cumplir la toma domiciliaria para el abastecimiento de agua potable y puede consultarse a través de la Gerencia de Normas Técnicas de la Comisión Nacional del Agua.

¹³ Estudios de Evaluación de pérdidas elaborados por la Comisión Nacional del Agua (CNA) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)

¹⁴ Ibid

Figura 3.3
Proporción de la ocurrencia y del caudal de fugas en los sistemas de distribución de agua potable



Las fallas se presentan en diferentes partes de las tomas, por lo que resulta muy conveniente describirlas con el debido detalle:

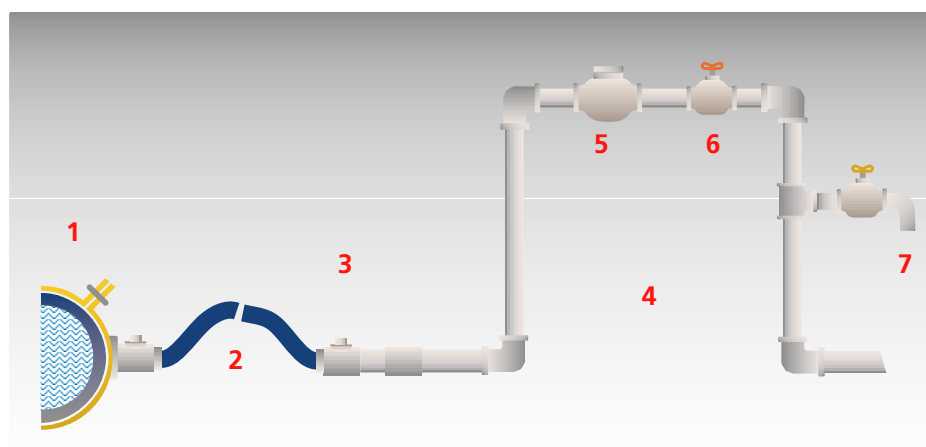
- **Ramal.** Es la parte de la toma que lleva el agua de la red secundaria hasta el interior del predio del consumidor. Da inicio en el acoplamiento con la tubería, lo que se hace con un insertor y una abrazadera (marcada con el número 1 en la Figura 3.4), que es la encargada de hacer hermética la unión entre la red y el ramal. Existen también las válvulas de inserción, cuya ventaja radica en su instalación sin la necesidad de suspender el servicio.

A partir de la abrazadera, se instala la tubería flexible que permita absorber los movimientos diferenciales del terreno entre la red y la instalación intradomiciliaria (2). Esta tubería suele ser de cobre flexible tipo "L" o bien de polietileno de alta densidad (PEAD). En este tubo se instala una válvula, generalmente de bronce, denominada llave de banquetta (3), cuya función principal es la interrupción del flujo para llevar a cabo reparaciones sin necesidad de excavar; como lo indica su nombre, se instala en el exterior del predio.

Conviene resaltar la importancia de llevar a cabo la correcta instalación del ramal, y sobre todo la utilización de los materiales adecuados para garantizar la hermeticidad y durabilidad de la toma domiciliaria, pues en este elemento es en el que se presentan el 74% de las fallas que provocan las fugas.¹⁵ Es práctica común la adquisición de manguera plástica (poliducto) que está muy lejos de cumplir con la calidad requerida. Se obtiene un pequeño ahorro económico, pero se provoca una gran pérdida de agua por falta de conocimiento.

¹⁵ Ochoa A. L., Bourguett O. V., *Reducción integral de pérdidas de agua potable*, IMTA-CNA, 1998, México

Figura 3.4
Toma domiciliaria típica



Ejemplo de medidor

Fuente:
www.aguahermosillo.gob.mx

- **Cuadro.** En esta parte de la toma (4) se aloja el medidor de caudal (5), indispensable para cuantificar el consumo y evaluar la tarifa correspondiente. El material utilizado en el cuadro es fierro galvanizado (*fo.go.*) o cobre rígido tipo 'M', e incluye la válvula de globo (6); codos y té de bronce, cobre o *fo.go.*; y llave para manguera (7).
- **Medidor (5).** Aunque es parte del cuadro, este elemento tiene especial importancia por ser el medio para evaluar la eficiencia del servicio, los consumos de los usuarios y la recuperación de los costos de operación y mantenimiento a través de las tarifas y la recaudación.

La insistencia en recomendar la correcta instalación y prueba de tomas domiciliarias se sustenta en el porcentaje que éstas representan en las fugas de agua. Es un asunto que compromete a autoridades federales, estatales y municipales, a los organismos encargados de la prestación de los servicios y a todos los usuarios, pero principalmente a quienes realizan la instalación. Por ello, se ofrece la información técnica y normativa necesaria a través del MAPAS de la CNA y el cumplimiento de la norma correspondiente.

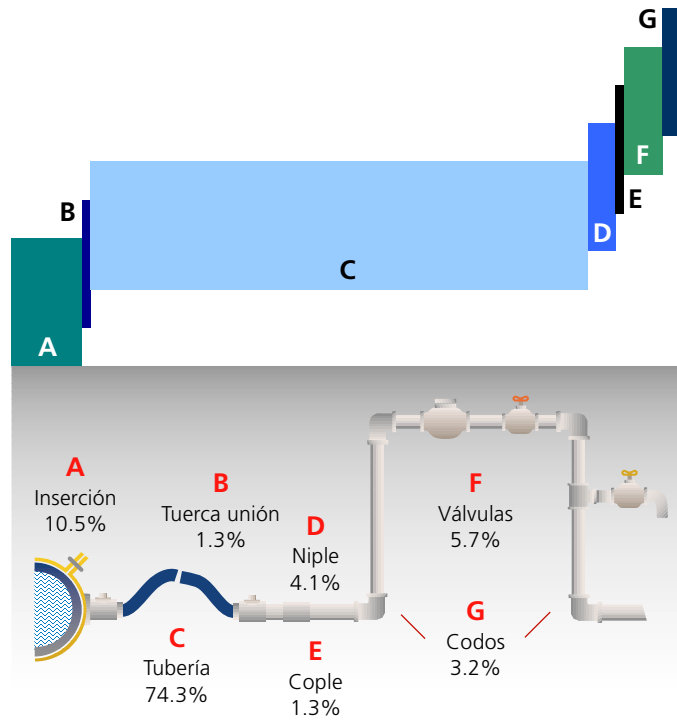


Figura 3.5
Ubicación y frecuencia de fugas en las tomas domiciliarias

¹⁶ Ver el apartado *Saneamiento* de esta guía

¹⁷ Ver el apartado *Reutilización de aguas grises*; así como *Almacenamiento y reutilización*, de esta guía

Instalaciones intradomiciliarias

La red intradomiciliaria consiste en el conjunto de tubos de conducción y distribución del agua ubicado al interior de la vivienda, a partir de la salida del medidor y hasta la entrega en los muebles sanitarios, lavabos, cocina, lavadero, u otros receptores.

La red debe considerar una tubería de entrada de agua potable y tubería de salida (albañal) de las aguas utilizadas al drenaje o a fosas sépticas¹⁶ y de ser posible debe considerar el reutilización y reciclamiento de aguas grises dentro de la vivienda.¹⁷

Es recomendable que los materiales utilizados cumplan con las normas mexicanas de producto NMX, lo que aunado a una buena instalación, permitirá la durabilidad de la red y la inexistencia de fugas.

Existen muchos factores que determinan la correcta y conveniente selección del material de la tubería en la construcción de los ramales intradomiciliarios, entre ellos destaca la exposición a la intemperie del tubo, tanto a los rayos ultravioleta en el día como al sometimiento a temperaturas extremadamente bajas por la noche, en algunas regiones del país.

Otro parámetro que debe tomarse en cuenta es la facilidad en su manejo e instalación, su disponibilidad en el mercado nacional, la relación entre sus ventajas y su precio de adquisición, así como las propiedades intrínsecas del propio material.

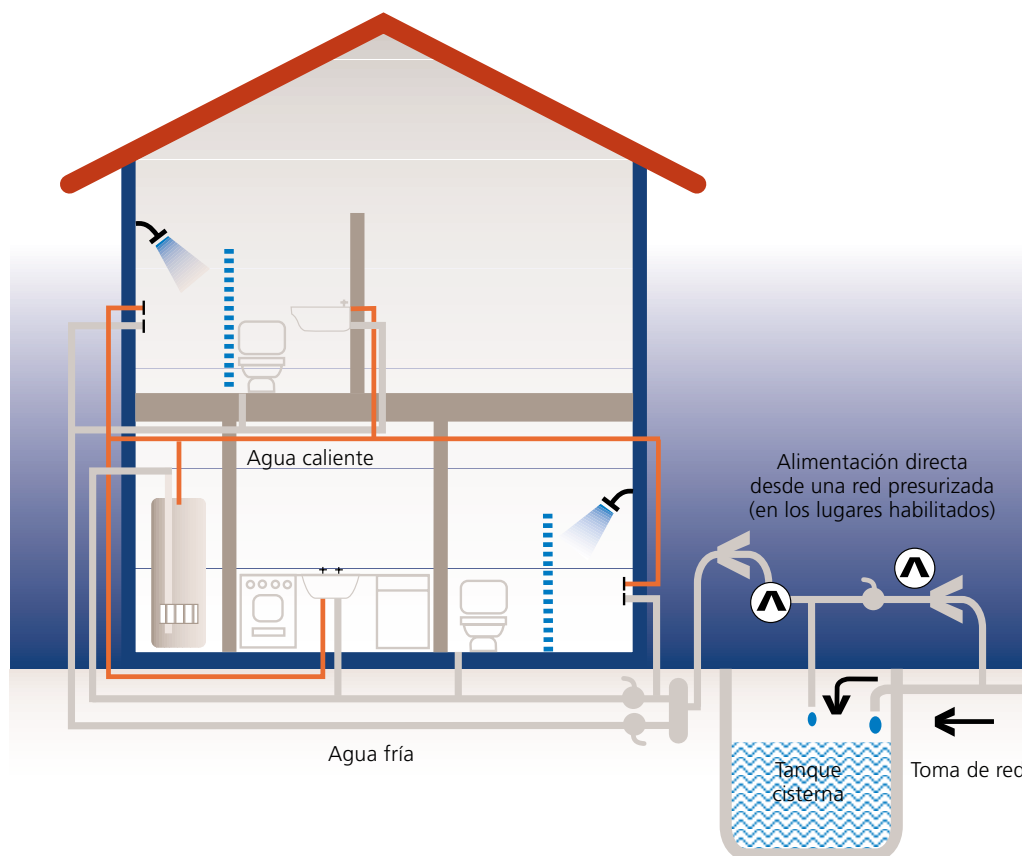


Figura 3.6
**Esquema de
instalación**

Fuente: Tomado de
www.rowa.trpod.com.mx

Actualmente, los fabricantes incluyen entre las bondades del tubo que venden la baja rugosidad interior, ofreciendo con ello una menor pérdida de presión o de energía hidráulica. Sin embargo, esta aseveración carece de importancia, pues las distancias en cualquier red de distribución interna en una vivienda y consecuentemente la caída de energía debido a la fricción son muy pequeñas en relación con las pérdidas de energía locales, provocadas por la presencia de cambios de dirección, válvulas y accesorios. No obstante, los tubos lisos ofrecen menores espacios para la colonización de bacterias.¹⁸

¹⁸ Ver el apartado *Normas Oficiales Mexicanas del Sector Agua*

A continuación se enlistan algunas de las características más importantes de los materiales comúnmente más utilizados, como una base que permita al constructor tomar la mejor decisión.



Cobre



- Ahorro importante en mantenimiento, duración y conducción del flujo.
- Resistencia a la corrosión: presenta un excelente comportamiento frente a todos los materiales de construcción y de los fluidos a transportar, asegurando así una larga vida útil a la instalación.
- Facilidad de unión: el sistema de soldadura capilar permite efectuar con rapidez y seguridad las uniones de la tubería.
- Como desventaja puede mencionarse su alto costo respecto a otros materiales; así como riesgo de fugas en las uniones cuando existen movimientos telúricos o asentamientos diferenciales del suelo.

Polipropileno Copolímero Random (PPCR)



- Ausencia de corrosión.
- Resistencia al agua caliente.
- Menor incidencia en fugas en las uniones por utilizar termofusión.
- Conserva la temperatura del agua por más tiempo.
- Excelente resistencia al impacto.
- Alta resistencia a bajas temperaturas.
- Como desventaja pueden mencionarse el costo y el hecho de que es necesario un termofusor.

Fierro galvanizado



Se utiliza cuando la tubería y piezas especiales se encuentran expuestas a la intemperie, o bien, al paso de personas, maquinaria en general o equipo, que pudieran golpear la red de manera accidental.

- Es adecuada para instalaciones exteriores.
- Tiene resistencia a los golpes, proporcionada por su estructura interna.
- Su materia básica es el hierro principalmente, del cual se hace una fundición maleable para conseguir tubos y piezas especiales, las cuales se someten posteriormente al proceso de galvanizado.
- Las tuberías y conexiones de fierro galvanizado están fabricadas para trabajar a presiones máximas (10.5 kg/cm²: cédula 40) y (21.2 kg/cm²: cédula 80).

Como desventajas pueden mencionarse:

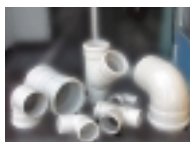
- Su alto costo.
- Mayor peso que otros materiales.
- Poca maniobrabilidad.
- Mayor tiempo de instalación debido a la dificultad en el corte y roscado en tramos cortos.



Policloruro de vinilo (PVC)



- Hermeticidad: por su naturaleza, el PVC impide filtraciones y fugas si los tubos cuentan con una junta hermética. Se recomienda la unión espiga-campana con anillo de hule integrado.
- Resistencia a la corrosión: inmune a la corrosión química o electro-química; por tanto, no requiere recubrimientos o protecciones. No se forman incrustaciones ni tuberculizaciones (formaciones de óxido).
- Resistencia bacteriológica: al no existir materia nutriente, resiste el ataque de algas, hongos y bacterias.
- Ligereza: es sencillo de transportar, manipular e instalar.
- Flexibilidad: permite cierta deflexión durante su instalación.



Desventajas:

- Susceptibilidad a daños durante su manejo. Su resistencia puede ser afectada por raspaduras o golpes.
- A temperaturas menores a 0 °C, reduce su resistencia al impacto.
- A temperaturas mayores a 25 °C, reduce su resistencia a la presión interna.
- La exposición prolongada a los rayos solares reduce su resistencia mecánica.

Polietileno de Alta Densidad (PEAD)



Tiene las mismas ventajas que el PVC; además:

- Termofusión: las uniones se logran aplicando calor con herramientas específicas, pero fáciles de utilizar.
- Rapidez de instalación: por su presentación en rollos (en diámetros menores a 75 mm) no requiere uniones en tramos largos.
- Compatibilidad: existen adaptadores especiales para cada tipo de unión y materiales a los que se une.
- Resistencia a la intemperie: sin mantenimiento alguno resiste 15 años a la intemperie.



Desventaja:

- Mayor costo que tubería de PVC.

Es importante que, al hacer una instalación, se verifique que la tubería que se utilice cumpla con la normatividad correspondiente, así como, una vez instalada toda la red, se deberán realizar pruebas de hermeticidad.

Elementos ahorradores de agua

El ahorro del agua se promueve, cada vez más, mediante diversas acciones en la vida diaria y la utilización de dispositivos que pueden aplicarse tanto dentro de la vivienda como fuera de ella. Para ello, se encuentran en el mercado diversos elementos que permiten el ahorro de este vital líquido. En este apartado, se tratarán únicamente los dispositivos ahorradores de agua que pueden ser empleados al interior de la vivienda y que resultan los más comunes y fáciles de instalar.

La contribución de cada vivienda a la reducción del consumo puede empezar con la instalación de unos sencillos economizadores en los grifos, regaderas e inodoros que permiten ahorrar alrededor de un 40% del agua que se consume, sin restar comodidad al usuario. Estos impiden, simplemente, la salida de un caudal excesivo de agua (incorporan reductores de caudal), agregando por contrapartida distintos mecanismos, tales como microdispensores o aireadores que logran obtener una mayor velocidad de agua con menor caudal.

Algunos de los accesorios ahorradores de agua más comunes en el mercado son los siguientes:

Perlizadores

Son elementos dispersores que incrementan la velocidad de salida al disminuir el área hidráulica, pero aumentan la pérdida de carga, reduciendo de este modo el consumo de agua.



Obturadores

Estos elementos limitan el flujo de agua en la tubería y permiten la salida de una menor cantidad de líquido (10 l/min), mantienen la temperatura del agua y son fáciles de instalar.





Regadera

Para disminuir el consumo de agua en la regadera se puede cambiar la cebolleta entera. Actualmente existen diversos modelos y marcas de cebolletas ahorradoras que permiten al usuario ahorrar de un 40 hasta un 50% del agua, sin reducir la presión; dependiendo del modelo y la marca que se utilice.



Las cebolletas elaboradas a base de plástico endurecido no se oxidan e inclusive evitan la acumulación de sarro. En la actualidad existen ya diversos modelos que no presentan atomizaciones ni forman nubes, dirigiendo el chorro directamente al usuario, son de fácil instalación y muchas veces no se requieren herramientas para ello.



Inodoro

En el caso de los inodoros, los modelos antiguos utilizan más agua de la necesaria (16 litros). El criterio ahorrador fija la capacidad máxima del tanque o depósito del inodoro en 6 litros, de acuerdo con la NOM-009-CNA-1998.

Además de insistir en el uso de muebles modernos que cumplan con la normatividad oficial mexicana señalada en el párrafo anterior, existen también dispositivos que permiten el ahorro del agua, especialmente porque los inodoros son una fuente importante de fugas. Para ello existen ya en el mercado dispositivos de buena calidad que contribuyen a evitarlas, mediante un buen sellado.



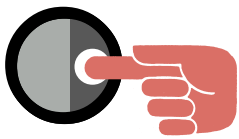
El 'eliminador de fugas' mostrado en la figura, evita pérdidas de agua en la válvula de descarga, está elaborado de acero inoxidable e incluye sellador de silicón, es recomendable para todo tipo de inodoros, permite el sellado perfecto (siempre y cuando la pera o sapo esté en buenas condiciones), y es fácil de instalar.

Fuente:
Centro Mexicano de
Capacitación en Agua
y Saneamiento, A.C.
(CEMCAS)

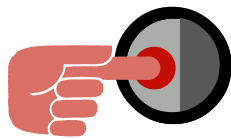
Una segunda forma de ahorrar agua en el inodoro es mediante los tanques con doble descarga. Para la evacuación de líquidos se utiliza un dispositivo que utiliza aproximadamente 3 litros, mientras que para los sólidos usan seis.

Existen en el mercado gran variedad de modelos y marcas, la gran mayoría elaborados a base de plástico, eliminando problemas derivados de la corrosión. Tienen una válvula de descarga que permite seleccionar la cantidad de litros a usar y en general evita fugas en el tanque, ya que esta válvula, por su diseño y funcionamiento, descarga con mayor peso.

Sistemas dobles:



1.
Líquidos
(descarga moderada)



2.
Sólidos
(descarga completa)

Se pueden considerar otros implementos ahorradores como:

- Inodoros automatizados
- Mingitorios secos
- Obturadores para fluxómetros de mingitorio e inodoro

Mezcladora

Esta llave tiene como función regular la temperatura al mezclar el agua fría con la caliente. Para el ahorro del agua es recomendable el uso de mezcladoras monomando que permiten regular la temperatura en menos tiempo y con ello evitan dejar correr el agua innecesariamente.



Mezcladora
tipo monomando¹⁹

¹⁹ Tomado de
www.accesorios-fontaneria.com/

Calentador de agua

Es un dispositivo que tiene como función calentar el agua de una vivienda. Aunque existen los económicos con depósito, en el cual el agua está en contacto con una superficie calentada mediante combustión, la mejor opción para reducir sustancialmente el desperdicio de agua fría en espera de la caliente es utilizar los calentadores de paso, en donde el agua es calentada al circular a través de un serpentín o alguna otra superficie de transferencia de calor y es distribuida para el suministro.



Ejemplo de calentador

Existen también calentadores para uso doméstico que funcionan con electricidad o con energía solar. En estos elementos, el ahorro obtenido se refleja más en el consumo de gas y energía que en el de agua.

Saneamiento



El desarrollo de los servicios en una ciudad se inicia normalmente con el abastecimiento de agua potable, para derivar en la necesidad del desalojo de las aguas residuales; es entonces cuando se requiere la instrumentación de un sistema de saneamiento para coleccionar las aguas usadas y desechadas por la población. Este sistema incluye las descargas domiciliarias, la red de atarjeas, colectores, emisores y plantas de tratamiento, en un arreglo típico como el mostrado en la Figura 3.7; el destino final del agua depurada podrá ser un cuerpo receptor (lagos, ríos, mar), o bien el reuso.

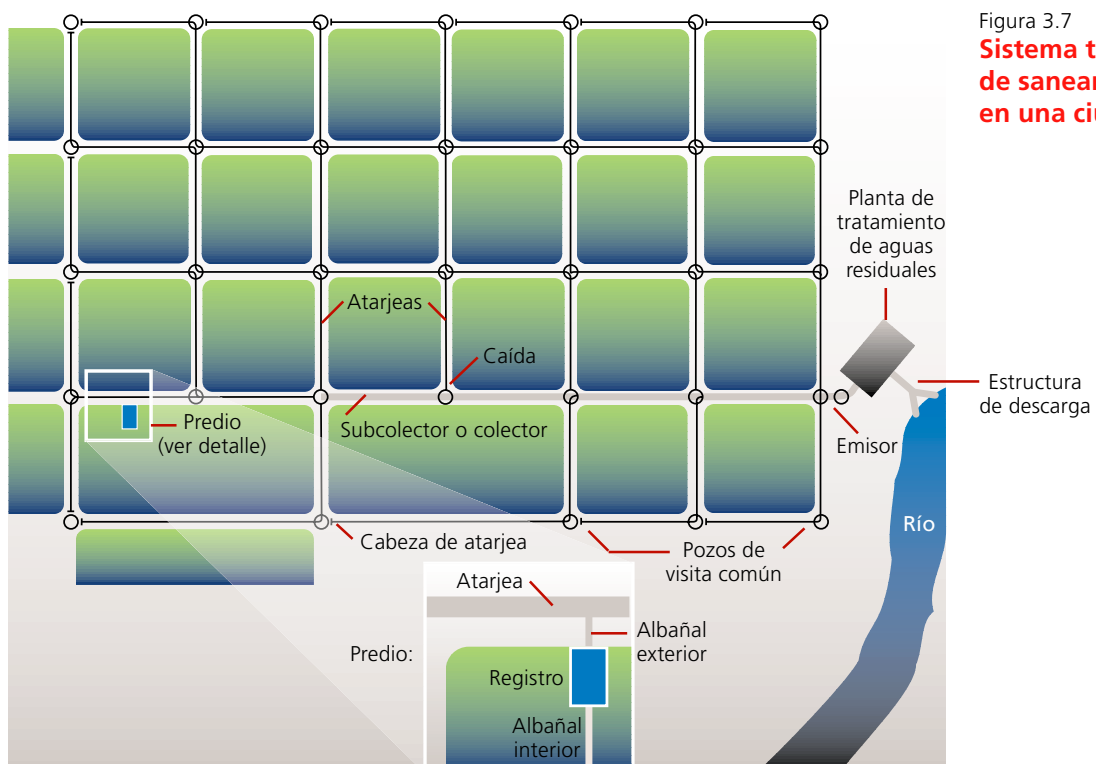


Figura 3.7
Sistema típico de saneamiento en una ciudad



Red de atarjeas

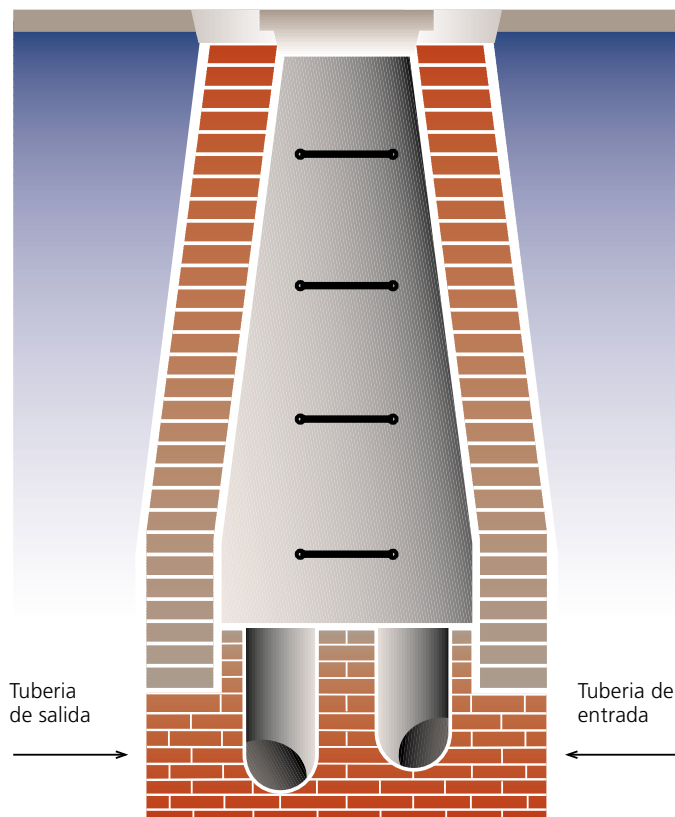
Esta red está constituida por un conjunto de tubos que recolectan y transportan las descargas de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, hasta los conductos más profundos y de mayor diámetro llamados colectores. El ingreso gradual de agua a lo largo de la tubería ocasiona el incremento sucesivo del diámetro de los tubos conforme aumenta el caudal; de este modo, es inadmisibles la reducción del diámetro en la dirección del flujo.

²⁰ Tirante es la profundidad máxima del agua dentro del conducto.

La red inicia con la descarga domiciliar o albañal exterior, que debe tener un diámetro mínimo de 15 cm. La conexión entre albañal y atarjea debe tener una pendiente mínima de 10 milésimas, además de ser perfectamente hermética. El diámetro mínimo de los tubos que conforman la red es de 20 cm y su instalación suele seguir la pendiente del terreno natural, siempre que se cumpla con los valores límite de velocidad y de tirante.²⁰

El pozo de visita es la estructura típica que une dos tramos de la red, y permite el acceso para su inspección y limpieza, además de ofrecer la ventilación que impida la acumulación de gases. Todas las uniones entre pozos y tubos deberán ser herméticas.

Figura 3.8
Pozo de visita común



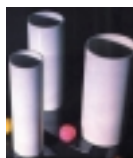
El material de la tubería está determinado por factores como la resistencia mecánica y a la corrosión, durabilidad, capacidad de conducción, facilidad de manejo y de instalación, así como de mantenimiento y reparación. Algunos de estos materiales son:

Concreto simple con junta hermética (CS). Fabricada de acuerdo con las especificaciones de la norma mexicana NMX-C-401-1996-ONNCCE, en la que se detalla la calidad de los materiales. En las juntas deben utilizarse anillos de hule de acuerdo a la norma mexicana NMX-C-401.



Concreto reforzado con junta hermética (CR). Fabricada de acuerdo con las especificaciones de la norma mexicana NMX-C-402-1996-ONNCCE; a diferencia del concreto simple, el núcleo de este tubo contiene acero de refuerzo longitudinal y transversal; se fabrican en cuatro tipos de grados y cada uno de ellos con tres espesores de pared. En las juntas deben utilizarse anillos de hule de acuerdo con la norma mexicana NMX-C-402.

Fibro cemento (FC). Se fabrica con base en la norma mexicana NMX-C-039-1981, en clases B-6, B-7.5, B-9 y B-12.5, y cada una de ellas para dos tipos de anillos de hule (NMX-T-021) en función del diámetro del tubo: de 15 a 90 cm se usan anillos de hule sencillos acoplados a coples sencillos; de 100 a 200 cm se usan anillos de hule roscados con coples roscados.

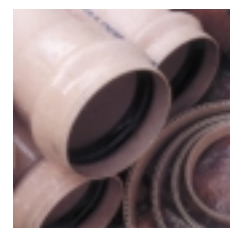


Policloruro de vinilo (PVC). Fabricada con diámetros de 10 a 60 cm en dos series: métrica, de acuerdo a las normas NMX-E-215/1-1994 (tubos) y NMX-E-215/2-1999 (conexiones) en los tipos 16.5, 20 y 25;²¹ inglesa, de acuerdo a las normas NMX-E-211/1-1999 (tubos) y NMX-E-211/2-1994 (conexiones) en los tipos 35, 41 y 51.²² Existe también tubería de PVC de pared estructurada con celdas longitudinales que actualmente se fabrica en diámetros de 16 a 31.5 cm, de acuerdo con la norma mexicana NMX-E-222/1-1999.

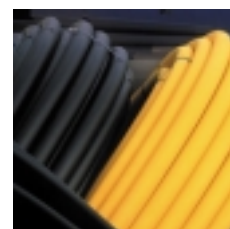
²¹ Los valores de estos tipos de tubería representan la relación entre el diámetro exterior y el espesor de la pared

²² *Ibid.*

Poliétileno de alta densidad (PEAD). Se fabrica en diámetros de 10 a 90 cm y tramos de 12 m, de acuerdo con la norma mexicana NMX-E-216-1994-SCFI. Se clasifican de acuerdo con el espesor de la pared y su resistencia, en: RD-21, RD-26, RD-32.5 y RD-41. El sistema de unión es por termofusión.



A continuación se mencionan algunas ventajas y desventajas que ofrecen estos materiales.



Fuente:
Extrupak y Durahol



Tubería	Ventajas	Desventajas
Concreto simple y reforzado	Economía, hermeticidad, diversidad de diámetros mayores, durabilidad, y alta resistencia mecánica	Fragilidad, menor capacidad de conducción ²³ , corrosión en condiciones ácidas o alcalinas
Fibrocemento	Ligereza, resistencia y durabilidad, hermeticidad, resistencia a los sulfatos, mayor capacidad de conducción	Mayor costo de adquisición, fragilidad, mayor número de coples
PVC	Hermeticidad, ligereza, durabilidad, resistencia a la corrosión, mayor capacidad de conducción, y flexibilidad	Fragilidad, baja resistencia mecánica, susceptibilidad al ataque de roedores, baja resistencia al intemperismo
PEAD	Economía en excavaciones, resistencia a la corrosión, mayor capacidad de conducción, alta flexibilidad, rapidez de instalación, alta resistencia a la intemperie, hermeticidad, ligereza, y durabilidad	Alto costo de adquisición e instalación

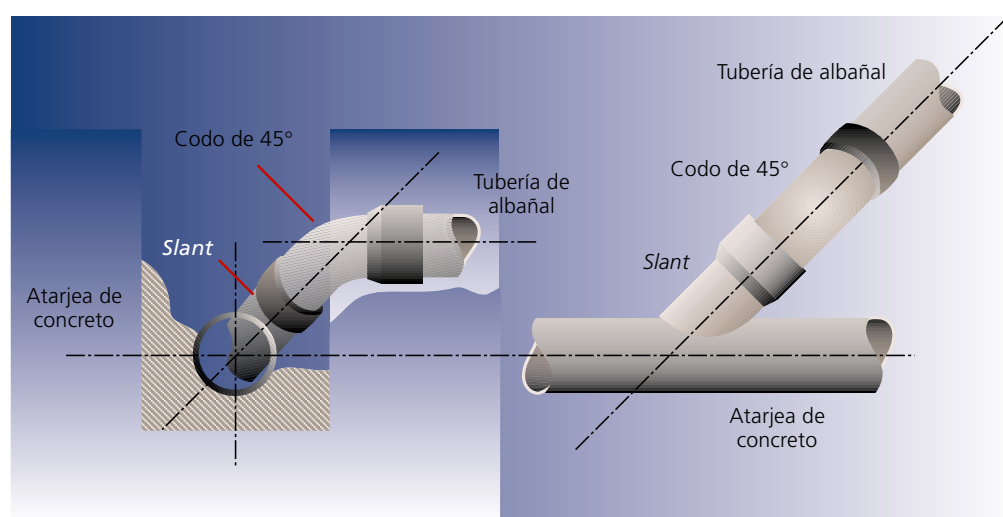
²³ Capacidad de conducción determinada con base en la resistencia al flujo por la rugosidad interior del tubo

Descargas domiciliarias

Es una tubería que permite el desalojo de las aguas desechadas de las edificaciones a la red de atarjeas, también conocida como albañal exterior. Inicia en un registro con tapa hermética localizado en el interior del predio, y se instala a una profundidad mínima de 60 cm, con una pendiente mínima de 10 milésimas, y con un diámetro mínimo de 15 cm; termina con la conexión a la atarjea por medio de un codo de 45°. Los procedimientos de instalación y las piezas utilizadas para ello varían según el tipo de material, de acuerdo con las siguientes recomendaciones.

Concreto. Se conecta con una pieza del mismo material, con campana para unir con anillo de hule, y con espiga en el otro extremo, cortado a 45° para su unión cementada con la atarjea. A esta pieza, conocida como *slant*, se acopla un codo de 45° de concreto, con campana y espiga, que se une a su vez con el albañal exterior.

Figura 3.9
Descarga recomendada con tubería de concreto



Fibrocemento. Se conecta igual que el de concreto, pegando con pasta epóxica el *slant* y la atarjea.

Policloruro de vinilo. Se usa una silleta de PVC a 45° con campana, cementando el otro extremo con la atarjea; el codo a 45° también tiene espiga y campana y se acopla al albañal con anillo de hule. La unión con la atarjea también puede ser con un par de abrazaderas, para lo cual la silleta requiere un anillo de hule para lograr la hermeticidad.

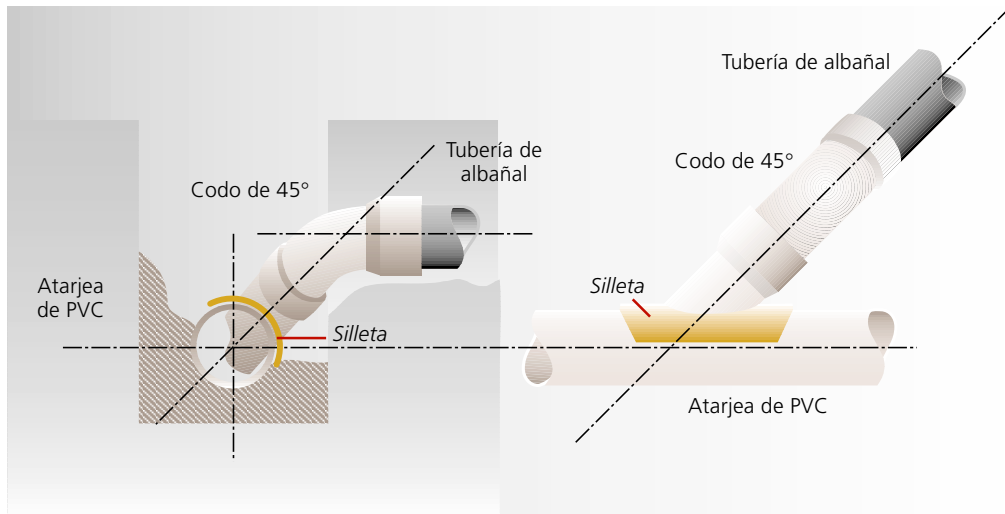


Figura 3.10
Descarga
recomendada con
tubería de PVC

Poliétileno de alta densidad (PEAD). Se une el *slant*, también de polietileno, con la atarjea a través de una silleta y abrazaderas, o soldando las piezas con soldadura de aporte.

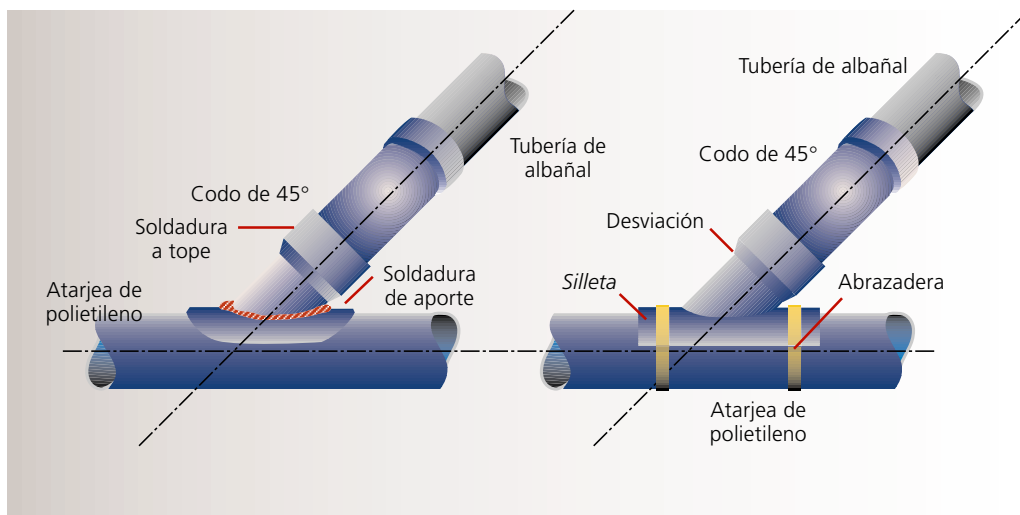


Figura 3.11
Descarga
recomendada con
tubería de PEAD

Fosas sépticas

Una fosa o tanque séptico es un depósito impermeable de escurrimiento continuo y forma rectangular o cilíndrica que recibe, además de la excreta y agua residual proveniente de los inodoros, las aguas grises de origen doméstico. Su construcción puede ser de piedra, ladrillo, concreto u otro material resistente a la corrosión. En algunos diseños el depósito está equipado con pantallas o deflectores colgantes tanto en la entrada, para conseguir una distribución eficaz del agua y evitar las velocidades, como en la salida, para evitar que se escape la capa de espuma y nata que se forman durante su funcionamiento.²⁴

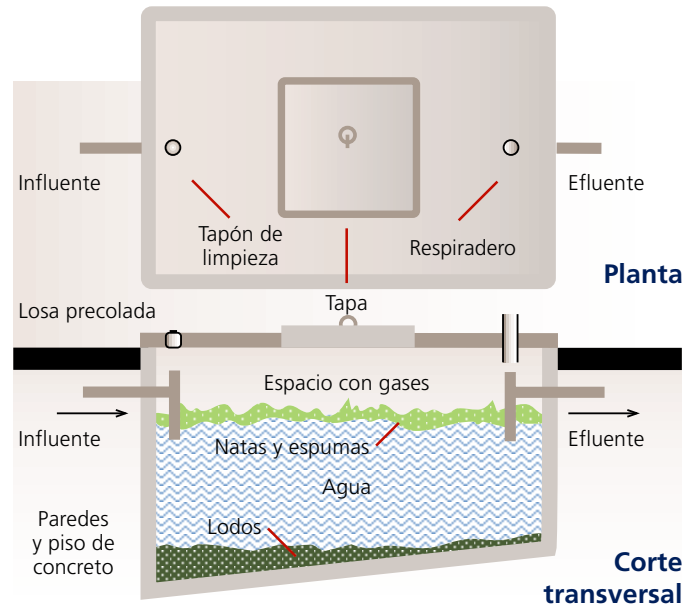
²⁴ Colli M., J., *Paquetes tecnológicos para el tratamiento de excretas y aguas residuales en comunidades rurales*, IMTA, CNA, SEMARNAT, 2003, México

Su campo de aplicación comprende las viviendas individuales y pequeños grupos de viviendas (de 10 a 100 habitantes) en zonas donde no hay drenaje. Su ubicación debe encontrarse lo más lejos posible de la zona habitada (hasta 100 m) para evitar los malos olores producidos durante el tratamiento.

Pueden ser de uno o más compartimentos. La Figura 3.12 muestra los principales componentes de un tanque séptico de un compartimento y la Figura 3.13 uno de dos compartimentos. Los porcentajes de remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST) en una fosa o tanque séptico son de 30 y 60%, respectivamente. Su tiempo de retención mínimo es de 12 horas y puede incrementarse hasta tres días, dependiendo de la calidad necesaria en el efluente y del número de compartimentos.²⁵

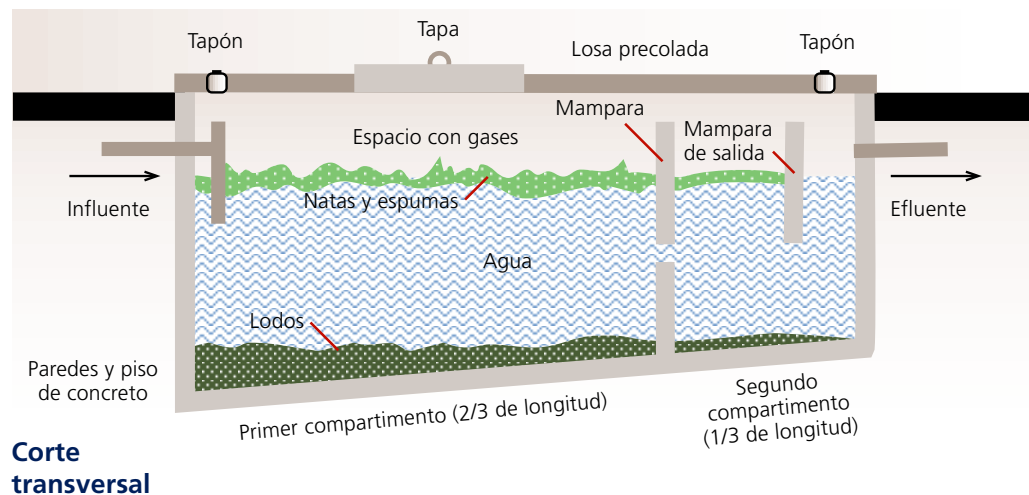
²⁵ Escalante E., V., et al., *Identificación y Evaluación de Procesos Biológicos de Tratamiento*, IMTA, CNA, 2000, México

Figura 3.12
Fosa o tanque séptico de un compartimento



En los tanques sépticos no se logra degradar la materia orgánica hasta su forma más oxidada. El efluente presenta concentraciones considerables de materia orgánica, por lo que es necesario complementar el tratamiento mediante un filtro de grava, un campo de infiltración o una cámara de oxidación, dependiendo del uso que se pretenda dar al agua tratada. Por lo tanto, el tanque séptico funciona como un pretratamiento.

Figura 3.13
Fosa o tanque séptico de dos compartimentos



Sus componentes principales son: zona de espumas, zona de sedimentación y zona de lodos. Esta última se subdivide en a) zona de digestión de lodos y corresponde a los lodos de la parte superior y, b) zona de almacenamiento, correspondiente a los lodos del fondo.²⁶

Los tubos de entrada y salida deben tener destapada la parte superior (tapón de limpieza o respiradero) para permitir el paso de los gases, especialmente en la salida, para evitar que formen parte del efluente. Estos tubos funcionan como mamparas ya que reducen los cortos circuitos y facilitan la hidráulica del agua en el tanque séptico. La parte superior de los tubos debe encontrarse a una distancia de 15 a 20 cm por encima de la superficie del agua, sobrepasando el nivel de la espuma. La parte inferior de los tubos debe estar sumergida entre un 30 y un 40% de la profundidad del líquido en el tanque.²⁷

²⁶ *Ibid.*

²⁷ *Ibid.*

Para el rango de población de 1 a 20 habitantes se recomienda el uso de tanques con dos compartimentos, debido a que los tanques con volumen pequeño resultan más sensibles a la oscilación causada por el agua entrante. La capacidad de la primera cámara debe ser de la mitad a dos terceras partes del volumen total.

La Tabla 3.1 resume el cálculo para tanques sépticos que sirven a un rango de población de 1 a 100 personas.

Tabla 3.1

Capacidad recomendada para tanques sépticos, acorde con la población

Población (hab)	No. de cámaras	Ancho (m)	Longitud (m)		Profundidad total (m)
			1ª cámara	2ª cámara	
1-5	2	0.6	1.3	0.7	2.1
6-10	2	0.9	1.4	0.7	2.1
11-15	2	1.0	1.7	0.8	2.1
16-20	2	1.2	1.9	1.0	2.1
21-30	1	1.4	3.3	-	2.5
31-40	1	1.5	3.5	-	2.9
41-60	1	1.7	4.1	-	3.1
61-80	1	2.0	4.8	-	3.1
81-100	1	2.2	5.3	-	3.1

Las ventajas de usar tanques sépticos como sistema de saneamiento son:

- Debido a que no tienen partes mecánicas, necesitan poco mantenimiento y un grado reducido de atención.
- Flexibilidad y adaptabilidad a una amplia variedad de necesidades en la disposición de los desechos de cada vivienda.
- Puede tratar cualquier agua residual doméstica como la procedente de baños y cocinas, sin riesgo de alterar su funcionamiento normal.
- La cantidad de lodo generado durante su operación es poco significativa.

Las desventajas son:

- Requieren de la existencia de abastecimiento de agua por tubería.
- Son más caros que otros sistemas de tratamiento *in situ*.
- Necesitan un suelo con área suficiente y de naturaleza permeable que permita la absorción del efluente.



Tratamiento del efluente del tanque séptico

Filtro de oxidación. De flujo ascendente instalado junto al efluente del tanque séptico. El filtro puede ser de grava o gravilla; se construye de 50 cm de profundidad.

Campos de infiltración. Este proceso filtra y oxida el efluente del tanque séptico. Consiste en una red de tubos colocados por debajo de la superficie del suelo, el cual debe ser permeable. No deben construirse en zonas donde el manto acuífero se encuentra a una profundidad menor a 1.5 m de la superficie del terreno, ni sobre pendientes muy pronunciadas, ya que reducen la posibilidad de infiltración.

Figura 3.14
Fosa o tanque séptico de dos compartimientos y un filtro de flujo ascendente

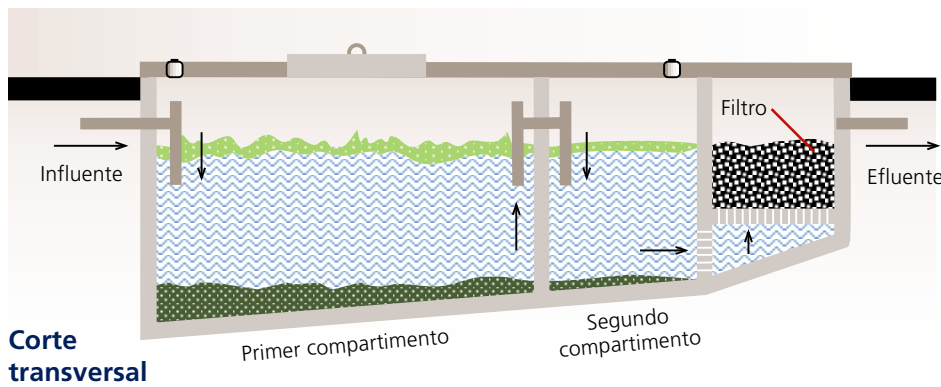


Figura 3.15
Fosa o tanque séptico y campo de infiltración.
VISTA DE PLANTA

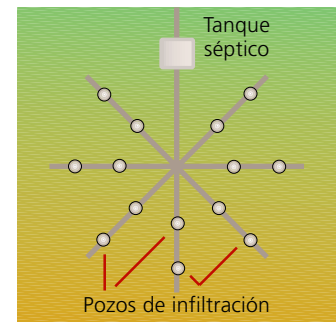
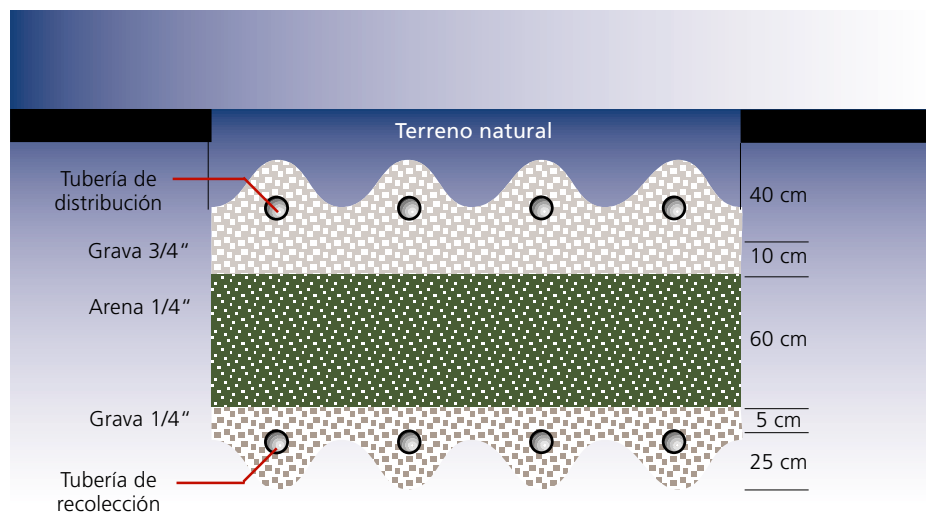


Figura 3.16
Corte transversal de un campo de infiltración

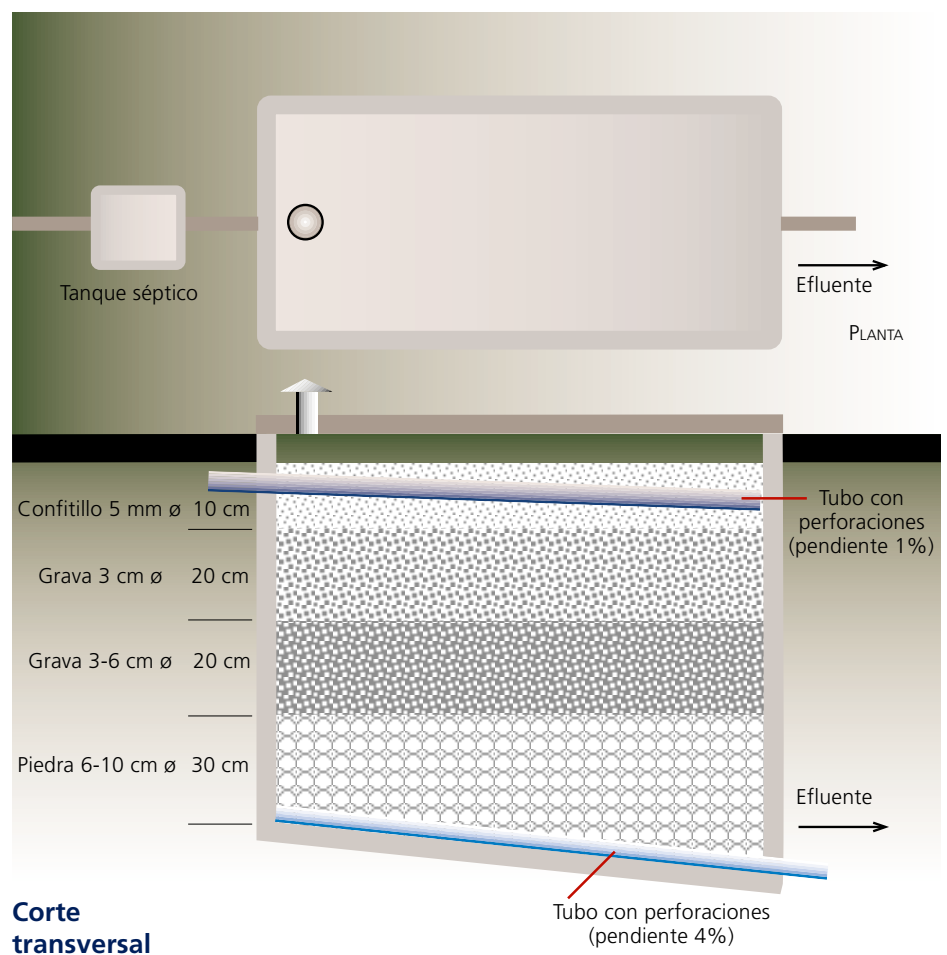


Cámara de oxidación. Consiste de un tanque con tapa, construido en mampostería y concreto, aunque el lecho de grava y piedra puede ser sustituido únicamente por piedra. El tubo puede ser de barro vitrificado, concreto o de PVC y contener perforaciones.

Pozo de absorción. El riesgo de contaminar el agua subterránea con el agua tratada con este método es alto, especialmente en suelos muy permeables, por lo que este tipo de pozo no debe encontrarse cercano al manto freático, ni ubicarse cercano a un pozo de extracción de agua para suministro potable.

Para mayor detalle de los sistemas referirse a la guía *Identificación y Evaluación de Procesos Biológicos de Tratamiento*, autores: Violeta Escalante E., et. al., México, 2000, IMTA, CNA. ISBN: 968-7417-75-7

Figura 3.17
Cámara de oxidación



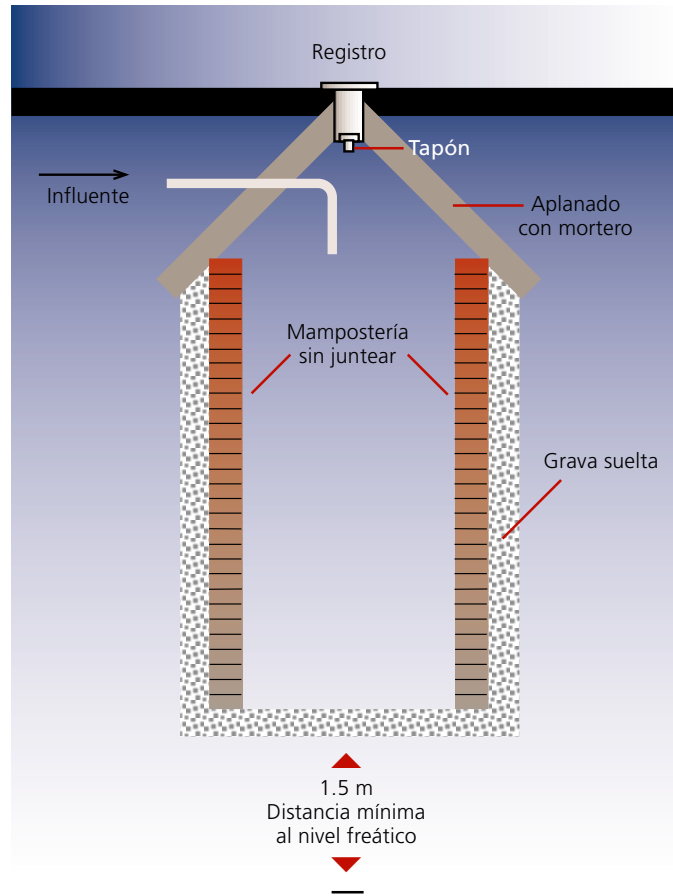


Figura 3.18
Componentes de un pozo de absorción

Plantas de tratamiento

Las aguas residuales se pueden someter a diferentes niveles de depuración, dependiendo del grado de purificación que se desee. Un tren de tratamiento es una sucesión de operaciones unitarias realizadas en serie para depurar el agua y los lodos provenientes del proceso. Es muy importante que antes de llevar a cabo el proyecto se realice una caracterización de las aguas residuales a tratar.

Para obtener un efluente con calidad necesaria para reutilización en riego de jardines (NOM-003-SEMARNAT-1997) es necesario llevar a cabo un pretratamiento, una sedimentación primaria, un tratamiento de tipo biológico, una sedimentación secundaria y desinfección. Asimismo, se requiere el tratamiento de los lodos generados, mediante espesamiento, digestión y deshidratado; así como la disposición final de los mismos.

Si los conjuntos habitacionales cuentan con tuberías de separación de drenajes (aguas grises y aguas negras) es posible, mediante un tratamiento previo, reutilizar el agua gris tratada para las descargas de los inodoros; así como el agua negra tratada para el riego de los jardines. Es recomendable que esta separación de drenajes sea considerada en desarrollos futuros.

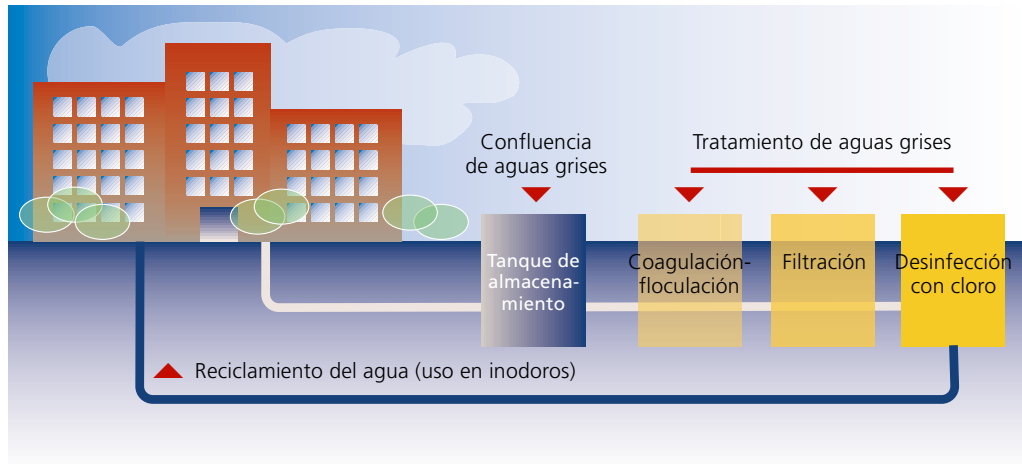


Figura 3.19
**Diagrama del
 proceso de
 tratamiento
 de aguas grises**

Para llevar a cabo el tratamiento del agua es necesario que la tubería de aguas grises de los desarrollos habitacionales confluya a un tanque de almacenamiento y regulación, a través del cual se envíe al sistema de tratamiento de las mismas; éste puede consistir en una coagulación-floculación, filtración y desinfección, para posteriormente enviarse a las viviendas para su reutilización exclusivamente en la descarga de los inodoros. La Figura 3.19 muestra el diagrama del proceso necesario para llevar a cabo lo anterior.

De igual forma, las aguas negras tratadas pueden ser utilizadas en el riego de los jardines. Estas se obtienen de las aguas sanitarias provenientes de las viviendas, las que son enviadas a un tanque de regulación y posteriormente, a la planta de tratamiento. Se pueden utilizar diversos trenes de tratamiento, en función del gasto a manejar, del terreno disponible y la topografía del lugar, y dependiendo del tipo de tren utilizado será la cantidad de lodo generado, el costo por m³ de agua tratada y la calidad del efluente obtenida (en este caso se requiere cumplir con la NOM-003-SEMARNAT-1997).



Captación de agua pluvial

Infiltración²⁸

La velocidad de infiltración del agua en un suelo depende de diversos factores como son las características de la lluvia, la porosidad, permeabilidad y humedad del suelo y la presencia de vegetación.

El índice de infiltración es el ritmo máximo al que el agua entrará a la masa de tierra a través de la superficie. Hay que considerar que al aumentar el humedecimiento, disminuye el índice de infiltración, el cual tiende a ser un valor constante y puede ser cero en el caso de las arcillas pesadas. Cuanto más secos se encuentren los estratos más profundos del suelo, mayor será la velocidad de absorción del agua.

Es importante calcular los índices de infiltración del suelo que se piensa utilizar. Un método simple de medir la velocidad de infiltración es el uso de los infiltrómetros. Estos datos sirven para calcular el tamaño de los pozos o zanjas de absorción que se pueden construir dependiendo de las condiciones de lluvia de la zona.

²⁸ Withers, Bruce y Stanley Vipond. *El riego: diseño y práctica*. Editorial Diana, 1978

Aparicio Mijares, Fco. Javier. *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Editorial Limusa, 2003



²⁹ Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. División de Salud y Ambiente. Organización Panamericana de la Salud, Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural.

³⁰ Texas Water Development Board. *Texas Guide to Rainwater Harvesting*. In cooperation with the Center for Maximum Potential Building Systems. Second Edition, 1997, Austin, Texas.

Almacenamiento y reutilización²⁹

Cualquier sistema de captación de agua de lluvia requiere los siguientes componentes básicos:

Captación. Conformado por el techo de la edificación o áreas aledañas a la misma, los cuales deben contar con la superficie y pendientes adecuadas para facilitar el escurrimiento hacia el sistema de recolección. En viviendas, el área de captación está limitada por el área del techo y su tamaño se calcula multiplicando la longitud (b) por el ancho (a) del mismo.

Recolección y conducción.³⁰ Lo componen canaletas adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo. El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua, fácil de unir entre si y que no contamine el agua con compuestos orgánicos o inorgánicos. El sistema también debe tener mallas que retengan basura, excremento de aves, hojas, etc. El material más utilizado es el aluminio o el acero galvanizado.

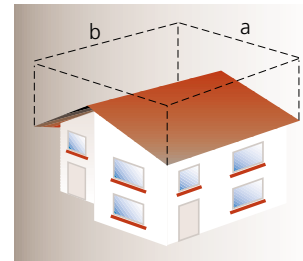
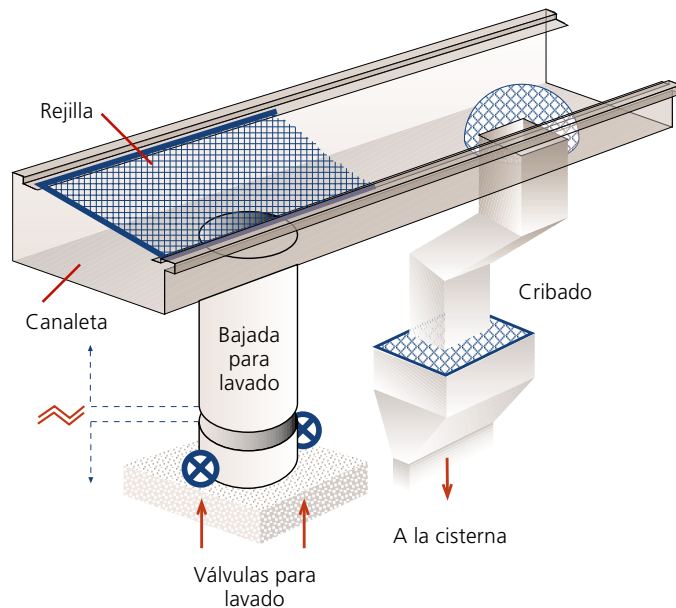


Figura 3.19
Área de captación

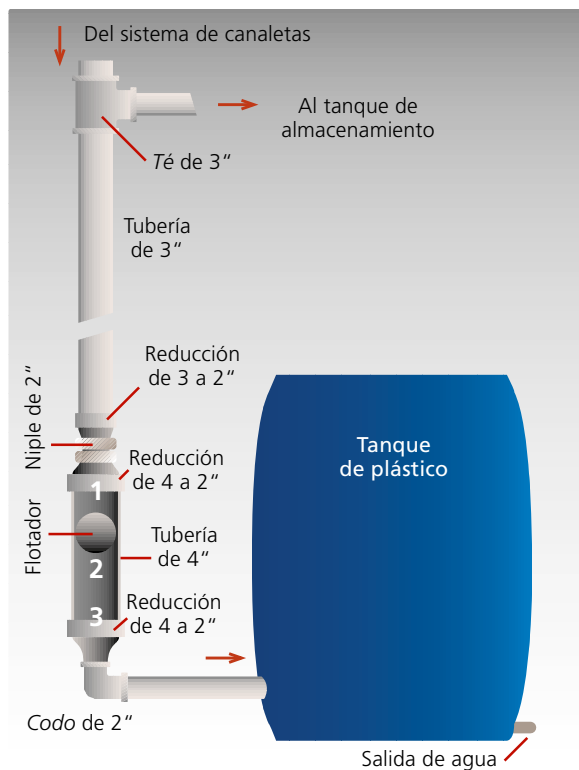
Figura 3.20
Armado de canaletas



Interceptor. Es un dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo. Impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y su volumen se estima en 1 litro por m² de techo o superficie de recolección.

Figura 3.21
Interceptor de las primeras aguas

- 1 Cuando el tubo de 4" está lleno, el flotador tapa la entrada y el agua cambia de dirección hacia el tanque de almacenamiento.
- 2 Cuando el tubo de 4" se está llenando, el flotador asciende con el nivel de agua en el tanque.
- 3 Cuando el tubo de 4" está vacío, está listo para la próxima precipitación.



Almacenamiento. La unidad de almacenamiento debe de cumplir con las siguientes especificaciones: ser impermeable, de no más de 2 m de altura, con tapa, con escotilla que permita el ingreso de una persona para realizar limpieza, con malla en la entrada y el rebose para evitar la entrada de insectos y animales y con drenaje o sistema de bombeo para vaciado en caso de reparación o mantenimiento.

La información requerida para el diseño de un sistema de captación de agua de lluvia es la siguiente:

- Datos de precipitación en la zona de por lo menos los últimos diez años
- Tipo de material de la zona de captación
- Número de personas beneficiadas
- Demanda de agua

El tratamiento del agua almacenada en la cisterna va a depender del uso que se le va a dar, cuando se destine al consumo humano debe filtrarse en arena y después desinfectarse con cloro. Los filtros utilizados comúnmente en albercas son útiles en estos casos, siempre y cuando se les proporcione el mantenimiento adecuado. Hay que asegurar la retención de partículas de 5 micras o más.

Si se utiliza cloro para desinfectar, pueden añadirse al sistema filtros de carbón activado para eliminar el sabor antes de su consumo, pero siempre después de la desinfección para evitar el crecimiento de bacterias en el lecho de los filtros. Hay que tener cuidado de no almacenar el agua nuevamente después de los filtros de carbón activado, porque el carbón activado elimina el cloro que hay en el agua y entonces ya no hay poder residual que evite el crecimiento de bacterias.

Existen diferentes procesos para desinfectar el agua antes de su consumo: Luz ultravioleta, ozono, cloro, yodo, hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio (el más recomendado para uso en cisternas). Los blanqueadores caseros contienen alrededor de un 5% de solución de hipoclorito de sodio y pueden utilizarse en las dosis marcadas directamente en la etiqueta. Se recomienda que la cisterna cuente con bombas dosificadoras que alimenten el cloro a medida que el agua es utilizada, con la finalidad de obtener una mezcla eficiente que asegure la correcta desinfección de la misma. La concentración de cloro en el agua puede medirse mediante el uso de los comparadores utilizados para las albercas. Un nivel entre 0.2 mg/l y 1.5 mg/l es el recomendado. Hay que tener cuidado de medir el cloro a la salida de la cisterna y no contaminar el agua con los productos químicos de los comparadores.

De cualquier forma, siempre es conveniente hacer un análisis del agua en un laboratorio acreditado para asegurar que cumple con la normatividad vigente de agua potable.

guíaconafovi

cuarta parte



Recomendaciones para el usuario



El uso eficiente del agua requiere de la participación de todos los sectores de la sociedad; se debe tener una clara percepción de la problemática y albergar la convicción de que se trata de un bien económico que debe racionalizarse, asumiendo el compromiso que a cada mexicano le corresponde.

Si bien es cierto que las autoridades gubernamentales tienen mucho por hacer, nada podrá lograrse sin la participación y la convicción de la población de que el agua es un recurso limitado; aun pagando su costo real, debe imperar la conciencia de su uso racional. Ningún esfuerzo financiero, ni la propia tecnología de punta, convierten al agua en recurso ilimitado.

En este sentido, se han elaborado una serie de recomendaciones para que cada uno de los habitantes de nuestro país forme parte de este esfuerzo conjunto cuyos logros beneficiarán a todos por igual.

Detección y reparación de fugas



Las fugas intradomiciliarias se presentan en:

- La tubería de conducción interna.
- Las conexiones entre tuberías y muebles o llaves.
- Los muebles sanitarios como lavabo, regadera, fregadero y principalmente en los herrajes del excusado.
- Los tinacos, cisternas, llaves de paso, del lavadero, del lavabo, etc.

La mayoría de las fugas se presentan con goteo y con caudales de 50 a 250 ml/hr; pero en la salida del sifón de descarga del excusado pueden perderse cantidades mayores. Las fugas se presentan como roturas o desgaste de piezas y conexiones; así como en tuberías picadas.



Generalmente se presentan por la mala calidad de los materiales de los elementos instalados, por las deficientes instalaciones de tubería, a través de las conexiones y muebles, así como en los empaques desgastados o mal colocados, o bien por la antigüedad de las instalaciones, por la falta de mantenimiento o por presiones muy altas en la alimentación.

Estas fugas se pueden reducir a través de las siguientes actividades:

- Inspección de las instalaciones y elaboración de un diagnóstico general.
- Realización de reparaciones necesarias en llaves, regadera, excusado, etc.
- Coordinación de programas ciudadanos para concientizar a los usuarios.

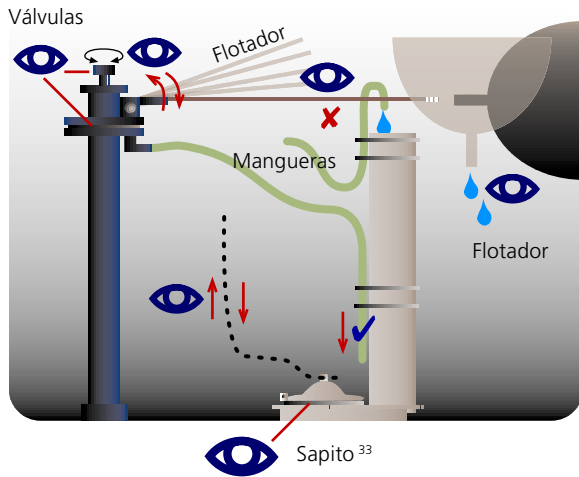
Las fugas internas son los gastadores silenciosos del agua en nuestras casas. Una llave de agua goteando o inodoros donde constantemente está corriendo el agua son los problemas más obvios, pero muchas fugas están escondidas y pueden desperdiciar cientos de litros al día.

Las fugas pueden detectarse a simple vista a través de goteo de las llaves o tuberías, al observarse humedad en los muros, o bien, por medio del medidor. Las más comunes se encuentran en el inodoro, ya sea en el *sapito*, la válvula, el tubo de contra o el flotador, situación que con un poco de trabajo y disposición se puede solucionar.



Para constatar la correcta instalación de la red, se le aplica presión o se empata a la red de distribución pública para ver que no se presenten fugas de agua, si esto sucede se cierra la válvula o llave de entrada y se hacen las reparaciones que sean pertinentes.

Es común que dentro del hogar se presenten fugas, por ejemplo, más del 60% de los hogares en Hermosillo tienen algún tipo de desperdicio por esta cuestión, y lo preocupante es que a casi un 75% de esas personas no les preocupa repararlas.



Detección de fugas en válvulas

Se detecta cuando el depósito se llena y la válvula no interrumpe el flujo de agua, tirándose por el tubo de contra. Para reparar o cambiar:

- Cerrar la llave de paso que se encuentra bajo el depósito del inodoro si la tiene, de otra forma cerrar la llave de alimentación general.
- Quitar el flotador.
- Revisar el empaque, si está en mal estado, debe ser cambiado.
- Antes de instalar el nuevo empaque, abrir la válvula de retención para limpiar el posible sarro acumulado.
- Colocar de nuevo el pistón en su base y ajustar el tornillo.

Detección de fugas en el flotador

Si el flotador no sube: Revisar que no esté lleno, ya que se hunde por el peso y evita el correcto funcionamiento de la válvula; posteriormente, desenroscar la válvula para vaciar el agua que esté almacenada en él.

Detección de fugas en el sapito

Para identificar esta fuga, vaciar en el depósito un poco de colorante vegetal o anilina sin bajar la palanca. Si el agua del inodoro se empieza a teñir, cambiar el *sapito*. También hay que sustituirlo cuando su base está picada y presenta deformaciones que no permiten su funcionamiento correcto.

Detección de fugas en la manguera

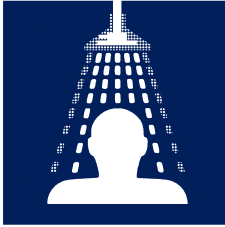
Cuando se encuentra dentro del tubo de la contra descarga (rebosadero o tubo de contra), hay que sacarla porque provoca una fuga constante. Colocarla un centímetro debajo de la parte superior del tubo de contradescarga, procurando que ésta quede a un lado del tubo.

Fugas en las llaves mezcladoras

Si las llaves mezcladoras gotean cuando están cerradas es momento de revisarlas y, en su caso, sustituir los empaques o reemplazarlas

³³ Ibid.

Recomendaciones Generales^{34, 35}



- Utilizar regaderas de bajo consumo, o bien instalar una regadera de 'teléfono'. Esta última permite enjuagar cada parte del cuerpo por separado, por lo que ahorra agua.

- Colocar el calentador en un lugar próximo a la regadera para que no tarde mucho en llegar el agua caliente. También puede aislarse térmicamente la tubería.

³⁴ www.imta.mx/otros/tedigo/sugiere.htm

³⁵ Arreguín Cortés, Felipe I. y Mario Buenfil Rodríguez. *64 recomendaciones para ahorrar agua*, segunda edición: adaptada por el Ministerio de Desarrollo Económico-Colombia, 1997.

- Para evitar desperdicios mientras se espera a que el agua se caliente, se recomienda utilizar un calentador de paso, el cual permite que el agua salga caliente en el momento que abra la llave.



- Si esto no es posible, colocar una cubeta para recoger el agua que cae de la regadera mientras se calienta. Esta agua puede usarse después en el inodoro, en la limpieza de la casa, del auto, o para regar las plantas.

- Al bañarse, procurar ser breve; cerrar la llave del agua mientras se enjabona, y volverla a abrir para enjuagarse.

- Al bañarse en la tina, llenarla sólo hasta la mitad.



- Los sanitarios antiguos gastan 13 litros de agua por descarga. Existen sanitarios de bajo consumo que sólo emplean 6 litros. En construcciones nuevas se deben instalar los de bajo consumo. Si tiene de los antiguos, debe cambiarlos. De igual forma, es recomendable instalar sistemas de doble descarga (con doble botón para líquidos y sólidos) mencionados a partir de la página 29 de esta guía.



- No utilizar el inodoro como basurero.

- Lavarse los dientes utilizando un vaso con agua. No afeitarse ni cepillarse los dientes en la regadera.

- No dejar la llave del lavabo abierta mientras se rasura o se lava los dientes. Enjuagar y limpiar su máquina de afeitar en un recipiente con agua; no con el flujo directo del grifo.



- Instalar algunos de los dispositivos ahorradores de agua que existen en el mercado. Los hay de diferentes tipos: reductores o economizadores de flujo para regaderas, llaves diseñadas para bajar el consumo, mezcladoras para el lavaplatos, accesorios para sanitarios y aditamentos para tubería. Consultar la página 29 —y siguientes— de esta guía.

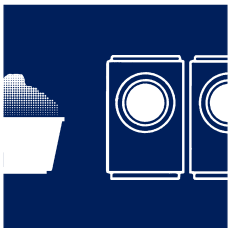
- Al realizar la limpieza del baño, utilizar una cubeta de agua para lavar el lavabo, la tina y el inodoro, y lavarlos en ese orden.



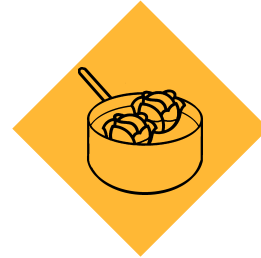
- Vigilar periódicamente el estado de los accesorios del tanque (flotador, válvula de admisión, válvula de sellado). Ajustar las válvulas para evitar derrames por el rebosadero o por las mismas y, si es necesario, sustituir los accesorios por otros de mejor diseño y calidad.



³⁶ Para mayor información sobre la elaboración y uso de composta consultar la *Guía para el diseño de áreas verdes en desarrollos habitacionales*, CONAFOVI, 2005



- No usar agua de la llave para arrastrar cáscaras o residuos por los drenajes, puede echarlos en la basura o mejor aún, utilizarlos para fertilizar la tierra del jardín.
- Antes de lavar los trastes quitar todo el residuo de comida que quedó en los platos con una espátula, y guardarlo en un bote o bolsa (podrá servir para hacer un magnífico abono para sus plantas).³⁶ Enseguida llenar la tina del fregadero y meter en ella todos los platos para remojarlos. Enjabonarlos, sacar el agua del fregadero, y enjuagar los trastes rápidamente bajo el chorro del agua.
- Para lavar las verduras, llenar un recipiente de agua limpia; tallarlas dentro del mismo. Utilizar esa agua en otros usos. Llenar otro recipiente con agua para desinfectarlas.
- Al usar un recipiente para calentar o hervir agua, no llenarlo demasiado. Usar sólo el agua que necesite.
- Para hacer cubos de hielo, usar moldes o recipientes de plástico que permitan retirarlos con facilidad, sin tener que ponerlos bajo la llave del agua.
- Dejar una botella con agua en el refrigerador permitirá tomar agua fría sin tener que dejar correr el agua hasta que salga fresca.
- Al usar alimentos congelados en su casa, descongelar dentro del refrigerador, en las partes bajas del mismo. No utilizar el chorro de agua para hacerlo.
- Al lavar en lavadora, meter cargas completas o bien, utilizar el programa adecuado de bajo consumo de agua. Además, usar detergentes y productos biodegradables.
- Usar el agua de remojo de la ropa para limpiar los pisos de la casa.
- Al lavar en lavadero, no enjuagar la ropa bajo el chorro del agua, llenar el tanque del lavadero, y echar con un botecito el agua limpia a la ropa para enjuagarla.
- Al limpiar los pisos, paredes y vidrios de la casa, utilizar una cubeta de agua con jabón para lavar, y una de agua limpia para enjuagar. Usar el agua jabonosa para limpiar los excusados, y la del enjuague para las plantas o el jardín.





- Regar las plantas sólo cuando sea necesario o muy temprano, de manera que el agua permee hasta las raíces. El regar demasiado ligero se pierde rápidamente. Usar de preferencia una manguera directa con un aditamento especial que actúe como regadera para áreas muy grandes. Para las macetas, usar una regadera. Reducir el uso de agua sembrando árboles y plantas resistentes a sequías. Existen variedades hermosas que crecen y florecen con poca agua.³⁷



- No cortar el pasto muy al ras. La altura conveniente es de 5 a 8 centímetros. Esa altura contribuye a que las raíces se mantengan sanas y permite que el suelo tenga sombra natural y retenga la humedad.³⁸

³⁷ *ibid.*

³⁸ *ibid.*

- Lavar el auto con cubeta, no con manguera.
- Apoyar los autolavados que reutilizan el agua.
- Barrer las terrazas, patios y la calle con una escoba, no con la manguera. Si es necesario, humedecer el piso para no levantar polvo; use una cubeta, y con la mano disperse el agua en toda el área antes de barrer.



- Tomar conciencia de que el precio que se paga por el agua es inferior a su valor real y que llegará el momento en que valdrá mucho más. Es conveniente estar preparado con técnicas y equipos ahorradores.
- Enseñar a todos los miembros de la familia y al personal doméstico estas medidas de uso eficiente y ahorro del agua.
- No verter solventes ni químicos en el drenaje.

guíaconafovi

anexouno



Normas oficiales



Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas

• **NOM-001-SEMARNAT-1996**

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de enero de 1997 y entró en vigor el día 7 de enero de 1997. Esta norma se complementa con la aclaración publicada en el mismo medio de difusión del día 30 de abril de 1997.

• **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. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 3 de junio de 1998 y entró en vigor el día 4 de junio de 1998.

• **NOM-003-SEMARNAT-1997**

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 21 de septiembre de 1998 y entró en vigor el día 22 de septiembre de 1998.

• **NOM-004-SEMARNAT-2002**

Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 15 de agosto de 2003 y entró en vigor el día 16 de agosto de 2003.

Normas Oficiales Mexicanas del Sector Agua

• **NOM-001-CNA-1995**

Sistemas de alcantarillado sanitario - Especificaciones de hermeticidad. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 11 de octubre de 1996. Entró en vigor el 8 de febrero de 1997. Cumplió su periodo quinquenal el 8 de febrero de 2002. Norma vigente, actualmente en revisión.

• **NOM-002-CNA-1995**

Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable - Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de octubre de 1996. Entró en vigor el 12 de abril de 1997. Cumplió su periodo quinquenal el 12 de abril de 2002. Norma vigente, actualmente en revisión.

• **NOM-003-CNA-1996**

Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 3 de febrero de 1997. Entró en vigor el 4 de mayo de 1997. Cumplió su periodo quinquenal el 4 de mayo de 2002. Norma vigente, actualmente en revisión.

• **NOM-004-CNA-1996**

Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de agosto de 1997. Entró en vigor el 3 de febrero de 1998. Cumplió su periodo quinquenal el 3 de febrero de 2003. Norma vigente, actualmente en revisión.



• **NOM-005-CNA-1996**

Fluxómetros - Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de julio de 1997. Entró en vigor el 21 de enero de 1998. Cumplió su periodo quinquenal el 21 de enero de 2003. Norma vigente, actualmente en revisión.

• **NOM-006-CNA-1997**

Fosas sépticas prefabricadas - Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de enero de 1999. Entró en vigor el 30 de enero de 1999. Cumplió su periodo quinquenal el 30 de enero de 2004. Norma vigente, se ratificó.

• **NOM-007-CNA-1997**

Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 1 de febrero de 1999. Entró en vigor el 1 de junio de 1999. Cumplió su periodo quinquenal el 1 de junio de 2004. Norma vigente, se ratificó.

• **NOM-008-CNA-1998**

Regaderas empleadas en el aseo corporal - Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de junio de 2001. Entró en vigor el 22 de diciembre de 2001.

• **NOM-009-CNA-1998**

Inodoros para uso sanitario. - Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de agosto de 2001. Entró en vigor el 30 de noviembre de 2001.

• **NOM-010-CNA-1999**

Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro - Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de septiembre de 2003. Entró en vigor el 29 de febrero de 2004.

• **NOM-011-CNA-2000**

Conservación del recurso agua. Establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 17 de abril de 2002. Entró en vigor el 17 de junio de 2002.

• **PROY-NOM-012-CNA-2002**

Requisitos generales de seguridad de presas. (Anteproyecto).

• **PROY-NOM-013-CNA-2001**

Redes de distribución de agua potable. Especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba.

Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría de Salud

- **NOM-127-SSA1-1994 (Modificación)**

Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de noviembre de 2000 y entró en vigor el día 20 de febrero de 2001. (Originalmente se publicó el 18 de enero de 1996 y entró en vigor al siguiente día).

- **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. Entró en vigor el día 24 de noviembre de 2001.

- **NOM-012-SSA1-1993**

Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, públicos y privados; publicada el 12 de agosto de 1994. Entró en vigor el 13 de agosto de 1994.

- **NOM-013-SSA1-1993**

Requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo humano. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 12 de agosto de 1994. Entró en vigor el 13 de agosto de 1994.

- **NOM-014-SSA1-1993**

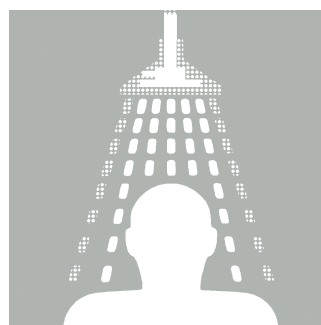
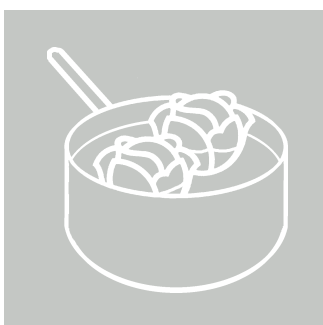
Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento públicos y privados. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 12 de agosto de 1994. Entró en vigor el 13 de agosto de 1994.

guíaconafovi

anexodos



Recomendaciones técnicas



Dimensiones de zanja de acuerdo al material de la tubería en redes de atarjeas

diám. nom.	ancho						plantilla						colchón mínimo						
	CS	CR	AC	PVC métrico	PVC inglés	PEAD	CS	CR	AC	PVC métrico	PVC inglés	PEAD	CS	CR	AC	PVC métrico	PVC inglés	PEAD	
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
10	60				60	30	10				15	10	90				90	60	
11				60						15						90			
15	70		60			35	10		10		15	10	90		90		90	60	
16				60	60					15						90			
20	75		65	60		40	10		10	15	15	10	90		90	90	90	60	
25	80		70	65	60	45	10		10	15	15	10	90		90	90	90	60	
30	85	85	75		65	50	10	10	10		15	10	90	90	90		90	60	
31,5				70	70					15						90			
35			85			55			10			10			90			60	
37,5				80							15						90		
38	95	95					10	10					90	90					
40			90	80		55			10	15		10			90	90		60	
45	110	110	100		85	65	10	10	10		15	10	90	90	110		90	60	
50			110	90		70			10	15	15	10			110	100		60	
52,5				90							15						100		
55						75						10						60	
60	130	130	120		100	80	13	13	10		15	10	100	100	110		100	60	
63				105							15					100			
65						85						10						60	
70						90	14	14				10						60	
75			145						10			10			110				
76	150	150											100	100					
80						100						10						60	
81						100						10						60	
85						110						10						60	
90			170			115			10			10			110			60	
91		170						15						100					
100			185						15						110				
107		190						17						100					
110			200						15						110				
120			215						15						110				
122		210						20						100					
130			230						15						150				
140			240						15						150				
150			250						15						150				
152		250						23						130					
160			260						15						150				
170			270						15						150				
180			280						15						150				
183		280						27						130					
190			290						15						150				
200			305						15						150				
213		320						30						150					
244		350						34						150					

CS Concreto simple
 CR Concreto reforzado
 AC Asbesto cemento
 PVC Policloruro de vinilo
 PEAD Polietileno de alta densidad



Pendientes mínimas recomendadas para la tubería en redes de atarjeas

Coef. fricción = 0.013			Coef. fricción = 0.014		Coef. fricción = 0.010		Coef. fricción = 0.009			
CS diámetro (cm)	CR diámetro (cm)	pendiente mínima (milésimas)	A diámetro (cm)	pendiente mínima (milésimas)	FC diámetro (cm)	pendiente mínima (milésimas)	PEAD diámetro (cm)	PVC métr. diámetro (cm)	PVC ingl. diámetro (cm)	pendiente mínima (milésimas)
15			17	5.0	15	3.0	15	16	15	2.5
20		4.0	22	4.0	20	2.0	20	20	20	2.0
25		2.5	27	3.0	25	1.5	25	25	25	1.5
30	30	2.0	32	2.5	30	1.5	30	31.5	30	1.0
38	38	1.5	36	2.0	35	1.0	35		37.5	0.7
			41	1.5	40	0.8	40	40		0.7
45	45	1.2	46	1.3	45	0.7	45		45	0.6
			51	1.1	50	0.6	50	50	52.5	0.5
							55			0.5
60	60	0.8	61	0.9	60	0.5	60	63	60	0.4
							65			0.4
							70			0.3
76	76	0.6			75	0.4	75			0.3
							80			0.3
							81			0.3
							85			0.3
	91	0.5			90	0.3	90			0.3
					100	0.3				
	107	0.4			110	0.3				
	122	0.3			120	0.2				
					130	0.2				
					140	0.2				
	152	0.3			150	0.2				
					160	0.2				
					170	0.2				
	183	0.2			180	0.2				
					190	0.2				
					200	0.1				
	213	0.2								
	244	0.2								
	305	0.1								

- CS Concreto simple
- CR Concreto reforzado
- A Acero
- AC Asbesto cemento
- PVC Policloruro de vinilo
- PEAD Polietileno de alta densidad

Ventajas y desventajas de los materiales empleados en tubería para conducir agua potable

Material y diámetros comerciales	Sistema de unión	Piezas especiales	Ventajas	Desventajas
Policloruro de vinilo (PVC) 50 a 630 mm	Acoplamiento espiga-campana con anillo de hule.	Se fabrican de PVC. Pueden usarse piezas de hierro fundido en los cruceros, con adaptadores bridados de PVC.	<ul style="list-style-type: none"> bajo coeficiente de rugosidad, ligereza, instalación rápida, fácil y económica, flexibilidad, alta resistencia a la tensión, alta resistencia a la corrosión y al ataque químico de ácidos, álcalis y soluciones salinas, puede realizarse la prueba hidrostática inmediatamente después de su instalación, mantenimiento nulo. 	<ul style="list-style-type: none"> susceptible a daños durante su manejo, con temperaturas menores a 0 °C se reduce su resistencia al impacto, con temperaturas superiores a 25 °C, disminuye su resistencia a la presión interna de trabajo, la exposición prolongada a los rayos solares afecta sus propiedades mecánicas.
Poliétileno de alta densidad (PEAD) 12 a 1000 mm	Termofusión.	Se fabrican de polietileno y se unen por termofusión. Pueden acoplarse a piezas especiales de hierro fundido por medio de adaptadores de polietileno.	<ul style="list-style-type: none"> bajo coeficiente de rugosidad, ligereza, instalación rápida, fácil y económica, flexibilidad, se puede instalar en zanjas poco profundas sin plantilla, no presenta corrosión, en diámetros menores a 100 mm no se requieren válvulas de seccionamiento, mantenimiento nulo. 	<ul style="list-style-type: none"> la presión especificada puede alterarse al aumentar la temperatura exterior o interior, se deteriora si se expone a la intemperie por periodos prolongados.
Asbesto cemento (AC) 75 a 2000 mm	Coples de AC con anillos de hule. Junta Gibault.	Piezas de hierro fundido con bridas que se unen con extremidades bridadas y juntas Gibault a la tubería de AC. Piezas de hierro fundido con extremos lisos que se unen con juntas Gibault. Piezas de AC en diámetros pequeños.	<ul style="list-style-type: none"> bajo costo, bajo coeficiente de rugosidad, ligereza, hasta cierto grado es resistente al ataque de ácidos, álcalis, sales y otras sustancias químicas, generalmente no se corroe, no favorece la formación de incrustaciones en las paredes. 	<ul style="list-style-type: none"> alta fragilidad; puede agrietarse o romperse durante las maniobras de transporte, manejo, almacenaje e instalación.
Hierro fundido (HoFo) 100 a 1600 mm	Acoplamiento espiga-campana con anillo de hule. Extremos bridados. Junta mecánica. Junta Gibault.	Se fabrican de hierro fundido con extremos lisos, campana, campana para junta mecánica, y bridados.	<ul style="list-style-type: none"> larga vida útil, alta resistencia a impactos durante el transporte, manejo e instalación, alta resistencia a la corrosión, pero susceptible a la tuberculización, alta resistencia al aplastamiento o fractura por cargas externas, puede ser cortado o perforado en la obra, mantenimiento casi nulo. 	<ul style="list-style-type: none"> susceptible a la corrosión eléctrica o química si no es protegido, difícil manejo por alto peso, mayor costo que otro tipo de materiales, en algunos casos debe importarse, lo que implica mayor costo.
Concreto preesforzado (CPres) 760 a 2750 mm	Acoplamiento espiga-campana con anillo de hule. Uniones bridadas.	Piezas de alma de acero recubierta de concreto, con extremos espiga-campana, extremos lisos o bridados.	<ul style="list-style-type: none"> alta capacidad de conducción al ofrecer mayores diámetros, alta resistencia mecánica a presiones internas y cargas externas, larga vida útil, bajo mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> pueden ser atacadas por sulfatos si no se usa cemento resistente, difícil de reparar, conexiones complicadas.
Acero (A) 50 a 356 mm Galvanizado 50 a 152 mm	Soldadura. Extremos bridados. Junta mecánica para extremos lisos o rasurados.	En general, se fabrican de tramos de tubería unidos con soldadura.	<ul style="list-style-type: none"> resiste presiones internas muy altas, mayor ligereza y bajo costo respecto a tubería de su tipo (HoFo y CPres), fácil adaptación a cualquier tipo de montaje. 	<ul style="list-style-type: none"> es susceptible a la corrosión por lo que deben protegerse interior y exteriormente (no así las galvanizadas), no soporta cargas externas ni vacíos parciales, pues es susceptible al aplastamiento. requiere mantenimiento periódico.

guíaconafovi

anexotres



Glosario y Bibliografía



Glosario alfabético de términos



A

- Abrazadera:** Elemento de la toma domiciliar que se coloca sobre el tubo de la red de distribución y que proporciona el medio de sujeción adecuado para recibir al insertor (llave de inserción o adaptador).
- Acuífero:** Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.
- Adaptadores machos:** Son las piezas de policloruro de vinilo (PVC) que se usan para unir una pieza roscada, de cualquier material, a una de PVC.
- Adosadas:** Que están pegadas al muro.
- Aguas grises:** Son las aguas servidas domésticas libres de materias fecales, como los desagües de cocina, del lavabo, regaderas y de lavadora.
- Agua potable:** Es el agua que puede beberse sin riesgo alguno para la salud humana.
- Agua residual:** Agua de composición variada proveniente de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso; así como la mezcla de ellas.
- Agua subterránea:** Agua dulce encontrada debajo de la superficie terrestre, normalmente en mantos acuíferos, los cuales abastecen a pozos y manantiales.
- Agua superficial:** Toda agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales.
- Alcantarillado:** Sistema compuesto principalmente de una red de atarjeas, pozos de visita y colectores, que conduce las aguas residuales hasta el sitio de disposición final de las mismas.
- Anilina:** Sustancia aceitosa incolora que se produce por reducción de nitrobenzenu ($C_6H_5NO_2$). Se usa en la fabricación de tinturas y otros compuestos orgánicos. Su uso, funciona como trazador en sistemas de manejo de agua para la identificación de fugas.
- Ánodo:** Un sitio en la electrólisis donde el metal entra en solución como catión que se va detrás de un equivalente de los electrones que se transferirán a un electrodo opuesto, llamada cátodo.
- Albañal:** Es la tubería ubicada dentro de los predios urbanos (domésticos, industriales o comerciales), que conducen el agua residual hacia el alcantarillado.

- Ariete, Golpe de:** Es un cambio súbito de presión, ya sea arriba o debajo de la presión normal, que se produce por una variación brusca de la velocidad del flujo en una tubería.
- Atarjeas:** Son los conductos de menor diámetro en el sistema de alcantarillado, colocados generalmente en el eje de la calle, reciben directamente las aguas residuales de los usuarios.
- Atomizaciones:** Palabra derivada de átomo, que describe la acción de dividir en partes sumamente pequeñas, generalmente aplicada a líquidos.

B

- Barro vitrificado:** Material arcilloso moldeable que se endurece por la cocción, utilizado en alfarería y cerámica, que además se le da un acabado que semeja el vidrio.
- Biosólidos:** Lodos que han sido sometidos a procesos de estabilización y que por su contenido de materia orgánica, nutrientes y características adquiridas después de su estabilización, puedan ser susceptibles de aprovechamiento.

C

- Caudal o Gasto:** Volumen de agua que pasa a través de una sección transversal de una corriente en un periodo de tiempo; generalmente se expresa en litros por segundo o por minuto y, en grandes obras hidráulicas, en metros cúbicos por segundo.
- Caja rompedora de presión:** Estructura contenedora utilizada en acueductos que operan por la acción de la fuerza de gravedad, para comunicar a la conducción con la atmósfera y disminuir así las altas presiones internas sobre la tubería.
- Carbón activado:** Es un tipo de carbón amorfo que se produce al calentar madera u otro material orgánico en ausencia de aire. Su estructura es microporosa y esta característica le permite absorber moléculas orgánicas tanto gaseosas como las disueltas en los líquidos. En el caso de los procesos de purificación de las aguas, sirven para eliminar las sustancias orgánicas disueltas que producen olor y color.
- Regaderas:**
- Cisterna:** Depósito subterráneo para almacenar el agua.
- Colector:** Conducción que recibe el agua de los subcolectores y las atarjeas. Son los tubos de mayor diámetro en un sistema de alcantarillado.

.../



Coloidales:	Son partículas muy pequeñas, de 10 a 1000 Ångstrom, que no se sedimentan sino son coaguladas previamente. Tienen una carga negativa y fácilmente obstruyen las membranas y los sistemas de ablandamiento y desionización. Son en general, sólidos finamente divididos que no sedimentan por la acción de la gravedad, pero que pueden removerse del agua mediante coagulación, filtración o acción biológica. Con base en su tamaño, los coloides han sido definidos como partículas cuyo diámetro varía entre 1 y 100 mm)	Fosa séptica:	i) Es un depósito, impermeable, de escurrimiento continuo de forma rectangular o cilíndrica que recibe, además de la excreta y agua residual proveniente de inodoros, aguas grises de origen doméstico. ii) Tanque de sedimentación cerrado en el que el lodo decantado está en contacto inmediato con el agua residual que fluye a través del tanque y en el que las materias orgánicas son descompuestas por acción bacteriana anaeróbica.
Columna hidráulica:	Tubería vertical de la red de agua que alimenta a las derivaciones en una red intradomiciliaria.	G	
Cribas:	Mallas o rejillas utilizadas para separar objetos de mayor diámetro del medio en el que se encuentran.	Grado de presión del recurso:	Parámetro definido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) que representa la relación entre el volumen de agua concesionado y la disponibilidad natural media de agua.
Corrosión:	Destrucción paulatina y progresiva de un cuerpo metálico por la acción de agentes externos.	Grifo:	Llave colocada para la dosificación del agua en los puntos de consumo.
Cuadro:	Llamado así por su forma geométrica, es la parte de la toma de agua domiciliaria que permite la colocación del medidor.	H	
D		Hermeticidad:	Característica de hermético, impenetrable, cerrado.
Degradar:	Reducir o desgastar las cualidades inherentes a la materia o al ambiente.	Hidrante público:	Consiste en una toma de agua colocada en un pedestal de concreto o de mampostería, a fin de que pueda ser utilizada por la comunidad.
Depósitos calcáreos:	Residuos formados por la precipitación del carbonato cálcico disuelto en el agua.	I	
E		Infiltración:	Introducción suave de un líquido a través de los poros de un sólido.
Efluente:	Un líquido que fluye hacia afuera del espacio confinado que lo contiene.	Infiltrómetros:	Aparatos que miden la infiltración.
Emisor:	Es la vía que conduce el agua residual del sistema de alcantarillado hasta la planta de tratamiento o hasta la descarga a un medio natural.	Insertor:	Es la pieza que permite unir la abrazadera con la tubería del ramal, roscándose en ésta y con salidas adaptables para diferentes tipos de tubería flexible; se fabrican en bronce y en PVC.
Equipo hidroneumático:	Sistema que utiliza aire comprimido para incrementar la presión del agua y satisfacer las necesidades de una instalación hidráulica.	J	
Epóxica:	Término dado a algunas pinturas que sirven como recubrimiento y que aplicadas a superficies metálicas sirven para protegerlas de la corrosión.	Jarro de aire:	Es el tubo que conecta la red intradomiciliaria con la atmósfera, funcionando como chimenea y con el fin de permitir la salida del aire atrapado.
Erosión:	Destrucción de los materiales de la superficie terrestre (rocas y suelo) por separación física de partículas de cualquier tamaño debido a la acción de los agentes externos (viento, agua, hielo).	M	
Espiga:	Una de las partes que se conectan en la unión de tubería conocida como 'macho-hembra'.	Mamparas:	Son paredes o placas usadas para canalizar o dirigir el flujo de agua.
F		Manto freático:	Acuífero.
Fluxómetro:	Es una válvula automática, que dosifica y controla en una sola operación el agua que requiere el mueble sanitario para hacer su limpieza.	Mezcladora:	Llave que tiene dos entradas –fría y caliente– y una salida, con el único fin de regular la temperatura del agua.
		O	
		Obturador:	Dispositivo opcional de los grifos y regaderas, que controla el paso del agua justo en la salida del agua y sin recurrir al cierre o apertura de la propia llave.
		Organolépticas:	Propiedades de las sustancias que pueden determinarse por medio de los sentidos como el gusto y el olfato.

Oxidación: Adición de oxígeno, el cual descompone el desecho orgánico o los químicos tales como los cianuros, fenoles y componentes orgánicos de azufre en las aguas negras por medios químicos y bacteriales. Introducción de oxígeno en la molécula de ciertos compuestos para formar óxidos.

P

Patógenos: Elementos o microorganismos que originan enfermedades.

pH: Es un término usado universalmente para identificar la intensidad de las condiciones alcalinas o ácidas de una solución indicando la concentración de iones hidrógeno. El valor 7.0 es neutro; valores superiores a 7 son alcalinos e inferiores son ácidos.

Piezas especiales: Son los accesorios que permiten los cambios de dirección (codos) y de diámetro (reducciones o ampliaciones), ramificaciones (tes o yes), uniones entre tubos de diferente material (coples), etc.

Poliducto: Manguera plástica fabricada para albergar los cables de conducción eléctrica.

Potable: Término aplicado al agua cuando está apta para ser bebida.

Protozoarios: Sub-reino de organismos microscópicos unicelulares que tienen desde forma vegetal hasta miembros que se alimentan y comportan como animales. Algunos forman colonias y muchos son parásitos.

R

Radiactiva: Cuerpo que emite radiaciones cuando sus átomos se desintegran.

Ramal: Parte de la toma domiciliaria que da inicio en la llave de inserción y concluye en el codo inferior del primer tubo vertical del cuadro.

Red primaria: Tubería de gran diámetro (mayor o igual a 4”), cuyo tronco inicial comienza en los tanques de almacenamiento y distribuyen el agua en la zona servida, formando comúnmente redes cerradas.

Red secundaria: Tubería de diámetro pequeño (menor o igual a 3”) que sirven para distribuir el agua a todas las conexiones o tomas municipales. También alimentan distintos servicios públicos por medio de llaves públicas o surtidores.

Reciclamiento o reciclaje: Es el uso repetido del agua antes de su descarga.

Remoción: Acción de quitar sustancias inconvenientes.

Reutilización: Es el uso del agua descargada por otro usuario, ya sea que mantenga sus características físico-químicas o bien depurándola previamente.

S

Sapito: Nombre común por el que se conoce a la pieza que sella la descarga del tanque del inodoro en los sistemas tradicionales.

Sedimentación primaria: Se remueven partículas que no son eliminadas mediante el cribado y el desarenado. Consiste en el asentamiento de las partículas sólidas en el fondo de un tanque de concreto, acumulándose y dando origen a los lodos primarios.

Sedimentación secundaria: Al igual que la sedimentación primaria se lleva a cabo en tanques abiertos de concreto. Se diferencia de ésta debido a que se ubica después de un proceso biológico, como son los lodos activados, filtros biológicos o biodiscos, etc. y además el efluente que se produce tiene mínima turbiedad.

Séptico: Que contiene gérmenes patógenos.

Serpentín: Tubo largo en línea espiral o quebrada que sirve para facilitar el enfriamiento.

Silleta: Es la pieza que permite unir el albañal de la descarga domiciliaria, con la red de atarjeas municipal, cuando ésta última es de poli cloruro de vinilo o de polietileno de alta densidad.

Slant: Palabra de origen anglosajón que define a la pieza que permite unir el albañal de la descarga domiciliaria con la red de atarjeas municipal, cuando ésta última es de concreto o fibrocemento.

T

Termofusión: En las instalaciones hidráulicas, es el sistema de unión de algunos tipos de tubos plásticos, lo que se logra al elevar la temperatura hasta lograr la fusión del material y entonces unir las partes antes de que se enfríen.

Termosifón: Dispositivo usado para la calefacción en el cual el agua circula por las variaciones de temperatura.

Z

Zanjas de absorción: Son canales diseñados para retener el agua de precipitación convertida en escurrimiento antes de que adquiera velocidad suficiente para arrastrar las partículas más finas del suelo. No modifican la pendiente del terreno, pero sí la longitud efectiva de la pendiente, al seccionar el espacio de escurrimiento total en varias porciones. Son adecuadas para regiones de escasa precipitación, dado que el agua de precipitación retenida en ellas posteriormente se infiltra.



Bibliografía

Aparicio Mijares, Fco. Javier. **Fundamentos de Hidrología de Superficie**. Editorial Limusa, 2003

Arreguín Cortés, Felipe I. y Mario Buenfil Rodríguez **64 recomendaciones para ahorrar agua**. Segunda edición: adaptada por el Ministerio de Desarrollo Económico-Colombia, 1997,

CNA. **Compendio Básico del Agua en México, 2002**.

____ **Estadísticas del Agua en México, 2004**.

____ **Situación actual del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, diciembre de 2003**.

CNA/IMTA. **Estudios de Evaluación de pérdidas**, elaborados por la Comisión Nacional del Agua (CNA) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)

Colli M., J., **Paquetes tecnológicos para el tratamiento de excretas y aguas residuales en comunidades rurales**, IMTA, CNA, SEMARNAT, 2003, México

Consejo Consultivo del Agua, 2000. **Movimiento Ciudadano por el Agua**.

Escalante E., V., *et. al.*, **Identificación y Evaluación de Procesos Biológicos de Tratamiento**, IMTA, CNA, 2000, México

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS)

Monroy, Carlos y Francisco Meléndez, **Estrategias para el ahorro y uso racional del agua**, Espacio ITH, 2002, México

Ochoa A. L., Bourguett O. V., **Reducción integral de pérdidas de agua potable**, IMTA-CNA, 1998, México

Ochoa A. L., Rodríguez V. M. y Delgado B. A., **Análisis de la información del estudio de actualización de dotaciones en el país**, IMTA, Jiutepec, Morelos, 1993

Texas Water Development Board. **Texas Guide to Rainwater Harvesting**. In cooperation with the Center for Maximum Potential Building Systems. Second Edition, 1997, Austin, Texas.

Withers, Bruce y Stanley Vipond. **El riego: diseño y práctica**. Editorial Diana, 1978

Fuentes consultadas



- Comisión Nacional del Agua (CNA) a través de su Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, expide Normas Oficiales Mexicanas.
- Centro Mexicano de Capacitación en Agua y Saneamiento, A.C. (CEMCAS).
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. División de Salud y Ambiente.
- Organización Panamericana de la Salud, Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural.
- Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora (COAPAES).
- Comisión Estatal de Aguas de Querétaro (CEA).
- Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).
- Organización Panamericana de la Salud. Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural.

- www.accesorios-fontaneria.com/
- www.aguadehermosillo.gob.mx/
- www.aguadehermosillo.gob.mx/main/cultura
- www.ceaqueretaro.gob.mx/index/usoeficiente
- www.cespt.gob.mx/cultura/consumo.htm
- www.cna.gob.mx
- www.imta.mx/otros/tedigo/sugiere.htm
- www.rotoplas.com
- www.salud.gob.mx
- www.semarnat.gob.mx

En la formación se utilizaron, modificaron o diseñaron grafismos de señalética relativos al manejo y uso del agua; su aplicación es meramente ilustrativa y referencial; las fuentes fueron:

- Dreyfuss, H. Symbol Sourcebook. Mc Graw Hill, N.Y. 1972.
- Modley, R and G. Myers; Handbook of pictorial symbols. Dover, N.Y. 1976.
- AIGA. Symbol Signs. N.Y. 1993





**Comisión Nacional
de Fomento a la Vivienda**
Sr. Carlos Gutiérrez Ruiz

Coordinación:

**Dirección General de
Fomento al Crecimiento
del Sector Vivienda**

Arq. Evangelina Hirata Nagasako
Arq. Cristina González Zertuche
Lic. Rosa María Escobar Briones

Grupo de trabajo

CONAFOVI

DAH Mónica Rivas Bazán

SEMARNAT

Lic. Luis Felipe Carrillo Neri

Biól. Martha S. Niño Sulkowska

Arq. Gloria García Fonseca

Soc. Túpac Huriata Alcáuter Montero

FOVISSSTE

Ing. Gustavo Fernández Díaz de León

Ing. Eduardo Alexander Fierro

Arq. Felix Nieto Cortés

CNA

Ing. Antonio Fernández Esparza

Ing. Leopoldo Rodríguez Varela

M.I. Luis M. Salmenes Hernández

IMTA

Dr. Aldo Iván Ramírez Orozco

Dra. Gabriela E. Moeller Chávez

M.I. Ivette Renée Hansen Rodríguez

Dra. Alejandra Martín Domínguez

CEMCAS

Ing. Marcos Cerrillo Romero

Ing. Maximiliano Olivares Padilla

**Guía para el uso eficiente del
agua en desarrollo habitacionales**
se terminó de imprimir en el mes de
septiembre de 2005. La edición
consta de mil ejemplares.

El diseño y la edición estuvieron
a cargo de Arroyo+Cerda, S.C.