

GERMÁN UZCÁTEGUI BRICEÑO

Ingeniero civil, Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela, 1963. M.Sc. en Mecánica de los Fluidos, USU, Logan, Utah, EE.UU., 1965; Ph.D. Candidate Desarrollo de los Recursos Hidráulicos, USU, Logan, Utah, EE.UU., 1969.

Se ha desempeñado como asesor de Hidroven y sus empresas filiales. Director de Negocios de Agua, Corporación EDC. Asesor del Proyecto Orinoco-Apure. Presidente del INOS. Director general, MARNR. Director del CIDIAT. Coordinador de los cursos de posgrado en Aguas y Tierras, ULA. Profesor de los departamentos de Hidráulica en la UCAB y la ULA.

Ha sido asesor de estudios y proyectos en: análisis de sistemas de recursos hidráulicos; planificación hídrica en América Latina y los recursos humanos. Estudios de preinversión y desarrollo institucional para empresas prestadoras de servicios de agua potable. Consultor puntual de la Corporación Andina de Fomento, del Banco Mundial, de la Oficina Panamericana de la Salud y del Banco Interamericano de Desarrollo, en Proyectos de modernización del sector agua y saneamiento. Descentralización del sector sanitario en Venezuela. Coordinador del equipo técnico que discutió el proyecto de ley para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento. Proyecto para la eliminación de excedentes de agua de la cuenca del lago de Valencia mediante su aplicación al suelo. Estudio gran visión de la hidrología de las cuencas compartidas con Colombia. Identificación de los programas y proyectos para el Plan Integral de Gestión Socioambiental de la Cuenca del Río Guayas, Ecuador. Valoración de empresas prestadoras de servicios de agua potable y saneamiento en varios países.

capítulo **12.**

El agua y los asentamientos humanos

GERMÁN UZCÁTEGUI BRICEÑO

CONTENIDO

- 12.1.** La demanda de agua *pág.* 457
- 12.2.** La disponibilidad de agua *pág.* 462
- 12.3.** La infraestructura *pág.* 463
- 12.4.** El financiamiento *pág.* 468
- 12.5.** La gobernanza *pág.* 470
- 12.6.** Los recursos humanos *pág.* 473
- 12.7.** Los acueductos rurales *pág.* 474

Conclusión *pág.* 477

Referencias *pág.* 478

- 1 Un centro urbano debe contar con servicios de agua potable, saneamiento y drenajes de aguas de lluvia que garanticen condiciones confortables de vida a la comunidad, minimicen la incidencia de enfermedades hídricas y la mortalidad infantil, incrementen la esperanza de vida de la población, aumenten el bienestar de los individuos y promuevan la instalación de industrias y comercios para contribuir a la erradicación de la pobreza. La prestación de estos servicios de manera deficiente representa costos para la sociedad que se describen en el capítulo 7 de este libro.

LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

- 2 Los servicios de agua potable y saneamiento de una ciudad constituyen una industria intensiva en capital y tecnología cuya misión es la de captar, potabilizar conducir y distribuir agua potable a los hogares, fábricas, comercios y espacios públicos urbanos; y una vez usada recogerla, conducirla, tratarla y devolverla al medio ambiente.
- 3 Las aguas crudas que se encuentran en la naturaleza generalmente no reúnen condiciones de potabilidad, por lo que los prestadores de servicios de agua potable las captan y las procesan para retirar los elementos que las contaminan: impurezas, toxinas y patógenos. Además, en muchos casos las fuentes son estacionales por lo que se hace necesario disponer de embalses para almacenar el agua sobrante de los períodos de lluvia para utilizarlas durante las etapas de sequía. Cada año que pasa las demandas se incrementan y las fuentes de agua están más distantes de las ciudades, por lo que hay necesidad de construir aducciones más largas y complejas para traer el agua a los centros urbanos.
- 4 Una vez dentro de la ciudad, los prestadores de servicios de agua potable deben disponer de una red de distribución constituida por tubos de distintos diámetros, tanques, estaciones de bombeo y dispositivos de regulación y control que se encargan de conducir y entregar el agua potable a las viviendas, las fábricas, los comercios, los edificios y espacios públicos; con continuidad, presiones y calidad sanitaria adecuadas.
- 5 Inmediatamente después de utilizarla, los usuarios desechan las aguas servidas y los prestadores de servicios las retoman mediante un sistema de recolección que las lleva hasta una planta de depuración para limpiarla de elementos contaminantes y devolverla a la naturaleza con una calidad que se aproxime a la que tenía cuando la retiró de ella. Este servicio de recolección, conducción y depuración de las aguas servidas se conoce como servicio de saneamiento.
- 6 Los servicios de agua potable y de saneamiento tienen características que agregan especial complejidad a su operación y mantenimiento. Sus instalaciones están extendidas por toda la ciudad y en su mayor parte enterradas en medio de las calles; por lo que su rehabilitación y reposición por métodos convencionales requiere de la rotura de las vías e interrupciones de tráfico que convierte estos trabajos en incómodos y antipáticos para la comunidad.
- 7 El recuadro superior de la figura 12.1, página 456 muestra el esquema del servicio de agua potable de una ciudad mientras que el recuadro intermedio muestra el esquema

de su servicio de saneamiento. Los factores que se requieren para prestar estos servicios con cobertura y calidad adecuadas son: infraestructura, financiamiento, gobernanza (nota 1) y recursos humanos.

(nota 1)

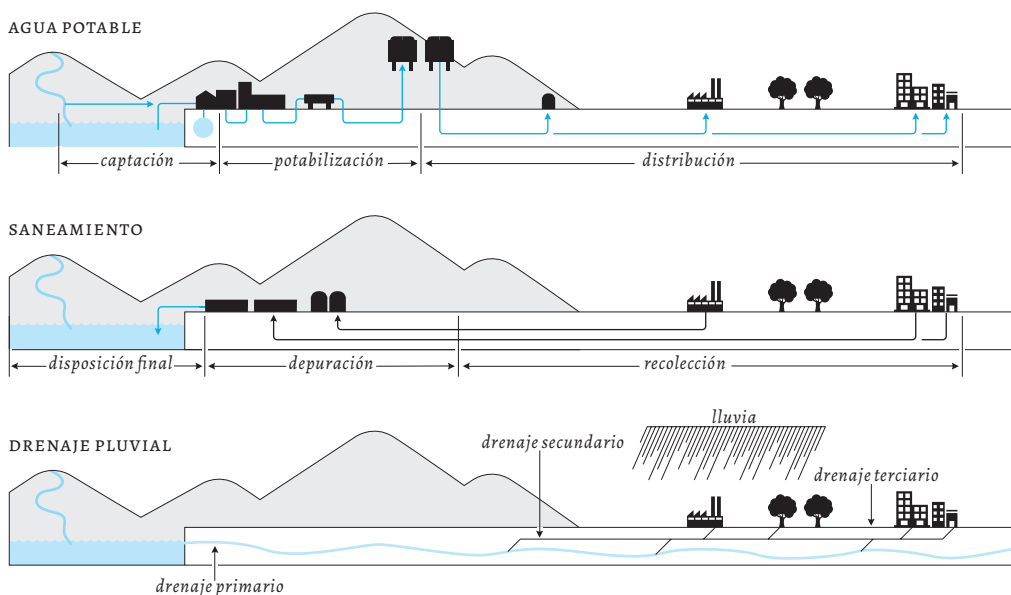
Gobernanza es el «Arte o manera de gobernar [para] el logro de un desarrollo económico, social e institucional duradero, promoviendo un sano equilibrio entre el Estado, la Sociedad Civil y el Mercado de la Economía» (KAUFFMANN, 2008).

EL DRENAJE DE LAS AGUAS DE LLUVIA

- 8 El proceso de urbanización impermeabiliza los suelos e incrementa el escurrimiento superficial generado por las lluvias y tiende a acumularlas en los puntos bajos de la ciudad, lo que se traduce en amenazas a la salud, a la seguridad y al bienestar de las personas. Para drenar ordenadamente estas aguas se construyen obras de drenaje pluvial que constituyen un componente importante del saneamiento de las ciudades. Las obras de drenaje pluvial garantizan el tránsito de vehículos y de personas durante las lluvias sin que tengan que atravesar áreas anegadas, controlan los procesos de erosión o sedimentación, protegen las propiedades y los espacios públicos de las aguas empozadas, evitan la proliferación de enfermedades y la creación de áreas insalubres. El tercer recuadro de la figura 12.1 muestra un sistema de drenaje pluvial.

FIGURA 12.1 Servicios de distribución de agua potable, de saneamiento y de drenaje de aguas pluviales

Fuente: Elaboración propia



- 9 En los sistemas de drenaje pluvial se distinguen tres etapas:
- El drenaje superficial o terciario constituido por techos, terrazas, jardines, calles y avenidas, superficies sobre las cuales escurre el agua desde el punto en que cae la lluvia hasta donde se inicia la red de drenaje secundario.
 - El drenaje secundario, constituido por sumideros, colectores, obras de almacenamiento, estaciones de bombeo, obras de control de basuras y sedimentos y otras que facilitan la evacuación de las aguas pluviales y las conducen desde los drenajes terciarios hasta el drenaje primario, sin perturbar el tráfico de vehículos y peatones.
 - El drenaje primario constituido por los cursos naturales de agua y las obras que se construyan para incrementar su capacidad y eficiencia en su cometido de evacuar las aguas provenientes de las precipitaciones sobre la ciudad.

- 10 Las primeras redes de cloacas se construyeron con el doble propósito de conducir las aguas servidas y cumplir las funciones de drenaje secundario de las aguas de lluvia. Estos sistemas se denominaban unitarios o combinados y muy pronto dejaron de utilizarse por sus inconvenientes, entre los cuales destacan las grandes dimensiones de las canalizaciones y por lo tanto sus elevados costos, el riesgo de reflujos de aguas servidas a los domicilios, el desborde de las plantas de tratamiento de aguas servidas durante los períodos de lluvia; lo que llevaba a aliviar parte de las aguas sin tratar en los cauces naturales de agua. Estas razones llevaron a hacer obligatorios los sistemas separados en los cuales las aguas de lluvia y las aguas servidas se conducen a sus destinos finales en canalizaciones separadas.
- 11 En los sistemas separados se observa la mala práctica de los empotramientos clandestinos, mediante los cuales los usuarios disponen de sus aguas servidas en la red de drenaje de aguas de lluvia o disponen las aguas de lluvias que recogen en sus propiedades en la red de aguas servidas de la ciudad; lo que transfiere a los sistemas separados los problemas de los sistemas unitarios.
- 12 El buen funcionamiento de los drenajes de aguas de lluvia requiere mantenerlos libres de malezas, sedimentos y basuras; y en el caso de que existan sistemas de bombeo y/o almacenamientos de control, garantizar que estos mecanismos y sus automatismos estén en buenas condiciones para el momento en que ocurra la lluvia.
- 13 El drenaje de aguas de lluvia no incluye el control de las inundaciones que generan las aguas desbordadas de ríos, caños o quebradas que cruzan o bordean la ciudad, aspecto que se trata en otro capítulo de este libro

12. 1. LA DEMANDA DE AGUA

- 14 Las dimensiones y las características de las obras de infraestructura para el abastecimiento de agua a una ciudad dependen del caudal de diseño, el cual a su vez está determinado por el equilibrio demanda-disponibilidad de agua. También son función de la demanda de agua las dimensiones de los sistemas de recolección, depuración y disposición de aguas servidas, mientras que las dimensiones de los sistemas de drenaje son función de la intensidad y duración de las lluvias y del grado de impermeabilización de la ciudad.

12. 1.1. CAUDALES DE AGUA DEMANDADOS

- 15 La demanda de agua de una ciudad para un año determinado es el volumen de agua que debe entregarse a la ciudad para satisfacer sus requerimientos durante ese año, medido a la salida de la planta de potabilización (AZPÚRUA, 1993).
- 16 La demanda abarca la sumatoria de los volúmenes de agua potable requeridos por todos los consumos que se generan dentro del perímetro urbano: doméstico, comercial, público o industrial e incluye además las pérdidas que se generan en el proceso de distribución y los desperdicios que se producen dentro de los predios de los usuarios.
- 17 La prospección de la demanda de agua para una ciudad para un año determinado se calcula como el producto de la población esperada para ese año multiplicado por

una dotación por habitante, que depende del grado de desarrollo de la ciudad, de la cultura de agua de sus ciudadanos, del clima, de las pérdidas y de los desperdicios.

18 La producción de agua potable en Venezuela para el año 2007 fue de 4.126 millones de metros cúbicos (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, 2010), lo que distribuido entre una población urbana de 24,2 millones de habitantes (nota 2) equivale a una producción unitaria de 467 lppd (nota 3). Este valor es una aproximación a la demanda promedio de agua de las ciudades de Venezuela suponiendo que el servicio durante 2007 hubiese sido continuo y con presiones adecuadas.

(nota 2)

Población abastecida por las empresas hidrológicas.

(nota 3)

LPPD: litros por persona por día.

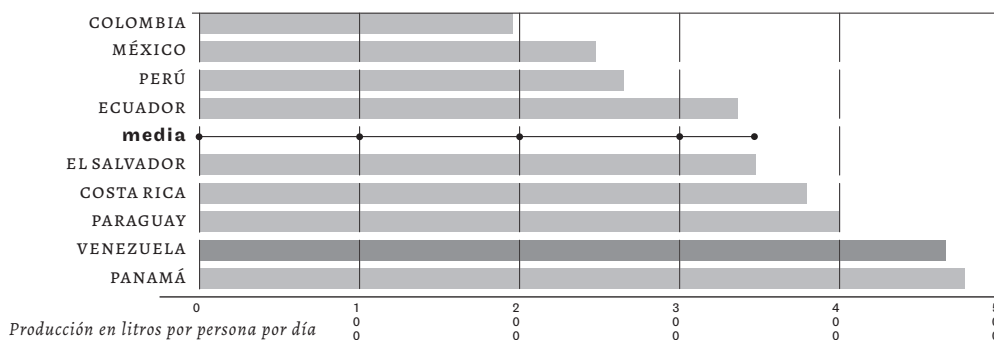
(nota 4)

Región: se refiere a la Región LAC que comprende los países de Latinoamérica y el Caribe hispanoparlante.

19 Este valor de 467 lppd es elevado cuando se compara con las demandas de otros países de la región (nota 4), tal como se observa en la figura 12.2. Estas diferencias entre las producciones de agua por habitante para los distintos países derivan esencialmente de las diferencias en las pérdidas y desperdicios de agua que se generan en cada uno de ellos durante la prestación del servicio.

FIGURA 12.2 Comparación de las demandas de agua por habitante en nueve países de la región

Fuente: Elaboración propia



20 La tabla 12.1 muestra una prospección de la demanda de agua en Venezuela asumiendo:

- Una tasa de crecimiento de la población de 1,6%
- La población urbana permanece como el 88% de la población total
- Para dos hipótesis: a). dotaciones iguales a la demanda asumida para Venezuela en 2007 (467 lppd); y b). demandas similares a la media de otros países de la región (347 lppd) (BERG VAN DER Y DANILENKO, 2011).

21 En la tabla citada se observa que el volumen de agua potable producido en Venezuela en el año 2007 podría satisfacer las demandas de todas las ciudades del país hasta más allá del año 2020, si las demandas de agua se redujeran al valor promedio de los países de la región.

22 Esta afirmación es válida si la producción estuviese igualmente disponible para todas las ciudades del país, sin embargo algunas tienen su producción restringida y para ellas esta afirmación no aplica; mientras que para otras la producción es excesiva.

TABLA 12.1 Proyección aproximada de las demandas de agua en miles de millones de metros cúbicos para Venezuela

Fuente: Elaboración propia

Año	población (miles)		demandas (mmm ³)	
	total	urbana	467 lppd	347 lppd
2007	27.480	24.182	4.122	3.063
2010	28.752	25.302	4.313	3.205
2020	33.434	29.422	5.015	3.726
2030	38.878	34.213	5.832	4.333
2040	45.208	39.783	6.781	5.039

12. 1. 2. PÉRDIDAS DE AGUA

- 23 Las pérdidas de agua o fugas se generan en las redes de distribución, en sus aditamentos y en las conexiones domiciliarias; reducirlas es responsabilidad del prestador. Mantener el control de las fugas de agua es una actividad cotidiana de los prestadores que implica el control continuo de presiones en la red, la medición permanente de la diferencia entre las cantidades de agua entregada a las redes y a los usuarios, la reposición de redes con vida útil vencida y la inspección de las tuberías para detección de fugas invisibles o atascos mediante programas y métodos adecuados. Cuando este cuidado deja de ejercerse durante algún tiempo hay que hacer un trabajo intensivo de investigación para identificar los daños y repararlos. En Guarulhos, Brasil, la empresa prestadora SABESP (nota 5) contrató una empresa consultora francesa para detectar las fugas invisibles de agua de sus redes. En la fase experimental, con una inversión de US\$ 189.900 estudió 240 km de red y eliminó 100 lps de pérdidas de agua, lo que representó para SABESP un ahorro de US\$ 1.009.152 por año, esto es, por cada dólar invertido en recuperación de pérdidas SABESP ahorro cinco (nota 6) (TOMAZ, 1998).
- 24 Las fugas en las redes son responsables de la mayor parte de las pérdidas de agua y las pérdidas financieras de los acueductos. Ellas incrementan sus costos de operación y requieren que se incorporen nuevas fuentes de agua para compensarlas. Además, el mal estado de las redes promueve la contaminación del agua potabilizada por filtraciones que pueden ocurrir desde los acuíferos o desde las redes de aguas servidas.
- 25 El agua proveniente de tuberías rotas aflora a la superficie meses o años después de iniciada la fuga o puede no llegar a aflorar cuando los suelos son muy permeables. Durante el tiempo que la fuga permanece invisible se aumenta la pérdida de agua porque ellas generalmente se incrementan con el paso del tiempo. Las fugas pueden socavar el terreno produciendo daños al pavimento y a las edificaciones vecinas.
- 26 La figura 12.3, página 460, muestra cómo las pérdidas ocurren entre el punto de inyección de agua a la red hasta el medidor del usuario. El ramal que conecta la red de distribución con el predio del usuario se conoce como conexión domiciliaria y contiene el micromedidor. El consumo se mide con micromedidores instalados en el punto donde el agua entra al predio del usuario. El micromedidor mide el consumo racional más los desperdicios.

(nota 5)

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo S.A.

(nota 6)

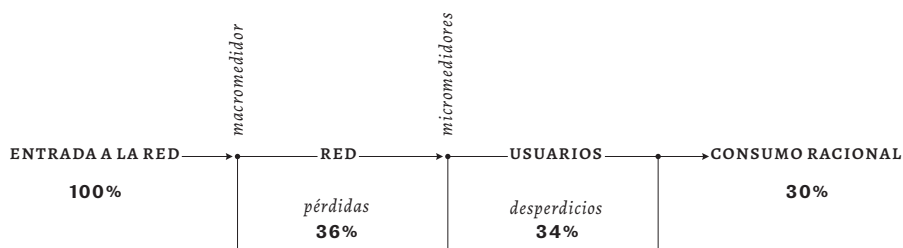
Este caudal de agua es suficiente para satisfacer la demanda de una población de 26.000 personas con una dotación de 330 litros por persona por día.

12. 1. 3. DESPERDICIOS DE AGUA

- 27 Los desperdicios comprenden los volúmenes de agua que son entregados a los usuarios, quienes los utilizan en consumos suntuarios, los malgastan, los pierden por fugas de las tuberías o mal estado de las válvulas dentro de sus propiedades y, en consecuencia, son caudales que regresan a la cloaca sin utilizar.
- 28 Los desperdicios ocurren en los predios de los usuarios y son estos los llamados a eliminarlos, aunque los prestadores deben motivarlos y apoyarlos en esta tarea educándolos para: no usar más agua de la necesaria, no dejar llaves abiertas, corregir las fugas dentro del predio, no utilizar agua en labores distintas a las que está destinada, no regar cultivos, no abregar ganado y utilizar solo el agua necesaria en los quehaceres domésticos y de aseo personal: baño, afeitado, lavado de enseres de cocina y ropa. Existen dispositivos comerciales para el ahorro de agua, pero lo más importante es que los usuarios tengan una «cultura y una ética del agua» que los lleve a reconocer que el agua es un bien escaso que otros necesitan y que no se puede malgastar. El capítulo 20 de este libro habla de esta materia.
- 29 Se han realizado campañas educativas para minimizar el desperdicio desde los comienzos de los acueductos, sin embargo, la experiencia enseña que la forma más efectiva de cambiar los hábitos del usuario en cuanto el uso del agua y convocarlo a minimizar el derroche es mediante la medición de los consumos y la aplicación de una tarifa adecuada, que le envíe una señal de que está malgastando un bien costoso en perjuicio de su propio peculio. La figura 12.3 muestra cómo se producen los desperdicios después de haber sido entregada el agua al usuario.

FIGURA 12.3 Pérdidas y desperdicios de agua

Fuente: Elaboración propia



12. 1. 4. IMPACTO DE LAS PÉRDIDAS Y LOS DESPERDICIOS EN LA DEMANDA DE AGUA

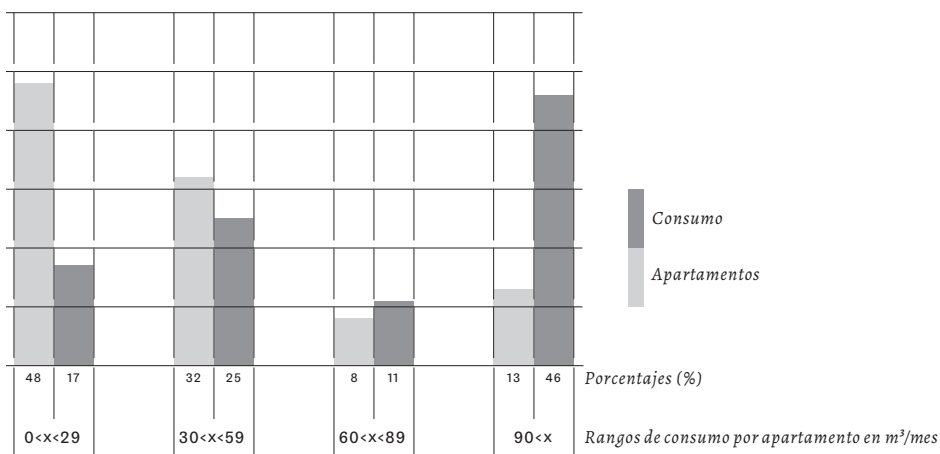
- 30 Para comprender el impacto que sobre la demanda de agua tienen las pérdidas y los desperdicios, se presentan a continuación los resultados de parte de un estudio de consumos realizado por el Consorcio ACQUALARA en el sector Las Trinitarias-Patarata de Barquisimeto, en un área con 537 viviendas similares. Durante un período de un mes se instaló a la entrada de la red de distribución de ese conjunto residencial un medidor en el cual se midió el caudal de agua suministrado a la red (UZCÁTEGUI, 1992).
- 31 Simultáneamente, se midió el agua utilizada por 264 viviendas. Para analizar los resultados se dividieron los consumos mensuales de este grupo de viviendas en cuatro

rangos: consumos menores a 29 m³, consumos comprendidos entre 30 y 59 m³, consumos comprendidos entre 60 y 89 m³ y consumos mayores de 90 m³. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 12.4 y la conclusión resultante es la siguiente:

- El 48% de los apartamentos tuvo consumos menores de 29 m³/mes y su consumo agregado fue el 17% del consumo total de agua. El consumo medio por apartamento en este rango fue de 20 m³/mes.
 - El 13% de los apartamentos tuvo consumos mayores de 90 m³/mes y su consumo agregado representó el 46% del consumo total de agua. El consumo medio por apartamento fue de 198 m³/mes, esto es diez veces el consumo por apartamento del primer grupo.
- 32 Si se asume como consumo racional el de 25 m³/mes, se concluye que el 53% del agua suministrada a este conjunto residencial se desperdicia por derroche, llaves mal cerradas, tuberías rotas u otras circunstancias que ocurren dentro de los predios de los usuarios, y ese desperdicio lo pagan con mal servicio la mitad de los apartamentos que consumen menos de 25 m³/mes.
- 33 Las cifras resultantes de las mediciones realizadas en Las Trinitarias-Patarata que se muestran en la figura 12.4, dan una idea de las pérdidas y desperdicios de agua que registran los acueductos de Venezuela y cómo afectan la demanda, esto es, por cada tres (3) litros de agua que se utilizan racionalmente el prestador debe producir diez (10). Por otra parte es cierto que reducir las pérdidas a cero es antieconómico pero se pueden reducir a un valor comprendido entre 10% y 15% con resultados positivos para el prestador y para la sociedad (TOMAZ, 1998).

FIGURA 12.4 Apartamentos y consumos medidos en el estudio de ACQUALARA

Fuente: Uzcátegui, 1992



(nota 7)
 HIDROVEN es la empresa matriz de nueve empresas operadoras de servicios de agua potable y saneamiento que prestan servicios al 70% de la población de Venezuela. Adicionalmente, la LOPSAPS, a la cual se hace referencia más adelante, le asignó a HIDROVEN transitoriamente las responsabilidades que corresponden al ente planificador y al ente regulador del sector en todo el país, mientras se implanta la arquitectura institucional que en ella se prevé.

12. 1. 5. DEMANDA RACIONAL

- 34 Demanda racional es la cantidad de agua que «los usuarios de un sistema de abastecimiento pretenden utilizar de acuerdo a determinados usos y costumbres» (AZPÚRUA, 1993). La demanda racional se corresponde con los consumos de agua con un margen de desperdicios y pérdidas aceptables. HIDROVEN (nota 7) lleva adelante acciones para

racionalizar las demandas con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo dentro de un programa denominado Racionalización de los Consumos de Agua Potable (VE-L1027). La racionalización de la demanda es la manera más económica de enfrentar su crecimiento excesivo con sus consecuencias de mayores inversiones, mayores gastos y mayor deterioro del ambiente. Un profesional que sirvió al INOS por muchos años sostenía: «La mejor fuente de agua es una buena administración».

12. 1. 6. RACIONAMIENTOS

- ³⁵ El término racionamiento se utiliza para designar los cortes horarios o diarios del suministro de agua a sectores de una ciudad por razones de sequías, accidentes, insuficiencia o mal estado de la infraestructura. Estos cortes son indispensables cuando no hay otra forma de controlar el consumo. Son embarazosos de hacer sobre todo en redes muy interconectadas. Los racionamientos conllevan un incremento de los desperdicios de agua pues los usuarios al verse sin agua durante parte del día recurren a almacenarla temporalmente en recipientes y una vez que se restaura el servicio descargan los recipientes en las cloacas. En este sentido, son también inconvenientes los tanques de agua que poseen los edificios, residencias, industrias y comercios para eliminar los efectos de los racionamientos, pues para ellos el racionamiento no existe: mientras no hay agua en la red consumen su tanque y cuando esta regresa encuentra el tanque vacío que abre automáticamente su válvula hasta llenarse, restando así el agua que debería compartir con otros ciudadanos. Los racionamientos contribuyen además a la rotura de las tuberías al someterlas a cambios bruscos de presión.
- ³⁶ Otra desventaja del almacenamiento en hogares y edificaciones es que el agua pierde sus condiciones de agua potable y para reducir este efecto los usuarios deben mantener y desinfectar los tanques así como filtrar y desinfectar el agua de tomar.

12. 2. LA DISPONIBILIDAD DE AGUA

- ³⁷ La disponibilidad de agua en Venezuela está descrita en los capítulos 3 y 4 de este libro. Estas disponibilidades son teóricas y deben afectarse por el volumen aprovechable en el caso de fuentes superficiales, lo que convierte la disponibilidad real en una cantidad mucho menor que la teórica.
- ³⁸ Por otra parte, no todas las aguas pueden utilizarse para el abastecimiento urbano. Las aguas para que puedan considerarse disponibles para abastecimiento urbano deben ser Aguas del Tipo 1, según las Normas para la Clasificación y el Control de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos (VENEZUELA, 1995). Este tipo de aguas tiene exigencias en parámetros tales como: color, turbiedad, organismos coliformes y contenido de elementos y compuestos como metales pesados, biocidas y otros; lo que elimina una parte importante de la disponibilidad de agua para consumo urbano.

12. 3. LA INFRAESTRUCTURA

- ³⁹ La necesidad del hombre por establecer el equilibrio entre la demanda y la disponibilidad de agua y de restituir al ambiente las aguas servidas, nacieron los acueductos y las cloacas que se han construido en el mundo desde tiempos remotos. Ejemplos

sobresalientes de ello son la Cloaca Máxima en Roma, una red de alcantarillado construida en los años 600 a.C. para drenar los pantanos locales, eliminar los desperdicios de la ciudad y conducirlos hasta el río Tíber, y el acueducto de Segovia en España, construido a finales del siglo I y considerado la obra de ingeniería monumental del Imperio romano.

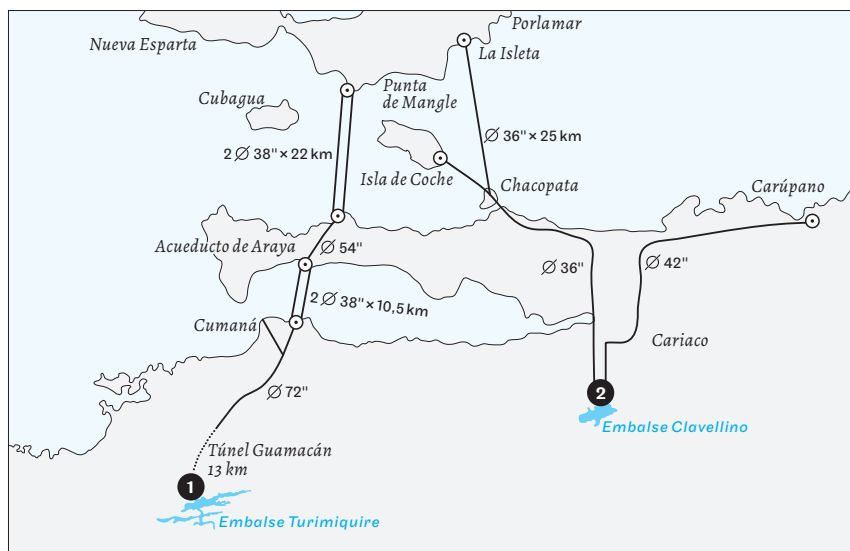
- 40 Los acueductos de Coro y Caracas, inaugurados en 1866 y 1874, fueron en su tiempo las obras de ingeniería más importantes de Venezuela. El acueducto de Coro estrenó la presa de Caujarao en el río Coro, primera obra de concreto hecha en Venezuela, y el Acueducto de Caracas abasteció la ciudad desde el río Macarao mediante un canal de tierra de 46 km de largo. En 1874 se creó el Ministerio de Obras Públicas (MOP), que fue el órgano del Gobierno Nacional que hasta 1943 fue responsable de construir los mayores acueductos del país (SILVA, 2000).
- 41 Con respecto a las obras de saneamiento, entre los años 1876 y 1890 se construyeron en Caracas los embovedados de varias quebradas, en 1907 un kilómetro de colector en la margen izquierda del río Guaire y con sus ramales secundarios de cloacas. Desde 1919 hasta 1943 el MOP construyó cloacas aisladas en algunos sectores de Caracas, actividad que fue impulsada en 1936 cuando se inició la construcción de los colectores y redes de cloacas que sanean la ciudad y el mismo MOP contrató la empresa norteamericana Consulting Engineers C.A. para hacer el estudio general de acueductos y cloacas de Caracas que ejecutaría el Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) a partir de 1943 (MEJÍAS, 1954). Actividades similares aunque en menor escala se realizaron en ciudades del interior del país, tal como se deriva de las revistas técnicas del MOP.
- 42 En 1943 se creó el INOS, instituto autónomo que asumió la responsabilidad de construir la infraestructura hidrosanitaria más importante que requería el país, de acuerdo con las condiciones establecidas en el decreto-ley de su creación (VENEZUELA, 1943). El INOS se responsabilizó del acueducto de Caracas, puso en servicio la presa de Macarao en 1944 y las presas de La Mariposa y Agua Fría en 1949, con sus respectivas plantas de potabilización. Agotadas las fuentes de agua dentro de la cuenca del río Guaire, el INOS construyó e inauguró el sistema Tuy I en 1957. Con esta obra se dio inicio a la construcción de acueductos constituidos por obras importantes de ingeniería que son consecuencia del agotamiento de las fuentes de agua próximas a las ciudades. Entre esos acueductos destacan el Tuy II y el Tuy III, para reforzar el servicio de agua de Caracas; Clavellinos y Turimiquire, que se muestran en la figura 12.5, página 464, para servir a Cumaná, Carúpano y Margarita; el Acueducto Regional del Centro (I y II) para abastecer las ciudades de la cuenca del lago de Valencia; Tulé para abastecer Maracaibo y poblaciones aledañas; el Falconiano para abastecer Coro, la península de Paraguaná y el complejo refinador de Paraguaná; y el Regional del Táchira para abastecer el 75% de la población de ese estado.
- 43 Con la creación del INOS se inició en Venezuela la construcción intensiva de plantas de potabilización, de redes de distribución de agua potable y de recolección de aguas servidas, y la racionalización del servicio de agua mediante la colocación de tomas

domiciliarias con micromedidores; todo ello simultáneamente con la fijación de tarifas y la formación del personal requerido para la prestación de los servicios. En los cuarenta años que van de 1943 a 1983, la población servida de agua potable pasó de medio millón a trece millones de habitantes, la servida por cloacas de prácticamente ninguna, a ocho millones de habitantes. Conjuntamente con otras campañas sanitarias el INOS coadyuvó a incrementar la expectativa de vida del venezolano desde 36 años en 1943 a 70 años en 1983, al mismo tiempo que la tasa de mortalidad disminuyó desde 15,4 al 5,5 por mil (UZCÁTEGUI, 1983).

- 44 Pero las aguas servidas generadas en el medio urbano eran regresadas a los cuerpos naturales de agua con la carga de contaminantes que incorporan durante su utilización, con el consiguiente deterioro del ambiente y agotamiento del recurso. No es sino hasta finales de la década de 1980 que el Ministerio del Ambiente comienza la construcción, por parte del sector público, de plantas de tratamiento de aguas servidas o plantas de depuración.
- 45 Las plantas públicas de depuración tratan agua con calidad similar a la de las aguas servidas domésticas, pues las aguas servidas provenientes de las industrias deben ser preacondicionadas antes de descargarlas a la red pública de cloacas debido a que los efluentes industriales ocasionan daños tanto a la propia red como a los procesos de tratamiento de aguas servidas domésticas (VENEZUELA, 1995). Estas plantas se describen en el capítulo 7 de este libro.

FIGURA 12.5 Sistemas Turimiquire y Clavellinos para abastecer las islas de Margarita y Coche

Fuente: Elaboración propia



Plantas de potabilización: 1. Turimiquire 2. Clavellino

12. 3. 1. LAS PLANTAS DE POTABILIZACIÓN

- 46 El agua en su estado natural o agua cruda presenta impurezas físicas, químicas y biológicas que impiden su uso directo para el abastecimiento urbano. Para que el agua pueda ser suministrada al medio urbano debe llenar los requisitos de agua potable

que los organismos responsables de la salud pública definen para cada país. En el caso de Venezuela, estos requisitos los definen las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable y son de tres tipos (VENEZUELA, 1998):

- *Organolépticos*: que definen el rango dentro del cual deben estar comprendidos los valores que pueden ser percibidos por los sentidos como: el olor, el color y el sabor.
- *Físico-químicos*: que definen el rango dentro del cual deben estar comprendidos los valores de las sustancias contaminantes que pueden resultar tóxicos a la salud.
- *Microbiológicos*: que limitan la presencia de microorganismos patógenos.

- 47 Estos requisitos se alcanzan procesando el agua en instalaciones conocidas como plantas de potabilización, que transforman el «agua cruda» en «agua potable» y que son el corazón de la industria del agua.
- 48 Venezuela cuenta con cerca de setecientas plantas de potabilización; las mayores son Caujarito, La Guairita y La Mariposa en la Gran Caracas; Alonso de Ojeda en Maracaibo; Alejo Zuloaga y Lucio Baldó en la cuenca del lago de Valencia; Turimiquire, que potabiliza el agua de Cumaná y la isla de Margarita; Cordero, que potabiliza el agua para el 75% de la población del estado Táchira; y las de José Antonio Anzoátegui y El Rincón, que potabilizan el agua de Barcelona y Puerto La Cruz. Estas diez (10) plantas sirven a más de la mitad de la población urbana de Venezuela. El grado de complejidad de las instalaciones de potabilización varía con la calidad del agua cruda.
- 49 Las denominadas plantas convencionales, que son las más utilizadas en Venezuela, están integradas por una etapa de clarificación constituida por un conjunto de operaciones unitarias destinadas a la remoción de sólidos denominadas floculación, coagulación, sedimentación y filtración. En este proceso la filtración es una operación esencial conocida como barrera sanitaria, ya que no se puede garantizar la ausencia de patógenos si el agua no está debidamente filtrada (HELLER y SILVA, 1995). El agua después de clarificada debe someterse a procesos de desinfección para eliminar aquellos microorganismos potenciales transmisores de enfermedades y a procesos de estabilización para que el agua no dañe las tuberías y otros elementos de la red por corrosión o deposición.
- 50 La figura 12.6, página 466, muestra la planta de potabilización Alejo Zuloaga, que sirve a la ciudad de Valencia y está conformada por dos sistemas; uno convencional con una capacidad de 3.000 lps, que entró en servicio en 1973, y otro, de la patente francesa «Degremont», con capacidad de 5.000 lps, que entró en servicio en 1980.
- 51 Para abastecer la población urbana de Venezuela, a partir del año 1943 se desarrollaron captaciones en cuencas cuasi-virgenes con sus respectivas plantas de potabilización. Hoy esas cuencas han sido ocupadas por desarrollos agrícolas o espacios urbanos, o lo que es peor, por industrias y los efluentes que estos generan han degradado el agua cruda que abastece dichas plantas. Para continuar utilizando esas fuentes de agua, el agua cruda debe ser pretratada para llevarla a condiciones cercanas a las que tenía originalmente. Asimismo, se hace necesario instalar procesos nuevos, más sofisticados y más costosos dentro de la línea de tratamiento; como la ozonización y la filtración con carbón activado; procesos que hasta ahora no han sido utilizados en Venezuela.

- 52 Salvar las fuentes de producción de agua para abastecimiento del medio urbano obliga a gestionar de manera integral las cuencas de captación para impedir su deterioro y evitar descargar en ellas aguas servidas sin tratar. Estos aspectos se tratan en los capítulos 7 y 21 de este libro.
- 53 Detener el deterioro de las cuencas productoras de agua es vital para mantener el abastecimiento de agua al medio urbano. Existen movimientos que promueven la evolución del concepto tradicional de infraestructura hidrosanitaria para incluir en él, además de las infraestructuras tradicionales de agua cruda, agua potable y aguas servidas, las infraestructuras requeridas para la protección y la restauración de las cuencas productoras, de manera que los prestadores asuman la responsabilidad de garantizar la calidad del agua cruda. Ello implica incluir en el precio del agua potable, además del margen para reemplazar y mejorar la infraestructura tradicional de prestación, el requerido para financiar la construcción y operación de la infraestructura para la remediación, y de ser posible, para evitar la ocurrencia de impactos ambientales e hidrológicos adversos a la cuenca (ASPEN INSTITUTE, 2009).

FIGURA 12.6 Planta de potabilización Alejo Zuloaga

Fuente: Vista de Google Earth 1979, 13-abr-2012.



- 54 A medida que se van agotando las fuentes de agua dulce, el hombre ha tenido que recurrir a fuentes de aguas salinas o salobres para abastecer ciudades cercanas a este tipo de fuentes, utilizando para ello plantas desalinizadoras que desde este punto de vista constituyen un tipo especial de plantas potabilizadoras. Existen plantas de este tipo en Los Roques y en Mitare (estado Falcón). Este tipo de plantas se expone en el capítulo 5 de este libro.
- 55 Es posible que las aguas potabilizadas vuelvan a contaminarse después de salir de la planta de potabilización por filtraciones a la red de distribución desde los acuíferos o desde la red de aguas servidas, por conexiones cruzadas u otras razones, por ello:

- Se dota el agua potable que sale de las plantas de potabilización de un contenido de cloro residual prescrito por las normas sanitarias para evitar la contaminación en su recorrido.
- Se instalan en las redes de distribución estaciones de re-cloración para mantener este valor de cloro residual.
- Se colocan en las redes de distribución puntos de medición en lugares estratégicos donde se comprueba que el agua que está siendo distribuida cumple con los requisitos de «agua potable».

12. 3. 2. PLANIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

- 56 El Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL) de cada ciudad prevé el desarrollo de la ciudad en el tiempo y en el espacio. Sus propósitos son, entre otros, (VENEZUELA,1987):
- La definición detallada del desarrollo urbano, en términos de población, fase económica, extensión del área urbana y control del medio ambiente;
 - El trazado y las características de la red vial y colectora, definición del sistema de transporte urbano y organización de rutas;
 - El trazado y características de la red y distribución de agua potable, cloacas y drenaje urbanos, en la secuencia de la incorporación recomendada;
 - La identificación de las áreas de desarrollo urbano no controladas, con la indicación de las características a corregir con el fin de incorporarlas en la estructura urbana;
 - La programación por etapas de la ejecución del plan con indicación precisa de las zonas de acción prioritaria del costo de implantación de los servicios y de realización de las obras de urbanismo, así como fuentes de financiamiento.
- 57 El objetivo de la infraestructura de agua potable, de saneamiento y de drenaje de aguas de lluvia es el de satisfacer oportunamente y a cabalidad las demandas previstas en el PDUL. Cuando la ocupación de los espacios urbanos no se realiza conforme al PDUL la prestación de los servicios se hace insatisfactoria y la infraestructura debe modificarse para satisfacer los cambios en las demandas de los nuevos sectores, sin que ello afecte negativamente los que actualmente tienen buen servicio.
- 58 De todos estos usos inconformes el más significativo por sus dimensiones y por los problemas urbanos que acarrea es el de las ocupaciones ilegales (nota 8). La población que se ubica en estas áreas generalmente conocidas como periurbanas y áreas *non-edificandi* se conecta a las redes de agua potable por medios clandestinos y precarios pues no tienen otra forma de abastecerse. Crean áreas impermeables en sitios que en el diseño de los drenajes de aguas pluviales fueron considerados como permeables. En materia de alcantarillado sanitario el cuadro es más grave debido a los riesgos sanitarios emergentes que se derivan de la falta de infraestructura que lleva a esta población a utilizar fosas sépticas, letrinas, hoyos negros, a canalizar las excretas y las aguas servidas a vías de drenaje de aguas pluviales, sin el menor control de la calidad de construcción de dichas instalaciones y a su utilización (MEJÍA *et al.*, 2012).

(nota 8)
Ocupaciones que se realizan sin atender lo indicado por el PDUL.

12. 3. 3. PLANES MAESTROS Y PROGRAMAS DE INVERSIÓN

- 59 El PDUL ordena el crecimiento de la ciudad y distribuye los usos de la tierra, por lo que define cotas, extensiones, usos y densidades de población fijando así las demandas de agua y los coeficientes de impermeabilidad en cada punto de la ciudad. Los PDUL

prevén los lugares para el emplazamiento de las infraestructuras mayores de los servicios tales como estanques, estaciones de bombeo y plantas de potabilización o depuración. Corresponde a los prestadores de los servicios de agua potable y de saneamiento y de los drenajes pluviales desarrollar la infraestructura necesaria a fin de que la ciudad esté oportuna y debidamente servida en estas materias. Para ello los prestadores de servicios conceptualizan y mantienen actualizados planes maestros con horizontes de planificación de veinte años que concretan las políticas, las estrategias, los programas, los proyectos y las metas que permiten garantizar el abastecimiento actual y futuro de agua potable y saneamiento a la ciudad.

- 60 La infraestructura requerida para la prestación de los servicios de agua potable, de saneamiento y de drenaje de aguas pluviales debe crecer de manera orgánica, estos es, crecer proporcionadamente en todos sus componentes, previendo el incremento de la población y de las áreas urbanizadas de la ciudad.
- 61 La infraestructura troncal de los servicios tales como: tanques, sistemas de bombeo, alimentadores, matrices de distribución, colectores principales de aguas servidas y de aguas de lluvia, colectores marginales, constituyen una infraestructura rígida y modificarla una vez construida tiene costos económicos elevados. Por estas razones, así como la construcción de la infraestructura troncal debe responder a lo prescrito en el PDUL, este no debe modificarse sin contar con la debida conformidad de los prestadores de los servicios.
- 62 Los programas de inversión están enmarcados en los planes maestros, se preparan para lapsos de seis (6) años e incluyen las nuevas obras, las reposiciones, las rehabilitaciones y las ampliaciones, las actuaciones en el campo de fortalecimiento empresarial y las fuentes de financiamiento correspondientes a ese lapso.
- 63 Los planes maestros y los programas de inversión son fundamentales para la participación de la comunidad, para la estimación de los recursos requeridos por los prestadores de servicio para atender la demanda y, en consecuencia, para la fijación de las tarifas de contraprestación y los subsidios que debe proporcionar el Estado.

12. 4. EL FINANCIAMIENTO

- 64 Captar, potabilizar, distribuir el agua potable, recolectar las aguas servidas, depurarlas y devolverlas al medio ambiente en condiciones aceptables tiene costos elevados cuya forma de financiar es con tarifas y aportes presupuestarios o subsidios.
- 65 En Venezuela como en otros países de la región, los servicios de agua potable y saneamiento no pueden ser financiados solo en base a tarifas pues la población de menores recursos no está en capacidad de pagar la totalidad de la contraprestación. Además, los servicios no deben ser totalmente subsidiados porque la racionalización del consumo solo se logra con micromedición y la aplicación de una tarifa debidamente diseñada.
- 66 Para conseguir un justo equilibrio entre tarifas y aportes presupuestarios y alcanzar la autosuficiencia financiera de los prestadores, los países disponen de regímenes económico-financieros que se materializan en un sistema tarifario para cubrir parcial-

mente los costos de prestación y conocer anticipadamente los subsidios que debe realizar el Estado para costear los servicios de forma suficiente, regular y oportuna (AZPÚRUA y LÁREZ, 2005).

12. 4.1. COSTOS DE PRESTACIÓN

- 67 Se estima que operar de manera eficiente la industria del agua en Venezuela representa un gasto anual de operación y mantenimiento de unos 1.600 millones de dólares (aproximadamente 0,5% del PIB) más un costo de inversión anual de unos 800 millones de dólares (aproximadamente 0,3% del PIB). Estos valores corresponden a valores medios calculados a partir de montos reportados por países de la región que cubren los servicios de agua potable y alcantarillado, la depuración de las aguas servidas, la incorporación de nuevas fuentes, la formalización de conexiones y el drenaje de aguas pluviales (MEJÍA y RAIS, 2011).

12. 4.2. RÉGIMEN ECONÓMICO-FINANCIERO

- 68 El régimen económico-financiero definido en la LOPSAPS (nota 9) se sustenta en tres estrategias básicas (VENEZUELA, 2001):
- 69 *Tarifas*. Un régimen de tarifas que garantiza el equilibrio económico de los prestadores de servicios bajo condiciones de eficiencia operativa.

(nota 9)

LOPSAPS es la Ley para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento actualmente vigente en Venezuela. La Asamblea Nacional aprobó una extensión por seis (6) años de los plazos para transformación del sector que fueron publicados en la Gaceta Oficial 38.763 del 6 de septiembre de 2007, según la cual la transferencia de la prestación de los servicios a los distritos metropolitanos o a los municipios debe estar concluida antes del 6 de septiembre de 2013.

El artículo 82 de la LOPSAPS prescribe que «El régimen tarifario de los servicios de Agua Potable y de Saneamiento estará integrado por:

- La Política Tarifaria expresada en esta Ley;
- El Modelo Tarifario que comprende las bases tarifarias, la metodología y la estructura tarifaria de los servicios
- Las tarifas que resulten de la aplicación del modelo tarifario»
- El artículo 85 de la misma LOPSAPS prescribe que «La determinación de las tarifas para la prestación de los servicios objeto de esta Ley deberá incluir la totalidad de los costos en que incurra la empresa prestadora, constituidos por los costos de administración, operación y mantenimiento, más los costos relacionados con las inversiones hechas en rehabilitación, reposición, expansión del servicio y remuneración del capital invertido».

(nota 10)

Región: se refiere a la Región LAC que comprende los países de Latinoamérica y el Caribe hispanoparlante.

- 70 *Aportes del Estado o subsidios*. Un régimen de subsidios que asegura el acceso a los servicios de la población de menores recursos económicos, sin poner en riesgo la sustentabilidad de los prestadores.

Según la información reportada por las empresas prestadoras en la región (nota 10) a IBNET (nota 11), el precio medio por metro cúbico de agua potable y alcantarillado sanitario es de US \$ 0,622, precio que resulta insuficiente para generar los recursos requeridos para el financiamiento de los servicios. De acuerdo a ADERASA (nota 12), a este precio medio, el margen excedente sobre costos operativos es de 2,5% para la región y de 8,3% para el Brasil, donde la contraprestación media es de 1,12 US \$ /m³, valores ambos insuficientes para financiar las rehabilitaciones y la expansión de los servicios (MEJÍA *et al.*, 2012).

Para suplir el déficit financiero generado por la prestación de los servicios se requieren aportes del Estado o subsidios. Para Venezuela el capítulo 2 de la LOPSAPS define el régimen de subsidios para la prestación de los servicios, el cual en su Artículo 95 establece lo siguiente: «(...) la normativa general de subsidios a ser aplicada (...) deberá responder a los siguientes postulados:

(nota 11)

IBNET: International Benchmarking Network for Water and Sanitation, entidad patrocinada por el Banco Mundial que lleva los indicadores de más de 2.000 prestadores de servicios de 85 países.

(nota 12)

ADERASA: Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de Las Américas.

- Coadyuvar a alcanzar el equilibrio económico financiero de los prestadores de servicios;
- Estar orientado al financiamiento de los consumos mínimos necesarios para una familia promedio de acuerdo a lo establecido en el respectivo reglamento;
- Ser explícito y estar focalizado a las familias de escasos recursos (...)

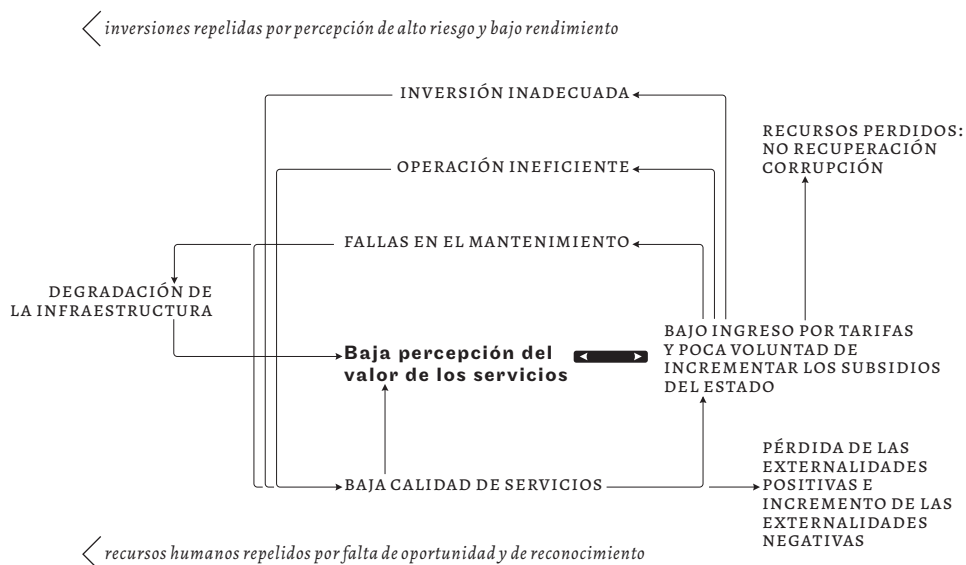
71 *Financiamientos.* Un sistema de financiamiento que promueve y ordena la participación de recursos públicos de carácter nacional, estatal o municipal, con los aportes de los prestadores y que estimule los aportes del sector privado.

12. 4.3. EL CÍRCULO VICIOSO DEL SUB-FINANCIAMIENTO

72 Cuando los recursos para mantener funcionado los servicios de agua potable y saneamiento son insuficientes, la infraestructura se deteriora, los servicios se arruinan y crece la insatisfacción de los usuarios y dirigentes políticos, quienes cada vez aportan menos recursos a los prestadores y el servicio continúa empeorando. La figura 12.7 muestra esta combinación de factores como el círculo vicioso de carencia de financiamiento, apoyo político débil y pobre prestación de servicios que conduce a una condición conocida como «condición perniciosa de bajo equilibrio». Revertir este círculo requiere grandes esfuerzos incluyendo altas inversiones, contratación de personal experimentado y actuaciones de reforzamiento institucional del prestador (BJÖRDKLUND *et al.*, 2009).

FIGURA 12.7 El círculo vicioso del sub-financiamiento

Fuente: Björdklund, *et al.*, 2009.



12. 5. LA GOBERNANZA

73 El municipio es el responsable del abastecimiento de agua potable, del saneamiento y de los drenajes de aguas de lluvia en Venezuela. La Constitución lo establece en su artículo 178: «Son de la competencia del Municipio el gobierno y la administración de sus intereses y las gestiones de las materias que le asignen esta Constitución y las

leyes nacionales, en cuanto concierne la vida, en especial, la ordenación y promoción del desarrollo económico y social, la dotación y prestación de servicios domiciliarios», y en el numeral 16 de ese mismo artículo establece: «Servicio de agua potable, electricidad y gas doméstico; alcantarillado, canalización y disposición de aguas servidas». Estas mismas competencias eran también atribuidas a los municipios en las constituciones anteriores a la de 1999.

- ⁷⁴ Pero los municipios eran débiles para desempeñar con eficiencia esta responsabilidad, sobre todo la de construir las grandes infraestructuras que requiere la prestación de los servicios. Es por ello que el Gobierno Federal creó en el año 1943 el Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) como el organismo nacional competente para «realizar el estudio, construcción, reforma y ampliación de los sistemas de acueductos y cloacas», previo a la firma de convenios con los respectivos concejos municipales (VENEZUELA,1943).
- ⁷⁵ Los convenios eran contratos de concesión que establecían las obligaciones de las partes: el INOS se comprometía a construir determinadas obras de infraestructura y operar los servicios durante veinte años y el Concejo Municipal se comprometía a aprobar una tarifa para que el INOS recuperara los costos de financiamiento de la infraestructura y de las demás actividades necesarias para la prestación así como a supervisar sus actividades. Este esquema institucional llevó a incrementar de manera exponencial la cobertura de los servicios de agua potable y de saneamiento, a producir un quiebre pronunciado en la incidencia de enfermedades hídricas y en la mortalidad infantil y a acrecentar la expectativa de vida de los venezolanos. El INOS fue la institución que construyó la infraestructura medular de agua y saneamiento del país y formó a los profesionales y técnicos que instruyeron a los que hoy continúan trabajando en el sector.
- ⁷⁶ Como consecuencia del buen desempeño del INOS en sus primeras tres décadas de vida, las municipalidades delegaron en él su responsabilidad de prestación al tiempo que dejaron de supervisar el cumplimiento de los contratos firmados, pero se opusieron a la revisión de los incrementos de tarifas. Por su parte, el INOS asumió con la anuencia e incluso por mandato del Gobierno Nacional, responsabilidades que no le correspondían, tales como la operación de los servicios en ciudades sin la previa firma del correspondiente contrato de concesión o la responsabilidad de operar los acueductos rurales con poblaciones mayores de mil habitantes en todo el país sin tener ni la organización ni el personal especializado para hacerlo; lo que lo llevó a crecer de manera inorgánica, a alejarse de los usuarios y a perder su sustentabilidad. Los ingresos petroleros extraordinarios de los años setenta y ochenta sirvieron para ocultar las ineficiencias del INOS que salieron a flote cuando estos ingresos disminuyeron bruscamente, lo que llevó al Congreso Nacional a suprimirlo en el año 1993, con el fin de sustituirlo por nuevas instituciones más acordes con los enfoques modernos de administración de servicios públicos.
- ⁷⁷ Habida cuenta de la competencia municipal en la materia, la Ley de Supresión del INOS (VENEZUELA,1993) implantó un esquema transitorio «hasta tanto el Municipio

o Municipios respectivos adopten las decisiones que estimen más convenientes a sus intereses para la prestación de los servicios». Este esquema lo conformó HIDROVEN como casa matriz y diez Empresas Hidrológicas Regionales (EHR) responsables por la operación de los sistemas y la prestación de los servicios en todo el país, excepto en la región Guayana, donde los servicios venían siendo prestados por la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) desde el año 1985. Algunas de estas EHR se han convertido en empresas descentralizadas donde tienen acciones en partes casi equivalentes las gobernaciones y las municipalidades de los estados (49% y 51% o 51% y 49%).

12. 5. 1. EL MARCO REGULATORIO DEL SECTOR

- ⁷⁸ Si bien es cierto que la descentralización cumple el objetivo de acercar el usuario al prestador y que esta es una condición importante para una buena prestación, también es verdad que la mayoría de los municipios no tiene el tamaño ni los recursos necesarios para asumir dicha obligación de manera sustentable; y además evaden asumirla por el precario desempeño y altos pasivos que acarrearán los actuales prestadores. La transferencia de la función de prestación a los municipios requiere esquemas creativos y fuertes subsidios del Gobierno Nacional.
- ⁷⁹ A estas razones debe sumársele un fundamento derivado de la experiencia en la prestación de los servicios por empresas descentralizadas, en las cuales no existe regulación central. En tales circunstancias, la situación de los servicios ha devenido en caótica y desigualitaria, mientras que por el contrario, los países donde esta regulación existe el sector tiene los mejores indicadores de desempeño. Por ello debe existir un instrumento normativo superior que incluya los principios básicos de organización sectorial, la demarcación de funciones y responsabilidades para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, que separe las funciones de definición de políticas y de regulación de las funciones de prestación. Este instrumento se ha dado en llamar Marco Regulatorio Sectorial y define quiénes ejercen el poder sectorial, y de qué manera se distribuyen los espacios de actividad para así evitar superposiciones, invasiones o postergaciones de competencias (MEJÍA *et al.*, 2012).
- ⁸⁰ Estas son las razones que llevaron a la Asamblea Nacional a aprobar la Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento (LOPSAPS), promulgada en el mes de diciembre de 2001, siendo la ley que define el marco regulatorio del sector y crea los entes que tienen a su cargo el cumplimiento de las distintas funciones del Estado en lo relativo a los sistemas de agua potable y saneamiento, y deja en manos de los prestadores la responsabilidad de la operación de los servicios. Además, establece las normas y principios organizativos que deben cumplir los prestadores, obligando a las municipalidades a organizarse en grupos denominados unidades de gestión, que garanticen la prestación eficiente y sustentable de los servicios. Según la LOPSAPS, las instituciones que deben instrumentar sus objetivos son:
- Oficina Nacional para el Desarrollo de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento (ONDESAPS). Es un servicio autónomo, adscrito al Ministerio del Ambiente, que ejerce la función rectora de los servicios de agua potable y saneamiento, esto es, define las políticas y los planes para el desarrollo del sector y tiene a su cargo

la formulación de políticas sectoriales que incluyen el establecimiento de las estrategias, objetivos y metas que orientan la prestación de los servicios a escala nacional y la asistencia técnica y financiera a los prestadores de servicios. Está integrada por un director nacional designado por el presidente de la república y cuenta con un Directorio Ejecutivo integrado por funcionarios de alta jerarquía de los ministerios relacionados, además de un representante de los gobernadores y uno de los alcaldes.

- La Superintendencia de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento (La Superintendencia). Es un instituto autónomo presidido por un funcionario designado por el presidente de la república que se apoya en una estructura organizativa descentrada. Este instituto ejerce las funciones de regulación y control sobre la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, esto es, dicta las normas que contienen los derechos y obligaciones de los prestadores de servicios y de los suscriptores y garantiza su cumplimiento.
- Los prestadores son los responsables de la planificación, proyecto, construcción, operación, mantenimiento, rehabilitación, ampliación, administración y comercialización de los servicios de agua potable y de saneamiento y de cobrar los costos asociados a dichas actividades de acuerdo con lo previsto en esta Ley y su Reglamento (Artículo 34 de la LOPSAPS). El prestador es responsable de la prestación de los servicios dentro de un ámbito geográfico denominado unidad de gestión, que está constituido por uno o más municipios que se unen con el propósito de aprovechar economías de escala y ser eficientes. Las municipalidades tienen la obligación de crear unidades de gestión que generen recursos para costear la operación y mantenimiento de los sistemas y un margen para financiar las inversiones, para ser acreedores a los aportes del Gobierno nacional al sector.

- ⁸¹ La LOPSAPS establece distintos modos de gestión de los servicios, y corresponde a los municipios integrados en una unidad de gestión elegir aquel que consideren más adecuado a los intereses de sus comunidades.

12. 6. LOS RECURSOS HUMANOS

- ⁸² El activo más importante de toda organización es su gente. El desarrollo de infraestructura es uno sus retos, pero los objetivos de la infraestructura no se cumplen de manera sustentable sino cuando la obra es debidamente planificada, construida, operada y mantenida; para ello el prestador debe disponer de personal calificado, dotado con los instrumentos y equipos necesarios para llevar a cabo sus funciones.
- ⁸³ Por ello es fundamental para el prestador la captación de personal con competencias y calificaciones adecuadas, así como también el establecimiento y el seguimiento de los procedimientos para planificar, construir, operar y mantener esa infraestructura, lo que requiere del prestador la oferta de sueldos y salarios competitivos así como la formación permanente del personal en pasantías, talleres y cursos para motivarlo y mantenerlo al día con el desarrollo de nuevas tecnologías y desarrollo de destrezas.
- ⁸⁴ Además del personal operativo y técnico, el prestador también requiere de personal debidamente calificado para cumplir con los procesos administrativos y comerciales de la empresa quienes deben disfrutar de incentivos similares a los del personal técnico y operativo. Las empresas prestadoras requieren líderes capaces de formar equipos de trabajo con mística de servicio a la población, para que los ciudadanos encuentren la respuesta a sus necesidades y la atención que merecen.

- 85 Los prestadores no pueden permitir que la construcción de infraestructura se convierta en su objetivo, esta última no es más que uno de los instrumentos esenciales para lograr su objetivo, que es la prestación de un buen servicio a costos eficientes.

12. 7. LOS ACUEDUCTOS RURALES

12. 7.1. DEFINICIÓN

- 86 Los acueductos rurales son infraestructuras construidas y operadas para atender las necesidades de agua potable y de saneamiento de centros poblados menores, habitados por personas con ingresos similares entre ellos, donde no existe la posibilidad de que la contraprestación de los servicios genere recursos financieros para costear un prestador dedicado a operar y mantener las infraestructuras. Los centros poblados a ser servidos por acueductos rurales deben disponer de una fuente de abastecimiento de agua cercana de buena calidad y cantidad, que permita abastecer la comunidad mediante infraestructuras sencillas que puedan ser operadas y mantenidas a bajo costo por la misma comunidad servida.

12. 7.2. ANTECEDENTES

- 87 Los programas de acueductos rurales en Venezuela se iniciaron en el año 1943 en el marco de un convenio con la Oficina Cooperativa Interamericana de Salud Pública (OCISP) para llevar agua potable a pilas ubicadas en las calles de las poblaciones rurales del país. En 1959, a partir de la experiencia acumulada en el convenio con la OCISP, el MSAS (nota 13) asumió la responsabilidad de abastecer de agua potable a las comunidades con poblaciones comprendidas entre 500 y 5.000 habitantes sobre dos criterios:
- Suministrar agua potable dentro de la vivienda;
 - Diseñar las redes para cubrir todo el centro poblado y con capacidad para abastecer el doble de la población existente a la fecha.

- 88 Este programa fue financiado con dos préstamos del BID por US\$ 20 millones y aportes del Gobierno nacional y de los gobiernos locales. Para ejecutarlos, el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social elevó la Sección de Acueductos Rurales a la categoría de División y la adscribió a la Dirección de Malariología y Saneamiento Ambiental (Interamerican Institute of Agricultural Sciences, 1969).
- 89 Este programa promovió la participación de la comunidad en el diseño y la operación de los sistemas y designó para su operación juntas administradoras constituidas por un representante del municipio, uno del Ministerio de Sanidad y uno electo por la comunidad. Las juntas administradoras estudiaban el sistema tarifario y lo sometían a la aprobación del concejo municipal, gestionaban ante los organismos competentes las ampliaciones, mejoras y otros requerimientos del servicio y se asociaban con otras juntas administradoras a fin de obtener el máximo beneficio de los recursos disponibles. La decadencia de este programa se inició cuando las comunidades dejaron de interesarse en su operación y mantenimiento y su deterioro se incrementó cuando se trasladó al INOS la responsabilidad de operar los acueductos rurales que servían poblaciones con más de mil (1.000) habitantes.

(nota 13)
Ministerio de Sanidad y
Asistencia Social.

12. 7.3. RESTABLECIMIENTO DEL PROGRAMA DE ACUEDUCTOS RURALES

- 90 Con la eliminación del INOS, los acueductos rurales que estaban bajo su responsabilidad pasaron a ser operados por las EHR. Para el año 2001 existían en el país 2.733 acueductos que servían poblaciones menores de 5.000 habitantes, de los cuales 1.552 (57%) eran operados por el SAVIR (nota 14), 740 (26%) por las EHR, 46 (2%) por los municipios y 395 (15%) por asociaciones particulares y gobernaciones. En un análisis realizado por el Gobierno Nacional se encontró que la mayoría de los municipios se rehusaba a asumir la prestación del servicio, argumentando insuficiencia de recursos, debilidades organizativas e incapacidad técnica (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, 2011). Esta situación llevó a HIDROVEN a diseñar y poner en marcha un programa piloto mediante el cual rehabilita o desarrolla infraestructura para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento en comunidades rurales al mismo tiempo que crea entidades operadoras equivalentes a las antiguas juntas administradoras conformadas por representantes de la comunidad beneficiada a las cuales dota de personería jurídica, y los capacita para administrar los sistemas mediante un contrato de servicio firmado con el municipio respectivo. Estas entidades operadoras son el resultado de un trabajo comunitario participativo en el que se capacita a la comunidad, con la finalidad de conseguir la sustentabilidad financiera de los acueductos. Para el año 2001 más de 120 comunidades habían mostrado interés en el programa piloto y habían pedido a HIDROVEN participar, razón por la cual HIDROVEN solicitó recursos del BID para cofinanciar proyectos en comunidades pobres y con poblaciones menores a 5.000 habitantes, dispuestas a crear entes operativos para administrar, operar y mantener sistemas de agua y saneamiento, financiándose mediante el cobro de tarifas. Con este programa, para finales de 2010 HIDROVEN había logrado atender 110 comunidades con 103.000 habitantes.

(nota 14)

SAVIR: Servicio Autónomo de Vivienda Rural.

12. 7.4. INFRAESTRUCTURA

- 91 La infraestructura de los acueductos rurales se diseña para ser operada y mantenida por personas de las comunidades beneficiadas. Las instalaciones comunitarias son entregadas a las comunidades en uso exclusivo y perpetuo mientras que las instalaciones individuales se entregan a las familias beneficiadas.
- 92 La infraestructura para el abastecimiento de agua potable está constituida por:
- Instalaciones individuales tales como pozos excavados con bomba manual familiar, multifamiliar o ambas, bombas eólicas comunales o captaciones de agua de lluvia;
 - Instalaciones comunitarias tales como captaciones de fuentes superficiales con plantas de potabilización o pozos profundos con bombeo, distribución mediante red de tuberías y conexiones domiciliarias u otros sistemas de tecnología apropiada; todas ellas diseñadas para garantizar el servicio de agua potable en la vivienda.
- 93 La infraestructura de saneamiento está constituida por:
- Instalaciones individuales: letrinas, pozos sépticos unifamiliares o multifamiliares;
 - Instalaciones comunitarias formadas por alcantarillado sanitario con empotramientos y sistemas sencillos como lagunas de estabilización para el tratamiento de aguas servidas.

12. 7. 5. PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS

- ⁹⁴ Para la planificación, construcción, operación, mantenimiento, comercialización y administración de los acueductos rurales las comunidades se asocian legalmente en cooperativas, organizaciones civiles no gubernamentales o agrupaciones de usuarios que reciben del municipio un contrato para la prestación de los servicios. Estas agrupaciones nombran de su seno el ente operativo que se encarga de la planificación, construcción, operación y mantenimiento, comercialización y administración del acueducto rural y es su representante ante las autoridades municipales.
- ⁹⁵ Los municipios son responsables de prestar asistencia técnica en operación y mantenimiento a la comunidad que opera y mantiene los acueductos rurales. Esta asistencia pueden prestarla a través del prestador de los servicios de agua potable y saneamiento más cercano a la población rural en referencia.
- ⁹⁶ En el caso de las familias que utilizan instalaciones aisladas que no forman parte de las redes comunitarias de distribución o de recolección, ellos mismos como beneficiarios, con asistencia técnica del Estado, atienden la operación y mantenimiento de sus sistemas (VENEZUELA, 2004).

12. 7. 6. FINANCIAMIENTO

- ⁹⁷ El financiamiento de los acueductos rurales proviene de las tarifas que paguen los asociados y de los subsidios que aporten los diferentes niveles del Estado.

Planes de inversión

- ⁹⁸ La legislación vigente prevé que las autoridades municipales conjuntamente con los entes operativos preparan y someten a la consideración de la ONDESAPS, los planes de inversiones para los acueductos que se encuentran en su jurisdicción para un plazo de seis (6) años. Estos planes de inversión serán financiados con aportes del Estado. Los planes de inversión estarán respaldados por estudios que incluyan la capacidad de pago de la población y su relación con los costos de operación, mantenimiento y administración que exigen las opciones de proyecto seleccionadas. La ONDESAPS a través del órgano correspondiente definirá un valor máximo para inversión por habitante hasta el cual el Ejecutivo Nacional podrá entregar préstamos no reembolsables. El Ejecutivo Nacional privilegia el financiamiento de los acueductos rurales sobre el financiamiento de otros sistemas de agua potable y saneamiento y da prioridad a las solicitudes de financiamiento orientadas a dotar los acueductos rurales con sistemas de potabilización.

12. 7. 7. CAPACITACIÓN Y CONCIENCIACIÓN

- ⁹⁹ La capacitación y la concienciación de la comunidad es muy importante en los acueductos rurales. Por eso dentro de los aportes para el financiamiento de infraestructura que realice el Estado se incluye un porcentaje para pagar los costos de capacitación para la operación y mantenimiento de las instalaciones y otro porcentaje para sufragar los costos de implantación de un módulo de concienciación a la población en salud e higiene, adaptado a las condiciones sociales, económicas y culturales de las regiones.

Conclusión

- 100 El hombre vive en las ciudades en una relación continua con el agua, pues es un bien fundamental para alcanzar su bienestar y además debe protegerse de los efectos dañinos de sus excesos. Todo ello requiere de obras importantes de infraestructura que deben ser operadas y mantenidas por prestadores especializados, lo que demanda ingentes recursos financieros a ser aportados por los habitantes de la ciudad en forma de tarifas, así como también por aportes de los gobiernos en forma de subsidios.
- 101 Aunque la construcción de infraestructura de acueductos se inició en Venezuela a mediados del siglo XIX, es solo a partir de 1943 –con la creación del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS)– que el país comenzó a acumular una experiencia en la prestación de servicios de agua potable y de saneamiento, que abarca la construcción, la operación y el mantenimiento de la infraestructura y la comercialización de los servicios. Debido al crecimiento del país y sus demandas, este modelo hizo crisis en la década de los noventa cuando el Congreso Nacional aprobó la Ley de Liquidación del INOS y creó en su lugar una institucionalidad provisional constituida por HIDROVEN y las empresas hidrológicas regionales.
- 102 En el año 2001 la Asamblea Nacional aprobó la LOPSAPS, que define el marco regulatorio del sector y crea los entes que tienen a su cargo el cumplimiento de las distintas funciones del Estado en lo relativo a los sistemas de agua potable y saneamiento y deja en manos de los prestadores públicos, privados o mixtos la responsabilidad de la operación de los servicios. Además, establece las normas y principios organizativos que deben cumplir los prestadores, obligando a las municipalidades a organizarse en grupos denominados unidades de gestión que garanticen la prestación eficiente y sustentable de los servicios. El gran reto del país para alcanzar servicios de agua potable y saneamiento de excelencia es el de implantar cuanto antes la arquitectura institucional prevista en la LOPSAPS, aprobada en 2001.

REFERENCIAS

- ASPEN INSTITUTE. (2009)
Sustainable Water Systems: Step One-Redefining the Nation's Infrastructure Challenge, Aspen Institute. Colorado, Estados Unidos.
- AZPÚRUA, J. (1993)
Actualización de la metodología y los parámetros fundamentales para el cálculo de la demanda de agua. HIDROVEN, Gerencia de Promoción de Proyectos, Caracas.
- AZPÚRUA, P.P.—E. LÁREZ. (2005)
«Tarifas de propósitos múltiples: definición de un sistema de tarifas de propósitos múltiples para el cobro de los servicios de aguas y cloacas en Venezuela». En: *Agua, ambiente y desarrollo*. Fundación Polar y Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, págs. 1013-1038.
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. (2010)
Nota sectorial de agua potable y saneamiento de la República Bolivariana de Venezuela, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington.
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. (2011)
Programa de Atención a Acueductos Rurales y Poblaciones Menores. Proyecto VE-0140 Préstamo 1445/OC-VE. Informe de terminación del Proyecto (PCR), (inédito), Caracas.
- BERG VAN DER, C.—A. DANILENKO. (2011)
The IBNET Water Supply and Sanitation Performance Blue Book, The World Bank, Washington.
- BJÖRDKLUND, G. *et al.* (2009)
Policies, «Laws and Finance». *Water in a Changing World*, 2 febrero, págs. 49-67.
- HELLER, L.—M. SILVA. (1995)
Abastecimiento de Agua. En: *Manual de Saneamiento e Proteção Ambiental para os Municípios*. Fundação Estadual do Meio Ambiente-FEAM, Belo Horizonte, p. 221.
- INTERAMERICAN INSTITUTE OF AGRICULTURAL SCIENCES. (1969)
Organización y Administración del Sector Agropecuario en Venezuela. s.l.: MAC, Oficina de Divulgación Agrícola.
- MEJÍA, A.—J. RAIS. (2011)
Agua y saneamiento ideal. CAF. Corporación Andina de Fomento, Caracas.
- MEJÍA, A. *et al.* (2012)
Agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe: metas realistas y soluciones sostenibles. Propuestas para el 6to Foro Mundial del Agua. Corporación Andina de Fomento, Vicepresidencia de Desarrollo Social y Ambiental, Caracas.
- MEJIAS, M. (1954)
«El sistema de alcantarillado de la ciudad de Caracas». *Revista del Instituto Nacional de Obras Sanitarias*, septiembre-octubre, Caracas, págs. 14-19.
- SILVA, G. (2000)
«Historia resumida de la hidrología Venezolana». *Revista Geográfica Venezolana*, vol. 41, abril, Mérida, Venezuela, págs. 139-166.
- TOMAZ, P. (1998)
Conservação de Água. Digihouse Editoração Eletrônica, Guarulhos, Brasil.
- UZCÁTEGUI, G. (1983)
«El INOS: una institución incomprendida». *Boletines*, marzo-abril, Caracas, págs. 1-4.
- UZCÁTEGUI, G. (1992)
Delimitación del consumo y sus proyecciones en relación a la planificación del desarrollo de nuevas fuentes. Orinoquia A.C., Caracas, págs. 31-38.
- REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (2001)
Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento. *Gaceta Oficial* núm. 5.568 Extraordinario, 31 diciembre.
- REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. (2004)
Reglamento Parcial núm. 1 sobre el Régimen de Administración Especial de Acueductos Rurales Manejados por Cooperativas, Organizaciones Civiles No-gubernamentales o Agrupaciones de Usuarios. *Gaceta Oficial* núm. 38.070, 24 noviembre.
- REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1943)
Decreto núm. 71. Ley de Creación del Instituto Nacional de Obras Sanitarias. *Gaceta Oficial* núm. 21.079, 15 abril.

REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1987)
Ley Orgánica de Planificación Urbanística.
Gaceta Oficial núm.33.368, 16 diciembre.

REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1993)
Ley que Autoriza al Ejecutivo Nacional a
Proceder a la Supresión del Instituto Nacional
de Obras Sanitarias. *Gaceta Oficial* núm.4.635
Extraordinario, 28 septiembre.

REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1995)
Normas para la Clasificación y el Control de
los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes
Líquidos. *Gaceta Oficial* núm.5.021 *Decreto*
núm.883, 18 diciembre.

REPÚBLICA DE VENEZUELA. (1998)
Normas Sanitarias de Calidad del Agua
Potable. *Gaceta Oficial* núm.36.395, 11 febrero.