



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Doctorado en Urbanismo

3er borrador de Tesis:

**GESTION Y PLANEACIÓN DEL
SISTEMA HIDRÁULICO DE LA ZONA
CONURBADA DE GUADALAJARA:
UN RETO HACIA LA
SUSTENTABILIDAD**

Por: Mtro. Ing. José Arturo Gleason Espíndola

Ciudad Universitaria, México D.F. Enero 2010.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Introducción	5
I. Marco teórico	
I. 1 Las partes que forman un sistema hidráulico.....	12
I. 1.1 Definición del sistema.....	12
I. 1.2 Descripción del sistema.....	12
I. 2 Nuevo enfoque.....	14
I. 2.1 Desarrollo sustentable.....	14
I. 2.2 Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.....	15
I. 2.3 Principios de la gestión del agua	16
I. 2.4 Ciudad sustentable.....	17
I. 2.5 Gestión integral de los recursos hídricos (GIRH).....	19
I. 2.5.1 Concepto.....	19
I. 2.5.2 Integración intersectorial.....	21
I. 2.5.3 La GIRH requiere reformas.....	21
I. 2.5.4 Políticas y marco legal.....	22
I. 2.5.5 Política sustentable integral.....	23
I. 2.5.6 Gobernabilidad del agua.....	23
I. 2.6 Gestión urbana sustentable del agua (GUSA).....	24
I. 2.6.1 Componentes.....	25
I. 2.6.2 Uso eficiente del agua del sistema hidráulico.....	28
I. 2.6.3 Relación entre la demanda y el uso eficiente del agua.....	30
I. 2.6.4 Capacidad institucional.....	32
I. 3 Teorías de la planeación.....	33
I. 3.1 Principales teorías de la planeación relacionados con el urbanismo.....	34
I. 3.2 La planeación comunicativa como paradigma emergente.....	35
I.3.3 La planeación y gestión por cuencas.....	37



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I.5	Resumen	40
II.	Diagnóstico del sistema hidráulico.....	42
II. 1	Contexto.....	42
II. 1.1	Situación actual de los recursos hídricos en el mundo.....	42
II. 1.2	Situación actual de los recursos hídricos en América Latina.....	45
II. 1.3	Panorama nacional.....	47
II. 1.3.1	Disponibilidad.....	47
II. 1.3.2	Las coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento.....	48
II. 1.3.3	Regionalización.....	49
II. 2	Sistema hidráulico de la zona conurbada de Guadalajara (ZCG).....	59
II. 2.1	Antecedentes históricos.....	59
II. 2.2	Inventario.....	64
II. 2.2.1	Delimitación de la zona de estudio.....	64
II. 2.2.2	Inventario del sistema hidráulico de la ZCG.....	68
II.2.3	Fallas físicas.....	81
II. 2.3.1	Captación de agua.....	81
II. 2.3.2	Conducción.....	85
II. 2.3.3	Potabilización.....	86
II. 2.3.4	Red de distribución de agua potable.....	87
II. 2.3.5	Consumo doméstico.....	88
II. 2.3.6	Alejamiento (drenaje).....	89
II. 2.3.7	Tratamiento de las aguas residuales.....	90
II. 2.4	Fallas de planeación y gestión del sistema hidráulico.....	93
II. 2.4.1	Fallas de planeación.....	93
II. 2.4.2	Fallas de gestión.....	94

III. Análisis de las fallas de gestión y planeación.....	100
III. 1 Gestión y planeación del agua en México.....	100
III. 1.1 A nivel federal.....	100
III. 1.2 A nivel estatal.....	102
III. 1.3 A nivel local.....	103
III.2 Análisis de la gestión y planeación del sistema hidráulico.....	105
III. 2.1 Debate filosófico.....	105
III. 2.2 Falta de una política de agua integral.....	108
III. 2.3 Un crecimiento urbano desordenado.....	110
IV. Modelo de gestión y planeación del sistema hidráulico	112
IV. 1 Presentación del modelo de gestión y planeación	112
IV. 2 Hacia una nueva gobernabilidad de agua.....	113
IV. 3 Capacidad ciudadana global.....	113
IV. 4 Política pública sustentable.....	115
IV. 4.1 Línea técnica.....	116
IV. 4.1.1 Restauración del sistema.....	118
IV. 4.1.2 Recuperación y aprovechamientos.....	130
IV. 4.1.3 Programas técnicos.....	133
IV. 4.2 Línea de gestión.....	137
IV. 4.2.1 Capacidad Institucional.....	137
IV. 4.2.2 Reorganización de las instituciones.....	138
IV. 4.2.3 Reforma de leyes.....	141
IV. 4.3 Línea social.....	142
IV. 4.3.1 Participación ciudadana.....	142
IV. 4.3.2 Educación.....	143
IV. 5 Plan hidráulico sustentable.....	144

IV. 6 Propuesta de una nueva estructura del SIAPA.....	145
IV. 6.1 Estudio comparativo de SIAPA, SADM Y SYDNEY WATER.....	146
IV. 6.2 Análisis comparativo de los tres organismos.....	156
IV. 6.3 Propuesta de reforma organizacional del SIAPA.....	158
IV.7 Financiamiento.....	163
IV. 7.1 Fuentes de financiamiento.....	163
IV. 7.2 Problemática en el financiamiento del sector hidráulico en México.....	164
IV. 7.3 Análisis del aprovechamiento de los recursos financieros.....	165
IV. 7.4 Propuesta de financiamiento.....	167
V. Conclusiones y recomendaciones.....	171
Anexo 1. Ahorro doméstico.....	176
Anexo 2. Aprovechamiento de aguas pluviales en la ZCG.....	188
ANEXO 3. Análisis del sistema integral de saneamiento y abastecimiento para la zona conurbada de Guadalajara (Presa Arcediano).....	192
Abreviaturas.....	198
Glosario.....	199
Índice de figuras.....	206
Índice de cuadros.....	209
Bibliografía.....	210

Introducción

El problema del agua en el mundo es uno de los asuntos más importantes para la humanidad, especialmente en las ciudades. Es muy poca la cantidad de agua dulce disponible para el consumo humano en relación con la cantidad de agua salada, y esta disponibilidad se ve amenazada por la contaminación que el ser humano provoca, poniendo en riesgo el desarrollo de la sociedad.

Ante esta creciente contaminación y el aumento de la población, la cantidad de agua no será suficiente para abastecer a las futuras generaciones, y la calidad tampoco será la misma. Esto se convierte poco a poco en una realidad para las ciudades de todo el mundo. En los últimos años se ha presentado un crecimiento urbano desordenado en varios países, afectando de manera más sensible a los países subdesarrollados, los cuales carecen de recursos para responder apropiadamente ante tal situación. Dentro de estos desafíos que enfrentan los centros urbanos, está el de suministrar el vital líquido a los habitantes y dar tratamiento a las aguas servidas para evitar el daño a los ecosistemas, situación que va de la mano del crecimiento poblacional. La población del mundo actualmente es de 6 400 millones de personas, con una tasa de crecimiento que se acerca a uno por ciento anual. Según las proyecciones demográficas de las Naciones Unidas, en 2011 seremos 7 000 millones y en 2050 serán 9 300 millones. La población mundial aumenta en 160 personas cada minuto; 230 mil cada día; casi 83 millones cada año. Aproximadamente 90 por ciento de este crecimiento ocurre en los países en desarrollo¹. Hoy día, la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas. Hacer frente a las necesidades cada vez mayores de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento en las urbes es uno de los asuntos más apremiantes a los que se enfrenta este nuevo siglo. Cada día, hay 18 000 personas más en el mundo que viven en las ciudades; para 2008, más de la mitad de la población mundial vivirá en zonas urbanas. Aunque en las regiones más desarrolladas la mayoría de la población vive aún en zonas urbanas, la proyección para 2015 muestra una tendencia inversa, con la mitad de la población de las regiones menos desarrolladas viviendo en zonas urbanas. Según la División de Población de las Naciones Unidas², para 2025 se prevé que 75% de la población urbana mundial vivirá en los países menos desarrollados. Para 2020, la población urbana en los países en desarrollo podría alcanzar 50%. Entre las consecuencias de esta afluencia urbana se encuentra la demanda creciente de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento. La diferencia entre la demanda de agua y el suministro de estos servicios aumenta continuamente.

En el caso de México, según las proyecciones del Consejo Nacional de Población, somos 104 millones³ de habitantes, y para el año 2050 seremos casi 122 millones. De acuerdo con las tendencias actuales de crecimiento poblacional, y del uso y manejo del agua, se estima que para 2030 la situación del agua en México se tornará más crítica. Por ellos es que, para hacer frente a esta situación, en el Programa Nacional Hídrico 2007-2012 se han establecido los objetivos, estrategias y metas que permitan revertir la situación

¹ Ordorica, Manuel (2004) Cambios demográficos y Desafíos para la Política de Población en México: Una reflexión a largo plazo, *Papeles de Población*, abril-mayo, número 040. Universidad Autónoma de México. Toluca, México. pp 13-25

² Sitio web de la División de Población de la ONU, <http://www.un.org/spanish/esa/population/unpop.htm>

³ CONAPO, Proyecciones de la población de México 2000-2050. México, 2002



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

actual. De acuerdo con las estimaciones de CONAPO, entre 2007 y 2030 la población del país se incrementará en casi 14.9 millones de personas. Además, aproximadamente 82% de la población total se asentará en localidades urbanas.

A causa de esta demanda creciente, las autoridades urbanas se han visto forzadas a sobreexplotar fuentes valiosas, lo que ha llevado a las ciudades a una crisis de agua como la de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Esta zona en su conjunto consume 64 metros cúbicos por segundo (m^3/s) de agua; de este volumen, 16% se destina a usos comerciales, 17% a la industria y 67% a fines domésticos, aunque este último puede alcanzar hasta 80% (CADF, 2001). Sesenta y siete por ciento del agua que consume la ZMVM proviene del acuífero local, y el porcentaje restante proviene de importaciones principalmente del estado de México. La sobreexplotación del acuífero ha causado un desplazamiento del terreno y el hundimiento del suelo de la Ciudad de México.

En muchas ciudades en desarrollo, la falta de tratamiento de las aguas residuales y de servicios de drenaje adecuados, provocados por un mantenimiento insuficiente o falta de infraestructura para el saneamiento, provoca la contaminación de los recursos hídricos subterráneos y superficiales. La falta de un saneamiento adecuado se traduce en la falta de abastecimiento de agua potable. Cuando llueve en forma torrencial, el agua de tormenta arrastra los desechos humanos acumulados, sobre todo en los asentamientos informales que carecen de servicios mínimos, hacia pozos abiertos y otras fuentes de agua utilizadas por las poblaciones pobres para obtener agua potable.

Las enfermedades transmitidas por vía fecal-oral, sobre todo la diarrea, son algunos de los riesgos más importantes que plantea la falta de abastecimiento de agua y de saneamiento adecuados. En muchas ciudades de las regiones en desarrollo, gran parte de la población recurre a la defecación en zonas abiertas o sobre un plástico o papel que luego deshecha. Los niños son los primeros y los más duramente afectados: la tasa de mortalidad infantil en las urbes con sistema de abastecimiento de agua y de saneamiento adecuados se sitúa generalmente alrededor del 10 por 1 000 de los nacidos vivos. En contraste, en aquellas ciudades que carecen de un suministro adecuado de agua, la tasa de mortalidad infantil es de 10 a 20 veces superior. Las enfermedades diarreicas siguen siendo la principal causa de mortalidad infantil en las poblaciones urbanas del mundo.

Esta situación ha llevado a la comunidad internacional a realizar diversas reuniones para establecer los objetivos y estrategias para contrarrestarla. Dentro de lo que se conoce como Metas del Milenio (MDM) destacan dos objetivos internacionales relacionados con el abastecimiento de agua y el saneamiento establecidos en 2002:

En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, en el Plan de Acción (2002) se acordó: “Reducir a la mitad, para el año 2015, la proporción de personas que carecen o no pueden costearse las instalaciones necesarias para abastecerse de agua potable (enfaticado en la Declaración del Milenio), así como la proporción de población que no tiene acceso a sistemas de saneamiento básicos. Con el fin de alcanzar estos objetivos en las zonas urbanas, se deberá dar acceso al abastecimiento de agua y al saneamiento a unos 1 000 millones de personas más en las ciudades durante los próximos quince años”⁴.

⁴ Sitio Web de los Objetivos o Metas del Milenio:
<http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/environ.shtml>

Sin embargo, los países que firmaron el acuerdo de las MDM, todavía se encuentran lejos de lograrlas. El esfuerzo debe ser mayor para lograr que estas metas se cumplan para 2015.

Otro aspecto a considerar, es lo referente al Cambio Climático y sus impactos en las ciudades. El Informe, denominado “Ciudades Resistentes al Clima”, elaborado por el *Banco Mundial (BM)*⁵, ofrece por primera vez un sistema capaz de evaluar el nivel de riesgo concreto de una ciudad y detalla las medidas que sus responsables deberían asumir para defender a su población de los posibles impactos. Este documento establece que las megaciudades enfrentan hoy mayores riesgos a causa de fenómenos meteorológicos extremos provocados por el cambio climático. Añade que a la larga, las ciudades más afectadas por el cambio climático serán las que estén menos preparadas.

La zona conurbada de Guadalajara (ZCG) no es ajena a la situación que se ha descrito a nivel global. A nivel local, la problemática también es compleja. Con el crecimiento urbano de los últimos 50 años, se han construido nuevas zonas habitacionales, que demandan servicios de suministro y saneamiento de agua. Lamentablemente, este crecimiento urbano ha carecido de control y ha fomentado la sobreexplotación de las actuales fuentes de suministro, tanto superficial como subterránea, así como su contaminación indiscriminada. Además, la ZCG no sólo tiene su problemática propia, sino que también enfrenta conflictos por una mayor disponibilidad de agua con estados vecinos. El estado de Jalisco cada año enfrenta controversias con los estados de Guanajuato y Michoacán para obtener un mayor caudal de agua del río Lerma destinado a Chapala. No obstante, el crecimiento urbano sin control persiste, a la vez que la demanda de agua para la supervivencia y el desarrollo aumenta a un ritmo acelerado.

Por su parte, el gobierno del estado de Jalisco ha buscado diferentes maneras de hacer frente a esta situación. Las acciones más importantes se han enfocado principalmente a resolver el problema del déficit del suministro de agua actual y futuro. En 2001 se organizó una serie de foros técnicos con el fin de recibir diversas propuestas para aumentar la oferta de agua para la ZCG. Se recibieron unas 53 propuestas, de las cuales quedaron dos: la construcción de la presa Loma Larga el río verde en los Altos de Jalisco y la presa de Arcediano en el río Santiago que se ubica en la barranca de Huentitán, al norte de la ciudad de Guadalajara. Finalmente, en 2003 el gobierno optó por realizar la segunda propuesta.⁶ Esta decisión despertó una fuerte oposición ciudadana, basada en el argumento principal de que este proyecto se pretende construir sobre el río Santiago; uno de los más contaminados de México por las descargas de aguas residuales de la ZCG y la zona industrial comprendida desde la población de Ocotlán hasta la población de El Salto. El alto riesgo para la salud, la falta de profundidad en los estudios, los altos costos de inversión y de mantenimiento y, sobre todo, la incertidumbre respecto de la calidad del agua, son algunas otras objeciones planteadas por varios sectores de la población. Esta situación ha despertado el interés de los ciudadanos para conocer el problema a fondo y buscar soluciones alternas. El debate ha sobrepasado las fronteras de los entes técnicos

⁵ Banco Mundial (2008, 6 de agosto) *Por fin una guía práctica para adaptar nuestras ciudades al cambio climático*. Extraído el 9 de octubre de 2009 desde <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/BANCOMUNDIAL/NEWSSPANNISH/0,,contentMDK:21870453~menuPK:51191012~pagePK:34370~piPK:34424~theSitePK:1074568,00.html>

⁶ Este proyecto se puede consultar en el anexo 3.

públicos; sin habérselo solicitado, la ciudadanía ha estado debatiendo las acciones que el gobierno estatal quiere llevar al cabo.

En medio de este debate surge la necesidad de profundizar en la problemática del agua a nivel local y de buscar soluciones que la resuelvan de fondo. Una de las preguntas que se plantean es, ¿qué es lo que se necesita hacer? De este cuestionamiento se derivan otros más: si tan sólo se aumentara la oferta de agua, ¿quedaría resuelto el problema? ¿Es eficiente la forma en que funciona el actual sistema hidráulico? ¿Qué desafíos enfrenta? ¿Se aprovechan racionalmente los recursos hídricos disponibles en su totalidad? ¿Responden los enfoques de gestión y planeación del sistema a las necesidades actuales y futuras de la población? ¿Cuáles son las prioridades para comenzar a resolver el asunto? ¿Cómo se pueden realizar las acciones necesarias para satisfacer las necesidades de los ciudadanos en materia de servicios de agua? Lo que se haga ahora determinará el futuro, por lo que es necesario conocer cabalmente nuestra realidad para poder proyectar las acciones del presente y del mañana para colaborar a la satisfacción de las necesidades de la sociedad.

A partir de estas reflexiones se planteó el objetivo general de la investigación, que consiste en proponer un modelo de gestión y planeación del agua, con una concepción integral que permita resolver los problemas actuales y anticiparse a los futuros con un enfoque de desarrollo sustentable. La investigación también plantea dos hipótesis. La primera establece que la falta de una concepción integral en la gestión y planeación del agua en la ZCG, tanto entre los operadores gubernamentales como entre la población, determina la inviabilidad de soluciones a corto, mediano y largo plazo. La segunda hipótesis subraya que la realización de un modelo de planeación general que permita visualizar cómo se puede lograr la transformación del sector hidráulico, es probable que ésta comience con una nueva política que refleje los principios de la gestión sostenible de los recursos hídricos y requiere reformar la ley de agua y las instituciones que la manejan.

Se utilizó el método deductivo para iniciar la investigación. Se desarrolló una teoría empezando por formular sus puntos de partida o hipótesis básicas y deduciendo luego sus consecuencias con la ayuda de las subyacentes teorías formales. En el primer capítulo se describen las teorías que dan soporte al presente trabajo. Se utilizó también el método comparativo, haciéndose una comparación sistemática de otros modelos de planeación y gestión de agua en centros urbanos con el modelo actual de la ZCG. De los casos analizados, se tomaron principios para la aplicación de estrategias en nuestra zona de estudio y verificar nuestras hipótesis.

Se realizaron búsquedas exhaustivas en bibliotecas y páginas de internet, para establecer los referentes teóricos del trabajo. Se participó en los congresos internacionales en Sydney, Australia, Santa Ana, Jamaica, Edimburgo, Escocia y en Kuala Lumpur, Malasia. De éstos se obtuvieron referentes teóricos muy valiosos para el establecimiento de los nuevos enfoques que requiere la gestión del agua en la ZCG, además de contar con la experiencia de haber observado el funcionamiento de los sistemas hidráulicos de esos países. Se realizaron las siguientes visitas de campo: al sistema hidráulico de la ZCG, de Malasia, Alemania y Australia, donde se observaron los recursos tecnológicos existentes, que van desde tecnologías domésticas alternas de aprovechamiento hasta el establecimiento de infraestructuras modernas. Se participó en distintos foros locales, donde se adquirió información de primera mano sobre la situación política del manejo del agua. Se participó

con ponencias en la embajada de México en Berlín en el marco del Proyecto Place-Meg (México-Alemania) y en el 13° Congreso Internacional de Captación de Agua de Lluvia en Sydney, Australia, ambos en 2007. Se participó en la 11ª reunión internacional de drenaje urbano celebrada en Escocia en 2008. También se participó en los coloquios del posgrado en urbanismo organizados por la coordinación del programa, así como en el seminario Agua, Territorio y Economía que organizó el Programa Universitario de Estudios de la Ciudad (PUEC) y la Facultad de Economía de la UNAM. De todas estas actividades se obtuvieron conocimientos y experiencias muy ricas que fortalecen el presente trabajo.

De las visitas realizadas a otros países, destaca el caso de Sidney, Australia, como una ciudad que lleva al cabo una gestión eficiente del agua. Dado que en este país los recursos hídricos son limitados, su gestión ha experimentado un cambio en los últimos diez años. Este cambio ha consistido principalmente en la conservación y aprovechamiento del vital líquido, y en el incremento de la oferta vía la potabilización del agua de mar.

El gobierno australiano a través de su Comisión Nacional del Agua ha establecido la Iniciativa Nacional de Agua (Water National Initiative), que establece que uno de sus principales retos más urgentes es lograr una gestión más eficiente. A partir de lo anterior, se ha emprendido una reforma en la gestión del agua que abarca desde la modernización de la organización y funciones de los entes públicos, y la construcción de infraestructura altamente innovadora, hasta el compromiso ciudadano de conservar el vital líquido aplicando diversos sistemas alternativos sustentables. Sobresalen en este caso exitoso, el compromiso de las universidades al realizar investigaciones innovadoras, la aplicación los incentivos fiscales para motivar a la ciudadanía a cambiar los dispositivos de suministro tradicionales por los ahorradores, así como la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia en las casas. El caso australiano es uno de los más famosos en el mundo y promete seguir aportando conocimientos valiosos para implementar una Gestión Urbana Sustentable de Agua (GUSA).

Vale la pena mencionar que una de las principales dificultades que se encontraron en el proceso de investigación, fue la magnitud del objeto de estudio. Ciertamente la opción de estudiar sólo una parte del sistema hidráulico a profundidad estuvo latente. Sin embargo, la necesidad de tener una visión integral del sistema hizo imprescindible investigar todos los aspectos del sistema de manera conjunta. Se tuvo la ventaja de contar con información técnica del sistema para salvar en gran parte el obstáculo de la falta de información. Asimismo, que este tema no es nuevo en países avanzados y se pudieron obtener herramientas que nos permitieron estudiar el tema sin acotarlo.

La presente tesis comienza con el capítulo dedicado al marco teórico, en donde se describen los conceptos claves que sustentan los enfoques del estudio. Destacan los conceptos de *desarrollo sustentable*, de *gestión integral de los recursos hídricos (GIRH)*, de la *teoría de la planeación comprensiva comunicativa (PCC)*, el de la *planeación y gestión por cuencas*, y finalmente el de *gestión urbana sustentable del agua (GUSA)*. En este capítulo se establece lo que se entiende por sistema hidráulico, que comprende siete etapas que van desde la etapa de captación hasta la entrega de aguas tratadas a los cuerpos de agua.

En el segundo capítulo se hace un diagnóstico extenso del sector hidráulico, no sin antes estudiar el entorno internacional, regional, nacional y de la región occidente donde se

ubica la ZCG. Se exponen las fallas del sector hidráulico en dos sentidos: las físicas y las de gestión. Para analizar las fallas físicas, se estudia la historia del sistema, se presenta el inventario de la infraestructura, y se describe de manera detallada el estado actual en cada una de sus etapas. El capítulo concluye analizando las fallas de gestión y planeación, mediante el estudio de las atribuciones de las dependencias federales, estatales y locales, y de los principales síntomas que aquejan a las instituciones gubernamentales que manejan el agua. De este capítulo se deriva el anexo 3, en donde se realiza un análisis de la propuesta del sistema integral de saneamiento y abastecimiento para la zona conurbada de Guadalajara por parte de la Comisión Estatal de Agua del Gobierno del Estado de Jalisco.

En el tercer capítulo se explican las causas de las fallas, destacando el debate entre la centralización y la descentralización, la gestión de la demanda y la oferta, y la sectorización y el enfoque integral. Se explica cómo este debate se presenta a nivel local y como repercute en la planeación y gestión del sistema hidráulico.

El cuarto capítulo plantea el modelo de gestión y planeación del sistema. Se propone un esquema de planeación alternativo que aporta nuevos conceptos que sustentan el nuevo enfoque y sirven como herramientas para el desarrollo del modelo. Aquí se establece como punto de partida la *nueva gobernabilidad del agua (NGA)*. Esta nueva gobernabilidad se resume en un cambio en la percepción en el ciudadano del manejo del agua, para generar una capacidad que se ha denominado *capacidad ciudadana global (CCG)* que repercuta en el cambio de las reglas del juego de la gestión del agua. Se establece que el modelo de gestión y planeación no se restringe a una receta o lista de acciones para un periodo gubernamental, sino que realmente lo que pretende es detonar un cambio cultural que se plasme en instrumentos político-legales, como un *plan hidráulico sustentable (PHS)*, que contenga programas técnicos concretos para arreglar el sistema y aprovechar el vital líquido, las reformas del sistema legal *grosso modo*, así como la reorganización de las dependencias de gobierno y las acciones para incentivar la participación ciudadana en este proceso. Se pretende que con la aplicación del modelo se logre la NGA mediante una constante GUSA. En este capítulo resalta también el estudio comparativo del sistema operador local, Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA), con el sistema operador Sistema de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM), y con el sistema de Sydney, Australia, SYDNEY WATER; con el propósito de proponer una reforma en la estructura organizacional de SIAPA, por la cual pueda aterrizar el modelo de planeación y gestión en cuestión.

De este capítulo se desprenden dos anexos importantes. En el anexo 1 se proponen acciones de aprovechamiento y re-uso de agua en las viviendas. Estas acciones se iniciarán con propuestas sencillas que no tienen costo, tales como el cambio de hábitos y costumbres; después, se sustituirán los dispositivos tradicionales en los baños por dispositivos ahorradores. En una tercera etapa, se plantea la utilización de sistemas sustentables para el aprovechamiento de aguas de lluvia y re-uso de aguas grises en las viviendas. En todas las etapas se hacen cálculos para determinar los ahorros potenciales.

En el quinto capítulo se desarrollan las conclusiones generales y las recomendaciones finales, mostrando los principales resultados de la investigación y los desafíos que quedan pendientes.

El presente trabajo es una aportación más al debate serio para determinar la gestión y planeación del agua en Guadalajara; sin embargo, el fruto de este trabajo puede tener efectos más allá de estas fronteras. Los cambios de paradigma en el manejo del agua son necesarios, las ciudades de los países en desarrollo deben cuestionar profundamente su modelo de planeación y gestión, y tomar la decisión que mejor les convenga.

La situación en que se encuentran los recursos hídricos y los servicios para suministrarlos a la sociedad, nos hace concluir que es necesario un cambio profundo para enfrentar los problemas actuales y los futuros en esta materia. La forma en que este cambio tenga lugar dependerá de cada realidad local. Pero sí queda meridianamente claro que con trabajos como el presente, se genera un soporte para lograr avances sustantivos en la manera en que se entiende la problemática del agua y la forma en que puede ser resuelta. Se espera que este trabajo contribuya también a enriquecer los conocimientos del agua de los lectores, y a motivarlos a participar en su realidad local en forma responsable y comprometida.

Mtro. Ing. José Arturo Gleason Espíndola /Octubre de 2009.

I. Marco Teórico

Introducción

El propósito de este capítulo es establecer los fundamentos sobre los cuales se apoyará la presente investigación. Primero se define lo que es un sistema hidráulico y qué elementos lo conforman. Enseguida se enunciarán los conceptos que sustentan el enfoque principal del tema. Se continúa con el término *desarrollo sustentable*, que da origen a los siguientes conceptos que relacionan más este término con las ciudades. De lo anterior se desprende el concepto *ciudad sustentable*, para continuar con dos conceptos importantes: *gestión integral de los recursos hídricos (GIRH)* y la *gestión urbana sustentable del agua (GUSA)*. Ambos términos son referentes claros para sustentar el presente trabajo.

Para finalizar este capítulo se hace una revisión de las principales teorías de la planeación, recalcando la teoría de la planeación comunicativa y de la planeación por cuencas, como herramientas principales de la investigación.

I. 1 Las partes que forman el sistema hidráulico

I. 1.1. Definición del sistema

Es el proceso que tiene como objetivo suministrar agua potable a una comunidad, mediante la construcción de obras hidráulicas para la captación, purificación, conducción, almacenamiento y distribución del agua; así como para la recolección de las aguas servidas. Para ello es necesario proyectar una red de colectores y obras complementarias que conduzcan el agua residual a una planta de tratamiento, y luego las viertan a un cuerpo de agua receptor. En la figura 1.1 se presenta un diagrama de este proceso.

I. 1.2 Descripción del sistema

En el abastecimiento se incluyen las funciones de:

- **Captación y almacenamiento:** de las fuentes de suministro de la región (ríos, manantiales, acuíferos, etc.) y en embalses.
- **Conducción:** mediante conducciones e instalaciones diversas (bombeos, tanques de regulación de presión y/o caudal, depósitos intermedios, etc.).
- **Potabilización:** proceso de purificación del agua que se lleva al cabo en las plantas potabilizadoras (PP).
- **Distribución:** el agua purificada pasa de la planta potabilizadora a tanques de regulación para llegar a los consumidores por conducto de las redes de agua potable de cada ayuntamiento.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

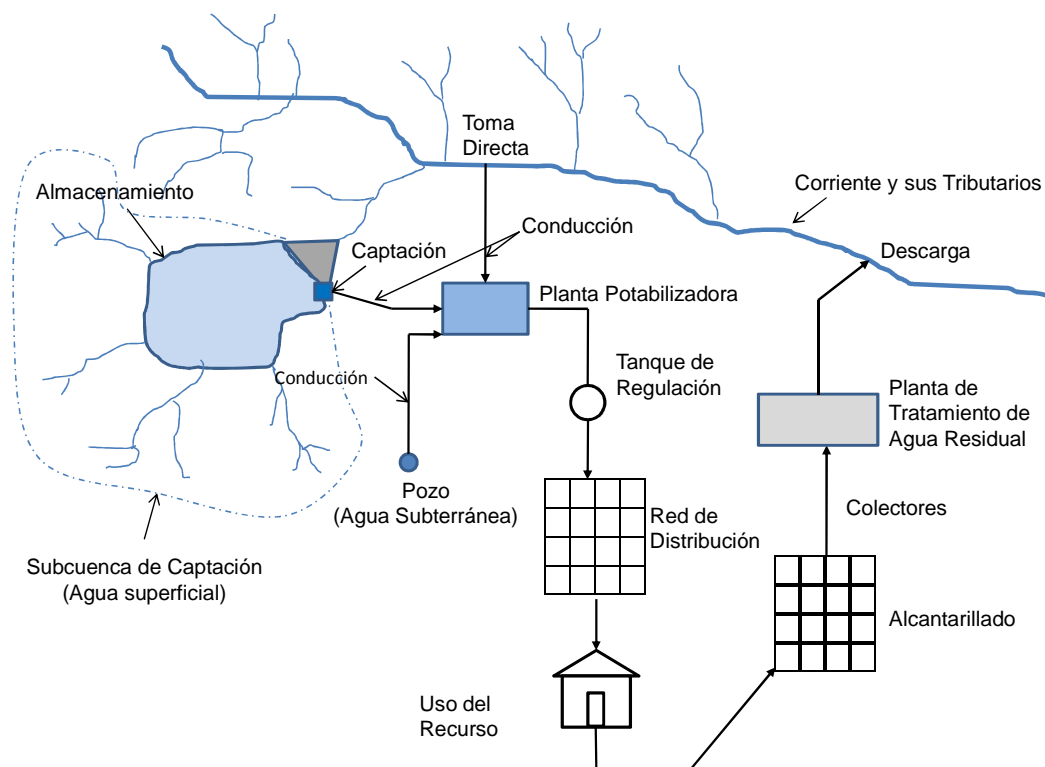
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Las aguas pluviales, las aguas residuales e industriales, son recogidas por los sistemas de alcantarillado gestionados por los ayuntamientos y organismos operadores. Posteriormente, son evacuadas a los colectores-interceptores generales que las conducen hasta las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) donde, como parte final del proceso de saneamiento, se depuran y restituyen a los medios receptores (ríos y mar) con la calidad deseada.

El saneamiento incluye las funciones de:

- **Recolección:** las aguas pluviales, residuales e industriales, se alejan mediante la red de alcantarillado municipal.
- **Transporte:** conducción del agua residual por colectores e interceptores.
- **Tratamiento:** el agua residual se sana en las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR).
- **Restitución:** el agua tratada se devuelve al medio natural.



Fuente: Nacobre

Figura 1.1 Configuración general de un sistema hidráulico urbano

I. 2 Un nuevo enfoque

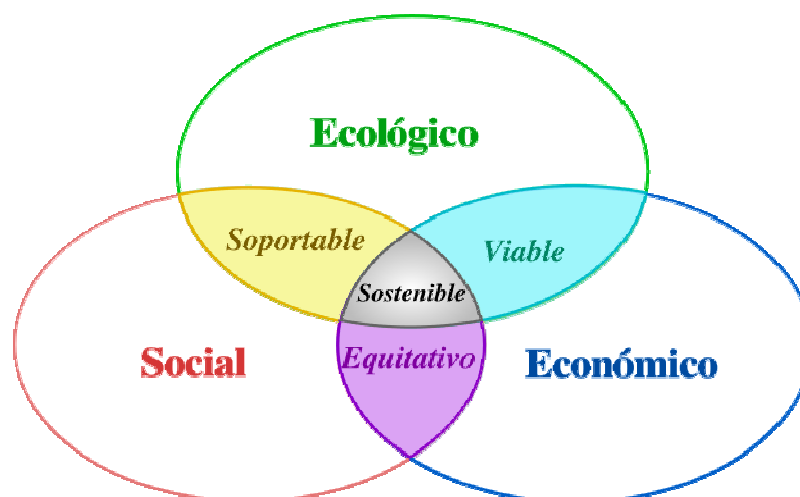
A continuación se plantean los conceptos fundamentales del enfoque basado en la sustentabilidad; hacia ella se pretende orientar la planeación y gestión del sistema hidráulico.

I. 2.1 Desarrollo sustentable

El término desarrollo sustentable, sostenible o perdurable se aplica al desarrollo socio-económico y se formalizó por primera vez en el documento llamado Informe Brundtland¹ (1987), también conocido como “*Nuestro futuro común*”, fruto de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas (WCED), creada en la asamblea de las Naciones Unidas en 1983. Este informe señaló la pobreza de los países del sur y al consumismo extremo de los países del norte como las causas fundamentales de la imposibilidad de sustentar el desarrollo y la crisis ambiental. La comisión recomendó convocar a una conferencia posterior sobre estos temas, la cual se realizó en Río de Janeiro en 1992. En dicha conferencia se definió el desarrollo sustentable en el principio 3° de la Declaración de Río (1992) como:

*Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades.*²

El ámbito del desarrollo sustentable puede dividirse conceptualmente en tres partes: ambiental, económico y social. En la figura 1.2 se puede observar la integración de estas tres partes. Se considera el aspecto social por la relación entre el bienestar social con el medio ambiente y la bonanza económica.



Fuente: Johann Dréo

Figura 1.2 Tres pilares del desarrollo Sustentable

¹ Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland): *Nuestro Futuro Común* ONU (1987-12-11)

² Documento extraído 2 de octubre de 2006 desde <http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm>

Otro referente que fue muy útil para ayudar a enfocar esta investigación es la Agenda o Programa 21.

El desarrollo de la Agenda 21 se inició el 22 de diciembre de 1989. En esa fecha, la asamblea extraordinaria de las Naciones Unidas en Nueva York aprobó la realización de una conferencia sobre el medio ambiente y el desarrollo, como fuera recomendada por el informe Brundtland. Para el efecto se elaboraron borradores del programa, que -como todos los acordados por los estados miembros de la ONU- sufrieron un complejo proceso de revisión, consulta y negociación. Todo este proceso culminó con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, mejor conocida como Cumbre de Río o Cumbre Ambiental de la Tierra, llevada al cabo del 3 al 14 de junio de 1992 en Río de Janeiro, Brasil, donde representantes de 179 países acordaron adoptar el programa.

I. 2.2. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

Como ya dijimos, en el año de 1992 se celebró la Cumbre Ambiental de la Tierra en Río de Janeiro, donde se reunieron servidores públicos, investigadores, expertos, organismos no gubernamentales y privados, para discutir sobre los problemas ambientales y el desarrollo en el mundo. De esta reunión surgió la Agenda 21, que hace una declaración sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Entre los principales temas que aborda la Agenda 21 resaltan el derecho soberano de los Estados a aprovechar sus propios recursos sin afectar a otros Estados; velar porque las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control no causen daños al medio ambiente; apoyar a los países en desarrollo en materia ambiental, la paz, el desarrollo y la protección del medio ambiente; y considerar a la guerra como enemiga del desarrollo sustentable.

De estos temas se desprenden algunos focos de atención en cuanto a conservación y gestión de recursos para el desarrollo sustentable, que se consideran para esta investigación. Sobresalen enfoques que serán de utilidad como el enfoque integrado de la planificación y la ordenación de los recursos de tierras, la protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce, aplicando criterios integrados para su aprovechamiento, ordenación y uso.

En el enfoque integrado de la planificación y la ordenación de los recursos de tierras se plantea que la tierra es un recurso finito, mientras que los recursos naturales que sustenta pueden variar con el tiempo y según las condiciones de su ordenación y los usos que se les den. Las crecientes necesidades humanas y el aumento de las actividades económicas ejercen una presión cada vez mayor sobre los recursos de tierras, suscitan la competencia, conflictos y llevan a un uso impropio de la tierra y los recursos. Si se quiere satisfacer en el futuro las necesidades humanas de manera sustentable, es primordial resolver ahora esos conflictos y encaminarse hacia un uso más eficiente de la tierra y sus recursos naturales.

Un enfoque integrado de la planificación y gestión del medio físico y del uso de la tierra, es una forma eminentemente práctica de lograrlo. Con el examen de todos los usos de la tierra de manera integrada, se pueden reducir al mínimo los conflictos y obtener un equilibrio más eficaz, y se puede vincular el desarrollo social y económico con la protección y el mejoramiento del medio ambiente, contribuyendo así a lograr los objetivos del desarrollo sustentable. La esencia de este enfoque integrado consiste en coordinar las

actividades sectoriales de planificación y gestión relacionadas con los diversos aspectos de la utilización de la tierra y los recursos de tierras.

La Agenda 21 enfoca también el recurso hídrico, la protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce, la escasez generalizada, su destrucción gradual y su creciente contaminación, así como la práctica progresiva de actividades incompatibles en muchas regiones del mundo. Todo ello exige una planificación y una ordenación integradas de los recursos hídricos. Esa integración ha de abarcar todos los tipos de masas interrelacionadas de agua dulce, tanto las superficiales como las subterráneas, y ha de tomar debidamente en cuenta los aspectos de la cantidad y calidad del agua. Debe agregarse que el aprovechamiento de los recursos hídricos tiene carácter multisectorial en el contexto del desarrollo socioeconómico. Evidencia de ello es la utilización de esos recursos para fines múltiples como el abastecimiento de agua y el saneamiento, la agricultura, la industria, el desarrollo urbano, la generación de energía hidroeléctrica, la pesca en aguas interiores, el transporte, las actividades recreativas, la ordenación de las tierras bajas y las planicies y otras actividades. Los sistemas racionales de utilización del agua para el aprovechamiento de las fuentes de suministro, sean de superficie, subterráneas u otras posibles, deben estar apoyados por medidas coordinadas, encaminadas a conservar el agua y reducir el derroche al mínimo. Sin embargo, cuando sea necesario, habrá de darse prioridad a las medidas de prevención y control de las inundaciones, así como al control de la sedimentación.

I. 2.3 Principios de la gestión del agua

La Conferencia Internacional de Agua y Medio Ambiente en Dublín en 1992³, formuló cuatro principios que han sido la base para muchas de las reformas en el sector agua.

- I. *El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.* Como el agua mantiene la vida, la gestión efectiva de los recursos hídricos requiere un enfoque holístico, vinculando el desarrollo económico y social con la protección de los ecosistemas naturales. La gestión efectiva relaciona los usos del agua y del suelo en toda el área de una cuenca o de recarga de un acuífero.
- II. *El desarrollo y manejo del recurso hídrico deben basarse en un enfoque participativo, haciendo participar a planificadores y legisladores en todos los niveles.* Todos debemos tomar interés en los asuntos del agua. La participación real ocurre sólo cuando intervienen todas las partes interesadas en la toma de decisiones. El tipo de participación dependerá de la escala territorial pertinente para la gestión del agua y las decisiones de inversión. También se afectará por la naturaleza del ambiente político en que se toman las decisiones.
- III. *Las mujeres juegan un papel central en la provisión, manejo y preservación del agua.* Pero tiene un papel mucho menos influyente que el del hombre en su manejo, análisis

³ UNESCO, Programa Mundial de Evaluación de Recursos Hídricos (2009). Hitos del Agua. Extraído el 2 de octubre de 2006 desde http://www.Unesco.org/water/wwap/milestones/index_ess/tml

de problemas y procesos de toma de decisiones. La aceptación y aplicación de este principio requiere políticas positivas que satisfagan las necesidades específicas de la mujer. Asimismo, requiere de dar la capacidad y empoderar a las mujeres para que participen activamente en los programas de manejo del agua, incluyendo la toma de decisiones y su ejecución, de la manera en que ellas las definan.

- IV. *El agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debe ser reconocido como un bien económico.* Según este principio, es vital reconocer primero el derecho básico de todos los seres humanos a tener acceso al agua limpia y al saneamiento básico a un precio que puedan pagar. El agua tiene valor como bien ambiental, económico y social. Muchas de las fallas en la gestión de los recursos hídricos en el pasado, son atribuibles al hecho de que el valor total del agua no ha sido reconocido. Tratar el agua como bien económico es una medida importante, tanto para la toma de decisiones en la asignación de agua entre los diferentes sectores que la usan, como entre los diferentes usos en cada sector.

I. 2.4 Ciudad sustentable

Un concepto que enmarca esta investigación es el que tiene que ver con ciudad sustentable. El Programa de Ciudades Sustentables del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)⁴ establece que la ciudad sustentable no es una utopía urbanística, es un concepto incierto, emergente, que proporciona una nueva mirada sobre la ciudad y sus múltiples interrogantes. Las ciudades crecen al mismo tiempo que el ruido, la contaminación y el impacto del cambio climático, entre otros problemas. Las grandes urbes han crecido de forma desmesurada y presentan densidades excesivas de población y escasez de áreas verdes. Además, enfrentan problemas que se han intensificado como el tráfico, la insuficiencia en el suministro de energía y la escasez de agua, por lo que es necesario que las ciudades se reinventen para ser más verdes y sustentables. Estos problemas ambientales afectan el estilo de vida de las personas, como su salud, y condicionan negativamente la calidad de vida en el futuro. Del manejo que hagamos de elementos básicos como el agua, los alimentos y los residuos que se generan, dependerá que estas sean habitables y saludables.

Hoy por hoy la mayoría de las ciudades es ajena al aprovechamiento de las aguas pluviales, a captar la energía solar, a planificar espacios para el cultivo de plantas comestibles, tanto dentro de los cascos urbanos, como en las zonas periurbanas, etc. Actualmente, el suministro de agua potable de muchas ciudades está contaminado por el exceso de nitratos procedente de los abonos químicos vertidos en los cultivos.

Una ciudad sustentable será aquella que logre satisfacer de manera equitativa las necesidades de sus habitantes, sin poner en peligro la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. Esto requiere que sus actividades no destruyan los recursos ni la diversidad de los ecosistemas en los cuales se sustenta, y la necesaria participación de todos sus ciudadanos para ejercer sus derechos y responsabilidades. Esta ciudad deberá ofrecer a sus habitantes servicios de calidad en un ambiente sano, con viviendas dignas y suficientes,

⁴ Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, (CNUAH-Habitat) (2000) Es un sitio en la web que contiene información sobre las ciudades sustentables, (<http://www.unchs.org/scp>).

seguridad, parques, espacios deportivos y de recreación, convivencia social intensa y fructífera, empleo digno y bien remunerado, atención sanitaria completa y eficiente, educación y acceso a las actividades culturales.

La planeación y conducción del desarrollo es una responsabilidad que corresponde a las instituciones gubernamentales; responsabilidad que debe garantizar la inclusión de todos los sectores sociales y la sustentabilidad de la ciudad. Las políticas públicas en materia de diseño, planificación y construcción sustentable para las ciudades del futuro, deben adaptarse a las necesidades rápidamente cambiantes de sus habitantes, presentes y futuros, y al ambiente urbano.

El proceso de urbanización demanda la modificación del espacio, de las actividades productivas, de consumo, de los estilos de vida y de las preferencias sociales; es un fenómeno multidimensional que ubica al problema de la sustentabilidad dentro de un contexto que rebasa los contornos propiamente urbanos, y que debe plantearse en términos de un balance de intercambios físicos, sociales y económicos entre la urbe y sus áreas de influencia. En el caso de las ciudades, el capital ecológico en forma de recursos ambientales urbanos está representado, entre otros, por la capacidad de carga de la atmósfera, la cuenca hidrológica que las abastece y por los recursos territoriales que ofrecen servicios de localización espacial, recarga de acuíferos, reserva ecológica y territorial, y de recreación y conservación de recursos naturales. Estos recursos deben manejarse con un criterio de sustentabilidad, de manera que no se rebasen sistemáticamente ciertos umbrales críticos, más allá de los cuales se generan costos sociales-ambientales excesivos. Algunos de ellos son evidentes, como la contaminación del aire, la contaminación del agua, el agotamiento de acuíferos, la multiplicación de tiraderos a cielo abierto, entre otros inconvenientes.

El programa de ciudades sustentables (PCS), tiene por objeto poner en práctica las *Directrices Medio Ambientales para la Planificación y la Gestión de los Asentamientos Humanos*, elaboradas por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA (UNEP), y el Centro de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, CNUAH (UNCHS), creando la capacidad local, nacional y regional para la planificación y la gestión urbanas. Dicho programa ofrece una tribuna en la que todos los actores urbanos pueden hacer oír su voz, y un cauce para movilizar y asignar los recursos locales para alcanzar un desarrollo sustentable justo.

El objetivo es crear la capacidad necesaria para la *planificación y gestión urbanas* en los niveles local, nacional y regional. Podemos definir como *ciudad sustentable* a una ciudad donde los logros alcanzados en el desarrollo social, económico y físico son perdurables. Una ciudad sustentable posee una oferta continua de los recursos naturales en los que basa su desarrollo (y los utiliza a un nivel de sustentabilidad). Una ciudad sustentable mantiene una seguridad permanente frente a los riesgos ambientales que pueden amenazar su desarrollo (permitiendo sólo niveles de riesgos aceptables). En el cuadro 1.1 se presentan las principales características del Programa de Ciudades Sustentables.

Características claves del Programa de Ciudades Sustentables	
<i>¿Qué?</i>	Un servicio para reunir y aplicar tecnologías y conocimientos ambientales.
<i>¿Cómo?</i>	Mediante el fortalecimiento de la capacidad local para abordar los problemas ambientales del medio urbano.
<i>¿Quién?</i>	Los municipios y los asociados locales con el apoyo externo multilateral y bilateral (CNUAH, PNUMA, PNUD, Banco Mundial, OMS, OIT, Alemania, Dinamarca, Estados Unidos de América, Francia, Japón, Países Bajos, Suecia)
<i>¿Qué es nuevo?</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Mayor participación con una base amplia de interesados directos, en lugar de una planificación centralizada. * Solución de los problemas desde la base, en lugar de adopción de decisiones desde la cumbre. * Movilización de los recursos locales. * Marco para la coordinación del apoyo externo. * Incorporación de las cuestiones ambientales en la planificación y administración urbanas. * Un instrumento para aplicar la Agenda 21 a nivel local.

Fuente: PNUMA

Cuadro 1.1 Características claves del Programa de Ciudades Sustentables

El concepto de ciudad sustentable enriquece la visión que se propone para la planeación y gestión del sistema hidráulico, aportando elementos específicos que soportan la propuesta de proteger, conservar y aprovechar los recursos hídricos, y utilizar estrategias alternas que no dañen el medio ambiente. De esta manera se fortalece el proceso de desarrollo sustentable en las ciudades, y en específico en el sector hidráulico, para garantizar un consumo racional sin comprometer el acceso al vital líquido para las generaciones futuras.

I. 2.5 Gestión integral de los recursos hídricos

I. 2.5.1 Concepto

La idea fundamental de la gestión integral de los recursos hídricos (GIRH) la plantea la Red Internacional para la Construcción de Capacidades para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (CAP-NET)⁵, que señala que los diferentes usos del agua son interdependientes. Se puede definir también como un proceso sistemático para el desarrollo, asignación y monitoreo de los usos del agua, de acuerdo con objetivos sociales, económicos y

⁵ CAP-NET es un sitio en la web que contiene información sobre la gestión integral de los recursos hídricos (<http://www.cap-net.org/>)

ambientales que buscan el desarrollo sustentable. En su versión más simple, GIRH es un concepto interesante y lógico, que se puede entender de manera intuitiva. Como se comentó, el concepto se basa en la idea de que los diferentes usos del recurso son interdependientes. Por ejemplo, la gran demanda de agua para riego y los drenajes contaminados por la agricultura significan menos agua dulce para consumo humano o para usos industriales. Así mismo, las aguas negras municipales e industriales contaminan ríos y amenazan ecosistemas. Además, las decisiones sobre la cantidad de agua que se debe dejar en un río para proteger la pesca o los ecosistemas, pueden afectar la cantidad necesaria destinada a los cultivos. Como estos ejemplos, hay muchos más que muestran como un uso no adecuado del agua desperdicia muchos recursos y, por tanto, es insustentable.

La gestión integral significa que todos los usos del agua se consideran simultáneamente. La asignación del agua y las decisiones de gestión consideran los efectos de cada uso en los demás. Además, el término *gestión* se usa en un sentido amplio, y hace referencia a que no sólo es necesario enfocarse en el desarrollo de los recursos hídricos, sino que también se debe ejercer una gestión conciente, de manera que se asegure el uso sustentable a largo plazo para las generaciones futuras.

El concepto básico de GIRH incluye, como principio, el carácter participativo en los procesos de toma de decisiones.

Esto contrasta con la aproximación sectorial que se aplica en muchos países. Cuando la responsabilidad del agua potable es de una sola entidad, la del agua para riego de otra y la del medio ambiente de una más, la falta de vínculos trans-sectoriales conduce al desarrollo y gestión descoordinados del recurso hídrico, resultando en conflictos, desperdicio y sistemas insustentables.

Como lo expresa la Asociación Mundial del Agua (Global Water Partnership)⁶:

“La GIRH es un reto para las prácticas convencionales, actitudes y certezas profesionales. Confronta los arraigados intereses sectoriales y requiere que el recurso hídrico se gestione de manera holística para el beneficio de todos. Nadie pretende que alcanzar la GIRH sea un reto sencillo, pero es vital comenzar ahora y evitar una crisis que está emergiendo.”

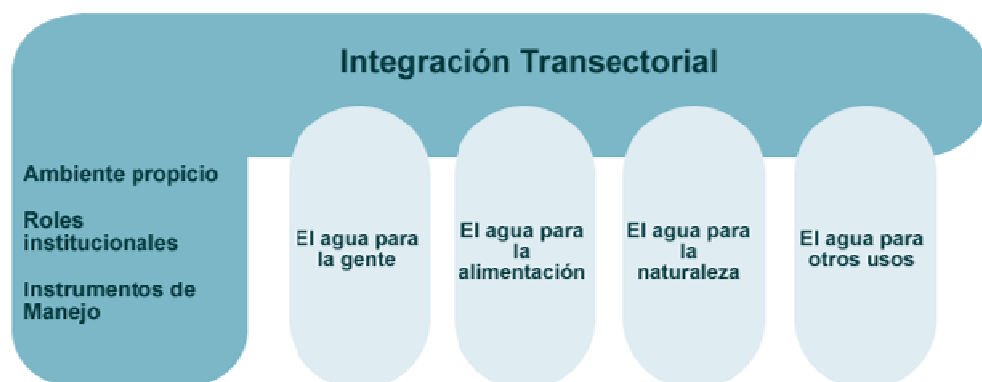
Todo esto significa cambios, que traen consigo amenazas y oportunidades. Hay amenazas al poder de algunas personas y sus posiciones, y amenazas sobre su sentido como profesionales. La GIRH requiere que los programas que se ejecuten permitan el trabajo conjunto de actores interesados, que con frecuencia parecen tener diferencias irreconciliables.

La gestión integral de los recursos hídricos exige que se organicen sistemas globales y permanentes de información a todos los niveles pertinentes, y en particular para cada cuenca hidrográfica nacional o compartida. Ello permite conocer mejor el estado, en cantidad y calidad, de los recursos, medios, usos, y las descargas contaminantes puntuales o difusas que se vierten.

⁶ Global Water Partnership es un sitio web con información sobre gestión integral de los recursos hídricos (<http://www.gwpforum.org/servlet/PSP>)

I. 2.5.2 Integración intersectorial

Un elemento crucial de la GIRH es la integración de los puntos de vista e intereses de diversos usuarios del agua en el marco de la gestión (vea la figura 1.3).



Fuente: CAP-NET

Figura 1.3 Integración transectorial

Entonces, se deben establecer mecanismos formales, medios de cooperación y medios de intercambio de información a diferentes niveles.

I. 2.5.3 La GIRH requiere reformas

Dados los marcos institucionales y legislativos existentes, es probable que la implantación de la GIRH requiera reformas en todas las etapas del ciclo de planificación y gestión del agua. Esto es cuestión de avanzar hacia la deseada situación que provea el ambiente propicio, el marco institucional y los instrumentos de gestión (vea figura 1.4) para el desarrollo y gestión de los recursos hídricos de manera sustentable.



Fuente: CAP-NET

Figura 1.4 Reformas estratégicas

Es más factible implantar la GIRH de forma gradual, con algunos cambios inmediatos y después otros que requieren algunos años de planificación y desarrollo de capacidades.

I. 2.5.4 Políticas y marco legal

Un plan general

Es necesario realizar un plan general que permita visualizar cómo se puede lograr la transformación, y es probable que ésta comience con una nueva política que refleje los principios de la gestión sustentable de los recursos hídricos. Poner en vigor la política requiere reformar la ley de agua y las instituciones que la manejan. Este puede ser un proceso largo que requiera extensas consultas con las dependencias pertinentes y con el público.

Incorporar algunos principios de la GIRH a la política del sector de agua y lograr el apoyo político, puede ser un reto por las decisiones difíciles que hay que tomar. Sin embargo, las actitudes están cambiando. Las autoridades se están dando cuenta de la necesidad de gestionar los recursos de manera eficiente.

Papel del gobierno como facilitador y regulador

Por muchas razones, los gobiernos de los países en desarrollo consideran la gestión y planificación de los recursos hídricos como parte central de las responsabilidades gubernamentales. Este enfoque es coherente con el consenso internacional que promueve el papel del gobierno como facilitador y regulador, más que como ejecutor de proyectos.

La concertación del nivel de participación del gobierno

El reto, entonces, es definir de mutuo entendimiento cuándo y a qué nivel debe terminar la responsabilidad del gobierno o si, por el contrario, ésta debe ser compartida con entidades autónomas de servicio de agua y/u organizaciones de la comunidad.

Organizaciones de cuencas hidrográficas

El concepto de gestión integral de los recursos hídricos, ha sido acompañado por la promoción de la cuenca hidrográfica como la unidad geográfica lógica para su concreción práctica.

Requisitos institucionales

Para poner en práctica la GIRH, es necesario habilitar reglas e instituciones que permitan:

- El funcionamiento de un consorcio de partes interesadas involucradas en la toma de decisiones, con representación de todos los sectores de la sociedad y con un buen balance de género.
- Una gestión de los recursos hídricos basada en fronteras hidrológicas.

- Una estructura organizacional a nivel de cuenca o subcuenca que permita la toma de decisiones en el ámbito apropiado más bajo posible.
- Un gobierno que coordine la gestión de recursos hídricos con los sectores usuarios.

I. 2.5.5 Política sustentable integral

La naturaleza del objeto de estudio requiere adoptar una visión global e integradora del agua y la ciudad como sistema complejo, sujeto a incertidumbres y comportamientos caóticos. Esta visión estará alejada de una lógica lineal, planteamientos sectoriales o enfoques sometidos a un esquema estrecho de disciplinas académicas.

Por otra parte, ciertamente la relación entre el agua y la ciudad genera numerosos conflictos y oportunidades. Esta tensión es precisamente una fecunda fuente de creatividad con la que las diversas civilizaciones han construido espacios para vivir y un rico patrimonio cultural.

El sistema hidráulico es más que una cuestión técnica, pues en éste intervienen usuarios, organizaciones, leyes, reglamentos, cultura, conflictos, etc. Ante esta realidad, el punto de partida es proponer una política sustentable del agua. A continuación se mencionan algunos puntos estratégicos que la perfilan.

- Proveer recursos hidráulicos de calidad para el consumo humano preservando la salud.
- Incrementar el uso eficiente del agua en el consumo humano y comercial.
- Incentivar el re-uso y reciclaje de las aguas residuales y agua de lluvia a bajo costo.
- Motivar a la innovación en el suministro de agua: en sus fuentes, potabilización, almacenamiento, tratamiento y descarga.
- Mejorar el sistema tarifario.

Estos puntos arrojan luz a lo que es la gestión urbana sustentable del agua, que más adelante se explica con mayor detenimiento.

I. 2.5.6 Gobernabilidad del agua

La gobernabilidad del agua está definida por los sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que se encuentran en funcionamiento y que afectan, directa o indirectamente, la utilización, el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos, así como la distribución de los servicios de abastecimiento de agua a diferentes niveles de la sociedad. La crisis del agua es esencialmente una crisis de gobernabilidad; por lo cual las sociedades afrontan desafíos sociales, económicos y políticos sobre cómo gobernar el agua de manera más eficaz. Se puede decir que la gobernabilidad del agua es eficaz cuando el uso de los

recursos hídricos y de sus beneficios es equitativo, ambientalmente sustentable y eficiente. Este uso eficaz incluye la reducción de los costos de operación y un mejor uso del recurso.⁷

Aunque no existe un modelo único de gobernabilidad eficaz, los siguientes atributos básicos deberían representar algunas de sus características:

- Participación: todos los ciudadanos deben participar en los procesos políticos y de toma de decisiones;
- Transparencia: la información debe circular libremente en la sociedad;
- Equidad: todos los grupos sociales deben tener oportunidades para mejorar su bienestar;
- Responsabilidad: los gobiernos, el sector privado y las organizaciones de la sociedad civil deben ser responsables del público o de los intereses que representan;
- Coherencia: se debe tener en cuenta la creciente complejidad de los asuntos relacionados con los recursos hídricos, las políticas y las acciones adecuadas para que resulten coherentes, consistentes y fáciles de entender;
- Sensibilidad: las instituciones y los procesos deben estar al servicio de todas las partes que intervienen y responder adecuadamente a los cambios en la demanda y en las preferencias, o a cualquier otra nueva circunstancia;
- Integración: la gobernabilidad del agua debe reforzar y promover enfoques integrados y holísticos;
- Factores éticos: la gobernabilidad del agua debe basarse en los principios éticos de las sociedades en las que funciona, por ejemplo, respetando los derechos tradicionales del agua.

Durante los próximos cuatro decenios, la gobernabilidad del agua estará operando en un espacio comprendido entre un objeto inamovible y una fuerza irresistible. La barrera inamovible es el límite ecológico del uso del agua. La fuerza irresistible obliga a tener presente las crecientes demandas de agua para la industria y de alimentos para las poblaciones urbanas.⁸

I. 2.6 Gestión urbana sustentable del agua

En el Congreso Internacional de Captación de Agua de Lluvia y Diseño Urbano celebrado en Sydney, Australia, en agosto de 2007, se estableció el principio siguiente sobre la gestión urbana sustentable de agua urbana (GUSA, en inglés Integrated Urban Water Resources Management)...*la Gestión Urbana Sustentable de Agua no es tanto encontrar una definición, es hablar de valores, ideas, personas trabajando en conjunto para alcanzar*

⁷ UNESCO (2006), Boletín de Noticias Bimensual del Portal de Agua de la UNESCO no. 65: “La gobernabilidad del agua”.

⁸ Información extraída del 1^{er} Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo “Agua para todos, agua para la vida” (2003); del 2^o Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, “El agua, una responsabilidad compartida”; y del Informe sobre el Desarrollo Humano, 2006.

sustentabilidad a través del diálogo...”.⁹ La Red Internacional para la Construcción de Capacidades para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (CAP-NET) establece que es: “Es un proceso de participación, planeación e implantación basado en la ciencia, que ayuda a los tomadores de decisiones a determinar cómo satisfacer las necesidades de agua de la sociedad en el largo plazo, manteniendo servicios ecológicos esenciales y beneficios económicos”¹⁰

El Centro de Investigación de Desarrollo Global (Global Development Research Center, GDRC) establece que este tipo de gestión tiene componentes importantes que le dan forma y que guían su aplicación.

I. 2.6.1 Componentes

a) Optimización del suministro

En el suministro es necesario estimar la disponibilidad real de agua que hay en los centros urbanos. Es frecuente que los errores comiencen al planear sin tener información de calidad suficiente que sustente las acciones que se quieren realizar. Estas estimaciones van de acuerdo a la disponibilidad de agua superficial (lagos, ríos) y subterránea (manantiales, norias, galerías filtrantes), y es claro que en la medida que se sepa la cantidad exacta de agua con que se cuenta, se podrán planear con mayor efectividad los recursos sin basarse en suposiciones.

a.1 Re-uso de aguas negras

Es evidente que con el enfoque de la gestión de la demanda, uno de los elementos por considerar es que el agua que ya ha sido utilizada por los consumidores, pueda volver a usarse para disminuir el consumo y aumentar la disponibilidad de los recursos hídricos. Aquí las tecnologías descentralizadas han jugado un papel importante en años recientes para dejar de destinar agua potable al riego y usos industriales, principalmente en los sitios donde se requiere agua potable. El uso de estas tecnologías *in situ* abre el debate sobre su viabilidad, ya que su utilización no es tan sencilla, pero es claro que los prototipos están mejorando en la medida que la escasez aumenta.

a.2 Captación de agua de lluvia

Estas tecnologías que se incluyen dentro de las descentralizadas son de antigua data. El reto y desafío es como sacar mayor provecho de su captación y tratamiento, que permita a las ciudades aprovechar al máximo sus volúmenes para disminuir la demanda de agua suministrada por las redes de distribución. Existen tecnologías desde los sistemas domésticos de captación en las edificaciones, hasta sistemas de infraestructura para regular y almacenar agua pluvial urbana en áreas abiertas y en macro tanques.

⁹ Sitio en la web del 7º Congreso de captación de agua de lluvia 2007: www.rainwater2007.com

¹⁰ GLOBAL DEVELOPMENT RESEARCH CENTER (GDRC) (2008) Principal Components of IUWRM <http://www.gdrc.org/uem/water/iwrm/1pager-10.html>

a.3 Recuperación de caudales

Las redes de distribución de agua comúnmente suelen tener pérdidas que son aceptables según los estándares. Sin embargo, por lo general en América Latina las redes no tienen un sistema de monitoreo que dé seguimiento a las presiones y detección de fugas que se pudieran presentar para corregirlas. Es importante recuperar el volumen de agua que sea económica y técnicamente factible para disminuir la pérdida y aumentar la oferta. La demanda de mantenimiento que requiere actualmente el sistema de abastecimiento de agua, supera la capacidad de respuesta del organismo operador.

b) Gestión de la demanda

b.1 Políticas de recuperación de costos

Existe la polémica sobre si el agua se debe cobrar o no. De hecho, existe un fuerte debate entre sectores de la población, algunos de los cuales reclaman un cobro mayor por la inversión que se necesita para hacer llegar el agua al consumidor, y otros proponen que el pago sea mínimo. Lo que sigue es crear un esquema de cobro que pueda ser justo, donde el que consume más, pague más, y los sectores vulnerables reciban un subsidio por parte del Estado.

b.2 Tecnologías de uso eficiente del agua

El desperdicio que existe en las viviendas y en la industria es patente. Países como Australia, Inglaterra y Alemania han optado por replantear su manejo del agua, enfocando diversas acciones a la disminución del consumo en los hogares. Un ejemplo ha sido promover la sustitución de las cisternas de los sanitarios que requieren altos volúmenes de agua, por cisternas de bajo consumo, ya que en la mayoría de los casos las cisternas del W.C. utilizan aproximadamente 40% del total del consumo doméstico. Estas cisternas de 16 litros pueden ser sustituidas por cisternas de 6 litros, por mencionar un caso.

b.3 Descentralización de las funciones de las dependencias de gobierno que manejan el agua

Gran parte de las responsabilidades de la gestión del agua se concentra en las dependencias de gobierno, lo que ha provocado que las responsabilidades sean mayores y su capacidad de respuesta sea limitada. Por lo general, carecen de presupuesto y capacidad técnica para resolver los complejos problemas que se les presentan diariamente. La idea es replantear la participación de estas dependencias, y fortalecer su capacidad institucional para delegar la responsabilidad a otras dependencias de gobierno más pequeñas y capacitadas, que puedan dar respuesta a las demandas de la sociedad en tiempo y forma.

c) Acceso justo a los recursos hídricos

c.1 Participación ciudadana en la planeación y gestión del agua

Como ya se ha mencionado, el problema del agua es más un problema de gestión y por ende de conflictos, que un problema simplemente técnico. También se ha comentado que

el sistema hidráulico es mucho más que una cuestión técnica, pues afecta a la sociedad, y éste es el punto clave de solución del problema. La participación de la sociedad que vive en una ciudad será determinante para el éxito o fracaso del plan. Si no participa, difícilmente se realizarán los planes. Es necesario informar a la población sobre la situación local de los recursos hídricos y enseñarle de qué manera puede participar en la definición, planeación y gestión de los planes y proyectos.

c.2 Organización de la sociedad civil

Por lo general, en América Latina la sociedad civil se caracteriza por no participar activamente en los asuntos de su localidad. La participación organizada de la sociedad civil será un brazo fuerte para la planeación y gestión de los recursos hídricos. Para ello, necesitan establecerse grupos de interés bien informados que puedan realizar acciones a nivel local que tengan una repercusión global. Pero si no existe organización, lamentablemente no habrá un avance significativo.

c.3 Participación de grupos marginados

Existen grupos que suelen limitarse a quedarse al margen de lo que sucede. En general, su grado de vulnerabilidad es reflejo de su pobre situación económica, falta de educación e información apropiada. Estos grupos necesitan ser reconocidos y conducidos para que participen en la planeación y gestión del agua.

c. 4 Consideración de asuntos de género.

La participación activa de las mujeres en la gestión del agua es reconocida en todos los tratados que han emanado de las cumbres mundiales del medio ambiente y el agua. La mujer es quien tiene mayor contacto con el agua en las labores del hogar, lo cual la convierte en pieza clave para lograr un cambio significativo en el manejo. La participación de la mujer es estratégica para generar un cambio en la gestión del agua desde su vivienda, hasta la toma de decisiones de planes y proyectos de mayor envergadura.

d) Mejoramiento institucional

d.1 Políticas públicas

La política pública del agua es el punto de partida para el diseño del plan del sistema hidráulico. El objetivo es que las políticas públicas locales puedan tener una orientación hacia la sustentabilidad. La mejora continua de estas políticas en el marco de un sistema en deterioro constante es la base para resolver los problemas actuales y anticiparse a los futuros, logrando a su vez, consolidar un sistema hidráulico eficiente.

d.2 Marcos regulatorios

En ocasiones no existen reglas de juego en el sector hidráulico, o si existen, no se observan. Se presentan varios retos al respecto, como la creación de marcos institucionales orientados con el enfoque de la gestión sustentable, su mejora continua de acuerdo a las realidades

locales, y el control y supervisión para que se ejecuten las normas que soporten el sistema hidráulico.

Estas mejoras se pueden lograr mediante la implantación de:

d.3 Estándares y normas de calidad del agua

Los estándares y normas que tienen que ver con una buena gestión del agua, deben ser estudiados, mejorados y promovidos. En muchos casos falta una normatividad técnica actualizada para diseñar acueductos, drenajes, estudios hidrológicos, etc., lo cual limita la realización de proyectos técnicamente bien sustentados. La calidad del agua es un punto vulnerable ya que, algunas veces la falta de apego a las normas de calidad provoca serios daños a la salud. En este sentido, es necesario revisar el marco regulatorio para crear, reformar y aplicar los estándares requeridos para una gestión técnica eficiente del sistema hidráulico.

d.4 Principios de pago

Se reconoce al agua como un bien de la comunidad, por tanto, ¿cómo asignarle un precio justo? Como se comentó, existe el debate de si se debe o no cobrar el agua. Determinar el cobro justo es una tarea compleja, pero necesaria, y exige mucho cuidado para buscar que el sistema hidráulico pueda recibir las inversiones para su adecuada operación. También es necesario sancionar económicamente a quienes contaminen el agua, en especial a las industrias que lo hacen sin control, lo que deberían dejar de hacer. Sin embargo, si es ineludible, deben pagar por contaminar.

e) Enfoque intersectorial

Este enfoque es clave para el proceso de toma de decisiones, y consiste en que la autoridad al momento de decidir, tome en cuenta de manera responsable a todos los sectores que intervienen en el manejo del agua, como el sector comercial, científico, académico, industrial, agrícola, etc., y que se abstenga de excluir a alguno o decidir con base en un solo sector.

I. 2.6.2 Uso eficiente del agua en el sistema hidráulico

Este término contiene tres aspectos importantes: el uso, la eficiencia y el agua. El uso significa que es susceptible a la intervención humana, a por alguna actividad que puede ser productiva, recreativa o para su salud y bienestar. La eficiencia incluye de modo implícito el principio de escasez, (el agua dulce es un recurso escaso, finito y limitado) que debe ser manejado de manera equitativa, considerando aspectos socio-económicos y de género.

El uso eficiente del agua implica, entonces, cambiar la manera tradicional de afrontar el incremento de la demanda de recursos, basada en “predecir y abastecer.” El enfoque que se debe adoptar es una gestión estratégica e integral de la demanda de agua para maximizar el uso de la infraestructura existente. De esta manera se podrán aplazar grandes inversiones en el sector y aumentar la cobertura de sectores necesitados y vulnerables, de cara a las metas de desarrollo del milenio, (Millenium Development Goals, MDG).

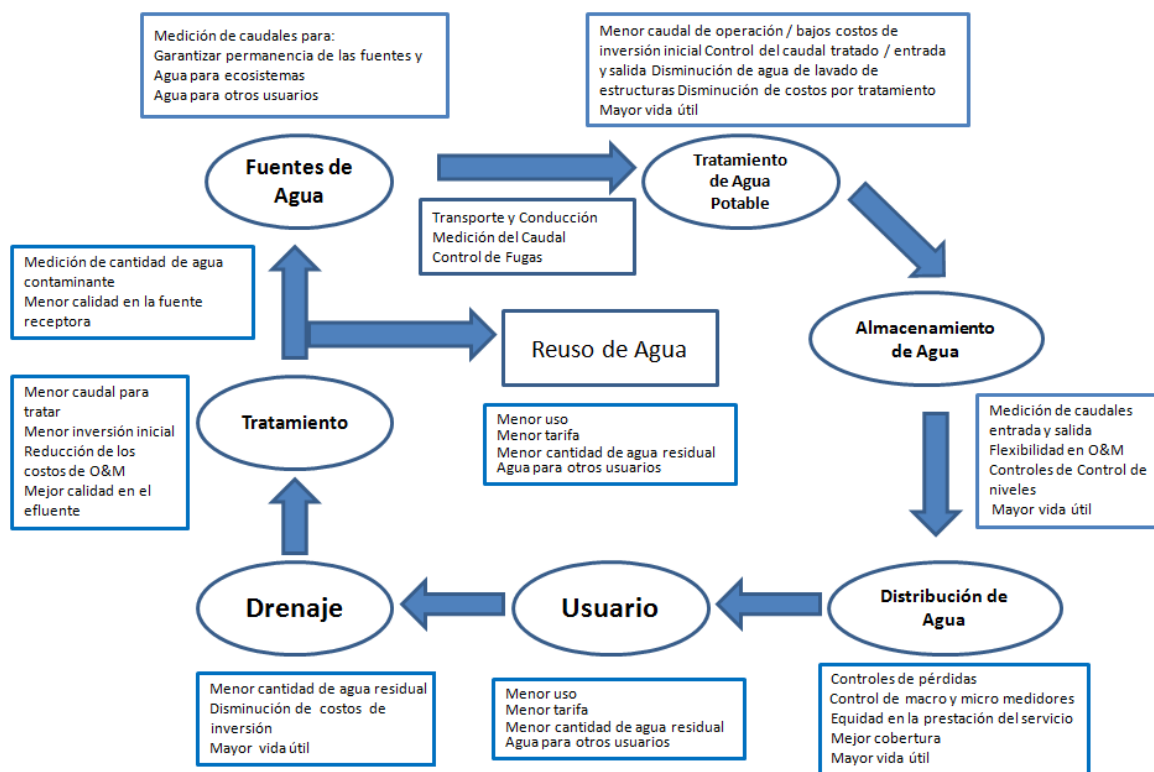
Este concepto también plantea varios desafíos, entre ellos, la necesidad indiscutible de un seguimiento y evaluación continuos del desempeño en el tiempo. Medir es la clave en cualquier acción de uso eficiente del agua. De esta manera, se puede conocer la realidad y se pueden establecer modelos para predecir y planear mejor el futuro, mediante una visión integral.

Además, el uso eficiente plantea que podamos cuantificar el uso del agua y emprender acciones que permitan generar un cambio hacia la eficiencia de su uso. Estos cambios requieren un gran compromiso político para motivar a las poblaciones y a los diferentes sectores a que apliquen buenas prácticas y cambios de actitud y comportamiento. Esta es una tarea que debe continuarse a lo largo del tiempo y debe ser parte integral en cualquier campaña que promueva el uso eficiente del agua.

Cuando hay una gestión eficiente del agua para consumo humano, se obtienen impactos positivos sobre la producción de aguas residuales, ya que los caudales disminuyen al tiempo que se incrementa la concentración de los contaminantes. Este hecho presenta ventajas importantes para el tratamiento biológico de las aguas residuales, puesto que se incrementa la cantidad de sustrato por unidad de volumen, con lo cual los sistemas biológicos mejoran sus tasas de degradación, a la vez que se economiza espacio y volumen de tratamiento al requerirse sistemas más pequeños.

El uso eficiente del agua acarrea múltiples beneficios para los diferentes sectores usuarios del agua. Entre estos destacan el ahorro de dinero por inversiones o por pago de consumo, ahorros en el desarrollo y construcción de nueva infraestructura y un mejor manejo de sequías y cortes de suministro (Dickinson, 2003).

En la figura 1.5 se resumen las acciones claves a desarrollar en materia de uso eficiente del agua en cada una de las etapas del sistema hidráulico, así como sus beneficios.



Fuente: International Water and Sanitation Centre (IRC) adaptado por J. Arturo Gleason

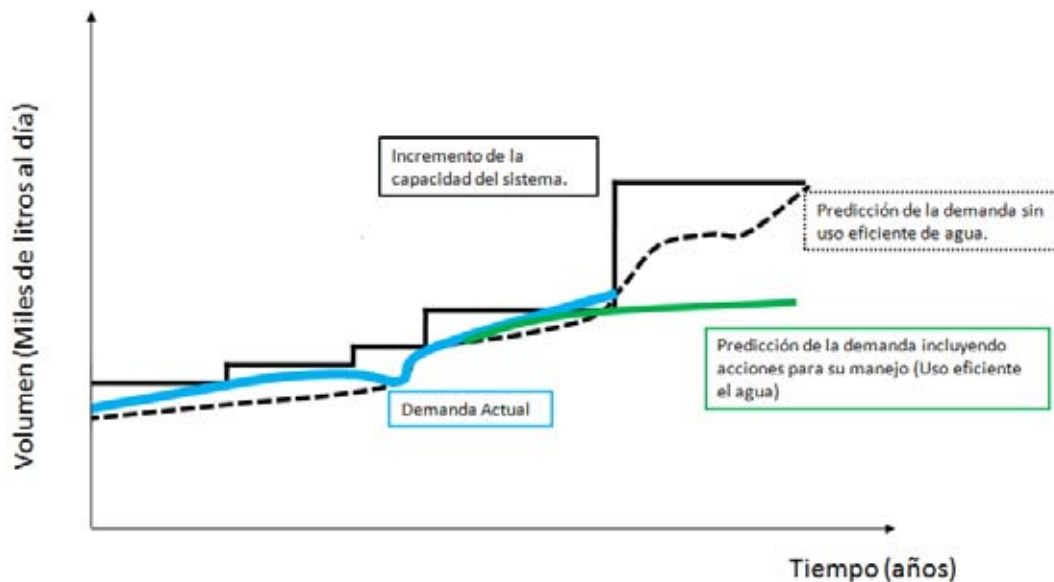
Figura 1.5 Acciones y beneficios del uso eficiente del agua en el sistema hidráulico

I. 2.6.3 Relación entre la demanda y el uso eficiente del agua

El uso eficiente del agua incluye todo tipo de acciones, medidas, prácticas e incentivos, que las compañías de agua pueden aplicar u ofrecer para reducir permanentemente el nivel o cambio en el patrón de demanda para un servicio dado (USEPA, 1998). Estas medidas se pueden aplicar a lo largo de toda la cadena de abastecimiento y uso del agua (Herbertson, 2003). Todas estas medidas influyen para convertir la demanda de agua en una estrategia integral de largo plazo, que logre una gestión sustentable de los recursos hídricos.

En la figura 1.6 se presenta de manera esquemática un caso hipotético, en el que la gestión de la demanda de agua, con la aplicación de acciones de uso eficiente, influye en la predicción de la demanda futura. También muestra que no habría necesidad de recurrir a sustraer agua del ambiente ni de construir nueva infraestructura para almacenar agua y satisfacer la demanda, ya que las acciones de uso eficiente de agua pueden tener el mismo efecto. Este mismo esquema puede aplicarse a diferentes sectores: abastecimiento de agua para ciudades, industria o distritos de riego.

La figura de abajo también muestra la importancia que tienen una buena planeación y predicción de la demanda de agua futura en cualquier sector; la calidad de la información que se utiliza, los valores que se asumen para ciertas variables, y el modelo que se emplea para dichas proyecciones.



Fuente: Adaptado de Herbertson, 2003.

Figura 1.6 Efecto del uso eficiente del agua en el manejo y proyección de la demanda

Algunos beneficios que se pueden observar en la figura 1.6 son:

- Reducción del volumen de agua abstraída del ambiente o cuenca hidrográfica; es bastante significativo si la cuenca hidrográfica está en condiciones de escasez o estrés.
- Permite que exista más agua disponible para el ambiente y la conservación de hábitats nativos.
- Se mejora la corriente de los ríos en términos de tiempo y cantidad, lo cual tiene un impacto sobre la calidad o su capacidad autodepuradora, en especial en períodos secos.
- Se reduce el potencial de sobreexplotación de acuíferos y su contaminación.
- Se reduce el volumen de agua residual y por ende, la capacidad necesaria en las plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Se reduce la necesidad de energía para la operación de sistemas de bombeo en acueductos, redes de distribución y sistemas de tratamiento y disposición.

I. 2.6.4 Capacidad institucional

No es fácil llevar la GUSA a la práctica. Se necesita una capacidad especial para lograr tan ambicioso objetivo. Se han desarrollado las herramientas técnicas y los recursos necesarios importantes para planificar, diseñar y aplicar enfoques más sustentables para la gestión del agua. Sin embargo, la capacidad técnica por sí sola, no garantiza necesariamente que estos enfoques se puedan aplicar.

La capacidad de las organizaciones para lograr una GUSA requiere el desarrollo de las personas y de la capacidad institucional¹¹ de las organizaciones. Esta capacidad también se basa en que las personas y organizaciones trabajen de manera efectiva con diferentes perspectivas profesionales, amén de que las organizaciones que conduzcan a soluciones innovadoras de gestión de agua, respondan a nuevas ideas y tecnologías. Hasta el momento, no hay manuales, directrices o cursos de capacitación adaptados para construir esta capacidad. Aquí es donde la «tecnología» apenas comienza a despuntar.

Es fundamental entender y evaluar la capacidad institucional para hacer frente a los obstáculos institucionales existentes. La capacidad institucional incluye los recursos humanos, las relaciones intra-organizacionales e inter-organizacionales y/o las reglas e incentivos institucionales. Vea la figura 1.7.

La construcción de la capacidad institucional se toma como medio para lograr el cambio institucional en diversas disciplinas, como la gestión urbana, la innovación tecnológica y el desarrollo, la gestión de los recursos naturales y de los recursos hídricos. La capacidad institucional se refiere a la competencia de toda la institución, para llevar al cabo una GUSA mediante los individuos, las relaciones intra e inter-organizacionales, la legislación y los instrumentos políticos. La capacidad institucional ha sido recientemente reconocida como necesaria para el éxito en el desarrollo, adopción y aplicación de tecnologías (Wong, 2006).

¹¹ J. White (2007) Sustainable Water Management: Achieving A Culture of Change Melbourne Water, jacquie.white@meoburnewater.com.au

Capacidad Institucional



Fuente: Brown, 2003, y Brown *et al*, 2006

Figura 1.7 Capacidad institucional (Brown, 2003, y Brown *et al* 2006).

I. 3 Teorías de la planeación

Una de las preguntas centrales de este trabajo es ¿cuál es el modelo de planeación que permita lograr una gestión eficiente del agua con un enfoque de desarrollo sustentable? Hasta aquí se ha planteado el enfoque hacia donde se quiere dirigir la gestión del sistema hidráulico. Ahora, se analizarán las teorías de planeación que más se han aplicado al urbanismo, y junto con el enfoque de sustentabilidad, se establecerán las bases para la generación de la propuesta del modelo de planeación de la presente tesis.

En cuanto a la planeación urbana (PLU), las experiencias que se registran en México, indican una adopción irreflexiva de tecnologías, modelos y procedimientos producidos en el exterior, en circunstancias ajenas a la realidad de este país. Se parte del hecho que la PLU, en México, ha estado supeditada históricamente a externalidades que la fueron perfilando como un estilo de planeación (PL) centrado en criterios técnicos y normativos, orientado a cuestiones sociales y económicas, escasamente vinculado con el proceso de toma de decisiones (Gutiérrez Chaparro, 2005).

I. 3.1 Principales teorías de la planeación relacionadas con el urbanismo

I. 3.1.1 Teoría de planeación racional-comprensiva

La primera perspectiva, es la de Faludi (1976 y 1991), principal exponente, al menos hasta el decenio pasado, de la teoría de planeación racional-comprensiva como paradigma dominante. Este autor señala que la PL es la aplicación del método científico al diseño de políticas, que relaciona claramente con el bienestar social, económico y con el entorno en el que el hombre se desarrolla. Para este propósito, otorga un papel fundamental al individuo como conductor del proceso, en combinación con las instancias que toman las decisiones.

Faludi (1976) señala también que la PL lleva implícita la racionalidad y la acción; se trata de un proceso racional de pensamiento del que se derivan alternativas en las que subyace la inteligencia, el acuerdo, el beneficio, la dirección, la factibilidad, el seguimiento y la solución a diferentes aspectos. En consecuencia, es inherente a la PL la toma de decisiones lógicas y coherentes para el bienestar general.

Este modelo ha prevalecido durante decenios y se considera como la perspectiva ortodoxa de la PL. La idea que subyace en este modelo es hacer del proceso de la PL, algo lo más racional y sistemático posible, a partir del seguimiento de pasos o etapas como las siguientes que, sin ser limitativas, reflejan el esquema secuencial básico de este proceso: Definición del problema, valoración de situaciones, selección de metas, formulación de alternativas, pronóstico de los efectos y consecuencias de las alternativas planteadas, evaluación y selección de uno o más cursos de acción, desarrollo detallado de planes y programas para ejecutar las alternativas seleccionadas, revisión y evaluación.

Desde esta perspectiva, es posible apreciar que el modelo de la PL racional-comprensiva, es muy vulnerable a la dinámica del entorno, debilidad que se ha convertido en el eje de su propia crítica. Objeciones al modelo afirman que esta serie de pasos o etapas, por su rigidez, no reflejan en toda su magnitud la realidad de la situación u objeto que se plantea. Entonces, ¿qué tan efectivo es un modelo que apenas se aproxima a la realidad, cuando ésta se encuentra determinada por múltiples situaciones con dinámica propia?

I. 3.1.2 Enfoque incremental (muddling through)

Por lo anterior, Lindblom (2002) esboza un modelo alterno desde la perspectiva del enfoque incremental (o muddling through), en el que muestra las limitantes de la PL racional. En su lugar, este autor ofrece un modelo en que la toma de decisiones se ve favorecida por el acuerdo y compromiso de los actores, previo reconocimiento de sus respectivas dinámicas y posiciones, frente a fenómenos determinados. Esto significa dejar atrás el excesivo control y determinismo característico de la PL racional-comprensiva.

I. 3.1.3 Enfoque de escaneo mixto (mixed scanning)

No obstante la alternativa que ofrece el enfoque incremental frente al racional, Etzioni (1991) desarrolla el enfoque de escaneo mixto (o mixed scanning) como una segunda alternativa para hacer más eficiente el proceso de toma de decisiones. Así como Lindblom propone un modelo alterno a partir de la crítica de la perspectiva racional, básicamente en torno a la disparidad existente entre los requerimientos de un modelo racional y la

capacidad de los responsables de la toma de decisiones, Etzioni sugiere una segunda vía a partir de criticar no sólo el carácter racional, sino también el incremental.

La alternativa propuesta por Etzioni, permite incorporar tanto la descripción y control del proceso en su conjunto, como la flexibilidad necesaria para evaluar el entorno específico de acción, que es por sí mismo dinámico. Así como este modelo considera el universo de opciones con todos sus detalles y derivaciones, considera también la particularidad de la situación que, evidentemente, se encuentra condicionada a un orden superior. Por ello tiende a ser más efectivo, porque siguiendo una lógica deductiva disminuye el margen de error frente al infinito de posibilidades.

I. 3.1.4 Enfoque de planeación de apoyo (advocacy planning)

Por su parte, y lejos de la discusión entre lo racional, lo incremental o su punto medio, Paul Davidoff (2002) desarrolla, a partir de su experiencia profesional, el modelo de planeación de apoyo (o advocacy planning), como alternativa que asigna a la PL un carácter de justicia y equidad. A diferencia de los modelos señalados, el propuesto por Davidoff se enfoca más a la función y acción del planificador que a los propios instrumentos. Desde su punto de vista, la función del planificador no se dirige tanto al interés público general; más bien, está enfocado a apoyar y resguardar el interés de aquellos grupos que, desde diferentes perspectivas, se encuentran al margen de las decisiones y, en consecuencia, al margen de los eventuales beneficios.

El modelo de planeación de apoyo tiene un carácter democrático, plural y representativo, en el que la PL y sus instrumentos, con el planificador como interlocutor, pretende incorporar directamente a la sociedad en la búsqueda de alternativas de solución para problemas específicos. Este modelo está lejos de la generalidad característica de la racionalidad en la PL, pero a la vez, se apega a su carácter de promover el cambio mediante procedimientos racionales de pensamiento-acción.

I. 3.2 La planeación comunicativa como paradigma emergente

Hasta este punto es evidente que, si bien la teoría de planeación racional-comprensiva ha dominado diferentes enfoques paralelos, todos ellos tienen por objeto constituirse como una alternativa que busca el mejoramiento filosófico e instrumental de la PL, en términos de eficiencia para la acción y la toma de decisiones. Por lo anterior, cada enfoque se constituye en forma paralela en un indicador que deja en claro la necesidad de la revisión, evaluación y adecuación permanente de la teoría de la planeación (TPL).

No obstante, la crítica a la racionalidad no busca anularla como principio de la PL por su alto nivel de abstracción que, en ocasiones, se reduce al cálculo estricto de medios-fines. Por lo contrario, se trata de acercar este principio a situaciones reales y soluciones prácticas para que, sin perder su carga racional, asuma el conflicto, la inestabilidad, la tensión, la incertidumbre y el desequilibrio, como condiciones propias de los sistemas en los que se pretende intervenir desde la PL.

Allmendinger (2002) plantea que la PL es una disciplina o actividad que evoluciona, con el propósito no de descubrir la realidad, sino de entenderla y atenderla. Este autor repasa las diferentes escuelas y enfoques que, en su momento, emergieron como

alternativas a la teoría racional. En todos los casos se reconoce la influencia del modelo de PL racional-comprensiva, ya sea desde una perspectiva complementaria o como contradicción.

Esta evolución es producto del ritmo y la dinámica con que ha cambiado y sigue cambiando el mundo real, cuya complejidad ha demandado y sigue demandando la necesaria adecuación de la PL. Siglos atrás, el periodo de la Ilustración se vio influido por las ideas modernistas caracterizadas por la búsqueda de una forma racional de organización social y modos racionales. Hoy día la influencia es del pensamiento postmoderno, de manera que es justamente la complejidad del mundo actual, lo que se considera como punto de inflexión en el desarrollo y evolución de la TPL contemporánea.

En particular, el enfoque postmoderno, evidentemente opuesto al modernismo y con un marcado énfasis en la diversidad y la diferencia, resalta que los procesos de cambio recientes muestran la necesidad de un estilo de PL más heterogéneo y colaborador, proclive al diseño e impulso de políticas más incluyentes dentro de un nuevo concepto de ciudadanía.

En algún sentido, el papel central de la racionalidad instrumental o científica, que es propia del modernismo, pierde fuerza para dar paso a un estilo de PL más conciente de las relaciones de poder y más sensible a las necesidades y demandas sociales. A la vez, este estilo debe ser capaz de visualizar los impactos económicos, políticos y sociales, derivados de la política económica dominante. De ello se desprende también la así llamada *sociedad de la información* con toda su carga transformadora.

A partir de lo anterior, conviene preguntarse: ¿cómo podemos entender lo que está pasando actualmente y planear para el futuro, si nos encontramos en un momento caracterizado por una sociedad cambiante y por demás compleja? ¿Cómo enfrentar esta situación cambiante y dinámica, si la PL no avanza en la misma dirección?

La respuesta a estas preguntas encuentra elementos en una escuela de la TPL que ha dominado recientemente el discurso en nuestro campo de conocimiento. Esta escuela, influida por el pensamiento postmoderno, es la planeación comunicativa o colaboradora (PLC) promovida por Patsy Healey, la cual se perfila como el paradigma emergente de la PL contemporánea.

La PLC es un esfuerzo por encontrar una vía para que la PL avance en un contexto caracterizado por un orden social que está cambiando rápidamente. Se trata de un estilo alterno, estrechamente vinculado con las nociones de democracia y progreso, cuya contribución radica en la construcción de una nueva capacidad institucional con mayores posibilidades de acción, que fomenta más y mejores alternativas de pensamiento y operación en situaciones concretas. Este estilo reconoce la diversidad y el cambio que son productos del dinamismo del mundo real y hace hincapié en la generación de alternativas de acción desde una perspectiva de colaboración, en lugar de comando y control, característico de las instituciones basadas en la racionalidad instrumental (Healey, 1998)

Asimismo, y desde la perspectiva de Healey (2002), el enfoque comunicativo reconoce que la PL es un proceso interactivo e interpretativo, orientado a la toma de decisiones y la acción. Dicho enfoque supone la preexistencia de individuos que interactúan con otros de manera diversa y en representación de los intereses propios de la colectividad de la que forman parte. Dado que cada grupo de interesados tiene su propia

manera de pensar y actuar e, incluso, de expresarse, la acción comunicativa se orienta al logro de acuerdos entre intereses diversos y en ocasiones contrapuestos.

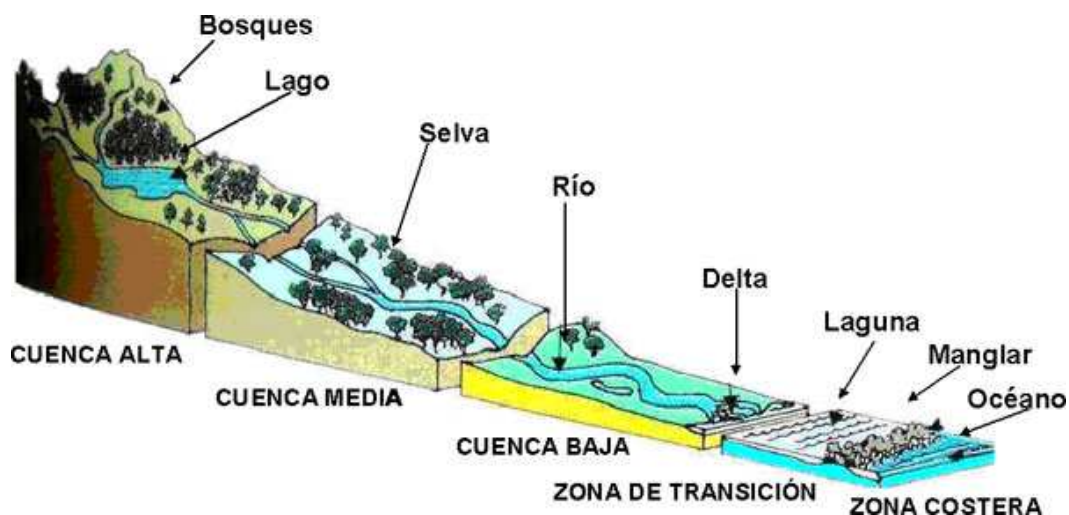
En relación con la influencia del pragmatismo y de la racionalidad comunicativa, en la PLC se reconocen todas las dimensiones del conocimiento, entendimiento, apreciación, experiencia y acción. A la vez, sostiene que es por la vía de la integridad, la legitimidad y la verdad, que la participación habrá de ser promovida para llegar a una concepción plural, inclusiva y democrática, en donde el uso del lenguaje claro cobra mayor importancia en el proceso comunicativo.

I. 3.3 Planeación y gestión por cuencas

Un concepto importante para el diseño del modelo de planeación y gestión es la *planeación y manejo por cuencas*, necesario para lograr que el desarrollo sustentable aterrice en el territorio. A continuación se definirá el concepto de cuenca para entender este enfoque alternativo en la planeación urbana.

I. 3.3.1 Cuenca

Una cuenca hidrográfica se define como el espacio geográfico que contiene los escurrimientos de agua y que los conduce hacia un punto de acumulación terminal. Cuando este punto es el mar se trata de una cuenca hidrográfica abierta, y de otra manera se trata de una cuenca cerrada. En las cuencas coexisten todos los recursos naturales renovables: agua, suelo, flora y fauna. Generalmente para este concepto se utiliza el término “*cuenca hidrográfica*”, mientras que “*cuenca hidrológica*” se suele entender como una unidad para la gestión que se realiza dentro de la cuenca hidrográfica. Ver figura 1.8.



Fuente: SEMARNAT

Figura 1.8 Tipificación de una Cuenca

I. 3.3.2 Manejo de una cuenca

El manejo de cuencas es “el proceso de formular y aplicar en una cuenca hidrográfica un conjunto integrado de acciones tendientes a orientar su sistema social, económico y natural para lograr unos objetivos específicos” (Hufsmidt, 1986). También se puede definir como la gestión de todo el espacio geográfico que conforma la cuenca incluyendo el agua superficial y subterránea, el suelo y los ecosistemas terrestres y acuáticos asociados con su biodiversidad. El gran avance del manejo integral de cuencas es que se trata de un enfoque administrativo que pretende resolver problemas prácticos de aprovechamiento y conservación de los ecosistemas naturales, e incorpora el criterio natural de su dinámica y su espacio físico inherente.

I. 3.3.3 Planeación por cuencas

Para planear el manejo integral de una cuenca deben crearse los espacios propios para esta necesidad, de tal manera que la gestión integral del recurso hídrico en la cuenca, se planea con la intervención de todos los sectores y actores que se vinculan con el agua, y que necesitan no sólo plantear sus necesidades sino también actuar en función de los límites que el recurso hídrico exige para su aprovechamiento y conservación.

En el mundo moderno, casi todos los países vienen reconociendo a las grandes cuencas hidrográficas como los territorios más apropiados para conducir los procesos de manejo, aprovechamiento, planeación y administración del agua y, en su sentido más amplio y general, como los territorios más idóneos para la gestión integral de los recursos hídricos.

Las cuencas, además de ser los territorios donde se verifica el ciclo hidrológico, son espacios geográficos donde los grupos y comunidades comparten identidades, tradiciones y cultura, y en donde socializan y trabajan los seres humanos en función de su disponibilidad de recursos renovables y no renovables. En las cuencas, la naturaleza obliga a reconocer necesidades, problemas, situaciones y riesgos hídricos comunes. Por ello debería ser más fácil coincidir en el establecimiento de prioridades, objetivos y metas comunes, y en la práctica de principios básicos para la supervivencia de la especie, como la corresponsabilidad y la solidaridad en el cuidado y preservación de los recursos naturales.

Se ha elegido la cuenca, y no otra zonificación, por la importancia del agua como elemento vital, interrelacionado con todos los demás recursos (bosque, suelo, fauna) ya que desde las partes altas hasta los ríos, interactúa con otros elementos. Uno de los puntos críticos es la calidad, tanto para los ecosistemas, como para el ser humano. Si queremos tener agua de calidad necesitamos manejar los demás recursos, no sólo el agua. También se considera la cuenca porque tiene límites claramente definidos y todas las actividades humanas que se realicen dentro de la cuenca van a repercutir sobre el recurso agua.

Estos son algunos de los criterios que se han usado para delimitar unidades de manejo de cuencas:

- En lo posible es conveniente que se conserve la integridad de la red hidrológica. Esto va a permitir tener una idea clara de cómo se porta el sistema, es decir cuánta agua que entra está llegando a los puntos de salida y cuánta de esta agua está arrastrando sedimentos o provocando erosión.

- Que se conserve la continuidad en los patrones de distribución del uso del suelo, cobertura vegetal y regiones biogeográficas.

I. 3.3.4 Gestión del agua por cuencas

De la mano del concepto de planeación de cuenca esta el concepto de gestión. La *gestión* es un término y un concepto comúnmente utilizado para definir un proceso administrativo, normativo o regulatorio. En su sentido más amplio, se refiere al conjunto de actividades, funciones, formas de organización institucional de organismos gubernamentales y no gubernamentales, recursos e instrumentos de política y sistemas de participación, relacionados con uno o varios objetivos que definen el sentido y el objeto de la gestión.

Con base en los alcances del concepto previo, puede definirse la gestión del agua por cuenca hidrográfica como el conjunto de actividades, funciones, organización, recursos, instrumentos de política y sistemas de participación, aplicados en el territorio de una cuenca, que se relacionan cuando menos con los siguientes aspectos:

- La medición de las variables del ciclo hidrológico y el conocimiento de sus características determinantes y consecuencias.
- La explotación, uso, aprovechamiento, manejo y control del agua.
- La prevención y mitigación de desastres naturales asociados con la presencia de fenómenos hidro-meteorológicos.
- La construcción, mantenimiento y operación de las obras hidráulicas y la administración de los servicios asociados a ellas.
- El mantenimiento, operación y administración de distritos y unidades de riego
- El control de la calidad del agua y su saneamiento.
- La conservación del agua y del medio acuático.
- La determinación y satisfacción de las necesidades de agua de la población en cantidad y calidad apropiadas, y de las demandas derivadas de los procesos productivos y de servicios de la economía.
- Las actividades del proceso de planeación hidráulica y su consistencia en el tiempo (corto, mediano y largo plazos) y en diferentes espacios geográficos (nacional, regional, estatal y de cuenca hidrológica)
- La legislación y regulación de los usos y aprovechamientos del agua.
- La administración de las aguas superficiales y subterráneas y sus bienes inherentes.

En la Ley de Aguas Nacionales (LAN, DOF 2004) se reconoce la cuenca hidrográfica como la unidad espacial natural idónea para la gestión del agua. Sin embargo, aunque la LAN brinda una orientación para abordar el tema del agua como un recurso integral, las instituciones gubernamentales siguen actuando de manera desarticulada, y al mismo tiempo muchas cuencas se encuentran en territorios pertenecientes a diferentes entidades federativas, perdiendo así la visión integral del espacio natural de la cuenca.

I. 3.3.5 La gestión integral de las cuencas hidrográficas

Para el presente trabajo, la gestión integral de las cuencas hidrográficas consiste en armonizar el uso, aprovechamiento y administración de todos los recursos naturales (suelo, agua, flora y fauna) y el manejo de los ecosistemas comprendidos en una cuenca hidrográfica. Para este propósito se toman en consideración las relaciones establecidas entre recursos y ecosistemas, los objetivos económicos y sociales, así como las prácticas productivas y formas de organización que adopta la sociedad para satisfacer sus necesidades y procurar su bienestar en términos sustentables.

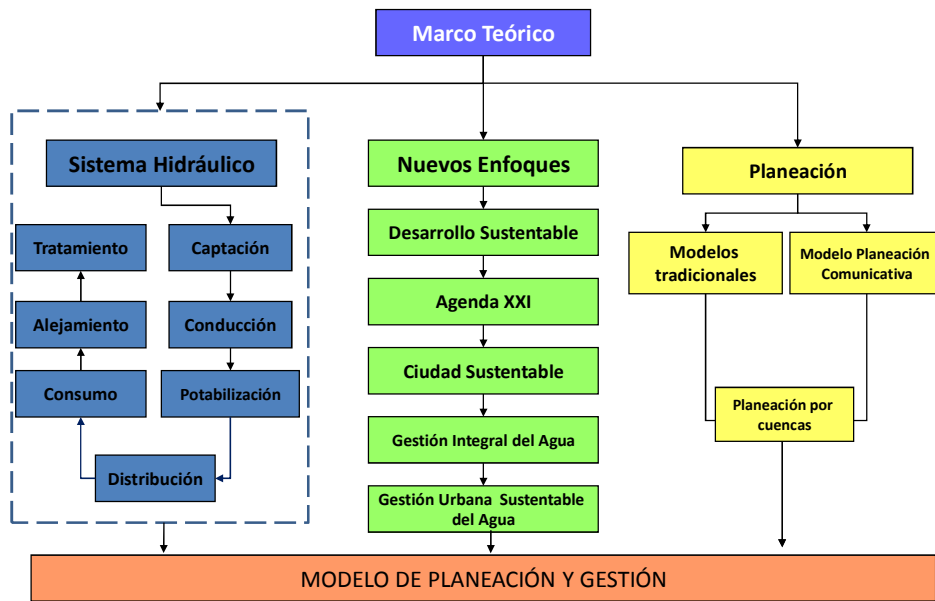
I. 4 Resumen

Hasta aquí se ha definido el sistema hidráulico con los elementos que lo integran, con el fin de que en los próximos capítulos de la investigación se tenga claro a lo que nos referimos y evitar confusiones. Se analizará cada una de las partes que integran el sistema, para conocer cómo están funcionando y plantear propuestas de solución.

Se estableció la sustentabilidad como uno de los principales ejes del trabajo. Este principio marca la diferencia entre el enfoque actual de la planeación y el que se requiere para satisfacer las demandas sociales y ambientales. Al analizar el concepto de desarrollo sustentable, se desprenden otros más, entre los cuales destacan la gestión integral de los recursos hídricos y la gestión urbana sustentable del agua; ambos conceptos son fundamentales para establecer la base del enfoque de planeación propuesto en esta tesis.

Se realizó un estudio panorámico de las principales teorías de planeación que se han aplicado al urbanismo. Entre ellas, destaca una teoría en especial que será parte fundamental de la propuesta del modelo de planeación: la teoría de planeación comunicativa o colaboradora (PLC) que se basa en tomar en cuenta a los actores que intervienen y al entorno en constante cambio, sin dejar de lado las estrategias que establecen los principios teóricos de la teoría de planeación racional-comprensiva.

A través de este capítulo se ha construido una estructura teórica en donde las ideas claves serán: sistema, desarrollo sustentable aplicado a la ciudad en sus diferentes maneras, planeación urbana participativa. En base a estos ejes se establecen los referentes para nuestro análisis y la elaboración de la propuesta de gestión y planeación del sistema hidráulico en cuestión. En la figura 1.9 se muestra la estructura el marco teórico que permite tener una visión más amplia de lo expuesto hasta aquí.



Fuente: Elaborado por J. Arturo Gleason E.

Figura 1.9 Esquema del marco teórico

II. Diagnóstico del sistema hidráulico

II. 1 Contexto

II. 1.1 Situación actual de los recursos hídricos en el mundo

En la actualidad, más de 80 países –que albergan a 40% de la población mundial– sufren una escasez grave de agua. Las condiciones pueden llegar a empeorar en los próximos 50 años, en la medida que aumente la población y que el cambio climático global perturbe los regímenes de precipitaciones.

El consumo global de agua dulce aumentó seis veces entre 1900 y 1995. Alrededor de un tercio de la población mundial vive en países con problemas entre moderados y altos de abastecimiento (es decir, donde el consumo es más de diez por ciento de la disponibilidad de agua dulce renovable). Hay agudos problemas de abastecimiento en África y Asia Occidental, pero la falta de agua constituye una limitación para el desarrollo industrial y socioeconómico en muchos otros lugares (PNUMA, 1999a).

Aunque el agua es el elemento más frecuente en la Tierra, únicamente 2,53% del total es agua dulce y el resto es agua salada. Aproximadamente las dos terceras partes del agua dulce se encuentran inmovilizadas en glaciares y al abrigo de nieves perpetuas. El agua dulce disponible se distribuye regionalmente tal como se indica en la figura 2.1 A la cantidad natural de agua dulce existente en lagos, ríos y mantos acuíferos se agregan los 8,000 kilómetros cúbicos (km³) almacenados en embalses.

Los recursos hídricos son renovables (excepto ciertas aguas subterráneas), con enormes diferencias de disponibilidad y amplias variaciones de precipitación estacional y anual en diferentes partes del mundo. La precipitación constituye la principal fuente de agua para todos los usos humanos y ecosistemas. El ser humano extrae 8% del total anual de agua dulce renovable y se apropia de 26% de la evapotranspiración anual y de 54% de las aguas de escorrentía accesibles. El control que la humanidad ejerce sobre las aguas de escorrentía es ahora global y el hombre desempeña actualmente un papel importante en el ciclo hidrológico.

El consumo de agua per cápita aumenta (por la mejora de los niveles de vida), la población crece y en consecuencia el porcentaje de agua objeto de apropiación se eleva. Si se suman las variaciones espaciales y temporales del agua disponible, se puede decir que la cantidad de agua existente para todos los usos está comenzando a escasear y ello nos lleva a una crisis del agua.

Por otro lado, los recursos de agua dulce se ven reducidos por la contaminación. Se arrojan diariamente unos dos millones de toneladas de desechos en aguas receptoras, incluyendo residuos industriales y químicos, vertidos humanos y desechos agrícolas (fertilizantes, pesticidas y residuos de pesticidas). Aunque los datos confiables sobre la extensión y gravedad de la contaminación son incompletos, se estima que la producción global de aguas residuales es aproximadamente de 1 500 km³. Si suponemos que un litro de aguas residuales contamina 8 litros de agua dulce, la carga mundial de contaminación puede ascender actualmente a 12.000 km³. Como siempre, las poblaciones más pobres



Universidad Nacional
Autónoma de México



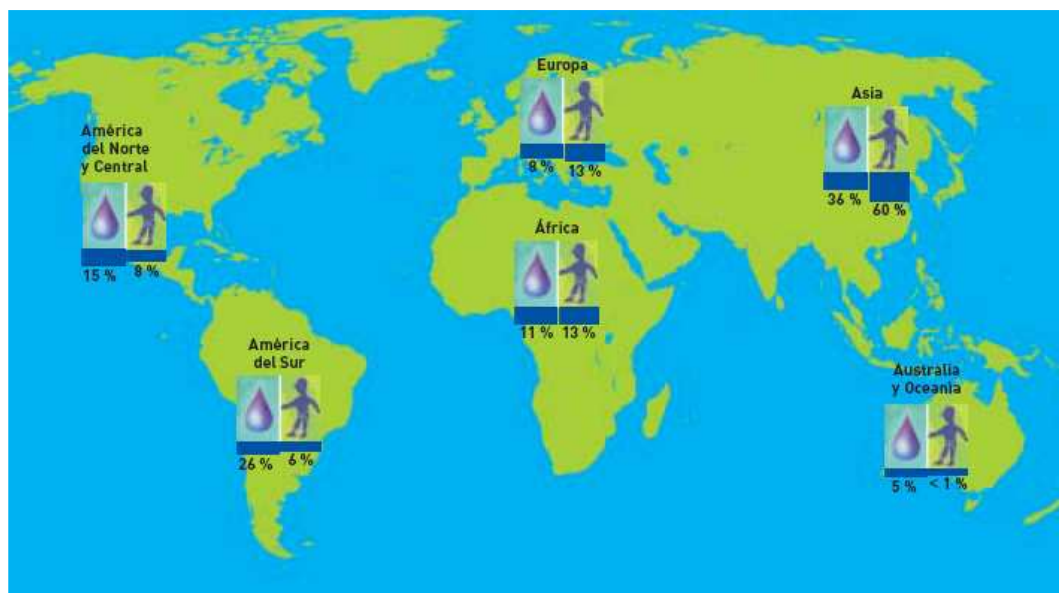
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

resultan las más afectadas, con 50% de la población de los países en desarrollo expuesta a fuentes de agua contaminadas.



Fuente: Sitio de UNESCO-PHI en la web (Oficina Regional de Ciencias para América Latina y el Caribe).

Figura 2.1 Relación entre la disponibilidad de agua y la población

Según un estudio realizado, la disponibilidad global de agua en contraste con la población subraya las disparidades continentales. Destaca, en particular, la presión ejercida sobre el continente asiático, que alberga más de la mitad de la población mundial, con sólo 36 % de los recursos hídricos del mundo.

Según un estudio realizado por la agencia cristiana Tearfund¹, radicada en Londres, dos de cada tres personas en el mundo sufrirán carencias de agua en 2025, a menos de que se tomen medidas drásticas. Esas personas vivirán, además, en el Sur en desarrollo. Durante el decenio de 1990, el mundo padeció 143 sequías que afectaron a 185 millones de personas. El aumento de la población, el mal manejo del agua, el uso indiscriminado de las reservas subterráneas y el recalentamiento planetario se combinan para crear el espectro de millones de personas, las más pobres del planeta, ancladas en la pobreza por la falta de agua. De hecho, la crisis ya está en marcha. Dos tercios de las ciudades chinas enfrentan graves carencias de agua. En India, Nueva Delhi agotará sus reservas subterráneas para 2015, si continúa el consumo actual.

Los diez años finales del siglo pasado fueron los más cálidos desde que comenzó a medirse la temperatura en 1860. A medida que las temperaturas suban, las reservas de agua disminuirán porque se extenderán los desiertos y el ritmo de evaporación. El derretimiento de los hielos polares aumentará el agua de los océanos y causará la penetración de sal en las masas de agua fresca. Las inundaciones costeras se intensificarán, y las islas del Pacífico

¹ Tierramérica (2001), "Situación Actual de los Recursos Hídricos en el Mundo", en <http://tierramerica.net/2001/0401/noticias3.shtml>.

podrían desaparecer del todo. La escasez puede provocar conflictos armados, sobre todo entre aquellos países que dependen del agua de ríos que se originan fuera de sus fronteras.

- Porcentaje de la superficie del planeta compuesta por agua: 70.
- Porcentaje de esa agua que es salina: 97.5.
- Agua dulce en el planeta: 25 millones de km³.
- Porcentaje del agua dulce congelada en bancos de hielo, glaciares y nieves perpetuas: 68.9.
- Porcentaje de agua dulce que se almacena en aguas subterráneas: 30.8.
- Porcentaje de agua dulce localizada en lagos, lagunas, ríos y humedales: 0.3.
- Cantidad del agua dulce del mundo que está disponible para uso humano y el mantenimiento de los ecosistemas naturales: menos de 1%.

Fuente: PNUMA

Cuadro 2.1 Estadísticas mundiales

II. 1.1.1 Hechos y cifras sobre el agua urbana

De acuerdo al 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, “El agua, una responsabilidad compartida”², éstas son los hechos y cifras sobre el agua urbana:

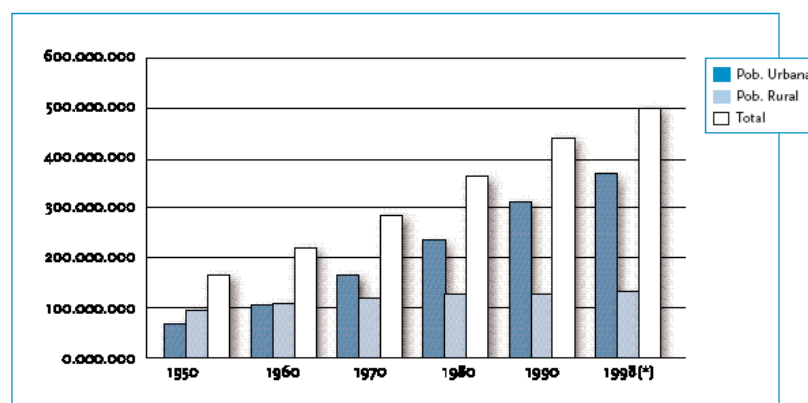
- Durante el siglo XX, la población urbana mundial se multiplicó más de diez veces, mientras que la población rural sólo se duplicó.
- En la actualidad, la mitad de la población mundial vive en centros urbanos; una diferencia considerable respecto al porcentaje de 1900 inferior al 15 por ciento.
- El crecimiento demográfico y la expansión de las actividades económicas están imponiendo fuertes exigencias a los ecosistemas costeros y de agua dulce. Por ejemplo, desde 1900, las extracciones de agua se han multiplicado por seis, lo que representa el doble de la tasa de crecimiento demográfico.
- En 1900, apenas existían ciudades con más de un millón de habitantes y no se conocían ciudades con más de 10 millones de habitantes. En 2000, existían 387 ciudades con más de un millón de habitantes de las cuales 18 tenían más de 10 millones de habitantes.
- En la mayoría de las zonas urbanas de países de ingresos bajos y medios, entre 25 y 50% de la población carece de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento de una calidad que reduzca considerablemente el riesgo de contaminación humana por patógenos fecales-orales.

² Información extraída del 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, "El agua, una responsabilidad compartida"
http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr2/table_contents_es.shtml

- Por el crecimiento de la población urbana, muchas de las grandes ciudades se han visto obligadas a importar agua de cuencas cada vez más lejanas, ya que las fuentes locales de aguas superficiales y subterráneas han dejado de satisfacer la demanda de agua, por agotamiento o contaminación.
- En 2000, más de 900 millones de habitantes de zonas urbanas (casi un tercio de la población urbana mundial) vivían en barrios marginales. Un residente de un barrio marginal dispone de 5 a 10 litros de agua al día, mientras que un hogar de ingresos medios o altos de la misma ciudad puede consumir entre 50 y 150 o más litros al día.
- En muchas regiones del mundo, se pierde entre 30 y 40% o más del agua por fugas en tuberías y canales, así como por la perforación ilegal.
- Un análisis sobre abastecimiento de agua y saneamiento en zonas urbanas de diversos tamaños, llevado al cabo en 43 países de ingresos medios y bajos, demostró que en casi todos los casos, las ciudades de menor tamaño son las peor abastecidas. El análisis señala que, en términos generales, el porcentaje de hogares que dispone de agua por cañerías o pozos locales o de instalaciones sanitarias, disminuye con el tamaño de la ciudad y que las poblaciones urbanas peor abastecidas son poblaciones de centros urbanos con menos de 100 000 habitantes.

II. 1.2 Situación actual de los recursos hídricos en América Latina

La región ha experimentado un crecimiento considerable de población, que se duplicó en la segunda mitad del siglo XX. La población de la región pasó de menos de 400 millones de habitantes en 1950 a 785 millones al final de 1998 y a más de 800 millones de habitantes en 2000. Una característica importante de la demografía regional la constituye el continuo desplazamiento de la población rural hacia las ciudades. Esto ha dado como resultado que al final del siglo pasado la población de las Américas se caracterizara por un predominio de la población urbana sobre la rural (Figura 2.2).



(*) Población estimada por los países para la Evaluación 2000.
Fuente: Población Urbana y Rural: United Nations. *World Urbanization Prospects: The 1999 Revision*.
New York, 1999
Población Total: United Nations. *World Population Prospects: The 2000 Revision*.
New York, 2000

Figura 2.2 Región de las Américas: Evolución de la población urbana y rural en los decenios más recientes

La demanda de agua crece rápidamente con la expansión demográfica, la actividad industrial y el turismo. El riego agrícola (el uso más importante) continúa en aumento. Semejante presión sobre el recurso hídrico se complica por el hecho de que muchos patrones de extracción de agua pueden ser altamente insostenibles. El bombeo de acuíferos a tasas mayores de lo que requieren para la recarga, es un factor de agravamiento particularmente importante, y existe un gran desconocimiento sobre los límites naturales en este ámbito. Además, se cree que el aumento de las tasas de deforestación puede estar contribuyendo a los severos ciclos anuales de inundación y sequía.

No obstante los avances de los pasados diez años, el acceso al agua potable sigue siendo una cuestión importante. Se estima que para 1995, 27 por ciento de la población regional carecía de acceso a agua potable y 31 por ciento seguía sin servicios de alcantarillado y saneamiento. Además, hay deficiencias de mantenimiento en los sistemas existentes y la existencia de alcantarillado no siempre refleja que las aguas residuales estén recibiendo un tratamiento sanitario. En América Latina como un todo, se estima que apenas 2 por ciento de las aguas residuales reciben tratamiento (PNUMA, 1999a).

La distribución geográfica de la contaminación del agua en la región está dominada por los flujos desde las grandes áreas metropolitanas. Además de la concentración de la población y la producción industrial que se da en estas metrópolis, intervienen otros factores causales importantes:

- un crecimiento en los sistemas de alcantarillado convencionales que no se ha acompañado de facilidades de tratamiento correspondientes;
- la intensificación en el uso agrícola de la tierra cerca de las áreas metropolitanas;
- los cambios en la estructura económica, con un creciente énfasis en la manufactura;
- la concentración de escorrentía proveniente de áreas pavimentadas en las ciudades en desarrollo, y
- la necesidad de una regulación artificial de las corrientes fluviales.

Como resultado, la calidad de los cuerpos de agua cerca de las grandes áreas metropolitanas se ha visto seriamente comprometida.

De particular importancia en la contaminación de aguas subterráneas es la lixiviación causada por el uso y liberación inadecuados de metales pesados, químicos sintéticos y desechos peligrosos. La cantidad de estos compuestos que llega a las aguas subterráneas proveniente de los botaderos de basura y otras fuentes no puntuales (escorrentía, infiltración en zonas agrícolas) parece estarse duplicando cada quince años en América Latina (PNUMA, 1999a).

El costo de proveer de agua a las ciudades está continuamente en aumento, con ejemplos dramáticos en las grandes y crecientes áreas urbanas. En la ciudad de México, se bombea el agua hasta alturas mayores de los mil metros para hacerla llegar al Valle de México, y en Lima, la contaminación en las cuencas superiores ha aumentado el costo de tratamiento en cerca de 30 por ciento (World Bank, 1997). Se ha observado también un alto costo por desalinización en el Caribe (PNUMA, 1999b).

La disponibilidad de agua ha sido un factor fundamental en el desarrollo del riesgo en toda la región. Actualmente, hay una extensión de 697.000 kilómetros cuadrados bajo riesgo, correspondientes a 3.4 por ciento del territorio regional (World Bank,1996), pero la salinización y el anegamiento están carcomiendo la productividad de 40 años de inversión en riego en países como México, Chile y Argentina (Winograd,1995). En muchos casos, la diversificación agrícola requiere mayor irrigación, lo que aumenta la presión sobre las fuentes disponibles.

En el decenio que comenzó en 1990, los problemas ambientales relacionados con el agua han afectado tanto zonas urbanas como rurales. Se siguen construyendo viviendas en áreas sensibles, como las altas pendientes en las partes superiores de las zonas de captación de agua y muy cerca de sensibles acuíferos de aguas subterráneas.

II. 1.3 Panorama nacional

II. 1.3.1 Disponibilidad

Poco más de 70% del agua que llueve en el país se va por evapotranspiración y regresa a la atmósfera; el resto escurre por los ríos o arroyos o se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos. En el diagrama se muestran de manera simplificada los componentes del ciclo hidrológico. Las importaciones de otros países se refieren al volumen de agua que se genera en los países con los que México comparte cuencas (Estados Unidos de América, Guatemala y Belice) y que escurre hacia México. Las exportaciones se refieren al volumen de agua que México debe entregar a Estados Unidos de América conforme al Tratado de Aguas de 1944. A continuación presentamos en el cuadro 2.2 los valores anuales de la disponibilidad de agua en México:

Valores anuales	Cantidad
Precipitación media histórica 1941.2992 (771 mm)	1511 km ³
Evapotranspiración media	1084 km ³
Escorrentamiento natural medio superficial total	399 km ³
Recarga media total de acuíferos	77 km ³
Disponibilidad natural media total	476 km ³
Disponibilidad natural media por habitante.	4,547 m ³

Fuente: Subdirección General Técnica . CNA

Cuadro 2.2 Valores anuales de disponibilidad de agua en México

En todo el país llueven aproximadamente 1511 kilómetros cúbicos de agua cada año, el equivalente a una piscina de un kilómetro de profundidad del tamaño del Distrito Federal. Cincuenta por ciento de esa superficie la tienen los estados norteros, donde llueve sólo 25% del volumen total. En la parte angosta del país, que ocupa 27.5% del territorio, cae la mayoría del agua de lluvia (49.6%) en los estados del sur-sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco). Entre los estados más secos están Baja California, donde llueve sólo un promedio de 199 mm al año. En contraste está Tabasco, que recibe 2588 mm de agua cada año. En México llueve cada vez menos. De

1994 a la fecha ha llovido menos del promedio histórico anterior. En la clasificación mundial, México está considerado como un país de baja disponibilidad de agua. Los países más ricos en disponibilidad de agua son Canadá y Brasil. Ver figura 2.3.

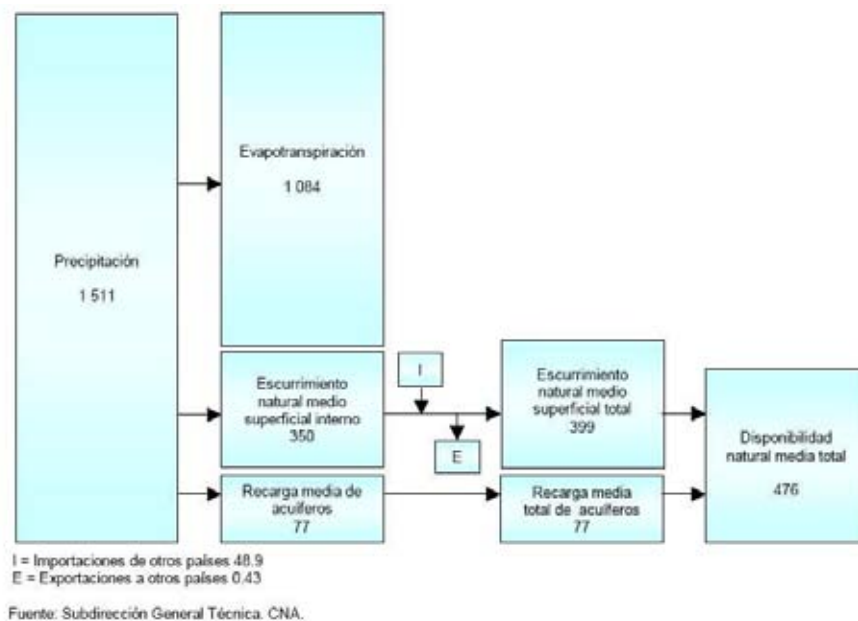


Figura 2.3 Componentes del ciclo hidrológico en México

Las importaciones de otros países se refieren al volumen de agua que se genera en los países con los que México comparte cuencas (Estados Unidos de América, Guatemala y Belice) y que escurre hacia México. Las exportaciones se refieren al volumen de agua que México debe entregar a Estados Unidos de América conforme al Tratado de Aguas de 1944.

En el territorio mexicano destacan dos grandes zonas de disponibilidad por su geografía y clima, la primera de ellas comprende el sur y sureste, y la segunda el norte, centro y noroeste del país. La disponibilidad natural en la primera de ellas es 7 veces mayor que en el resto del país. Sin embargo, en las zonas norte y centro se asienta 77% de la población, se genera 85% del PIB y sólo se dispone de 32% de la disponibilidad natural media.

II. 1.3.2 Las coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento

De la población (83.8 millones) que habitaba viviendas particulares en 2000, 87.8% contaba con agua potable.; es decir, 12.2% de la población no contaba con acceso a este servicio. En lo que respecta a las poblaciones urbanas, 95% contaba con agua potable, y en las zonas rurales sólo 68 por ciento. Con respecto al alcantarillado a nivel nacional, 76.2% (72.6 millones de habitantes) tenía acceso a este servicio. En las zonas urbanas, 90% de los habitantes contaba con el servicio y en las zonas rurales sólo 37% de sus habitantes.

En lo referente al tratamiento de aguas residuales, al mes de diciembre de 2000, se contaba con 1018 plantas con una capacidad instalada de 75.9 m³/s. De ellas, sólo 793 se

encontraban en operación con un caudal tratado de 45.9 m³/s, lo que equivalía a 23% de los 200 m³/s de las aguas residuales recolectadas en los sistemas de alcantarillado de los centros urbanos a nivel nacional. A esta misma fecha, 94% del total del agua suministrada a las poblaciones recibía desinfección, con lo que se redujeron los casos de cólera, presentándose sólo uno en ese año.

II. 1.3.3 Regionalización

En México se han definido 13 grandes regiones tomando como base la división hidrológica y ajustándola a los límites municipales, por ser el municipio la unidad administrativa mínima. Cada región presenta características particulares que la diferencian de las demás. A continuación se abordará la situación que guarda el sector hídrico en cada una de ellas. Primero mostraremos las regiones hidrológicas en la figura 2.4, cuyas características se detallan en el cuadro 2.3 y enseguida la estructura administrativa que se muestra en la figura 2.5. En el cuadro 2.4 se observa la población por región hidrológica



Fuente: Comisión Nacional del Agua

Figura 2.4 Regiones hidrológicas

Región Hidrológica	Extensión territorial continental (km ²)	Precipitación media anual 1941-2003 (mm)	Escorrentamiento natural medio superficial interno (hm ³)	Importaciones (+) o Exportaciones (-) de otros países (hm ³)
1. B.C. Noroeste	28 492	195	342	
2. B.C. Centro-Oeste	44 314	102	246	
3. B.C. Suroeste	29 722	167	223	
4. B.C. Noreste	14 418	136	112	
5. B.C. Centro-Este	13 626	101	81	
6. B.C. Sureste	11 558	223	143	
7. Río Colorado	6 911	117	17	1 850
8. Sonora Norte	61 429	227	200	
9. Sonora Sur	139 370	476	5 259	
10. Sinaloa	103 483	727	13 915	
11. Presidio-San Pedro*	51 717	784	8 244	
12. Lerma-Santiago*	132 916	763	13 743	
13. Río Huicicila	5 225	1 215	1 676	
14. Río Ameca*	12 255	942	2 579	
15. Costa de Jalisco	12 967	1 166	6 079	
16. Armería-Coahuayana*	17 628	824	3 882	
17. Costa de Michoacán	9 205	1 000	1 635	
18. Balsas	118 268	973	24 944	
19. Costa Grande de Guerrero	12 132	1 235	6 091	
20. Costa Chica de Guerrero	39 936	1 397	18 714	
21. Costa de Oaxaca	10 514	1 293	3 389	
22. Tehuantepec	16 363	1 011	2 606	
23. Costa de Chiapas	12 293	2 351	9 703	2 950
24. Bravo-Conchos	229 740	422	7 398	-432
25. San Fernando-Soto La Marina	54 961	666	4 236	
26. Pánuco	96 989	942	19 087	
27. Norte de Veracruz (Tuxpan-Nautla)	26 592	1 575	16 034	
28. Papaloapan	57 355	1 809	50 887	
29. Coatzacoalcos	30 217	2 269	44 141	
30. Grijalva-Usumacinta	102 465	1 903	73 467	44 080
31. Yucatán Oeste	25 443	1 196	591	
32. Yucatán Norte	58 135	1 064	0	
33. Yucatán Este	38 308	1 243	1 125	864
34. Cuencas Cerradas del Norte	90 829	346	1 564	
35. Mapimí	62 639	301	580	
36. Nazas-Aguanaval	93 032	389	2 508	
37. El Salado	87 801	434	1 641	
Total Nacional	1 959 248	772	347 080	49 312

Fuente: Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos. SGT. CNA.

Notas: * Datos preliminares. En estas regiones aún no están concluidos los estudios al 100 por ciento

Cuadro 2.3 Características de las Regiones Hidrológicas

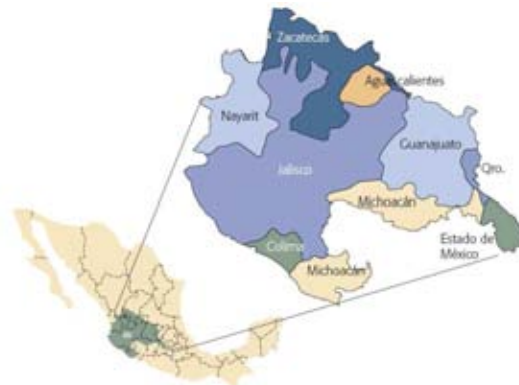
De las 37 regiones hidrológicas podemos observar que la región donde se encuentra la zona conurbada de Guadalajara es la tercera a nivel nacional. En las regiones Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala, Lerma Santiago Pacífico, Balsas y Río Bravo, se asientan 61.2 millones de habitantes, a las que corresponde 59% de la población nacional. En la figura 2.6 se puede observar la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, una de las más importantes.



Fuente: Comisión Nacional de Agua

Figura 2.5 Regiones hidrológico-administrativas

La región hidrológico-administrativa VIII, Lerma-Santiago-Pacífico, es una de las zonas geográficas con mayor desarrollo económico y social del país. Este desarrollo se basó muchos años en el uso y explotación de los recursos naturales, rebasando en muchos casos la capacidad del medio ambiente para absorber los impactos negativos derivados de ese desarrollo. Esta situación ha afectado en gran medida el equilibrio hidrológico de algunas cuencas y acuíferos de la región, principalmente el suelo y la vegetación, y se han visto afectados algunos componentes básicos del ciclo hidrológico, como son la precipitación, el escurrimiento y la infiltración, y la calidad del agua. Ello ha repercutido en forma negativa en la misma sociedad, y contribuido al fenómeno de cambio climático local y global.



Fuente: Comisión Nacional de Agua

Figura 2.6 Estados que forman parte de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago

Población por región hidrológico-administrativa, 2005			
Región Hidrológico-Administrativa		Población regional	
		Millones de habitantes	% respecto al nacional
I	Península de Baja California	3.36	3.3
II	Noroeste	2.49	2.4
III	Pacífico Norte	3.91	3.8
IV	Balsas	10.32	10.0
V	Pacífico Sur	4.04	3.9
VI	Río Bravo	10.30	10.0
VII	Cuencas Centrales del Norte	4.00	3.9
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	20.05	19.3
IX	Golfo Norte	4.85	4.7
X	Golfo Centro	9.38	9.1
XI	Frontera Sur	6.32	6.1
XII	Península de Yucatán	3.70	3.6
XIII	Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala	20.54	19.9
Total Nacional		103.26	100.0

Fuente: II Censo de Población y Vivienda 2005 del INEGI.

Cuadro 2.4 Población por región hidrológica

En la región existen zonas con un alto grado de degradación de los recursos hídricos, lo que ofrece una oportunidad para un mayor desarrollo socioeconómico equilibrado, mediante la formulación y aplicación de políticas hídricas que permitan su uso y aprovechamiento sustentable. Además, estas políticas pueden coadyuvar al restablecimiento del equilibrio hidrológico en algunas cuencas y acuíferos sobreexplotados. Con el fin de establecer mejores condiciones para un mayor y mejor desarrollo integral del país, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), órgano rector en materia hidráulica, emprendió un nuevo proceso de Planeación Hídrica Nacional basado en las modificaciones a la Ley de Aguas Nacionales (DOF, 2004), que se integrará a partir del análisis de la problemática y búsqueda de soluciones en el contexto regional.

La región abarca 328 municipios con un total de 20.1 millones de habitantes (INEGI, 2005), 78% de los cuales corresponden a áreas urbanas y 22% a localidades rurales. En la región se encuentran ocho grandes ciudades con más de 500 mil habitantes, donde destacan las ciudades de Aguascalientes, Guadalajara, León, Morelia, Querétaro, Tlaquepaque, Toluca y Zapopan. De acuerdo con las proyecciones realizadas, se estima que la población en la región crecerá de 20.1 a 23.3 millones de habitantes en el periodo 2005-2030, lo que representa un aumento de 16 por ciento. La región contribuye con 16.6% del PIB nacional, siendo la industria manufacturera la de mayor aportación. A nivel estatal, los estados de Jalisco, Guanajuato y México son los que hacen los mayores aportes, con 6.3%, 3.9% y 1.6% de participación en el PIB, respectivamente. El sector productivo más demandante de agua es el agrícola, con 1.2 millones de hectáreas de riego, donde 67.5% corresponde a pequeña irrigación (Urderales) y el resto a distritos de riego.

Al comparar el desempeño económico del sector agrícola con otros, se observa una baja generación de valor agregado y de empleos por unidad de volumen; lo contrario sucede con el sector industrial y de servicios.

En la región se identifican tres climas dominantes: semicálido, seco o estepario, y templado húmedo, donde la temperatura media anual es de 19°C, y una precipitación media de 850 mm/año, 80% de la cual se concentra en los meses de junio-septiembre. Las características climáticas y orográficas de la región han dado origen a una gran diversidad de flora y fauna. Por lo que se refiere a la flora, se encuentran desde amplias zonas boscosas hasta matorral semidesértico, pasando por la selva baja caducifolia y la sabana. Los tipos de vegetación que predominan en la región son el bosque de encino, con 17% de la superficie; la selva caducifolia, con 15%; y bosque de coníferas con 11% de la superficie. Por lo que se refiere a la fauna, hay una gran diversidad de especies que pueden ser exclusivas de un determinado ecosistema; así como especies migratorias, tanto terrestres como marinas; o bien, cosmopolitas, presentes en casi todos los ecosistemas. Todos estos recursos de flora y fauna se han visto afectados en forma negativa por la degradación de los recursos hídricos y naturales. Actualmente en la región se encuentran decretadas 74 áreas naturales protegidas, 26 en la subregión Lerma, 20 en el Santiago, y 28 en el Pacífico, entre las cuales destacan la reserva de la biosfera de la mariposa monarca, en Michoacán y Estado de México, las áreas de protección de la flora y la fauna del Bosque de la Primavera en Jalisco, la reserva de la biosfera Chamela – Cuixmala en Jalisco, y Sierra de Manantlán en Jalisco y Colima. Además se localizan 10 sitios Ramsar, nueve en la subregión Lerma y uno en la del Pacífico.

El escurrimiento virgen medio anual en toda la región es de 29 590 hm³/año. De dicho escurrimiento, 20% se presenta en la subregión Lerma, el 27 % en la subregión Santiago y el 53 % restante en la del Pacífico. En la subregión Santiago las 33 subcuencas hidrológicas se encuentran en situación de disponibilidad. En la subregión Pacífico, la mayoría de las cuencas presenta condición de disponibilidad, e inclusive abundancia, encontrándose en déficit la parte alta de la cuenca del río Ameca, y casi la totalidad del río Ayuquila-Armería, propiciadas por una elevada extracción de agua para uso agrícola. La recarga de agua subterránea promedio para el total de acuíferos en la región es ligeramente superior a los 7 400 hm³ al año. Por subregión, Lerma tienen un déficit del orden de 1 000 hm³ al año, situación que se refleja en 23 acuíferos sobreexplotados. En la subregión Santiago se tiene una recarga de agua subterránea del orden de 1 400 hm³/año, aunque a nivel individual existen acuíferos con serios problemas de sobreexplotación, como sucede en los acuíferos del estado de Aguascalientes. En la subregión Pacífico no se tienen problemas de sobreexplotación del agua subterránea. El volumen concesionado para los diferentes usos es de 32 785 hm³/año de los cuales 59% corresponde a usos dentro del cuerpo receptor y el 41% a usos fuera del cuerpo receptor. El volumen concesionado para usos consuntivos es de 13 340 hm³/año, de los cuales 83% se emplea en actividades agropecuarias, 14% para abastecimiento público urbano y 3% para el uso industrial.

La capacidad útil de los 587 principales embalses existentes en la región es de 14 680 hm³ (vea la figura 2.7), donde el principal uso es el riego agrícola, aunque algunos embalses tienen usos múltiples. El control de avenidas es el que sigue por el número de embalses destinados a este fin. Se usa un menor número para el abastecimiento de agua potable y generación de energía eléctrica. La disponibilidad natural media per cápita en m³/hab/año presenta importantes variaciones en la región: en Lerma es 513; en Santiago es 1 148; y en el Pacífico es 7 050; el promedio regional es de 1 846.

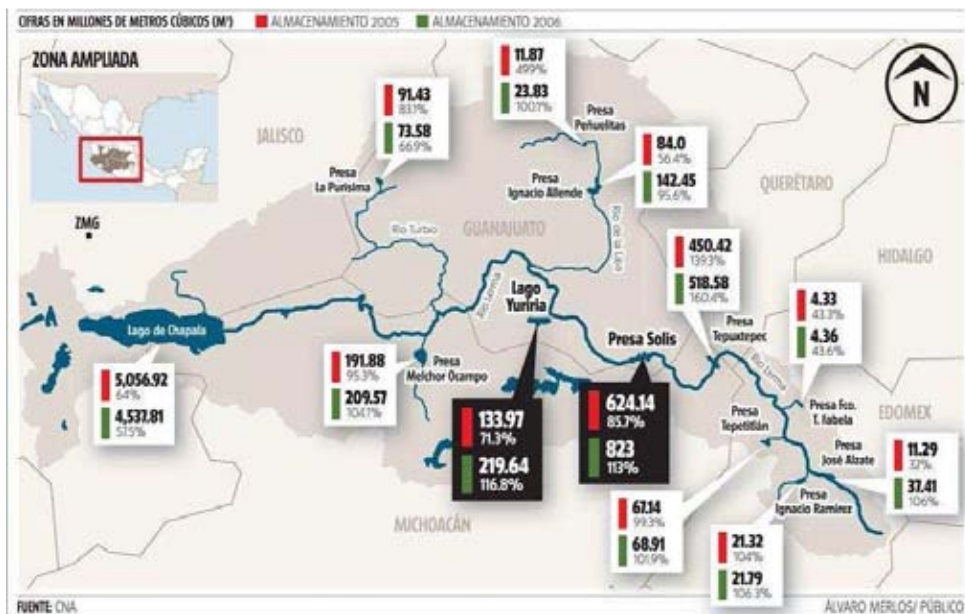
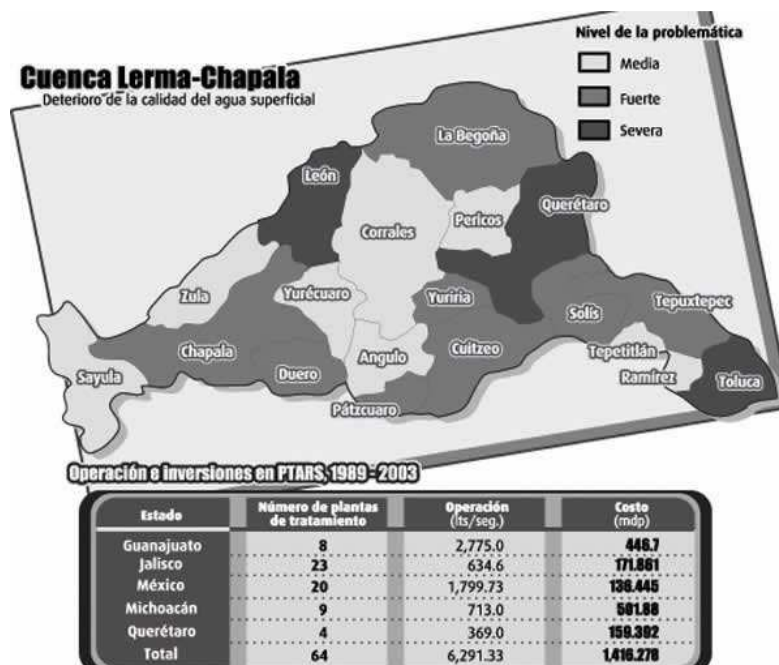


Figura 2.7 Almacenamientos de agua en la cuenca Lerma-Chapala

En la región se generan alrededor de 46 450 l/s de aguas residuales, de ellos sólo se trata 13 970 l/s en 381 plantas de tratamiento, lo que corresponde a 30% de cobertura de saneamiento. El resto del caudal no tratado se envía a cuerpos de agua o drenes agrícolas generalmente sin previo tratamiento (vea la figura 2.8).



Fuente: Comisión Nacional del Agua

Figura 2.8 Plantas de tratamiento de la cuenca Lerma-Chapala

De acuerdo con los resultados del monitoreo de la calidad de las aguas superficiales obtenidos por Conagua en la región Lerma Santiago Pacífico, la calidad del agua medida como demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) en 2004, presentaba 27% con condición excelente; 22% de buena calidad; 30% aceptable; 14% contaminada y 7% fuertemente contaminada. En esta problemática resalta de manera particular el desequilibrio hidroecológico que se manifiesta tanto en aguas superficiales como subterráneas en la región Lerma, en virtud de que la demanda supera a la oferta. La subregión Alto Santiago también se ve afectada por el desequilibrio, principalmente por la elevada sobreexplotación de algunos acuíferos. La contaminación del agua superficial, y en algunos casos de la subterránea, es generada por las descargas de aguas residuales domésticas, industriales, servicios y drenes agrícolas. En las zonas rurales se presentan bajas coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, mientras que en algunas zonas urbanas destaca la baja cobertura de saneamiento. En el sector agrícola se presentan bajas eficiencias en distritos de riego (DR) y urderales así como deterioro de la infraestructura en algunos DRs.

Otros aspectos dignos de atención son que la red de monitoreo hidroclimatológica requiere modernizarse; no hay insuficiente capacidad de medición, inspección y vigilancia en descargas y extracciones; problemas de inundaciones en zonas urbanas y suburbanas, así como en zonas productivas. Además, en el ámbito medioambiental existe una manifiesta degradación de los recursos forestales, degradación de suelos y erosión, agravada por el crecimiento natural de las demandas de tipo social, y la falta de recursos financieros para la rehabilitación y modernización de los sistemas de abastecimiento en general. Todo lo anterior ha generado serios problemas de disponibilidad que ponen en riesgo la propia sustentabilidad de la región. Si ello no fuera poco, la elevada contaminación en las aguas superficiales en general, restringe el uso y aprovechamiento de las aguas, limitando su potencial de desarrollo socioeconómico.

La falta de una adecuada cultura del agua y medio ambiente, no permite una adecuada valoración de los recursos por parte de la sociedad. En general, las tarifas por concepto de agua potable, alcantarillado y saneamiento son bajas, lo que imposibilita generar recursos financieros suficientes para la construcción de infraestructura, así como para su operación y conservación, de tal forma que se garantice la calidad de los servicios.

Con el cumplimiento de los objetivos en materia hídrica, mediante la aplicación de las estrategias y acciones formuladas en el Programa Hídrico por Organismo de Cuenca, Visión 2030, se pretende lograr el uso sustentable del recurso hidráulico, con una sociedad más conciente de su valor y con una mayor participación en el manejo de las subcuencas por medio de los mecanismos de participación social establecidos, o que se creen para ello. Si bien los avances que se espera lograr en el uso sustentable del recurso hidráulico no alcanzan a lograr plenamente esta condición, los avances estimados están muy cerca de serlo. Por tanto, el seguimiento al programa, su ejecución, evaluación y actualización constante serán fundamentales para el logro completo de los objetivos establecidos.

Como parte del proceso de planificación hídrica nacional y regional, donde el seguimiento y evaluación de los Programas Hídricos es un elemento indispensable para su retroalimentación y mejoramiento continuos, y cuyo marco jurídico lo establece la Ley de Aguas Nacionales (29/04/2004), se realizó la Evaluación del Programa Hidráulico Regional 2002-2006, de la región hidrológico-administrativa VIII, Lerma- Santiago-Pacífico. En congruencia con el Programa Nacional Hidráulico 2001-2006, se establecieron

los objetivos y metas en el ámbito regional, identificando y eligiendo las mejores estrategias y acciones para coadyuvar en su logro. Los objetivos y las metas regionales propuestas fueron las siguientes: Las metas que se plantean para la región Lerma-Santiago-Pacífico, se refieren a los siguientes aspectos:

- Modernización de los sistemas de riego, e incremento de la superficie eficiente;
- Las inversiones en agua potable en el medio urbano serán cuando menos para mantener la cobertura actual en 93.4%, y en el medio rural incrementarlas en 2%;
- Mantener la cobertura actual de habitantes con servicio de alcantarillado;
- Incrementar el volumen de agua residual tratada en 40%, dado su impacto en el medio ambiente;
- Verificar la totalidad de las concesiones al año 2006;
- Conservar la situación actual en cuanto al funcionamiento de los consejos de la cuenca Lerma Chapala y Santiago, e instalar el correspondiente a la región Pacífico Centro;
- Funcionamiento de cotas, que se pretende incrementar conforme a las políticas regionales;
- Incrementar en 350 000 el número de habitantes protegidos contra efectos por inundaciones y sequías, aunque podría incrementarse todavía más si se dispone de mayores recursos.

En cuanto a la recaudación a nivel de la región Lerma Santiago Pacífico se incrementará en más de 40 millones de pesos. Cabe señalar que uno de los problemas más importantes de la región lo ocasiona la actividad industrial, principalmente del sector azucarero, ya que existen siete ingenios cuyas descargas de agua de proceso y vertidos ocasionales provocan una severa contaminación a los cuerpos receptores, así como restricciones al uso productivo y seguro del agua. La cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado en el medio rural muestra un gran rezago, y la dotación per cápita en la costa de Michoacán es muy baja. La ocurrencia de *fenómenos hidrometeorológicos* extremos es otro de los problemas de la región, que provocan las crecidas de ríos y la afectación de localidades urbanas y semiurbanas, así como de miles de hectáreas de cultivo.

A continuación se describen los avances logrados a 2006, en las acciones realizadas para cada uno de los seis objetivos regionales:

Fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola en la región. En la región Lerma-Santiago-Pacífico se incrementó la eficiencia del uso de agua en la producción agrícola de los distritos de riego con infraestructura hidroagrícola. Para este propósito se realizaron acciones de rehabilitación y modernización de la infraestructura de la red de conducción, distribución y aplicación del agua a nivel interparcelario y parcelario en el periodo analizado en un total de 79 181 ha. Con esto, la gerencia regional logró rebasar con mucho la meta propuesta. *Se rehabilitaron y modernizaron cerca de 80 000 hectáreas.*

Fomentar la ampliación de la cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Este rubro es uno de los de mayor importancia para el desarrollo social, y se considera así dentro de los objetivos de las Metas del Milenio. Para

la gerencia regional representó un compromiso permanente de atención, logrando una cobertura en agua potable en su conjunto de 93.4%, lo que rebasó la meta nacional en 4.2%.

En materia de alcantarillado, cuyo avance va asociado estrechamente al saneamiento de las descargas de agua residual recolectada, los avances superaron a las metas propuestas todos los años evaluados. Se logró sostener una cobertura mezclada de 90.1% de habitantes de la región que ya cuentan con este servicio; es decir, se logró un volumen de agua residual recolectada de 36.7 m³/s, que representa 100% de avance según las metas establecidas.

Para fomentar la calidad del agua fue necesario crear sistemas de saneamiento a lo largo de toda la región. Para ello se estableció la meta de elevar en 10% el índice de volumen de agua residual tratada entre el volumen de agua residual recolectada. Aunque se pudo llegar sólo hasta 3.5%, esta cifra resulta muy significativa para el logro de este objetivo. En términos operativos, esto significa que se llegó a un volumen de agua tratada de 13 970 l/s en la región, lo cual se considera muy satisfactorio. Respecto a la desinfección del agua, se ha logrado mantener en 96% los niveles de cloración del agua que se suministra a la población. Esto ha permitido cumplir con la norma oficial mexicana en la calidad del suministro del agua para uso y consumo doméstico.

Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura del buen uso. En la región se encuentran funcionando dos consejos de cuenca: el de la cuenca Lerma-Chapala y el del río Santiago. A pesar de que ambos consejos ya cuentan con estructuras y tareas definidas, desarrolladas y aprobadas, no cuentan todavía con un sistema administrativo propio. Aparte de estos dos consejos, se cuenta con otras comisiones de cuenca como son la del río Ayuquila-Armería, la del río Ameca y la de más reciente creación, la del río Calderón. En ellas se han planteado los problemas, necesidades, inquietudes, planes y programas de trabajo para el manejo, cuidado, administración y uso del agua. Actualmente se encuentra en proceso de formación el consejo de cuenca del Pacífico, lo que llevaría al cumplimiento de los objetivos en forma satisfactoria.

Para 2006 se habían consolidado 16 Comités Técnicos de Aguas Subterráneas dentro de la región, de los cuales la gran mayoría corresponde a los acuíferos localizados en la cuenca Lerma-Chapala, que es donde se ha presentado su mayor sobreexplotación. A pesar de que se ha tenido en este concepto un avance moderado ya que sólo se ha realizado 75% de lo planeado, se puede calificar de significativo dado el volumen y la importancia de agua que se maneja en ellos.

Disminuir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías. Durante este periodo se han logrado disminuir los riesgos de inundaciones con la construcción de infraestructura para proteger a cerca de 71 000 habitantes de la región; en el periodo se tuvo un avance de 85% de la meta programada. A este respecto, se creó el Programa Especial Lerma K030, con recursos presupuestales adicionales, apoyado por la Cámara de Diputados para atender la compleja problemática de la cuenca Lerma Chapala. La gerencia regional cuenta con una cartera de 203 proyectos, de los cuales 32 se encuentran en etapa de construcción y 171 de planeación.

En particular en el caso del consejo de la cuenca Lerma Chapala, vale la pena destacar que después de tres años de revisión del Acuerdo de Distribución de Aguas

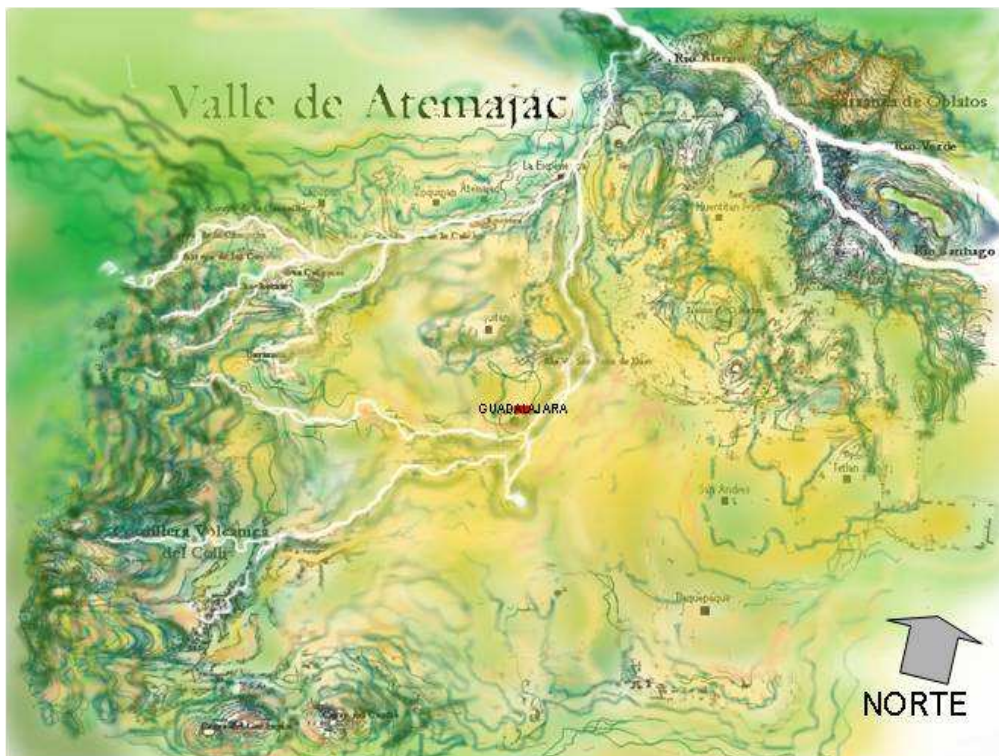
Superficiales que se aplicó de 1991 a 2004, dicho acuerdo se transformó en Convenio de Distribución a través de una Política Óptima Conjunta y se encuentra operando en la actualidad. Además, en abril de 2004 el Ejecutivo Federal firmó, junto con los gobernadores de los cinco estados de la Cuenca Lerma, el Acuerdo de Coordinación para la Recuperación y Sustentabilidad de la Cuenca Lerma- Chapala.

A nivel regional y con una visión integral, es importante destacar los trascendentales proyectos de abastecimiento de agua potable de manantiales de Infiernillo y el Realito que plantean importar agua de la cuenca del río Moctezuma para el abastecimiento de la ciudad de Querétaro y su zona conurbada en el primer caso; y del río Celaya a la ciudad de San Luis Potosí en el segundo. Los objetivos que se persiguen son los de mejorar la calidad del servicio, así como disminuir la sobreexplotación de los acuíferos de las ciudades antes referidas. En la cuenca del Río Verde se van a construir dos presas, Arcediano y el Zapotillo. La primera está planteada para el abastecimiento de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), la segunda para abastecer localidades de los altos de Jalisco y la ciudad de León, Gto. El compromiso con el estado de Guanajuato, previo acuerdo, es que una vez utilizadas las aguas, sean tratadas y retornadas por los ríos Turbio y Lerma para la recuperación del Lago de Chapala. Además, las aguas que actualmente se extraen del lago para el abastecimiento de la ZMG serán substituidas por las de Arcediano. En el rubro de saneamiento se tienen dos proyectos de macroplantas de tratamiento, la de Agua Prieta y la del Ahogado para la ZMG, para que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-1996. En el caso de los estados de Colima y Jalisco esta por iniciarse la construcción de la presa el Naranja II, que tiene propósitos múltiples: hidroagrícola, abastecimiento a Cihuatlán y Barra de Navidad, así como control de inundaciones.

II. 2 Sistema hidráulico de la Zona Conurbada de Guadalajara

II. 2.1 Antecedentes históricos

Al asentarse la ciudad en el Valle de Atemajac, se utilizó para el abasto el agua del nacimiento Agua Blanca, situado entre el oriente y el sur de la ciudad. Este formaba el río de San Juan de Dios; en la figura 2.9 se puede observar el valle y el lugar donde se asentó la ciudad. Se construyeron los tradicionales "cogedores", los cuales eran estanques unidos por medio de canales para dotar de agua al poblado; los ricos perforaron sus propios pozos y los pobres tomaban este líquido directamente del río o de los muchos arroyos que lo alimentaban. Los vecinos se preocuparon en la construcción de una fuente en la Plaza Mayor, así que el lic. Herrera fue a la Corona para informarle que el sitio era bueno, pero escaso de agua, que era necesaria una fuente en la plaza y por ser una ciudad pobre, sin renta, no se podía introducir el agua.



Realizado por Mtro. Arq. Alejandro Ulloa

Figura 2.9 Valle de Atemajac antes de la fundación de Guadalajara

Así que el 15 de mayo de 1563 el rey dispuso a la Real Audiencia, que le informaran de los proyectos y cuánto costaría sin que los gastos fueran de la Real Hacienda. Es muy probable que se haya hecho la obra, ya que en 1597 el presidente de la Audiencia otorgó un título de merced de tierras en el que se aplicó el producto a las obras de agua. En la segunda mitad del siglo XVI, el vecindario se surtía del río San Juan de Dios y de pozos particulares. En 1597 entró a la ciudad el agua de los manantiales de los Colomos por "tagea de cal y

canto". En 1600 el gobernador de la Nueva Galicia, Santiago de Vera, quiso introducir a Guadalajara el agua de los Colomos (al poniente de la ciudad).

El encargó al maestro Martín Casillas que nivelara la altura, opinando Casillas que entraría a la Plaza Mayor una vara y cinco dedos más baja de su peso. La obra se emprendió bordeando al pueblo de Mezquitán hasta la espalda del convento de Sto. Domingo (hoy templo de San José), pero no hubo ningún resultado práctico. Este fue el primer intento para proveer de agua potable a la ciudad. En 1606, el historiador Mota y Escobar nos dice que en Guadalajara no había jardines, ni fuentes por falta de agua, y continúa diciendo: "el agua que se bebe comúnmente en esta ciudad es de algunas fuentes cercanas que tienen manantiales de agua razonable: los regalados deben de otros ríos y fuentes mejores que son distantes dos o tres leguas." Cuando Mota y Escobar se refiere a los regalados, está hablando de la gente de clase alta. Hubo otro intento de introducir el agua en 1640, pero no tuvo resultados.

Al paso del tiempo se tomó la decisión de solicitar a la ciudad de México, a Fray Pedro Antonio Buzeta, religioso lego de la orden de San Francisco, que fue maestro de arquitectura, muy reconocido por la conducción de agua subterránea que introdujo a la ciudad de Veracruz entre 1723 y 1724. Buzeta aceptó de buena gana la petición e inició su trabajo con un reconocimiento de los alrededores de Guadalajara. Su análisis concluyó que el río de Toluatlán, el riachuelo de la ciudad, las aguas del oriente de la urbe, el río Zapopan y el Río Blanco ofrecían muchos obstáculos para introducirlos a esta ciudad, por lo que se decidió por las aguas que corrían por debajo de la tierra.

Buzeta decía que los pozos tenían excelente y suficiente agua a once varas de profundidad, y también creía que bajo la Plaza Mayor encontraría agua en abundancia. Esto provocó muchas controversias y comentarios, a pesar de los cuales y contando con 60 mil pesos de presupuesto, inició las obras el 19 de noviembre de 1731. Se perforaron tres líneas de pozos extendidos en dos ángulos, con comunicación subterránea y aumento progresivo hasta las cajas repartidoras y la atarjea con sus progresivos registros. Las obras se suspendieron el 17 de abril de 1734, con una notoria escasez de agua. Se reiniciaron en 1737 y quedaron concluidas en junio de 1740 con un costo de 75, 269 pesos.

Los felices tapatíos aplaudían el trabajo de Buzeta, pues sus calamidades habían disminuido. El 16 de septiembre de 1741 se puso el agua en la Plaza Mayor, plazuela de San Agustín de las religiosas Carmelitas, Palacio Real, Cárcel de Corte, plazuela de San Agustín y convento de San Francisco. En 1750 se registraron fuertes temblores que rompieron las cañerías de la ciudad, por lo que volvió a escasear el vital líquido. Se propuso componer las cañerías, poniéndolas de plomo donde se filtraba el agua y ya para 1761 se habían reparado totalmente. Siguió la escasez de agua en la ciudad y se buscaron nuevas soluciones. En 1830 el Ayuntamiento acordó poner en uso las Norias de Mexicaltzingo.

En 1852 se abrieron 310 pozos y en la administración del general Tolentino se utilizaron las aguas del Parque Agua Azul por 3 años, después surtieron de agua a la ciudad las traídas del Colli que eran de buena calidad. En 1891 se puso de nuevo en servicio una bomba (en el Colli), que continuó trabajando por muchísimos años. En 1885 el gobernador Francisco Tolentino compró la primera bomba de vapor e instaló la primera tubería de fierro para explotar en gran escala los manantiales del Agua Azul, para lo que colocó 55

hidrantes en diferentes sitios estratégicos de la ciudad. En tiempos del gobernador Luis del Carmen Curi, se instalaron 570 hidrantes y 236 surtidores para uso en caso de incendio.

El crecimiento de la población demandó aumentar el caudal de agua, aunque Buzeta hizo cosas buenas, fueron sólo para cubrir las necesidades de sus tiempos. Así que al paso de los siglos muchas personas aportaron muchas ideas para eliminar este problema que sufrió la urbe tapatía desde su fundación.

Actualmente la ciudad de Guadalajara obtiene su agua de tres formas: conducida por acueducto desde Chapala, de mantos freáticos y del sistema La Zurda-Presa Calderón. El agua de Chapala se extrae 5 km. al oriente de la población del mismo nombre, por medio de cinco equipos de bombeo y de ahí se conduce por un acueducto de 42.5 km. a una planta potabilizadora que está en la falda del cerro del Cuatro. De este sistema se obtiene 65% del agua consumida en la ciudad, 7,500 lts./seg. La segunda fuente es el sistema regional La Zurda-Presa Calderón. Muy cerca de Zapotlanejo está la presa oficialmente llamada ingeniero Elías González Chávez, de donde sale el acueducto de 31 km. que lleva el agua a la planta potabilizadora San Gaspar, para que ahí se distribuya. Por último, Guadalajara cuenta con mantos acuíferos, siendo el más importante el de Tesistán-Atemajac, del cual se extraen 2,500 lts./seg. El gobierno actual del estado de Jalisco está proponiendo la construcción de la presa de Arcediano (vea la figura 2.10), que pretende abastecer a la ciudad de Guadalajara por más de 25 años. Este proyecto ha despertado mucha polémica entre los promotores ligados al gobierno estatal y los grupos radicales



Fuente: Comisión Estatal de Agua de Gobierno del Estado de Jalisco

Figura 2.10 Presa de Arcediano

La situación del drenaje de la ZMCG es diferente de la que ocurre en la ciudad de México. En esta última ciudad, situada en una laguna sin salida, ha sido necesario abrir

profundos tajos, perforar enormes túneles y ejecutar obras costosas para sacar los excedentes de lluvias y los crecientes caudales de aguas negras. Para su fortuna, el valle en que se asentó Guadalajara ha tenido siempre arroyos que constituyeron durante muchos años drenajes naturales que impidieron que en la urbe tapatía se registraran las tremendas inundaciones que casi podrían calificarse de normales en otras ciudades del país.

De estos drenajes naturales, el más importante para Guadalajara ha sido el río San Juan de Dios. No fue sino hasta que la ciudad creció en forma desmesurada cubriendo zonas en las cuales tradicionalmente las aguas se filtraban hacia el subsuelo y que por las crecientes descargas de aguas negras el río San Juan de Dios se convirtiera en una corriente sucia, maloliente y peligrosa para la salud, que fue necesario pensar en construir un sistema de alcantarillado más adecuado. El propósito era impedir las incipientes inundaciones y que se entubaran y diera salida a las aguas sucias que durante cientos de años habían corrido a cielo abierto por esa frontera tácita que desde siempre dividió a la ciudad en dos; la que se extendía al oriente de San Juan de Dios y la, cada día más importante, rica y bella, que subía de este arroyo hacia el poniente.

A principios del siglo XX, el coronel Miguel Ahumada tuvo el mérito de haber iniciado el embovedamiento del río San Juan de Dios, en un tramo de 1,280 m. Este comenzaba partir de la calle Medrano y terminaba en lo que hoy es el parque Morelos, y que entonces se denominaba la Alameda. El túnel de cemento armado, técnica muy novedosa para la época, tenía 4 m de luz y una pendiente de 4.20 por km. (vea la figura 2.11). El proyecto fue encomendado al ing. Manuel Marroqui Rivera que, junto con el sr. Gordon Petersen, dirigió los trabajos en los cuales participaron 700 obreros.



Fuente: Municipio de Guadalajara

Figura 2.11 Construcción del colector en el río San Juan de Dios

Iniciada la revolución en 1910 poco pudo hacerse durante más de dos decenios para mejorar el sistema de alcantarillado de Guadalajara. En 1922, a iniciativa del lic. José

Guadalupe Zuno, presidente municipal de Guadalajara y más tarde gobernador de Jalisco, se continuó con el entubamiento del río San Juan de Dios, obras que se terminaron en 1927.

Guadalajara continuó creciendo; conforme al censo de 1940 tenía ya 236,00 habitantes y se extendía sobre 2,000 hectáreas. Lamentablemente, a este incremento de población y superficie no correspondió una ampliación igual en los servicios públicos. En 1942, en materia de drenaje la ciudad únicamente contaba con los subcolectores Leandro Valle, Agua Azul, Las Damas, Angulo, Juan Manuel, Fresno y Jesús García, y un solo emisor central, el tradicional colector San Juan de Dios.

En 1947, al iniciarse el gobierno del Lic. Jesús González Gallo, la capital jalisciense se enfrentaba a una aguda escasez de agua potable, un sistema de drenaje anticuado, calles insuficientes, y otras situaciones similares. En ese año se emprende la transformación de la ciudad, que incluyó la construcción de un sistema de drenaje totalmente nuevo para la conducción de aguas negras y pluviales. No obstante el lamentable desarrollo de la zona urbana, sólo se ocupaba la cuarta parte de la cuenca del Río San Juan de Dios. Por ello, los proyectos del sistema de alcantarillado se basaron en un emisor único, que fue el tradicional cauce natural de ese río, en parte embovedado a lo largo de la calzada Independencia. A pesar de la gran importancia de esos trabajos, que mejoraron notablemente las condiciones sanitarias de la urbe tapatía, no se dejó una memoria técnica sobre lo realizado.

El sistema de drenaje construido en 1947 con el tiempo resultó insuficiente por el crecimiento urbano desordenado. Para evitar daños mayores, se aplicaron algunas soluciones parciales, como construir un ramal nuevo para evitar encharcamientos perjudiciales, y que se saturaran los colectores más antiguos, y un interceptor local para aliviar la sobrecarga en una tubería que estaba a punto de romperse.

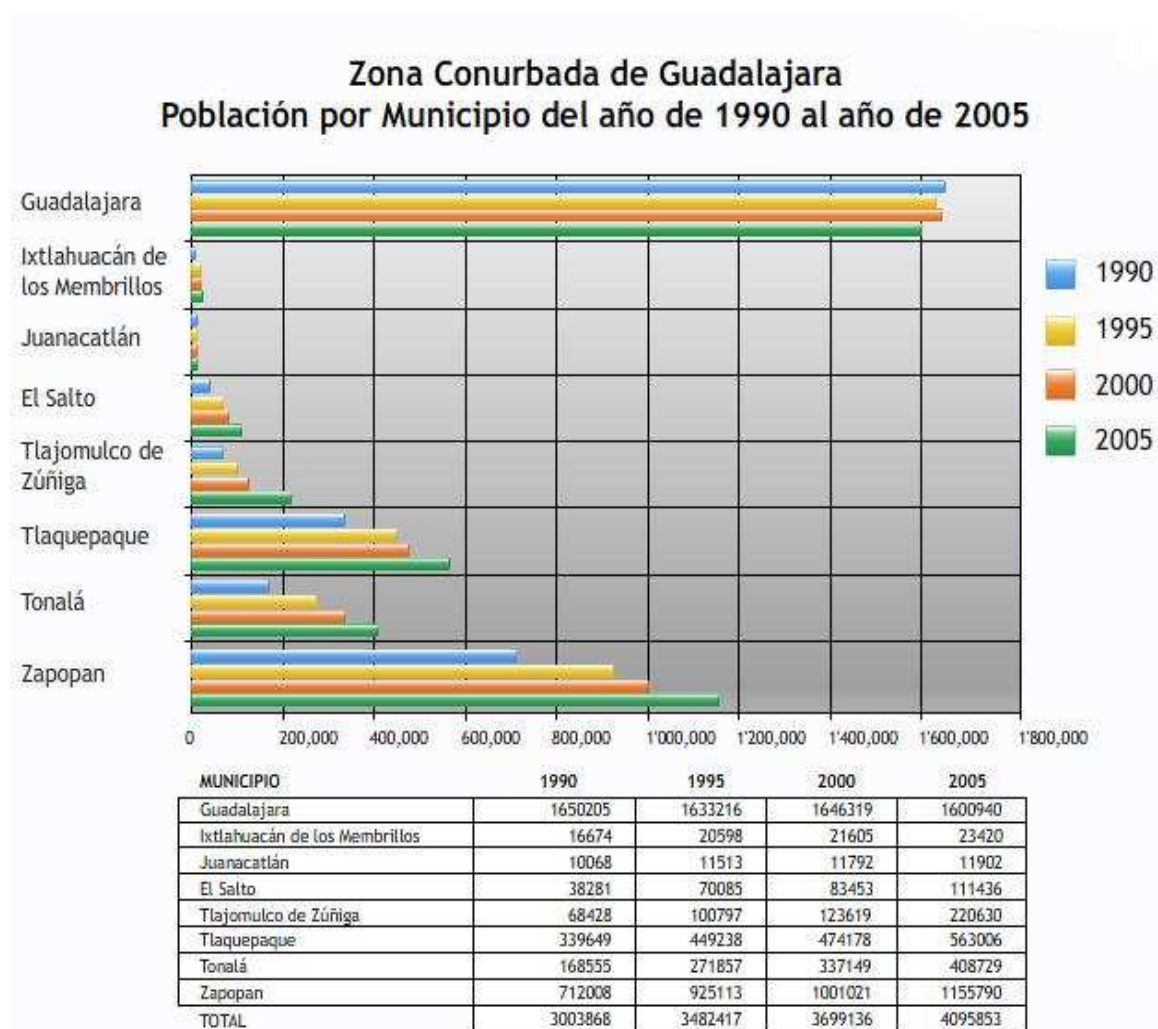
De 1960 a 1970 se hicieron los tramos de los colectores López Mateos del oriente e intermedio del oriente y de los subcolectores de la calzada de las Torres, Juan Manuel, Sierra Morena y auxiliar del poniente. Al concluirse esos trabajos, Guadalajara tenía ya 1 200 000 habitantes, la zona urbana cubría 11,000 hectáreas y ambas, población y superficie, continuaba creciendo. Para 1977 había 2'000,000 habitantes en 18,000 hectáreas.

En la actualidad, en la zona de estudio que abarca tres cuencas; Atemajac, el Ahogado y el Arroyo Blanco, habitan más de 4000,000 de personas en 100,000 hectáreas. Esto representa un gran desafío para atender la demanda de desalojo de aguas pluviales y aguas negras. Existen propuestas para solucionar el problema como el drenaje profundo, junto con estrategias de infiltración de agua pluvial. De cualquier manera, podemos observar que el problema es resultado de malas decisiones en el pasado y representa un asunto serio que tiende a complicarse y requiere llevar al cabo acciones de corto, mediano y largo plazos.

II. 2.2 Inventario

II. 2.2.1 Delimitación de la zona de estudio

Como aglomeración urbana, Guadalajara está formada actualmente por cuatro municipios centrales (Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá) y otros cuatro municipios periféricos (Tlajomulco, El Salto, Juanacatlán e Ixtlahuacán de los Membrillos). Los ocho municipios forman el conjunto conocido como Zona Conurbada de Guadalajara (ZCG) La Zona Conurbada de Guadalajara concentra una población total de: 4 095 853 habitantes, según el II Censo de Población y Vivienda de 2005 (vea la figura 2.12).



Fuente: Comisión Estatal de Agua (2007)

Figura 2.12 Población de la Zona Conurbada de Guadalajara

Para los efectos del plan de ordenamiento de la ZCG, en función de la cobertura territorial de los distintos ámbitos de planeación, se establecen las siguientes definiciones:
Zona Conurbada de Guadalajara³:

La totalidad de territorio de los ocho municipios que la integran⁴. (Vea la figura 2.13.)

Área Metropolitana de Guadalajara (AMG): Los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá y Zapopan; en cuyas cabeceras municipales se da ya una continuidad y total fusión de las áreas urbanizadas. (Vea la figura 2.14.)

Ciudad Central: El municipio de Guadalajara.

³ Consejo Metropolitano de Guadalajara (2002) Proyecto de Plan de Ordenamiento de la Zona Conurbada de Guadalajara. Guadalajara Jalisco.



Figura 2.13 Mapa de la Zona Conurbada de Guadalajara

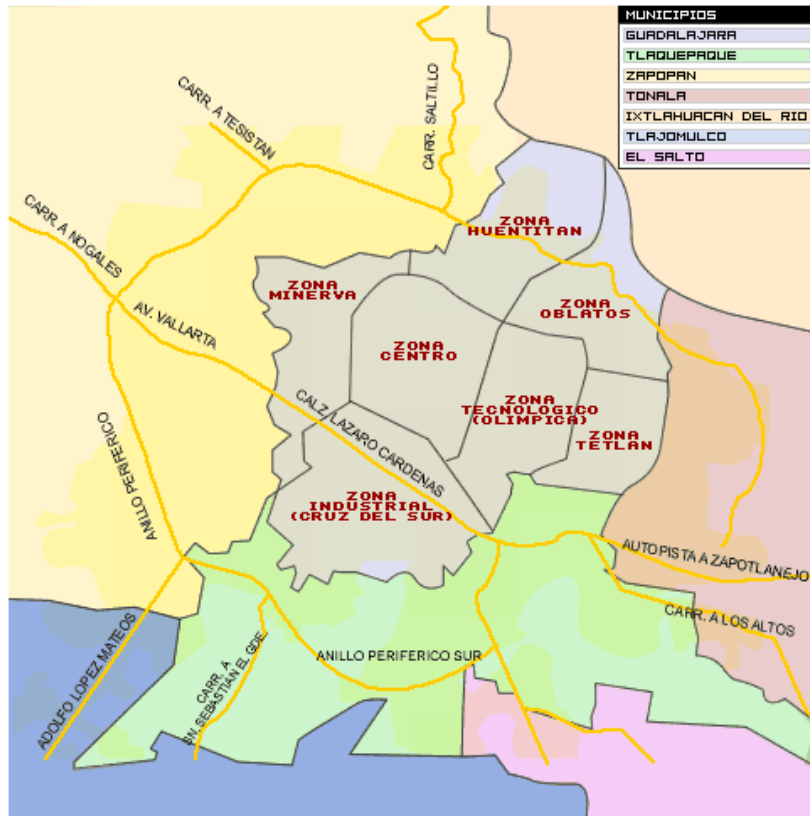


Figura 2.14 Mapa del Área Metropolitana de Guadalajara

También delimitamos las tres principales cuencas en la que se encuentra la Zona Conurbada de Guadalajara. (Vea la figura 2.15.)



Elaborada por Periódico Mural

Figura 2.15 Cuencas de la ZCG

II. 2.2.2 Inventario del sistema hidráulico de la Zona Conurbada de Guadalajara

Una vez que tenemos identificamos las partes de un sistema hidráulico, enseguida se llevará a cabo el análisis del sistema de nuestra zona de estudio.

A. Captación

A.1 Superficial

a) Chapala

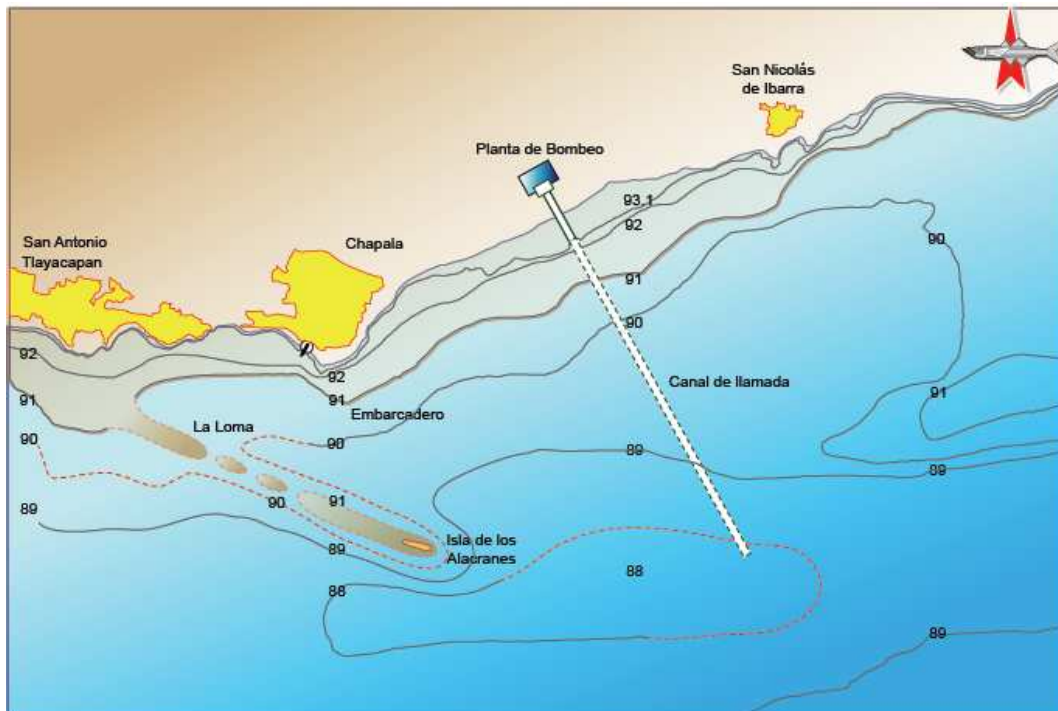
El lago de Chapala es el embalse natural de mayor capacidad y extensión de nuestro país, con una superficie de 115 mil hectáreas. Se localiza a 50 km. de Guadalajara y tiene una capacidad de almacenamiento en su nivel máximo normal⁵, de 8 000 millones de m³ en la actualidad contiene 4 500 millones de m³ y Guadalajara recibe 190 millones m³ de su volumen, que equivale a 4.2% de su volumen actual.



Fuente: Comisión Estatal de Agua

Figura 2.16 Nivel diario del lago de Chapala

⁵ Una cota es el valor numérico de un nivel cualquiera con respecto a otro nivel al que previamente se le ha asignado una cota fija. En todo el mundo se usa como nivel fijo el del mar, cuya cota es 0.00m. Para medir el nivel del lago se usa una cota arbitraria establecida por el Ingeniero Luis P. Ballesteros en 1910, tomando un punto fijo situado en el antiguo puente del Cuitzeo, sobre el Río Santiago, a la entrada de la población de Ocotlán. A ese punto se le asignó la cota 100.00, que equivale a 1,526.80 metros sobre el nivel del mar. En 1981, la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SARH) estableció una nueva equivalencia a la cota de Ballesteros reduciendo 80 centímetros quedando en la 1,526 MSNM. Por lo que la capacidad máxima del lago quedó establecida en la cota 97.80 (1,523.80 MSNM), con una profundidad media de 8 metros y un almacenamiento máximo de 7897 Mm³.



Fuente: Tomado del escrito *Planta de Bombeo Chapala* elaborado por el Dr. Manuel Guzmán Arroyo

Figura 2.17 Ubicación de la planta de bombeo Chapala-Guadalajara

b) Presa González Chávez

Se localiza sobre el río Calderón, con una cortina de 37 m de altura y 700 m de longitud. Tiene una capacidad útil de 70 millones de m^3 y suministra un gasto medio de $1 m^3/seg$. El acueducto Calderón-San Gaspar tiene una longitud de 31 km con 1.8 metros de diámetro (72" de diámetro) En la figura 2.18 se observa el embalse de la Presa Elías González C.



Fuente: SIAPA

Figura 2.18 Presa Elías González Chávez



Fuente: SIAPA

Figura 2.19 Fuentes superficiales de la ZCG

A.2 Subterráneas

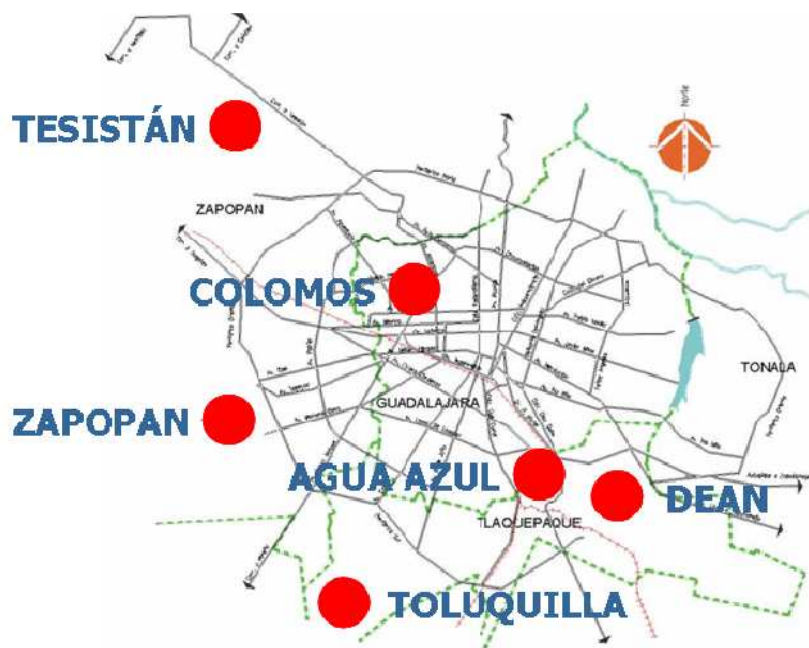
a) Pozos del área metropolitana de Guadalajara

Aunado a las dos fuentes superficiales de abasto principales, el área metropolitana de Guadalajara cuenta con los sistemas de pozos profundos comprendidos en las cuencas Tesistán, Río Blanco, Atemajac, Ahogado, San Juan de Dios, Bajío de la Arena y Colimilla. Hay un total de 119 pozos en operación con un límite de aprovechamiento de 94 millones de m³ anuales, para evitar el agotamiento de los pozos. Para 2004 se tuvo un aprovechamiento de 78.5, equivalente a 2.5 m³/segundo.

Estos sistemas están comprendidos por:

- Sistema Tesistán con caudal de 1,233 lps*
- Sistema Atemajac, 420 lps
- Sistema el Ahogado o Sistema Toluquilla, 33lps
- Sistema San Juan de Dios, 190 lps
- Bajío de la Arena, 72 lps
- Sistema Colimilla, 52 lps.

*lps: litros por segundo.

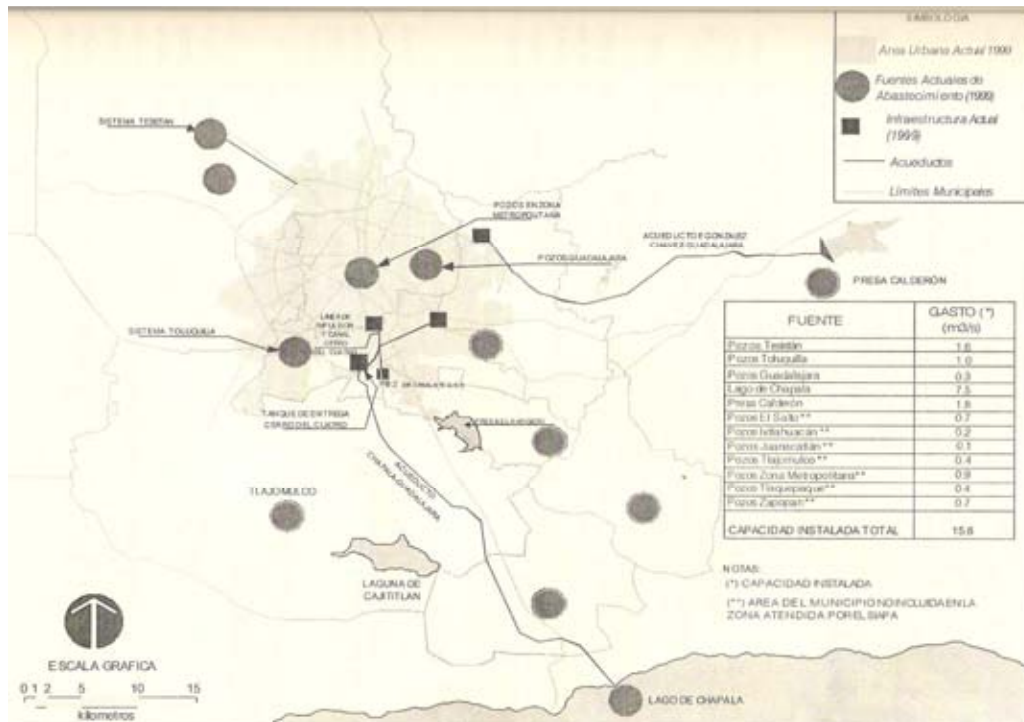


Fuente: SIAPA

Figura 2.20. Ubicación de los pozos en el ZCG

b) Pozos de la Zona Conurbada de Guadalajara

El agua que abastece a la Zona Conurbada de Guadalajara proviene en 40% de aguas subterráneas y en 60% de aguas superficiales. En la siguiente figura podemos ver los pozos de la Zona Conurbada, que incluye a los 8 municipios.



Fuente: Proyecto Plan de Ordenamiento de la ZCG

Figura 2.21 Fuentes actuales de abastecimiento de la ZCG

Si se toman en cuenta los ocho municipios, se observa que la capacidad de abastecimiento es mayor que si se incluye sólo la capacidad del área metropolitana de Guadalajara.

B. Conducción

B.1 Conducción antigua

A partir de 1954 se comenzaron las obras para la conducción de agua a Chapala, al través del río Santiago y mediante canales de 90 km de longitud y dos plantas que bombean los caudales a 80 metros de altura. Estos caudales llegan a Guadalajara mediante 10 bombas de 1.5 m³ cada una. La planta de bombeo Ocotlán extrae volúmenes del lago para riego en Atequiza y el abastecimiento de la zona metropolitana.

B.2 Conducción del acueducto Chapala-Guadalajara

La conducción antigua enfrenta serios inconvenientes, como bombear en tres ocasiones los volúmenes, aunado a la contaminación y pérdidas por evaporación e infiltración. Con el fin de superar estas deficiencias, en junio de 1984 se iniciaron las obras del acueducto Chapala-Guadalajara. En junio de 1990 ya operaban los primeros 26 km del acueducto, descargando al canal El Guayabo, hasta el canal Las Pintas del actual sistema Atequiza. De Las Pintas se continuó la construcción del acueducto hasta Guadalajara. Esta obra se concluyó en 23 de enero de 1991. Actualmente este acueducto de 42 km de concreto presforzado y 2.10 m de diámetro (84”), tiene capacidad para conducir 7.5 m³/seg de agua

cruda. Este caudal parte del Lago de Chapala, y pasando por algunas estructuras de regulación intermedias llega hasta el tanque Cerro del Cuatro al sur de Guadalajara, y de ahí a la planta potabilizadora no. 1, Miravalle, y no. 2, Las Huertas.



Fuente: SIAPA

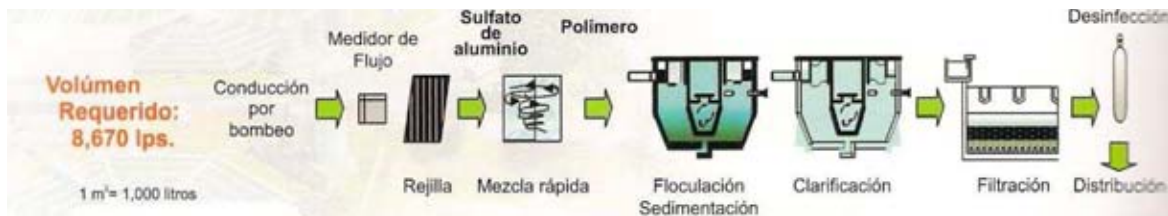
Figura 2.22 Conducción y bombeo del acueducto Chapala-Guadalajara

B.3 Conducción de la presa Elías González Chávez (Calderón) – Guadalajara (San Gaspar)

El acueducto Calderón-San Gaspar tiene una longitud de 31 km. con 1.83 m de diámetro (72"). Este acueducto entró en operación en 1990, y conduce el agua por gravedad hasta la planta potabilizadora no. 3, San Gaspar, en Tonalá. La capacidad máxima del acueducto es de 3 m³/seg. El sistema ha contribuido de manera importante a satisfacer la demanda de agua, y consiste básicamente en el aprovechamiento de los caudales del río Calderón y en la construcción de diversas obras. Entre estas destacan las siguientes: la presa Calderón, el acueducto, el sifón invertido del río Santiago, la primera etapa de la potabilizadora no 3, la primera etapa del acuaférico o anillo de transferencia, y sus obras complementarias. Asimismo, se consideran obras de saneamiento. La presa Calderón se localiza sobre el río del mismo nombre en los municipios de Acatic y Zapotlanejo, posee una capacidad útil de 70 millones de m³, suministra un gasto medio de 2 a 3 m³/seg, con un embalse de 1 000 has. de superficie

C. Potabilización

A la fecha existen tres plantas potabilizadoras para el servicio de agua del área metropolitana, con una capacidad total de producción de 11 100 lps. La planta potabilizadora no. 1 Miravalle produce 7 500 lps., la no.2 Las Huertas 2 000 lps y la no. 3 San Gaspar 1 600 lps. Al utilizar distintas fuentes de abastecimiento, algunas aguas pueden ser naturalmente potables y otras pueden necesitar un tratamiento corrector previo a su entrega a la red de distribución. Los volúmenes provenientes de aguas subterráneas profundas, galerías filtrantes o manantiales, pueden ser entregados directamente al consumo, siempre que cumplan con la norma NOM 127SSA1-1995-200 y si se toman en cuenta todas las previsiones necesarias en su captación para evitar su contaminación. Es decir, esta agua es en general naturalmente potable, sólo se recomienda la desinfección a base de cloro para resguardarla de cualquier contaminación accidental en la red de distribución. Cuando el agua no es naturalmente potable, habrá que hacer un tratamiento corrector, como sucede con las aguas superficiales. El tratamiento corrector o potabilizador puede ser físico, químico o microbiológico. En la figura 13 se observa el proceso de potabilización utilizado en nuestra zona de estudio.



Fuente: SIAPA

Figura 2.23 Proceso de potabilización utilizado en la AMG

En la figura 2.24 se observa la ubicación de las plantas potabilizadoras, así como las áreas beneficiadas por las principales fuentes de suministro.



Fuente: SIAPA

Figura 2.24. Ubicación de las plantas potabilizadoras (PPs)



Fuente: SIAPA

Figura 2.25 Vista aérea de la planta potabilizadora No. 1

D. Red de distribución

En la actualidad el SIAPA cuenta con 7 277 km de líneas de distribución y 256 km de acueductos principales. El sistema cuenta con una capacidad de regulación de 782 348 m³ con 162 tanques para abastecer un total de 908 759 tomas domiciliarias. La ZCG se abastece de un gasto medio 8.67 m³/seg con el cual se cubre 93% de la demanda de la mancha urbana que comprende los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá.

E. Consumo

Según el artículo 284 fracción IX del Reglamento de Zonificación de Jalisco, se establece que para la dotación de litros de agua potable por habitante al día, se deberán manejar los parámetros indicados en la siguiente tabla:

(habitantes)	POBLACIÓN DE PROYECTO CLIMA		
	Cálido	Templado	Frío
2,500 a 15,000	150	125	100
15,000 a 30,000	175	150	125
30,000 a 70,000	225	200	150
70,000 a 150,000	250	225	175
150,000 a más	300	250	200

Cuadro 2.5. Dotaciones de agua

Clima cálido: cuya temperatura media anual fluctúa entre 20°C y 30°C.

Clima templado: cuya temperatura media anual fluctúa entre 16°C y 20°C.

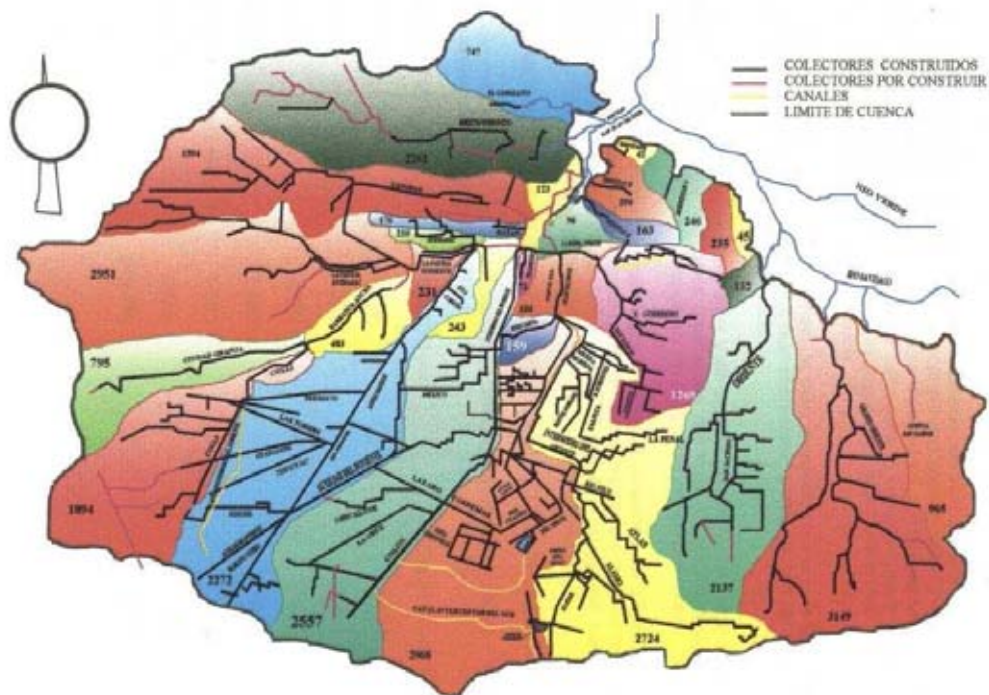
Clima frío: cuya temperatura media anual fluctúa entre 10°C y 16°C.

Los límites de clima corresponden a grupos derivados de las cartas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la denominación es específica para los fines de este reglamento, tomando en cuenta las características del estado de Jalisco. Estos parámetros son indicativos, y podrán variar de acuerdo con las características propias de cada zona o centro de población. En los casos que se requiera, se deberá llevar al cabo un estudio de dotaciones conforme a las necesidades propias de la zona.

Para otros tipos de zona se debe consultar el manual de la Comisión Nacional del Agua (CNA).

F. Alejamiento (Drenaje)

La evacuación de aguas residuales y pluviales en Guadalajara se realiza mediante una red de líneas primarias y secundarias. A su vez, esta estructura está integrada por una red de colectores con una longitud de 159 km. y de subcolectores de 152 km., a la que se conectan 6 900 km. de atarjeas que reciben 804 193 descargas y conducen un volumen de 8.3 m³/seg. Esta ecuación está organizada por sub-cuencas naturales, en donde se concentran diferentes porcentajes de descargas. En la siguiente figura se puede observar la red principal de colectores.



Elaborado por Mtro. J. Arturo Gleason Espíndola

Figura 2.26 Red de colectores y subcuencas de la ZCG



Fuente: SIAPA

Figura 2.27 Colector San Juan de Dios



Tomada por mtro. J. Arturo Gleason Espíndola

Figura 2.28 Colector y canal Patria

G. Saneamiento

El SIAPA cuenta actualmente con su primera planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR); infraestructura que introduce al organismo en los procesos de re-uso y comercialización de volúmenes tratados. Esto significa que empezará a recibir inversiones en este rubro por primera vez. Su capacidad actual es de 150 lps. A la fecha la PTAR en Río Blanco ha recibido una ampliación en su capacidad total de tratamiento para alcanzar

75 lps (litros por segundo) con parámetros óptimos de calidad, lo que permitirá una comercialización más efectiva.



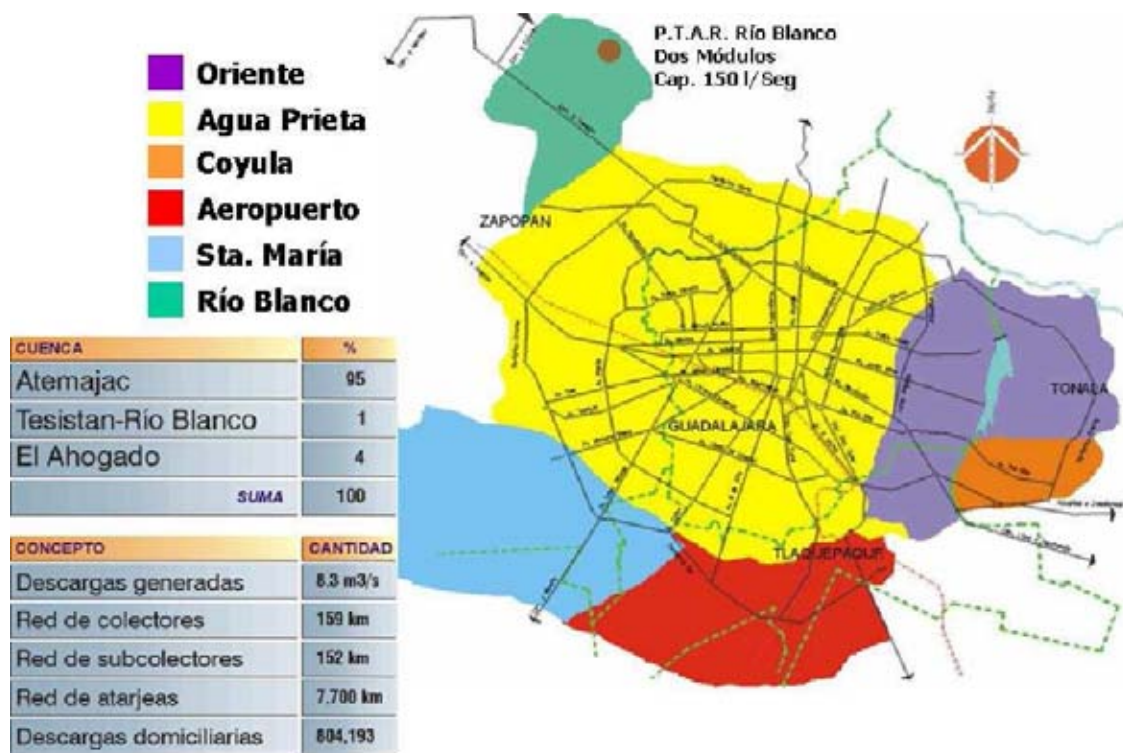
Fuente: CEA

Figura 2.29. Planta de tratamiento Río Blanco



Tomada por mtro. J. Arturo Gleason Espíndola

Figura 2.30 Descarga del colector San Juan de Dios



Fuente: SIAPA

Figura 2.31 Plantas de tratamiento de aguas residuales planeadas con sus sub-cuencas

No.	Concepto	
1	POBLACION DE LA Z.M.G.	
1.1	Población Actual (INEGI)	3,649,413 Habitantes
2	SISTEMA DE AGUA POTABLE	
2.1	Población Servida	3,393,954 Habitantes
2.2	Cobertura del Servicio	93 %
2.3	Extracción Total	8.67 M³/seg
2.4	Número de Tomas Domiciliarias	908,759 Tomas
2.5	Acueductos	256 Km
2.6	Red de Distribución	7,277 Km
2.7	Dotación Promedio	230 lts/hab/día
2.8	FUGAS EN EL SISTEMA	23.12 %
2.8.1	En Red de Distribución y Clandestinaje	14.40 %
2.8.2	En Tomas Domiciliarias	8.72 %
3	APORTACIÓN DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO	
3.1	Lago de Chapala	60 %
3.2	Presa Elías González Chávez	12 %
3.3	Sistema de Pozos	27 %
3.4	Manantiales	1 %
4	SISTEMA DE ALCANTARILLADO	
4.1	Cobertura del servicio	89 %
4.2	Aguas residuales generadas	8.30 M³/seg

Fuente: SIAPA

Cuadro 2.6 SIAPA en números

II. 2.3 Fallas físicas del sistema

II. 2.3.1 Captación de agua

A.1 Contaminación

a) Chapala

El lago de Chapala enfrenta serios problemas de contaminación por las aportaciones de las áreas pobladas que se encuentran en la ribera y las del río Lerma. Sin embargo, la capacidad purificadora natural del lago permite que los índices de calidad puedan ser aceptables para someterse a un proceso de purificación.

b) Presa Elías González Chávez

La vulnerabilidad a la contaminación del vaso es real y está latente su agravamiento. Hasta ahora no se han registrado brotes de enfermedades por la contaminación que sufre el vaso derivada de la actividad agrícola.

A.2 Falta de protección y desperdicio de los manantiales

a) Manantial Colomitos

Existen aproximadamente 30 manantiales que no se aprovechan y que vierten sus aguas a los drenajes de la ciudad. Dichos manantiales están expuestos a la contaminación y a la desaparición, como es el caso del manantial Los Colomitos donde se están construyendo departamentos a un lado del manantial sin respetar las áreas de protección (vea figuras 2.32 y 2.33).



Tomadas por el Mtro. J. Arturo Gleason Espíndola (2007)

Figura 2.32 Manantial Colomitos afectado por la construcción a un costado.

Figura 2.33 Tiradero del agua al drenaje del manantial Colomitos

No hay protección de las zonas de recarga y la afectación es directa. El manantial de Colomitos actualmente abastece a un sector de la población que ya está siendo afectada por la construcción de los departamentos. Además, como es evidente, el desperdicio es real.

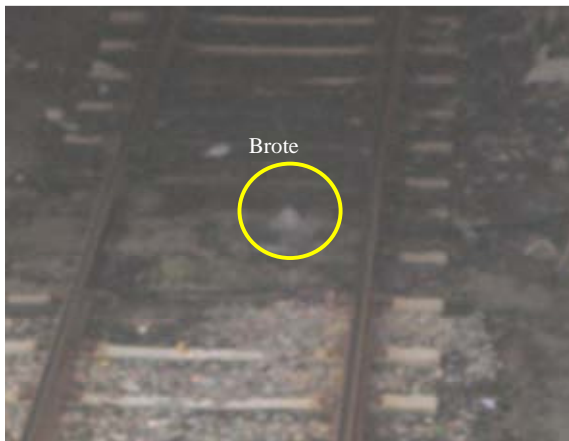
b) Manantial Los Colomos

Sobresale también el caso del manantial Los Colomos, que según estudios realizados por la mtra. Mireya Acosta

⁶, concluye que con este caudal se podrían abastecer más de 75 000 habitantes con una dotación de 150 lts/hab/día. El agua sin aprovechar se vierte al canal Patria que la conduce a la descarga en la Experiencia.

c) Manantial Atemajac (Fidel Velázquez y Federalismo)

Existe otro manantial sin aprovechar, que brota en las vías del tren ligero, debajo del puente donde cruzan la avenida Federalismo y Fidel Velázquez, en la estación Atemajac. En las figuras 2.34 y 2.35 se puede observar la problemática de este manantial en las vías del tren.



Tomadas por el mtro. J. Arturo Gleason Espíndola (2007)

Figura 2.34 Vías inundadas



Figura 2.35 Desperdicio de agua

A.3 Sobre-explotación de los mantos acuíferos y las galerías filtrantes

Como ya sabemos, la ZCG se abastece subterráneamente de pozos que extraen agua de dos principales acuíferos, que son el de Atemajac y el de Toluquilla (vea las figuras 2.36 y 2.37). Además de los pozos, existen galerías filtrantes en nuestra zona de estudio que el gobernador de Jalisco Luis Curiel construyó en 1891; hasta la fecha las galerías cumplen su cometido de abastecer parcialmente a la población. Dichas estructuras captadoras y conductoras de agua pluvial infiltrada, que aún siguen aportando a muy bajo costo un porcentaje del gasto que se requiere para el abastecimiento de la gran ciudad. Además de lo anterior, los frailes franciscanos construyeron las galerías filtrantes Santa Margarita para

⁶ Investigadora del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, de la Universidad de Guadalajara.

dotar de agua originalmente a la basílica de Zapopan y el seminario adjunto. El recurso hídrico que aportan es aproximadamente de 157 lts./seg. El volumen por día alcanza 13.57 millones de lts. que sirven a 67 824 habitantes/día. En las figuras 2.38 y 2.39 se pueden ver la estructura de una galería y su operación.

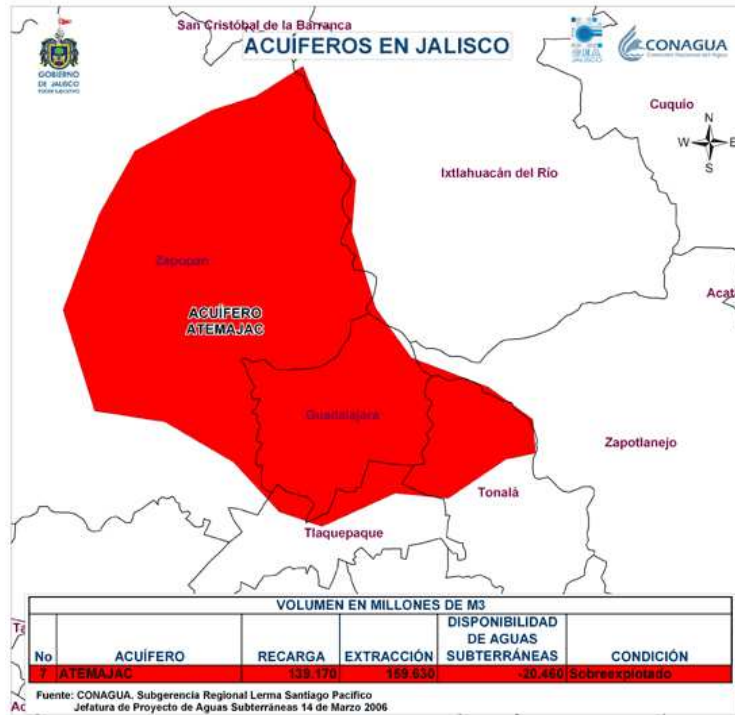


Figura 2.36 Sobreexplotación del acuífero de Atemajac

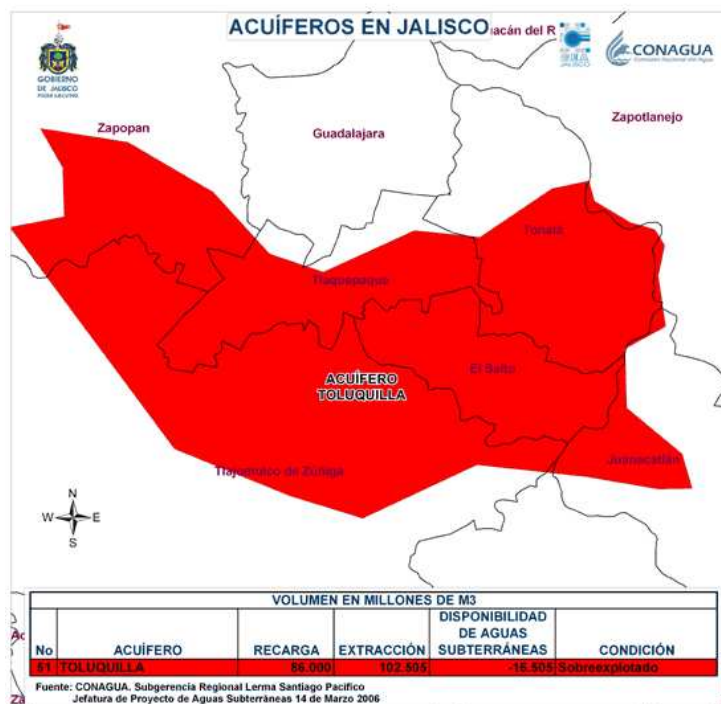


Figura 2.37 Sobreexplotación del acuífero de Toluquilla

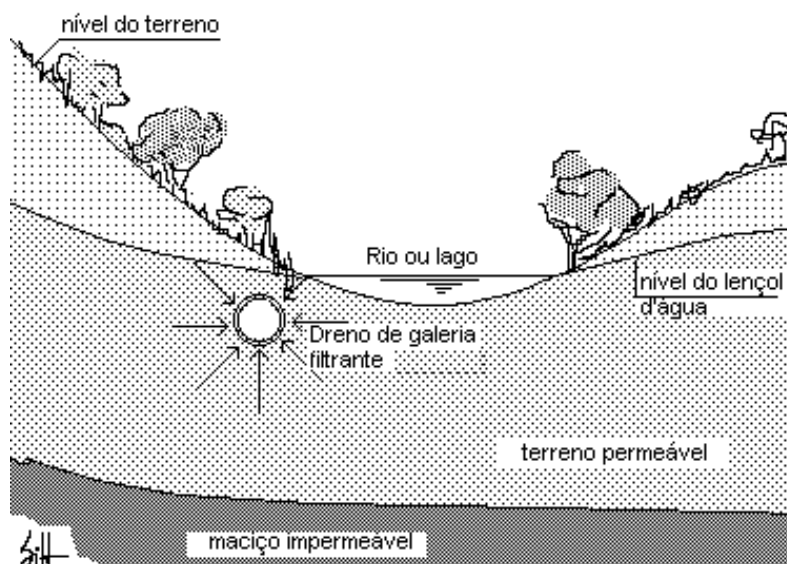


Figura 2.38 Operación de una galería filtrante



Foto tomada por el ing. José M. Vargas Sánchez

Figura 2.39 Galería Los Castaños en operación

Actualmente la mayoría de estas galerías filtrantes se están derrumbando y no tienen mantenimiento regular.

II. 2.3.2 Conducción

B.1 Problemática de la conducción Chapala – Guadalajara

El agua procedente del lago de Chapala se conduce primero por el río Santiago. Luego sigue por la presa derivadora Corona, donde se inicia el canal Atequiza-Las Pintas. En el trayecto es necesario bombearla en tres sitios. El agua captada procedente del río Lerma llega contaminada por las descargas industriales, municipales y de retorno agrícola, lo que hace indispensable darle un exhaustivo y costoso tratamiento. Además, al ser conducida por un canal a cielo abierto sin revestir, se pierden aproximadamente $1.6 \text{ m}^3/\text{seg}$, por la infiltración y evaporación que sufre en el trayecto.

En la época de estiaje, se incrementan los problemas de uso del agua, ya que el canal Atequiza-Las Pintas también se utiliza para riego. Aunque durante esta época el sistema opera al límite de su capacidad, los conflictos por el abastecimiento son aún mayores.

Un estudio realizado por el dr. Manuel Guzmán Arroyo⁷ establece que:

“Actualmente los volúmenes de extracción se duplicaron y ahora se incorporaron nuevos usuarios que son los fraccionamientos campestres y ranchos particulares, que se benefician de las tomas de agua que se instalaron a través del canal del Guayabo con la construcción de la estación de transferencia,

⁷ GUZMAN, A. Manuel, et al (2001) Extracciones del Lago de Chapala. Instituto de Limnología de la Universidad de Guadalajara.

obras que deberían haber sido cerradas al término de la segunda fase de la construcción del acueducto a Guadalajara en 1991. La preservación de la calidad del agua es limitada, ya que el agua del acueducto de Chapala se mezcla con la del canal de Atequiza-Las Pintas.

Por otro lado, la planta de Chapala tiene 6 bombas (una queda en reserva) con una capacidad de $1.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$, lo que en conjunto implica un gasto total máximo de $7.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ En total se tienen $17.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ contra la cifra autorizada de 7.5 m^3 . La cifra siempre mencionada de 6.0 m^3 de las versiones oficiales (SIAPA o CNA) incluso durante los tandeos¹⁹ a la ZMG no incluye los $1.6 \text{ m}^3/\text{seg}$ que se pierden por infiltración y evaporación del canal Atequiza-Las Pintas".

B.2 Problemática de la conducción Calderón-Guadalajara

El sistema La Zurda-Calderón consistía en el aprovechamiento de los ríos Calderón, El Salto y el Verde, contemplaba la construcción de la presa Puente Calderón sobre este río y un acueducto de 31 km. para su conducción a Guadalajara, desde la presa El Salto sobre el río Valle de Guadalupe y La Zurda sobre el río Verde. Desde estos últimos el agua se conduce ya regulada por el cauce del río Verde hasta un sitio denominado El Purgatorio, en donde con una presa derivadora, instalaciones de bombeo y un acueducto de 3.2 kilómetros, se transporta a Guadalajara. De esta manera, se planeaba que Guadalajara contara con $2 \text{ m}^3/\text{seg.}$ en 1993, $4.6 \text{ m}^3/\text{seg.}$ y $5.4 \text{ m}^3/\text{seg.}$ en 1995.

En el río Calderón se consideró construir un vaso de 50 millones de m^3 . Los gastos firmes y medio aprovechables en este sitio, son 1.7 y $2.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$ La conducción de $3 \text{ m}^3/\text{seg.}$ es por gravedad. Actualmente el gasto es de 0.5 a $1 \text{ m}^3/\text{seg.}$ La presa de El Salto actualmente no se encuentra conectada al sistema, por lo que no se cumplió su aportación como se planeó.

II. 2.3.3. Potabilización

El doctor Samuel Medina Aguilar, del Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS)⁸ asevera que el agua proveniente de Chapala tiene problemas de calidad. La contaminan grasas y aceites. Al llegar a Guadalajara se le da un tratamiento primario, pero existe el riesgo de que metales pesados derivados de la actividad agrícola, como el hierro, superen los niveles establecidos por las normas. En el invierno, la población se ha acostumbrado a que el agua tenga un olor peculiar, como si se tratase de alguna sustancia química, cuando en realidad lo provocan algas tóxicas que se reproducen ante los cambios de temperatura (*Anabaena*) y aunque llegan muertas a los hogares, indican altos grados de contaminación.

Sabemos del hidrocarburo de la colonia Moderna. El agua subterránea de Guadalajara tiene problemas serios de contaminación con plomo. Antes, las gasolinas contenían este metal pesado, pero hoy existe una cantidad considerable en los mantos freáticos por esa lenta infiltración que se tuvo durante años.

⁸ SOLER, Alejandro (2000) ¡Agua que no has de beber!... La calidad del agua en Guadalajara. Gaceta Universitaria de la Universidad de Guadalajara. Año 5. No. 171. Guadalajara, Jalisco

El mal manejo de la basura (existen más tiraderos clandestinos que regulados) propicia la acumulación de cadmio, que se lixivia a los mantos freáticos al prenderle fuego a la basura para disminuir su volumen. El crecimiento de la mancha urbana y los asentamientos irregulares sin dotación de servicios básicos, y entre estos el agua potable, provocan que buena cantidad de personas se abastezcan del vital líquido por medio de pozos contaminados.

En la ZCG, 20 por ciento de los menores entre 6 y 12 años de edad, padecen fluorosis dental y más de 50 por ciento sufre algún grado de ésta. La fluorosis incide en la desmineralización del sistema esquelético y aminora la resistencia de los huesos. Entre los factores que la causan, apunta el doctor, figuran los elevados índices de concentración de flúor en algunas marcas de agua embotellada y entubada que se distribuyen en diversas zonas de la ciudad. Se han detectado hasta 8.9 partículas por litro. El problema es difícil de controlar, pues existe la costumbre de cocinar con agua de la llave.

De acuerdo a un artículo publicado en la página Planeta Agua⁹, se realizó una investigación sobre la calidad de agua en cinco ciudades de la República de la Mexicana. Una de ellas fue la ciudad de Guadalajara en donde se tomó una muestra de agua el 5 de marzo de 2008 en el centro de Guadalajara resultó con más del doble de los nitratos permitidos, 27.61 mg/l contra 10.00 mg/l que marca la norma, lo que puede causar problemas cardiacos. Con base a estos resultados, investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) sugirieron que los organismos encargados de suministrar el agua en estas cinco ciudades deben mejorar sus sistemas de potabilización.

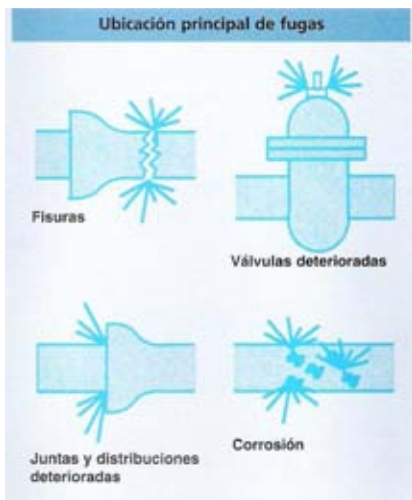
II. 2.3.4 Red de distribución de agua potable

Los estudios de pérdidas efectuados en 1998 en los principales acueductos del Área Metropolitana de Guadalajara arrojaron que las pérdidas son del orden de 43%. Sin embargo, según SIAPA, un diagnóstico que se concluyó en 2004¹⁰ señala que: *“el porcentaje de fugas físicas de la red de distribución es de 23.12%, correspondiendo 8.72% a fugas en toma, y 14.4% a fugas en red y clandestinaje. Este 23.12% equivale a un gasto de 1.99 m³/seg. y es anti-económico recuperar este caudal”*.¹¹ En el Proyecto de Suministro de Agua Potable y Saneamiento de la Zona Metropolitana de Guadalajara: Estrategias y Planes de Acción (1998) realizado por el gobierno del estado de Jalisco, se plantea el objetivo de recuperar 1 500 litros/seg. en un periodo de 6 años, aplicando un programa masivo de rehabilitación de tomas y establecimiento de distritos pitométricos con un costo de \$114 399 323 pesos. En la rehabilitación de tuberías se tiene considerado seccionar la red, para poder construir distritos pitométricos y dotarla de mayor flexibilidad de operación. En las figura 2.40 se observan diversas maneras en que se presentan las fugas.

⁹ PLANETA AZUL (2007, 18 de mayo) Fallan cinco ciudades en calidad de agua. Extraído 12 de octubre de 2008. <http://www.planetaazul.com.mx/www/2007/05/18/fallan-5-ciudades-en-calidad-de-agua/>

¹⁰ SIAPA (2005) Todo un mundo de agua para ti... Guadalajara Jalisco

¹¹ Debemos señalar que hemos solicitado dicho estudio para analizar la estrategia técnica que utilizaron para bajar ese porcentaje, pero no se ha facilitado a los expertos.



Fuente: CEPIS

Tomada: mtro. Ing. J. Arturo Gleason

Figura 2.40 Fugas en la red de distribución

II. 2.3.5 Consumo doméstico excesivo

El consumo promedio de agua es más o menos de 127 litros diarios por persona según el PNUMA¹². Se estima que una persona gasta diariamente 36% en el inodoro; 31% en higiene corporal; 14% en lavado de ropa; 8% en riego de jardines¹³, lavado de autos, limpieza de vivienda y actividades de esparcimiento; 7% en lavado de utensilios de cocina y vajilla, y 4% en bebida y alimentación. En la ZCG la dotación es de 280 litros diarios por persona, siendo perceptible la falta de cultura de cuidado y ahorro de agua en la población. En este rubro, el porcentaje de desperdicio es muy alto. SIAPA muestra los desperdicios en el cuadro 2.7 De acuerdo con un estudio realizado por Margarita Polo¹⁴, determina que en los hogares también las pérdidas son altas, como se muestran en el cuadro 2.8.

Volumen desperdiciado	48,611,018.71 Litros
Habitantes	3,893,473 Usuarios
m3 por habitante	12.49 m3
Litros por Habitante	12,485.26 Litros
Litros por Hab. Diario	67.85 Litros

Fuente: SIAPA

Cuadro 2.7 Desperdicios de agua según SIAPA

¹²SCHUETZE, Thorsten and Santiago, Vicente (2009).WiseWater User's Manual. PNUMA

¹³ Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS). "Agua: ¡No al desperdicio, no a la escasez!" División de Salud y Ambiente de la OPS/OMS. Lima, Perú, 2002.

¹⁴ POLO V. Margarita (2009, 11 de agosto) Agua: ¡no al desperdicio, no a la escasez! Tiempo 21. Extraído 12 de octubre de 2008 desde http://www.tiempo21.cu/las_tunas/agosto09/agua_no_desperdicio_no_escasez_090811.htm

Fuente de desperdicio	Volumen desperdiciado
Un grifo que gotea	80 litros de agua /día = 2.4 m ³ /mes.
Un chorro fino de agua (1,6 mm/diámetro)	180 litros/día = 5.4 m ³ /mes.
Un chorro más grueso (de 3,2 mm/diámetro)	675 litros/día = 20.3 m ³ /mes.
Un inodoro en mal estado	5,000 litros/día = 150 m ³ /mes.
Las cisternas o tanques que derraman agua	12,000 litros/día = 360 m ³ /mes.

Fuente: Revista Tiempo 21 †

Cuadro 2.8 Desperdicio doméstico

II. 2.3.6 Alejamiento (Drenaje)

Es deplorable el estado físico actual de la infraestructura de la red de colectores en sus partes más antiguas, donde sobresale el colector San Juan de Dios que se encuentra en la calzada Independencia. Este colector tiene más de 100 años de construido en su tramo comprendido entre la av. Revolución y el parque Morelos, y en su historia se ha visto sometido a sobre-presiones altas por las inundaciones.

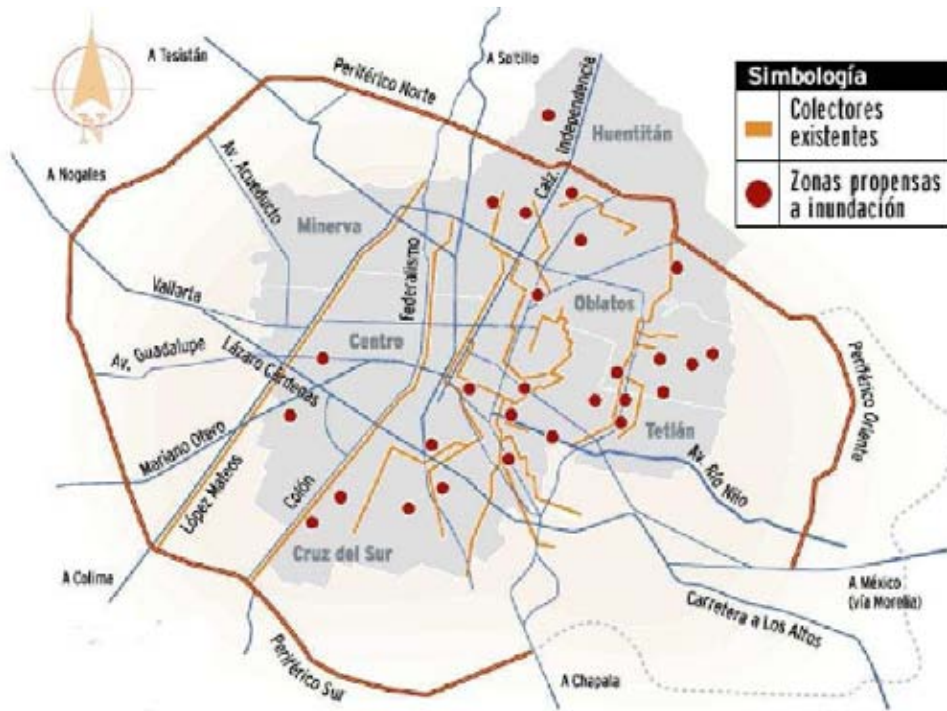
De acuerdo al estudio realizado del ingeniero Vargas Sánchez, existe un déficit de 40% en la capacidad hidro-sanitaria en la red de colectores¹⁵; la cual tiene una capacidad actual de 424 m³/seg. y requiere una capacidad de desfogue de 773.16 m³/seg. Esta incapacidad provoca inundaciones en las principales avenidas de la ciudad, así como en las viviendas. En la figura 2.41 se observa una inundación en una de las calles de Guadalajara.



Fuente: Periódico Mural

¹⁵ Vargas S. José Manuel (2001) "Guadalajara.. Sus problemas Hidrosanitarios y Propuestas de Solución". Guadalajara, Jalisco. Mayo de 2001.

Figura 2.41 Inundación en av. Guadalupe



Fuente: Elaborado por el periódico Mural.

Figura 2.42 Puntos de inundación en la ZCG

II. 2.3.7 Falta de Saneamiento de aguas residuales

Actualmente se trata menos de 1% de las aguas residuales. Esto significa que casi la totalidad de las aguas residuales se arroja al río Santiago sin ningún tipo de tratamiento. En las siguientes figuras podemos observar el grado de deterioro de las zonas de las principales áreas donde descargan.



Foto tomada por el mtro. J. Arturo Gleason E. (2007)

Figura 2.43 Descarga del colector San Gaspar al Río Santiago en Tonalá



Foto tomada por el mtro. J. Arturo Gleason E. (2007)

Figura 2.44 Descarga del colector San Andrés

En la figura 2.45 se muestra de manera general el sistema hidráulico con sus respectivas fallas que se han descrito, y en el trasfondo las fallas de gestión que se explican en el siguiente apartado.



Elaborado por mtro. José Arturo Gleason

Figura 2.45 Fallas físicas del sistema hidráulico de la ZCG

II. 2.4 Fallas de Planeación y Gestión del Sistema Hidráulico

Este apartado es un análisis del funcionamiento del sistema desde el punto de vista de la gestión y planeación, el cual es resultado de visitas de campo, revisión de documentación oficial, entrevistas a trabajadores y del seguimiento de las actividades de las dependencias descritas en los medios de comunicación.

II. 2.4.1 Fallas de Planeación

II. 2.4.1.1 Planeación sin cumplir

Después de analizar los planes hidráulicos de los tres niveles de gobierno, y de acuerdo a los objetivos planteados al comienzo de los periodos gubernamentales, se llegó a la conclusión de que no se han cumplido cabalmente. Sobresale el hecho de que el saneamiento de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago se ha planeado desde el decenio de los ochentas, y actualmente el río Lerma y el Santiago son de los más contaminados. Otro ejemplo es el de las inundaciones en la ZCG, pues cada temporal se comenta la necesidad urgente de ejecutar el plan de Colectores, el cual no se ha terminado. Después del temporal se admite que no hay recursos, y todo queda en declaraciones verbales¹⁶.

II. 2.4.1.2 Planeación en base a la coyuntura

La planeación busca resolver los problemas, con la salvedad que la mayoría de los proyectos planeados resultan de una planeación que responde a una coyuntura política, no de la aplicación profunda de una metodología que permita conocer la realidad a fondo, para de ahí plantear las soluciones adecuadas y pertinentes. En el apartado anterior se comentó el caso de los colectores pluviales, que sólo se maneja cuando se presentan problemas temporales. Pero también es evidente que la planeación de las obras hidráulicas que las dependencias de gobierno proyectan actualmente, se orientan más a solucionar el problema de momento haciendo a un lado la oportunidad de resolverlo desde sus raíces.

II. 2.4.1.3 Planeación orientada hacia la oferta

Los planes están más orientados a aumentar la oferta del servicio, tanto en suministro de agua, como de alejamiento y saneamiento. Se omiten alternativas que tiendan a mejorar el servicio, y aprovechar los recursos hídricos disponibles. Esta orientación prevalece en el discurso político, e inclusive sirve como bandera para campañas políticas. En el enfoque de la sustentabilidad como ya hemos dicho, el propósito que debe prevalecer en una nueva gestión es realizar un manejo eficiente de la demanda. En el capítulo siguiente, se más hablará sobre este tema.

¹⁶Hace apenas unos meses, el director del organismo, Rodolfo Ocampo, anunciaba que estarían en capacidad de construir obras como los colectores pluviales, que actuarían como reguladores para evitar la concentración de agua de lluvia en puntos en que los volúmenes que suelen caer en una tormenta ocasionan severos encharcamientos y paralizan el tránsito vehicular, amén de que impiden el paso de los peatones por esos lugares. Estas obras simplemente no se hicieron y deberán esperar tiempos mejores, acaso el próximo año. EDITORIAL, (2008, 23 Mayo) Otro año más. El informador.

II. 2.4.1.4 Planeación sin información precisa

El sistema hidráulico no cuenta con información precisa que permita establecer diagnósticos reales y a la vez formular propuestas pertinentes. Por desgracia, no se cuenta con un sistema de monitoreo en la calidad y cantidad del vital líquido, del estado actual de los colectores, ni del estado que guardan las líneas de distribución de agua o la disponibilidad de agua subterránea.

II. 2.4.1.5 Planeación sin diagnósticos profundos

Como ya se dijo, la falta de información precisa, es un gran obstáculo que no permite realizar diagnósticos a profundidad sobre la situación real que guarda el sistema. Por ejemplo, en la presente investigación, se solicitaron los estudios para conocer el estado real de la red de distribución de agua potable de la Z.C.G., y solo se presentó a través de un oficio¹⁷, una síntesis ejecutiva de un estudio¹⁸, sin embargo, solo se entregaron tres hojas que muestran el objetivo, los principales indicadores técnicos y un plan de acciones. No obstante, no se entregó el estudio donde se muestre cómo se redujeron las pérdidas del 43 al 32 %. Por otro lado, no se sabe qué estado guardan las galerías filtrantes que todavía abastecen ciertas zonas de la ciudad ó cuanto se pierde de agua de los manantiales que van irremediablemente a los drenajes. Sin claridad sobre la disponibilidad global del recurso, se incurre en el error de proyectar obras costosas para traer más agua sin corregir los desperdicios.

II. 2.4.1.6 Planeación no participativa

La ciudadanía permanece al margen de la planeación, en el informe de SIAPA no se reportan acciones al respecto¹⁹. Es cierto que algunos grupos son invitados a la planeación, pero para participar deben responder a un perfil técnico, si no se cuenta con ello, la marginación es segura. Hasta ahora, la participación es un sistema de validación de las propuestas del gobierno, en realidad no existe un reconocimiento pleno de los derechos de los actores y mucho menos tienen oportunidad de influir en la toma de las decisiones. Esto ha permitido que los desacuerdos vayan en ascenso, se profundicen y no haya dialogo, y el gobierno caiga en la imposición.

II. 2.4.2 Fallas de Gestión

II. 2.4.2.1 Falta de coordinación

En otros países, los sistemas institucionales para la administración del agua están todavía integrados por muchas instituciones que se caracterizan por la falta de coordinación de sus

¹⁷ SIAPA (2007) Dirigido L.C.P Carolina Ochoa Camarena Sección de Transparencia e Información Pública lo firman el Ing. Guillermo Camacho Leyva Jefe de la Sección de Fugas. REF 097/07.

¹⁸ SIAPA, (2004, abril) Estudio de diagnóstico y planeación integral de los sistemas de agua potable y alcantarillado y saneamiento del sistema intermunicipal para los servicios de agua potable y alcantarillado en los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá. Guadalajara Jalisco.

¹⁹ SIAPA (2009) Segundo Informe de Actividades 2008. LCP Rodolfo G. Ocampo Velázquez. Director General. Guadalajara, Jalisco.

actividades. Como resultado, en muchos casos se sigue utilizando casi exclusivamente para fines sectoriales. La mayoría de los proyectos de inversión en obras hidráulicas la realizan entidades sectoriales sin que establezcan ni existan mecanismos adecuados de coordinación entre ellas. Con frecuencia, las responsabilidades de asignación y gestión del recurso todavía se separan de una manera que no responde a sus características físicas o a su uso óptimo. Esto dificulta tener una visión integrada, lo que causa además duplicación de actividades, superposición de responsabilidades y dispersión de recursos. Esta situación se ve ejemplificada en el caso del colapso del colector en el túnel de las Rosas, en donde la SEDEUR no atendió las advertencias del SIAPA²⁰.

II. 2.4.2.2 Finanzas

Dada la falta de medición del consumo, malos sistemas de registro de consumidores y procedimientos ineficaces para la facturación, existe poca eficiencia financiera. Esta situación crea distorsiones en el cobro del agua, no genera los datos necesarios para la planeación, y agrava la incapacidad para recuperar los costos o realizar inversiones en el mejoramiento del servicio o en la reducción de los impactos ambiental y a la salud.

a) Deuda

La eficiencia de cobro es de 72%, lo que significa que el resto (28%) es deudas que no se cobran o están rezagadas. La deuda total al SIAPA es de dos mil 500 millones de pesos. Entre usuarios que deben de 200 y cinco mil pesos, se arrastra una deuda de 400 millones de pesos. Dos mil 100 millones de pesos corresponde a usuarios que deben de cinco mil pesos en adelante.²¹ Se puede observar un resumen en el cuadro 2.8.

Acciones	Situación 2002	Situación 2006	Proyección 2012 indicador
Producción de agua	8.11	8.96	14.90 metros cúbicos de agua por segundo
Padrón de Usuarios (Zona Metropolitana)	864,937	940,000	1'180,000 cuentas
Cobertura de agua potable	92%	93%	96% población servida del total
Cobertura de alcantarillado	86%	90%	92% población servida del total
Saldo de la deuda	\$1'733,536 (dic. 03)	\$1'626,793 (dic. 05)	\$801,801 (dic. 2012)

Fuente: SIAPA

Cuadro 2.9 Números básicos del SIAPA

²⁰ VALDIVIA, Jorge y MARTIN, Rubén (2008, 1 de julio) En Las Rosas, SEDEUR y SIAPA, "responsables". Periódico Público.

²¹ Fuente: SIAPA Director del SIAPA 28/11/2006

b) Falta de Cobro

Actualmente se pagan \$4.70 por m³. En buena medida, los morosos que mantienen una cartera vencida de 1 500 millones de pesos son responsables del problema de astringencia financiera. El SIAPA está amarrado de manos para hacer efectiva la cobranza debido a que muchos de los morosos se atienen a la imposibilidad del corte de agua, lo cual hace difícil muchos de los morosos se atienen a la imposibilidad del corte de agua, lo que hace difícil que se les obligue a pagar. Existen 190 mil morosos²²

c) Tarifas

Las tarifas no reflejan el verdadero costo económico de los servicios de suministro y drenaje. En este sentido, el sistema operador propone al congreso del Estado incrementos a las tarifas pero por no ser una medida políticamente aceptada, no se autoriza, Las propuestas de incremento a las tarifas se justifican para mejorar y ampliar la infraestructura, pero por lo general se carecen de diagnósticos cercanos a la realidad que permitan justificar las inversiones.

II. 2.4.2.3 Carencia de personal capacitado

El sistema operador encargado de suministrar el servicio a la población, se maneja independientemente de las administraciones municipales, pero carece de personal profesional. Esto significa que, en muchas ocasiones, el personal técnico y administrativo no tiene la capacitación requerida para ofrecer un servicio adecuado. El perfil de los tomadores de decisiones no responde al requerido para manejar el sistema. Esto se debe en parte al hecho de que actualmente en Jalisco no existan programas de especializados en la gestión del agua de manera integral. Hoy en día, la Universidad de Guadalajara está proponiendo establecer una maestría en Gestión de Agua.

II. 2.4.2.4 Designación de servidores sin el perfil requerido

Como se comentó, la falta de personal especializado para la gestión del agua es uno de las fallas que fomenta otras fallas en el sistema hidráulico. La designación de funcionarios en los cargos estratégicos del sistema corresponde más a un interés político que a un interés de querer resolver el problema. Un caso reciente es la designación del director actual del SIAPA, el ex diputado Rodolfo Ocampo Velasco, que fue designado por el gobernador electo, Emilio González Márquez, ratificado por el consejo de administración del SIAPA, pese a que acepta su total desconocimiento sobre el tema. Respaldado con su título de licenciado en contaduría pública y luego de argumentar ser buen administrador como lo requiere el SIAPA, Ocampo Velasco aceptó formar parte del gabinete ampliado del gobernador electo. El diputado afirmó:

“Tengo experiencia administrativa y quien está al frente de un organismo de esta naturaleza debe de conocer bien lo que se refiere a la administración y dejar la parte técnica en manos

²² Periódico la Jornada Jalisco. “Apela SIAPA a la buena voluntad de ayuntamientos e instituciones” 11 de julio de 2007.

de los técnicos, así como lo hizo Toño Aldrete, quien es un contador público que supo delegar la responsabilidad técnica en quienes son especialistas en la materia”²³.

Además de tal designación también está la del hermano del gobernador, Samuel González Márquez, quien no cuenta con experiencia alguna en el sector público, siendo administrador de profesión, fue nombrado gerente de Saneamiento con un salario bruto mensual de 99 mil pesos”²⁴.

También sobresale el caso del nombramiento de dos ex regidores tapatíos muy cercanos al gobernador a quienes se les otorgaron gerencias en el SIAPA, en carteras para las cuales tampoco tenían un perfil natural. Abraham Cisneros fue nombrado gerente Comercial y Paulo Colunga Perry, Administrativo.²⁵

Por otro lado en esta misma se siguieron dando puestos bien pagados a gente con poca experiencia en el tema del agua. Manuel de la Cerda, ex director de los Servicios Públicos Municipales de Zapopan, fue nombrado gerente técnico, mientras que el área financiera quedó en poder del ex director de Desarrollo Social de Zapopan y ex funcionario del Coplade, Mario Juárez.

Para abrir espacios para estos nuevos nombramientos, no importó que esta nueva directiva debiera erogar 8 millones 816 mil pesos para deshacerse de 10 funcionarios, casi todos expertos y quienes habían estado a cargo del manejo técnico al menos durante las recientes tres administraciones.

Así se fueron, todos con su jugosa liquidación, además de Hernández Amaya, Luis Aceves Martínez como gerente de Saneamiento, José Julio Agraz como gerente de Agua Potable y Alcantarillado, Enrique Cerón Mejía como gerente administrativo, Fernando Ascencio Arias Hernández como gerente financiero y Luis Manuel Espino Beltrán como gerente comercial, entre otros.

De poco importó la deuda que el SIAPA no ha podido revertir y que asciende casi a mil 500 millones de pesos, ni que se necesite equipo nuevo para monitorear las fugas en el sistema de tuberías que se ha reconocido es cercana a 40 por ciento del total del líquido que llega a la ciudad, que haga falta un sistema de colectores renovados en prácticamente toda la zona metropolitana o que salgan gastos inesperados como el del drenaje que se colocó junto al paso a desnivel de López Mateos y Las Rosas. Lo importante era no tener a los amigos en el error, fuera de nómina, en particular de la bien pagada del SIAPA.

II. 2.4.2.5 Falta de información técnica actualizada.

Un importante obstáculo para lograr una gestión integrada de los recursos hídricos es el problema de la falta de información hidrometeorológica, que no permite adoptar decisiones adecuadas para la asignación del agua, la planificación de sus usos y el ordenamiento del uso del territorio, y tampoco permite desempeñar bien las funciones de vigilancia, control y regulación. El resultado es que se toman decisiones y se hacen planes sin datos, y se

²³ BARAJAS, EUGENIA (2007, 20 de Febrero) “Pese a desconocer el área, Rodolfo Ocampo será el titular del SIAPA”. Periódico la Jornada Jalisco

²⁴ PARTIDA, JUAN CARLOS G.(2007, 12 de abril) “El SIAPA requiere que se creen 126 plazas más, refiere su director, Rodolfo Ocampo”. Periódico la Jornada Jalisco.

²⁵ Idem

conceden derechos sin registros. Como no hay mecanismos simples y expeditos de acceso común para solucionar problemas, los sectores de menores recursos o nulo acceso político se encuentran en estado de indefensión. Este último punto es grave, pues sin un sistema neutro de solución de conflictos, los sectores con más capacidad económica y poder político no tienen incentivos para negociar y solucionar conflictos. En contraste, sus sectores adversarios no tienen la información o los recursos económicos para llevarlos a tribunales. Estos, por otra parte, no tienen la capacidad técnica para solucionar adecuadamente los complejos cuestiones que tratan. Estos, por otra parte, no tienen la capacidad técnica para solucionar adecuadamente las complejas cuestiones que tratan. Cabe agregar que como todavía es una práctica común en muchos países sacrificar los presupuestos dedicados a la administración e investigación de los recursos hídricos, las organizaciones del sector no han tenido prioridad para acceder a un presupuesto digno.

II .2.4.2.6 Deficiente atención a las demandas ciudadanas

Existen seis cuadrillas de cuatro trabajadores para atender a cuatro sectores en que está dividida el área metropolitana de Guadalajara. La cobertura del servicio para más de 4 millones de habitantes es limitada. Recientemente se entrevistaron a dos trabajadores del sistema quienes acudieron a reparar una fuga en una casa habitación, los cuales pidieron no ser identificados por posibles represalias. Ellos declaran que es insuficiente el personal para atender en forma oportuna a las demandas de la ciudadanía Esta declaración fue respaldada por el C. Manuel Salazar González, secretario de relaciones intersindicales del sindicato de trabajadores del SIAPA en el Simposio México-Alemania “El agua nuestra de cada día”²⁶

Al preguntarse al actual director del SIAPA si hay rezago en los reportes diarios, contestó: “Por supuesto que sí, ése es el problema, nosotros teníamos una capacidad de respuesta en el tema de bocas de tormenta y de pozos de visita más o menos como del 60 por ciento al mes, quiere decir que cada mes teníamos un rezago del 40 por ciento que se sumaba a los reportes diarios, por eso es la gravedad del problema que estábamos viviendo, hoy de ese rezago que teníamos acumulado que era de si no me equivoco como de dos mil reportes que no habían sido atendidos, ahorita ya debemos de tener un 50 por ciento de avance en el rezago”²⁷

II .2.4.2.7 Obstáculos al acceso a la información pública

No sólo constituye un rezago la carencia de información técnica básica para planear las acciones en el sistema por la falta de medición, también hay obstáculos para facilitar información a los ciudadanos. Esta información puede ser técnica, financiera o de desempeño de los organismos. Un ejemplo es el que se describe arriba en el apartado 2.4.1.5 de este capítulo.

²⁶ Simposio México-Alemania “El agua nuestra de cada día”. Del 12 al 14 de noviembre 2008. Auditorio Dr. Roberto Mendiola Horta. En El Centro Universitario de Ciencias de la Salud. U. d e G.

²⁷ Entrevista al C.P. Rodolfo Ocampo Velázquez Director del SIAPA. Durante el evento “Chapala sitio RAMSAR” 28 de agosto de 2007. http://www.siapa.gob.mx/noticia_entrevista28_8.html

II .2.4.2.9 Más plazas y menos ingresos

En promedio, el organismo tapatío tiene menos empleados por cada mil tomas, en comparación con otras ciudades del país. Guadalajara. Entre los años 2000 y 2008, el SIAPA incrementó su personal en 23 por ciento, mientras el número de cuentas operadas creció 18.3 por ciento; no obstante, su promedio de empleados por cada mil tomas permanece debajo de las principales ciudades mexicanas, que rondan 3.5 empleados contra 3.19 del organismo operador de la zona metropolitana de Guadalajara²⁸.

II .2.4.2.10 Falta de participación ciudadana

Una de las fallas más importantes en la planeación y gestión del sistema hidráulico, es la ausencia de una participación ciudadana en la toma de decisiones. Prevalece una ignorancia marcada en el ciudadano común, que es ajeno a la problemática, los debates, a la importancia que tiene la buena o mala operación del sistema, que no es consciente de que tiene un papel estratégico e importante como receptor de los servicios y también como colaborador en futuros proyectos. Asimismo, se observa que se subestima la participación ciudadana, ya que su participación no se considera estratégica para la solución de los problemas. Se menosprecia la posibilidad de que el ahorro doméstico de ciudadanos conscientes represente un pilar en la serie de acciones para optimizar el suministro del recurso. La planeación se realiza a niveles gubernamentales altos, sin tomar en cuenta los intereses de los ciudadanos, con la postura de que la participación de los ciudadanos en aspectos es innecesaria que corresponden sólo a los técnicos²⁹.

Es evidente que la ausencia de participación, no lastima simplemente los intereses de diversos grupos, sino que limita la capacidad de respuesta necesaria para los profundos problemas del sistema hidráulico. Sin embargo, algunos grupos organizados de la sociedad han levantado la voz para denunciar esta marginación velada, exigiendo participación y señalando los abusos y errores de las dependencias administradoras de agua³⁰.

²⁸DEL CASTILLO, AGUSTIN (2009, 13 de agosto) SIAPA crece en sus plazas pero baja en sus ingresos. Periódico PUBLICO-MILENIO.

²⁹LÓPEZ R, MARIO E. (2007, 3 de octubre) La agenda ciudadana del agua en Guadalajara. Periódico La Jornada Jalisco. <http://www.lajornadajalisco.com.mx/2007/10/03/index.php?section=opinion&article=002a1pol>

³⁰COLOCA es el sitio web del Colectivo de organizaciones ciudadanas por el agua (<http://colocajal.blogspot.com/>)

III. Análisis de las fallas de planeación y gestión

III. 1 Gestión y planeación del agua en México

En este capítulo se hace una revisión de las funciones de las principales instituciones públicas que manejan el agua en la ZCG. Se pretende, en primer lugar, clarificar responsabilidades y visualizar las interacciones entre las dependencias de gobierno. Una vez conocido el arreglo institucional, se plantea el debate filosófico en cuanto a la gestión del agua que existe a nivel mundial y sus manifestaciones en la realidad local. Se analiza cómo este debate entre posturas diferentes afecta directamente a la planeación y gestión del sistema. De este análisis se observa que una de las principales causas de las fallas físicas y de gestión del sistema es la falta de una política pública hídrica enfocada a la sustentabilidad.

III. 1.1 A nivel federal

A finales de los años ochentas, el modelo de gestión centralista hizo crisis: ya no pudo sostenerse ni fue capaz de hacer crecer la frontera agrícola con riego. Al mismo tiempo, la revolución urbano industrial rebasó la disponibilidad del agua, así como la capacidad de los sistemas hidrológicos para procesar adecuadamente los contaminantes.

Ante esta situación, se crea en 1989 la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) como organismo federal desconcentrado. A diferencia de sus antecesores, la CONAGUA pretendía abandonar gradualmente las funciones de construcción, operación y financiamiento de los sistemas hidráulicos, los que habría de transferir a las autoridades locales y a los usuarios. La CONAGUA es una unidad administrativa desconcentrada de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Sus atribuciones se establecen fundamentalmente en la Ley de aguas nacionales, el reglamento de dicha ley y el reglamento interior de la SEMARNAT.

En este marco legal se transfirieron los distritos de riego a los usuarios, mediante la aplicación de una estrategia que consideró tres ángulos fundamentales: la autosuficiencia financiera, la independencia administrativa y la eficiencia en el uso del agua. Una de las primeras tareas de la CONAGUA fue readecuar el marco jurídico del agua a las nuevas necesidades del país. Por tanto, en 1992 se publica la Ley de aguas nacionales, que confiere a la CONAGUA una serie de atribuciones que la transforman en autoridad federal única del agua, señalándose de manera expresa en su artículo 4 que:

“La autoridad y administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes corresponde al Ejecutivo Federal, quien la ejercerá directamente o a través de la Comisión Nacional del Agua”.

De acuerdo con esta ley, a la CNA le corresponde, entre otras funciones:

- Otorgar los permisos de extracción de agua y descarga de aguas residuales,
- Formular el programa nacional hidráulico,
- Recaudar y fiscalizar las contribuciones relativas al agua,
- Expedir las normas en materia hidráulica y
- Vigilar el cumplimiento y aplicación de la ley.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

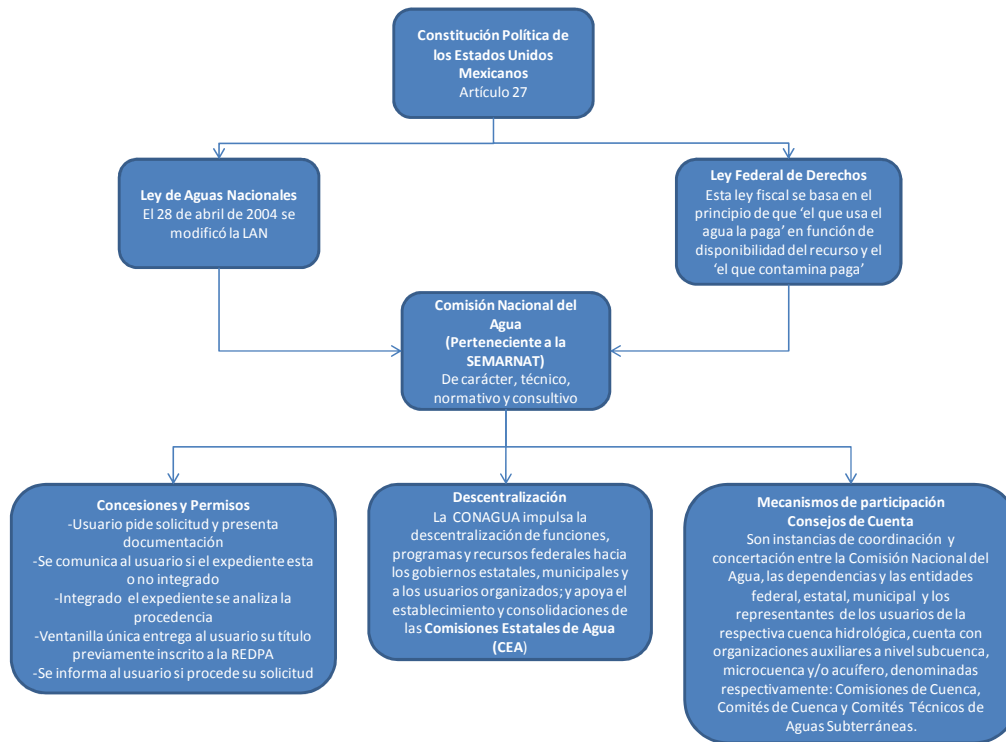
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

La Ley de aguas nacionales se complementa con la Ley federal de derechos, la cual establece las cuotas que deben pagar los usuarios por utilizar las aguas nacionales. Un punto central en la instrumentación de estrategias para garantizar el desarrollo sustentable del recurso agua es la participación de los usuarios y las autoridades locales en la planeación y el manejo del agua. Por ello, la Ley de aguas nacionales de 1992 prevé la formación de *consejos de cuenca*, como instancias de coordinación y concertación entre los gobiernos federal, estatales y municipales, y los representantes de los usuarios de la cuenca o grupo de cuencas hidrológicas.

En síntesis, México cuenta con tres grupos de instrumentos para el manejo del agua:

- Los reglamentarios, cuyo fundamento es la Ley de aguas nacionales
- Los económico-financieros, cuya base es la Ley federal de derechos en materia de agua, y
- Los instrumentos de coordinación y concertación que representan los consejos de cuenca, con los que se aspiraba a descentralizar las atribuciones a los usuarios y gobiernos locales.

En la figura 3.1 podemos observar el marco institucional del agua en México, la cual nos permite ver de manera general como está organizada la gestión a nivel nacional.



Fuente: Agua.org.mx

Figura 3.1 Marco institucional del agua en México

III. 1.2 A nivel estatal

Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS)

La Comisión Estatal del Agua (CEA) de Jalisco es el organismo que coordina y planifica los usos del agua en la entidad, con funciones de autoridad administrativa. Domiciliada en la capital del estado, su creación, establecimiento y funcionamiento se regula por la Ley del agua para el estado de Jalisco y sus municipios. La CEA Jalisco es un organismo descentralizado del gobierno del estado, con personalidad jurídica y patrimonio propios. No obstante, se debe aclarar que corresponde a los ayuntamientos el saneamiento de las aguas residuales de los servicios a su cargo, según lo determinan el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y el artículo 79 de la Constitución local. En acatamiento de dicho marco jurídico, la Comisión Estatal del Agua y Saneamiento, con decreto 21,804/LVII/06, dejó la función de saneamiento y se convirtió en Comisión Estatal de Agua (CEA). Su misión es administrar el uso, distribución y aprovechamiento de las aguas del estado de Jalisco con la participación social; para satisfacer las necesidades de la comunidad jalisciense y preservar el equilibrio ecológico. Su visión es ser un organismo normativo de los recursos hídricos de Jalisco en coordinación con la sociedad, aplicando tecnologías de vanguardia para mejorar los

servicios en forma integral, y fomentando la cultura del agua para garantizar su sustentabilidad.

En resumen, la CEA es el organismo que coordina, planifica y regula:

- La explotación, uso, aprovechamiento, preservación y re-uso del agua.
- La administración de las aguas de jurisdicción estatal.
- La distribución, control y valoración de los recursos hídricos.
- La conservación, protección y preservación de su cantidad y calidad.

III. 1.3 A nivel local

III. 1.3.1 Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA)

Para la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado, se crea el Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA) de la Zona Metropolitana, como organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios. El SIAPA está facultado para actuar, contratar, decidir, intervenir en la conservación, mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento de las fuentes de abastecimiento y determinar lo conveniente en las materias propias de su competencia.¹

La misión del SIAPA es asegurar los servicios de agua potable y saneamiento a la población de la zona metropolitana de Guadalajara con costos mínimos, con cantidad y calidad suficientes. Su visión es ser una organización reconocida por sus niveles de eficiencia administrativa y operativa en los servicios de agua potable y saneamiento, y por su compromiso hacia la satisfacción de las expectativas de sus clientes.

El SIAPA opera bajo los lineamientos de la Ley de aguas nacionales que ya mencionamos con anterioridad, por medio de la asignación que le ha otorgado la CONAGUA. En esta ley se establece que el SIAPA en su calidad de asignatario, tiene derecho de explotar, usar y aprovechar las aguas nacionales que le fueron concesionadas. De este modo se le permite el libre alumbramiento de las aguas del subsuelo (aguas subterráneas) y, en conjunción con la CONAGUA, el aprovechamiento del agua de los cauces de los ríos cercanos y de los lagos próximos a la zona conurbada de Guadalajara (aguas superficiales).

A partir de 21 de mayo de 2001, el SIAPA se encuentra regido por la Ley de agua para el estado de Jalisco y sus municipios (promulgada por el gobierno del estado de Jalisco en 2000). Esta ley regula de manera general la administración y operación de las aguas de jurisdicción estatal, para cuyo efecto se creó la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (ahora CEA). El SIAPA tiene a su cargo la operación y el mantenimiento de las redes de agua potable y alcantarillado, así como la medición del consumo del líquido en la ciudad.

El consejo de administración del SIAPA aprobó por unanimidad el 28 de mayo de 2002, que el gobierno del Estado asuma la responsabilidad de garantizar el abasto de agua y el saneamiento de las aguas residuales en la Zona Metropolitana de Guadalajara, así como

¹ Ley para el Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de la Zona Metropolitana. Capítulo primero, artículo 2.

absorber la deuda que tiene el organismo en materia de tratamiento de agua. A cambio de lo anterior, el organismo operador del agua cedió en forma total los derechos por el uso de las aguas superficiales y de descarga a la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS).

El Gobierno estatal está comprometido a sanear en 2008 las aguas residuales de la ZCG. De no hacerse, se afectarán las participaciones federales del gobierno del estado, no así las de los ayuntamientos, que quedarán totalmente liberados de este compromiso ante la CONAGUA.

Además de entregar el agua en bloque a las plantas potabilizadoras para que el SIAPA se encargue de su tratamiento y posterior distribución, la autoridad estatal debe realizar todas las inversiones hidráulicas que aseguren el abastecimiento de agua. Éstas requerirán cerca de ocho mil millones de pesos, tanto para construcción de plantas de tratamiento como de obras para el abasto. A partir de ese momento, el organismo operador del agua se comprometió a dar un mejor servicio de calidad y buen precio, y con el tiempo eliminar los tandeos.

II. 1.3.2 Municipios

De acuerdo a lo que establece el capítulo II de la Ley estatal de agua, referente a las atribuciones de las autoridades municipales, en el artículo 41 se determina que: "Corresponde a los municipios proporcionar los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales, lo que podrá ser preferentemente a través de un organismo operador descentralizado, municipal o intermunicipal, creado en la forma prevista por la Ley y la Ley del Gobierno y Administración Pública Municipal.

Cabe mencionar nuevamente que el SIAPA opera los servicios del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), esto es, el municipio de Guadalajara y la parte conurbada al mismo, de los municipios de Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá. La parte rural de estos tres municipios es atendida directamente por las direcciones de servicios de dichos municipios.

Además, existen otros organismos operadores en el estado que cuentan con una forma jurídica establecida, que son:

- Sistema de los Servicios de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Puerto Vallarta.
- Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Ciudad Guzmán, Jalisco.

III. 2 Análisis de la gestión y planeación del sistema hidráulico

III. 2.1 Debate filosófico

Para entender las razones de las fallas tanto físicas y de gestión del sistema, es necesario estar consciente de algunos factores que inciden en la problemática. Uno de estos factores es el debate filosófico que existe en cuanto las percepciones en cuanto al manejo más adecuado del agua en las ciudades. La situación de los recursos hídricos en el planeta es grave, de acuerdo con el Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo.² La mayoría de los estudios concluye que los recursos hídricos sufren presión por el cambio climático, básicamente por la disminución de disponibilidad del agua y la variación del régimen de lluvias; por las graves sequías y por el crecimiento poblacional en las ciudades. Se estima que en los próximos años 60% de los habitantes de la Tierra vivirán en las ciudades. La disponibilidad de los recursos hídricos en la zona conurbada de Guadalajara también se ve afectada por esta situación, propiciando inquietudes fuertes para atender el problema de la mejor manera posible.

La cantidad total de agua en el mundo es la misma, sólo que su disponibilidad en calidad y acceso justo para los grupos más vulnerables, no es la misma. Es evidente que tiene que replantearse la forma en que se maneja el vital líquido. Esta reflexión ha propiciado un debate que actualmente se lleva al cabo en todo el mundo y que aterriza en las realidades locales. Nuestra zona de estudio no es la excepción, por lo que debemos analizar lo que está pasando con la gestión y planeación del recurso hídrico.

En primer lugar, tenemos el debate entre la *centralización* y la *descentralización* de los sistemas. A este respecto, las dependencias de gobierno han iniciado un proceso de descentralización desde hace años, ya que se han dado cuenta que no es posible solucionar los problemas si no se cuenta con el apoyo de las localidades. Sin embargo, prevalece todavía la dependencia financiera y técnica en la toma de decisiones relacionadas con las políticas públicas que impactan los programas y proyectos hidráulicos. En general, desde las oficinas federales y estatales se planean y aprueban las acciones que se consideran como las mejores opciones. Es usual observar que estas acciones planeadas de manera unilateral se traduzcan en la construcción de grandes obras hidráulicas con un alto costo, sin importar su impacto negativo al medio ambiente y al erario público.

Por otro lado, otra característica sobresaliente es que incluso las dependencias de gobierno tienen una limitada capacidad de respuesta. Es verdad que se han ido delegando responsabilidades a los entes de gobierno locales, pero todavía no es suficiente el apoyo que el centro brinda. Esto es, los organismos locales se responsabilizan de la gestión local, pero no cuentan con capacidad financiera y técnica para resolver los problemas actuales, y mucho menos para realizar inversiones de alto costo. Uno de los rasgos más sobresalientes de la centralización es que las decisiones se toman sin la participación de la sociedad. Es frecuente que los directamente afectados por los proyectos hidráulicos planeados por el gobierno sean los últimos en enterarse, lo que provoca resistencias y sospechas.

Como ya se dijo, la descentralización en México comenzó desde hace tiempo, pero todavía prevalece la dependencia del centro. Ha surgido un nuevo enfoque del proceso de

² Sitio de la UNESCO en la web (http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr2/table_contents_es.shtml)

descentralización, según el cual ésta no debe limitarse sólo a que los gobiernos centrales deleguen funciones, sino que es necesario fortalecer la capacidad de los gobiernos locales y de los ciudadanos. Dentro de las más áreas más importantes que requieren fortalecimiento están la financiera, la técnica y la de negociación. Sin recursos económicos es difícil llevar al cabo las obras y programas que la sociedad necesita. La capacidad técnica suele ser una debilidad persistente para la toma de decisiones. En nuestro sistema, es limitado el acceso a programas de capacitación de alto rendimiento para gestionar el sistema y proyectar acciones que solucionen de manera integral y profunda los problemas cotidianos. Por otra parte, la capacidad de negociación entre los órganos públicos y la ciudadanía es pobre. Se ve al ciudadano como al hijo que hay que darle todo, o en ocasiones cuando éste se rebela, se le ve como enemigo potencial y no como aliado y colaborador. El enfoque de descentralización busca que los ciudadanos informados intervengan en la planeación y ejecución de las estrategias necesarias para satisfacer las necesidades. Para este fin es importante que la sociedad se eduque en el manejo sustentable del agua; manejo que debe basarse en tecnologías que permitan su conservación, como el re-uso de aguas negras, la captación de agua de lluvia, nuevas tecnologías de ahorro, el manejo de agua por cuencas.

En segundo lugar, se pone en la mesa el debate entre la *gestión de la oferta*, que ha promovido el manejo tradicional, y la *gestión de la demanda*, con una visión sustentable. Para atender las demandas de agua, se pueden diseñar políticas por el lado de la oferta, basadas en solucionar dichas demandas aumentando los recursos disponibles. Pero también se pueden diseñar políticas por el lado de la demanda, que pretenden satisfacer ésta con un menor consumo de recursos. Lo anterior se logra mediante programas de ahorro de agua o, incluso, de restricción de actividades demandantes de agua. Siempre se ha actuado desde la óptica de las políticas por el lado de la oferta, llegando a identificar la política hidráulica con la simple y sola construcción de obras e infraestructuras hidráulicas. Sin embargo, en la actualidad se tiende a redefinir y sustituir dicho concepto de política hidráulica por uno más amplio de política del agua. Este nuevo concepto se halla más en la línea de las políticas por el lado de la demanda. Hoy día se reconoce que es fundamental incrementar la productividad del agua, y que controlar la demanda de agua es más importante que esforzarse en satisfacerla continuamente. La tendencia actual es, por tanto, potenciar este último tipo de políticas de demanda, si bien es evidente que una política desde el lado de la oferta también será necesaria siempre. (Bailairón, 2002).

La gestión orientada hacia la oferta tiene algunas limitaciones. Por ejemplo, cuando se incrementa la demanda de agua, el enfoque de la oferta busca nuevas fuentes de abastecimiento, pero actualmente es cada vez más difícil encontrar fuentes con agua de calidad aceptable, además de que la cantidad necesaria para suministro suele ser limitada. Estos hechos tienen un impacto fuerte en los costos en varios sentidos; en la transportación del agua tratada hacia las plantas, su distribución y el tratamiento para consumo humano. Por otro lado, también es evidente el impacto ambiental negativo que tiene la construcción y operación de estas infraestructuras. Ante tal situación, surge como alternativa apropiada el manejo eficiente de la demanda para enfrentar los escenarios de la actualidad y del futuro. Este manejo tiene sus dos pilares en la conservación y uso eficiente del vital líquido, que se reflejan en protección de las fuentes de abastecimiento, la reducción del desperdicio, una asignación justa de los volúmenes de agua a los consumidores, así como el establecimiento de precios apropiados.

En los planes hidráulicos nacionales, estatales y locales prevalece el enfoque de la oferta, aunque se mencionan de manera breve algunos aspectos del enfoque de la gestión de la demanda. Sin embargo, la orientación de las políticas se enfoca en la construcción de obras que suministren más caudal de agua potable y la construcción de sistemas de saneamientos costosos. No se aplican medidas de ahorro, aprovechamiento y conservación del recurso hídrico. Como vimos en el capítulo del diagnóstico, existen manantiales que están siendo lapidados, manantiales cuyos caudales se canalizan al drenaje. Cuando se presentan las inundaciones en cada temporada de lluvias, se piensa más en la construcción de colectores costosos, que en el aprovechamiento de las aguas pluviales con los diversos recursos tecnológicos sustentables que existen en la actualidad.

La tensión entre ambas perspectivas es incipiente, pero va creciendo gradualmente. En nuestro país el debate apenas empieza. Algunas organizaciones civiles ambientalistas han tomado como bandera la gestión de la demanda frente al enfoque de la oferta que prevalece en los tres niveles de gobierno. En los documentos normativos del agua de nuestra nación se han incorporado los nuevos enfoques. Al menos en el papel éstos empiezan a hacer sentir su presencia, pero su práctica es pobre y frecuentemente obstaculizada.

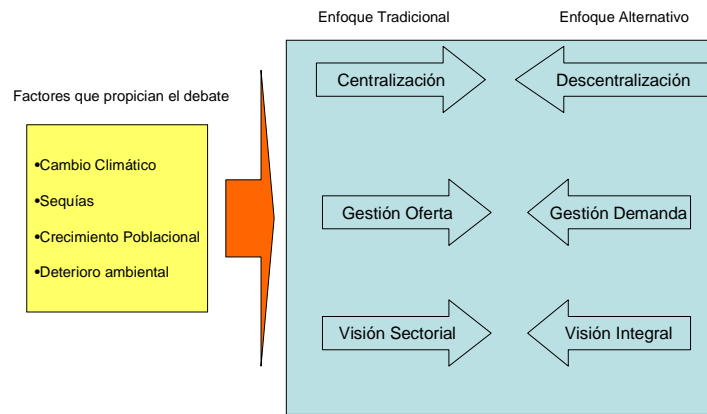
Por último, existe otro punto de debate que es el *enfoque sectorial e integral o integrado*. Tradicionalmente el enfoque sectorial concibe por separado el manejo del agua. Por lo general, los principales sectores que componen el sistema no están interrelacionados con los demás y las decisiones se toman sin tomar en cuenta al sistema como un todo, omitiendo posibles interacciones. Manejar el agua de manera aislada, no sólo no soluciona el problema, sino que tiende a complicarlo más. Es característico de este enfoque que no sea interdisciplinario. Es común que los problemas se analicen sólo desde una perspectiva técnica de ingeniería y economía, donde prevalece el criterio técnico y financiero, y que se hagan a un lado las variables sociales y ambientales.

En contraste, el enfoque integrado reconoce que primero hay que entender que el agua, y más el agua en zonas urbanas, tiene una conducta integral. El ciclo hidrológico urbano se convierte en el punto de partida para el enfoque integrado, donde se toman en cuenta todos los elementos que conforman la zona en estudio, normalmente delimitada por la zona geográfica y su topografía. De aquí se desprende el concepto de la *gestión del agua por cuencas*, que pretende analizar la situación de los recursos hídricos de manera integral, reconociendo las interacciones que existen entre los diversos elementos. En otras palabras, el problema ya no se analiza sólo con un enfoque técnico y financiero, sino que se incorporan variables como el factor social y sus derivaciones y, desde luego, el factor ambiental. También prevalece la participación interdisciplinaria, que permite incorporar en las decisiones diferentes puntos de vista que enriquecen la planeación y gestión del sistema.

De esta manera podemos tener un panorama del actual debate filosófico en el mundo. Reconocer esta dinámica es uno de los puntos torales para entender el problema en la zona de estudio, y establecer medidas que permitan la solución de este problema tan complejo y actual. En la figura 3.2 mostramos de manera gráfica las vertientes de este debate filosófico.

Ahora es importante notar cómo este debate se muestra en la gestión del sistema de la ZCG. La luz arrojada por este debate nos ayudará a entender las razones por las cuales

se presentan fallas en el sistema, y nos permitirá considerar otras causas que se derivan de esto mismo.



Elaborado por mtro. J. Arturo Gleason E.

Figura 3.2 Debate filosófico a nivel mundial

III. 2.2 Falta de una política de agua integral

El debate filosófico que hemos descrito afecta directamente al sistema hidráulico. Esta controversia se manifiesta en la falta de una política equilibrada que permita tomar lo mejor de cada postura, y enfocar la gestión y la planeación hacia el desarrollo sustentable. A continuación se describirá la forma en que la ausencia de esta política afecta negativamente al sistema hidráulico.

En el Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua que se realizó en Mar del Plata en 1977, se estableció que, "El problema de la legislación con relación al tema del agua no es la problemática central... ahora bien el problema de las políticas sí que es importante... el problema de fondo es la **falta de política**"³. Es difícil ser totalmente determinista en cuanto al establecimiento de lo que constituye la causa absoluta de la problemática del sistema hidráulico. Sin embargo, esta ausencia propicia el surgimiento de otros problemas, que se pueden considerar síntomas.

En este mismo informe se señala que los países de América Latina pocas veces han seguido un camino riguroso en la formulación de políticas del agua. En general se siguen situaciones coyunturales, no un procedimiento establecido. Las políticas de recursos hídricos de la región favorecieron en algunos casos la formulación de planes; en otros, la reformulación de una ley (no como culminación de un proceso de formulación de políticas

³ Naciones Unidas, Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua. Mar del Plata, 14 a 25 de marzo de 1977 (E/CONF.70/29), Nueva York, 1977. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.77.II.A.12.

en materia de agua, sino como el inicio de dicho proceso); en otros más, la creación de organizaciones, y así sucesivamente. En nuestra zona de estudio se puede observar que los planes ciertamente contienen enfoques alternos para una gestión apropiada del agua. Sin embargo, en la realidad se trabaja en forma coyuntural o para atender necesidades de emergencia. Al no contar con una política que solucione el problema de fondo, los planes han servido sólo para planear obras hidráulicas que lejos de solucionar el problema, lo complican seriamente o no cumplen con el propósito por el cual fueron planeadas. Tal es el caso de la presa Calderón, planeada para suministrar a Guadalajara 3 m³/seg., y actualmente con dificultad suministra apenas 1 m³/seg. Para esta investigación se revisaron los planes a nivel federal, estatal y local; y la conclusión es que, efectivamente contienen elementos que buscan la sustentabilidad del sistema, pero en realidad se busca solucionar el problema con acciones que tienen que ver más sólo con la construcción de obras hidráulicas. En la actualidad se vive la polémica de la posible construcción de la presa de Arcediano, que ha sido criticada porque responde más a un proyecto impuesto de modo unilateral por el gobierno, y no a una política pública integral que busque la gestión sustentable del agua. En el anexo 3 se realiza un análisis de este proyecto.

Es causa de preocupación que la gran mayoría de estas propuestas no se armonice debidamente, aunque los sistemas de organización, las leyes y los planes, por citar sólo algunos componentes de una política de ejecución, deben estar bien articulados. No basta simplemente con exponer los objetivos de política para que éstos se cumplan. En muchas ocasiones se han enunciado los principios básicos que deben aplicarse en materia de políticas y planificación o aprovechamiento del agua, como en el caso del extenso y claro trabajo de Pedro Pablo Azpúrua y Arnoldo J. Gabaldón en Venezuela⁴. Lamentablemente, en muchos países, e inclusive en el plano internacional, se declaran las políticas y se formulan los planes sin elaborar las estrategias o "políticas de ejecución" necesarias para llevarlos a la realidad.

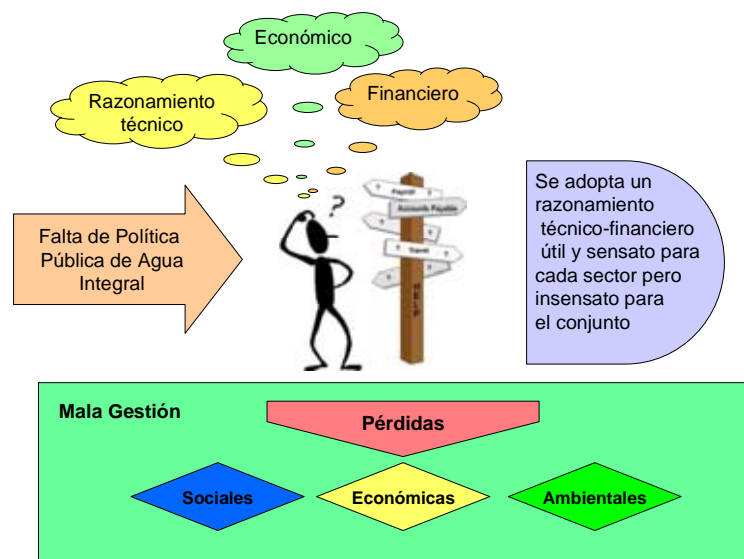
Cuando no existen políticas de gestión integral, se confunde el razonamiento técnico con el económico, y éste a su vez con el financiero. En lugar de razonar la selección de objetivos de modo que sirvan para solucionar las situaciones competitivas (la gestión del agua es una gestión de conflictos), se acaba por adoptar un razonamiento técnico-financiero útil y sensato para cada sector, pero insensato para el conjunto. Esto provoca mayores pérdidas a cada uno de los sectores, como son los mayores costos de la regulación y captación de las aguas de control de los fenómenos extremos y de descontaminación.

La falta de una política orientada a la sustentabilidad propicia la improvisación frecuente. Cuando prevalece la falta de orientación, la gestión del agua se enfoca más en solucionar el problema inmediato o justificar la pobre respuesta como intento de solución de manera aislada e inmediata. Como ya vimos, los presupuestos se enfocan a solicitar recursos para nuevas obras, que por lo general no tienen vinculación con el sistema actual, y por otro lado, a tratar de resolver los problemas inmediatos que se vuelven a presentar con el tiempo, convirtiéndose en el pan diario. Este es el caso de las inundaciones en la ZCG que se presentan año con año. Se hace saber a la opinión pública que se trabaja en las

⁴ Para formular políticas hídricas, es importante leer la experiencia de planificación de los recursos hídricos de Venezuela. Esta fue publicada por dos de sus principales promotores, Pedro Pablo Azpúrua y Arnoldo J. Gabaldón, *Recursos hidráulicos y desarrollo*, Madrid, Editorial Tecnos, 1975.

propuestas, pero una vez que termina el temporal, nadie se vuelve a acordar del problema sino hasta el año siguiente. Este problema se ha sufrido más de 30 años sin que haya una solución definitiva.

Ante la ausencia de una política generada por una planeación fraccionada y desarticulada, y privilegiado por el enfoque técnico y financiero los alcances de las propuestas son limitados, ya que se concretan a solucionar los problemas de manera parcial, aislada e inmediata, sin considerar al sistema como un todo. Es necesario diseñar una política pública integral que permita interconectar todos los factores que inciden en el manejo del agua buscando lograr los objetivos económicos, sociales y ambientales.



Elaborado por mtro. J. Arturo Gleason E

Figura 3.3 Falta de una política del agua

III. 2.3 Crecimiento urbano desordenado

La ciudad de Guadalajara se asentó en la margen poniente del río San Juan de Dios en el valle de Atemajac en 1542. Su crecimiento no fue significativo durante casi 400 años, la ciudad era un punto comercial y educativo muy importante en el occidente del país, pero su extensión y población no representaba ningún problema serio. A partir de los años cincuentas empieza un crecimiento explosivo incipiente. La ciudad comienza a convertirse en un centro industrial que atrae a las personas del campo, las cuales emigran por la necesidad de aumentar sus ingresos. Por otra parte, la ciudad se convierte en un centro educativo importante, lo que propicia que del interior del estado y de otros estados vecinos lleguen personas a estudiar, y de las que la gran mayoría se quedó a radicar en Guadalajara. En los años sesentas la ciudad llega a tener una población de un millón de habitantes. En los setentas la mancha urbana se extiende a municipios vecinos como Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá. En el decenio de los ochentas, a raíz del terremoto de 1985 en la

ciudad de México, un número considerable de habitantes de esa ciudad emigra a Guadalajara, presentándose así un crecimiento importante en la población y en la extensión de la mancha urbana. En los últimos veinte años, la ciudad de Guadalajara se une a municipios como El Salto, Juanacatlán y Tlajomulco, creándose así la Zona Conurbada de Guadalajara que se extiende en las cuencas del Valle de Atemajac, El Ahogado y Río Blanco.

Se han hecho grandes esfuerzos por organizar el crecimiento urbano mediante planes estatales, municipales, parciales, y la creación de organismos para regularlo. A pesar de ello, es evidente que la realidad los ha rebasado y actualmente proliferan fraccionamientos habitacionales en distintos lugares de la zona. Al amparo de la corrupción y la impunidad se violan los planes parciales, se cambian usos de suelo sin estudios previos y sin la aprobación de los colonos, se urbanizan zonas que no conviene urbanizar, se violan derechos, se destruyen ecosistemas. Todo ello permite el establecimiento de entes urbanos que, como consecuencia de la falta de planeación adecuada, afectan la calidad de vida de sus habitantes.

La contaminación del aire, suelo y agua, la escasez de accesos viales, la falta de servicios de agua potable y drenaje, inundaciones en el temporal; son algunos de los problemas que se presentan regularmente en la zona, a raíz de un crecimiento urbano desordenado. En materia de recursos hídricos, va en aumento la demanda de servicios de suministro, drenaje y saneamiento y su pronta solución se complica en la medida en que este crecimiento se siga dando de esta manera. Hoy día, tanto en el municipio de El Salto, Tlajomulco, Tlaquepaque y Zapopan, se han construido zonas habitacionales que ya experimentan algunos de los problemas mencionados.

Es necesario detener este crecimiento urbano desordenado con políticas públicas que incentiven la creación de centros urbanos que mejoren la calidad de vida de sus habitantes y conserven los recursos naturales de manera responsable. Este modelo de crecimiento afecta sin lugar a dudas el sistema hidráulico. Al no tener planeación, la demanda de agua en los nuevos desarrollos se incrementa a un ritmo acelerado, sobreexplotando las fuentes de suministro. También se afecta el funcionamiento de las redes de distribución. Esto se presenta cuando al construir un fraccionamiento nuevo, su red de distribución se conecta al sistema antiguo sin tomar en cuenta, que las adecuaciones afectan las presiones. Estas conexiones propician la ausencia de presión en la red y por lo tanto la falta de circulación de agua por las mismas, causando corrosión en las tuberías y disminución en la calidad del agua, y por otro lado, el exceso de presión causa rompimiento de válvulas y tomas domiciliarias que a la vez provocan fugas y éstas socavones.

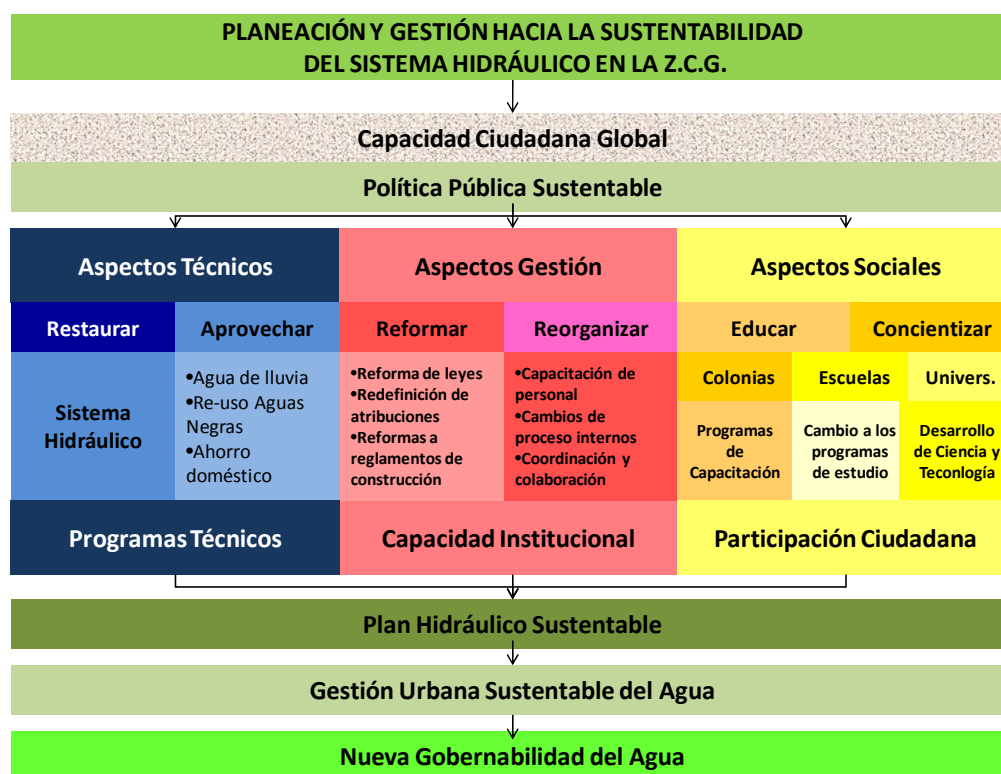
Se observa además que por la corrupción, varios fraccionamientos se construyen en zonas de inundación condenando a los habitantes a vivir en condiciones precarias durante el temporal. Los sistemas de drenaje pluvial y de aguas negras generalmente son insuficientes para atender la demanda del servicio que los nuevos desarrollos reclaman.

Por tanto, si el crecimiento urbano desordenado persiste, el servicio que brinda el sistema hidráulico será deficiente y su capacidad de atención estará por debajo de la demanda actual, disminuyendo la calidad de vida de los habitantes de hoy y del futuro.

IV. Modelo de gestión y planeación del sistema hidráulico

IV. 1 Presentación del Modelo de Gestión y Planeación

El objetivo fundamental de este capítulo es definir el modelo de gestión y planeación del sistema hidráulico sustentable de la ZCG, apoyándonos en las teorías y herramientas que planteamos en el capítulo del marco teórico, el diagnóstico y el análisis de gestión en los capítulos dos y tres. En otras palabras lo que se pretende, es dar respuestas a cuatro preguntas básicas: a) qué queremos, b) cómo y con qué lo vamos a lograr, c) quiénes lo van a llevar a cabo y d) cuándo se va a realizar. Para contestar estas preguntas se propone un modelo gestión y planeación que pueda dar respuesta a los retos. Este modelo es fruto de una exhaustiva revisión de varios modelos de otros países, del estudio a fondo de los conceptos planteados en el marco teórico y de un conocimiento profundo de la problemática. El modelo es una propuesta que intenta dar respuesta a la realidad compleja, y no pretende ser la única propuesta, sino reconoce otros esfuerzos valiosos de otros especialistas. En primer lugar se presentará de manera general el modelo, y a lo largo del capítulo se explicarán cada una de sus partes para terminar con la síntesis del modelo. En la figura 4.1 a continuación se muestra el modelo con los elementos que lo integran:



Elaborado por Mtro. J. Arturo Gleason E.

Figura 4.1 Modelo de Planeación y Gestión hacia la Sustentabilidad



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Los elementos se integran de la siguiente manera:

- a) Nueva gobernabilidad de agua (NGA), como el cambio de cultura deseado en el manejo del agua en la sociedad.
- b) Capacidad ciudadana global (CCG), como la estrategia constante y fuerza motora del cambio.
- c) Política pública sustentable (PPS), que tome en cuenta los aspectos técnicos, de gestión y sociales, y resultados concretos sean capacidades reflejadas en programas técnicos, capacidad institucional de las dependencias de gobierno y una comprometida participación ciudadana.
- d) Plan hidráulico sustentable (PHS), como resultado de la implementación de la política pública y del cual tendrá como fruto el Sistema Hidráulico Sustentable (SHS).
- e) Sistema Hidráulico Sustentable (SHS), que sea un sistema permita un manejo integrado del agua.
- f) Gestión urbana sustentable del Agua (GUSA), como un nuevo estilo de manejo del agua urbana.

De esta manera se establecen los elementos que se explicarán a detalle a lo largo de este capítulo. A continuación se realiza un análisis comparativo del SIAPA con otros dos organismos operadores de reconocida capacidad a nivel internacional y nacional. El propósito es conjuntar los aciertos de los mismos y hacer una propuesta de un organismo operador que permita poner en práctica el modelo de gestión y planeación que se propone.

IV. 2 Hacia una nueva gobernabilidad de agua

En relación con el primer elemento, diríamos que el objetivo es lograr una *nueva gobernabilidad de agua* (NGA) del agua para la ZCG. Como se vio en el marco teórico la gobernabilidad del agua está definida “por los sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que se encuentran en funcionamiento y que afectan, directa o indirectamente, la utilización, el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos, así como la distribución de los servicios de abastecimiento de agua a diferentes niveles de la sociedad”. Para nuestro caso, definimos a esta NGA como “una renovada conciencia social ambiental, un gobierno comprometido con la conservación del agua, un nuevo *sistema de gestión urbana sustentable del agua* (GUSA), un *sistema hidráulico sustentable* (S.H.S), nuevas reglas, capacidades tanto de gestión y planeación, y una comprometida participación que le permitan a la sociedad desarrollarse integralmente sin dañar el medio ambiente”.

IV. 3 Capacidad ciudadana global

¿Cómo se pretende lograr? Para lograr esta NGA es necesario un cambio de cultura, una nueva percepción de la gestión del agua, no tan solo en los gobernantes, sino también en la sociedad en general. Si no hay un cambio profundo en la mentalidad del ser humano en cuanto valorar el vital líquido, conocer su funcionamiento en la naturaleza y las alternativas

para su manejo adecuado, difícilmente se podrán implantar las acciones técnicas necesarias para corregir el sistema y lograr su aprovechamiento. Para esto se propone crear la *capacidad ciudadana global* (CCG), término que se ha tomado en parte del modelo propuesto por estudios de la universidad de Monash en Australia¹. Esta CCG “es aquella capacidad de la sociedad para lograr una nueva gobernabilidad del agua en términos de una nueva cultura del agua reflejada en instituciones y leyes que refleje el respeto por el medio ambiente, la eficiencia económica y el fomento a la participación ciudadana”. Esta CCG descansa plenamente en la sociedad. Es el despertar hacia una nueva conciencia con un compromiso social que permita con el tiempo inclinar la balanza hacia una nueva realidad de la gobernabilidad del agua. Un cambio real difícilmente se logrará si no se cuenta con el apoyo de todos los actores de la sociedad. Aquí cabe la aportación de la *teoría de la planeación comunicativa* (Heasley, 1998) que reconoce que para que la planeación se pueda dar, se tiene que asumir la preexistencia de individuos que interactúan.

Para lograr la CCG se propone el modelo australiano adaptado para la realidad local. Este modelo originalmente solo se aplica a la reforma de las organizaciones que conforman el sector hidráulico. No obstante, el modelo se usa en este caso para establecer un marco general que delimite las directrices para un cambio en la cultura del manejo de agua. Este marco busca generar las condiciones que produzcan una ola de cambios en todos los niveles a lo largo del tiempo. Es importante señalar que este marco no se restringe a un solo periodo gubernamental, sino que va más allá, busca lograr la transformación de la mentalidad de la sociedad con respecto un manejo eficiente de agua. Si esa mentalidad se transforma, se logrará el cambio cultural para dar paso a un nuevo arreglo institucional, que se refleje en organizaciones eficientes, leyes acordes con la realidad, y a una gestión y planeación orientadas a la sustentabilidad.

Con este fin se propone trabajar en varios niveles: en primer lugar a nivel individual, enseguida a nivel interno en las organizaciones, después entre organizaciones y finalmente a nivel de leyes e incentivos. La creación de capacidades es una estrategia clave para lograr los objetivos en tres niveles. A nivel individual, se busca que el ciudadano tome conciencia de la problemática y a la vez, se le muestran las alternativas para solucionarla. Este cambio se debe fomentar en la familia, apoyándola para que en ese núcleo se pueda generar un detonante en las áreas de influencia de sus miembros. Aquí se observa el papel estratégico de las escuelas, las cuales pueden ser puntos de partida para influir en las familias. Una vez que el individuo está consciente de la problemática y las alternativas de solución, buscará influir hacia adentro de las organizaciones a las cuales pertenece, como pueden ser escuelas, trabajo, clubes y otros. Este cambio interno en las organizaciones puede llegar a transformar las instituciones. Más adelante ya no se influirá solo al interior de las organizaciones, sino que impactará a otras, lográndose un intercambio de información y acuerdos de colaboración. Finalmente con organizaciones conscientes e informadas el efecto que se busca es el cambio de las reglas del juego que respondan a esta nueva cultura impulsada por todos. En la figura 4.2 se observa el proceso.

¹ J. White (2007) Sustainable Water Management: Achieving A Culture of Change Melbourne Water, 13th International Rainwater Catchment Systems Conference and 5th International Water Sensitive Urban Design Conference, Sydney, Australia, 21-23 jacque.white@meoburnewater.com.au
S. van de Meene, R. Brown (2007) Towards An Institutional Capacity Assessment Framework For Sustainable Urban Water Management. National Urban Water Governance Program, School of Geography & Environmental Science, Monash University, Clayton, susan.vandemeene@arts.monash.edu.au



Elaborado por el Mtro. J. Arturo Gleason E.

Figura 4.2 Capacidad Ciudadana Global

Es evidente que los actores principales son los ciudadanos en este modelo, actuando como agentes de cambio desde su individualidad, sus relaciones interpersonales y sus organizaciones. Estos agentes de cambio de manera coordinada cambiarán las reglas que permitan una nueva gobernabilidad del agua a partir de su realidad particular. No hay plazo límite para lograr este cambio, ni estará restringido a un periodo gubernamental, sino que su consecución será lenta y paulatina. Se apunta hacia un cambio de estilo de vida que refleje los valores y principios de la sustentabilidad, un desafío grande, pero no menos de lo que se requiere para revertir la problemática desde el fondo. La CCG. será el estilo y la fuerza motora para lograr la transformación del sistema hidráulico, será en todo momento el detonante para generar los cambios necesarios en las distintas esferas de la gestión del agua.

IV. 4 Política pública sustentable

La CCG toma a la Política Pública Sustentable (PPS), como el instrumento gubernamental para alcanzar los objetivos basados en la NGA. Esta política contempla tres líneas estratégicas básicas de acción:

- a) Línea técnica:
 - ¿Qué se necesita restaurar y aprovechar en el sistema hidráulico?
- b) Línea de gestión:
 - ¿Qué arreglos institucionales hay que hacer para implantar los cambios físicos en el sistema?
- c) Línea social:
 - ¿De qué manera desde puede empezar desde el gobierno a fomentar el cambio de cultura partiendo del individuo buscando impactar las reglas del juego?

Estas líneas se concretarán de la siguiente manera:

- La técnica se convertirá en programas técnicos específicos implementados en el sistema hidráulico.
- La de gestión se plasmará en una renovada capacidad institucional de las instituciones que administran el agua.
- La social se traducirá en una participación ciudadana informada y comprometida en la toma de decisiones y en el trabajo cotidiano.

IV. 4.1 Línea técnica

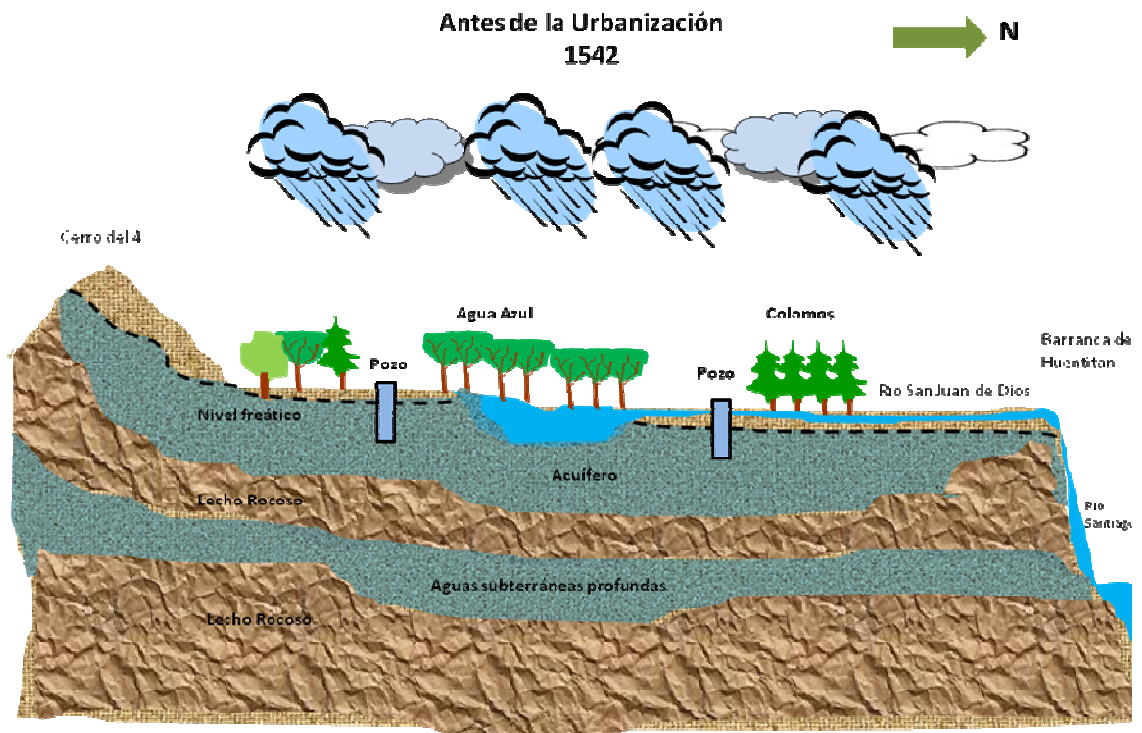
La evaluación del estado actual del sistema es el primer paso a dar. Conocer a profundidad los rezagos que se tienen será imprescindible para establecer la estrategia a corto, a mediano y largo plazo. Una vez que se conoce el estado actual del sistema, se debe establecer como punto de partida la restauración del sistema hidráulico, y como fundamento para la implementación de las siguientes estrategias: conservación y aprovechamiento. Dejando para después, el incremento de la oferta a través de la ejecución de nueva infraestructura.

El objetivo es lograr un sistema hidráulico sustentable (SHS) por medio de acciones de restauración y aprovechamiento, que serían la parte física de la nueva gobernabilidad. Con la información articulada en los capítulos anteriores, podemos ahora definir que el SHS es, “un sistema que brinda un servicio eficiente en cada una de sus siete etapas, con una infraestructura adecuada y bien monitoreada, que evite desperdicios y daños al medio ambiente. Lo anterior mediante la participación activa y comprometida de la ciudadanía en colaboración con el gobierno, que basado en un sistema equitativo de decisiones logre el desarrollo económico, social y ambiental.”

En este apartado se definen las acciones técnicas necesarias para lograr un SHS. Uno de los objetivos en esta etapa es corregir el sistema y restaurar las cuencas, en cierta medida a su estado natural, como se observa en la figura 4.3.

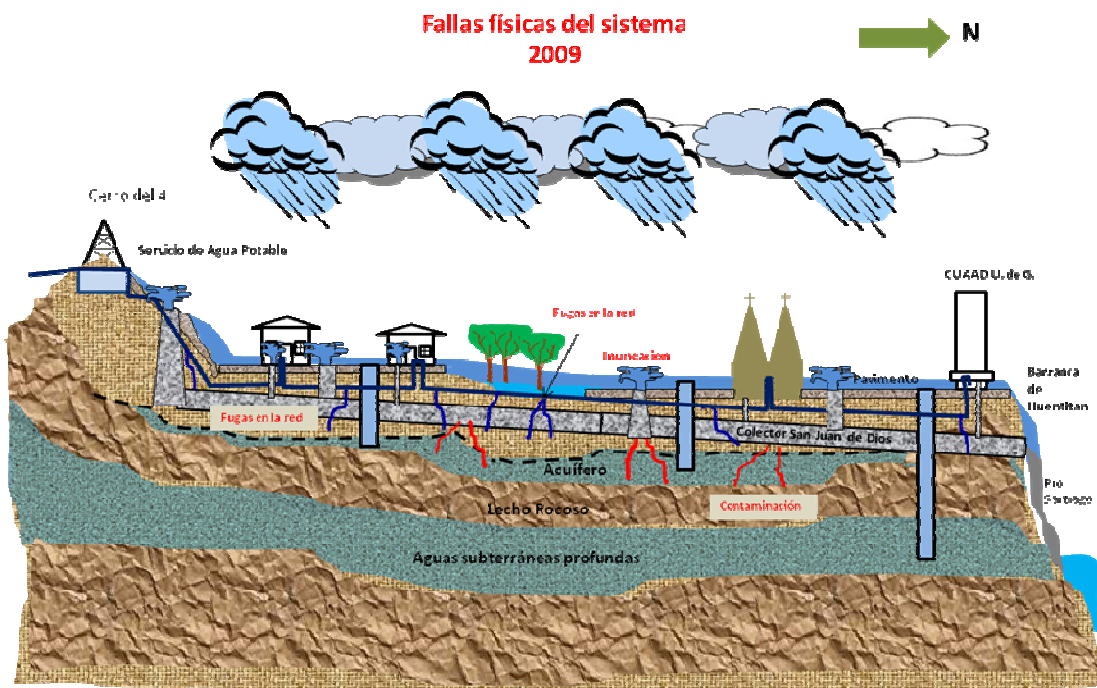
Tomando como base el diagnóstico del capítulo 2, observamos en la figura 4.4 la infraestructura actual y las fallas del sistema descritas con anterioridad.

A continuación se establecerán las acciones de tipo técnico para lograr la restauración y conservación del sistema, así como las que tienen que ver con las de aprovechamiento.



Elaborado por el Mtro. J. Arturo Gleason E.

Figura 4.3 Corte Longitudinal Sur -Norte de la Cuenca del Valle de Atemajac



Elaborado por el Mtro. J. Arturo Gleason E.

Figura 4.4 Corte Longitudinal Sur -Norte Fallas físicas del Sistema

IV. 4.1.1 Restauración del sistema

A continuación se establecen las acciones necesarias para corregir las fallas físicas en cada una de las etapas del sistema hidráulico.

IV. 4.1.1.1 Captación de agua

A. Propuesta en contra de la Contaminación

a) Chapala

Restauración de la Cuenca Lerma Chapala Santiago. Se requiere el cierre total de las descargas de aguas residuales y terminar de construir las plantas de tratamiento necesarias. Se debe considerar la posibilidad de aplicar otro tipo de tecnologías más económicas y eficientes, ya que los sistemas tradicionales son costosos en su inversión y en su operación. La opción de implementar sistemas naturales de tratamiento debe ser estudiada con profundidad.

b) Presa Elías González Chávez

Protección del vaso de la presa. Ejecutar el cierre de las fuentes actuales de contaminación. Vigilar para impedir algún tipo de contaminación.

B. Protección y aprovechamiento de las captaciones

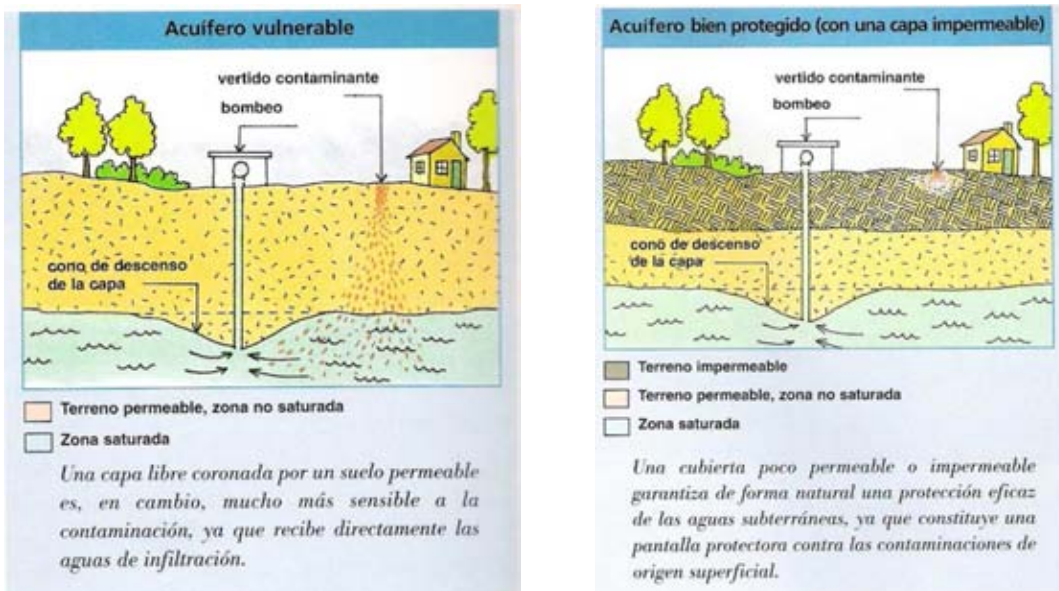
a) Protección de los manantiales

Impedir de inmediato la construcción de edificaciones en zona de recarga o en área restringidas de protección de los manantiales. Detener los flujos de agua de los manantiales hacia los drenajes. Delimitar las zonas de protección en los manantiales desprotegidos. Equipar los manantiales para su aprovechamiento. Analizar la posibilidad de crear espacios de esparcimiento y de conservación alrededor de los manantiales. En la figura 4.5 se observa los perímetros de protección recomendados para los manantiales. En las figuras 4.6 y 4.7 se puede observar la diferencia entre un manantial vulnerable y otro protegido.



Fuente: CEPIS

Figura 4.5 Zonas de protección de un manantial



Fuente: CEPIS

Figura 4.6 Acuífero Vulnerable

Figura 4.7 Acuífero bien protegido

Algunas recomendaciones en este sentido son las siguientes:

- Dar preferencia al uso de agua subterránea de acuíferos bien protegidos naturalmente.
- Evitar, en la medida de lo posible recurrir a la captación de agua de superficie.
- De preferencia proteger la fuente de agua, en vez de utilizar tratamientos complejos para el agua.
- Proteger de manera permanente las captaciones.
- Instaurar perímetros de protección alrededor de las captaciones y poner en marcha las medidas que garantizan el respeto y la vigilancia de los mismos.

- Cerciorarse que la ocupación del suelo es y seguirá siendo compatible con los planes de desarrollo urbano, proyectos viales, o la ubicación de instalaciones industriales en las zonas sensibles.
- Aplicar una política de adquisición de los terrenos abarcados por los perímetros.
- Garantizar un mantenimiento cuidadoso y regular todas las facilidades: vías de acceso, cercados, dispositivos de seguridad, etcétera.

b) Aprovechamiento de los manantiales

Captar, tratar y conectar de inmediato todos los manantiales que se encuentren en la ZCG a la infraestructura de suministro existente, ya que en aforos realizados por Vargas (2001) alcanzan hasta 592 lts/seg² y potencialmente según Vargas podríamos llegar hasta 1,000 lts/seg.

C. Infiltración y restauración de las galerías filtrantes

Una vez que se protegidos los manantiales y acuíferos, la propuesta es favorecer la infiltración de agua en zonas de recarga, de modo que nos permita guardar agua pluvial en el suelo, siempre y cuando el sitio sea el idóneo. Existen diversas modalidades para infiltrar agua en el suelo, ampliamente aplicadas en otros países. Como un ejemplo se puede observar en la figura 4.8 la instalación de un pozo de infiltración.

En la ZCG se tiene una experiencia muy valiosa en este sentido, como son las galerías filtrantes que el Padre Buzeta construyó hace años (figura 4.8). El rescate de las galerías filtrantes es urgente. En el estudio realizado por Vargas (2001) el colapso de varias de ellas es inminente, por lo que su aportación en agua está a punto de desaparecer. Se requiere conectar de manera adecuada todas las bocas de tormenta existentes en el área de influencia de las galerías filtrantes de Guadalajara para aprovechar esa importante aportación hídrica. A continuación damos los nombres de las principales galerías filtrantes en la ciudad: Santa Eduvigis, Los Castaños, Colli, Parque San Rafael, Lerdo de Tejada, Bosques de la Victoria, Colomos, Mexicaltzingo y Colomos, Chochocate.

² VARGAS, José Manuel (2001). Guadalajara... Sus problemas Hidrosanitarios y Propuestas de Solución. Manuscrito sin publicar. Guadalajara, Jalisco. México. Manuscrito no publicado.



Tomada por: Ing. J.M. Vargas Sánchez †
Figura 4.8 Instalación de un Pozo de infiltración

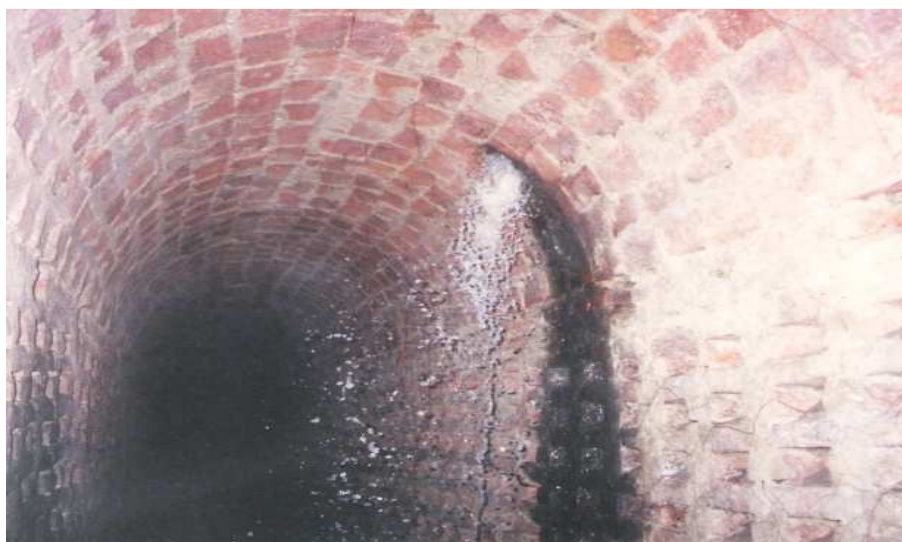


Foto tomada por: Ing. J.M. Vargas †

Figura 4.9 Galería en los Colomos

IV. 4.1.1.2 Conducción

A. Conducción Chapala – Guadalajara

a) Rehabilitación del Canal Atequiza

El propósito es utilizarlo como conducción alterna de abastecimiento de agua proveniente del lago de Chapala. Permitirá conducir $12 \text{ m}^3/\text{seg.}$; e necesario el reforzamiento de algunos tramos de borde del canal, que tiene una longitud de 28 km.

b) Rehabilitación del Acueducto Chapala – Guadalajara

Es necesario rehabilitar el acueducto para que pueda conducir los $7.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ya que hoy en día solo conduce $5.5 \text{ m}^3/\text{seg}$

B. Conducción Calderón – Guadalajara

Se propone la construcción del acueducto de la Presa El Salto a Presa Elías González Chávez para aumentar el caudal disponible y aporte en un 40% al caudal de suministro para Guadalajara.

IV. 4.1.1.3 Potabilización

A. Ampliación de la Planta Potabilizadora No. 3 (San Gaspar)

Para la potabilización de los volúmenes provenientes de la presa Ing. Elías González Chávez, se considera necesario ampliar la capacidad en $0.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ Esto permitirá contar una capacidad total de $3.5 \text{ m}^3/\text{seg}$ caudal que será distribuido por el acuaférico.

B. Mejoramiento de los Sistemas de Potabilización

Es necesario analizar a profundidad el sistema tradicional de potabilización, considerando que la calidad de agua actual que suministra no es la más idónea.

C. Recomendaciones

Utilizar recursos de la mejor calidad posible:

- Dar preferencia al uso de recursos hídricos subterráneos protegidos naturalmente, en lugar de aguas superficiales.
- Cuando es indispensable la desinfección, dar preferencia al uso de agua con buenas características físicas y químicas.

Prever todos los medios disponibles para proteger los recursos:

- Dar prioridad a la protección del recurso sobre la puesta en marcha de tratamientos complejos.

- Garantizar la vigilancia de los perímetros de protección y hacer un seguimiento de la evolución de la calidad del recurso. Cuanto más constante sea la calidad del agua antes del tratamiento, tanto más fácil resultará la desinfección.

Garantizar una desinfección eficaz y permanente del agua

- Asegurar que los pre-tratamientos utilizados sean apropiados para obtener resultados correctos con desinfección final.
- Preferir los tratamientos de desinfección que ofrezcan el más alto nivel de seguridad.
- Comprobar que los tratamientos utilizados, especialmente para desinfección, sean confiables. Siempre que sea posible, la cantidad de cloro que se agregue debe estar determinada por el caudal de agua que se va a tratar.
- Cerciorarse que siempre exista cloro residual libre en todos los puntos de la red.
- Revisar y hacer un mantenimiento regular de todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua: tomas, tratamientos, almacenamientos, conducciones, etcétera.

IV. 4.1.1.4 Red de Distribución de Agua Potable

Una red de agua vacía representa un peligro real para la salud de la población. Por ello mantener la red bajo presión es una medida básica en materia de salud pública. A fin de respetar esta condición, a menudo se introduce más agua en la red y se aumenta el volumen bombeado y la capacidad de las plantas de tratamiento. Por tanto, es más racional y menos costoso en un primer momento, investigar y reparar fugas, así como frenar el desperdicio. En numerosas ciudades de América, más de 50% del volumen producido no llega al consumidor.

a) Medir el uso del agua

- Es necesario conocer de manera detallada los volúmenes de agua extraídos del medio natural, así como los volúmenes distribuidos a los consumidores. De estos dos valores, si además se conoce los volúmenes necesarios para mantener las instalaciones de producción, los provistos para la protección contra incendios y los no facturados, se pueden deducir los “volúmenes no contabilizados”.
- Actualizar la micromedición domiciliaria y llevar una gráfica de consumos lo más actualizado posible y exponerla a la comunidad con la oportunidad requerida.
- La medición permite saber con precisión los volúmenes no contabilizados para poder reducirlos.
- La medición posibilita facturar exactamente el consumo domiciliar, lo que permite reajustar tarifas y respetar la justicia social.
- La medición hace que cada usuario asuma su responsabilidad frente al consumo de agua.

- Finalmente, la medición es la herramienta básica para una gestión financiera sostenible de la red.

b) Detectar y reparar fugas

La economía más eficaz en el manejo de una red de agua es no alimentar fugas. Es preciso que las entidades encargadas de la distribución del agua se comprometan a detectar y reparar fugas.

En un primer momento, la reparación de fugas producirá un incremento de presión en la red que puede aumentar el número de fugas. Estas nuevas aparecerán a mediano plazo y deben repararse. Una red cuyo mantenimiento se ha descuidado durante mucho tiempo demandará un trabajo de rehabilitación que puede resultar costoso. Es por ello que se necesita vigilar el estado de la red y proceder a las reparaciones, y no contentarse con una operación puntal.

La detección y reparación de fugas permitirán:

- Reducir volúmenes que se van a extraer del medio natural;
- Reducir los volúmenes que se van a tratar;
- Aumentar la disponibilidad de agua para los usuarios;
- Incrementar la seguridad de la red;
- Mantener el patrimonio de la red en buen estado;
- Adoptar una política que permita prever el futuro con una red en buen estado.

La reparación de fugas es más simple que su detección. La decisión de reparar una fuga no visible depende de su costo y de la economía de agua que será recuperada; sin embargo, una vez decidida la reparación deberá hacerse inmediatamente después de la detección.

A continuación se mencionan las actividades correspondientes a la reducción integral de pérdidas de agua:

- a) Diagnóstico de pérdidas.- En él se evalúan los volúmenes de agua que se pierden y sus principales patrones de ocurrencia, y se identifican las causas que las producen, a través del análisis de estadísticas de operación y muestreos de campo, la utilización de las técnicas de detección de fugas es necesaria para obtener el diagnóstico.
- b) Sectorización de la red para facilitar la reducción de agua no contabilizada. Es muy difícil dar seguimiento a programas de reducción de agua no contabilizada, si antes no se ha evaluado y optimizado el funcionamiento de la red de distribución, a través de sectores y distritos hidrométricos en su diseño y operación.
- c) Eliminación de pérdidas. Se definen los procedimientos, diseños, equipos y modelos de decisión, para facilitar la búsqueda de pérdidas y subsanar el daño existente.

- d) Control de pérdidas.- Se plantean las acciones, ya sean directas, indirectas o de apoyo, que permitan establecer una estructura adecuada dentro de una empresa de agua para apoyar y dar sustento al programa de reducción integral de pérdidas, con datos reales y con un análisis preciso.

IV. 4.1.1.5 Consumo

El desperdicio es aquella acción por la cual se malgasta, se desaprovecha o se pierde una cosa. Por lo tanto, cuando nos referimos al desperdicio del agua estamos indicando un conjunto de acciones o procesos por los cuales los seres humanos usamos mal el agua, la desaprovechamos o la perdemos.

A. El ahorro y los buenos hábitos

Existe un conjunto de hábitos negativos relacionados con el desperdicio del agua que, de ser superado, permitiría el ahorro del agua en la casa, en las escuelas, en el campo, en la industria, etc. Este problema se supera con el establecimiento de buenos hábitos en el uso del agua. Veamos algunos sencillos detalles que permiten ahorrar agua de manera significativa:

Con respecto al consumo personal y de la vivienda:

- Lavado de las manos y los dientes y al afeitarse. No dejar correr inútilmente el agua y emplearla sólo cuando es necesaria.
- Uso del inodoro. Descargar el agua sólo cuando es indispensable.
- El baño y lavado del cabello. Cerrar el agua cuando se está enjabonando.
- Limpieza de los utensilios de cocina. Enjabonar todo primero y luego enjuagar. No dejar correr el agua sin necesidad.
- Lavado de la ropa. Usar la lavadora a su máxima capacidad cada vez, lo que ahorra agua y energía. Cuando se lava a mano, hay que mojar la ropa, frotar ligeramente y luego enjuagar. No dejar correr innecesariamente el agua.
- Preparación de alimentos. Usar solamente el agua necesaria. No desperdiciar los caldos.
- Aseo de la vivienda. Usar un balde de agua para medir y controlar la cantidad de agua para el lavado del piso u otros lugares. No emplear mangueras porque se gasta el agua innecesariamente.
- Riego del jardín. Tratar de no emplear agua potable, sino reusar el agua que se haya empleado en otros fines. Es mejor regar al atardecer y usar solo el agua necesaria, así la tierra absorberá el agua y no habrá mucha evaporación. Rediseñar los jardines con plantas que requieran poca agua.
- Lavado de automóviles. Eliminar la costumbre de emplear mangueras, más bien usar un trapo húmedo y una cantidad controlada de agua en un balde.

B. Con respecto a acciones a corto plazo y casas sustentables.

En el anexo 1 podemos ver con mayor detenimiento el análisis de lo que se pudiera ahorrar bajo acciones inmediatas domésticas y acciones con mayor inversión. Se proponen acciones inmediatas domésticas como colocar un bote de 2 litros en la caja del WC. En la segunda parte se hace el planteamiento de cuanto se puede ahorrar de agua en una casa con un diseño sustentable.

IV. 4.1.1.6 Drenaje

A. Drenaje Sanitario

a) Restitución de Colectores

En el centro histórico de la ciudad de Guadalajara se encuentran los colectores más antiguos. Hacemos especial mención del colector San Juan de Dios, que se ubica en la calzada Independencia, cuyo tramo del Parque Morelos a la avenida Revolución cuenta con más de 100 años de haberse construido. Este colector como los colectores aledaños necesitan ser revisados para detectar fugas en la parte de la cubeta (parte más baja del colector). Lo anterior, en virtud de que se observa que ha soportado sobrepresiones durante muchos años, que muy probablemente han debilitado su estructura; además de haber conducido sólidos que han impactado por fricción la superficie del colector.

Urge hacer un estudio del estado actual del colector San Juan de Dios, por lo menos en el tramo mencionado, para evaluar la posibilidad de su renovación total ya que su vida útil ha sido rebasada desde hace mucho. Preocupa saber que las consecuencias de no atender oportunamente este latente riesgo, puede repercutir en hundimientos repentinos que afecten las vialidades o las edificaciones. Esto ya sucedió en la ciudad Guatemala³, donde se presentó un socavón que provocó un colapso que se puede apreciar en la figura 4.10. Una docena de hogares se derrumbaron cayendo al fondo del agujero muriendo por lo menos tres personas. Los funcionarios culparon del monstruoso agujero a una tubería rota de aguas residuales. El agujero presentó un diámetro de 35 metros y una profundidad de 100 metros.

Ante tal hecho, es importante considerar la posibilidad de que pueda suceder algo parecido en Guadalajara, ya que existen además del colector San Juan de Dios, colectores como el Intermedio del Poniente y el del Oriente que fueron construidos hace cuarenta años y necesitan ser revisados para determinar el nivel de riesgo.

³ Noticia que puede ser consultada en: <http://6pack.wordpress.com/2007/03/25/enorme-agujero-en-guatemala/>



Fuente: Washington Post

Figura 4.10 Agujero en la ciudad de Guatemala

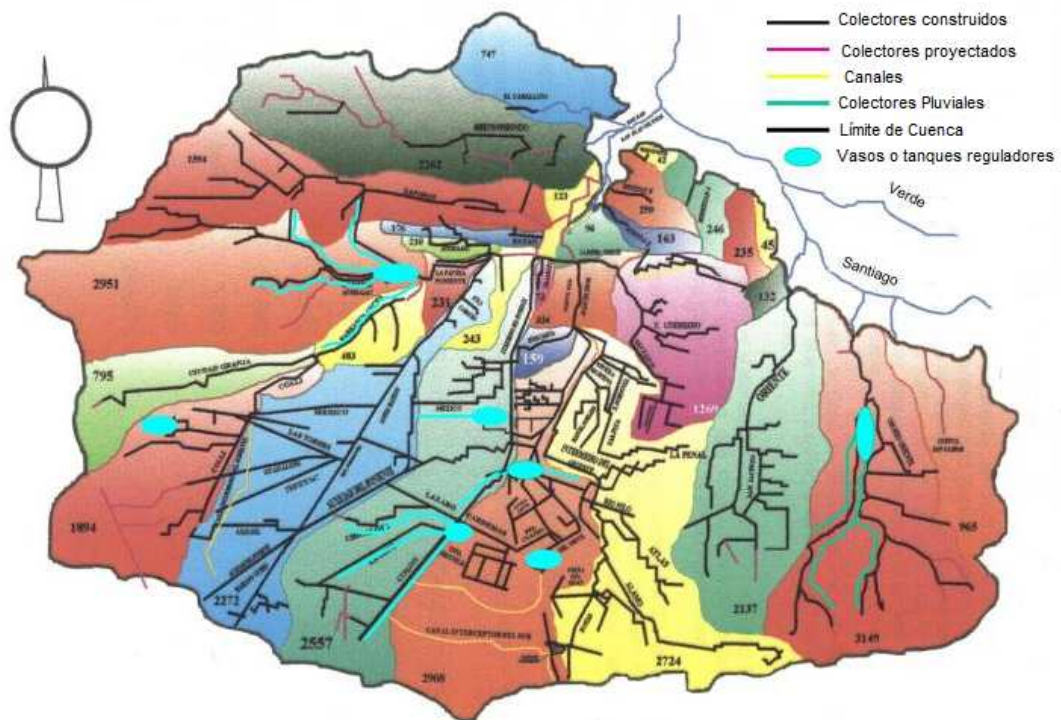
B. Drenaje Pluvial

a) Tecnologías de infiltración

Con el nuevo enfoque de manejo de aguas pluviales, la gestión integral del agua propone que las áreas de infiltración se respeten y algunas se restablezcan en la medida de las posibilidades técnicas factibles. Actualmente los gobiernos locales piden a las nuevas edificaciones construir pozos de infiltración. Sin embargo, no todas las áreas de la ZCG son permeables, para lo cual se requiere hacer un estudio profundo para determinar las áreas de infiltración.

b) Sistema de Vasos Reguladores.

Como ya se vio en el diagnóstico, no es suficiente la capacidad de desalojo del sistema actual de la red de colectores. Año con año los colectores se sobresaturan provocando inundaciones. En este sentido, la propuesta consiste en proyectar vasos reguladores en las zonas altas de la cuenca, para aminorar la velocidad de las avenidas máximas y retrasar el ingreso de las aguas pluviales a los colectores aguas abajo. Estas aguas pluviales se captarían en bocas tormenta conectadas a colectores pluviales parciales para su canalización hacia los vasos, después de pasar por estructuras de filtración. Esta agua puede almacenarse en grandes cisternas subterráneas y después utilizarla en riego u otros usos. Los vasos reguladores que se proponen son los ubicados; al poniente el parque Metropolitano y el de los Colomos; al Sur, el vaso del Dean y la unidad deportiva López Mateos; al oriente el parque Osorio, y al centro en el parque Revolución. Se puede observar lo anterior en la figura 4.11.



Elaborado por: Mtro. J. Arturo Gleason E.

Figura 4.11 Vasos y Tanques Reguladores con colectores pluviales

Los vasos reguladores no solamente puede regular los caudales, sino que los cuerpos de agua pueden ser utilizados como parte del paisaje urbano. Ver figura 4.12.



Elaborado por: Dolmen Arquitectura

Figura 4.12 Vaso regulador como paisaje urbano

C. Drenaje Profundo

Se propone construir un drenaje profundo de 25 km. de longitud, que se observa en la figura 4.13. Su trayectoria inicia en dos brazos en el sur poniente del AMG, para interceptar las aguas que escurren de los cerros del Cuatro, Santa María, del Tesoro. Para luego interceptar en el parque González Gallo y captar las aguas pluviales de la Zona del Álamo Industrial, y se proyecta hacia el norte para captar las correspondientes a la zona Oriente. Este drenaje tiene como objetivo desalojar las aguas pluviales de la forma más rápida y así evitar inundaciones. Esta propuesta fue diseñada por el Ing. José Manuel Vargas Sánchez, ya finado y José Arturo Gleason Espíndola.



Elaborado por: Periódico Mural.

Figura 4.13 Drenaje Profundo para la AMG

IV. 4.1.1.7 Saneamiento

En la actualidad, el gobierno del estado de Jalisco propone la construcción de dos mega plantas de tratamiento de aguas residuales. La primera es la planta de Agua Prieta ubicada en la cuenca del Valle de Atemajac en el norte de la AMG. con una capacidad de 8.5 m³/seg. La segunda planta es la Planta del Ahogado que se encuentra en la cuenca que lleva el mismo nombre, tiene una capacidad de 2.25 m³/seg. Ambas están planeadas pero los procesos de licitación están en proceso hasta este momento.

Por otra parte, el saneamiento por sectores utilizando tecnologías biotecnológicas más económicas y ambientalmente amigables, puede ser otra manera de tratar las aguas residuales. De este modo se abatirían los caudales que llegan a las plantas tradicionales y se ahorraría en costos de inversión y de mantenimiento. La participación de la ciudadanía es importante para aplicar estas estrategias de tratamiento al agua residual por sectores. El agua tratada por sectores puede ser reutilizada en los sitios donde es captada, y de esta manera se aprovecharía el agua. Esto dependerá del grado de contaminación de los sectores. Estas tecnologías pueden ser una oportunidad de disminuir no solo el caudal que

se sujeta a tratamiento, sino disminuir el impacto negativo de las aguas residuales a los cuerpos de agua.

El plan de Saneamiento debe incluir las siguientes líneas estratégicas:

- Cierre del 100% de las descargas de aguas residuales a los cuerpos de agua, principalmente al río Santiago. Las descargas más conocidas en la cuenca del Valle de Atemajac son cuatro: la de la Experiencia, Plutarco Elías Calles, Osorio y San Gaspar. En la cuenca del Ahogado solo hay una descarga al río Santiago a través del arroyo con el mismo nombre.
- Establecer un sistema de monitoreo que permita evitar las descargas de aguas residuales a los cuerpos de agua.
- Restauración de los cuerpos de agua. El río Santiago es uno de los más contaminados del país; su proceso de restauración llevaría años para buscar restablecer los ecosistemas. Se propone cerrar todas las descargas de aguas residuales al río Santiago, y establecer las estrategias de restauración más apropiadas para recuperar los ecosistemas y la calidad de agua del río.
- Establecimiento de los sistemas de Saneamiento de acuerdo con los sectores delimitados por las cuencas. Como ya dijo, las tecnologías pueden ser las tradicionales o las biotecnológicas según la necesidad local.

IV. 4.1.2 Recuperación y aprovechamientos

Actualmente existen caudales que pueden recuperarse para ajustar la oferta, y evitar que los mismos se pierdan en las diversas etapas del sistema hidráulico. En este apartado se pretende mostrar la viabilidad de aprovechar y conservar los caudales que se pierden y cómo pueden incorporarse a la oferta actual.

IV. 4.1.2.1 Recuperación de caudales

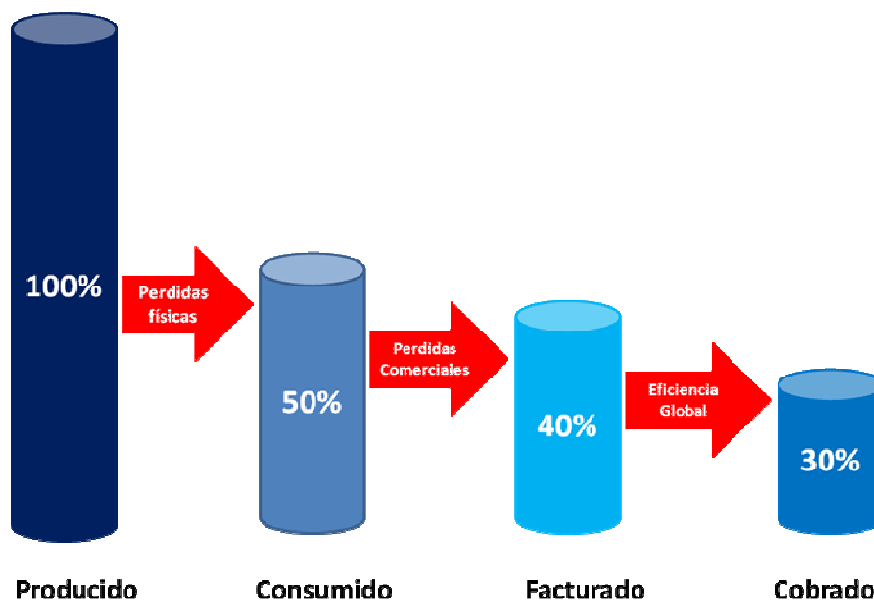
A. Manantiales

Actualmente en la ZCG existen 30 manantiales en el AMG según un estudio realizado por Ing. José Manuel Vargas Sánchez (Vargas, 2001)⁴. En este mismo documento se manifiesta que el gasto aforado es de 522.19 lts/seg, el volumen obtenido por día 45`117,216 lts. Los cuales pueden servir a 225,586 hab/día con una dotación de 200lts/hab/día. En el capítulo de diagnóstico se pueden observar las fotografías donde se aprecia la descarga de uno de los manantiales al drenaje. Estos manantiales necesitan protegerse y equiparlos para aprovechar sus caudales, y buscar elevar el caudal a un 1 m³/seg.

⁴ VARGAS, José Manuel (2001). Guadalajara... Sus problemas Hidrosanitarios y Propuestas de Solución. Documento sin publicar. Guadalajara, Jalisco. México.

B. Red de distribución

En el *Proyecto de Suministro de Agua Potable y Saneamiento de la Zona Metropolitana de Guadalajara* realizado por el Gobierno de Alberto Cárdenas Jiménez (1995-2001), se establece que las pérdidas en la red de distribución es del 43%⁵. Hoy día el SIAPA reconoce a través de un estudio realizado en el 2003, que el porcentaje de fugas físicas de la red de distribución es de 23.12%; correspondiente 8.72% a fugas en toma y 14.4% a fugas en red y clandestinaje. Para la presente investigación se solicitó tal estudio, pero no se entregó. Por lo tanto, con base en lo anterior y al estándar internacional que plantea que ciudades como Guadalajara tienen un 40% de pérdidas, tomaremos el porcentaje propuesto en el proyecto antes mencionado. En este mismo estudio se plantea el objetivo de recuperar 1,500 litros/seg en un periodo de 6 años, valiéndonos de un programa masivo de rehabilitación de tomas e implantación de distritos pitométricos. Al concluir este programa, el porcentaje de pérdidas físicas descenderá al 25%. En la rehabilitación de tuberías se tiene considerado seccionar la red, para poder construir distritos pitométricos y darle mayor flexibilidad a la operación de la red. Cabe mencionar que el presupuesto para este trabajo fue de 114,399, 323. En la figura 4.14 podemos observar cómo se presentan las pérdidas físicas.



Fuente: Guillermo Guerrero Bello

Figura 2.14 Media nacional de la pérdidas de caudales en México

⁵ GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO (1998) Proyecto de Suministro de Agua Potable y Saneamiento de la Zona Metropolitana de Guadalajara: Estrategias y Planes de Acción. Guadalajara, Jalisco. México.

C. Ahorro doméstico

En el anexo 1 se plantea un estudio de ahorro doméstico que muestra algunas alternativas para fomentar el uso eficiente del agua.

IV. 4.1.2.2 Aprovechamientos

A. Oferta de captación de Agua de lluvia

El agua pluvial tiene un potencial importante de aprovechamiento para aumentar la oferta del vital líquido, además de disminuir la extracción de las fuentes tradicionales de suministro. En el anexo 2 se describen el estudio de cómo aprovechar el agua de lluvia y coadyuvar a la solución del problema de las inundaciones.

IV. 4.1.2.3 Análisis comparativo de la oferta actual con la oferta sustentable

El caudal de suministro actual es de 9.5 m³/seg y se pretende que con la construcción de la presa de Arcediano se eleve a casi 20 m³/seg. Sin embargo, hay que considerar las pérdidas que ascienden al 43% por lo tanto, en realidad el suministro es de 5.13 m³/s. El caudal requerido para la Z.C.G es de 13.4 m³/s, según CEA. A continuación se presenta el cuadro 4.1 con la oferta actual y la oferta sustentable:

Oferta Actual		Oferta Sustentable	
Fuente	Caudal (m ³ /s)	Fuente	Caudal (m ³ /s)
Chapala	5.51	Manantiales	1.00
Pozos	3.04	Red distribución	1.50
Presa Calderón	0.95	Agua de lluvia	1.58
		Ahorro doméstico	3.10
Total	9.50	Total	7.18

Cuadro 4.1 Cuadro Comparativo entre caudales actuales y los Caudales recuperados y aprovechados

Reducir la demanda de agua es tan importante como desarrollar nuevas fuentes de suministro. Siempre y cuando los ciudadanos de la ZCG conserven el agua, estas medidas de largo plazo asegurarán que tengamos siempre agua suficiente para nuestras necesidades esenciales.

IV. 4.1.3 Programas Técnicos

Teniendo en claro las necesidades del sistema hidráulico así como las acciones para su restauración y aprovechamiento, es necesario concretarlas en programas que detallen desde el punto de vista técnico lo que se tiene que hacer en cada una de las etapas del sistema.

IV. 4.1.3.1 Programas de recuperación de caudales

A continuación se mencionan los principales programas en este sentido:

- a) Programa de recuperación de Caudales en la Red Distribución.

Este programa consiste en arreglar las fugas en la red de distribución por lo menos al porcentaje aceptado a nivel internacional que es del 15% como mínimo. Además comprende la sectorización de la red, el monitoreo de presiones, y la automatización que permita digitalmente tener un monitoreo de la red desde un centro de control.

- b) Programa de protección de manantiales y aguas subterráneas

Actualmente hay manantiales que están siendo invadidos. Este programa consiste en hacer un inventario de los manantiales, establecimiento de medidas de protección en contra de la invasión de construcciones y la limpieza de los que ya han sido afectados por la contaminación. Este programa incluye también la restauración de los ecosistemas que en ellos habitan.

- c) Programa de uso eficiente doméstico en las casas y edificios públicos

Este programa busca incentivar a la ciudadanía a ahorrar el agua, disminuyendo el consumo y evitando desperdicios. Se propone término de tiempos para lograr los objetivos. Las acciones de corto plazo consisten en cambiar los hábitos normales de las personas e implantar medidas domésticas de ahorro, como sería colocar un recipiente lleno de 2 litros de agua en la cisterna del W.C. Después se realizarían acciones de mediano plazo que consisten en cambiar las cisternas de los WC de 16 litros, por cisternas de 6, además de cambiar las regaderas tradicionales por ahorrativas. En el largo plazo, se proponen proyectar sistemas separados; sistema de aguas pluviales, de aguas grises y tratamiento local de aguas negras. El ahorro puede comenzar de inmediato con la expectativa de lograr un cambio de fondo en la proyección de los sistemas hidro-sanitarios. Aquí se puede revisar el Anexo 1 donde se ve con claridad este ejemplo.

IV. 4.1.3.2 Programas de Aprovechamiento

Se manejan las líneas de agua de lluvia y agua subterránea:

- a) Programa de Captación de Agua de Lluvia doméstica e Industrial

Este programa es de los más ambiciosos por dos razones. La primera es que el potencial de captación de agua de lluvia es alto por estar en una zona privilegiada. La segunda es que se necesita una participación tanto ciudadana comprometida y un gobierno que crea en este tipo de tecnología sustentable. Este programa consiste

en incentivar al ciudadano y a las industrias a captar el agua de lluvia que cae sobre sus techos, usando para ello sistemas que van desde captar con cubetas hasta la implementación de sistemas más sofisticados.

b) Programa de aprovechamiento de Manantiales

No solo hay que proteger a los manantiales, sino recuperar los caudales que actualmente se vierten a los drenajes. Este equipamiento consiste en la construcción de cisternas y bombas para distribuir el agua a zonas carentes del vital líquido.

c) Programa de Recarga de Acuíferos

Este programa apunta a proteger las zonas de infiltración de las construcciones y la implementación de tecnologías apropiadas que permitan la recarga de los mantos acuíferos. Es necesario realizar un estudio que determine las zonas de infiltración de la ZCG, para restringir la construcción de edificaciones o banquetas. Por otro lado, también es importante valorar que áreas de infiltración pueden ser recuperables. Se necesita aplicar tecnologías de infiltración; el tipo de tecnología dependerá del sitio.

IV. 4.1.3.3 Programas de Saneamiento

Se desprenden las líneas de alejamiento y saneamiento:

a) Programa de Restauración de Ríos.

Este programa contempla tres acciones concretas: el cierre total de las descargas de aguas residuales a los ríos Santiago y Verde; la restauración de los ríos desde sus lechos y sus ecosistemas; y la implementación de un sistema de vigilancia eficaz que impida las descargas clandestinas. Este programa también es uno de los más ambiciosos, no tan solo por la complejidad técnica que amerita o su costo, sino por el ataque directo a la corrupción que permite tan grave contaminación.

b) Programa de Rehabilitación de Colectores y construcción de nuevos

Actualmente se cuenta con una red colectores con más de 50 años de antigüedad. Este programa evaluará cada uno de los colectores principales para tomar la decisión de rehabilitarlos o renovarlos en su totalidad. En este programa también se considera la construcción del drenaje profundo que permita el desalojo rápido de las aguas combinadas. Este programa tiene una relación directa con varios programas, tales como el programa de captación de agua de lluvia a nivel doméstico, el de manejo de aguas pluviales urbanas y el de recarga de mantos acuíferos, ya que estos caudales captados no entrarían a la red de colectores, de esta manera aliviándola.

c) Programa de manejo de agua pluviales urbanas

Este programa proyecta las obras de retención en las partes altas de las cuencas que permiten el almacenamiento de agua pluvial. Con ello se retrasa la introducción del

agua pluvial a los colectores, hecho que provoca inundaciones aguas abajo. Con este fin se construirían colectores pluviales parciales que condujeran las aguas pluviales a las obras de retención. Con estas obras y su automatización estaría entrando en operación el sistema manejo de aguas pluviales, que controlaría el desempeño de las obras, tanto en su capacidad de retención como de conducción.

d) Programa de saneamiento integral por cuencas

El programa contempla tres rubros importantes; el tratamiento descentralizado por cuencas; el re-uso de aguas negras local y por zonas, y la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales con el sistema tradicional. El tratamiento descentralizado consiste en utilizar sistemas de tratamiento biotecnológicos en las casas o fraccionamientos para disminuir la carga de contaminantes en el agua para facilitar su re-uso, así como entregar agua de mejor calidad al sistema sanitario. Otra línea de acción es la construcción de plantas de tratamiento con tecnologías naturales por cuenca, para abatir el costo de tratamiento de grandes caudales de aguas residuales. Por último, sería necesaria la construcción de plantas más grandes con la tecnología tradicional que es costosa, tanto en la inversión como por su mantenimiento.

IV. 4.1.3.4 Programas de calidad de agua

a) Programa de monitoreo de calidad de agua potable

Hoy en día la calidad del agua potable de la Z.C.G no es la mejor. Su calidad es aceptable para usos domésticos, pero no para tomar. En este sentido, el programa pretende elevar la calidad del agua desde su captación hasta su entrega. Una vez que se hayan reparado las redes de agua potable y las líneas de conducción, se podrá implementar este programa.

b) Programa de monitoreo de calidad de aguas residuales

Reducida la carga contaminante del agua a través del programa de saneamiento, se deberá poner en práctica el programa de monitoreo de la calidad de las aguas de desecho para detectar cualquier tipo de contaminante nocivo al medio ambiente y la salud pública.

Mediante estos programas técnicos se pretende llevar al efecto el S.H.S, como se muestra en la figura 4.15.



Elaborado por el Mtro. J. Arturo Gleason E.

Figura 4.15 Sistema Hidráulico Sustentable

IV. 4.2 Línea de Gestión

No es fácil transitar de la actual gestión pública del agua hacia la GUSA, máxime cuando las actuales autoridades carecen de una formación sólida fundada en los principios y valores de la sustentabilidad. Se requiere reformar la gestión pública del agua para lograr la NGA; si las dependencias que manejan el agua no cambian, será casi imposible ver un cambio. . En la gran mayoría de quienes toman las actuales decisiones del sector hidráulico del país, prevalece el enfoque de la oferta, sin que tomen mucho en cuenta el enfoque de la gestión eficiente de la demanda. Su esfuerzo principal radica en conseguir financiamiento para construir grandes obras hidráulicas que aumenten la oferta, más que en invertir en mejorar el funcionamiento de las instituciones para un manejo eficiente de la demanda.

Como ya vimos en el capítulo del diagnóstico, en la mayoría de los casos estos órganos públicos se han visto rebasados por la magnitud de los problemas que enfrentan cotidianamente. No se pueden desconocer algunos esfuerzos hechos para fortalecer las instituciones, pero hasta este momento la necesidad sobrepasa en mucho la capacidad de respuesta institucional. Por ello se requiere de una nueva capacidad para que las instituciones puedan transformarse y brindar un servicio sustentable. Esta capacidad se llamará *capacidad institucional* (CI). Esta nueva capacidad tendrá un impacto importante en el marco legal y fomentará la creación de un sistema de incentivos para sentar las bases

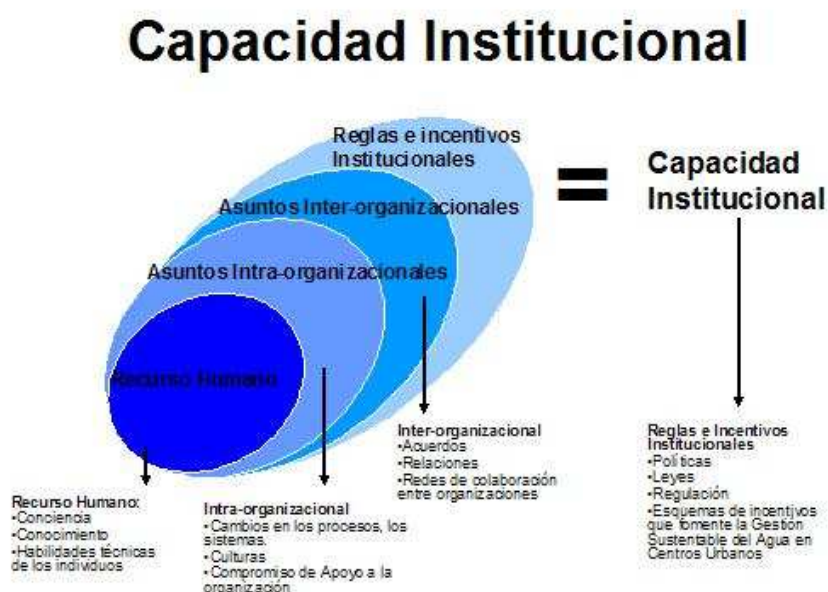
de la transformación de la gobernabilidad del agua. Más adelante se comentará más acerca de estos puntos.

IV. 4.2.1 Capacidad Institucional

La CI es esencial para la formación de estrategias coherentes para la reforma de la gestión del agua. El objetivo del CI es identificar las limitaciones que impiden el desarrollo de la capacidad de construcción de intervenciones necesarias para lograr los cambios. (Grindle y Hilderbrand, 1995). De nueva cuenta se presenta el esquema de la CI en la figura 4.16, que se mostró en el capítulo del marco teórico.

La CI es una herramienta de evaluación indispensable, sin embargo es un campo de investigación relativamente nuevo en la gestión urbana del agua. Hay varios esquemas conceptuales que describen la CI, sin embargo el modelo desarrollado más recientemente surgió de la literatura de la administración pública y la gestión urbana. Brown et al. (2006) presenta un modelo con cuatro esferas que muestran las capacidades con sus respectivos enlaces que buscan avanzar hacia la GUSA.

Las cuatro esferas de capacidad son los recursos humanos, la capacidad intra e inter organizacional y la capacidad de las reglas e incentivos externos. La capacidad de los recursos humanos consiste en el conocimiento, talento y motivación de los individuos. La capacidad interna de las organizaciones se refiere a la cultura organizacional, las prácticas de gestión y procedimientos. La capacidad entre organizaciones se refiere a las relaciones organizacionales que incluyen la comunicación y el intercambio de información. Por último, la capacidad de las reglas e incentivos externas relacionadas con lo legal, lo regulatorio y los instrumentos de política pública (Brown *et al.*, 2006).



Fuente: Brown, 2003 and Brown *et al* 2006

Figura 4.16 Capacidad Institucional (Brown, 2003 and Brown *et al* 2006).

IV. 4.2.2 Reorganización de las instituciones

Es vital la transformación a fondo de las instituciones que manejan el agua para lograr la NGA. Son las instituciones quienes tienen la responsabilidad de establecer las condiciones para desempeñar una función eficiente. Se requiere que se genere un proceso de transformación paulatina que se derive en una CI. Este proceso comienza en el recurso humano, que, con conciencia, conocimientos y habilidades técnicas podrá actuar de manera responsable en sus funciones. Aquí es donde las instituciones deben invertir tiempo y dinero para lograr un cambio real. Los seres humanos son el elemento más importante en la organización. Es necesario implementar un *Programa de Capacitación Continua* para todo el personal que fomente la superación intelectual de cada uno de los trabajadores. Desde el trabajador que todavía no cuenta con la secundaria o preparatoria hasta el trabajador que demanda mayor especialización.

También se debe considerar el cambio interior de las organizaciones, evaluando procesos, su dinámica cultural y su compromiso institucional. La inercia cultural al interior de las organizaciones crea círculos viciosos que inhiben el crecimiento y destierran la creatividad y la innovación.

El sistema normativo, más que restringir, debe incentivar. Normalmente se castiga y no se premia a quien realiza bien las cosas. Es fundamental motivar al individuo para que realice su trabajo con eficiencia. Por ello será necesario crear un sistema de incentivos para que los gestores del agua puedan convertirse en agentes de cambio, y no en obstáculos para la gestión. Un gestor público consciente de su gran responsabilidad, así como altamente motivado, se convertirá en un agente de cambio, necesario para la transformación del sector hidráulico. Trabajadores capacitados, motivados y comprometidos son los que requieren las instituciones, junto con un sistema administrativo sólido y transparente. Por lo tanto, para lograr una reforma de fondo en la gestión pública del agua, será necesario generar nuevas capacidades y fortalecer las que ya se aplican al sistema de manera adecuada. Con este conjunto de capacidades se podrá generar una CI que le de fuerza a la institución para responder a las demandas de la sociedad.

La falta de equidad entre los trabajadores de los diversos niveles, propicia desánimo y a la vez una falta de identidad y compromiso con la institución. Los trabajadores de la institución deben ponerse la camiseta para lograr una gestión eficiente, pero no lo harán si prevalece un sistema de privilegios inequitativos. La institución debe generar un ambiente de trabajo en equipo, en donde el ganar-ganar sea una constante.

La ausencia de coordinación entre instituciones como ya vimos, es un obstáculo para lograr una gestión eficiente. La comunicación y la colaboración entre las instituciones son las vías para lograr una coordinación eficiente. Es a través de las redes entre organizaciones como se podrá tener mayor intercambio de información de las problemáticas, así como un mayor potencial de respuesta ante problemas complejos.

En el cuadro 4.2 se muestran las capacidades por esfera para llevar a cabo la GUSA.

Esfera	Capacidades
Reglas e incentivos	<ul style="list-style-type: none"> - Existe un serio compromiso gubernamental (liderazgo político) para la implementación de la GUSA. - Existen mecanismos eficientes de participación ciudadana. - Existe una legislación holística que provee un marco para la GUSA. - Los roles y las responsabilidades son claros y están definidos para todas las organizaciones. - Las herramientas de regulación y de política pública incentivan la GUSA.
Inter-Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> - Están presentes los arreglos de colaboración entre el gobierno estatal y federal. - Existen mecanismos para la coordinación efectiva y la cooperación entre las organizaciones verticales y horizontales. - La información sobre el agua urbana es compartida y difundida entre las organizaciones verticales y horizontales. - Se desarrollan alianzas de investigación con las universidades locales.
Intra-Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> - Las organizaciones cuentan con personal calificado para llevar a cabo las acciones técnicas y cuenta con la información necesaria para actuar. - La organización provee entrenamiento para todo su personal. - La organización es competente en su gestión financiera. - La organización tiene un adecuado conocimiento técnico-científico. - La organización incentiva la innovación.
Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> - El staff tiene talentos y conocimientos para llevar a cabo tareas y pueden entender relevante información para utilizarla apropiadamente. - El staff está calificado para realizar tareas. - El staff practica la innovación. - El staff demuestra liderazgo. - El staff está al pendiente de oportunidades accesibles.

Elaborado por Mtro. J. Arturo Gleason E.

Cuadro 4.2 Capacidades para la implementación de la GUSA

IV. 4.2.3 Reforma de leyes

La transformación de las reglas y la creación de incentivos no deben quedarse al interior de las instituciones que manejan el agua. Se debe observar la conducta de estas organizaciones con la sociedad, no solo como entes reguladores y punitivos, sino también como motivadores y facilitadores. El problema de agua es diverso y complejo, por lo que requiere la participación de todos los actores de la sociedad para lograr soluciones integrales. La legislación de la participación de los ciudadanos en la planeación y gestión, la cual debe conformarse a la realidad local, y no solo convertirse en un requisito a cumplir en los procesos de toma de decisiones. Por todo lo anterior se proponen las siguientes como áreas normativas para lograr la gobernabilidad del agua.

IV. 4.2.3.1 Redefinición de la relación entre gobierno y sociedad

Como se comentó, la colaboración y coordinación entre las instituciones es importante para brindar un mejor servicio, pero también es importante redefinir la relación que éstas guardan con la sociedad. Se ha visto un distanciamiento entre ellas y los ciudadanos, ya sea por apatía del ciudadano, o por marginación deliberada del gobierno. Para lo anterior se debe considerar que la participación del gobierno no debe ser solo regulatoria, sino también propiciar condiciones que generen cambios. En la ley debe prevalecer un espíritu propositivo, donde el gobierno no facilite el diálogo y la colaboración. La ley debe orientarse a que el ente de gobierno propicie el trabajo en equipo

Si el individuo se transforma, la organización podrá cambiar, logrando no sólo en otras organizaciones, sino un reajuste en las leyes que regulan el sector hidráulico. Es a partir de la necesidad del ciudadano que se justifica el ajuste del marco jurídico. Estas leyes deben regular no tan solo los usos y costumbres de la población, sino crear instituciones que respondan al compromiso de llevar a la práctica una GUSA. Sobresale el hecho de que se requiere también implantar un sistema de incentivos que fomente la participación voluntaria del individuo.

IV. 4.2.3.2 Sistema de incentivos para la participación ciudadana

El enfoque sustentable necesita de la participación comprometida de los ciudadanos. Pero ¿qué motiva al ciudadano a cambiar su visión sobre el manejo tradicional del agua? Un ejemplo es si el ciudadano consume menos agua por medio de las tecnologías sustentables, ¿qué tipo de gratificación se le puede otorgar? En otros países la exención de ciertos impuestos fiscales a cambio de la implementación de tecnologías sustentables es un incentivo muy fuerte para que la ciudadanía. Por lo tanto, se debe diseñar un sistema de incentivos fiscales que motiven al contribuyente a invertir en sistemas de aprovechamiento y conservación de agua.

IV. 4.2.3.3 Reglamentos de Construcción

Se debe analizar la reglamentación actual de construcción para reorientarla hacia la sustentabilidad. Estas reformas deben permitir la aplicación de nuevas tecnologías sustentables en las nuevas zonas de desarrollo habitacional. Separar el drenaje sanitario del pluvial, la construcción de pozos de infiltración, el re-uso de aguas negras y grises son algunas alternativas que pueden en la planeación de los nuevos fraccionamientos. También

se debe reglamentar la implementación de sistemas hidráulicos sustentables en las nuevas viviendas, como sistemas domésticos de captación de agua de lluvia, sistemas de aguas grises, y tratamiento biotecnológico de aguas servidas. Conforme la escasez aumente, será necesario considerar la posibilidad de su implementación, y la reglamentación a este respecto no tardará en ser discutida y aplicada.

IV. 4.3 Línea Social

El aspecto social es un brazo imprescindible para lograr la NGA. Dentro de los aspectos sociales más sobresalientes está la participación ciudadana en la gestión del agua. Como ya se ha comentado, este aspecto se pasa por lo alto en los procesos de planeación. Sin embargo, hemos visto que la gestión integral de los recursos hídricos (GIRH.) hace incapié en la participación ciudadana en los procesos de planeación. Asimismo, la teoría de planeación Comunicativa o Colaborativa (PLC) de Healey (2002) establece que esta metodología, es un esfuerzo por encontrar una vía para que la planeación avance en un contexto. Dicho contexto se caracteriza por un orden social que cambia con rapidez; es un estilo alternativo estrechamente vinculado con las nociones de democracia y progreso, que contribuye a la construcción de una nueva capacidad institucional con mayores posibilidades de acción. Esto fomentará más y mejores alternativas de pensamiento y acción en torno a situaciones concretas. La PLC reconoce la diversidad y el cambio que es producto de la dinámica del mundo real y hace énfasis en la generación de alternativas de acción desde una perspectiva colaborativa, en lugar de carácter de comando y control, característico de las instituciones basadas en la racionalidad instrumental (Healey, 1998)

IV. 4.3.1 Participación ciudadana

Actualmente es escasa la participación de los ciudadanos en los procesos de planeación y gestión del agua en la ZCG. Por ello se pretende que la ciudadanía desempeñe una función activa como ente informado y consciente de lo que sucede, para poder colaborar en la solución de los problemas. El principal obstáculo para lo anterior es la ignorancia que propicia la apatía y el desinterés. Desde luego, también existe una profunda decepción en el sistema político mexicano a causa de la corrupción, que la motiva a no creer en la posibilidad de algún cambio. Ante tal situación, es meta prioritaria que el ciudadano tome conciencia de la problemática y de la necesidad de participar en su solución. Un ciudadano consciente e informado es un recurso imprescindible para revertir la situación. En esa virtud, el ciudadano debe conocer la problemática, las alternativas y sus obligaciones y derechos, lo que se puede lograr con programas educativos que sensibilicen al ciudadano de lo motiven a intervenir en la solución de estos problemas. A continuación se presentan las líneas de trabajo en este rubro.

IV. 4.3.2 Educación

A. Programas de Educación a nivel preescolar y básico

La capacitación de los profesores en el cuidado y conservación del agua a nivel preescolar, de primaria y secundaria, es un punto de partida para la toma de conciencia de la sociedad. Los profesores se convierten en elementos claves, ya que tienen influencia en los alumnos,

que a su vez pueden influir en su entorno familiar mientras se preparan para vivir un nuevo de estilo de vida sustentable de forma natural. El papel de las instituciones educativas es estratégico para detonar la dinámica del cambio ambiental. Esto se puede lograr mediante tres acciones específicas: la capacitación de los profesores; la inclusión de temas ambientales en los programas educativos; y la instalación de sistemas sustentables en los planteles educativos, que pueden ser diseñados y construidos por profesores y estudiantes con asesoría técnica. Los conocimientos obtenidos en el aula pueden ser complementados con visitas a las instalaciones del sistema hidráulico. Si la escuela cambia, el entorno puede potencialmente cambiar.

B. Participación Universitaria

Es de especial importancia la educación y participación de los niveles medio y medio superior. En estos niveles existe mayor especialización y mayor acceso a la información. La propuesta radica en tres áreas; reforma de los planes de estudio, la creación de programas de servicio social y la investigación aplicada. Los programas educativos de toda las carreras universitarias deben incluir en cierta medida temas ambientales. Esto propiciará el estudio a fondo de los problemas y estimulará a los universitarios a colaborar desde su área de especialización. Una vez que los planes de estudio se hayan reformado, se podrán traducir a programas de servicio social en dos sentidos:

- Los alumnos pueden capacitar a la ciudadanía, en especial a los de bajo recursos, en cómo cuidar y conservar el agua.
- Las carreras como arquitectura, urbanismo, ingeniería, biología, y otras, pueden asesorar a la población en la instalación de sistemas sustentables en las casas.
- La investigación universitaria puede desarrollar modelos, estrategias, programas de conservación y uso eficiente del agua bajo diferentes perspectivas.

Si la universidad asume su deber social como ente de difusión de la cultura, se convertirá en una palanca valiosa para el cambio en la gestión del agua.

Por otro lado, el gobierno tiene en la universidad pública un apoyo estratégico para la toma de decisiones. La universidad pública cuenta con personal capacitado y herramientas especializadas para colaborar en los procesos de planeación y gestión. La universidad se convierte en un consultor social calificado.

C. Programa de Capacitación en las colonias

Las amas de casa juegan un papel importante en la gestión del agua, tal como lo dice uno de los principios establecidos en la declaración de Dublin. Es sabido que las amas de casa tienen más contacto con el agua que cualquier otro miembro de la familia, y los hábitos en el manejo pueden cambiar, además de que como madre puede influir en el comportamiento de los hijos. Por esta razón, los programas de educación a la familia pueden enfocarse en capacitar a las madres. Estos programas de educación pueden ser llevados a cabo a través de la participación de universitarios que presten su servicio social o voluntarios con el apoyo del gobierno local. Las asociaciones de colonos son canales estratégicos para la implementación de dichos programas.

D. Campañas Mediáticas

Por lo general, se relaciona el cambio de cultura de agua con campañas mediáticas que motivan al ciudadano a cuidar el agua. Sin embargo, no es suficiente este impacto mediático, si no existen las acciones que ya hemos comentado, si realmente se quiere un cambio de fondo y no de forma. Las campañas informativas son una herramienta de apoyo a los programas educativos, pero no será la directriz principal del cambio de cultura de manejo del agua. Estas campañas se realizarán mediante la televisión, radio, internet y folletos.

IV. 5 Plan Hidráulico Sustentable

Como resultado del diseño de la PPS basada en los aspectos técnicos, de gestión y sociales se conformará el *plan de hidráulico sustentable (PHS)*, que es el instrumento encargado de las acciones necesarias para:

- 1) Corregir el sistema actual y aprovechar los caudales de agua que actualmente se pierden.
- 2) La reforma organizacional de las instituciones que manejan el agua.
- 3) La reforma del marco jurídico que permita la puesta en práctica del nuevo orden.
- 4) La consecución de un sistema de participación ciudadana que garantice la inclusión de los intereses de los ciudadanos en el PHS
- 5) Y que finalmente establezca las bases para una GUSA

De esta manera, al margen de que en cada periodo gubernamental se tenga que diseñar un plan hidráulico, la planeación y gestión con orientación sustentable motivará el cambio en la cultura del manejo del agua en la ZCG. No es tarea fácil, pero a través de este trabajo de investigación se busca dejar un antecedente para la reorientar la gestión del agua, de modo que responda a las necesidades actuales y futuras.

IV. 6 Propuesta de una Nueva Estructura Del Sistema Operador

El propósito de la realización de este apartado es definir una estructura del sistema operador mediante la cual se lleve a cabo la implementación del modelo de gestión y planeación del sistema hidráulico de la ZCG orientado hacia la sustentabilidad. El proceso y la toma de decisión para determinar qué estructura proponer fueron complejos. Por lo tanto, se propone una estructura que tome en cuenta las fortalezas del sistema, oportunidades, sus debilidades y amenazas.

Para realizar esta propuesta de la nueva estructura del SIAPA, se realizó un estudio comparativo de este sistema con otros sistemas operadores en sitios y situaciones diferentes. El primer sistema que se tomó fue el de Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM) que ha sobresalido a nivel nacional por su eficiente gestión; y en segundo lugar se tomó caso del sistema operador de Sidney (Sydney Water) que ha destacado a nivel internacional por implantar una gestión sustentable en la capital australiana en un contexto de escasez.

¿Cuál fue el criterio para seleccionar estas dos experiencias? En primer término, estas concentraciones urbanas, tienen una población similar (4 millones), demandan el suministro de agua de manera emergente. Las tres son megaciudades y enfrentan problemas urbanos similares. No son capitales nacionales y por lo tanto van a la zaga en la asignación de recursos federales. Enfrentan problemas de escasez de agua. Además que se tomó en cuenta la facilidad de obtener información de primera mano. Fue determinante para la selección de los casos las visitas que se realizaron a la ciudad de Monterrey y Sidney.

El criterio para elegir la ciudad de Monterrey se basó en la necesidad de comparar el caso de Guadalajara con otro que tuviera un contexto cultural similar. Tradicionalmente Monterrey es una ciudad vanguardista, industrial, con un fuerte liderazgo empresarial y académico. En la gestión del gobernador Natividad González, la política pública en recursos hídricos se caracterizó por convertir a la capital nuevoleonés en la ciudad del conocimiento que lleva a cabo la gestión sustentable del agua. El SADM tiene reconocimiento a nivel nacional en la gestión urbana del agua, por lo cual la constituye como un excelente ejemplo para las urbes mexicanas. No se debe olvidar que históricamente este sistema operador ha estado a la vanguardia en el sector hídrico por muchos años.

Con respecto al caso internacional, se eligió el caso de Australia por el éxito que ha logrado en la implementación de la GUSA impulsada por las políticas públicas sustentables del gobierno federal y por la entusiasta participación de la ciudadanía.

De esta manera se presentan estas experiencias para tener una visión general de tres diferentes formas de manejar el agua, para compararlas y entresacar lo mejor de las mismas. El objetivo es diseñar una estructura organizacional que pueda responder al desafío de implementar una GUSA. Por lo tanto, para realizar el estudio comparativo, se planteará en primer término, la descripción general de la estructura de SIAPA, definiendo algunas funciones básicas contenidos en su Reglamento Orgánico. También se hace un análisis del informe de actividades del 2007 y 2008, y se recolectan experiencias directas de algunos funcionarios y trabajadores del sistema operador. En segundo término se aplicará el mismo procedimiento para el SADM y para Sydney Water". Las fuentes de información se tomaron de las páginas webs, las memorias del IV Congreso de Captación

de agua de lluvia en el 2007 y también al informe de actividades del 2008. Para terminar el estudio, se hará una reflexión sobre los factores de éxito y fracaso en la implementación de la GUSA en ambos casos.

IV. 6.1 Estudio comparativo de SIAPA, SADM Y SYDNEY WATER

Se comenzará por describir las funciones básicas del SIAPA y analizar su informe de actividades del año 2007. Luego se analizarán las funciones y estructura del SADM y Sydney Water, observando con cuidado las estrategias sustentables aplicadas a la zona metropolitana de Sidney.

IV. 6.1.1 Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA)

El SIAPA es el organismo operador de gestionar el sistema hidráulico que capta, conduce, potabiliza, distribuye, drena y trata el agua que se utiliza en la ZCG⁶. El SIAPA plantea como su misión: *“Suministrar los servicios de agua potable y alcantarillado para los habitantes de los municipios de la ZCG que forman parte del convenio de asociación. Cumpliendo nuestros procesos con los más altos estándares de calidad; con sentido de equidad y responsabilidad social, en la explotación del agua, su tratamiento y disposición final; mediante un manejo honesto y efectivo de los recursos financieros, materiales y de su capital humano”*⁷. Y como su visión: *“Ser reconocidos como un organismo operador de agua que cumpla con los más exigentes estándares de calidad mundial para el año 2012, brindando una cobertura total y de excelencia en nuestra área de responsabilidad”*.

IV. 6.1.1.1 Organización

IV. 6.1.1.1.1 Consejo Administrativo

El SIAPA se encuentra organizado de manera general por un Consejo Administrativo que es el órgano de rector, que delega en el director general la dirección de las diferentes actividades del organismo, dependiendo directamente de él, los departamentos jurídico y de comunicación social. De la dirección general se desprenden 10 gerencias: administrativa, técnica, producción, agua potable y alcantarillado, saneamiento, comercial, tecnologías de Información, desarrollo organizacional y finanzas. Estas gerencias tienen a su cargo varios departamentos, y estos a su vez coordinan secciones. En la figura 4.17 se observa el organigrama de la institución y con de cuadros de colores se señala el tipo de actividad a la que se enfocan como: la planeación, el soporte administrativo y de operación. A continuación se describen de manera general los objetivos principales de la dirección general y de las gerencias.

⁶ Con fundamento en el Convenio de Asociación Intermunicipal para la prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado, Tratamiento y Disposición Final de las Aguas Residuales que celebraron los presidentes municipales de Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá y Zapopan publicado el 06 de junio de 2002.

⁷ Sitio web de SIAPA <http://www.siapa.gob.mx> Información extraída el 15 de enero de 2009.

IV. 6.1.1.1.2 Dirección General

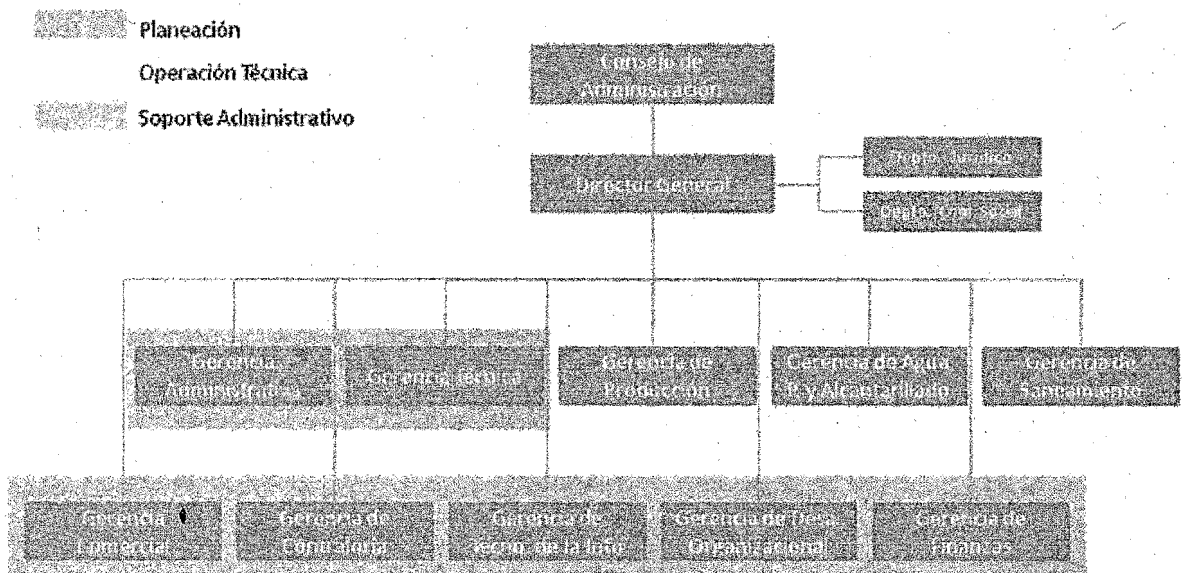
Dirigir las diferentes actividades del organismo, para proporcionar los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en la zona de cobertura del SIAPA. Áreas que dependen de la dirección: departamento de comunicación social y departamento jurídico.

IV. 6.1.1.1.3 Gerencia Administrativa

Asegurar que todas las áreas del Organismo cuenten de manera oportuna con los recursos necesarios autorizados, tanto humanos como materiales para desarrollar sus labores. Área bajo su cargo: departamento de recursos Humanos, departamento de patrimonio, departamento de servicios administrativos y departamento de compras.

IV. 6.1.1.1.4 Gerencia Técnica

Planear y programar las obras de infraestructura hidráulica, en coordinación con las instancias competentes, para satisfacer la demanda de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento; coordinar los programas de ahorro y uso eficiente del agua y crear en la población una nueva cultura del agua. Áreas bajo su cargo: departamento de ingeniería (estudios y proyectos), departamento de Obras (Ejecución y Supervisión) departamento de programas especiales, departamento de hidrología.



Fuente: Esquema elaborado por el intro. J. Arturo Gleason con información del SIAPA

Figura 4.17 Organigrama del SIAPA

IV. 6.1.1.1.5 Gerencia de Producción

Extraer, Conducir, Potabilizar y Suministrar los volúmenes de los sistemas de agua en bloque y garantizar que su ingreso a las diferentes Plantas Potabilizadoras se realice en forma adecuada; tratarlos y vigilar el cumplimiento de las normas establecidas para el

consumo humano. Las áreas bajo su cargo son: departamento de abastecimiento, y departamento de potabilización.

IV. 6.1.1.1.6 Gerencia de Agua Potable y Alcantarillado

Distribuir eficientemente los volúmenes disponibles de acuerdo a la demanda de agua potable y el mantenimiento de los equipos de la infraestructura hidráulica, equipos de bombeo y obra civil. Áreas bajo su cargo: departamento de distribución, departamento de mantenimiento de redes, departamento de mantenimiento de plantas y pozos, departamento de alcantarillado, departamento de modelaje de redes de agua potable y alcantarillado.

IV. 6.1.1.1.7 Gerencia de Saneamiento

Desalojar y sanear las aguas residuales y dar mantenimiento a la infraestructura sanitaria. Aquí solo está bajo su cargo el departamento de calidad de agua potable y residual.

IV. 6.1.1.1.8 Gerencia Comercial

Garantizar a los usuarios un servicio eficiente y ágil, mediante la constante actualización del padrón, la aplicación de las disposiciones tarifarias vigentes y la implementación de los sistemas de facturación adecuados; asegurar la recuperación de la cartera por cobrar y del rezago de los usuarios. Solamente está bajo su cargo el Departamento de Medidores, además 4 subgerencias ubicadas en la AMG donde se cobra y factura a los usuarios.

IV. 6.1.1.1.9 Gerencia de Contraloría

Vigilar, fiscalizar y controlar los ingresos, gastos, recursos y obligaciones del SIAPA; planear y coordinar programas de mejora institucional. Los departamentos a su cargo son: el de auditoría administrativa y financiera, de auditoría a obras y contratos y el de transparencia y atención ciudadana.

IV. 6.1.1.1.10 Gerencia de Tecnologías de Información

Coordinar, tanto los sistemas de información que se proporcionan a las áreas usuarias del organismo, como el sistema de red y telecomunicaciones; custodiar la información e investigar constantemente las nuevas tecnologías que podrían beneficiar al organismo. Los departamentos bajo su cargo son: el de centro de competencia SAP, soporte operativo y el de infraestructura y seguridad.

IV. 6.1.1.1.11 Gerencia de Desarrollo Organizacional

Implementar, estandarizar, optimizar y supervisar las herramientas, sistemas y controles que permitan al organismo efectuar procesos administrativos eficientes y eficaces, así como brindar un excelente servicio a los usuarios. Las áreas bajo su cargo son: el departamento de planeación y el departamento de innovación y mejora de servicios.

IV. 6.1.1.1.12 Gerencia de Finanzas

Facilitar la toma de decisiones mediante la promoción del uso de instrumentos y prácticas administrativas efectivas; la presupuestación y asignación de los recursos de la Institución;

y el adecuado mejoramiento de los sistemas de información. El área a su cargo es el departamento de tesorería.

IV. 6.1.1.2 Informe de actividades del SIAPA en el año 2007⁸

Las actividades que llevó a cabo el SIAPA durante este año se basaron en cinco ejes rectores: El agua como derecho y generador de desarrollo; sustentabilidad ambiental; honestidad y transparencia; efectividad administrativa y calidad total en la operación y servicios. En el eje del agua como derecho y generador de desarrollo se busca dar cobertura total de los servicios hidrosanitarios para cada uno de los habitantes, y establece que si la ciudad no cuenta con ellos, el desarrollo económico se detiene. En el segundo eje el organismo pretende que todas las actividades que se lleven a cabo en materia de proyectos, obras, factibilidades, exploraciones y explotaciones tengan como premisa la sustentabilidad ambiental. El tercer eje rector el SIAPA asume un compromiso pleno con estos principios de Honestidad y Transparencia para todas las actividades que lleva al cabo, sabiendo que con una apertura total con la sociedad se tendrá garantizado un acercamiento pleno con ella. En el cuarto eje rector se busca lograr cumplimiento óptimo de ciento por ciento de los objetivos planteados, para satisfacer plenamente las expectativas de los usuarios. Por último, el quinto eje rector adopta el compromiso de reunir todos los requisitos, requerimientos técnicos y los estándares de calidad para lograr la calidad total en la operación y servicios. Las cinco directrices constituyen el marco de análisis en que se presentarán y analizarán las actividades registradas en el año 2007 y 2008.

En el eje Agua como derecho y generador de desarrollo, en general describe la forma en que se realiza la cobertura actual que el organismo, principalmente en materia de suministro, así como la construcción de infraestructura nueva para incrementar la oferta de agua. También se reportan las acciones para la sustitución y reparación de redes de agua potable, mantenimiento de la infraestructura ya existente, además se informa sobre la construcción de obras para resolver las inundaciones y la sustitución de redes hidrosanitarias.

Por su parte, el eje rector de Sustentabilidad informa de las actividades realizadas para promover la cultura del agua en escuelas, museos, empresas, eventos especiales, fomentando la conciencia de la situación de los recursos hídricos a nivel internacional, nacional, local; y presentando la forma en que se manejan en los recursos hídricos para servir a la comunidad. El eje menciona también la incorporación áreas urbanizadas a la Zona Metropolitana, lo que incide a su vez en la incorporación de nuevos sistemas. Se destaca además, la rehabilitación de los pozos como forma de contrarrestar el abatimiento de los pozos. Además, informa de los procesos de licitación para la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales para la ZCG, así como del re-uso de aguas tratadas por las únicas dos plantas construidas, que se venden a diversas instituciones. En el mantenimiento se incluyen las actividades relacionadas con el desazolve de bocas de tormenta, la rehabilitación y sustitución de redes de alcantarillado y bocas de tormenta, y el mantenimiento de la red alcantarillado con tecnología especializada. Por último, informa sobre las campañas de sensibilización relacionadas con la problemática del agua y campañas para aprovechar el descuento al hacer el pago estimado anual.

⁸ SIAPA (2008) Informe de Actividades de SIAPA 2007. Guadalajara, Jalisco

El eje de Honestidad y transparencia informa sobre los trabajos de mejoras a la página web para brindar mayor información. e detalla el número de solicitudes de información que fueron requeridas y atendidas. Sobresale el hecho de la creación del departamento de auditorías de obras y contratos para que la adjudicación de las obras se apegue a la normatividad vigente. Destacan los esfuerzos en cuestión del mejoramiento de los reglamentos internos. Por último, la fiscalización se ejecutó por conducto del programa anual de auditoría en las áreas de mayor riesgo de fraudes e irregularidades para el organismo.

El eje de Efectividad administrativa es uno de los ejes que el organismo ha puesto más atención, por lo que se informa un número importante acciones. En primera lugar, se realizaron acciones para reducir costos tanto en el consumo de energía eléctrica como en el consumo sustancias químicas. Se abordó el tema de la planeación estratégica como herramienta clave para definir el rumbo del organismo. Con este propósito se realizaron diversos talleres en cada una de las gerencias. Se elaboraron manuales de procedimientos y organización para buscar la acreditación de las gerencias de saneamiento y comercial ante las entidades correspondientes. Para lograr la eficiencia en materia financiera se realizó el rediseño en el proceso de expedición de factibilidades, reestructuración de la deuda, depuración de cuentas morosas, elevación del indicador de eficiencia comercial, la macromedición, y la aplicación de tecnologías de la información para simplificar los procesos administrativos. En el eje de Calidad total en operación y servicios, con la consciencia de que la sociedad demanda calidad en los servicios, en este año se puso especial atención a la relación directa con el usuario y la ciudadanía en general. La mejora continua y el perfeccionamiento constante de los procesos, tecnología y capital humano, permitieron atender forma prioritaria este eje rector. Sobresalen acciones como mejorar la atención al usuario por línea telefónica.

IV. 6.1.2 Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM)

En el manual general de organización y servicios del organismo de Servicios De Agua y Drenaje de Monterrey, I.P.D., (SADM) se presenta su estructura orgánica precisando las áreas de responsabilidad, funciones y competencia de cada una de las unidades de primer nivel que integran este organismo operador.

Su misión es: “Prestar con eficiencia, calidad y transparencia, los servicios para el manejo integral del agua, con sentido de responsabilidad social, a través de esquemas de atención con sistemas modernos y simplificados, e impulsando la mejora continua de sus recursos humanos, para garantizar a la población de Nuevo León, la satisfacción de las necesidades presentes y futuras con respecto al agua, promoviendo su uso racional y sustentable”.

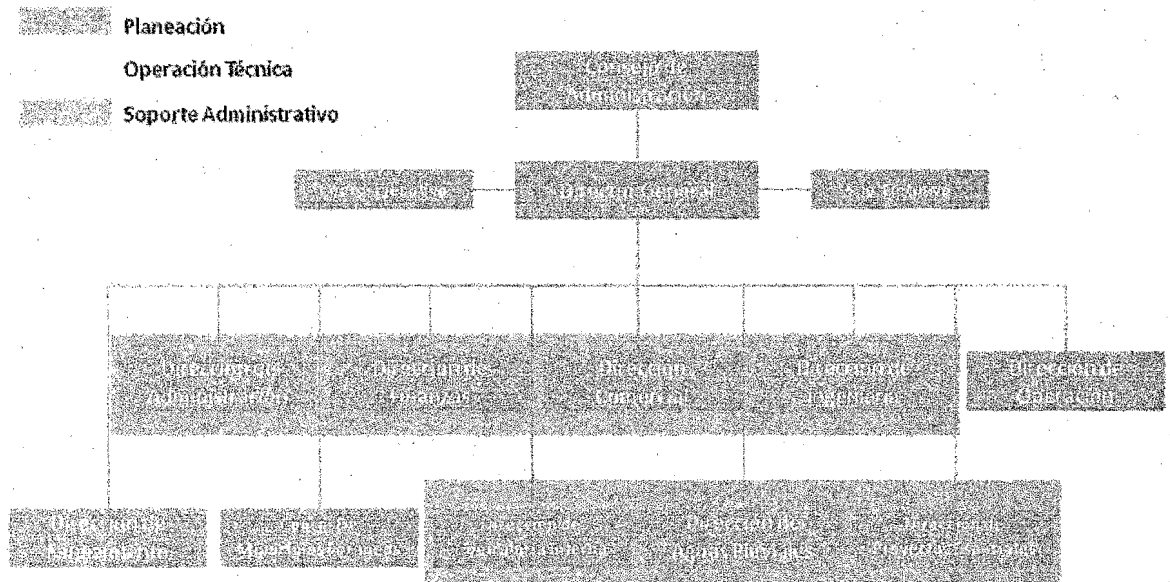
Y como visión: “En rumbo al 2021, continuar garantizando los servicios de agua a la comunidad de Nuevo León, con altos estándares de eficiencia en el manejo integral del recurso, manteniendo un sentido social y de compromiso con la transparencia, utilizando las mejores prácticas en materia de administración de los recursos humanos, materiales y financieros, buscando la mayor cobertura posible y con calidad de los mismos”.

Se promueve una política de Calidad basada en lograr una satisfacción de las necesidades del servicio que requieren los usuarios con excelencia y en un ambiente de mejora continua.

IV. 6.1.2.1 Organización

IV. 6.1.2.1.1 Consejo Administrativo

El SADM se encuentra organizado de manera general por un Consejo Administrativo que es el órgano de rector, cuyas funciones más importantes son: Enajenar o gravar los bienes inmuebles o inmovilizados que integran el patrimonio de la institución; expedir el reglamento relativo a la prestación de los servicios a su cargo y proponer y aplicar las tarifas respectivas. Este consejo delega en el director general la dirección de las diferentes actividades del organismo. De la dirección general se desprenden 10 direcciones: de administración, de finanzas, comercial, de ingeniería, de operación, de saneamiento, contraloría interna, de aguas pluviales, de proyectos especiales y una coordinación de municipios foráneos. A continuación se describen los objetivos principales de la dirección general y de las direcciones y en la figura 4.18 se puede observar el organigrama.



Fuente: Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey

Figura 4.18 Organigrama de SADM

IV. 6.1.2.1.2 Dirección general

Determinar, implantar y coordinar las estrategias y proyectos administrativos, financieros y de operación, asegurando la congruencia de los mismos con la visión y misión de la empresa, en su función de servicio a la comunidad.

IV. 6.1.2.1.3 Dirección de Administración

Promover la eficiente administración de los recursos humanos y materiales de la Institución, mediante el establecimiento de medidas de control y estándares de desempeño.

IV. 6.1.2.1.4 Dirección de Finanzas

Coordinar la planeación estratégica de la Institución para lograr el mejor equilibrio entre la optimización de los recursos financieros y el cumplimiento de los objetivos de la institución.

IV. 6.1.2.1.5 Dirección Comercial

Formular en coordinación con la Dirección General, las políticas institucionales y directrices del Área Comercial.

IV. 6.1.2.1.6 Dirección de Ingeniería

Planear el crecimiento de los sistemas de agua potable, drenaje sanitario, saneamiento, agua residual tratada y drenaje pluvial para satisfacer la demanda de los nuevos Usuarios a corto, mediano y largo plazo.

IV. 6.1.2.1.7 Dirección de Operación

Planear las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, drenaje sanitario y agua residual tratada, gestionando la aprobación de los recursos necesarios para cumplir con los objetivos.

IV. 6.1.2.1.8 Dirección de Saneamiento

Dirigir las actividades de saneamiento, garantizando el desempeño óptimo y efectivo de las unidades de tratamiento de aguas residuales del Estado.

IV. 6.1.2.1.9 Coordinación de Municipios Foráneos

Operar y administrar en forma eficiente y clara los sistemas de agua potable y alcantarillado, fuera del Área Metropolitana de Monterrey.

IV. 6.1.2.1.10 Dirección de Contraloría Interna

Inspeccionar, vigilar y supervisar el uso eficiente y transparente de los recursos institucionales mediante acciones de control preventivas y correctivas, cumpliendo con lo establecido en la legislación vigente que rige la función del organismo.

IV. 6.1.2.1.11 Dirección de Proyectos Especiales

Planear, organizar y desarrollar proyectos especiales con la participación multidisciplinaria de las diversas direcciones de la institución.

IV. 6.1.2.1.12 Dirección de Aguas Pluviales

Planear y estudiar las alternativas en coordinación con el área de proyectos de la dirección de ingeniería el crecimiento de los sistemas de drenaje pluvial, para satisfacer la demanda de los usuarios de la zona metropolitana de Monterrey a corto, mediano y largo plazo.

IV. 6.1.2.1.13 Instituto del Agua

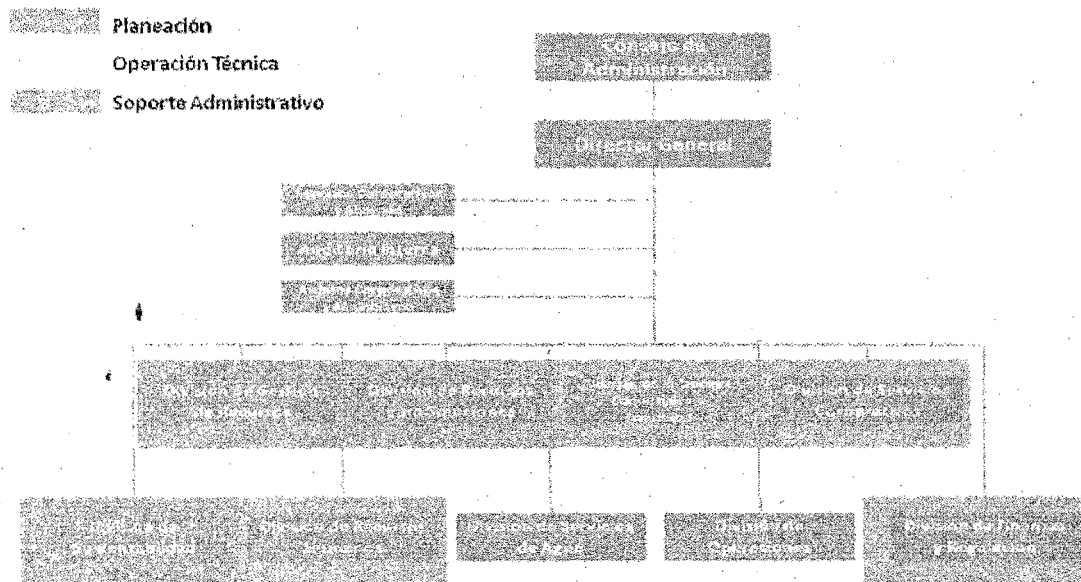
Su misión principal es contribuir al establecimiento de una Ciudad Internacional del Conocimiento mediante la integración y fomento de las actividades de investigación, desarrollo tecnológico y capacitación de los actores ligados al recurso agua en todas sus facetas, para mejorar la administración y cultura del agua en beneficio de la población del Estado de Nuevo León y del país.

IV. 6.1.3 Sydney Water

Es una empresa estatal que tiene como objetivo principal dotar de un servicio esencial y sustentable de agua para beneficio de la comunidad. Sydney Water suministra de agua potable y agua reciclada, da servicios tratamiento de aguas residuales y manejo de aguas pluviales a 4 millones de personas en Sídney a las regiones de Illawarra y de las Montañas Azules. Para lo anterior, este organismo emplea 3200 empleados y varios contratistas. Tiene tres objetivos principales que son: la protección de la salud y al medio ambiente y tener éxito comercial. Para alcanzarlos, tiene siete metas: proveer de agua potable limpia y segura; ayudar a desarrollar una ciudad eficiente; contribuir a la limpieza de las playas, océanos, ríos y puertos; ser eficiente en el uso de las fuentes de suministro; servir a los usuarios; desarrollar una fuerza trabajadora segura, capaz y comprometida; y ser eficiente en materia económica.

IV. 6.1.3.1 Organización

El organismo opera con consejo administrativo que delega la ejecución de las disposiciones a un director general, quien a su vez coordina el trabajo a través de divisiones que le están subordinadas. En la figura 4.19 se puede observar el organigrama de la institución.



Fuente: Sydney Water

Figura 4.19 Organigrama de Sydney Water

IV. 6.1.3.1.1 Consejo Administrativo

Tiene diez miembros y un presidente. Los ministros de estado que fungen como accionistas nombran al Presidente y los directores por un tiempo definido. El término del nombramiento no va más allá de 5 años. El director del Organismo es el único ejecutivo dentro del consejo. El consejo responde al gobierno de New South Wales. El consejo tiene cinco comités regulares: auditoría y riesgo, ambiental, finanzas, salud pública e investigación y remuneración

IV. 6.1.3.1.2 Director General

Se encarga de las operaciones diarias según las políticas generales y las direcciones específicas del consejo administrativo. Tiene la autoridad de delegar ciertos poderes y funciones a otras posiciones dentro del Organismo.

IV. 6.1.3.1.3 División de Gestión de Recursos

Planear y gestionar las inversiones en infraestructura de suministro de agua, tratamiento de aguas residuales, aguas tratadas y aguas pluviales. Esto significa nuevos activos para el crecimiento y la optimización del mantenimiento y el reemplazo de los activos existentes. Esta área también es responsable de la operación estratégica de las redes de agua, de agua residual, agua reciclada y agua pluvial.

IV. 6.1.3.1.4 División de Recursos para Soluciones

Buscar maneras innovadoras y efectivas en costos para entregar infraestructura y procurar bienes y servicios para el organismo. En particular, esta área es responsable de la entrega de un programa general de capital.

IV. 6.1.3.1.5 División de Relaciones Comerciales y con la Comunidad

Es responsable de las relaciones comerciales y de las relaciones con la comunidad, manejando a detalle su contacto con la sociedad y fortaleciendo la reputación del organismo.

IV. 6.1.3.1.6 División de Servicios Corporativos

Gestionar y entregar un ámbito de servicios de negocios claves para todas las divisiones del organismo. Incluye servicios compartidos, información tecnológica, seguros y gestión de riesgo.

IV. 6.1.3.1.7 División de Finanzas y Regulación

Proveer de análisis financiero, económico en todo el organismo. Coordina los informes a los accionistas, la regulación de los cuerpos y de otros accionistas externos.

IV. 6.1.3.1.8 División de Sustentabilidad

Desarrollar de planes estratégicos a largo plazo para suministro de agua, manejo de la demanda, los servicios integrados de reciclaje y de agua. Esta área también es responsable de la planeación y gestión ambiental y el programa de la investigación y desarrollo.

IV. 6.1.3.1.9 División de Recursos Humanos

Proveer de asesoría en recursos humanos así como estrategias para crear un ambiente de trabajo equitativo y gratificante.

IV. 6.1.3.1.10 División de Servicios de agua

Proveer servicios de mantenimiento y de construcción para la infraestructura de suministro, aguas residuales, aguas pluviales y recicladas.

IV. 6. 1. 3.11 División de Operaciones

Se encarga de dar tratamiento al agua cruda y al agua residual y monitorear el medio ambiente y la calidad de agua.

IV. 6.1.3.2 Informe de actividades de Sydney Water⁹

El informe gira alrededor de las metas mencionadas con anterioridad. Dentro de las actividades más sobresalientes se encuentran las que buscan lograr una ciudad eficiente en el manejo del agua. Las actividades son el re-uso y reciclaje que a través de sus sistemas presentan ahorro del 15% en consumo humano, las fugas que se mantuvieron abajo del 8.2% del agua entregada, la disminución en el consumo haciendo un manejo eficiente de la demanda aplicando programas específicos y restricciones. Otros hechos importantes son: la construcción de una planta desalinizadora que incrementará en un 15% el suministro de agua, y el ahorro del 12% en suministro de agua al re-usar el agua y el ahorro del 24% al aplicar programas de eficiencia con la instalación de dispositivos de ahorro en las casas y disminuyendo fugas en las escuelas públicas.

El gobierno australiano anunció el 30 de mayo del 2008¹⁰ que invertirá casi 13.000 millones de dólares en los próximos diez años para el Plan Agua para el Futuro, con el propósito de rediseñar la gestión del agua en el país. El objetivo es animar a los ciudadanos a instalar dispositivos de recolección de agua de lluvia. Se dedicarán 1.500 millones de dólares a asegurar el suministro de agua en las ciudades. La ministra de Agua y Cambio Climático, Penny Wong, precisó que se dedicarán 1.500 millones de dólares a asegurar el suministro de agua en las ciudades.

Un millón de dólares se destinará a crear plantas desalinizadoras para asegurar que las urbes de más de 50 000 habitantes tengan sistemas alternos de suministro. Parte del nuevo programa tendrá como objetivo animar a los ciudadanos a instalar dispositivos de recogida de lluvia y reciclaje de aguas grises o residuales. La cantidad de agua que cada año desaparece en la región en pérdidas y evaporación cada año, equivale a la consumida por todas las principales ciudades del país. Este plan es resultado de un debate que empezó bajo el anterior gobierno conservador de John Howard, que precedió al actual laborista de Kevin Rudd, durante una grave sequía que afectó a Australia en 2006 y 2007, y que parece se ha debilitado con la llegada del fenómeno de "El Niño" en 2008.

⁹ Sydney Water (2008) Annual Report Summary 2008, Sydney Australia.

¹⁰ EFE / MMT (2008) Australia invertirá casi 13 mil mdd para suministro de agua. El Informador. Obtenido el día 29 de abril de 2008.

IV. 6.2 Análisis comparativo de los tres organismos

Con la exposición de la estructura y las principales actividades que los organismos operadores han realizado se pretende hacer un análisis general. Por lo que se refiere a su naturaleza, se observa que los tres son organismos públicos, y existe sobre ellos una entidad gubernamental a la cual rinden cuentas. En los tres casos se establece como misión la básica de dotar de servicios de suministro y drenaje a sus comunidades con eficiencia y calidad. Sin embargo, los organismos de Monterrey y Sídney incluyen palabras como gestión integral y sustentabilidad, términos que no se observan en la misión de SIAPA, donde prevalece más un énfasis administrativo. Los términos relativos a la sustentabilidad y manejo integral predominan más en los documentos de los sistemas operadores de Monterrey y Sídney. La visión del organismo local de Guadalajara hace hincapié en convertirse en un sistema de calidad dando cobertura total; no obstante, no queda claro la relación que tiene esta visión con el medio ambiente. En el caso de Monterrey se destaca continuar dando servicio con un enfoque de manejo integral. Por lo que toca a Sídney, no se encontró su visión. Las funciones básicas de los tres sistemas es el suministro de agua potable y alejamiento de aguas residuales, pero sólo las experiencias de Monterrey y Sídney brindan el servicio de tratamiento de las aguas residuales. Además, el organismo de Sídney maneja aguas pluviales y recicladas a gran escala.

Se pueden hacer varias observaciones en cuanto a la estructura. El SIAPA cuenta con un director general y diez gerencias; el SADM desarrolla su trabajo con un director general y diez direcciones, y Sídney Water con un director y nueve divisiones. Lo primero que debemos mencionar es que los miembros que integran el consejo del SIAPA tienen perfil político, y faltan miembros con un perfil más especializado en los campos relacionados con el agua. En el caso del SADM existen miembros con perfil político, pero incorporan miembros de otros sectores. En Sídney Water prevalece un perfil más especializado con una amplia experiencia profesional en el sector.

Se pueden hacer varias observaciones en cuanto a la estructura. El SIAPA cuenta con un director general y diez gerencias; el SADM desarrolla su trabajo con un director general y diez direcciones, y Sydney Water con un director y nueve divisiones. Lo primero que debemos mencionar es que los miembros que integran el consejo del SIAPA tienen perfil político, y faltan miembros con un perfil más especializado en los campos relacionados con el agua. En el caso del SADM existen miembros con perfil político, pero incorporan miembros de otros sectores. En Sydney Water prevalece un perfil más especializado con una amplia experiencia profesional en el sector.

En lo que respecta a las áreas de trabajo más importantes de los organismos se observa tres niveles: las tareas relacionadas con la planeación, con la operación cotidiana del sistema, y el soporte administrativo que necesitan para realizar las primeras. Con relación a las áreas de planeación, el SIAPA tiene la gerencia técnica, que realiza básicamente la función de planear las obras hidráulicas para brindar servicios de abastecimiento, alcantarillado y saneamiento. El SADM tiene tres divisiones que realizan la tarea de planear: la división de ingeniería, que planea el crecimiento de de la infraestructura hidráulica para satisfacer la demanda creciente; la división de aguas pluviales, que planea el crecimiento de los sistemas de drenaje pluvial; y la división de proyectos especiales que planea, organiza y desarrolla proyectos especiales con la participación multidisciplinaria de las diversas direcciones de la institución. Por lo que toca

a Sidney Water, ésta tiene tres divisiones: la división de gestión de recursos que planea y gestiona las inversiones en infraestructura de suministro de agua, tratamiento de aguas residuales, aguas tratadas y aguas pluviales; la división de recursos, que busca soluciones innovadoras y efectivas en costos para entregar infraestructura y procurar bienes y servicios para el organismo; y la división de sustentabilidad, que desarrolla planes estratégicos a largo plazo para suministro de agua, manejo de la demanda y los servicios integrados de reciclaje y de agua.

En el ámbito de operación del sistema, SIAPA y SADM tienen tres gerencias que buscan mantener un servicio constante y eficiente; Sidney Water opera con dos divisiones. Sobresale el hecho de que el SADM no sólo opera el sistema hidráulico de la zona metropolitana de Monterrey sino que inclusive opera los servicios de los demás municipios de Nuevo León y el caso australiano opera además de Sidney a las regiones de Illawarra y de las Montañas Azules. En lo relativo al soporte administrativo, el SIAPA cuenta con seis de las nueve gerencias existentes que administran los recursos, cobran el servicio, llevan el control interno, se da soporte tecnológico administrativo, se capacita al personal y se administra el dinero. El SADM, por su parte, cuenta con una dirección de administración, de finanzas, comercial y una contraloría interna. Sidney Water tiene divisiones de relaciones comerciales, de servicios corporativos, de recursos humanos y de finanzas y regulación. El peso administrativo es mayor en el SIAPA que en los otros dos organismos

A continuación se muestra en el cuadro 4.3 un esquema que nos permite observar las funciones de cada organismo por área.

ÁREA	SIAPA	SADM	SYDNEY WATER
Planeación	- Gerencia Técnica	- Dirección de Ingeniería - Dirección de Proyectos Especiales - Dirección de Aguas Pluviales	- División de Gestión de Recursos - División de Recursos para Soluciones - División de Sustentabilidad
Operativo	- Gerencia de Producción - Gerencia de Agua Potable y Alcantarillado - Gerencia de Saneamiento	- Dirección de Operación - Dirección de Saneamiento - Coordinación de Municipios Foráneos	- División de Servicios de Agua - División de Operaciones
Soporte Administrativo	- Gerencia Administrativa - Gerencia Comercial - Gerencia de Contraloría - Gerencia de Finanzas - Gerencia de Tecnologías de la Información - Gerencia de Desarrollo Organizacional	- Dirección de Administración - Dirección Comercial - Dirección de Contraloría Interna - Dirección de Finanzas - Instituto del Agua	- División de Relaciones Comerciales y Comunidad - División de Servicios Corporativos - División de Recursos Humanos - División de Finanzas y Regulación

Fuente: Elaborado por el Mtro. J. Arturo Gleason

Cuadro 4.3 Cuadro comparativo de las funciones básicas de acuerdo a las áreas estratégicas

Se observa que uno de los factores éxito de las gestiones tanto del caso nacional y el internacional, radica básicamente en que sus consejos administrativos están constituidos por ciudadanos que representan diversos sectores de la población y por expertos reconocidos. En el caso de SIAPA predomina la presencia de personas con intereses políticos que generalmente responden a grupos de interés y a la vez no tienen conocimientos sobre la gestión del agua. El nivel de conciencia del problema en los casos externos se refleja en su clara orientación hacia la sustentabilidad y el compromiso por aplicarla. Las evidencias se pueden observar en sus acciones basadas en los tratamientos, aprovechamientos, re-usos y ahorros. SIAPA no muestra gran avance en este sentido, por lo que se necesita una política pública más contundente para llevar a cabo acciones orientadas hacia un manejo sustentable del agua.

IV. 6.3 Propuesta de Reforma Organizacional del SIAPA

Después del análisis y comparación de los tres sistemas operativos, a continuación se propone una serie de cambios para aplicar el modelo de planeación y gestión del sistema hidráulico orientado a la sustentabilidad. Fue de mucha utilidad analizar las estructuras de los organismos e informes de actividades de los organismos, para tener una idea de lo que se puede proponer para mejorar su gestión. No es el propósito descalificar las funciones del sistema operador local, sino tomar los aciertos y su vez aprovechar las experiencias de los otros dos organismos. Sin lugar a dudas, las propuestas ayudarán a que el sistema trabaje con más eficiencia. Pero en caso de que no exista la voluntad para llevar al cabo las propuestas, al menos el estudio comparativo será un referente para tomar en cuenta otras experiencias.

IV. 6.3.1 Propuesta de reforma organizacional del SIAPA

Con los conceptos planteados en el marco teórico, y considerando la definición de misión y visión de los otros tres organismos, se propone como misión:

“Prestar con eficiencia, calidad y transparencia los servicios de agua potable y alcantarillado para los habitantes de los municipios de la zona conurbada de Guadalajara que forman parte del convenio de asociación, con sentido de responsabilidad social para garantizar la satisfacción de las necesidades presentes y futuras, promoviendo su uso racional y sustentable del agua”.

Y como visión:

“Garantizar los servicios de agua cumpliendo con los más exigentes estándares de calidad mundial manteniendo un sentido social y de compromiso con la transparencia, utilizando las mejores prácticas en materia de administración de los recursos humanos, materiales y financieros, buscando la mayor cobertura posible de manera sustentable”.

De esta manera se incorporan los conceptos relativos a la sustentabilidad manteniendo los conceptos de calidad y eficiencia, asumiendo un compromiso de llevar a cabo funciones con responsabilidad y sentido social.

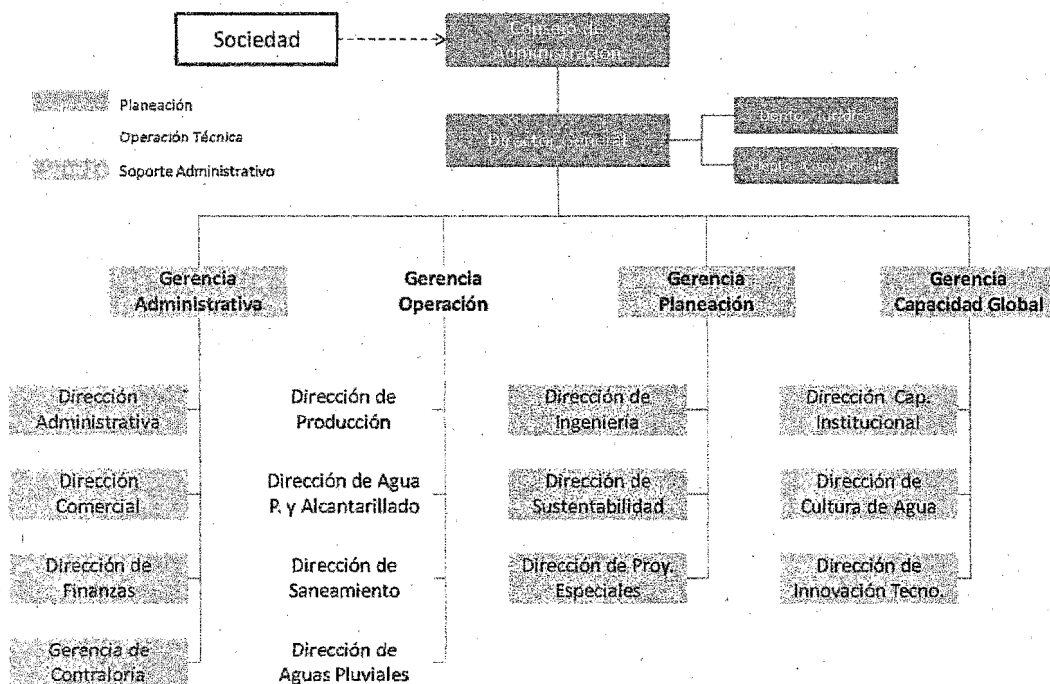
Con respecto a los objetivos o ejes rectores se proponen:

- **Eficiencia.** Operar el sistema de manera eficiente manteniendo los índices de calidad en cuanto a la infraestructura y la estructura administrativa.
- **Sustentabilidad.** Evitar la contaminación, proteger las fuentes, y aprovechar el recurso contando con la participación de la ciudadanía.
- **Cobertura:** Suministrar de los servicios básicos a la mayoría de los habitantes en una forma eficiente y sustentable.
- **Transparencia:** Generar la confianza de los ciudadanos y los recursos para atender no solo lo mínimo requerido por la Ley, si no lo máximo que nos permita la propia operación del organismo.

IV. 6.3.1.1 Propuesta de nueva forma organización

Se han establecido cuatro líneas estratégicas de acción: la administrativa que da suministra de recursos tanto humanos y materiales al organismo; la de operación que coordina el funcionamiento del sistema de manera constante y eficiente; la de planeación, que dirige los esfuerzos para proyectar las obras y programas para aumentar la cobertura de los servicios de manera sustentable; y la de capacidad institucional que busca fomentar el desarrollo de capacidades tanto en el organismo y fuera de él, para formar una nueva cultura del agua.

Basado en estas cuatro líneas, el propósito fundamental es tener una mayor coordinación entre las labores primordiales del organismo y propiciar un trabajo en equipo más compacto y comprometido. También se especificará la preparación académica, los conocimientos específicos y las habilidades que necesitará la persona que desempeñe el cargo de director general. A continuación se explica la estructura que se puede observar en la figura 4.20.



Fuente: Elaborado por el Mtro. J. Arturo Gleason E.

Figura 4.20 Organigrama propuesto para el SIAPA

IV. 6.3.1.1.1 Consejo Administrativo

Se propone ciudadanizar el Consejo Administrativo que, como ya se comentó, está compuesto principalmente por los presidentes municipales que firman el convenio de asociación y representantes del poder ejecutivo estatal. Esta ciudadanización consiste en incorporar representantes de otros sectores estratégicos, que tengan conocimiento y experiencia probada en el manejo de agua; por ejemplo, especialistas en finanzas, investigadores de universidades, estudiosos de las ciencias políticas y otros más que se pudieran considerar pertinentes. El propósito principal de esta ciudadanización es dar más equilibrio a las decisiones y que no prevalezca el interés político, sino el interés de que el sistema funcione eficientemente y se mantengan cuidados los recursos naturales.

IV. 6.3.1.1.2 Director General

Dirigir las diferentes actividades del organismo para proporcionar los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en la zona de cobertura del SIAPA. Para ello habrá de determinar, implantar y coordinar las estrategias y proyectos administrativos, elaborar los nuevos proyectos sustentables e impulsar el desarrollo de las capacidades institucional y global con el propósito de lograr una GUSA. Áreas que dependen de la dirección: departamento de comunicación social y departamento jurídico.

Se propone el siguiente perfil para el director general:

Preparación Académica:

Profesional en ingeniería o administración, con especialidad o maestría afines al organismo.

Conocimientos específicos:

- De las leyes, normas y reglamentos que rigen las instituciones descentralizadas y de las leyes que norman el uso del agua en el País.
- De hidráulica e ingeniería sanitaria.
- De los procesos administrativos y operativos de SIAPA.
- Finanzas e inversiones.

Habilidades requeridas

- Integrar y armonizar funciones directivas heterogéneas hacia los objetivos generales.
- Representar con capacidad y asertividad a SIAPA ante autoridades federales, estatales y locales, así como a la comunidad en general.
- Mantener una visión clara y concreta de la misión social del organismo y de la economía del país y del estado.
- Identificar y analizar; resolver problemas, obstáculos y tomar decisiones.
- Liderazgo para orientar los recursos humanos y materiales hacia la consecución de los objetivos del organismo.

IV. 6.3.1.1.3 Gerencia de Administración

Garantizar a los usuarios un servicio eficiente y ágil mediante una administración eficiente de los recursos humanos y materiales necesarios estableciendo medidas de control y estándares de desempeño. De esta gerencia se desprenden:

Dirección Administrativa

Promover la eficiente administración de los recursos humanos y materiales necesarios autorizados, para desarrollar sus labores. Las áreas a su cargo son las siguientes: departamento de recursos humanos, departamento de patrimonio, departamento de servicios administrativos y departamento de compras.

Dirección Comercial

Garantizar a los usuarios un servicio eficiente y ágil, mediante la constante actualización del padrón, la aplicación de las disposiciones tarifarias vigentes y la implantación de los sistemas de facturación adecuados; asegurar la recuperación de la cartera por cobrar y del rezago de los usuarios. Sólo estará a su cargo el departamento de medidores, además cuatro subgerencias ubicadas en la AMG, donde se cobra y factura a los usuarios.

Dirección de Finanzas

Coordinar la planeación estratégica del organismo para lograr el mejor equilibrio entre la optimización de los recursos financieros y el cumplimiento de los objetivos del organismo. Los departamentos bajo su cargo son el de tesorería y el de planeación financiera.

Dirección de Contraloría

Inspeccionar, vigilar y supervisar el uso eficiente y transparente de los recursos institucionales mediante acciones de control preventivas y correctivas; planear y coordinar programas de mejora institucional. Los departamentos a su cargo son el de auditoría administrativa y financiera, de auditoría a obras y contratos y el de transparencia y atención ciudadana.

IV. 6.3.1.1.4 Gerencia de Operación

Planear las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, drenaje sanitario y agua residual tratada, gestionar la aprobación de los recursos necesarios para cumplir con los objetivos y buscar la calidad total. Las direcciones a su cargo son:

Dirección de Producción

Extraer, conducir, potabilizar y suministrar los volúmenes de los sistemas de agua en bloque y garantizar que su ingreso a las diferentes plantas potabilizadoras se realice en forma adecuada; tratarlos y vigilar el cumplimiento de las normas establecidas para el consumo humano. Las áreas a su cargo son el departamento de abastecimiento, y el departamento de potabilización.

Dirección de Agua Potable y Alcantarillado

Distribuir eficientemente los volúmenes disponibles de acuerdo con la demanda de agua potable y el mantenimiento de los equipos de la infraestructura hidráulica, equipos de bombeo y obra civil. Áreas bajo su cargo: departamento de distribución, departamento de mantenimiento de redes, departamento de mantenimiento de plantas y pozos, departamento de alcantarillado, departamento de modelaje de redes de agua potable y alcantarillado.

Dirección de Saneamiento

Desalojar y sanear las aguas residuales y dar mantenimiento a la infraestructura sanitaria. Esta área sólo tiene a su cargo el departamento de calidad de agua potable y residual.

Dirección de Aguas Pluviales

Planear y estudiar las alternativas en coordinación con el área de proyectos de la dirección de ingeniería del crecimiento de los sistemas de drenaje pluvial, para satisfacer la demanda de los usuarios de la ZCG a corto, mediano y largo plazos. Están a su cargo el departamento de colectores pluviales y obras complementarias, el departamento de sistemas de diseño urbano sensitivo y el departamento de control de avenidas.

IV. 6.3.1.1.5 Gerencia de Planeación

Desarrollar planes estratégicos de largo plazo para suministro y saneamiento de agua buscando la satisfacción de las necesidades presentes y futuras promoviendo su uso racional y sustentable del agua.

Dirección de Ingeniería

Planear el crecimiento de los sistemas de agua potable, drenaje sanitario, saneamiento, agua residual tratada y drenaje pluvial para satisfacer la demanda de los nuevos usuarios a corto, mediano y largo plazos. Áreas bajo su cargo: departamento de ingeniería (estudios y proyectos), departamento de obras (ejecución y supervisión), departamento de programas especiales, departamento de hidrología.

Dirección de Sustentabilidad

Desarrollar planes estratégicos para el manejo de la demanda, los servicios integrados de reciclaje y de agua. Coordinar los programas de ahorro y uso eficiente del agua y crear en la población una nueva cultura del agua.

Dirección de Proyectos Especiales

Planear, organizar y desarrollar proyectos especiales con la participación multidisciplinaria de las diversas direcciones del organismo.

IV. 6.3.1.1.6 Gerencia de Capacidad Institucional

Llevar a la práctica la gestión urbana sustentable del agua (GUSA) generando capacidades en el organismo y fuera de él, partiendo desde el personal, las relaciones internas y externas de la organización, la transformación de las normas y la creación de incentivos para mejorar, logrando un impacto significativo en la sociedad.

Dirección de Capacidad Institucional

Dotar de las herramientas apropiadas a las áreas de trabajo del organismo para generar capacidades conducentes a una gestión sustentable del agua. Esta dirección busca sensibilizar, dotar de conocimientos y habilidades técnicas al personal. También tiene como objetivo propiciar cambios en los procesos y los sistemas, así como en la cultura de trabajo. Los departamentos a su cargo son el de capacidad de personal, el de mejora institucional y el de relaciones inter-institucionales.

Dirección de Cultura de Agua

Aplicar una estrategia de cambio en la cultura de la sociedad mediante programas educativos y campañas permanentes. Los departamentos a su cargo son el de educación ciudadana y el de campañas permanentes

Dirección de Innovación Tecnológica

Buscar maneras innovadoras y efectivos en costos para entregar infraestructura y procurar bienes y servicios para el organismo.

IV. 7 Financiamiento

IV.7.1 Fuentes de Financiamiento

Como es sabido, uno de los principales obstáculos para la realización de los proyectos hidráulicos y en este caso, la implantación de un modelo, es su financiamiento. Contreras (2005) establece, sobre el financiamiento de proyectos hidráulicos, que los recursos para financiar al sector de agua provienen de tres tipos de fuentes, y cada fuente tiene formas de aportación claramente diferenciadas:

- Usuarios directos del agua o de los servicios mediante el pago de tarifas o derechos.
- Impuestos generales por medio de las contribuciones locales o federales.
- Donaciones públicas o privadas, nacionales o internacionales. Una parte importante de estas donaciones tiene su origen en los recursos fiscales de los países donantes.

IV. 7.1.1 Tarifas o derechos

En el primer caso, las tarifas o derechos son el medio más apropiado para financiar los costos de la prestación de los servicios, y de la infraestructura directamente relacionada con éstos. En México, el promedio de recaudación por m^3 de agua entregado en las ciudades es inferior a los 2 $\$/m^3$. En contraste, se estima que el costo de provisión de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento fluctúa entre 6 y 8 $\$/m^3$. Si se considera un servicio de mayor calidad, esto es, agua las 24 horas los 365 días del año, cobertura universal de los tres servicios, agua de calidad potable, presión suficiente, entre otras características, los costos fácilmente superan los 10 $\$/m^3$. En consecuencia, el primer gran tema es que las tarifas no son suficientes, ni siquiera para pagar la operación cotidiana de los servicios.¹¹

IV. 7.1.2 Impuestos

Por su parte, los impuestos se utilizan para financiar todas las necesidades de la sociedad. El presupuesto general del gobierno enfrenta siempre una difícil competencia entre los diferentes usos o requerimientos. Es decir, en el presupuesto de egresos que se financia con impuestos generales están el pago de hospitales, maestros, policías, grandes obras de infraestructura que benefician a más de una población o estado, entre muchos otros rubros.

IV. 7.1.3 Donaciones

Las donaciones no pueden considerarse como sustento de los programas de agua en México. Existen muchos países en condiciones de mayor pobreza que México, hacia donde se destina la mayor parte de las donaciones internacionales. De hecho, desde hace algunos

¹¹ El costo del agua no tiene nada que ver con el valor de la tarifa, ni con la estructura tarifaria. Es decir, no responde a la pregunta de quien paga qué. Además, las ciudades que se consideran ejemplares en el manejo del agua, tienen tarifas promedios por encima de los 10 $\$/m^3$. Las ciudades con tarifas bajas, tienen mal servicio en general y no hay inversiones suficientes para ampliar o rehabilitar la infraestructura.

años, la mayor parte de las dependencias internacionales de cooperación cerraron sus oficinas locales y los gobiernos de los países desarrollados no destinan más recursos a México, salvo pequeños proyectos específicos. El Banco Mundial, el Interamericano de Desarrollo, el de la Frontera Norte o el Fondo Monetario, tienen como objetivo facilitar créditos, no otorgar donaciones o recursos a fondo perdido. Banobras es el mismo caso, y las subvenciones que otorga son a partir de recursos que provienen de los impuestos.

Por todo lo anterior podemos decir que la fuente primaria para el financiamiento del sector en México, como en la mayor parte de los países del mundo, es los derechos o tarifas de agua. En segundo lugar, los impuestos generales, y como parte completamente marginal en nuestro caso, las donaciones.

IV.7.2 Problemática de financiamiento en el sector hidráulico de México

Conocer la problemática del sector permite precisar la forma en que el modelo puede ser financiado. Contreras (2005) establece que un primer problema son las bajas tarifas de agua, que en la mayor parte de las ciudades de nuestro país y en las actividades agropecuarias han sido insuficientes para cubrir costos y una parte de las inversiones. Un segundo problema es que las bolsas generales de impuestos federales, estatales o municipales, son insuficientes para cubrir todas las necesidades del país. Por lo mismo, las asignaciones al sector de agua han sido limitadas. Estos recursos se han destinado la mayor parte de las ocasiones a grandes obras de infraestructura o emergencias.

Cuando los costos totales de la construcción y operación de un proyecto se pueden recuperar totalmente estableciendo un precio o tarifa adecuada por los servicios que proporciona, el problema de financiar un proyecto es relativamente sencillo. En este caso, se requiere exclusivamente definir aspectos técnicos y de estructura legal para el otorgamiento de los créditos. Pero cuando los costos totales mencionados arriba no se pueden recuperar mediante tarifas o precios por los servicios que un proyecto proporciona, entonces el proyecto requiere subsidios gubernamentales. Esto entraña que el proyecto deba competir por recursos fiscales, cada vez más escasos, ante la ausencia de reformas que fortalezcan las finanzas públicas de los tres niveles de gobierno. Entonces, el reto que enfrentamos para realizar muchos proyectos hidráulicos en nuestro país, es cómo minimizar la necesidad de usar recursos fiscales o subsidios y cómo maximizar la obtención de ingresos mediante la venta de los bienes o servicios que producen los proyectos.

IV.7.3 Análisis del aprovechamiento de los recursos financieros

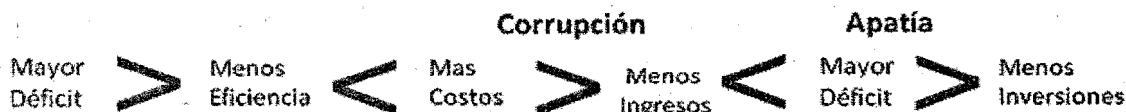
Contreras (2005) continúa diciendo que más allá de la insuficiencia de recursos, un elemento importante es cómo se aprovechan éstos. Existen diferentes instituciones que intervienen en el proceso de financiamiento del agua, ya sea como generadores directos de los recursos o como entidades que facilitan que los recursos que se generan en diferentes fuentes, se canalicen a necesidades específicas del sector. Entre estas instituciones están:

- Entidades públicas responsables de la política hidráulica nacional, estatal o municipal.
- Empresas o entidades prestadoras de servicios, públicas o privadas.

- Organizaciones de la sociedad civil que colaboran en la gestión de proyectos, incluidas las asociaciones de usuarios y las organizaciones no gubernamentales.
- Instituciones financieras, nacionales, internacionales o multilaterales. Su función es facilitar recursos del futuro y traerlos a valor presente. Si no perciben que habrá recursos suficientes en el futuro, no otorgarán recursos para proyectos presentes.

La eficiencia es un elemento crucial que hay que considerar en los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y saneamiento. En la medida en que las organizaciones responsables de gestionar los recursos puedan lograr sus objetivos al menor costo posible, las necesidades de financiamiento serán menores.¹² El índice promedio de eficiencia de los organismos operadores del país se ubica en 30%, lo adecuado sería más de 60%. El agua no contabilizada - agua perdida o que no se sabe donde está- es cercana a 50%, cuando deberíamos tender a 30 o menos por ciento. El número de empleados promedio por cada 1 000 tomas es entre 5 y 6, cuando lo ideal es que fuera 4 o menos.

El resultado inmediato de la falta de eficiencia en los sistemas de agua es que los costos sean mayores que los ingresos. Un organismo que es sistemáticamente deficitario, no contará con recursos para realizar inversiones, extender sus redes a los que no cuentan con agua, dar servicio de agua todos los días, que esta sea potable y o para que se trate antes de regresarla a la naturaleza. En México hay muy pocos organismos de agua capaces de generar suficientes recursos para cubrir sus costos y realizar inversiones importantes en infraestructura. El segundo resultado es que será muy difícil que el organismo consiga financiamiento. Es decir, si no cuenta con recursos para sufragar sus gastos inmediatos, no podrá destinar recursos a pagar un préstamo. En este caso, lo que podrá conseguir son subsidios o recursos a fondo perdido. Esta problemática se puede ver en la figura 4.21

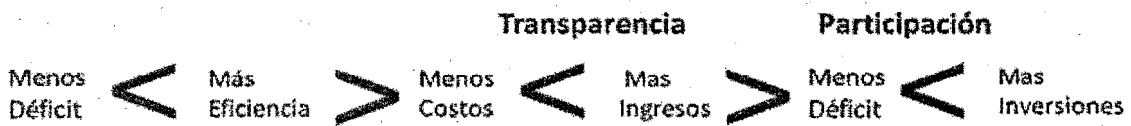


Fuente: Elaborado por Mtro. J. Arturo Gleason

Figura 4.21 Problemática del Financiamiento en el Sector Hidráulico

Por el contrario, un organismo eficiente, tendrá la capacidad para cubrir sus costos y destinar recursos a inversión. Sus necesidades de financiamiento serán menores y los servicios se mantendrán en condiciones adecuadas. Se puede observar lo anterior en la figura 4.22

¹² Gestionar recursos significa tanto el proceso de obtenerlos de las distintas fuentes, como utilizarlos para los objetivos para los cuales se solicitaron.



Fuente: Elaborado por Mtro. J. Arturo Gleason

Figura 4.22 Propuesta de mejora en el financiamiento del Sector Hidráulico

La eficiencia también es importante cuando se habla de transformar recursos fiscales en proyectos de conservación o ambientales. A menor eficiencia, serán mayores los recursos necesarios para conseguir los objetivos, y por lo mismo, aumentará la demanda de recursos fiscales o de otro tipo.

Un último elemento que tiene que ver con el proceso de financiamiento es el marco institucional; en particular la transparencia, la rendición de cuentas y la claridad de las reglas. Si se cuenta con un mejor marco institucional, las organizaciones responsables de gestionar el financiamiento, así como las fuentes de recursos, estarán más dispuestas a aportar fondos, que en el caso de que el marco institucional sea débil. Si un usuario está contento con su servicio de agua, estará más dispuesto a pagar su tarifa o incluso a aceptar que se incremente. Un banco estará más inclinado a prestar recursos si sabe que el organismo le pagará y que si no lo hace, alguien más lo obligará a hacerlo.

En lo referente a la transparencia y rendición de cuentas, la sociedad está preparada a aportar recursos en la medida en que las instituciones los utilicen para lo que fueron solicitados, con la mayor eficiencia y entregando cuentas. Si faltan estos elementos de control, no será fácil conseguir recursos.

El marco institucional en el que se rigen las instituciones del sector en México, es relativamente débil. Los organismos operadores de agua no tienen la obligación de rendir cuentas por las tarifas que reciben, no existe un órgano de supervisión, no existe claridad en cuanto a sus derechos y obligaciones, ni tampoco las de los usuarios. Cuando se trata de proyectos de infraestructura, también existen dudas en cuanto a su utilidad, o sus procedimientos de ejecución. Lo anterior facilita la politización de los proyectos y se crea un obstáculo a su financiamiento.

En otras palabras, en el financiamiento de la gestión del agua es importante tener en cuenta que hay diferentes actores: Los que aportan los recursos, los que facilitan la transferencia de la fuente a los proyectos, y los que ejercen los recursos. Es primordial entender que es una cadena en la que todos los eslabones tienen que cumplir su función. De lo contrario no se generarán recursos, nadie los hará llegar a los proyectos, y los proyectos no se realizarán adecuadamente.

Se suma a la debilidad institucional que dificulta que el financiamiento se genere y llegue a los proyectos, el problema de la insuficiencia de recursos. Esto se explica porque las tarifas son insuficientes o porque los ingresos fiscales en los tres niveles de gobierno no alcanzan para hacer frente a las diferentes necesidades que enfrenta el país.

IV. 7.4 Propuesta de financiamiento

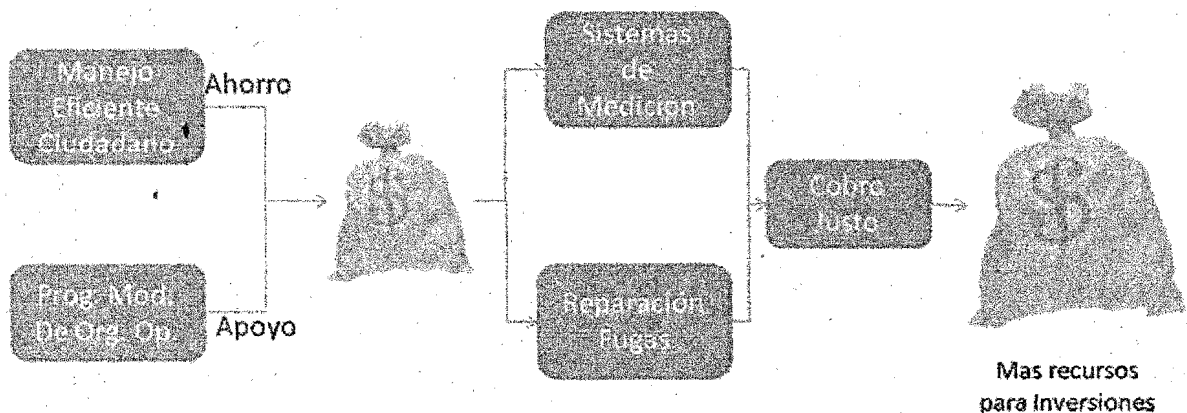
Una buena gestión eficiente de los recursos económicos será fundamental para lograr el financiamiento del modelo. En la medida en que utilicemos los recursos con mayor eficiencia, en esa misma medida extenderemos la cobertura más rápidamente a quienes no la tienen, rehabilitaremos la infraestructura, realizaremos proyectos de conservación, y demandaremos menos recursos de la sociedad.

El financiamiento es un proceso que requiere que todos sus componentes funcionen. Esto es, que haya reglas claras en cuanto a los derechos y obligaciones de las partes y que se exija el cumplimiento de estas reglas, que haya transparencia y que se rindan cuentas. Fortalecer cada uno de estos elementos redundará en un uso más eficiente y por lo mismo en una mayor disposición a aportar recursos.

Antes de elevar las tarifas, será necesario mejorar la eficiencia. Ante un organismo con poca capacidad de financiamiento, resulta imprescindible ser creativos para buscar recursos que conduzcan a un cambio significativo en el sistema. Por ello será importante dar prioridad a la disminución del consumo, cambiando la conducta de manejo del agua de los ciudadanos quitando los malos hábitos que propician el desperdicio.

Esta disminución en el consumo se traducirá en una baja en los costos de producción, lo que significará un ahorro que no se puede despreciar para invertir en el corto plazo en los sistemas de medición. Esto es importante, ya que si no existe la forma de medir con exactitud y justicia el consumo, habrá resistencia a pagar. Además de lo anterior, existen programas de financiamiento como el *programa de modernización de organismos operadores*, que busca que los organismos mejoren su gestión, la cual puede constituirse como una fuente alterna de financiamiento para mejorar el sistema.

La reparación de fugas a mediano y largo plazos es una de las prioridades del financiamiento. Al poder medir y bajar las fugas, se podrá cobrar con mayor justicia y evitar el desperdicio, abriendo la puerta a la obtención de más recursos. Por tanto, disminuir el consumo, cobrar tarifas justas y obtener otro tipo de financiamiento mediante programas federales, son alternativas claras para obtener recursos. En la figura 4.23 podemos ver con mayor claridad esta propuesta.



Fuente: Elaborado por el Mtro. J. Arturo Gleason E.

Figura 4.23 Esquema de financiamiento

IV. 7.4.1 Disminución en el consumo y las pérdidas

Como ya se comentó, la eficiencia tiene un valor estratégico para aumentar los ingresos. En la medida en que los recursos se utilicen con eficiencia, habrá recursos económicos para rehabilitar la infraestructura, extender la cobertura e invertir en proyectos especiales. Es aquí donde resulta clave empezar en algún lado a romper el círculo vicioso de que no hay dinero.

Entre las políticas para aumentar la eficiencia con el fin de obtener recursos, se encuentra la de disminuir los consumos. Faiguenbaum (1990) propuso que, para salvar o aliviar situaciones de escasez de agua derivadas de los períodos de sequía, o crónicas, se pueden disminuir los consumos, que consiste en reducir la dotación por habitante. Como ejemplo, aplicaremos este criterio al caso de la ZCG.

Según el Informe de Actividades de 2007 del SIAPA, el presupuesto ejercido en acciones de operación y mantenimiento en los departamentos de (falta) y potabilización fue de \$392 084 492, y se extrajeron 289 millones 144 mil 298 metros cúbicos de agua para su distribución a la Zona Metropolitana de Guadalajara. Este volumen equivale a 9.17 m³/seg. lo que significa una dotación diaria aproximada de 198 litros por habitante. Si estimamos una pérdida de 43%, 113 litros de la dotación si se consumen, pero 85 litros no llegan al consumidor, ya que se pierden en la red de distribución. En términos de caudal se pierden 3.94 m³/seg., y llega a los consumidores un caudal equivalente a 5.23 m³/seg. Este escenario lo podemos ver con mayor claridad en el cuadro 4.4.

Población (Millones de Habitantes)	Volumen Extraído 2007 (Millones m ³)	Caudal (m ³ /seg)	Dotación (l/hab/día)	Porcentaje de Pérdida (%)	Caudal Perdido (m ³ /seg)	Caudal Producido (m ³ /seg)	Costo (Millones de pesos)
4	289	9.17	198	43	3.94	5.23	392

Elaborado por: Mtro. J. Arturo Gleason E.

Cuadro 4.4 Escenario actual de producción de agua y pérdidas

Sin embargo, si consideramos disminuir la dotación a 150 litros por habitante al día aplicando estrategias de ahorro y restricción, y reducir las pérdidas a 10%, disminuirá la demanda y la oferta también, por lo tanto la eficiencia será mayor.

Con la baja de la demanda el volumen suministrado disminuye de 289 a 219 millones de m³, equivalente a un gasto de 6.94 m³/seg. Al bajar el volumen extraído, el costo de producción también disminuye. Esta disminución significa que obtendríamos un costo de \$297 millones de pesos, con un ahorro aproximado de \$95 millones de pesos a mediano plazo, si partimos de la base de que las medidas de racionalización de la dotación y la disminución de caudales en la red se dieran a mediano plazo.

Sin embargo, en el corto plazo, con las medidas de ahorro basado en el cambio de hábitos de consumo de agua de los ciudadanos, bajando la dotación de 198 170 litros por habitante al día, se extraerían 248 millones de m³ al año, sin bajar las pérdidas y el costo sería de \$336 millones de pesos, lo que arrojaría un ahorro de \$56 millones de pesos. Este

dinero es suficiente para empezar a arreglar la red de distribución y bajar las fugas paulatinamente. Vea el cuadro 4.5

Población (Millones de Habitantes)	Volumen Extraído 2007 (Millones m ³)	Caudal (m ³ /seg)	Dotación (l/hab/día)	Porcentaje de Pérdida (%)	Caudal Perdido (m ³ /seg)	Caudal Producido (m ³ /seg)	Costo (Millones de pesos)
4	219	6.94	150	10	0.69	6.25	297

Elaborado por: Mtro. J. Arturo Gleason E.

Cuadro 4.5 Escenario óptimo de producción de agua

De esta manera podemos apreciar que las acciones en materia de cambio en la cultura del agua pueden representar un ahorro significativo para el sistema y una importante fuente de financiamiento para mejorar el sistema hidráulico y obtener más ingresos en el futuro.

IV. 7.4.2 Tarifas

Existen 190 mil morosos¹³ en el SIAPA, que mantienen una cartera vencida de \$1 500 millones de pesos. El SIAPA está amarrado de manos para hacer efectiva la cobranza, y a que muchos morosos se atienen a la imposibilidad del corte de agua, lo cual hace difícil que puedan ser obligados a pagar. El propósito es que las tarifas de agua se fijen con base en la recuperación de costos y que en lo posible, incluyan una parte para inversiones.

El gobierno, preferentemente el local, tiene que asumir los compromisos de que quien no puede pagar estas tarifas, no quede excluido del servicio, pero también tiene que garantizar la solidez financiera del organismo que presta el servicio de agua. Un organismo con finanzas débiles o en quiebra, no podrá dar servicio no sólo a los más pobres, sino a nadie.

Para conseguir este objetivo existen mecanismos ya sea de subsidios directos a quienes no pueden pagar, como de subsidios cruzados para que quien más consume y más tiene, pague más que quien menos tiene. Todos tienen que pagar por el agua, aunque sea un poco, incluyendo a los usuarios agropecuarios (Contreras, 1990).

IV. 7.4.3 Financiamiento Federal

Una fuente de financiamiento puede ser el Programa de Modernización de Organismos Operadores que promueve la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) por conducto de la CONAGUA.

El objetivo del programa es servir como fuente adicional de recursos, condicionado a un esquema de cambio estructural, para fomentar la consolidación de los organismos operadores de agua; impulsar su eficiencia física y comercial; facilitar el acceso a

¹³ Periódico *La Jornada Jalisco*. "Apela SIAPA a la buena voluntad de ayuntamientos e instituciones," 11 de julio de 2007.

tecnologías de punta; fomentar la autosuficiencia; y promover el cuidado del medio ambiente con proyectos de saneamiento, de preferencia ligados al re-uso de las aguas residuales.

Reflexiones

La problemática del agua en la ZCG es compleja. Sin embargo a lo largo de este capítulo se han descrito conceptos y estrategias basados en la sustentabilidad, los cuales abren la posibilidad de que esta crisis se pueda en una oportunidad de crecimiento. Se estableció a la NGA como el objetivo a conseguir, partiendo de una CCG del ciudadano. Con ciudadanos comprometidos se desarrollarán capacidades que permitirán influir en el diseño de PPS orientadas hacia la sustentabilidad. Estas políticas se materializarán en un PHS que contemple tres ejes rectores: el técnico, el de gestión y el social. El plan especificará a detalle cada una de las acciones necesarias para lograr una GUSA. Un reflejo de una buena gestión será un SHS, el cual se convierte en la parte física de la NGA. De tal manera que lo expuesto hasta aquí plantea la posibilidad de que los problemas actuales sean resueltos si existe voluntad política en los decisores y el compromiso de participación en los ciudadanos.

V. Conclusiones y Recomendaciones finales

V.1 Conclusiones

La propuesta del modelo que se presentó es resultado de un esfuerzo de argumentación para establecer una propuesta coherente ante el desafío de solucionar un problema bastante complejo. No fue fácil argumentarla a sabiendas del tamaño de la problemática. En el proceso de investigación se presentaron comentarios que recomendaban acotar el tema. Sin embargo, ante la necesidad de contar con un referente sólido para buscar soluciones, fue necesario abarcar todo el sistema hidráulico y detallar las necesidades más importantes para establecer un argumento que asiente las bases de análisis para desarrollar las acciones que requiere el sistema hidráulico en el marco del desarrollo sustentable. Por lo que una de las conclusiones de este trabajo es que fue necesario estudiar en su totalidad el sistema para ser congruentes con el enfoque integral del desarrollo sustentable que establece que no es conveniente estudiar aisladamente un problema sin considerar el sistema en su totalidad.

La problemática actual de los recursos hídricos en el mundo es una realidad ineludible que la humanidad tiene que encarar. Las reuniones internacionales como las cumbres mundiales del medio ambiente y del agua, concluyen que para superar la problemática tiene que haber un cambio en la percepción del manejo del agua. Las metas del milenio (MDM) se ven difíciles de lograr en el plazo que se estableció, dada la falta de voluntad política de los países y la complejidad de los problemas. Se concluye que la gestión del agua es producto más de una deficiente gestión que a una falta de disponibilidad. Ante tal situación, el desarrollo sustentable se plantea como el nuevo paradigma a seguir y aterrizar en las realidades locales. Un concepto que se deriva del Desarrollo Sustentable es el concepto de Gestión Integral de los Recursos Hídricos (G.I.R.H.), el cual pretende lograr un cambio en el manejo del agua que sea eficiente, con un alto compromiso con la conservación de la naturaleza y socialmente aceptable.

Las ciudades se convierten en los puntos problemáticos importantes en la gestión del agua, ya que no solo enfrentan déficit en el suministro y saneamiento de agua, sino que conforme crece la población y la expansión urbana, los problemas tienden a aumentar y hacerse más complejos. La aplicación G.I.R.H. se traduce en otro concepto que denominamos Gestión Urbana Sustentable del Agua (G.U.S.A.), y que se convierte en la herramienta muy útil para encarar el problema del agua en los centros urbanos. Con estos conceptos estudiados, se concluye que existe el marco conceptual para establecer las bases y los enfoques necesarios para orientar la planeación y gestión del agua en la Z.C.G. Es evidente que la profundización teórica de estos conceptos representa un claro desafío para los especialistas y gestores del agua en cuanto a la profundización teórica y la aplicación a problemas urbanos concretos.

Por otro lado, cabe resaltar que según el Censo 2005 de Naciones Unidas, la Zona Conurbada de Guadalajara (Z.C.G.) ocupa el lugar 68 dentro de las más grandes del mundo y 10° lugar a nivel Latinoamérica¹, convirtiéndola en uno de los centros urbanos de mayor

¹ World Urbanization Prospects: The 2005 Revision Population Database



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

concentración de seres humanos y por lo tanto con problemáticas complejas. Quedan evidentes las fallas físicas del sistema hidráulico reflejadas en cada una de sus siete etapas como se demostró a lo largo del capítulo 2. El estado actual de la infraestructura requiere la rehabilitación y en algunos casos la total renovación. Sobresale el hecho de que los cuerpos de agua tanto subterráneos y superficiales están sujetos a la contaminación. Existen desperdicios en diferentes facetas en el sistema tales como en: las líneas de conducción, las fugas en la red de distribución de agua potable y el despilfarro en el uso doméstico en las viviendas.

Las fallas físicas del sistema son resultado de las fallas de planeación y gestión. Dentro de las fallas más sobresalientes en el rubro de planeación están; la planeación en base a la coyuntura y no a la necesidad global y de fondo, una planeación que responde más a la solución del problema solo aumentando la oferta sin tener un mejor manejo de la demanda, escasa información técnica para realizar diagnósticos reales, la improvisación de respuestas inmediatas superficial que en vez solucionar los problemas los complican más y la falta de participación ciudadana en los procesos de planeación optando más por la imposición. Al no tener una planeación adecuada, el sistema trabaja a la deriva sujeta a las circunstancias y al devenir político provocando serios daños a la ciudadanía y al medio ambiente. En cuanto a las fallas de gestión destacan; la falta de coordinación entre los entes públicos para operar el sistema eficientemente y resolver problemas actuales y futuros, la deuda extenuante que no permite crecer a las instituciones e invertir en nuevos proyectos, la designación arbitraria de los directores de los organismos operadores de agua sin tener el perfil técnico requerido para el cargo, la pobre capacidad de respuesta para atender de forma inmediata los reclamos diarios de la ciudadanía, los obstáculos en el acceso a la información pública, y el distanciamiento entre el gobierno y la sociedad que no permite la labor en equipo para la solución de los problemas.

Existen varias causas principales de las fallas físicas y de gestión del sistema que tienen su origen en el debate filosófico que existe en cuanto al manejo del agua. Este debate se presenta a nivel internacional pero se refleja también en la realidad local. El primer debate que se presenta radica entre el enfoque de la centralización y descentralización, destacando que existe la transición de la delegación de responsabilidades del poder central hacia las entidades de los gobiernos locales, pero sin delegar capacidad financiera. Además de que la existencia y promoción de alternativas sustentables locales está promoviendo que el ciudadano sea un operador de agua en su sitio, y no dependa de los grandes sistemas hidráulicos. Actualmente en la Z.C.G prevalece en la autoridad el enfoque centralista que se refleja en la planeación de grandes obras hidráulicas dejando de lado las acciones de menor escala y que necesitan de la participación de los ciudadanos. Quedó claro que estas obras costosas no han resuelto el problema del agua y sí han deteriorado el medio ambiente, es necesario iniciar la transición en la implementación solo de grandes obras hidráulicas hacia acciones de menor escala con la participación de los ciudadanos.

Otro debate que se presenta es el que existe entre la gestión de la oferta y la demanda. En la actualidad prevalece la gestión orientada hacia aumentar la oferta de agua, esto es, no importa tanto el costo de la inversión si el objetivo es aumentar el caudal cueste lo que cueste. Este enfoque está abiertamente en contra del enfoque de la gestión de la demanda, el cual propone disminuir la demanda de agua a través del uso eficiente, la conservación y

recuperación de caudales. El enfoque tradicional orientado hacia la oferta ya no responde a la situación actual de la disponibilidad de los recursos hídricos. Cada vez es más difícil encontrar agua limpia y en cantidad suficiente para consumo humano. El desafío actual es disminuir la demanda de agua como medida prioritaria, recuperando los desperdicios. Es necesario iniciar esta transición para lograr un uso eficiente del agua, y no condenar a la Z.C.G a inversiones interminables costosas que finalmente no funcionan para lo cual fueron planeadas.

Uno de los debates más fuertes es el que existe entre el enfoque sectorial y el integral. El enfoque sectorial radica en la toma de decisiones sin considerar el funcionamiento del agua en la naturaleza de manera integral. Lo que hagamos o dejemos de hacer en la cuenca repercutirá en todo el sistema. Normalmente la toma de decisiones se toma de manera aislada dejando de lado la visión global, rompiendo la armonía del sistema hídrico. El desafío es claro, es necesario tomar decisiones en base a una visión integral del sistema pensando en que cada una de sus partes son importantes para un buen funcionamiento, y en todo momento tener en mente que lo que se haga en él debe ir armonizado con el todo. Actualmente la Z.C.G. se actúa más sectorialmente, ya que se carece de un plan general que permita armonizar las acciones correctivas y de proyecto. Se actúa más en resolver el problema local e inmediato sin importar los efectos negativos que pueda causar la intervención al resto del sistema.

El problema del agua no es problema de disponibilidad, es un problema de gobernabilidad. Queda claro que existen en la Z.C.G. los caudales necesarios para abatir el pretendido déficit que la Comisión Estatal del Agua del gobierno de Jalisco (C.E.A.) establece. Prevalece la cultura del derroche y del desperdicio en la ciudad. La población no está consciente del problema, los gobernantes no tienen en claro a lo que se enfrentan y por lo tanto carecen de la visión para plantear soluciones de fondo y no circunstanciales. Es necesario cambiar las reglas del juego, pero antes es necesario el cambio de cultura en cuanto a la percepción del manejo del agua en el ciudadano común y corriente. No es posible resolver el problema desde una perspectiva técnica solamente, es necesario tener una visión más amplia que se aterrice en un cambio a partir del ciudadano y por lo tanto en las instituciones a las que pertenece.

V. 2 Recomendaciones

En lo respecta al modelo de planeación y gestión del sistema hidráulico de la Z.C.G. es evidente que uno de los resultados a los que llegamos, es que sí es necesario un replanteamiento de la planeación y gestión del agua, pero hay algo más de fondo ¿qué es lo que se busca con esta planeación y gestión? De aquí surgió un concepto clave que se ha denominado Nueva Gobernabilidad del Agua (N.G.A.) la cual consiste en un estilo de vida de la sociedad que refleje los principios propuestos por el desarrollo sustentable, esto es, una forma de vida fundamentada en la conservación y uso eficiente del agua, la eficiencia económica y la equidad en la sociedad, reflejadas en usos y costumbres transformados en el ciudadano, en instituciones gubernamentales con fortalecida capacidad institucional que

estén a la altura de los demandas sociales, con un marco jurídico que sustente un sistema político mexicano comprometido con el desarrollo sustentable. Esta N.G.A, no es algo que se alcanzará en un periodo gubernamental, se logrará en la medida en que los ciudadanos ejerzamos un concepto que denominamos Capacidad Institucional Global (C.I.G.), el cual consiste en desarrollar una capacidad de transformación que inicie en el individuo, se expanda hacia las organizaciones en que el individuo participa, y finalmente esa capacidad se refleje en un cambio en las reglas, usos y costumbres de la sociedad. La C.I.G. será la fuerza motor en el proceso de transformación de la gobernabilidad del agua.

Como parte de este proceso, es necesario contar con un instrumento político de gestión que se le denominó Política Pública Sustentable (P.P.S). Esta política contempla los aspectos técnicos, gestión y sociales. A través del desarrollo de estas esferas se obtendrán resultados concretos como; programas técnicos que aterricen las acciones necesarias para arreglar el sistema, la capacidad institucional como resultado de una reorganización de las agencias públicas y la reforma del marco jurídico, y finalmente la participación ciudadana, como resultado de la educación y concientización de la población para conocer el problema a fondo y participar desde ámbito. La teoría de planeación Comunicativa que postula Paty Healey, es importante considerar que las realidades son cambiantes y que la planeación debe ser sensible a los devenires de la sociedad y las circunstancias particulares que se presenten. Esta teoría refuerza la idea de que la participación ciudadana es un elemento clave para lograr la N.G.A.

Como resultado de la P.P.S se obtendrá el Plan Hidráulico Sustentable (P.H.S) que será el instrumento para aterrizar todas las acciones en los tres rubros que se mencionaron arriba. Este plan si estará sujeto a un periodo gubernamental, en donde queden claros los objetivos, las estrategias, los programas, los responsables, los presupuestos y los mecanismos de evaluación. Este P.H.S estará sujeto a una evaluación constante y cada periodo gubernamental puede ser revisado y mejorado de acuerdo a la realidad del momento.

El propósito es lograr la Gestión Urbana Sustentable del Agua, esta forma de manejar el agua será resultado de un proceso profundo de transformación que comienza en el ciudadano y se proyecta hacia las instituciones que manejan el agua. Es necesario empezar por algún lado para romper el círculo vicioso actual. Será un proceso largo, lento, paulatino pero en base a las experiencias en otros lugares del mundo, se ha demostrado que este proceso de transformación es posible.

Se recomienda que para implementar este modelo, será necesario realizar un trabajo de sensibilización en la sociedad. Esta primera etapa puede comenzar en las universidades a través de la docencia y la investigación. La formación de nuevo perfiles en las carreras estratégicas que tienen injerencia en la toma de decisiones del sector hidráulico, será determinante para detonar el proceso de cambio. Los universitarios pueden influir en la sociedad brindando capacitación e información oportuna para impactar las consciencias de los ciudadanos que no tienen acceso a la educación.

Es recomendable seguir investigando sobre la gestión urbana del agua en los centros urbanos. El tema es incipiente en México, por lo que es necesario que se hagan más

estudios de sus diferentes aristas, ya que al contar con mayor información se podrá contar con bases sólidas para argumentar de manera seria y oportuna.

Por otro lado, es importante que este trabajo sea presentado ante a las autoridades responsables del manejo del agua, tanto a nivel local, regional y nacional. Parece ser que ante la actual manera de gobernar, el modelo no sea muy atractivo, pero de todas maneras, es importante dar conocer este trabajo para que quienes toman las decisiones tengan un referente más.

Como comentamos, los tres productos puntales de la P.P.S son los programas técnicos, la capacidad institucional y la capacidad institucional, los cuales se aterrizarán a través del P.H.S. Se hace la observación que cada programa, cada reforma al marco jurídico o la reorganización de las instituciones, así como los programas de educación tienen que ser revisados y estudiados a fondo para desarrollar las especificidades de cada uno de estos rubros y evaluar su viabilidad.

Hacer las cosas mal tiene graves consecuencias como lo vimos a lo largo de la investigación, pero también queda claro que el no hacer nada, los problemas tienden a complicarse. Una de las justificaciones más importantes de este trabajo, es que la necesidad de presentar propuestas fundamentadas es urgente, mientras más se deje pasar el tiempo, la problemática se complicará. Por lo pronto se presenta este trabajo para colaborar a la solución. Es claro que es perfectible el trabajo, pero se pretendió haber dado un paso importante que colabore a una gestión sustentable del agua en la Z.C.G.

ANEXO 1. Ahorro doméstico

A1. 1. Uso eficiente en el hogar

El uso eficiente del agua se puede dar a cualquier nivel, empezando por los hogares. Se estima que países de Latinoamérica, del gasto diario de agua por persona, el 36% se destina al inodoro y el 31% a la higiene corporal. El lavado de ropas emplea el 14%. El 19% restante se reparte en diversas actividades, tales como el riego de jardines, lavado de automóviles, limpieza de vivienda, actividades de esparcimiento, etc. Para todos estos tipos de usos existen en el mercado diferentes opciones tecnológicas para reducir el uso del recurso.

Los usos del agua en los hogares pueden clasificarse en interiores y exteriores. En aquellos domicilios que cuentan con jardines puede llegar a utilizarse un 50% del agua en el exterior. Algunas medidas para el uso eficiente en los hogares son las siguientes:

- Sanitarios de bajo consumo: pueden ahorrar hasta un 50% de agua por descarga. Utilizan alrededor de 6 a 10 litros.
- Duchas: También existen sistemas o aparatos de bajo consumo que se pueden instalar en la ducha, tales como reductores de flujo o duchas de bajo consumo.
- Llaves de cocina y lavaderos: la reducción del agua se logra empleando aireadores que inyectan aire y aumentan el chorro de agua, incrementando el área de cobertura y mejorando la eficiencia del lavado. También es común encontrar en centros comerciales y otros edificios llaves con válvulas o sensores que solo permiten que salga agua cuando se ponen las manos bajo de ellas.
- Lavadoras: Los ahorros se consiguen utilizando las cargas adecuadas de ropa o con equipos que usan una menor cantidad de agua. Además, la reutilización de agua proveniente de ellas es también factible y puede emplearse para el lavado de pisos en la casa y el patio o para la recirculación hacia los sanitarios.
- Reparación de instalaciones hidráulicas y sanitarias: en el interior de las casas se puede perder mucha agua debido a las roturas y fugas en las tuberías de agua y accesorios hidráulicos y sanitarios. Se estima que un grifo que gotea desperdicia 80 litros de agua por día, equivalente a 2.4 m³ al mes. Un chorro fino de agua de 1.6 mm de diámetro pierde alrededor de 180 litros de agua al día y un chorro el doble de grande pierde hasta 675 litros de agua diarios.
- Riego de jardines: es preferible hacerlo en horas de poco sol, para evitar la evaporación y para aprovechar mejor la capacidad de absorción del suelo.
- Lavado de automóviles: se recomienda hacerlo con un balde y un trapo húmedo. También es recomendable lavar el carro en lugares en donde se emplean equipos especiales con aire y alta presión, que usan menos agua.

Usos interiores: una indicación para la distribución del uso interior es la siguiente: puede utilizarse hasta un 35% del consumo interior en los inodoros; un 30% en las duchas, un



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

20% en las lavadoras de ropa, entre un 3–10% en las llaves de lavaderos y lavamanos, y un 5% en los lavaplatos.

Usos exteriores: las actividades principales del uso exterior son: riego de jardines, lavado de automóviles, llenado de piscinas, pequeños cultivos en las huertas caseras, limpieza de marraneras, sobre todo en zonas rurales, entre otras.

A1. 2. Caso de estudio

Aparentemente para satisfacer la demanda de agua de la ciudadanía, se tiene la percepción de que si no se construyen las grandes obras de infraestructura de suministro inmediatamente se está perdiendo el tiempo. Obtener los recursos para construirlas resulta difícil, por la carencia de recursos económicos. El empezar a satisfacer la demanda no necesariamente depende del arranque de la construcción de las obras, sino de un manejo eficiente del agua en el hogar que permita reducir la demanda.

A2. 2.1 Demanda y oferta

Primeramente hay que saber cuánta agua necesitamos, y cuál es la oferta que existe en nuestra zona de estudio. Se calcula primero la demanda de una casa tipo popular con tres recámaras para darnos una idea de lo que se necesita por casa, y en seguida se muestra la oferta actual de agua a nivel de Z.C.G.

Demanda:

A continuación se calcula la demanda de agua que requiere una casa habitación:

a) En una casa hogar:

Recámaras: 3 Dotación: 200

No. De habitantes: $3 \times 2 + 1 = 7$

Volumen = (7) (200) = 1400 lts/día

b) En la Zona Conurbada de Guadalajara (Z.C.G)

Actualmente de acuerdo a los datos de la Comisión Estatal de Agua de Jalisco (CEA) para más de 4'000,000 de habitantes con una dotación de 280 lts/hab/día:

Gasto Demanda (Z.C.G) = 12,962 lts/seg = **12.96 m³/seg**

Demanda (Z.C.G día) = 1'120,000 m³/día

Demanda (Z.C.G anual) = 408'800,000 m³/año

Oferta:

Oferta fuentes = **9,500 lts/seg = 9.5 m³/seg**

Oferta (Z.C.G día) = 820,000 m³/seg

Oferta (Z.C.G anual) = 299'592,000 m³/seg

Según la CEA existe un déficit de = **9.5 - 13.24 = - 3.74 m³/seg**

Aquí está el punto a debatir. ¿Realmente se necesitan estos 3.74 m³/seg? El enfoque de la oferta que prevalece en la gestión del agua en la ZCG, busca resolver este déficit y el del futuro. Veamos ahora en base al enfoque de la demanda las acciones propuestas para resolver este problema.

A2. 2.2 Estrategias

Se plantean tres estrategias para el uso eficiente del agua en el hogar. Las primeras son a corto plazo donde el ciudadano consciente puede implementar medidas de ahorro muy sencillas. Las segundas son a mediano plazo y requieren una inversión menor. Y las últimas son aquella que plantean la reestructuración del sistema hidrosanitario de una vivienda, y que tiene impactos importantes de inversión.

A2. 2.2.1 Estrategias a corto plazo

Estas estrategias tienen su sustento en darle un uso consciente y moderado al agua, para lo cual se necesita una participación ciudadana. De tal modo que se requiere de educar y concientizar a la ciudadanía para que pueda ser parte de este esfuerzo. El énfasis es enfocar la política pública para el trabajo en equipo entre sociedad y gobierno. Existen actualmente varias ideas muy interesantes que permiten al usuario el ahorrar agua sin que esto represente un gasto para él. A estas medidas les llamaremos “Implementación de medios caseros para el ahorro de agua”. Una de estas ideas es el instalar en el contenedor de agua del WC una botella de plástico (volumen propuesto 2 litros) con la cual se estará ahorrando “n” cantidad de litros cada descarga.

Cálculo del ahorro de agua al introducir un bote de 2 litros al contenedor del WC

Datos.

Número de descargas= 3 día/persona

Ahorro = 2 litros por descarga

Total ahorro= 6 litros por persona/día

Habitantes Zona Conurbada de Guadalajara = 4'095,853 (INEGI 2005)

Ahorro (diario) = (Hab. Z.C.G) (Ahorro) = (4'095,853) (6 litros) = 24'575,118 litros/diarios

Ahorro (diario) = 24,575.1 m³/diarios

Gasto = 0.290 m³/seg

La presa de arcediano tiene un costo \$ 3'900 millones de pesos para suministrar 10 m³/seg. Por lo que el costo 1 m³/seg será 390 millones para 0.5 m³ será de 195 millones y para 0.25 m³/seg será de 97.5 millones de pesos. Con la medida del bote estaríamos ahorrándonos esta última cantidad. Para llevar a cabo esta transformación se requiere del apoyo del gobierno para poder cambiar los dispositivos y de la comprometida participación de los ciudadanos. En la figura A.1 podemos ver el bote en la cisterna del W.C.



Figura A1. 1 Bote de 2 litros en WC

A2. 2.2.2 Estrategias a mediano plazo

Las siguientes estrategias serán a mediano plazo y requerirán de un inversión para cambiar dispositivos que nos permitan ahorrar agua en los mayores consumos como ya lo hemos mencionado. A continuación se hace el análisis de consumo de una vivienda tipo popular para 7 habitantes. Se calcula en primer lugar la demanda de agua para una casa habitación tipo popular de tres recámaras.

Distribución de consumo en una casa

Consumo Normal

Uso	%	litros/día
Inodoro	35	490
Regadera	30	420
Lavado ropa	20	280
Riego	8	112
Lavado trastes	7	98
Total	100	1400

Consumo con ahorro:

Uso	%	litros/día
Inodoro*	17	238
Regadera*	12	168
Lavado ropa	20	280
Riego	8	112
Lavado trastes	7	98
Total	64	896

* Con medidas de ahorro, en el inodoro se puede ahorra la mitad y en la regadera el 60%.

$$\text{Ahorro (diario)} = 1400 - 896 = 504 \text{ lts/día}$$

$$\text{Ahorro (anual)} = (504 \text{ lts/día}) (365) = 183,960 \text{ lts/año}$$

Si en la Zona Conurbada de Guadalajara al menos 500,000 viviendas conectadas al sistema implementaran estas medidas, el ahorro sería:

$$\text{Ahorro (ZCG diario)} = (500,000) (504) = 252\text{'}000,000 \text{ lts./día} = 252,000 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Ahorro (ZCG anual)} = 91\text{'}980\text{'}000,000 \text{ lts/año} = 91\text{'}980\text{'}000 \text{ m}^3/\text{año}$$

El gasto equivalente: **2.98 m³/seg**

En el W.C. varias compañías nacionales e internacionales han desarrollado nuevos diseños de inodoros los cuales son más eficientes y no por ello más caros, ayudándonos a ahorrar hasta un 50% del agua utilizada para dicho fin. En cuanto a precio hay inodoros con sistema dual flush desde los \$1,000 pesos a diferencia de uno convencional desde \$ 600 pesos. Ver figura A.2.



Figura A1. 2 W.C. con sistema de ahorro

A2. 2.2.3 Estrategias a largo plazo

Estas estrategias tienen que ver con el diseño de casas sustentables, donde no solo el ahorro de agua es importante, sino también el ahorro de energía. Para el presente estudio proponemos una casa que ha sido diseñada con un enfoque sustentable. En la figura A.3 podemos observar las partes que integran la casa.

El objetivo es diseñar una vivienda que se adapte a los requerimientos de la familia promedio en la ciudad de Guadalajara, Jalisco. La cual además de contar con un sistema sustentable para la captación de agua de lluvia, aproveche al máximo los recursos naturales para brindar un mayor confort a un menor costo tanto económico como medio ambiental.

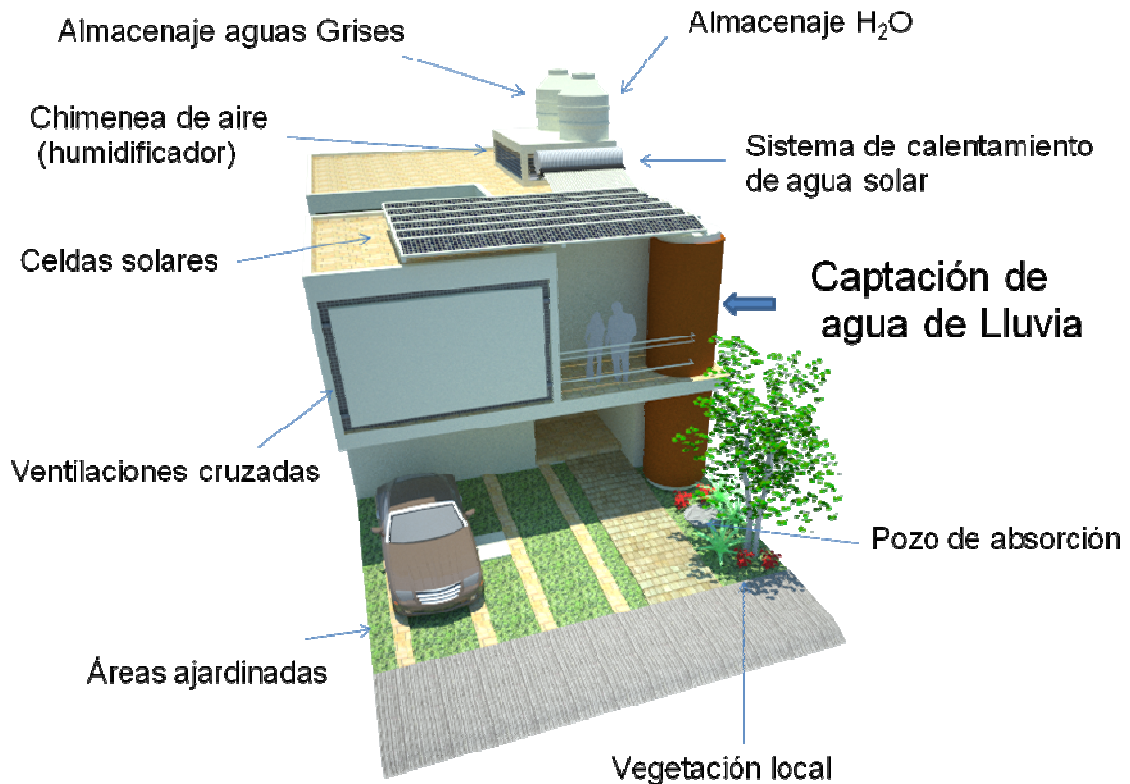


Figura A1. 3 Casa sustentable

Arquitectónicamente se propone que este nuevo tipo de vivienda de claro ejemplo de las nuevas tecnologías y sistemas utilizados para ayudar a preservar el medio ambiente además de ir creando una conciencia ecológica cada vez más responsable y comprometida.

El programa arquitectónico está conformado buscando satisfacer las necesidades de la familia promedio de 4-6 personas buscando proporcionarles espacios óptimos y lo más eficientes ecológicamente hablando.

Se tomó en cuenta el modo de edificación cerrado (con restricciones tanto frontal como posterior 3m) desarrollando el proyecto en un predio de 160m² (8 x 20 metros) con orientaciones norte-sur, por ser estas características de uso común en el diseño urbano del área metropolitana de Guadalajara. A continuación mostramos las siguientes figuras que describen los diferentes rasgos de la casa.



Figura A1. 4 Planta baja y Alta

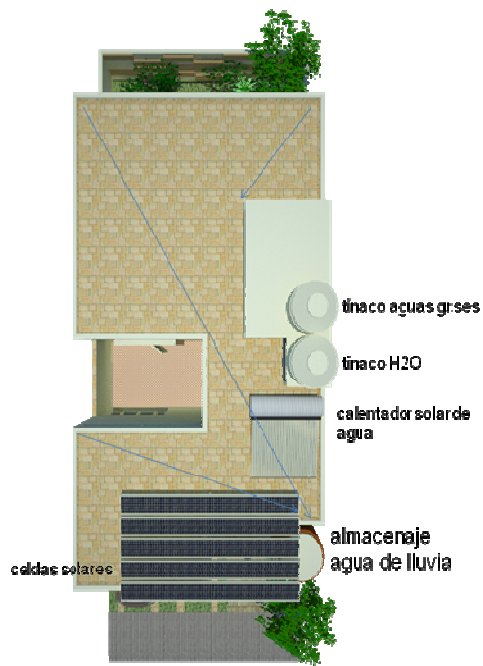


Figura A1. 5 Azotea



Figura A1. 6 Corte longitudinal

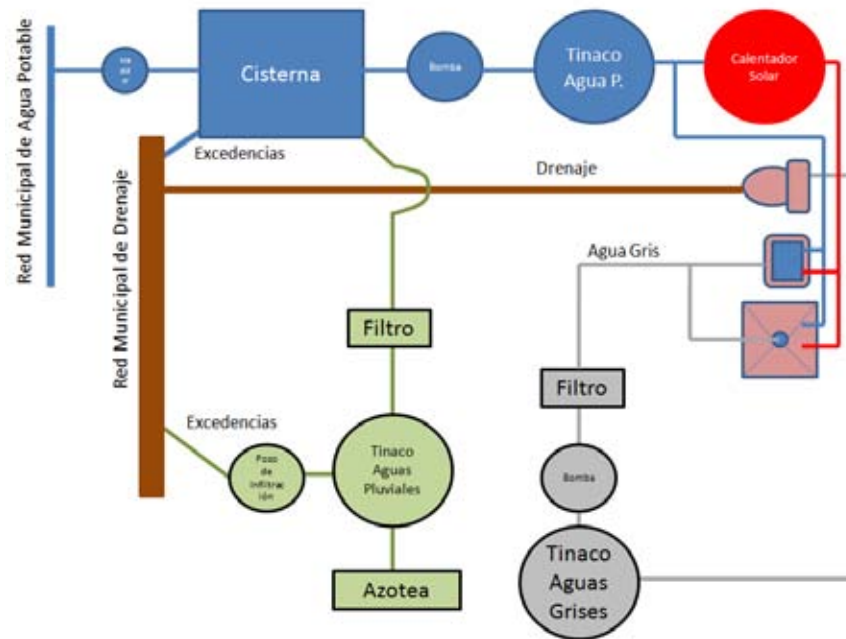


Figura A1.7 Diagrama del Sistema Sustentable

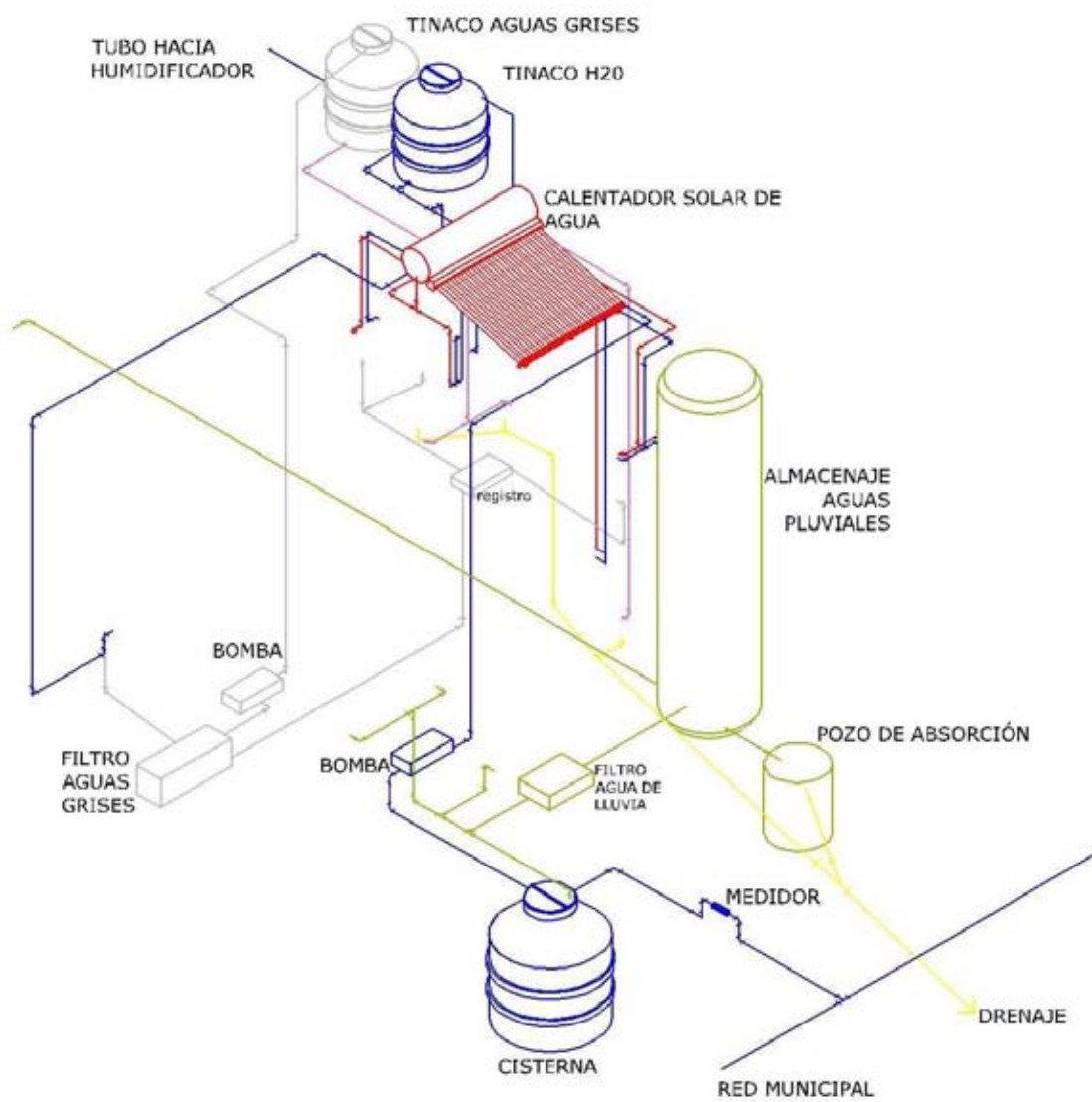


Figura A1. 8 Isométrico del Sistema Sustentable

Cálculo de Aguas Pluviales.

A continuación el cálculo del potencial de captación de la casa habitación.

$$A = 94.8 \text{ m}^2$$

$$\text{Precipitación Media Anual} = 897 \text{ mm}$$

$$\text{Precipitación Media Mensual (Julio)} = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Coeficiente de escorrentía} = 0.6$$

Captación Anual:

$$\text{Potencial de Captación} = (94.8) (0.897) (0.6) = 51.02 \text{ m}^3$$

Captación Mensual (Julio)

$$\text{Potencial de Captación} = (94.8) (0.200) (0.8) = 11.38 \text{ m}^3$$

Tanque propuesto de forma Circular

$$\text{Diámetro} = 1.3 \text{ m}^2$$

$$\text{Altura} = 5.6 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = (\text{Pi} \times r^2) (5.6) = (\text{Pi} \times 0.65^2) (5.6) = 7.43 \text{ m}^3$$

Demanda

Como ya vimos se requieren 1400 litros/hab/día para abastecer a las personas de esta casa. Pero haremos el cálculo de demanda solo para un momento dado utilizar el agua de lluvia para los W.C., lavadora, limpieza general y riego.

Utilizamos la metodología empleada por la empresa Alemana Graf

WC: 8.800 L / persona / año

Lavadora: 3700 L / persona / año

Limpieza general : 1000 L / persona / año

m² de jardín: 100L-150L /m² (depende de la zona geográfica y del jardín)

Agua que necesitamos:

Servicio	Dotación			Personas	
WC	L / persona / año	8800	X	7	61600
Lavadora	L / persona / año	3700	X	7	25900
Limpieza General	L / persona /año	1000	x	7	7000
Jardín	L /m ²	150	x	150	22500
					117,000 L Necesidad al año

Medida del tanque:

Para el cálculo buscaremos la media entre el agua que podemos recoger y el agua que necesitamos en un año. El periodo de reserva, es el tiempo que tendremos agua disponible sin que llueva.

$$\frac{\text{Agua recogida al año} + \text{Agua que necesitamos al año}}{2} \times \frac{30 \text{ días periodo de reserva}}{365} = \text{Capacidad del tanque}$$

$$\frac{70890 + 117000}{2} \times \frac{30}{365} = 7,721.5 \text{ Litros}$$

La capacidad del tanque será de 7,721.5 litros. El tanque se propone para esta casa es de 7,430 litros.

Ahora emplearemos otra metodología aplicada por la Guía de Diseño para Captación del Agua de lluvia del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente Organización Panamericana de la Salud.

A partir de los datos promedio mensuales de precipitación de los últimos 10 ó 15 años se obtiene el valor promedio mensual del total de años evaluados. Este valor puede ser expresado en términos de milímetros de precipitación por mes, o litros por metro cuadrado y por mes que es capaz de colectarse en la superficie horizontal del techo. Estos valores lo sacamos de la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.)

Ahora la demanda de 1400 litros al día, suponiendo que el agua de lluvia sea usada para el W.C., riego y otros, estimaríamos un 50% que equivalen a 700 litros al día. Por lo tanto calculamos la oferta y demanda tanto parcial y la acumulada.

ANEXO 2. Aprovechamiento de aguas pluviales en la Zona Conurbada de Guadalajara

A2. 1. Plan integral de gestión de aguas pluviales

La propuesta es diseñar un *plan integral de gestión de aguas pluviales*, que consiste en realizar grandes acciones, reflejadas en la construcción de obras hidráulicas, y pequeñas acciones, que consisten en la aplicación de tecnologías de captación y aprovechamiento de las aguas pluviales. La ejecución coordinada de estas acciones permitirá lograr varias cosas, como aprovechar el agua de lluvia para distintos consumos y coadyuvar al desalojo de aguas pluviales liberando al sistema de colectores de las sobrecargas.

Estas acciones se dividen en pequeñas y grandes. Las pequeñas consisten en implementar sistemas de captación de agua de lluvia para consumo humano, riego, W.C., además sistemas de infiltración para la recarga de los mantos acuíferos. Para este tipo de acciones, la participación ciudadana es imprescindible junto con el apoyo gubernamental. Por otro lado, las grandes consisten en la construcción de un sistema de colectores y vasos reguladores de aguas pluviales; donde se separan parcialmente de las aguas residuales. Estas acciones sería llevadas a cabo por los gobernantes.

A2. 1.1 Demanda de agua para la Zona Conurbada de Guadalajara

La demanda actual de la ZCG es de 13.24 m³/seg según CEA para una población de 4 095 853 (INEGI 2005). Existe una demanda diaria de 1 143 936 m³/día y anual de 417 536 640 m³/año. El área de la ZCG. corresponde a 101 094 has.

A2. 1.2 Oferta de agua de lluvia

A continuación se calcula la oferta tomando en cuenta que potencialmente se puede captar agua en 400,000 casas de 100 m² de superficie. Por lo tanto:

$$\text{Área} = (400,000) (100 \text{ m}^2) = 40\,000\,000 \text{ m}^2$$

$$\text{Potencial de captación} = (\text{Área}) * (\text{Precipitación media anual}) * (\text{Coeficiente de escorrentía})$$

$$\text{Precipitación media anual} = 900 \text{ mm}$$

Coeficiente = 0.60, considerando que 60% de la zona es impermeable.

$$\text{Potencial de captación} = (40\,000\,000 \text{ m}^2) (0.900 \text{ m}) (0.62)$$

$$\text{Potencial de captación}_{(\text{anual})} = \mathbf{21\,600\,000 \text{ m}^3 / \text{año}}$$

Potencial de captación (diario) = $21\ 600\ 000\ \text{m}^3 / 31\ 536\ 000\ \text{seg} = 0.684\ \text{m}^3/\text{seg}$

Se pueden captar 684 lts/seg a través de los techos. Sin embargo también la captación en áreas urbanas puede ser otra opción para captar de agua.

Por el ciclo hidrológico no se puede captar toda el agua de lluvia, ya que una parte se evapora, escurre o se infiltra. Por ello a continuación haremos un análisis de la distribución del agua de lluvia en tres escenarios; antes y después de la impermeabilización y plantaremos una propuesta de distribución para el aprovechamiento en la ZCG.

A2. 1.3 Manejo integral del agua de lluvia

De acuerdo con los porcentajes reconocidos por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la distribución del agua de lluvia en las cuencas, antes de la intervención del ser humano, que disminuye las áreas de infiltración, es la siguiente:

Escenario antes de intervención del ser humano en la cuenca:

Fase	Antes de Intervención		Después de Intervención	
	Super Imper.	Volumen	Super Imper.	Volumen
	0%	m ³	75- 100%	m ³
Evapotranspiración	70	380,861,536	30	163,226,372
Escurrimiento	5	27,204,395	55	299,248,349
Infiltración somera	12.5	68,010,989	10	54,408,791
Infiltración profunda	12.5	68,010,989	5	27,204,395
Total	100	544,087,908	100	544,087,908

Fuente: Elaborado por mtro. J. Arturo Gleason E.

Cuadro A2.1 Distribución del agua de lluvia antes y después de la urbanización

El siguiente cuadro muestra el ajuste sustentable de los porcentajes de cada fase, en donde se pretende disminuir el porcentaje de impermeabilización, con el aumento de zonas de infiltración, sistemas domésticos captación de agua de lluvia, aumento de áreas verdes y reforestación de la cuenca.

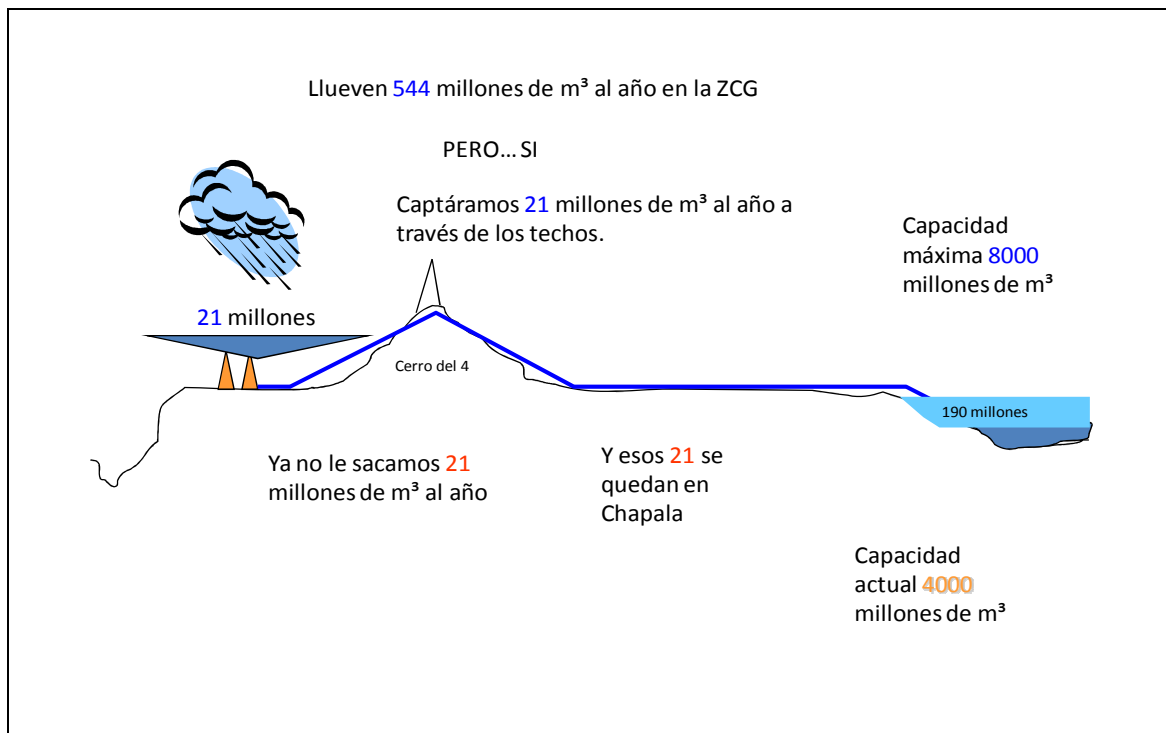
Fase	Después de la urbanización		Ampliación de áreas verdes y infiltración	
	Superficie Impermeabilizada	Volumen	Super Imper.	Volumen
	75-100%	m ³	35 - 50%	m ³
Evapotranspiración	30	163,226,372	38	206,753,405
Escurrimiento	55	299,248,349	20	108,817,582
Infiltración somera	10	54,408,791	21	114,258,461
Infiltración profunda	5	27,204,395	21	114,258,461
Total	100	544,087,908	100	544,087,908

Fuente: Elaborado por mtro. J. Arturo Gleason E.

Cuadro A2. 2 Distribución del agua con la ampliación de áreas verdes y de infiltración

El volumen de escurrimiento sin captar hoy día, es de casi 300 millones de m³ al año, lo que representa 55% de lo que ha llovido. Si este porcentaje disminuye al captar el agua de lluvia vía infiltración somera y profunda, tenemos que este 55% cede 35% para aumentar la capacidad de infiltración y evaporación.

Se puede en 400,000 casas de 100 m² captar los 21 millones de m³ al año. De Chapala se extraen 190 millones de m³ al año. Si se captara de las azoteas disminuiría la extracción de agua del lago. Tambi En la figura A2.1 podemos observar la relación de captar el agua de lluvia en la ZCG y el lago.



Fuente: Elaborado por mtro. J. Arturo Gleason

Figura A2. 1 Aprovechamiento de agua de lluvia en la ZCG

Estos 21 millones m³ al año equivalen a 0.684 m³/seg. De manera que concluimos que la captación de agua de lluvia representa una alternativa más para aumentar la oferta de agua a la ZCG.

ANEXO 3. Análisis del Sistema Integral de Saneamiento y Abastecimiento para la Zona Conurbada de Guadalajara (Presa Arcediano)

A3. 1 Antecedentes

Este proyecto ha estado en el centro de las discusiones públicas por más de siete años, desde que el ex gobernador Francisco Ramírez Acuña conjuntó un grupo de expertos técnicos para analizar más de 50 propuestas de suministro con miras a solucionar el problema de desabasto de la ZCG. De estas reuniones salió la propuesta “Sistema Integral de Saneamiento y Abastecimiento para la Zona Conurbada de Guadalajara”, que desde su nacimiento ha sido motivo de polémicas en la comunidad tapatía. Hasta el momento, este proyecto se encuentra estancado, pero sigue en los planes de la Comisión Estatal de Agua.

En medio de la controversia entre los opositores y las dependencias de gobierno, se presenta un análisis de las debilidades de este proyecto. Este análisis ha sido presentado en diversos foros abiertos donde las autoridades han escuchado la presente postura. Se expone esta postura con el ánimo de enriquecer el debate y el análisis, y colaborar en la solución del problema del agua en la ZCG. Se presenta un breve resumen de lo que es el proyecto y enseguida se realizará el análisis de su viabilidad.

A3. 2 Sistema Integral de Saneamiento y Abastecimiento para la Zona Conurbada de Guadalajara.

A3. 2.1 Partes de la propuesta

a) Saneamiento:

Actualmente las cuencas que conforman la ZCG son de las más contaminadas en el país. Sobresale el hecho de que el río Santiago recibe la gran mayoría de las descargas de aguas residuales. Por lo que se propone la construcción de dos mega Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR):

- La PTAR Agua Prieta se ubica al norte de la ZCG, en la cuenca del Valle de Atemajac. Esta planta tendría una capacidad de 8.5 m³/seg.
- La PTAR del Ahogado se encontraría en la cuenca del Ahogado frente al aeropuerto internacional de Guadalajara. Su capacidad sería de 2.25 m³/seg.

Por tanto, se tendría la capacidad para limpiar 10.75 m³/seg.

El proyecto también incluye la construcción de un túnel interceptor que captaría las aguas residuales del oriente de la cuenca de Atemajac ó el Área Metropolitana de

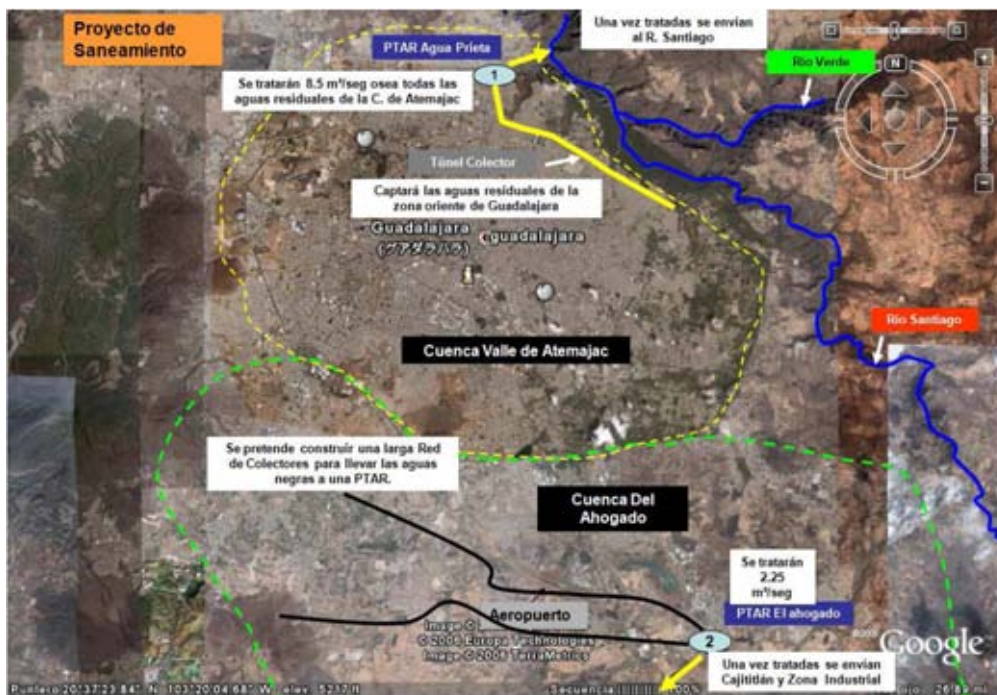
Guadalajara, ya que estas aguas actualmente se vierten a la barranca de Huentitán donde estaría la presa de Arcediano (Ver proyecto de suministro).

Este túnel interceptor captará las aguas de las descargas de San Gaspar, del arroyo Osorio y del arroyo San Andrés. Su diámetro es de 3 m con una longitud de 10 km. Este colector evitará que las aguas residuales entren al vaso de la presa conduciéndolas al túnel de la CFE, que a su vez las enviará a la PTAR Agua Prieta. Enseguida se usarán para aumentar el gasto de generación eléctrica de la hidroeléctrica Valentín Gómez Farías. Posteriormente se arrojarán estas aguas al río Santiago, aguas abajo de la Presa de Arcediano.

La PTAR El Ahogado recibirá las aguas residuales de las sub-cuencas El Ahogado, Puente Grande y Coyula. El agua tratada será reutilizada para:

- Sistema de enfriamiento en la planta de CFE en El Salto
- Re-uso en el parque industrial de El Salto
- Recarga de la presa El Ahogado y de la laguna de Cajititlán
- Uso y riego agrícola.

EL AGUA AÚN TRATADA NO LLEGARÁ AL EMBALSE DE ARCEDIANO



Elaborado por: mtro. Ing. J. Arturo Gleason

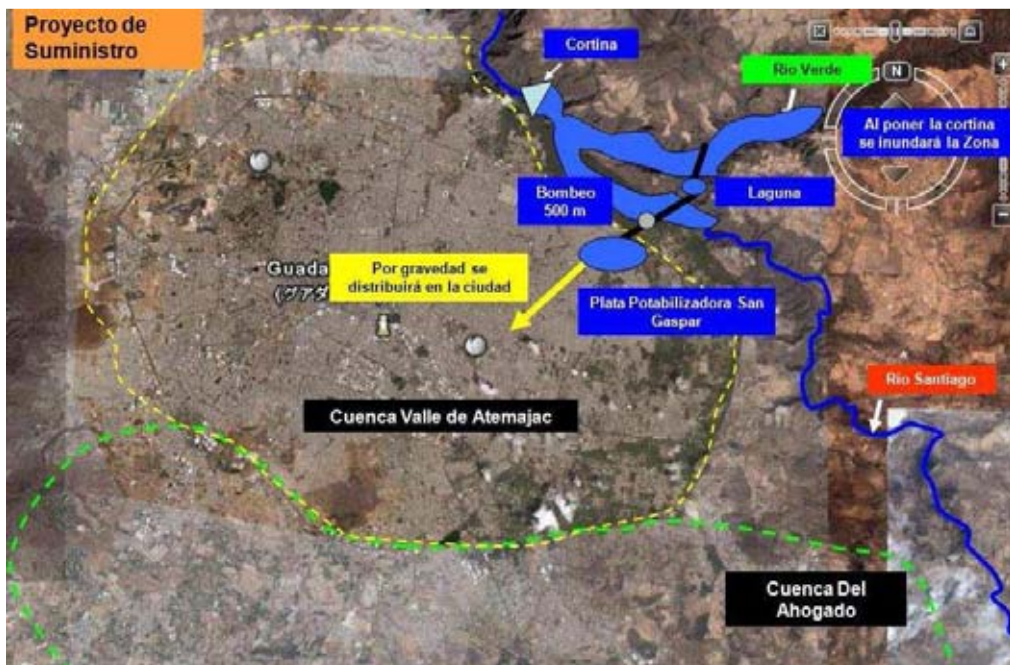
Figura A3. 1 Proyecto de saneamiento de la CEA

El costo presupuestado hasta ahora para este proyecto es de \$4 400 millones de pesos.

b) Suministro

Este proyecto se le conoce también como la Presa de Arcediano, el cual está conformado de la siguiente manera:

1. Presa de almacenamiento, cortina y vertedor de demasías
2. Obra de toma y estación de bombeo
3. Laguna de regulación y generación
4. Acueducto desde la captación hasta la planta de potabilización de San Gaspar.



Elaborado por: mtro. ing. J. Arturo Gleason

Figura A3. 2 Proyecto de suministro de la CEA

Con la construcción de la presa se pretenden almacenar casi 400 millones de m^3 y un gasto de $10 m^3 /seg.$

Un sistema de bombeo, dos bombas que elevarán el agua a poco más de 580 m de altura y luego al través de un acueducto llegará hasta la planta potabilizadora de San Gaspar, en Tonalá.

Un sistema de potabilización, en donde se limpiarán los $10 m^3 /seg$ para luego distribuirlos por gravedad en la zona metropolitana.

El presupuesto de este sistema de suministro es de \$3 900 millones de pesos.

Con este sistema se pretende garantizar el suministro de agua para la ZCG hasta 2030, y la recuperación del lago de Chapala y del clima de nuestra ciudad.

A3. 2.2 Análisis sobre la viabilidad del proyecto

Existen tres argumentos básicos en contra del funcionamiento eficiente de este proyecto.

1) La superficie del vaso está muy contaminada.

El sitio donde se ubicará la presa será el río Santiago, uno de los más contaminados del país. En la actualidad, ni las descargas de aguas residuales de la ZCG, ni de la cuenca de Atemajac y tampoco de El Ahogado, reciben ningún tipo de tratamiento. Esta contaminación ha existido más de 40 años. Se plantea la construcción de plantas de tratamiento para evitar que las aguas contaminadas y las aguas tratadas entren al vaso de la presa. Pero al revisar la lista de estudios realizados hasta el momento, detectamos que no se considera el saneamiento del lecho del río. Esto significa que el recipiente que contendrá el agua no está limpio, lo cual requiere más dinero y el proceso de limpieza sería lento. Por tanto, existe un alto riesgo para la salud. La Organización Panamericana de la Salud (OPS)¹, que fue contratada para realizar el estudio de impacto a la salud a nivel preliminar, señala:

Escenario 1: Utilización de las aguas de los dos ríos con la calidad actual. *Escenario inadmisible* si se acepta que la incertidumbre actual sobre la calidad del agua es demasiado alta como para permitir que el agua de los ríos se destine a consumo humano sin tratamiento alguno.

Escenario 2: Aplicación de medidas de limpieza y recuperación total de la calidad de las aguas de los dos ríos antes de su entrega a la planta de tratamiento. *Escenario irreal* dados los altos costos y lo lento del proceso de descontaminación de los ríos, que en el caso del río Santiago requeriría muchos años.

Escenario 3: Control de la mayoría de las fuentes contaminantes a grado tal que la planta potabilizadora pueda funcionar adecuadamente y brindar un agua de calidad. Existe la posibilidad de que se pierda el control de algunas fuentes a causa de alguna contingencia.

Este escenario requiere evaluar el impacto financiero del tratamiento de las descargas contaminantes y de la potabilización del agua. Además, debe establecerse un monitoreo frecuente, completo y de muy alta calidad de los contaminantes. Con los datos se definiría una evaluación de riesgo para las vías oral, inhalatoria y

¹Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2007). *Evaluación de Riesgos e Impactos a la Salud en la Población de la ZCG por la Construcción de la Presa Arcediano*.

dérmica (la exposición inhalatoria y dérmica podría darse en la ducha al momento del aseo personal). Hasta entonces, y sólo hasta entonces, podría definirse la magnitud real de riesgo.

En la figura A2.3 se observa la superficie de la descarga de San Gaspar donde se ubicará el vaso de la presa.



Foto tomada por el mto. J. Arturo Gleason E. (2007)

Figura A3. 3 Descarga del colector San Gaspar al río Santiago en Tonalá

2) Contaminación del vaso de la presa de Arcediano

El sistema de saneamiento tiene como objetivo limpiar el agua residual de la ZCG, pero impedir que los desbordes de los drenajes combinados entren al vaso, es algo que todavía no está claro. Es cierto que el túnel colector al borde de la colonia impedirá que las aguas residuales entren al vaso, pero no así los desbordes de agua pluvial mezclada con agua residual. El túnel interceptor tiene capacidad para conducir $15 \text{ m}^3/\text{seg}$, y es claro que puede conducir casi $6 \text{ m}^3/\text{seg}$, pero no así el caudal pluvial en condiciones extraordinarias. El caudal aproximado es de $200 \text{ m}^3/\text{seg}$. En la figura A3. 4 se observa cómo entrarán estos desbordes a la presa de Arcediano.

3) Dudosa potabilización del agua

La planta potabilizadora de San Gaspar, a donde se tiene planeado hacer llegar los 10 m³/seg, tiene una capacidad de 3 m³/seg. Hoy día potabiliza sólo 1 m³/seg, pero no tiene la capacidad para limpiar el gasto propuesto.

Por otro lado, el sistema de potabilización es un sistema tradicional que no considera la potabilización de agua combinada (agua residual + agua pluvial). Hasta este momento no existe un estudio que garantice la potabilización necesaria para cuando lleguen a la planta caudales con agua combinada. Sin estudios profundos, hay un alto riesgo para la salud.

Conclusiones:

El proyecto de saneamiento y suministro para la ZCG tiene objetivos muy ambiciosos. Es muy riesgoso limpiar agua que estará almacenada donde por años han estado las descargas de la ciudad. El peligro aumenta cuando no existen estudios profundos que nos permitan decir lo contrario. Es necesario cerrar de inmediato las descargas actuales al río Santiago. Además, se requiere un largo proceso de restauración para rehabilitar el río.

Es necesario limpiar la cuenca, de eso no hay duda. Todas las acciones que se encaminen a ello serán muy útiles. En el rubro de saneamiento no ha habido mayor debate, es necesario e impostergable. Pero hay una dura oposición en el tema del suministro que toma la Presa de Arcediano como fuente segura de abastecimiento.

La Presa de Arcediano responde más a una política de gestión de la oferta. Descarta las medidas y acciones para realizar una gestión de la demanda eficiente. Por ello, antes de construir esta obra, se debe realizar un estudio profundo para evaluar la disponibilidad del recurso hídrico. De ahí se verificará si realmente se necesita realizar un proyecto tan caro y peligroso para la ciudadanía. Se espera que este análisis sirva para el debate y la reflexión, y pronto se pueda lograr una gestión sustentable del agua en nuestra ZCG.

Abreviaturas:

AMG	Área Metropolitana de Guadalajara
CEA	Comisión Estatal de Agua del gobierno de Jalisco
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
CI	Capacidad Institucional
CCG.	Capacidad Ciudadana Global
CNA	Comisión Nacional del Agua
GIRH	Gestión Integral de los Recursos Hídricos
GUSA	Gestión Urbana Sustentable del Agua
NGA	Nueva Gobernabilidad del Agua
OPS	Organización Panamericana de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PHS	Plan Hidráulico Sustentable
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PPS	Política Pública Sustentable
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recurso Naturales
SHS	Sistema Hidráulico Sustentable
SIAPA	Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado
ZCG	Zona Conurbada de Guadalajara



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Glosario

Abrasión. Acto o proceso de desgaste por fricción, o los efectos resultantes de este proceso, con movimiento de detritos, ya sea debido a un curso de agua, al mar, al hielo o al viento.

Acuífero. Embalse de agua subterránea. Formación permeable capaz de almacenar y transmitir cantidades aprovechables de agua.

Afluyente. Curso de agua que desemboca en un curso mayor o en un lago.

Agua. Fase líquida de un compuesto químico formado aproximadamente por dos partes de hidrógeno y 16 partes de oxígeno, en peso. En la naturaleza contiene pequeñas cantidades de agua pesada, gases y sólidos (principalmente sales), en disolución.

Agua subterránea. Agua del subsuelo que ocupa la zona saturada.

Agua superficial. Agua que fluye o se almacena en la superficie del terreno.

Aguas abajo. En la dirección de la corriente en un río o curso de agua.

Aguas altas. 1) Máximo nivel de agua alcanzado durante una crecida o durante la explotación del embalse. 2) Estado de la marea en pleamar.

Aguas arriba. En dirección hacia la cabecera de un río.

Agua freática. Agua subterránea libre; agua subterránea no confinada

Agua pluvial: la proveniente de la lluvia, nieve o granizo.

Aguas negras véase también aguas residuales; Agua de abastecimiento de una comunidad después de haber sido contaminada por diversos usos. Puede ser una combinación de residuos, líquidos o en suspensión, de tipo doméstico, municipal e industrial, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que puedan estar presentes.

Aguas residuales véase también aguas negras; Agua que contiene residuos, es decir, materias sólidas o líquidas evacuadas como desechos tras un proceso industrial.

Área de alimentación. Área que alimenta un acuífero, bien por infiltración directa o por escorrentía y la infiltración subsiguiente.

Avenida. Véase también inundación; (1); aguas altas; 1) Elevación, generalmente, rápida en el nivel de las aguas de un curso, hasta un máximo a partir del cual dicho nivel desciende a una velocidad menor. 2) Flujo relativamente alto medido como nivel o caudal.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Balance hídrico. Balance de agua basado en el principio de que durante un cierto intervalo de tiempo el aporte total a una cuenca o masa de agua debe ser igual a la salida total de agua más la variación neta en el almacenamiento de dicha cuenca o masa de agua.

Canal. 1) Parte más profunda del lecho de un río o curso de agua por la que fluye el caudal principal. 2) Curso de agua natural o artificial, claramente diferenciado que contiene agua en movimiento, de forma permanente o periódica, o que enlaza dos masas de agua.

Capacidad. 1) Volumen máximo que puede contener un embalse. 2) Máximo caudal que puede transportar un elemento de conducción de agua.

Capacidad de cauce. Volumen de agua almacenado en un cauce o canal

Capacidad de infiltración. Velocidad máxima a la que el agua puede ser absorbida por un terreno determinado, por unidad de superficie y en ciertas condiciones.

Capilaridad. Fenómeno asociado con la tensión superficial de los líquidos, particularmente en tubos capilares y medios porosos en los que se reúnen interfaces gaseosas, líquidas y sólidas.

Captación de un manantial. Captación de agua de un manantial mediante tuberías o canales.

Caudal. Medida del flujo. Volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un río o canal en la unidad de tiempo

Ciclo hidrológico. Sucesión de fases por las que pasa el agua en su movimiento de la atmósfera a la tierra y en su retorno a la misma: evaporación del agua del suelo, mar y aguas continentales, condensación del agua en forma de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o en masas de agua y reevaporación.

Coefficiente de infiltración. Relación entre la infiltración y la precipitación.

Consumo de agua. Cantidad de agua superficial y subterránea absorbida por las plantas y transpirada o utilizada directamente por las mismas en la formación de tejido vegetal, más las pérdidas por evaporación en la zona cultivada expresada en unidades de volumen por unidad de superficie. También incluye todas aquellas actividades en las que el uso de agua produce pérdidas con relación a la cantidad inicial suministrada, por ejemplo los consumos urbanos e industriales.

Contaminación véase también *polución*; Introducción en el agua de sustancias no deseables, no presentes normalmente en la misma, por ejemplo microorganismos, productos químicos, residuos o vertidos que la hacen inadecuada para el uso previsto.

Cuenca. Área de drenaje de un curso de agua, río o lago. Una cuenca es un área donde toda el agua de lluvia o de deshielo drena hacia un mismo punto, que puede ser un río, un lago,

un acuífero o el mar. Sus límites están bien definidos por las partes altas de las montañas (parteaguas). Podemos notar que este esquema de división es jerárquico y contiene subcuencas que a su vez están divididas en microcuencas. Para definir una cuenca tenemos únicamente los límites naturales.

Cuenca cerrada. Zonas en las que el flujo de superficie se acumula en lagos o sumideros no conectados por cauces superficiales con otras corrientes de la cuenca.

Cuenca de drenaje *sin.* cuenca fluvial; cuenca hidrográfica; cuenca receptora. Área que tiene una salida única para su escorrentía superficial.

Demanda de agua. Cantidad real de agua necesaria para diversos usos durante un período dado, condicionada por factores económicos, sociales y otros.

Desagüe. Abertura a través de la cual el agua vierte o es extraída de un embalse o un curso de agua.

Desalinización *sin.* desalación; Cualquier proceso por el cual, el contenido de sal del agua se reduce lo suficiente para hacerla apta para usos humanos, animales, industriales u otros específicos.

Desembocadura 1) Punto más bajo en el límite de un sistema de drenaje. 2) Punto donde vierte el agua residual o de drenaje.

Drenaje. Evacuación del agua superficial o subterránea, de una zona determinada, por gravedad o por bombeo.

Embalse. Emplazamiento, natural o artificial, usado para el almacenamiento, regulación y control de los recursos hídricos.

Encharcamiento. Aplicación artificial de agua a terrenos para su almacenamiento en el suelo.

Escorrentía. Parte de la precipitación que se presenta en forma de flujo en un curso de agua.

Escorrentía anual *sin.* aportación anual. Volumen total de agua que fluye durante un año, usualmente referido a las salidas de un área de drenaje o cuenca fluvial.

Evapotranspiración. Cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración vegetal.

Extracción (de agua) Extracción de agua de embalses superficiales o subterráneos.

Fuente. 1) Origen de un río. 2) En dinámica de fluidos, punto (o línea) donde divergen las líneas de corriente.

Galería filtrante. Conducto cerrado de bajo gradiente (dren o túnel) excavado en un acuífero que recoge agua subterránea por flujo gravitatorio.

Gasto. Es la cantidad de agua que pasa en una unidad de tiempo.

Gasto ecológico. el caudal de agua que se debe respetar en un cuerpo o corriente de agua, para proteger sus condiciones ambientales, de acuerdo a las especificaciones técnicas que fije la autoridad competente.

Gestión de cuencas. Utilización controlada de una cuenca de acuerdo con objetivos predeterminados.

Hidráulica. Rama de la mecánica de fluidos que estudia el flujo de agua (u otros líquidos) en conductos y canales abiertos.

Hidrología. 1) Ciencia que estudia las aguas superficiales y subterráneas de la Tierra, y su aparición, circulación y distribución, tanto en el tiempo como en el espacio, sus propiedades biológicas, químicas y físicas, sus reacciones con el entorno, incluyendo su relación con los seres vivos. 2) Ciencia que estudia los procesos que rigen el agotamiento y recarga de los recursos hídricos continentales, y que trata las diversas fases del ciclo hidrológico.

Impermeable. Que posee una textura que no permite el paso del agua de forma perceptible bajo la presión estática del agua subsuperficial.

Intensidad de lluvia. Tasa de lluvia expresada en unidades de altura por unidad de tiempo.

Inundación *véase también* avenida; 1) Desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río, o inundación por agua procedente de drenajes, en zonas que normalmente no se encuentran anegadas. 2) Encharcamiento controlado para riego.

Lago. Masa de agua continental de considerable tamaño.

Lecho del río. Parte inferior de un valle fluvial, conformada por el flujo de agua, y a lo largo de la cual se mueven la mayor parte del caudal y los sedimentos, en los períodos intercrecidas.

Lluvia. Precipitación de agua líquida, bien en forma de gotas de más de 0,5 mm de diámetro, o de gotas más pequeñas y dispersas.

Lluvia (altura de). Volumen de agua líquida caída procedente de la atmósfera (expresada como altura de agua sobre una superficie horizontal).

Lluvia ácida. Lluvia que en el curso de su permanencia en la atmósfera se ha combinado con elementos químicos o contaminantes y llega a la superficie terrestre en forma de solución ácida poco concentrada.

Manantial. Nacimiento de aguas, o el brotamiento espontáneo de agua, ya sea permanente o intermitente.

Nivel freático *sin.* Nivel de aguas subterráneas; superficie de aguas subterráneas; superficie freática. Superficie en la zona de saturación de un acuífero libre sometido a la presión atmosférica.

Obras hidráulicas. Instalaciones técnicas en las que se toman medidas para la explotación y utilización de los recursos hídricos, así como la protección contra sus efectos perjudiciales.

Organismo Operador: la dependencia o entidad, pública o privada, municipal o intermunicipal, descentralizada o desconcentrada, que ejercerá las facultades y cumplirá las obligaciones previstas en las disposiciones legales aplicables, dentro de los límites de las poblaciones de su circunscripción territorial.

Pozo. Agujero o perforación, excavado o taladrado en la tierra para extraer agua.

Pozo de infiltración *sin.* pozo de difusión; *véase también* pozo de inyección; Pozo de alimentación que sólo penetra en la zona no saturada se distingue de un pozo de inyección.

Pozo de inyección *véase también* pozo de infiltración. Pozo de recarga que penetra en un acuífero y es utilizado para la inyección directa de agua se distingue de un pozo de infiltración.

Precipitación. Elementos líquidos o sólidos procedentes de la condensación del vapor de agua que caen de las nubes o son depositados desde el aire en el suelo.

Presa. Barrera construida transversalmente a un valle para retener agua o formar un embalse.

Recarga de un acuífero *sin.* Alimentación. Proceso por el cual se aporta agua del exterior a la zona de saturación de un acuífero, bien directamente a la misma formación o indirectamente a través de otra formación.

Recuperación (de un acuífero) 1) Movimiento ascendente del nivel freático o de la superficie piezométrica causado por la recarga que sigue a un período de agotamiento. 2) Elevación del nivel de agua o de la superficie piezo- métrica en y alrededor de un pozo de bombeo, después de cesar el bombeo.

Recursos hídricos. Recursos disponibles o potencialmente disponibles, en cantidad y calidad suficientes, en un lugar y en un período de tiempo apropiados para satisfacer una demanda identificable.

Río. Corriente de agua de grandes dimensiones que sirve de canal natural de drenaje en una cuenca de drenaje.

Sistema Hidráulico. Es el conjunto de instalaciones y obras de infraestructura que son necesarios para prestar el servicio integral de abastecimiento y tratamiento de aguas.

Sobreexplotación. Cantidad de agua extraída de un sistema de recursos hídricos que excede la extracción óptima.

Socavación. Acción erosiva - en particular, erosión local pronunciada - del agua en cauces, excavando y arrastrando materiales del lecho y las márgenes.

Subsuelo. Parte del suelo situada a poca profundidad pero no alcanzada en labores de labranza.

Toma domiciliaria: la derivación de una red pública de distribución de agua potable, hacia el interior del domicilio de un usuario doméstico.

Uso no consuntivo. Uso del agua que tiene lugar en la propia corriente por ejemplo, la generación hidroeléctrica, la navegación, la mejora de la calidad del agua, la acuicultura y para fines recreativos.

Uso agropecuario. Es la utilización del agua para fines de riego o cultivo, así como para el mantenimiento de actividades pecuarias o agroindustriales, cuando éstos no sean provistos por los Sistemas de Agua Potable.

Uso comercial. Es la utilización del agua en establecimientos y oficinas, dedicadas a la comercialización de bienes y servicios.

Uso doméstico. Es la utilización de agua en predios para uso habitacional, destinada al uso particular de las personas y del hogar, así como el riego de jardines y de árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de animales domésticos, siempre que estas últimas dos aplicaciones no constituyan actividades lucrativas.

Uso en instituciones públicas o que presten servicios públicos. Es la utilización del agua para el riego de áreas verdes de propiedad estatal y municipal y para el abastecimiento de las instalaciones que presten servicios públicos, incluyendo la captación de agua en embalses para conservar las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico.

Uso en servicios de hotelería. Es el uso comercial que se hace en hoteles, tiempos compartidos, moteles, así como bungalows y condominios con servicio de hotelería, así como el alojamiento temporal.

Uso industrial: la utilización de agua en procesos de extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como la que se utiliza en calderas, en dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aún en estado de vapor que es usada

para la generación de energía eléctrica; lavanderías de ropa; lavado de automóviles y maquinaria; o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación.

Uso público urbano. Es la utilización de agua para el abasto a centros de población o asentamientos humanos, a través de la red primaria a cargo del organismo prestador de los servicios; dentro de éste uso quedan comprendidos el doméstico, comercial e industrial.

Usuario. Son las personas físicas o morales que hagan uso de los servicios a que se refiere la Ley y el Reglamento.

Índice de Figuras

I. Marco Teórico

Figura 1.1	Configuración general de un sistema hidráulico urbano.....	13
Figura 1.2	Tres pilares del desarrollo sustentable.....	14
Figura 1.3	Integración Transectorial.....	21
Figura 1.4	Reformas Estratégicas.....	21
Figura 1.5	Acciones y beneficios del uso eficiente del agua en el sistema hidráulico...	30
Figura 1.6	Efecto del de uso eficiente del agua en el manejo y proyección de la demanda de agua.....	31
Figura 1.7	Capacidad Institucional.....	33
Figura 1.8	Tipificación de una Cuenca.....	37
Figura 1.9	Esquema del marco teórico.....	41

II. Diagnóstico del Sistema Hidráulico

Figura 2.1	Relación entre la disponibilidad de agua y la población.....	43
Figura 2.2	Región de las Américas: Evolución de la población urbana y rural en las últimas décadas.....	45
Figura 2.3	Componentes del Ciclo Hidrológico en México.....	48
Figura 2.4	Regiones Hidrológicas en México.....	49
Figura 2.5	Regiones Hidrológico-Administrativas.....	51
Figura 2.6	Estados que forman parte de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago.....	51
Figura 2.7	Almacenamientos de agua en la cuenca Lerma-Chapala.....	54
Figura 2.8	Plantas de Tratamiento de la Cuenca Lerma-Chapala.....	54
Figura 2.9	Valle de Atemajac antes de la fundación de Guadalajara.....	59
Figura 2.10	Presa de Arcediano.....	61
Figura 2.11	Construcción del Colector en el río San Juan de Dios.....	62
Figura 2.12	Población de la Zona Conurbada de Guadalajara.....	64
Figura 2.13	Mapa Zona Conurbada de Guadalajara.....	66
Figura 2.14	Mapa Área Metropolitana de Guadalajara.....	67
Figura 2.15	Cuencas de la ZCG.....	67
Figura 2.16	Nivel diario del Lago de Chapala.....	68
Figura 2.17	Ubicación de la Planta de Bombeo Chapala-Guadalajara.....	69
Figura 2.18	Presa Elías González Chávez.....	69
Figura 2.19	Fuentes Superficiales de la ZCG.....	70
Figura 2.20	Ubicación de los pozos en el ZCG.....	71
Figura 2.21	Fuentes actuales de Abastecimiento de la ZCG.....	72
Figura 2.22	Conducción y bombeo Acueducto Chapala-Guadalajara.....	73
Figura 2.23	Proceso de Potabilización utilizado en la ZMG.....	74
Figura 2.24	Ubicación de las Plantas Potabilizadoras (PPs).....	75
Figura 2.25	Vista área de la Planta Potabilizadora No. 1.....	75



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Figura 2.26	Red de Colectores y Subcuencas de la ZCG.....	77
Figura 2.27	Colector San Juan de Dios.....	77
Figura 2.28	Colector y Canal Patria.....	77
Figura 2.29	Planta de Tratamiento Río Blanco.....	78
Figura 2.30	Descarga del Colector San Juan de Dios.....	78
Figura 2.31	Plantas de tratamiento de Aguas Residuales Planeadas con sus sub- cuencas.....	79
Figura 2.32	Manantial Colomitos afectado por la construcción a un costado.....	81
Figura 2.33	Tiradero del agua al drenaje del manantial Colomitos.....	81
Figura 2.34	Vías inundadas.....	82
Figura 2.35	Agua desperdiciándose en medio de las vías del tren ligero.....	82
Figura 2.36	Sobreexplotación del Acuífero Atemajac.....	83
Figura 2.37	Sobreexplotación del Acuífero de Toluquilla.....	84
Figura 2.38	Operación de una galería filtrante.....	85
Figura 2.39	Galería Los Castaños en Operación.....	85
Figura 2.40	Fugas en la red de distribución.....	88
Figura 2.41	Inundación en Av. Guadalupe.....	89
Figura 2.42	Puntos de inundación en la Z.C.G.....	90
Figura 2.43	Descarga del Colector San Gaspar al Río Santiago en Tonalá.....	91
Figura 2.44	Descarga del Colector San Andrés.....	91
Figura 2.45	Fallas Físicas del Sistema Hidráulico de la ZCG.....	92

III. Análisis de las fallas de Planeación y Gestión

Figura 3.1	Marco Institucional del agua en México.....	101
Figura 3.2	Debate filosófico a nivel mundial.....	108
Figura 3.3	Falta de una política del agua integral.....	110

IV. Planeación y Gestión hacia la Sustentabilidad del Sistema Hidráulico en la Zona Conurbada de Guadalajara

Figura 4.1	Modelo de Planeación y Gestión hacia la Sustentabilidad.....	112
Figura 4.2	Capacidad Institucional Global.....	115
Figura 4.3	Corte Longitudinal Sur-Norte de la Cuenca del Valle de Atemajac.....	117
Figura 4.4	Corte Longitudinal Sur-Norte- Fallas físicas del Sistema.....	117
Figura 4.5	Zonas de protección de un manantial.....	119
Figura 4.6	Acuífero Vulnerable.....	119
Figura 4.7	Acuífero bien protegido.....	119
Figura 4.8	Instalación de un Pozo de infiltración.....	121
Figura 4.9	Galería en los Colomos.....	121
Figura 4.10	Agujero en la ciudad de Guatemala.....	127
Figura 4.11	Vasos y Tanques Reguladores con colectores pluviales.....	128
Figura 4.12	Vaso regulador como paisaje urbano.....	128
Figura 4.13	Drenaje Profundo para la AMG.....	129

Figura 4.14	Media nacional de las pérdidas de caudales en México.....	131
Figura 4.15	Sistema Hidráulico Sustentable.....	136
Figura 4.16	Capacidad Institucional.....	137
Figura 4.17	Organigrama del SIAPA.....	146
Figura 4.18	Organigrama del SADM.....	150
Figura 4.19	Organigrama del SYDNEY WATER.....	152
Figura 4.20	Organigrama propuesto para el SIAPA.....	159
Figura 4.21	Problemática del financiamiento del sector hidráulico.....	165
Figura 4.22	Propuesta de mejora en el financiamiento del sector Hidráulico.....	166
Figura 4.23	Esquema de Financiamiento.....	167

ANEXO 1. Ahorro doméstico

Figura A1. 1	Bote de 2 litros en WC.....	179
Figura A1. 2	W.C. con sistema de ahorro.....	181
Figura A1. 3	Casa sustentable.....	182
Figura A1. 4	Planta baja y alta.....	183
Figura A1. 5	Azotea.....	183
Figura A1. 6	Corte longitudinal.....	184
Figura A1. 7	Diagrama del Sistema Sustentable.....	184
Figura A1. 8	Isométrico del Sistema Sustentable.....	185

ANEXO 2. Aprovechamiento de Aguas Pluviales en la Zona Conurbada de Guadalajara.

Figura A2. 1	Aprovechamiento de Agua de Lluvia en la Z.C.G	191
--------------	---	-----

ANEXO 3. Análisis del Sistema Integral de Saneamiento y Abastecimiento para la Zona Conurbada de Guadalajara (Presa Arcediano)

Figura A3. 1	Proyecto de Saneamiento de la CEA.....	193
Figura A3. 2	Proyecto de Suministro de la CEA.....	194
Figura A3. 3	Descarga del Colector San Gaspar al Río Santiago en Tonalá.....	196

Índice de Cuadros

I. Marco Teórico

Cuadro 1.1	Características claves del Programa de Ciudades Sustentables.....	19
------------	---	----

II. Diagnóstico del Sistema Hidráulico

Cuadro 2.1	Estadísticas Mundiales.....	44
Cuadro 2.2	Valores Anuales de disponibilidad de Agua en México.....	47
Cuadro 2.3	Características de las Regiones Hidrológicas.....	50
Cuadro 2.4	Población por región Hidrológicas.....	52
Cuadro 2.5	Dotaciones de agua.....	76
Cuadro 2.6	SIAPA en números.....	80
Cuadro 2.7	Desperdicio según SIAPA.....	87
Cuadro 2.8	Desperdicio doméstico.....	88
Cuadro 2.9	Números básicos del SIAPA.....	95

IV. Modelo de Planeación y Gestión del Sistema Hidráulico

Cuadro 4.1	Cuadro comparativo entre caudales actuales y los caudales recuperados y aprovechados.....	132
Cuadro 4.2	Capacidades para la implementación de la GUSA.....	139
Cuadro 4.3	Cuadro comparativo de las funciones básicas de acuerdo a las áreas estratégicas.....	156
Cuadro 4.4	Escenario actual de producción de agua y pérdidas.....	168
Cuadro 4.5	Escenario óptimo de producción de agua.....	169

ANEXO 2. Aprovechamiento de Aguas Pluviales en la Zona Conurbada de Guadalajara.

Cuadro A2. 1	Distribución del agua de lluvia antes y después de la urbanización.	189
Cuadro A2. 2	Distribución del agua con la ampliación de áreas verdes y de infiltración.....	190

Bibliografía

- ALLMENDINGER, Philip (2002). *Planning Theory*, Nueva York, Palgrave.
- y Mark TEWDWR-JONES (2002) (eds). *Planning Futures. New Directions for Planning Theory*, Londres y Nueva York. Routledge.
- BALAIRON, Perez Luis. (2002) *Gestión de Recursos Hídricos*. Ediciones de la Universidad Politècnica de Catalunya, Barcelona España.
- BARKIN, David (2006) *La Gestión Urbana del Agua Urbana en México*. Universidad de Guadalajara. Guadalajara Jalisco.
- BROWN, R (2003), *Institutionalisation of Integrated Urban Stormwater Management: Multiple-Case Analysis of Local Management Reforms Across Metropolitan Sydney*. PhD thesis, University of New South Wales, Sydney, New South Wales.
- BROWN, R (2005), 'Water and Sustainable Development: Tools for Change', conference synopsis prepared by Ark Partners for Melbourne Water, July 2005, Melbourne, Australia (unpublished).
- BROWN, R, Mouritz, M and Taylor, (2006), Chapter 5: Institutional Capacity In *Engineers Australia (2006), Australian Runoff Quality: A Guide to water Sensitive Urban Design*, Engineers Australia, Canberra.
- BROWN, R and Taylor, A (2005), 'Facilitating Institutional Development and Organisational Change for Advancing Sustainable Water Futures', presentation to Brisbane City Council, Brisbane, Australia.
- CARABIAS J. y R. Landa (2005), *Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*. Universidad Nacional Autónoma de México, El Colegio de México A.C., Fundación Gonzalo Río Arronte I. A. P., México.
- COMISIÓN DE AGUAS DISTRITO FEDERAL (2001). "Evolución de los índices de eficiencia del sistema de agua", México, D. F., Comisión de Aguas del Distrito Federal/Gobierno del Distrito Federal (documento interno).
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (2001) *Plan Nacional Hidráulico (PNH), 2001-2006*. CNA, México, 2001.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (2008) *Estadísticas del Agua en México*. 1a. edición 2008 , México, D.F. www.conagua.gob.mx
- CONAPO, *Proyecciones de la población de México 2000-2050*. México, 2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

- CONTRERAS, Hugo (2005) Financiamiento de Proyectos Hidráulicos. Desde http://www.imacmexico.org/ev_es.php?ID=21636_208&ID2=DO_TOPIC
- CRUZ, Gustavo (2005) La cuenca como unidad de planeación ambiental. Instituto Nacional de Ecología. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT.
- DAVIDOFF (2002), Paul. "Advocacy and pluralism in Planning" en Scott Campbell y Susan Fainstein (eds) Planning Theory, Octava reimpression, Oxford Backell
- DICKINSON, M.A. (2003). 'Abstract: The Multiple Benefits of Water Efficiency: Environmental Improvements to the Watershed'. In: II International Conference Efficient Use and Management of Urban Water Supply. International Water Association. Tenerife, Canary Island, Spain.
- DOF (Diario Oficial) (2004). Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación 29 abril. Secretaría de Gobernación. México.
- DOUROJEANNI, Axel y Jouravlev Andrei (1999) Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos. Centro de Estudios Para Latinoamérica C.E.P.AL. Chile.
- (2002). Políticas Públicas para el Desarrollo Sustentable: la Gestión Integrada de Cuencas, ONU, CEPAL. Chile.
- Axel y Andrei Jouralev, (2002). Gestión del Agua a Nivel Cuencas: Teoría y Práctica, CEPAL, Chile.
- ETZIONI, Amitai. (1991) Mixed-Scanning: a Third Approach to Decisión-Making en Andreas Faludi. A Reader in Planning Theory, Novena reimpression. Gran Bretaña, Pergamon Press, 1991.
- FALUDI, Andreas. Planning Theory, Primera reimpression, Gran Bretaña, Pergamon Press, 1976.
- A reader in Planning Theory, Primera reimpression, Gran Bretaña Pergamon Press 1991
- FAIGUENBAUM, Isaac Arcavi (1990) Planes para la reducción de consumos de agua. XXII Congreso AIDIS Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental San Juan, Puerto Rico. Desde <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind48/planes/planes.html>
- FOSTER, Stephen (1998) Las aguas subterráneas en el desarrollo urbano. Evaluación de las necesidades y formulación de estrategias. Banco Mundial Washington. D.C.
- GLEASON E., José Arturo (2005). Manual de Aprovechamiento de Aguas Pluviales en Centros Urbanos. Ed. U. de G. Guadalajara Jalisco.

- GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO (1997) Las obras que no se ven, Colectores de Guadalajara. Guadalajara Jalisco.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO (1998) Proyecto de Suministro de Agua Potable y Saneamiento de la Zona Metropolitana de Guadalajara: Estrategias y Planes de Acción
- GRINDLE, M. S. and Hilderbrand, M. E. (1995) Building sustainable capacity in the public sector: what can be done, *Public Admin and Development*, 15: 441-463.
- GUTIERREZ Chaparro, Juan José (2005) Planeación urbana: reflexiones desde la Teoría de la Planeación. *Revista Ciudades*. Puebla, Pue.
- GÚZMAN ARROYO, Manuel *et al* (2001) Extracciones del Lago de Chapala. Instituto de Limnología de la Universidad de Guadalajara.
- GWP (Global Water Partnership) (2000). *Water of the 21st Century: Vision to Action South America*. Global Water Partnership South American Technical Advisory Committee, Stockholm, Sweden.
- HEALEY, Patsy. (1998). Building Institutional Capacity through Collaborative Approaches to Urban Planning” en *Environmental and Planning A*, Vol 30, N°9.
- HERBERTSON, P.W. (2003). ‘Water Conservation and Demand Management’. In: Master of Science, Diploma, Certificate and Professional Development Courses in Hydroinformatics and Management Systems. University of Newcastle. Newcastle, UK.
- “Planning through Debate: The Communicative Turn in Planning Theory” en Scott Campbell y Susan Fainstein (eds) *Planning Theory*, Octava reimpresión, Oxford, Blackwell Publishing, 2002.
- HUFSCHMIDT, M.M. (1986) A conceptual framework for watershed management. In: Easter, J.A. Dixon, and Hufschmidt, M. (eds). *Watershed Resources Management*. Westview Press, Boulder.
- INEGI (2005). II Conteo de Población y Vivienda 2005. Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática.
- LEY PARA EL SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA ZONA METROPOLITANA. Capítulo Primero. Artículo 2.
- LINDBLOM, Charles “The Science of Muddling Through” en Scott Campbell y Susan Fainstein (eds). *Planning Theory*, Oxford, Backwell Publishing. Octava reimpresión. 2002

- OCHOA Alejo Daniel y Bourguett Ortiz, Víctor, (2001) Reducción Integral de Perdidas de Agua Potable. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Progreso Morelos. México.
- ORDORICA, Manuel (2004) Cambios demográficos y Desafíos para la Política de Población en México: Una reflexión a largo plazo, *Papeles de Población*, abril-mayo, número 040. Universidad Autónoma de México. Toluca, México. pp 13-25 23nov08
- PELTENBURG, M., de Wit, J. and Davidson, F. (2000) Capacity building for urban management: learning from recent experiences, *Habitat International*, 24: 363-373.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (1999a). *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial 2000*. PNUMA, Londres, Reino Unido.
- PNUMA (1999b). Evaluación sobre las Fuentes Terrestres y Actividades que Afectan al Medio Marino, Costero y de Aguas Dulces Asociadas en la Región del Gran Caribe. Informes y Estudios del Programa de Mares Regionales del PNUMA No. 172. PNUMA/Oficina de Coordinación del PAM/Programa Ambiental del Caribe, La Haya, Holanda
- SÁNCHEZ T Luis, Darío y Sánchez Torres, Arlex (2004) Uso eficiente del Agua. International Water and Sanitation Centre y CINARA Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico. Delft Holanda
- SCHUETZE, Thorsten and Santiago, Vicente (2009). *WiseWater User's Manual*. PNUMA. Delft University of Technology.
- SEMANART (2002) Programa de Modernización de Organismos Operadores
- SCHUETZE, Thorsten and Santiago, Vicente (2009) *WiseWater User's Manual*. PNUMA.
- SIAPA (Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado) (2008) Informe de Actividades 2007. Guadalajara, Jalisco.
- SYDNEY WATER (2008) Annual Report Summary 2008, Sydney Australia.
- S. VAN DE MEENE, R. Brown (2007) Towards An Institutional Capacity Assessment Framework For Sustainable Urban Water Management. 13th International Rainwater Catchment Systems Conference and 5th International Water Sensitive Urban Design Conference, Sydney, Australia, 21-23 National Urban Water Governance Program, School of Geography & Environmental Science, Monash University, Clayton, in August 2007. susan.vandemeene@arts.monash.edu.au

TORJADA, Cecilia; Guerrero, Vicente y Sandoval, Ricardo, (2004). Hacia una Gestión Integral del Agua en México: Retos y Alternativas, Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, México.

UNESCO (2003). Glosario Hidrológico Internacional basado en el Manual of remote sensing, American Society of Photogrammetry, first edition, 1975, Falls Church, Virginia. Reglamento Técnico de la OMM, Volumen III - Hidrología, 1988, OMM-N° 49, Ginebra.

UNESCO (2006), Boletín de Noticias Bimensual del Portal de Aguade la UNESCO no.65: “La Gobernabilidad del agua”.

UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Water conservation plan guidelines. City, U.S.A.

VARGAS, José Manuel (2001). Guadalajara... Sus problemas Hidrosanitarios y Propuestas de Solución. Manuscrito sin publicar. Guadalajara, Jalisco. México.

WINOGRAD, M. (1995). Indicadores ambientales para Latinoamérica y el Caribe: hacia la sostenibilidad en el uso de tierras. GASE, Proyecto IICA/GTZ,OEA, WRI, San José, Costa Rica.

WONG, T. (2006). Chapter 1: Introduction. In Engineers Australia (2006), Australian Runoff Quality: A Guide to water Sensitive Urban Design, Engineers Australia, Canberra. 1(1-8).

WORLD BANK (1996). Social Indicators of Development 1996. World Bank, Washington, D.C., United States.

WORLD BANK (1997). World Development Report: the state in a changing world. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom and New York, United States.

WRI (World Resources Institute) (2003), World resources 2002-2004. Decisions for the Earth: balance, voice, and power, Washington, D.C. (disponible en Internet: http://pdf.wri.org/wr2002fulltxt_230-283_datatables.pdf).

Sitios Webs consultados:

CAP-NET contiene información sobre la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (<http://www.cap-net.org/>)

Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, (CNUAH-Habitat) (2000) Es un sitio web que contiene información sobre las Ciudades Sustentables. (<http://www.unchs.org/scp>)

Comisión Estatal de Agua del gobierno del Estado de Jalisco. <http://www.ceajalisco.gob.mx/>

Comisión Nacional del Agua. www.conagua.gob.mx

Consortio de Aguas del Gobierno del Principado de Asturias.
<http://www.consortioaa.com/cmscaa/opencms/CAA/abastecimiento/sistema-generico-de-abastecimiento.htm>,
<http://www.consortioaa.com/cmscaa/opencms/CAA/saneamiento/sistema-generico-de-saneamiento.htm>

E-Learning, SEMANART. <http://elearning.semarnat.gob.mx/>

El Consorcio Internacional de Periodistas Investigadores. 2003. The Water Barons (Los Barones del Agua). Centro de Integridad Pública. <http://www.icij.org/water/>

Hacia una ciudad verde, (2006)
<http://revista.consumer.es/web/es/20061201/medioambiente/70939.php>

La Ciudad de las Rosas, Historia <http://www.guadalajara.net/html/ciudad/03.shtml>

ONU-Hábitat. 2003. Water and Sanitation in the World's Cities (Agua y Saneamiento en las Ciudades del Mundo). Earthscan Publications.
<http://www.unhabitat.org/register/item.asp?ID=988>

ONU/WWAP. 2003. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos, Agua para Todos, Agua para la Vida. UNESCO/Berghahn Books. http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/index_es.shtml

PNUMA/ORPAL (2006) Ciudades Sustentable.
http://www.pnuma.org/industria/ciudades_sustentables.php

Sitio web del WWAP, Datos y Cifras
http://www.unesco.org/water/wwap/facts_figures/index_es.shtml

Sitio web del Programa ONU-Hábitat <http://www.unchs.org/>

Sito Web de los Objetivos o Metas del Milenio:
<http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/environ.shtml>

UNESCO Programa Mundial de Evaluación de Recursos Hídricos (2009). Hitos del Agua.
http://www.unesco.org/water/wwap/milestones/index_es.shtml