

Universidad Autónoma del Estado de México



UAEM

Facultad de Ingeniería



ENSAYO:

**ESCASEZ DE AGUA EN MEXICO;
REPENSANDO EL DESARROLLO**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL,
PRESENTA:

MISAEEL HERNÁNDEZ GARCÍA

Toluca Edo. De México, Enero de 2013

Índice.

- I. Introducción.....(4)**
- II. Escasez de agua en México. Entenderla y enfrentarla.....(8)**
- III. Repensando el desarrollo. Ingeniería para asegurar el agua.....(47)**
- IV. Conclusiones.....(65)**
- V. Bibliografía.....(68)**

En última instancia, el desarrollo humano se basa en la realización de nuestro potencial. Se basa en lo que las personas pueden hacer y en lo que pueden convertirse y en la libertad de disponer de opciones reales en la vida. El agua condiciona todos los aspectos del desarrollo humano. Cuando a alguien se le niega el acceso a agua limpia en su casa o cuando carece de acceso al agua como recurso productivo, sus opciones y su libertad quedan limitadas por las enfermedades, la pobreza y la vulnerabilidad. El agua es el origen de la vida de todas las cosas, incluidos el desarrollo humano y la libertad humana.

Informe sobre Desarrollo Humano (PNUD), 2006.

I. INTRODUCCION

Cuando se formó la Tierra era una esfera de magma con cientos de volcanes activos en su superficie. El magma, cargado de gases con vapor de agua, emergió a la superficie gracias a las constantes erupciones. La Tierra se enfrió, el vapor de agua se condensó y cayó nuevamente en forma de lluvia; así comenzó el ciclo del agua. La lluvia llenó las depresiones del planeta y creó los océanos. Mil millones de años después, en los océanos se reunieron las sustancias químicas que junto con el agua darían origen a la vida. Desde entonces, la misma agua ha circulado una y otra vez en el planeta, originando y conservando la vida, gracias al ciclo hidrológico, a partir del cual este elemento se purifica.

La vida salió de los océanos cuando aprendió a desarrollar una piel impermeable, para retener el agua con ella. Somos, sin duda, animales de agua que ya no necesitamos vivir en ella, pero la llevamos por dentro¹.

La importancia del agua en el desarrollo humano se asimila no sólo porque constituye básicamente al cuerpo humano, sino también porque como sustancia hace posible la vida de plantas y animales (alimentos del hombre) y porque los servicios ambientales² en los que ésta participa permiten al hombre su desarrollo y en suma el mantenimiento de la vida en nuestra tierra.

El agua, fuente de vida y derecho humano fundamental, es el elemento central de una crisis diaria que enfrentan muchos millones de los habitantes más vulnerables del planeta, una crisis que amenaza la vida y destruye los medios de sustento en una proporción devastadora. Al igual que el hambre, la privación de acceso al agua es una crisis silenciosa que experimenta la población pobre y que toleran aquellos con los recursos, la tecnología y el poder político para resolverla. Sin embargo, es una crisis que está frenando el progreso humano, relegando a grandes segmentos de la humanidad a vivir en la pobreza, la vulnerabilidad y la inseguridad. Esta crisis se cobra más vidas a causa de las enfermedades que una guerra a través de las armas. También refuerza las graves desigualdades de oportunidades que dividen a naciones pobres y ricas en un mundo cada vez más próspero e interconectado y que dividen a los habitantes de un mismo país según la riqueza, el género y otras características de desventaja.

Lo mismo Egipto que Roma, Londres y Los Ángeles, los chinos y los aztecas, desde las civilizaciones más antiguas hasta el mundo globalizado de hoy, el éxito de las sociedades antiguas y

¹ Se estima que el cuerpo humano está compuesto entre un 55% y un 78% de agua, dependiendo de sus medidas y complexión. Para desarrollarse de manera normal el cuerpo necesita alrededor de siete litros diarios de agua; la cantidad exacta variará en función del nivel de actividad, la temperatura, la humedad y otros factores. La mayor parte de esta agua se absorbe con la comida o bebidas (no estrictamente agua). No se ha determinado la cantidad exacta de agua que debe tomar un individuo sano, aunque la mayoría de expertos considera que unos 6-7 vasos de agua diarios (aproximadamente dos litros) es el mínimo necesario para mantener una adecuada hidratación.

² Los Servicios Ambientales (SA) son entendidos como "La prestación en forma de procesos y funciones biológicas; así como físico-químicas que brinda el ambiente (ecosistemas) a la vida, en especial a la población humana" (Torres, 2006)

contemporáneas respecto del aprovechamiento del potencial de vida del agua a la vez que se limita su potencial destructivo ha sido factor determinante del progreso humano logrado hasta nuestros días. Este progreso sin embargo ha devenido en una “escasez de agua” que comparten analistas, escritores, ecologistas, etc., será la condición definitoria de la vida para muchos en este nuevo siglo. Ríos que se desecan, lagos que se reducen, tierras erosionadas hasta donde alcanza la vista, cultivos abatidos por sequías y rostros de hambre y sed; refuerzan la percepción de que el mundo va camino a una crisis maltusiana³ en medio de una competencia por un recurso cada vez más escaso que propicia la generación de conflictos entre comunidades, estados y países.

La disponibilidad del agua es una preocupación para algunos países, entre ellos México, de la misma manera, estos países están entendiendo que la crisis del agua nace de la desigualdad, la pobreza y el poder, no de la disponibilidad física.

El desconocimiento real de la escasez de agua por parte de la población usuaria del recurso propicia el desentendimiento de su gestión y de las realidades que es necesario afrontar frente a su escasez. Hasta hace relativamente poco, el agua se consideraba erróneamente un recurso infinito susceptible de consumirse, contaminarse, desviarse y aprovecharse en aras de riqueza.

En realidad, en México como en el mundo, hay agua más que suficiente para el uso doméstico, la agricultura y la industria. El problema radica en que algunos (principalmente la población más pobre) quedan excluidos sistemáticamente del acceso al agua por su pobreza, por sus limitados derechos legales que muchas veces no cuentan demasiado si las instituciones que deben proteger dichos derechos son inaccesibles o se muestran indiferentes o por políticas públicas que limitan el acceso a las infraestructuras que proporcionan agua para la vida y para los medios de sustento. Esto ocurre con frecuencia en México, donde los sistemas regulatorios y reglamentarios para la administración de la justicia son burocráticamente sofisticados y terminan cansando a los individuos que litigan para defender o exigir su derecho al agua. Contribuyen además, las desigualdades de acceso a la información y disparidades en la capacidad de recurrir al asesoramiento legal, el nivel de educación por supuesto es una restricción para muchos agricultores o pobladores de comunidades rurales que luchan por sus derechos, a quienes es fácil amedrentar con argumentos simples y hacerlos desistir de exigir sus derechos. El desarrollo de instituciones, leyes y normas para la regulación de los mercados del agua en interés público es un ejercicio complejo, sobre todo cuando estos tienen que garantizar que los objetivos de política pública fundamentales como la justicia social y la sostenibilidad ecológica no estén subordinados a la búsqueda de beneficios privados.

Frente a la escasez de agua se hace necesario reequilibrar la oferta y la demanda del recurso, analizando las posibilidades en cada parte de la ecuación e implementado aquellas que de manera sustentable contribuyan a la reducción de la crisis de agua sin perder de vista durante el proceso

³ A principios del siglo XIX, Thomas Maltus previó un futuro desastroso para la humanidad. En su Ensayo sobre la Población concluyó que “el poder de la población es tan superior al poder de la tierra para permitir la subsistencia del hombre, que la muerte prematura tiene que frenar hasta cierto punto el crecimiento del ser humano”

de realineación, que no deben permitirse ganadores ni perdedores. El agua es un poder en muchas sociedades y las desigualdades de poder pueden provocar profundas desigualdades en el acceso al agua y a la protección frente a los riesgos devenidos de las sequías y las inundaciones, formas extremas de inseguridad de agua que tienen consecuencias devastadoras para el desarrollo humano.

Por su parte, México frente al mundo goza de una disponibilidad de agua por encima de la cantidad que expertos recomiendan como suficiente para llevar una vida digna. Sin embargo, un análisis de la disponibilidad de agua en el país da cuenta de la escasez física del recurso. Para eso es necesario desenmarañar las estadísticas generales pues esconden marcadas diferencias entre regiones, lo que en algunos casos ha influido en el desarrollo de algunas zonas de país relegando a otras a la pobreza, así mismo, el imparable desarrollo de las primeras sumado a los efectos de la sequía generalizada en México ha resultado en la sobreexplotación de acuíferos, llevando a dichas zonas a enfrentar situaciones de estrés hídrico alarmante.

La preocupación frente a la escasez de agua, la necesidad de nuevas políticas de gestión del recurso y la implementación de proyectos estratégicos de infraestructura hidráulica, surgen como respuesta ante dos situaciones principales: primero, hacer realidad para toda la población del país el derecho humano al agua con todas las implicaciones que el propio derecho le confiere, y segundo; la inminencia de una crisis alimentaria devenida por la falta de agua suficiente para sostener los sistemas de agricultura que permiten alimentar cada vez en menor grado a la propia población mexicana.

Frente a esta situación, resulta imprescindible garantizar la previsibilidad y confiabilidad del acceso al agua, y la protección respecto de los riesgos relacionados con el agua pues son cruciales para el bienestar de la población.

En el caso de México, la creación de la Comisión Nacional de Irrigación, en 1926, fue el punto inaugural de una política hídrica orientada a incrementar la oferta de agua para los diversos usos mediante la construcción de infraestructura. Una importante red de presas, acueductos, pozos, sistemas de potabilización, redes de suministro y de alcantarillado, fue establecida a lo largo y ancho del país. Esto posibilitó el acceso de agua entubada a más del 80% de los hogares, el desarrollo de una extensa superficie de riego agrícola (la sexta más grande del mundo) y dio soporte a la expansión de la planta industrial del país.

En la década de los 80, ante las claras señales de agotamiento de éste modelo, progresivamente se sustituyó por otro cuyos esfuerzos se centraban en desarrollar una nueva institucionalidad para tratar de satisfacer los requerimientos hídricos del país, ya no desde el incremento de la oferta, sino mediante un mejor control de la demanda. Con ese propósito se promulgó la Ley de Aguas Nacionales, se fundó la Comisión Nacional del Agua, se estableció un régimen de concesión y cobro de derechos, se creó el Registro Público de Derechos de Aguas, y se descentralizaron atribuciones hacia los municipios y hacia los distritos de riego. Aunque en gran medida tales políticas proporcionaron una respuesta eficaz a los requerimientos hídricos del país,

lamentablemente también heredaron problemas graves, como una creciente sobreexplotación de acuíferos, contaminación de cuerpos de aguas superficiales y subterráneas, pobre calidad en los servicios de agua potable y gran vulnerabilidad a las inundaciones.

Ante la agravante realidad y la inminente situación de crisis de agua en México y la de una posible crisis de alimentos en respuesta a la primera, existe la necesidad de una planeación estratégica de desarrollo que sea acorde con los planes de desarrollo sexenales y con la sustentabilidad necesaria en el progreso del país. Para esto, son ineludibles reformas en el sistema de gestión del agua en México, así como en el marco jurídico regente en la materia que hasta la fecha ha mostrado deficiencias e incongruencias entre lo que establece, la realidad del manejo del agua, la administración de los recursos hídricos y la implementación de soluciones factibles.

Es importante remarcar que la búsqueda de una conciencia respecto a la valorización del agua y de su papel real para el sustento de la vida debe ser una tarea constante, pero en el mientras de esa búsqueda de conciencia; se debe actuar para afrontar las realidades físicas que la escasez del agua impone frente al desarrollo y los modelos de crecimiento adoptados, pues de hecho el progreso adopta su forma en parte según el modo y el lugar en el que la naturaleza nos proporciona el agua pero, de forma más decisiva, por las instituciones, el sistema de gestión y la ingeniería materializada en infraestructura a través de las cuales los pueblos y las sociedades aseguran su acceso a flujos de agua predecibles.

II. ESCASEZ DE AGUA EN MÉXICO. Entenderla y enfrentarla.

“Es que no tenemos agua...” es expresión ya no exclusiva de zonas marginadas de México, la baja disponibilidad de agua en el país lo mismo subyuga a comunidades apartadas que a ciudades en desarrollo y urbes en decadencia. El agua se hace patente como factor que limita el progreso de poblaciones, a unas las condena a la miseria a otras a la riqueza.

Frente a la crisis mundial del recurso hidráulico es importante aclarar ¿Cómo se debe comprender la escasez de agua?, ¿Padece realmente México escasez de agua, o no? Y ¿Por qué es importante entender la escasez?

La variabilidad actual del ciclo hidrológico es semejante a la multiplicidad de acepciones que se le puedan dar a la escasez de agua, sin embargo y como se verá, existe un punto común al que conducen todas las definiciones de escasez.

Por supuesto entender la escasez de agua, significa separar las palabras, el conocimiento de lo que es **agua** es general, **escasez** no lo es tanto, sin embargo definiremos las dos.

Por una parte se tiene al agua;

Del latín *aqua*, el agua es una sustancia cuyas moléculas, están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrogeno: se trata de un líquido inodoro (sin olor), insípido (sin sabor) e incoloro (sin color), aunque también puede hallarse en estado sólido o gaseoso.

Es el componente que aparece con mayor abundancia en la superficie terrestre. Forma los océanos, los ríos y las lluvias, además de ser parte constituyente de todos los seres vivos. La circulación del agua en los ecosistemas se produce a través de un ciclo que consiste en la evaporación, la precipitación y el desplazamiento hacia el mar.

Se conoce como agua dulce al agua que contiene una cantidad mínima de sales disueltas (a diferencia del agua de mar que es salada). A través de un proceso de potabilización, el ser humano logra convertir el agua dulce en agua potable, es decir apta para el consumo gracias al valor equilibrado de sus minerales.

Su disponibilidad se ve limitada por las condiciones geográficas de cada lugar, y su posición en el planeta. Cuando el agua existe en un determinado lugar, el hombre asegura su acceso a ella a través de infraestructura que le permite usarla, aprovecharla o explotarla.

Por otra parte, de la comprensión común y popular que el término escasez goza entre cualquier población, Javier M. Iguñiz (2006) menciona:

...Cuando tratamos del sentido tradicional de la palabra escasez generalmente nos referimos a escaseces en cuanto carencias de algo (bien o servicio), que sufren las personas en un lugar y momento determinados. Este parece ser el sentido original, y más antiguo y permanente del término escasez. Desde su origen, durante el medioevo francés, el término escasez aludía a insuficiencias en la provisión de productos que ocurrían en ciertos momentos, como, por ejemplo,

en sequías o inundaciones. Este término tenía pues, una dimensión temporal; la escasez se sufría en ciertos momentos y lugares y no en otros.

Desde otro punto de vista, Godolier (1974) señala que “la escasez significa que los bienes no están a libre disposición de las personas que los ansían”. Esto es, que las necesidades del ser humano son múltiples y susceptibles de infinito desarrollo pero los medios a través de los cuales los humanos satisfacen estas necesidades son limitados y por lo tanto existe una escasez de recursos para poder llevar a cabo esta satisfacción de necesidades.

Por su parte el autor Paolo Bifani (2007) declara:

...El de escasez es un concepto relativo. Un recurso natural es abundante o escaso comparado o en función de algo. La relativa abundancia o escasez de recursos naturales implica definir disponibilidades físicas de los elementos existentes en la tierra en función de sus posibilidades de utilización. La sociedad es indiferente a la relativa abundancia física de un elemento existente en la corteza terrestre que no tiene uso actual ni potencial. Es la capacidad para satisfacer necesidades y la comparación entre la magnitud de las necesidades a satisfacer y la disponibilidad física de recursos la que definirá el grado de su escasez.

Y finalmente a la breve lista de definiciones de *escasez* aquí presentada, se incluye una más, la cual niega el sentido económico de la palabra y la intrínseca relación oferta-escasez-demanda, común en los autores anteriores, para denunciar a la escasez como una creación del mercado que resta al agua su condición de sacralidad y la reafirma como objeto de mercantilismo.

La Red Ecologista Autónoma de la Cuenca de México (REACM), apunta:

...Existe un límite natural al consumo de agua en cualquier lugar del mundo, determinado por el equilibrio ecológico y la cultura del lugar. No obstante, la modernidad crea el concepto de “escasez” para explicar y manipular la percepción de los problemas del agua; para describir las acciones del Estado y del Mercado: es una palabra que entraña el rechazo total a la sacralidad del agua, al lugar ecológico del agua, al commons⁴ del agua.... Sólo existe la “escasez del agua” cuando se quiere consumir agua sin tomar en cuenta al equilibrio ecológico y a la cultura de las regiones o localidades...

Muchos otros autores que se ocupan de desentrañar el significado del termino coinciden de manera general con las definiciones dadas y que explícitamente establecen la relación oferta-

⁴ “Commons” es una antigua palabra inglesa que no tiene una traducción exacta en español y que es aceptada para describir a los elementos como el aire, el agua y la tierra, a los que todos los seres humanos deben tener la libertad de acceso, lo que genera el cuidado gratuito del ambiente. También llamados “ámbitos de la comunidad” (Illich, El género vernáculo, p 25) se refiere a aquella parte del entorno que estaba más allá del umbral del individuo y fuera de su posesión, pero sobre la cual la persona tenía un derecho reconocido de uso, no para producir mercancías sino para la subsistencia de sus congéneres.

demanda para poder definir a la escasez. Si bien es cierto que los grupos ambientalistas se oponen al carácter puramente económico de la palabra en aras del restablecimiento del valor social antes que el de bien económico concedido al recurso hídrico, al final la variedad de explicaciones convergen en un punto y es el hecho ineludible y resumido de que la escasez del agua, debe entenderse como una escasez física que significa la insuficiencia del recurso para poder satisfacer la demanda existente y creciente, independientemente de si un estado cuenta con la infraestructura necesaria para usarla, aprovecharla o explotarla, cuando esta existiese. La infraestructura en realidad sólo permite incrementar el grado de seguridad de acceso al agua, bajo una disponibilidad definida del recurso.

El caso de México respecto a la disponibilidad de agua, es el caso de varios países en el mundo. De hecho la mayoría de los países tienen suficiente agua como para satisfacer las necesidades de los hogares, las industrias, el sector agrícola y el medio ambiente. El problema es la gestión.

En México, un largo y complicado proceso legislativo que comenzó a fundarse en la Colonia, resultó en la creación en 1989 de la Comisión Nacional del Agua (CNA), la pretensión inicial de ésta era la de abandonar gradualmente las funciones de construcción, operación y financiamiento de los sistemas hidráulicos que anteriormente ostentaba la Secretaría de Recursos Hidráulicos, que se supone habría de transferir a las autoridades locales y a los usuarios, sin embargo y por encima de todo, la creación de la CNA no constituyó otra cosa más que la reafirmación de la centralización de la gestión del agua por parte del ejecutivo federal. Actualmente la CNA se encuentra respaldada legislativamente por la Ley de Aguas Nacionales (LAN) publicada en 1992 y que dicta en su artículo 4: *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"*.

De esta manera, en México el sistema de gestión de agua se encuentra controlado por la LAN, la Ley Federal de Derechos en Materia de Aguas y la CNA. Esta última desempeña actualmente sus funciones a través de 13 Organismos de Cuenca, cuyo ámbito de competencia son las Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA). Además la CNA cuenta con 20 Direcciones Locales en las entidades federativas en las que no se encuentran las sedes de los Organismos de Cuenca. Los Organismos de Cuenca están directamente adscritos al titular de "la Comisión"; sus recursos y presupuestos son determinados por "la Comisión" y su Director General es nombrado por un Consejo Técnico, pero a propuesta del Director General de "la Comisión". Para su ejercicio los organismos se apoyan en los Consejos de Cuenca. Los Consejos de Cuenca se crean porque así lo dictaba el artículo 13 de LAN de 1992, su objetivo según dicho artículo consistía en permitir la coordinación entre la CNA, las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal o municipal y los representantes de los usuarios de las distintas cuencas hidrológicas⁵ con el objeto

⁵ "Las cuencas hidrográficas son unidades morfográficas superficiales, cuyos límites se establecen por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones, también conocida como parteaguas. [...] Las cuencas hidrológicas son unidades morfológicas integrales que además de incluir todo el concepto de cuenca hidrográfica, abarcan toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo" (FEA, CEMDA y Presencia Ciudadana Mexicana, 2006:

de formular y ejecutar programas y acciones para la mejor administración de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios respectivos y la preservación de los recursos de la cuenca. Los Consejos de Cuenca no están subordinados a “la comisión” ni a los Organismos de Cuenca. Al 31 de diciembre de 2009, había 26 consejos de cuenca en el país, luego la CNA consideró que existía la necesidad de atender problemáticas muy específicas en zonas geográficas más puntuales, por lo que se crearon órganos auxiliares denominados Comisiones de Cuenca, que atienden subcuencas, Comités de Cuencas para microcuencas, Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS) para acuíferos y Comités de Playas Limpias en las zonas costeras del país.

El caso particular de los Consejos de Cuenca en los procesos de gestión del agua nacional siempre ha sido polémica por considerarse que sólo son quimeras de una participación social en la gestión del agua pues su carencia de atribuciones ejecutivas los limita a ser una entidad de apoyo y consulta para la CNA, pero su propia naturaleza no subordinada a “la comisión” implica el hecho innegable de que sus opiniones pueden o no ser tomadas en cuenta a conveniencia y gustos de “la comisión”, como lo evidencian tristemente el caso de varios consejos de cuenca en el país⁶.

Al respecto de los Consejos de Cuenca, un reporte de investigación emitido en 2001 por el Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua A.C, declara:

...se dice que “los Consejos ... son la expresión moderna y actual de las nuevas formas de gestión integral del agua ... y una forma prevista en las leyes mexicanas para que la sociedad participe en la definición y orientación de las tareas del quehacer hidráulico” (CNA, 1998). Sin embargo, al analizar la estructura de los Consejos resaltan dos elementos: 1) No se puede hablar de una verdadera representación de los usuarios ya que no se considera la diversidad de características que éstos presentan, las necesidades e intereses no son los mismos para los micro productores que para los macro productores; la distribución espacial hace que los problemas sean diferentes para aquellos que se encuentran en la parte alta de la cuenca en comparación con aquellos que se encuentran en la parte baja o media; la coerción económica que los grupos poderosos pueden ejercer sobre otros distorsiona profundamente los procesos de toma de decisiones y los procesos de elección de representantes; paradójicamente, aun cuando los usuarios son parte de la sociedad, sus intereses no necesariamente representan los del conjunto de ésta, se debe aceptar que se trata de un proceso de defensa de intereses particulares, que no sociales, y en ocasiones antagónicos; y 2) la participación de los titulares de los ejecutivos de las entidades federativas comprendidas dentro del ámbito de la cuenca de que se trate, en la toma de decisiones que realizan los Consejos de Cuenca se encuentra supeditada a la invitación que les haga la CNA y contarán con voz y voto (Art. 15, fracc. II del RLAN), mientras que la participación de la sociedad civil, las organizaciones no gubernamentales y las instituciones de educación o centros de investigación, y de otras instancias de gobierno se encuentran supeditadas a la invitación que

22). Hoy día se cuentan 1 471 cuencas hidrográficas identificadas (Conagua, 2011), agrupadas en 722 cuencas hidrológicas a diciembre de 2009, que a su vez constituyen las 37 regiones hidrológicas del país y que en suma, forman las 13 regiones hidrológico-administrativas de la CNA.

⁶ Ver Boris Marañón Pimentel (2010). La descentralización en Guanajuato y Juan Jaime Sánchez Meza (2007) El caso de la Cuenca del Río Sonora.

les haga el propio Consejo si lo juzga conveniente (Art. 15, fracc. III del RLAN), y los cuales contarán sólo con voz, de esta forma podemos observar que los Consejos de Cuenca nos son foros abiertos a la participación⁷. La LAN confiere un alto grado de discrecionalidad al facultar a la CNA para decidir quienes participan y quiénes no en los votos de decisiones. Esta facultad de decidir permite jugar con el balance de poder y de esta forma poder dirigir las decisiones hacia objetivos o resultados ya establecidos previamente en otras instancias.

Además el reporte acierta al declarar al respecto de la participación social.

...en relación con los usuarios y, principalmente, la sociedad civil, existe una completa ausencia de una cultura de participación, no se tiene experiencia en procesos de organización y mucho menos en la participación pública, se carece de conocimientos sobre el valor económico, social y ambiental del agua, así como de los procesos de planeación y administración en el sector hidráulico... De esta forma surge la pregunta ¿Y cómo se integran los usuarios al proceso de planeación y toma de decisiones, cuando se encuentra en una total ausencia de conocimiento sobre el recurso y cultura de participación? Si bien los procesos de apertura para la toma de decisiones apenas comienzan y aún existen deficiencias, no podemos dejar de reconocer que representan pasos hacia una sociedad democrática, sin embargo, así como importantes son estos espacios, también resulta igualmente importante educar a la sociedad para que se integre adecuadamente a estos procesos. Hacerlo de otra forma tan sólo recreará las mismas estructuras para la toma de decisiones, donde unos poseen el conocimiento y elementos técnicos para discutir y hacer propuestas, y otros deben aceptarlas en virtud de su incapacidad para establecer propuestas alternativas.

El citado reporte fue emitido en 2001, es decir hace once años, entonces el editor ensayaba el caso de los Consejos de Cuenca en México; la situación que enfrentaban y la perspectiva que se esperaba para dentro de unos años. Hoy la situación no es diferente, la participación de los Consejos de Cuenca en el sistema de gestión del agua sigue prácticamente igual. Los recientes cambios en la LAN no han contribuido en nada para modificar su naturaleza y el sistema de decisiones sigue siendo el mismo sistema centralizado adoleciendo de los mismos defectos de antaño.

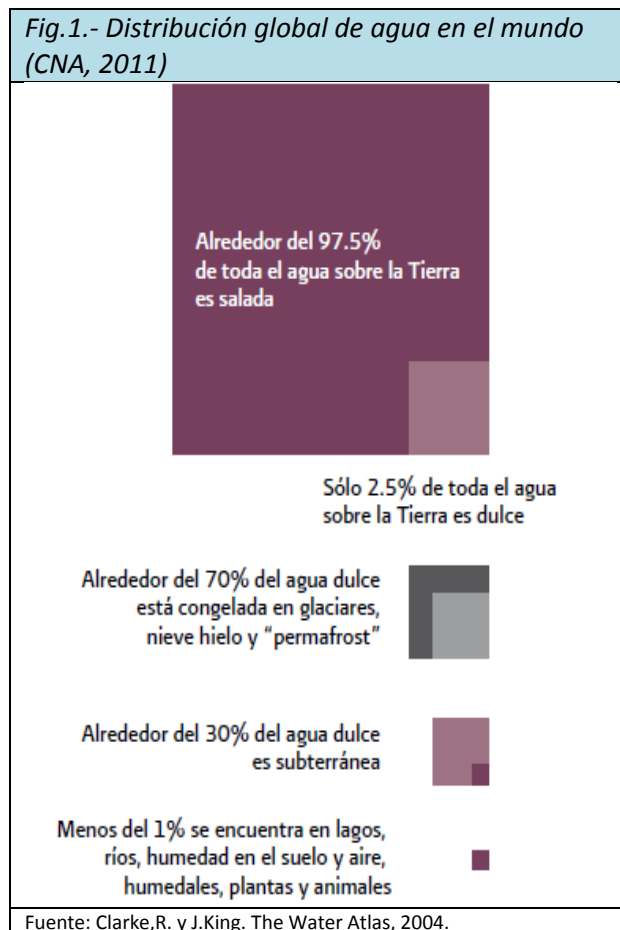
Se aprecia que además de los Consejos de Cuenca el conjunto de instituciones que al respecto del agua trabajan, está conformado por una variedad de unidades técnicas y administrativas, cada una con actividades pseudo particulares asignadas dentro del contexto que las cuencas les confieren. Este complejo sistema burocrático de dependencias muchas veces contribuye más a la confusión entre los usuarios del agua respecto de las responsabilidades que cada dependencia tiene que a la propia solución de los problemas de gestión del agua, alentando así una indiferencia por parte de la sociedad en los procesos de participación.

El estado actual de la Ley genera confusiones, desde el definir quién es un usuario, lo cual no está expresado en la LAN ni en su Reglamento, hasta definir el alcance y las reglas bajo las cuales trabajarán cada uno de los organismos que participan en la gestión del agua. Punto relevante es la articulación eficaz de los diferentes niveles de acción de manera que no haya suplantación o

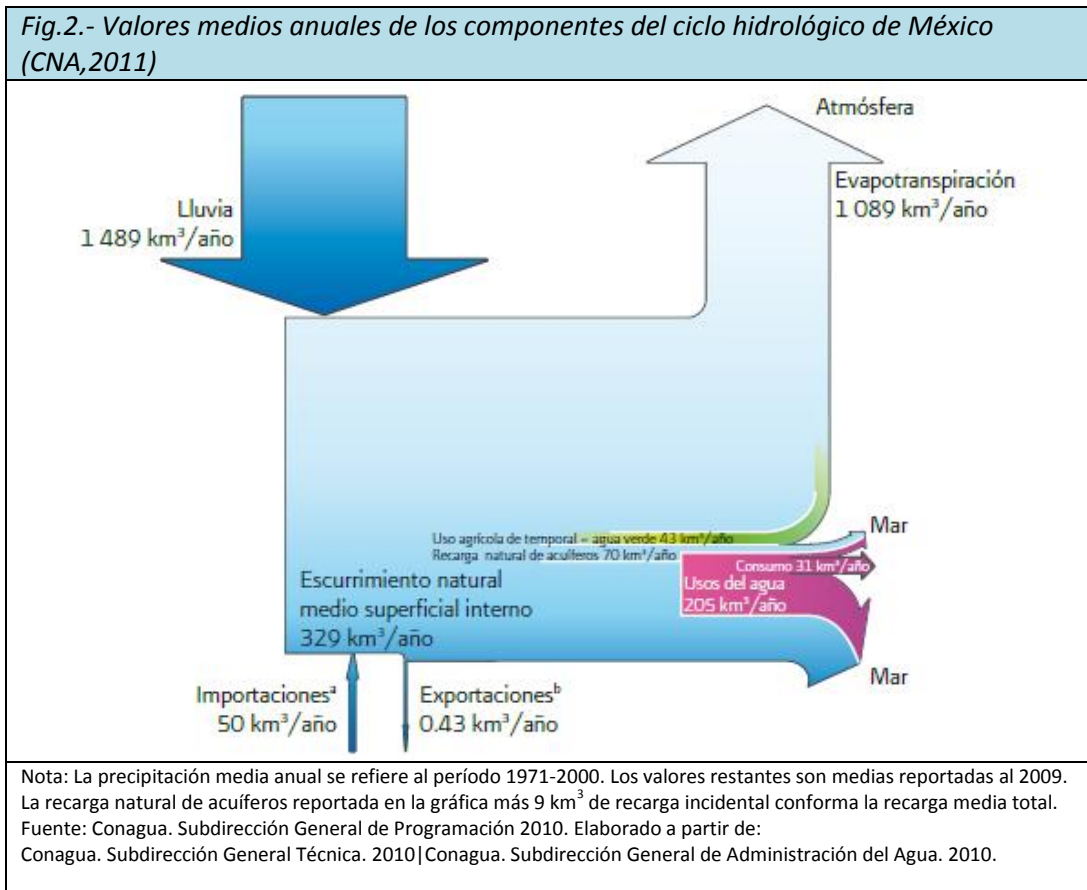
⁷ El subrayado es mío.

duplicidad de funciones o se generen situaciones de antagonismo entre los diferentes actores, sólo así, mediante el conocimiento de las funciones específicas de cada organismo y de la propagación de esta información entre la población se alentará la participación ciudadana que debe darse en un marco de respeto de las formas tradicionales de participación y con un alto grado de ética profesional de parte de quien coordina la participación, ya que el usuario participará sólo en la medida que el organismo encargado de la gestión del agua responda a sus necesidades. La participación ciudadana debe generar beneficios eminentemente sociales si se desea contar con su apoyo y respaldo.

Por otra parte el marco jurídico de gestión de agua (LAN) en México, establece que la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante títulos de concesión o asignación otorgados por el Ejecutivo Federal a través de la CNA por medio de los Organismos de Cuenca o directamente por éste cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la LAN y su reglamento. Este periodo centralizado de gestión ha resultado en la situación hídrica que el país enfrenta hoy por hoy. La situación del agua en México, sí es una situación de escasez. En adelante el despliegue de disponibilidades hídricas y tendencias de crecimiento permite respaldar esta afirmación.



Los datos varían ligeramente según la fuente, sin embargo, de manera general se sabe que aproximadamente el 70% de la superficie del planeta está cubierta por agua, el 97.5% de ésta es salina (1400 millones de km^3), alojada principalmente en los océanos, y sólo el 2.5% es agua dulce (35 millones km^3). De ésta casi el 70% está congelada, 30 % se almacena en aguas subterráneas, y menos del 1% es agua superficial que se encuentra en lagunas, lagos, ríos y humedales (Fig1).



México por su parte (Fig.2), recibe anualmente del orden de 1,489 km^3 de agua en forma de precipitación. De esta agua, se estima que el 73.1% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, el 22.1% escurre por los ríos o arroyos, y el 4.8% restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos. Tomando en cuenta las exportaciones e importaciones de agua con los países vecinos, así como la recarga incidental, anualmente el país cuenta con 460 km^3 de agua dulce renovable⁸.

⁸ Cantidad de agua máxima que es factible explotar anualmente en una región, es decir, la cantidad de agua que es renovada por la lluvia y por el agua proveniente de otras regiones o países (Importaciones). Se calcula como el escurrimiento natural medio superficial interno anual, más la recarga total anual de los acuíferos, más las importaciones de agua de otras regiones, menos las exportaciones de agua a otras regiones.

Tabla 1. Países con mayor agua renovable per cápita, 2010 (CNA, 2011)

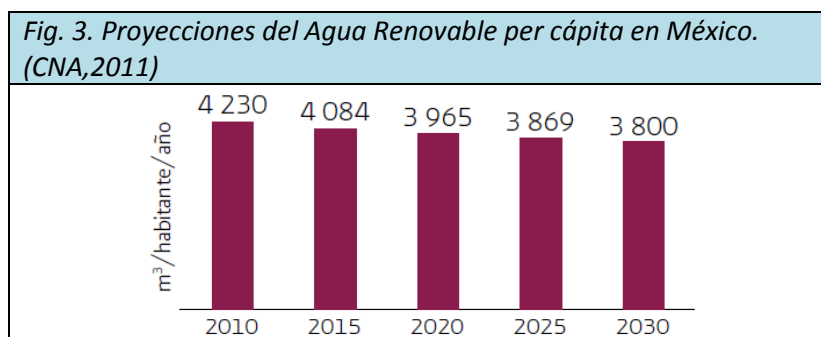
No	País	Población (miles habitantes)	Agua renovable (miles de millones de m ³)	Agua renovable per cápita (m ³ /hab/año)
1	Guayana Francesa	220	134	609 091
2	Islandia	315	170	539 683
3	Guyana	763	241	315 858
4	Surinam	515	122	236 893
5	Congo	3 615	832	230 152
6	Papua Nueva Guinea	6 577	801	121 788
7	Bhután	687	78	113 537
8	Cabón	1 448	164	113 260
9	Islas Salomón	511	45	87 476
10	Canadá	33 259	2 902	87 255
11	Noruega	4 767	382	80 134
12	Nueva Zelanda	4 230	327	77 305
13	Perú	28 837	1 913	66 338
14	Bolivia	9 694	623	64 215
15	Belice	301	19	61 628
16	Liberia	3 793	232	61 165
17	Chile	16 804	922	54 868
18	Paraguay	6 238	336	53 863
19	Laos	6 205	334	53 747
20	Colombia	45 012	2 132	47 365
23	Brasil	191 972	8 233	42 886
60	Estados Unidos de América	311 666	3 069	9 847
86	México	108 555	460	4 263
96	Francia	62 036	204	3 284
104	Turquía	73 914	232	2 890
145	Sudáfrica	49 668	50	1 007

Nota: 1 km³ = 1 000 hm³ = mil millones de m³. Fuente: FAO. Information System on Water and Agriculture, Aquastat. 2008. Consultado en: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=es> (6/10/2010).

Los hidrólogos suelen evaluar la escasez mediante la observación de la ecuación población–agua. Lo convencional de acuerdo a diferentes estudios, es considerar que el umbral nacional para satisfacer los requerimientos de agua para la agricultura, la industria, la energía y el medio ambiente es 1 700 metros cúbicos por persona al año. Se entiende que la disponibilidad por

debajo de los 1.000 metros cúbicos representa un estado de “estrés por falta de agua⁹”, y por debajo de los 555 metros cúbicos, “escasez absoluta¹⁰”.

Aun cuando la cantidad anual de agua renovable en México hace posible que el país esté entre los 90 países con la mayor cantidad de agua renovable *per cápita* (Tabla 1), ésta disminuye con el aumento de la población que sólo a junio de 2010 se contaba según el INEGI en 112 millones 336 mil 538 personas.



La situación de estrés es claramente agravante, el agua renovable *per cápita* ha pasado de 4 547 m³ anuales en 2004 (CNA, 2004) a 4 230 m³/hab./año en 2010. En 1955, la disponibilidad natural era de 11 500 m³, considerada alta; sin embargo, se estima que para el año 2025, con el aumento de la población y el deterioro de los cuerpos de agua, seguirá descendiendo hasta cerca de 3 869 m³/hab/año (Fig.3). Este dato aun siendo elevado no salva a México de estar entre los primeros 60 países que experimentan un grado de presión¹¹ alto sobre el recurso hídrico (Fig. 4) y es que la cantidad actual disponible de agua renovable per cápita para los mexicanos enmascara una realidad altamente contrastable en la disponibilidad de agua para diferentes regiones del país la cual se ve empeorada para el año 2030 (Tabla 2) de acuerdo a las proyecciones de población esperada.

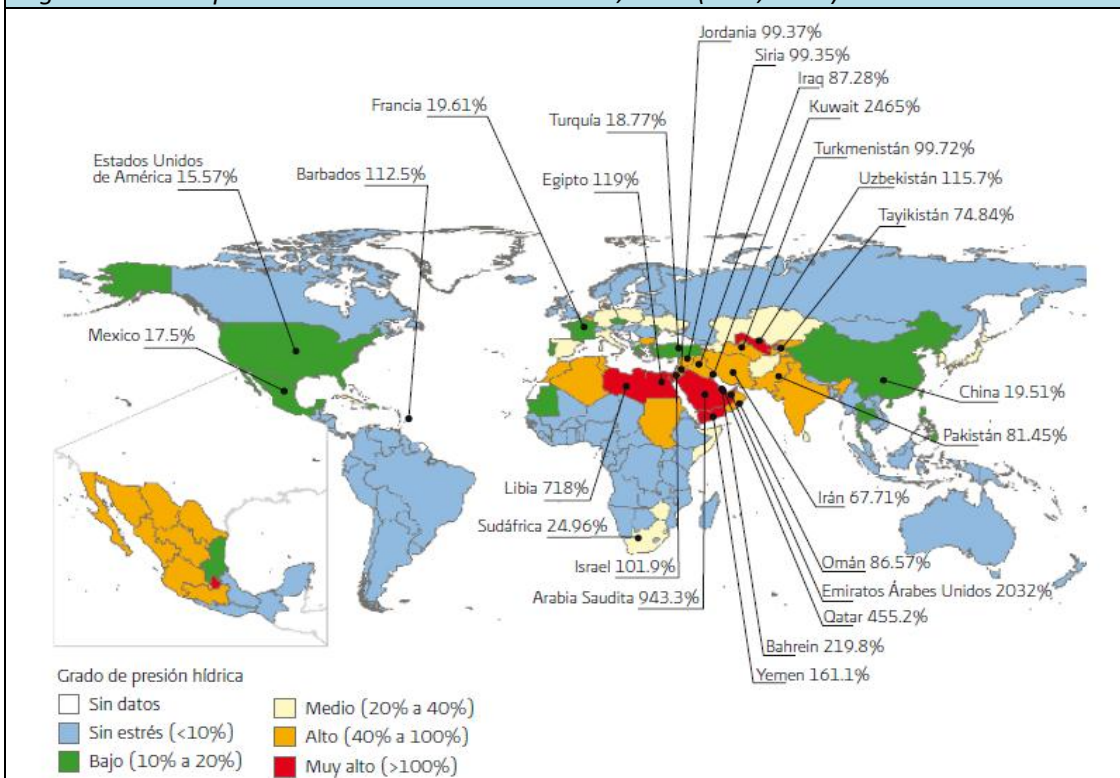
La variación local de disponibilidades obedece lo mismo a la situación geográfica de México, que al polarizado desarrollo industrial y urbano cuya concentración se ha permitido en aquellas regiones en las cuales la disponibilidad natural es baja, contribuyendo a altas concentraciones de población en ciudades y ocasionando para estos lugares una disminución alarmante en la cantidad de agua renovable *per cápita*.

⁹ Existen varias maneras de definir el “estrés hídrico”. La más conocida es la de Falkenmark y Widstrand (1992), quienes utilizaron por primera vez un índice de acuerdo con el cual una población con más de 1 700 m³/hab/año no tendrá dificultades de disponibilidad; entre 1 700 y 1000 m³/hab/año sufrirá periodos de escasez. Si este valor es de menos de 1 000 m³/hab/año, se tendrá escasez de agua y el recurso se convertirá en un factor limitante del desarrollo de las actividades humanas; si se llega a un valor de menos de 555 m³/hab/año, se tendrá una condición de “escasez absoluta”.

¹⁰ Por absoluta debe entenderse el hecho de que dicha escasez no es resultado de una comparación ni objetiva ni subjetiva con la posesión de recursos por parte de terceros, si no que existe estrictamente como un bien que no está a libre disposición de las personas que lo ansían.

¹¹ El grado de presión se calcula al dividir la extracción entre el agua renovable.

Fig. 4. Grado de presión sobre los recursos hídricos, 2009 (CNA, 2022)



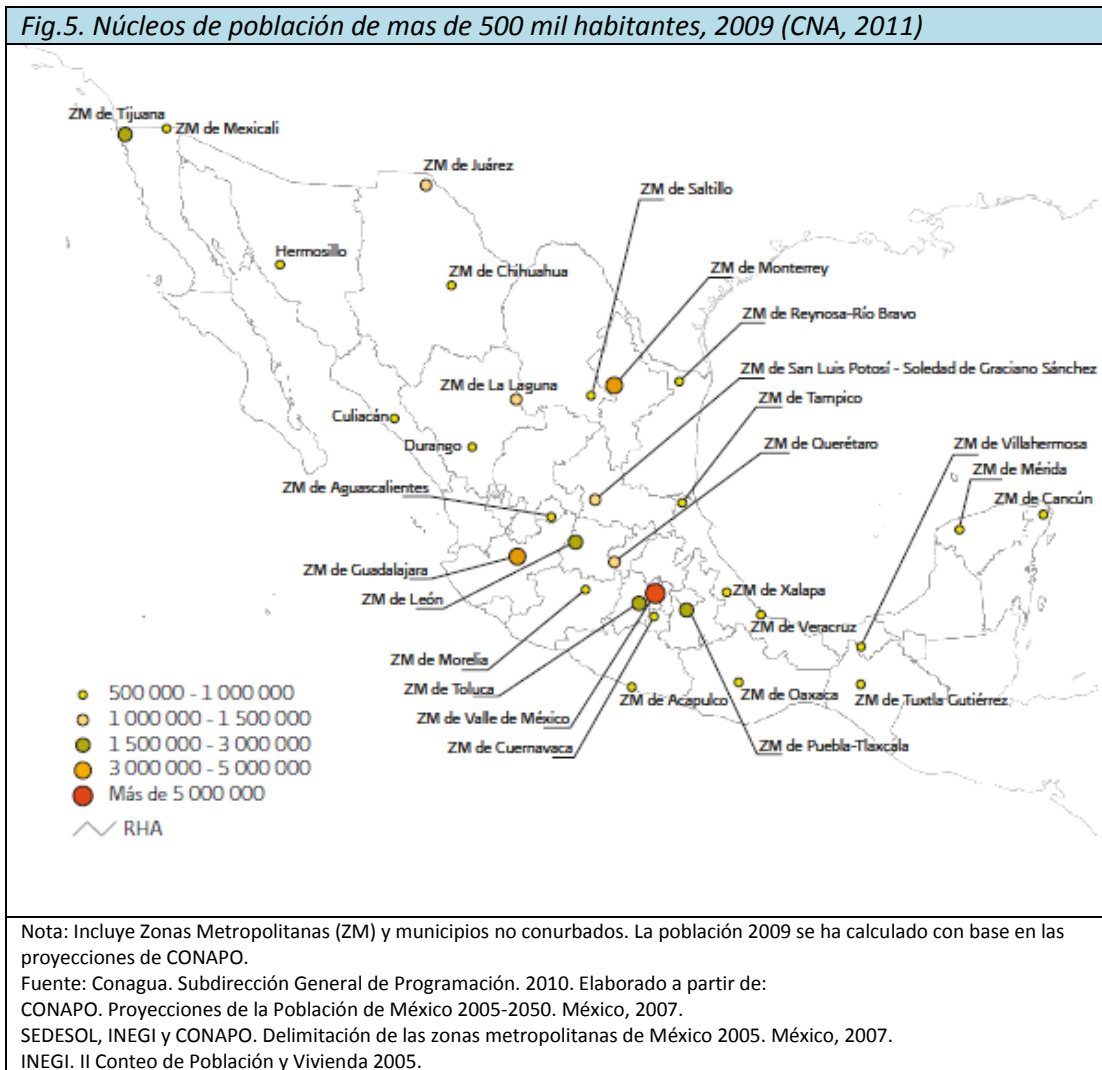
Nota: Los valores mostrados corresponden a los países con mayor grado de presión.
 Fuente: Conagua. Subdirección General de Programación. 2010. Elaborado a partir de:
 FAO. Information System on Water and Agriculture, Aquastat. Consultado en:
<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=es> (4/11/2010).

Tabla 2. Agua Renovable per cápita por RHA (CNA, 2011)

RHA	Agua renovable media (millones de m ³ /año)	Agua renovable per cápita al 2010 (m ³ /hab/año)	Agua renovable per cápita al 2030 (m ³ /hab/año)
I Península de Baja California	4 667	1 202	789
II Noroeste	8 499	3 225	2 920
III Pacífico Norte	25 630	6 475	6 754
IV Balsas	21 680	2 033	1 948
V Pacífico Sur	32 824	7 945	8 162
VI Río Bravo	12 163	1 094	918
VII Cuencas Centrales del Norte	7 898	1 873	1 729
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	34 533	1 633	1 469
IX Golfo Norte	25 564	5 132	5 013
X Golfo Centro	95 866	9 907	9 659
XI Frontera Sur	157 754	23 637	21 041
XII Península de Yucatán	29 645	7 151	5 105
XIII Aguas del Valle de México	3 513	163	148
Total	460 237	4 230	3 800

Nota: El cálculo de agua renovable per cápita se basa en datos de población interpolados al 31 de diciembre de cada año.
 Fuente: Conagua. Subdirección General de Programación. 2010. Elaborado a partir de datos de:
 CONAPO. Proyecciones de la Población de México 2005-2050. México, 2007.
 Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.

De hecho a 2009, la mayoría de los centros urbanos se localizaban en áreas de baja disponibilidad de agua (Fig.5), a pesar de esto los planes de desarrollo de dichos estados y municipios no han dejado de permitir el establecimiento de nuevas industrias ni han limitado el crecimiento de sus ciudades, haciendo caso omiso de los problemas de escasez que ya enfrentan varios de estos lugares.



La falta de una planeación amplia e integral que de manera sustentable busque estrategias de desarrollo a través de una planeación que sea visionaria de las tendencias de crecimiento y de las necesidades de infraestructura hará que para 2030 el grado de presión sobre el recurso aumente drásticamente en nuestro país (Fig.6), contribuyendo a la reducción de agua renovable *per cápita* incluso por debajo de los 1000 m³/hab/año en algunas regiones del país (Fig. 7), por supuesto ésta es una respuesta lógica a las tendencias de crecimiento poblacional y su concentración en los mismos centros urbanos ya existentes.

Fig.6. Grado de presión actual y tasa de crecimiento (CNA,2011)

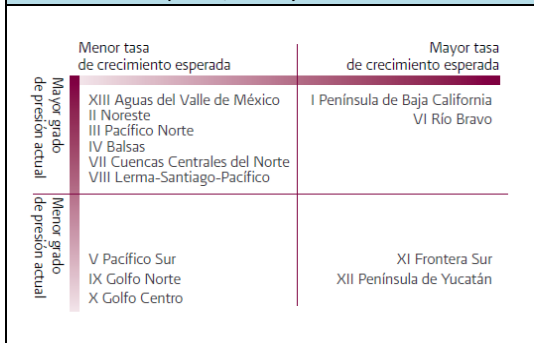
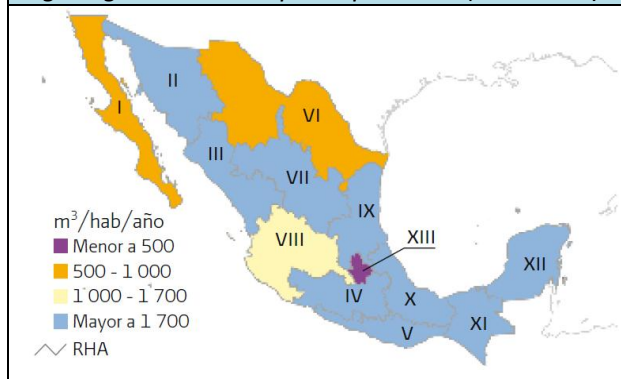
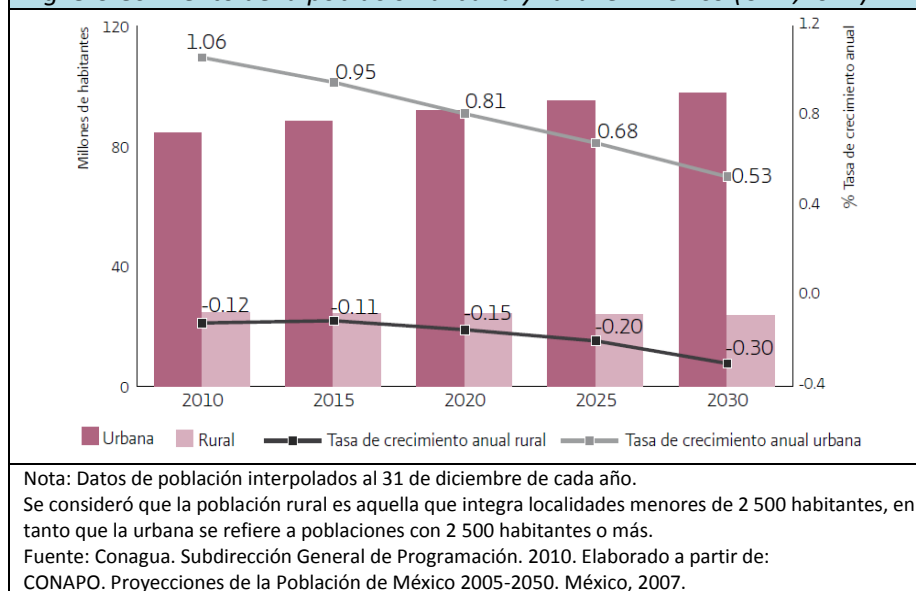


Fig.7 Agua renovable per cápita 2030(CNA.2011)



De acuerdo con las estimaciones de CONAPO, entre 2010-2030 (Fig.8) la población del país se incrementará en 12.3 millones de personas. Del total a 2030 el 67% se asentará en 39 núcleos de población con más de 500 mil habitantes, los mismos que desde hoy sufren algún grado de escasez de agua como es el caso de la RHA XIII Aguas del Valle de México cuyas tendencias prevén una población de alrededor de 26 600 000 para el año 2030 . Sin lugar a dudas, en el año 2025 una parte de la población mexicana se sumará a los más de 3 000 millones de personas que estarán viviendo estrés o algún grado de escasez de agua (Fig.9) en otros lugares del mundo.

Fig. 8 Crecimiento de la población urbana y rural en México (CNA,2011)



En 2030, seguramente México seguirá gozando de manera general de una disponibilidad de agua que aparentemente lo elimina del grupo de países que a nivel mundial experimentarán fuertes problemas derivados de la escasez de agua (Fig. 10), sin embargo es necesario pensar localmente en los millones de mexicanos que sufrirán por falta de agua y cuyos problemas es necesario atender.

Aunque sólo unos grupos de la población mexicana sufren la escasez de agua, las estrategias de desarrollo y planeación deben abarcar a todo el país puesto que los problemas derivados de la escasez no se limitan a los lugares en los cuales ocurre puntualmente. Esta realidad deriva precisamente de la propia condición del agua de no reconocer límites políticos ni demarcaciones administrativas, tomando esta premisa como base, los programas y las alternativas de solución a la escasez de agua deben tener una visión nacional y rebasar los límites locales de unas cuantas ciudades, a fin de poder incorporar e impulsar durante el proceso de planeación, el desarrollo de aquellas zonas del país que han sido relegadas a la pobreza y cuyas capacidades hídricas no han sido explotadas, subvaluando su potencial de aportación al desarrollo y crecimiento del país.

En el proceso de una planeación hidráulica de desarrollo nacional que responda efectivamente a la escasez de agua es trascendental analizar a fondo los casos particulares del país pues los promedios nacionales pueden enmascarar la disponibilidad real.

El conocimiento de la cantidad de agua disponible para el país es importante porque a partir de éste es posible establecer líneas de acción orientadas a priorizar actividades productivas que contribuyan al desarrollo del país, al incremento en su nivel de vida y que eleven su seguridad humana.

Fig. 9 Aumento del estrés de agua en el mundo (PNUD, 2006)

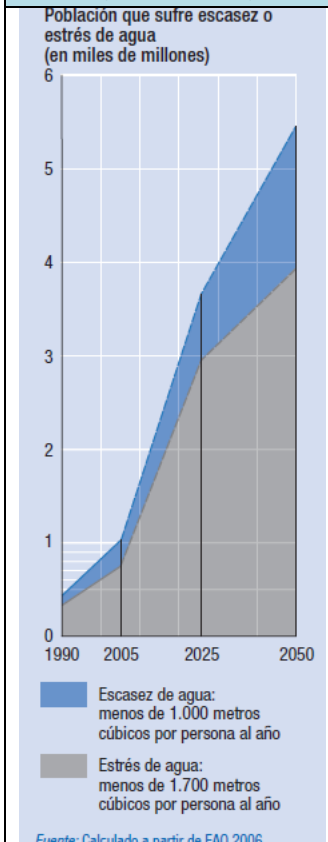
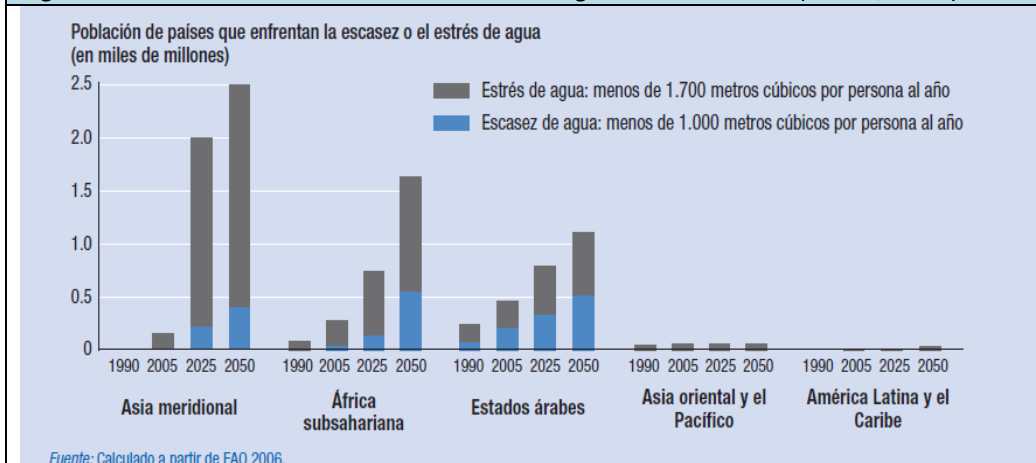


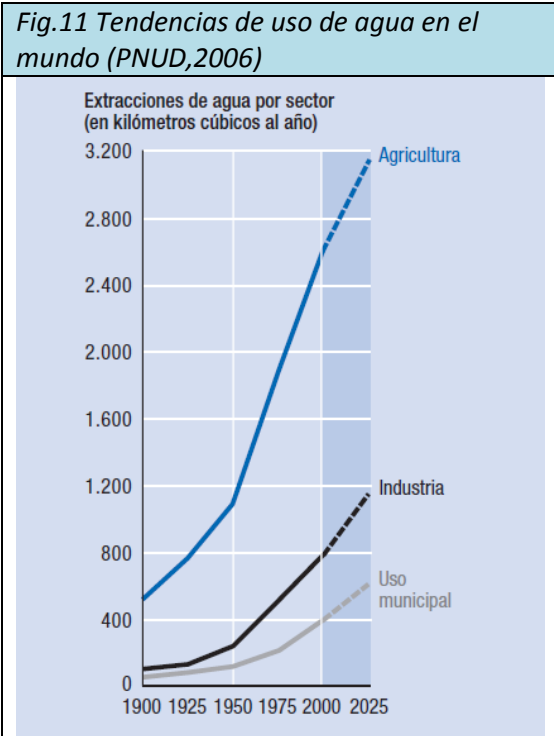
Fig. 10. Aumento del estrés hídrico en varias regiones del mundo. (PNUD, 2006)



A lo largo de la historia el éxito o el éxodo de las civilizaciones han estado estrechamente ligados al control que dichas poblaciones han ejercido sobre el agua en la cual han basado su desarrollo. En la medida en que fueron capaces de controlarla y aprovecharla mediante obras de infraestructura para el sustento de sus actividades, sistemas de producción y su vida misma, las civilizaciones

alcanzaron la gloria y otras el olvido. La variedad de actividades que dependen del agua es inmensa, nosotros mismos como cuerpo humano y suma de procesos biológicos necesitamos el agua como insumo de producción para poder mantenernos en pie. La agricultura, por ejemplo, es la actividad más antigua y más dominante en el uso de agua, por supuesto la industria y el abastecimiento potable son actividades que cada vez más han ido exigiendo cantidades mayores de agua.

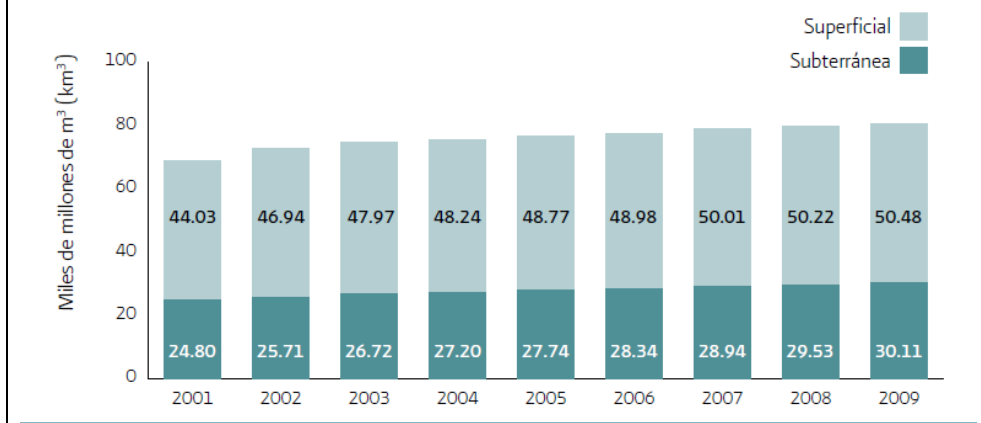
La evidente escasez de agua implica una inquietud por encima de la que la propia escasez supone, y es que los requerimientos de agua para satisfacer las necesidades de la población han crecido a un nivel mayor que incluso el ritmo de crecimiento poblacional. A nivel mundial durante los últimos trescientos años, la población se cuadruplicó, mientras que el uso del agua se multiplicó por siete. Este fenómeno puede entenderse a partir del hecho de que un aumento en la riqueza de una persona le otorga un nivel de vida que le permite un aumento en su capacidad adquisitiva ante la cual el mercado presenta una variedad de productos capaces de satisfacer sus necesidades. Estos productos por supuesto se originan en los sistemas de agricultura e industria, que transfieren inmediatamente sus necesidades de agua al sistema hídrico natural. Por encima de todo es necesario reconocer que si bien algunas ciudades se enfrentan con los problemas del estrés de agua, es la agricultura el sector que deberá hacer frente al verdadero desafío que implica la falta de agua.



Mirando hacia el futuro, está claro que el patrón de la demanda de agua seguirá cambiando (Fig.11). A medida que se aceleran la urbanización y el crecimiento del sector manufacturero, continuará creciendo la demanda de agua por parte de la industria y los municipios. A la vez, el crecimiento demográfico y el nivel de ingresos darán mayor impulso a la demanda de agua de riego para satisfacer los requerimientos de producción de alimento. En el año 2025 habrá casi 8 mil millones de personas en el mundo y la proporción de esta cifra correspondiente al mundo en desarrollo aumentará del 79% al 82%. En el año 2050, los sistemas agrícolas del mundo tendrán que alimentar a 2 400 millones de personas más, a base del mismo sistema de recursos hídricos que hoy tenemos.

En México se comparte la misma historia que de manera global aplica para el mundo. No se va contra las tendencias de aumento de uso de agua. Los recursos hídricos que satisfacen las necesidades del país provienen de escurrimientos superficiales en un 63% y de los subterráneos en un 37% (Fig.15).

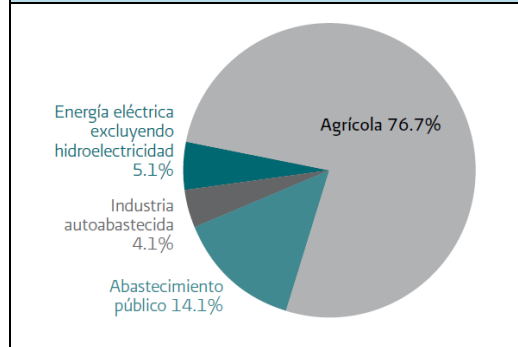
Fig. 12. Evolución del volumen concesionado para usos consuntivos 2001-2009 (CNA, 2011)



Fuente: Conagua. Subdirección General de Programación. 2010. Elaborado a partir de:
Conagua: Subdirección General de Administración del Agua. 2010.

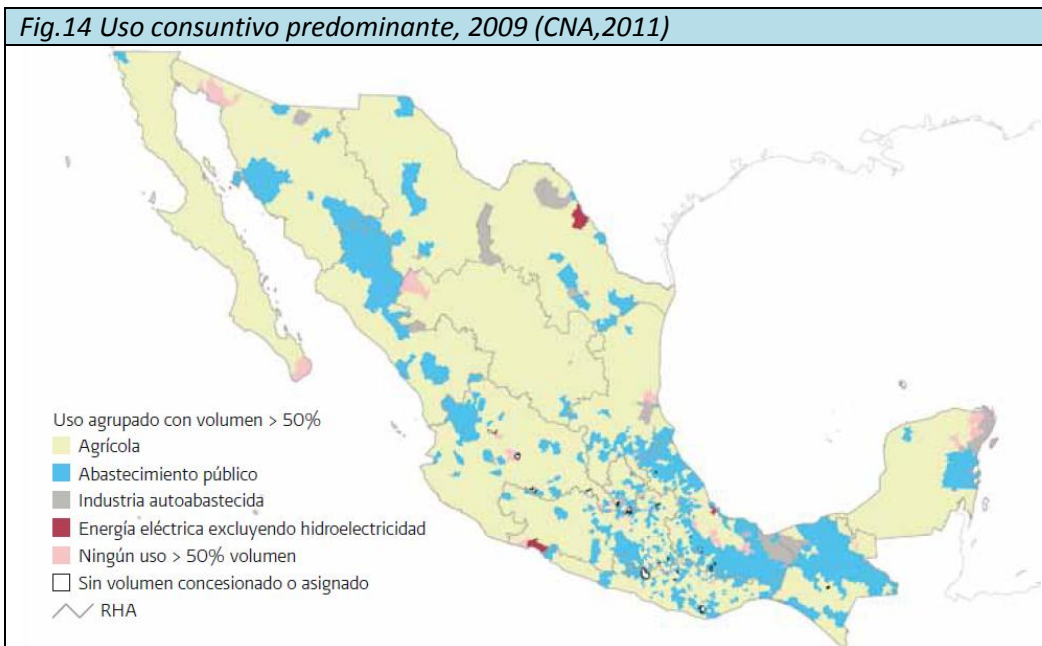
Estas cifras han ido aumentando anualmente (Fig.12) ocasionando en el segundo caso, la sobreexplotación de los acuíferos y con ello la generación de externalidades como la intrusión salina. De las altas cantidades de agua que se usan en México, la agricultura es la actividad con el mayor volumen concesionado de agua, empleada para el riego (Fig.13). Sus necesidades alcanzan cerca del 80% de las concesiones de agua para uso consuntivo, lo cual equivale a cerca de 61.8 km³ de agua al año. La estadística nacional de agua empleada en agricultura adolece de lo mismo que la estadística de la disponibilidad de agua para México, al enmascarar algunas diferencias entre estados, regiones e incluso municipios (Fig.14). Aunque la agricultura es la principal actividad consumidora de agua, el abastecimiento público ha venido exigiendo de manera no lineal volúmenes cada vez mayores, el problema de esta situación, es el hecho de que son los mismos centros urbanos de siempre los que cada vez exigen más. Estas mismas zonas del país son las que ejercen una gran presión sobre el agua subterránea (Fig.15) al abastecerse de acuíferos que se están viendo sobreexplotados en un número cada vez mayor.

Fig. 13 Distribución para volúmenes concesionados para usos agrupados consuntivos, 2009. (CNA, 2011)



No cabe duda que la agricultura como actividad preponderante en el desarrollo del país y por la importancia que adquiere al tener que garantizar alimentos para el país tiene justificada en cierta manera los grandes volúmenes de agua concesionados. Sin embargo, aun siendo uno de los países con mayor infraestructura hidráulica en materia de riego en el mundo, México sigue siendo un país cuyos sistemas de riego tradicionales desperdician grandes cantidades de agua concesionada y es que las superficies de riego en México no son pequeñas, aun considerando el olvido en el que

se ha dejado a extensas superficies otrora agrícolas, consecuencia de la escasez de agua y del propio fenómeno de la sequía.



En 2007, cuando aún la sequía no ponía en jaque al campo mexicano, la superficie en unidades agrícolas de producción fue de 30.22 millones de hectáreas, de las cuales poco más del 21% era de riego y el resto tenía régimen temporal. A nivel mundial, México ocupa el sexto lugar en términos de infraestructura de riego con 6.46 millones de hectáreas. Además la trascendencia de la

agricultura no sólo resulta de sus altos consumos de agua y de su obvia responsabilidad en la generación de alimentos, también es importante porque permite el empleo de grandes cantidades de personal. Por ejemplo en 2009 y de acuerdo a la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, la población ocupada en este subsector era de 6.1 millones de personas, lo que representaba el 13.7% de la población económicamente activa, lo anterior es significativo bajo el conocimiento de que casi el total de este porcentaje correspondía a población rural. Las tendencias actuales no son diferentes, la principal población que encuentra trabajo en la agricultura es la rural, mientras que la urbana es la población que se ve beneficiada a partir de los productos que se generan en los campos de riego y temporal mexicanos.

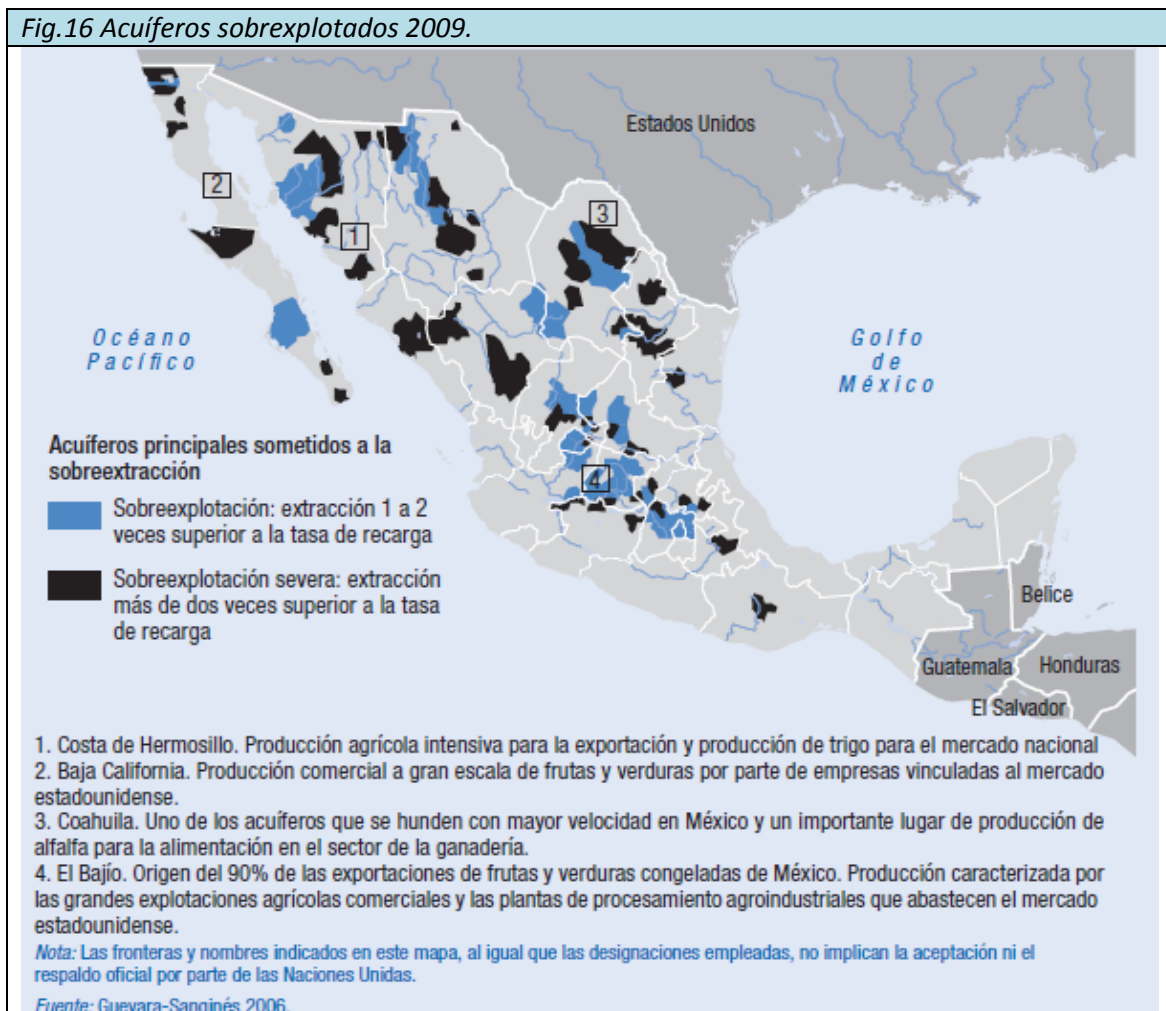
Como se ha visto el agua es vital en casi todas las actividades del hombre, forma parte no sólo del ciclo hidrológico como elemento principal, sino que integra a la vida dentro de ese ciclo. A través de la historia, el agua ha permitido el crecimiento de las sociedades humanas al estar disponible para beber o servir para llevarse los desperdicios, proveer agua para riego y alimentar a las industrias. Sin embargo no sólo en México sino en todo el mundo durante los últimos cien años, el desarrollo industrial trajo aparejado un aumento de la capacidad para mover y controlar el agua. Junto con un aumento paralelo en la capacidad de utilizar más, desperdiciar más y contaminar más. En muchas partes del mundo incluso, la humanidad ha estado funcionando más allá de los límites de la sostenibilidad ecológica, creando amenazas para el desarrollo humano de hoy y costos para las generaciones del mañana.

La escasez de agua en algunos lugares de la República ha llevado a estos mismos lugares a enfrascarse no en la búsqueda de otras fuentes sino en la sobreexplotación de las mismas fuentes de abastecimiento ya existentes, contribuyendo con ello a sobrepasar los límites sostenibles del agua. En el afán de un desarrollo sin límites, el hombre se ha ocupado de suministrar agua para los tres grandes usos del hombre; la agricultura, la industria y el doméstico, y se ha olvidado de garantizar la disponibilidad del recurso para el medio ambiente, ése que provee de nueva cuenta el agua limpia, el aire puro y el suelo fértil. En la carrera hacia un desarrollo que eleve el estado de bienestar de las comunidades es trascendental tomar en cuenta a los flujos naturales de agua que proporcionan los ríos o que están almacenados en lagos y acuíferos, porque definen los parámetros de la disponibilidad del agua. Cuando en aras de un desarrollo enloquecido y sin planeación se rompen esos parámetros, los activos hídricos se agotan. Una analogía con el ámbito de las finanzas explica lo que ello significa. Las personas y los países pueden aumentar el consumo más allá del flujo de ingresos actual contrayendo préstamos y acumulando deudas a cuenta de sus beneficios futuros. Si los ingresos suben lo suficiente con el transcurso del tiempo como para afrontar los pagos del dinero que se adeuda, la deuda permanece siendo sostenible. Pero el agua se diferencia del ingreso en un aspecto crucial; dado que los flujos de agua futuros son más o menos fijos, el exceso de consumo lleva al agotamiento de los activos y a una deuda hidrológica insostenible. Esta deuda que es hoy ya un hecho para algunas regiones de México, está creciendo en magnitud y gravedad, resultado de continuar bajo el mismo camino de políticas y lineamientos que transgreden el carácter vital y finito del recurso hídrico.

La sociedad ha estado avanzando creyendo que el medio ambiente olvidará la deuda contraída, sin embargo como están descubriendo millones de personas que se encuentran en áreas sujetas a estrés de agua, el medio ambiente se está cobrando ampliamente las deudas insostenibles de agua. Por ejemplo, en diferentes zonas del país se ha tenido que aumentar la profundidad de los pozos para extraer agua del subsuelo, llegando en algunos casos a profundidades mayores a los 200m, lo cual en el caso de los agricultores, no representa problemas para los que cuentan con los recursos económicos, las habilidades y las oportunidades necesarias como para dejar atrás el problema del agua. Pero muchos otros pequeños agricultores, jornaleros y pastores no tienen esa suerte.

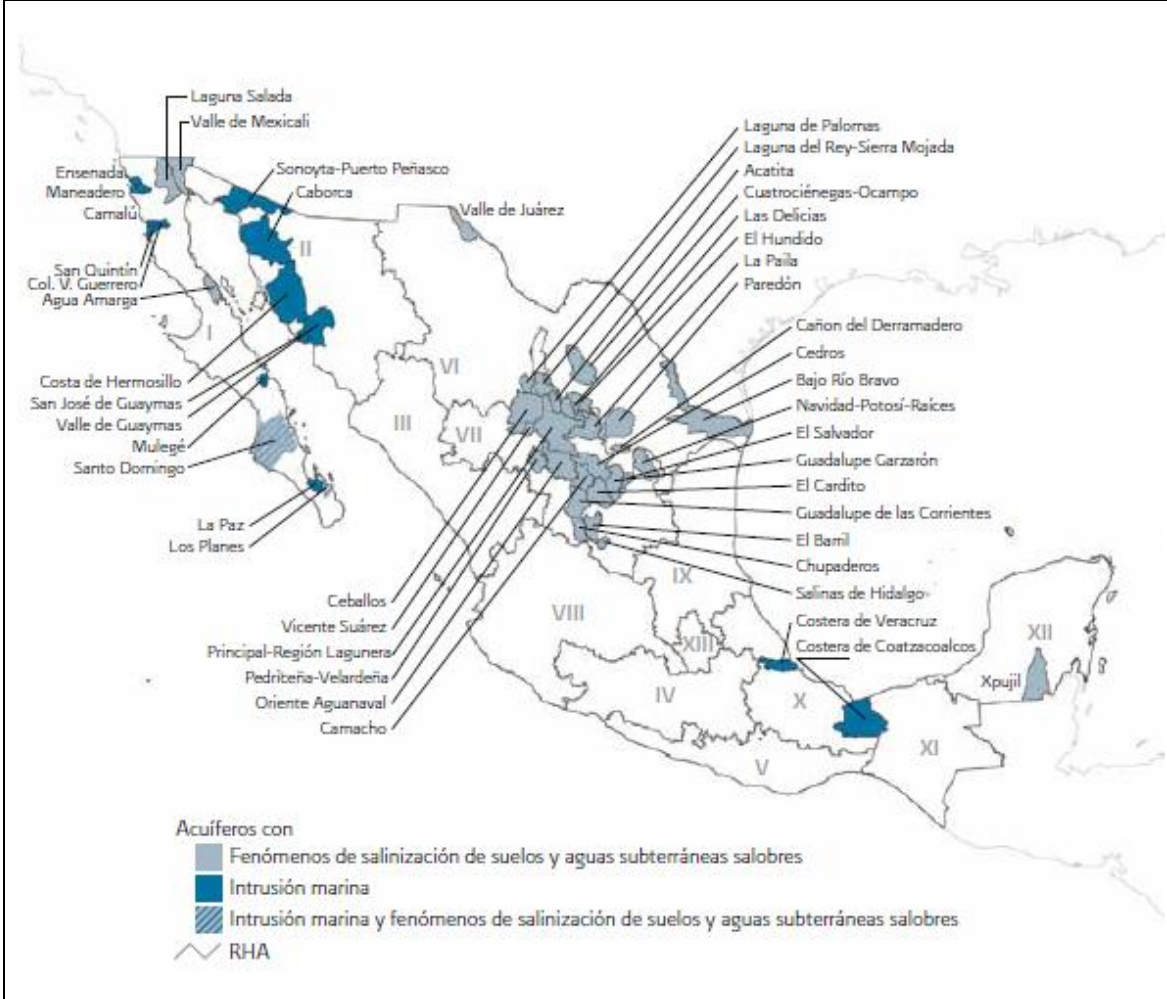
Así, lo mismo el agua propicia la vida y la muerte, la dualidad de un antagonismo irónico se acumula en un sólo recurso. No obstante esa dualidad extremista y el conocimiento de sus consecuencias, el desarrollo vino avanzando sin establecer un límite hacia aquello que se sabe finito, de manera generalizada se contribuyó a través de los diferentes usos a la disminución de los niveles freáticos en el caso de las aguas subterráneas y a la contaminación en el caso de las aguas superficiales.

Fig.16 Acuíferos sobreexplotados 2009.



En cualquiera de los casos son visibles los síntomas físicos de una explotación en exceso del recurso agua, pues cada dato arrojado anualmente respecto al agua sigue una pendiente ascendente en el grado de presión sobre el recurso.

Fig. 17 Situación de los acuíferos, 2009. (CNA, 2011)



Fuente: Conagua. Subdirección General de Programación. 2010. Elaborado a partir de: Conagua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. 2010.

En México, a partir de la década de los setenta, ha aumentado sustancialmente el número de acuíferos sobreexplotados. En el año 1975 eran 32 acuíferos, 80 en 1985, y 100 acuíferos sobreexplotados al 31 de diciembre del 2009 (Fig. 16). De los acuíferos sobreexplotados se extrae el 53.6% del agua subterránea para todos los usos. Los problemas de una extracción mucho mayor que la capacidad de recarga de los sistemas naturales no sólo implica una sobreexplotación de los acuíferos sino que además detona otro problema derivado del primero al cual es necesario dar la importancia que merece; la intrusión salina. Este problema acompañado de la salinización de suelos y la presencia de aguas subterráneas salobres está reduciendo drásticamente las cantidades disponibles de agua dulce en el subsuelo (Fig.17 y Tabla 3).

El desarrollo intensivo y el consumo insostenible de recursos hídricos crean ganadores y perdedores. El medio ambiente siempre es perdedor, mientras que el balance entre los usuarios humanos varía. En algunos casos, se generan aumentos de los ingresos a corto plazo con acciones que comprometen los medios de sustento a largo plazo. En otras partes, el agotamiento de los recursos hídricos genera beneficios para algunos a la vez que agrava la pobreza y la marginalización para otros.

Tabla 3. Situación de los acuíferos del país, 2009 (CNA,2011)

RHA	Número de acuíferos				Recarga media (hm ³)
	Total	Sobreexplotado	Con intrusión marina	Bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres	
I Península de Baja California	87	8	9	5	1 300
II Noroeste	63	13	5	0	3 426
III Pacífico Norte	24	2	0	0	3 267
IV Balsas	46	2	0	0	4 623
V Pacífico Sur	35	0	0	0	2 024
VI Río Bravo	100	15	0	7	5 306
VII Cuencas Centrales del Norte	68	24	0	19	2 392
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	127	30	0	0	8 102
IX Golfo Norte	40	2	0	0	1 338
X Golfo Centro	22	0	2	0	4 260
XI Frontera Sur	23	0	0	0	18 015
XII Península de Yucatán	4	0	0	1	25 316
XIII Aguas del Valle de México	14	4	0	0	2 339
Total nacional	653	100	16	32	81 707

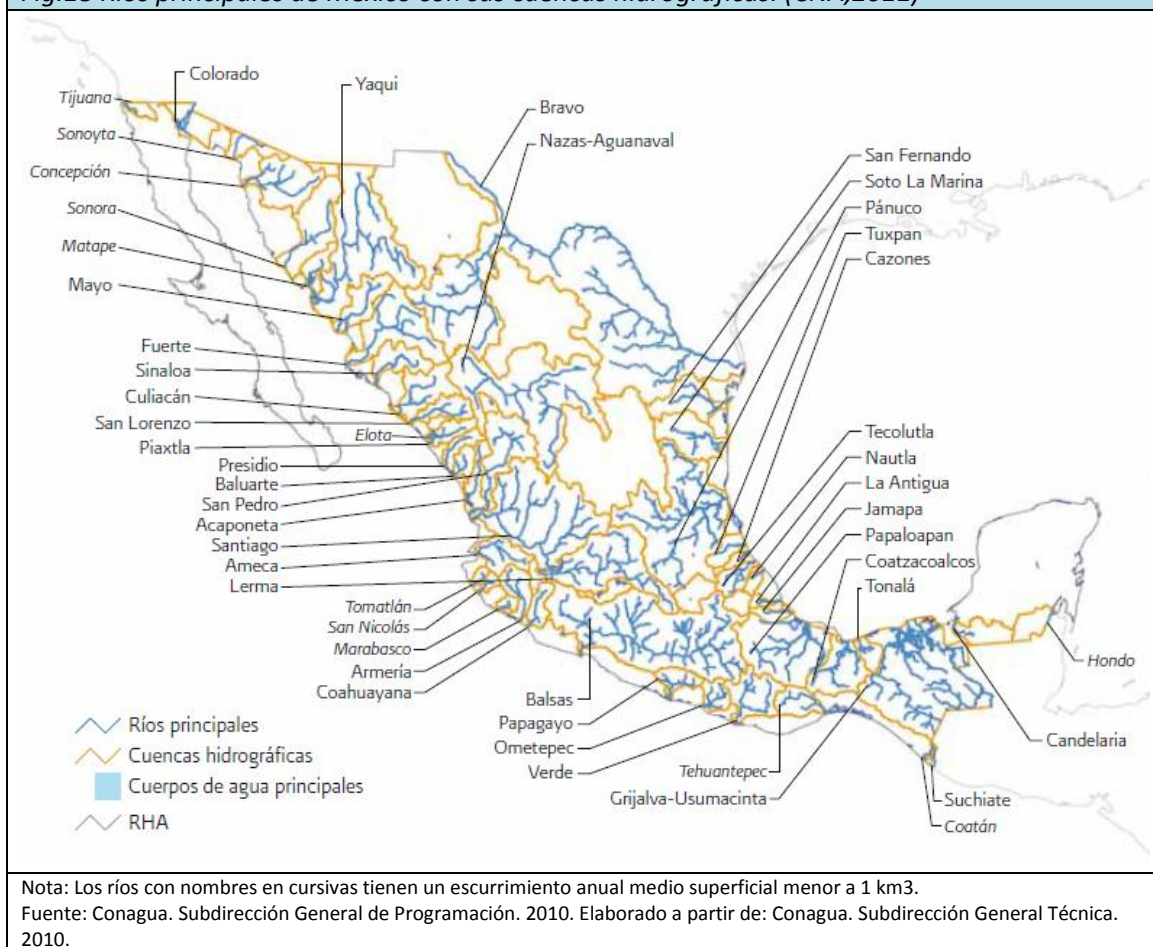
Fuente: Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.

Pero el estrés de agua no sólo es por la vía subterránea, también los cuerpos de agua superficiales han visto disminuidos sus caudales aparte de incrementar el grado de contaminación en ellos, impulsando con ello la pérdida de biodiversidad dependiente del agua limpia de los ríos y lagos. Según la Evaluación Ecológica del Milenio de las Naciones Unidas, los ecosistemas que dependen del agua actualmente constituyen el recurso natural más degradado del mundo, un resultado que se origina en la violación de los límites ecológicos.

En México, el desapego al marco normativo en materia de aguas residuales ha causado que el número de cuencas contaminadas vaya en aumento cada año. El sistema interconectado de ríos y arroyos que atraviesan la República Mexicana constituido por 633 mil kilómetros de longitud (Fig. 18) por los que fluye el 87% del escurrimiento superficial del país y cuyas cuencas cubren el 65% de la superficie territorial continental del país, permite a su vez el desplazamiento de los contaminantes entre una cuenca y otra, reduciendo la calidad de agua disponible en los ríos, arroyos y lagos.

La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo utilizando tres indicadores: La Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO₅), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendedos Totales (SST).

Fig.18 Ríos principales de México con sus cuencas hidrográficas. (CNA,2011)



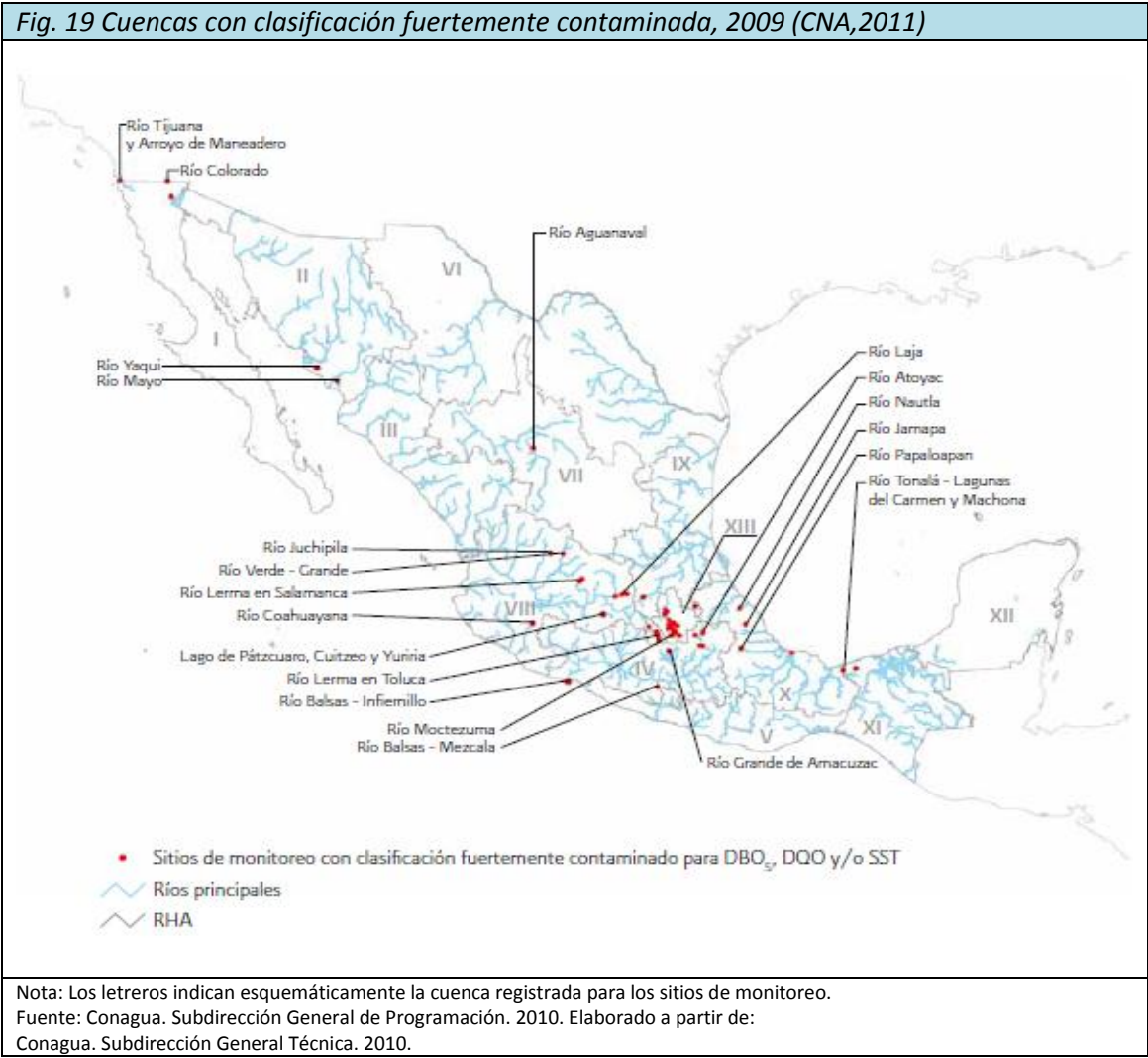
De acuerdo con resultados de evaluaciones de calidad de agua para estos tres indicadores, se determinó que en 2009, veintiuna cuencas estaban clasificadas como fuertemente contaminadas en algún indicador, en dos de ellos o en todos (Fig.19).

Ante el conocimiento de las cifras de estrés de agua a raudales y su disminución en calidad se puede preguntar ¿Por qué todo esto es importante para la escasez? La respuesta es, porque la contaminación del agua afecta negativamente al medio ambiente, amenaza la salud pública y reduce la cantidad de agua disponible para uso humano, contribuyendo así a un grado mayor de escasez de agua en diversas regiones del país.

Los datos y proyecciones alarmantes respecto a las disponibilidades de agua actual y futura invitan a pensar en qué están haciendo mal las instituciones que tienen que ver directa o indirectamente con la gestión del agua en México y qué de malo hay en la relación agua-sociedad; que ha llevado a las comunidades a quedar en jaque frente a un recurso desvalorado.

Es innegable que las políticas en materia hídrica de desarrollo han contribuido al estrés de agua, lo hacen mediante actos de comisión o mediante actos de omisión. En los primeros al facilitar la

sobreexplotación de acuíferos, en los segundos al mantenerse sordos y ciegos ante la debacle que implica una crisis de agua.



Los actos de comisión pueden adoptar muchas formas. Los incentivos perversos para la explotación en exceso se encuentran entre los más dañinos. Una vez más, el agua subterránea proporciona un buen ejemplo. Los costos de extracción del agua subterránea dependen de los gastos de inversión en bombas y del gasto periódico en electricidad. Una vez que se instala la bomba, la única limitación para el bombeo además de la disponibilidad de agua es el precio de la electricidad. En muchos casos, la electricidad para los usuarios agrícolas ha sido gratuita o ha estado subvencionada, lo cual quita todo incentivo para conservar el agua. En México por ejemplo la explotación en exceso ha sido alentada de forma sistemática por incentivos perversos.

Previamente mencionado, la agricultura representa cerca del 80% del uso del agua en México; de toda esa agua, la Ley Federal de Derechos en Materia de Aguas, dicta que sólo se pagará el derecho por agua por cada metro cúbico que exceda el volumen concesionado en una tarifa única

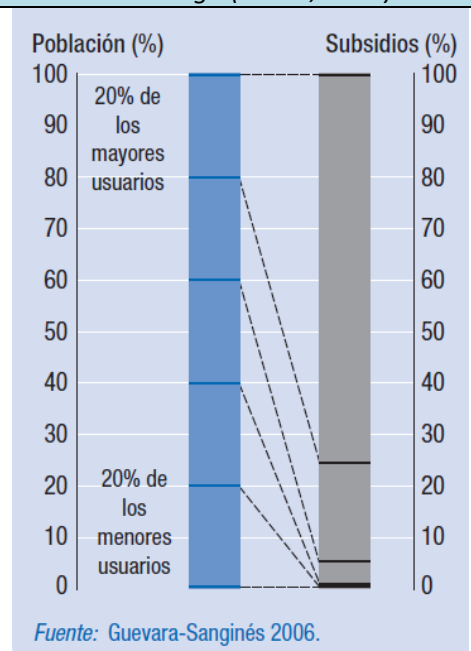
para todas las zonas de disponibilidad del país. Considérese además que los cultivos de regadío representan más de la mitad de la producción agrícola total y aproximadamente las tres cuartas partes de las exportaciones, dominados por productos de riego intensivo como por ejemplo la fruta, la verdura y el ganado. El agua subterránea en la actualidad representa un porcentaje estimado del 40% del uso total del agua para agricultura, pero más de 100 de los 653 acuíferos del país están siendo sobrexplotados, lo cual causa un daño ambiental considerable y socava la actividad de los pequeños productores agrícolas.

La extracción en exceso, alentada por los subsidios a la electricidad y al uso del agua, es una amenaza para la productividad agrícola a largo plazo. En el Estado de Sonora, el acuífero costero de Hermosillo proporcionaba agua a una profundidad de aproximadamente 11 metros en la década de 1960. Hoy día, las bombas extraen agua desde una profundidad de 135 metros, lo que no sería rentable si la electricidad no se encontrara subsidiada. El bombeo en exceso ha ocasionado intrusión de agua salada y pérdidas de tierras aptas para la actividad agrícola. Las agroindustrias que se dedican a la exportación se están trasladando hacia el interior desde las áreas costeras más afectadas, para poder explotar nuevas fuentes.

El costo anual de los subsidios para electricidad es de \$700 millones anuales en México. Dado que el uso de la electricidad está vinculado con el tamaño del establecimiento agrícola, las transferencias son altamente regresivas (Fig. 20). Esto significa que muchos de los usuarios más grandes reciben un promedio de \$1.8 por año, mientras que los más pequeños reciben un promedio de \$94. El coeficiente de Gini¹², medida de la desigualdad, es 0,91 (1 es desigualdad perfecta) para la distribución de subsidios, en México.

Al subvencionar el consumo, los subsidios a la electricidad mantienen artificialmente alta la demanda de agua. Análisis econométricos sugieren que retirar el subsidio llevaría a que tres cuartas partes de los regadíos adopten prácticas más eficientes, como por ejemplo sistemas de riego con aspersores. También ofrecería un incentivo a los productores agropecuarios para dedicarse a cultivos que sean menos intensivos en cuanto a uso de agua. El ahorro general de agua

Fig.20 Los grandes agricultores acaparan la mayor parte de los subsidios de riego.(PNUD, 2006)



¹² El índice de Gini mide hasta qué punto la distribución del ingreso (o, en algunos casos, el gasto de consumo) entre individuos u hogares dentro de una economía se aleja de una distribución perfectamente equitativa. Una curva de Lorenz muestra los porcentajes acumulados de ingreso recibido total contra la cantidad acumulada de receptores, empezando a partir de la persona o el hogar más pobre. El índice de Gini mide la superficie entre la curva de Lorenz y una línea hipotética de equidad absoluta, expresada como porcentaje de la superficie máxima debajo de la línea. Así, un índice de Gini de 0 representa una equidad perfecta, mientras que un índice de 100 representa una inequidad perfecta.

representaría aproximadamente una quinta parte del uso actual: un volumen equivalente al consumo urbano total.

Por otra parte los actos de omisión han alentado un desarrollo ignorante de la esencia finita y vital del agua. Se ha olvidado como centro de la idea de la sostenibilidad en el uso de los recursos la proposición que sostiene que los sistemas de producción deben ser gestionados de manera que podamos vivir de nuestros recursos hoy sin erosionar la base de activos que vayan a heredar las generaciones futuras. Esto es vital para el desarrollo humano. Implícito en esta idea está el principio de la igualdad distributiva a través de las generaciones; la convicción de que tenemos una obligación frente a las generaciones futuras. El gobierno en la actualidad ha violado notoriamente ese principio al ir desgastando los activos hídricos nacionales. El principal reto de la gobernabilidad del agua en México, es realinear el uso del agua con la demanda en niveles que mantengan la integridad del medio ambiente.

Cada Plan de Desarrollo Nacional sexenal en materia de aguas debe afrontar que la escasez de agua es un problema ya patente en México, y debe al mismo tiempo establecer políticas que rebasen los periodos sexenales, aportando planeaciones que incluyan una visión amplia con periodos mucho más largos que 6 años a fin de poder incorporar soluciones realistas que encajen dentro de los contextos económicos, políticos y sociales que México afronta. En el proceso de búsqueda de soluciones a la escasez de agua deben contemplarse todas las posibilidades de solución a la ecuación en la que oferta y demanda son las variables principales.

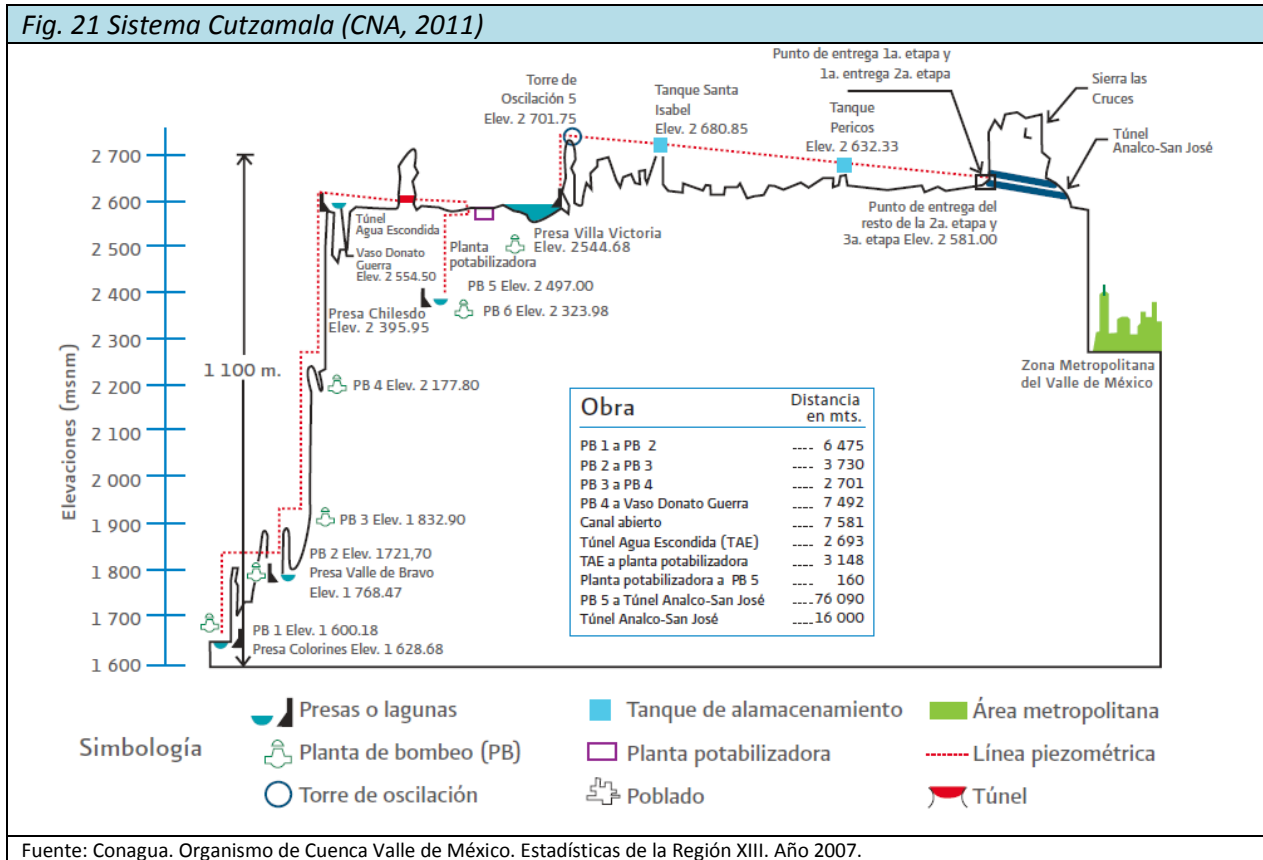
Desde siempre, el gobierno ha respondido a las tensiones entre la oferta y la demanda social de agua como recurso productivo modificando el lado de la oferta de la ecuación. Las grandes obras de ingeniería posrevolucionarias del siglo XX en México dan testimonio de esta solución. Entonces, ¿el aumento de la oferta ofrece una solución para las limitaciones relativas al agua del siglo XXI?, por supuesto que sí, sin embargo y como se verá, la demanda también es susceptible de ser modificada a partir de acciones que contribuyan a lograr el equilibrio entre la disponibilidad del recurso y la demanda de los diferentes usos.

Una variedad de alternativas se despliegan como soluciones que contribuyen a disminuir el grado de escasez de agua en distintas regiones del país, reducir la brecha de cobertura del recurso entre los diferentes sectores sociales y promover un desarrollo sustentable para los nuevos centros urbanos. Ninguna de ellas es la panacea de un problema general pero tampoco pueden desvalorarse pues en cada caso sirven a las particularidades que cada región tiene que enfrentar. Sus costos y beneficios, bondades y realidades han de adaptarse a fin de poder satisfacer los requerimientos de agua que las poblaciones demandan.

- Trasvases de agua. El traslado de grandes volúmenes de agua desde una cuenca hasta otra ha sido opción en los casos en los que la insuficiencia de agua para el abastecimiento público se ha visto incrementada en alguna región. El caso de trasvases de agua desde las

cuencas Lerma y Cutzamala para satisfacer las necesidades de la ciudad de México son los casos más grandes en el país.

Fig. 21 Sistema Cutzamala (CNA, 2011)



Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Valle de México. Estadísticas de la Región XIII. Año 2007.

En 1942 se inició la portentosa obra hidráulica para transferir agua desde la Cuenca Lerma hasta la Ciudad de México. La construcción del acueducto a través de un tubo de 62 kilómetros de largo y 2.5 metros de diámetro, fue un reconocido aporte de la ingeniería hidráulica mexicana que cobró varias vidas humanas.

Posteriormente una crisis en la capital del país a mediados de los años sesenta obligó a extraer más agua del Lerma, agravando así la situación regional y provocando que el caudal de suministro a la ciudad se viera disminuido ampliamente. El trasvase ocasionó la sobreexplotación de los acuíferos del Lerma y con ello la pérdida de fertilidad de los suelos, y la transformación de los cultivos de riego en temporales.

El agotamiento de los recursos hídricos de la cuenca Lerma, los conflictos regionales y, sobre todo, los hundimientos progresivos del subsuelo de la ciudad de México por la extracción del agua, determinaron traerla de la segunda cuenca circundante: Cutzamala.

El proyecto hidráulico consistió en aprovechar el agua almacenada en 8 presas localizadas en la cuenca alta del río citado, para abastecer a 11 delegaciones del Distrito Federal y 11 municipios del Estado de México, actualmente es uno de los sistemas de abastecimiento de agua potable más grandes del mundo (aproximadamente 485 millones de metros cúbicos anualmente, que vencen un desnivel de 1100m) (Fig. 21). Este trasvase aporta el 18% del abastecimiento para todos los usos de la Cuenca del Valle de México, calculado en $82 \text{ m}^3/\text{s}$, complementado con el sistema Lerma (6%) con la extracción de agua subterránea (73% y con ríos y manantiales (3%).

Existen otros proyectos como el de Temascaltepec que contemplan el trasvase de su cuenca para seguir abasteciendo a la ciudad de México, sin embargo las experiencias obtenidas a partir de las cuencas Lerma y Cutzamala han impulsado en la población una postura de defensa de los recursos hídricos de sus cuencas y una total negación al trasvase de agua para satisfacer el desarrollo de una creciente urbe como es la ciudad de México, sobre todo porque estos proyectos pretenden incrementar un gasto de abastecimiento por mucho menor al gasto de fugas y desperdicios en los sistemas de abastecimiento existentes en la ciudad y que según datos oficiales ronda entre los 12 y $15 \text{ m}^3/\text{s}$.

Por supuesto que los trasvases ofrecen una solución temporal a la escasez de agua en algunas ciudades o regiones, pero ha quedado demostrado que una falta de visión acerca de las externalidades de esta alternativa únicamente resulta en la degradación y alteración irreversible de las condiciones de equilibrio preexistentes en las cuencas aportadoras de agua.

- Desalinización. La desalación puede ser definida como un proceso de tratamiento para remover las sales del agua; esta puede realizarse por varias vías, el objetivo es obtener agua potable a partir de agua salobre o de mar.

Como ciertamente dijera John F. Kennedy, si un día pudiéramos obtener agua dulce a partir de la salada de forma competitiva y a bajo costo, realmente sería un gran y opacador logro científico. Hasta hace poco la mayor restricción que pesaba sobre la desalinización comercial era el costo de energía, pero con el desarrollo de nuevas técnicas como la osmosis inversa, los costos de producción han disminuido.

En México, la desalación ha sido una medida recurrente en Estados en los cuales el agua subterránea es en su mayoría agua salobre, como es el caso de Quintana Roo o en Estados que, por su ubicación geográfica y condición de escasez de agua han tenido que volver los ojos al mar en busca de agua dulce para completar la demanda existente. Los casos de ciudades costeras como Hermosillo, Baja California y Tijuana son ejemplos en los que la desalación de agua ha permitido solventar el déficit hídrico que enfrentan.

El avance en las tecnologías de desalación ha disminuido ampliamente los costos por producción de agua limpia, sin embargo la ausencia de personal capacitado en la materia y los altos costos de energía en México en nada comparados a los países árabes, todavía siguen representando retos para la desalación. Por otra parte la desalación no representa una solución para las ciudades que están alejadas de las costas mexicanas, pues el traslado de agua desde la costa hasta las ciudades centrales implica gastos extraordinarios. En todo caso, la desalación se presenta como alternativa viable y eficiente para aquellas ciudades costeras toda vez que camina hacia una baja considerable en las inversiones de plantas desaladoras y costos de operación de las mismas.

Existe, además, otro muro de ideas contra el cual la desalación tiene que luchar, ese muro se constituye por las ideas de que la desalación atenta contra la sustentabilidad al generar subproductos que afectan al medio ambiente. Y es que todo proceso de separación de agua de las sales (desalación) genera un efluente con un alto contenido de éstas últimas, que recibe la denominación de salmuera. Este desperdicio en la mayoría de los casos es vertido al mar. Se desconocen a ciencia cierta los efectos que la salmuera tienen sobre el medio marino sin embargo se trabaja en investigaciones que usan a la salmuera como fuente de energía.

Actualmente la desalinización contribuye con 0,2% a las extracciones de agua a escala mundial. A diciembre de 2000, la capacidad mundial instalada para desalar agua era de 26 millones de m³/día; de éstos, 14 millones corresponden a desalación de agua de mar y 12 millones a agua salobre. El 61% del agua desalada lo realiza el medio Oriente. Arabia Saudita ocupa el primer lugar en la desalación de agua con el 24.4%, seguido por los Emiratos Árabes, cinco países árabes más, Estados Unidos, Unión Soviética y España.

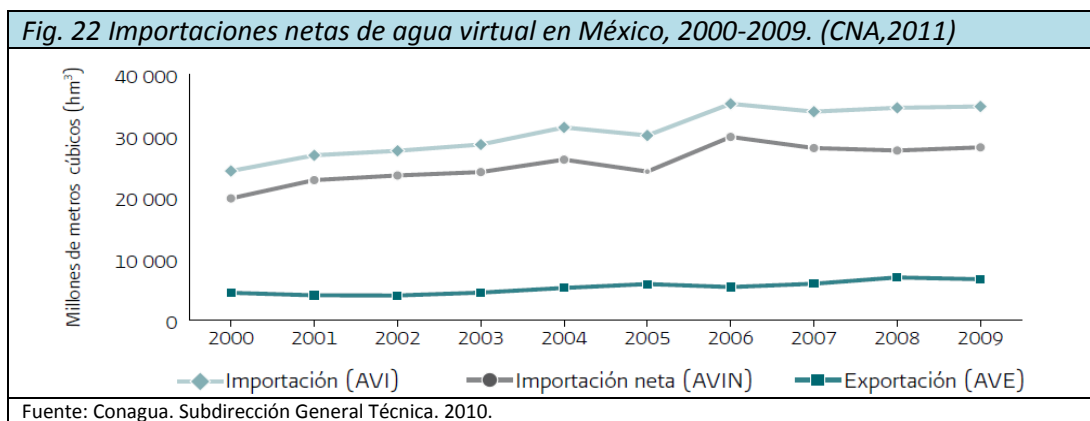
Una particular situación respecto a la desalación de agua se presenta en México. Ni el actual y saliente Plan Nacional Hídrico, ni la Agenda del Agua 2030 contemplan dentro de su visión a la desalinización como una alternativa de oferta de agua a la creciente demanda del recurso. El marco normativo en México en materia de aguas tampoco dice mucho al respecto y más bien existe un vacío en el sistema jurídico respecto a la desalación, además en términos legales, el panorama que se presenta no es muy alentador. Las escasísimas disposiciones que existen sobre la desalación están dispersas y son francamente insuficientes. Lo más rescatable, en este ámbito, son dos disposiciones; la primera de ellas en materia ambiental relativa a las obras o actividades que estén relacionadas con plantas desaladoras que se encuentra en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental y la segunda es la señalada en el artículo 17 de la LAN y que establece en su párrafo segundo: “No se requerirá concesión para la extracción de aguas marinas interiores y del mar territorial, para su explotación, uso o aprovechamiento, salvo aquellas que tengan como fin la desalinización, las cuales serán objeto de concesión”.

Así, la inclusión de sólo un párrafo en tan sólo un artículo de la LAN sobre desalación de agua sin mayores consideraciones de tipo ambiental, y en lo programático, la falta de una política pública que permita vincular el tema del agua con el de la desalación como estrategia nacional, permiten concluir que alrededor de este tema sigue existiendo un vacío reglamentario que de no ser pensado y regulado como una vía que permita que más personas, especialmente las más vulnerables, puedan tener acceso al agua que hoy no tienen, terminará convirtiéndose en un negocio concentrado en sectores privilegiados de la sociedad al mismo tiempo que se favorecerá la destrucción que los mercados desregulados suelen provocar sobre los ecosistemas.

La desalación en México en distintas ciudades sigue siendo una opción viable de obtención de agua pero también ingeniería desvalorada que sigue cargando con los tabúes impuestos por la historia, las malas experiencias de casos específicos y el oscurantismo jurídico que la envuelve.

- Agua virtual. Las importaciones de agua virtual constituyen otra opción del lado de la oferta para aliviar el estrés de agua. Cuando los países importan cereales y otros productos agrícolas, también importan el agua contenida en el producto. El comercio de agua virtual genera ahorro de agua para los países importadores y ahorro de agua a escala mundial debido a la diferencia en productividad del agua entre exportadores e importadores.

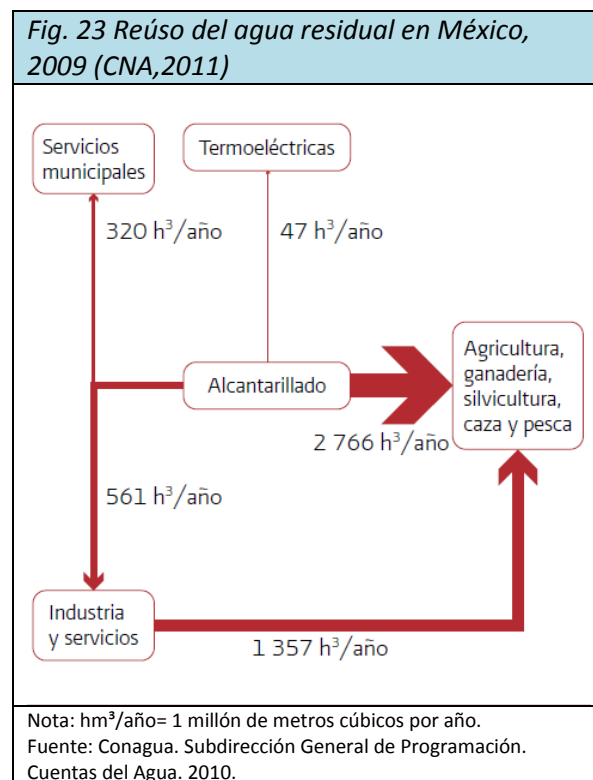
Debido a los intercambios comerciales con otros países del mundo, en el año 2009 México exportó 6 664.6 millones de metros cúbicos de agua virtual e importó 34 817.2, lo cual significa que tuvo una importación neta de agua virtual de 28152.6 millones de metros cúbicos de agua (Fig.22).



Por encima de las aparentes bondades que el comercio de agua virtual acarrea para un país, es importante también considerar que cuando los países importan agua virtual, también importan subsidios virtuales y reales contra los cuales sus propios productores agropecuarios tendrán que competir en los mercados locales. Estos subsidios pueden

disminuir los precios y reducir las participaciones en el mercado, con las consecuentes implicancias perjudiciales para los esfuerzos de reducción de la pobreza rural nacional.

- Reciclado de aguas residuales. Algunas políticas sencillas de gestión de agua junto con la tecnología apropiada pueden ayudar a aliviar el desequilibrio entre el suministro de agua y la demanda. Un ejemplo de ello es la reutilización de aguas residuales mediante el tratamiento de los desagües cloacales de manera de que puedan restituirse de forma segura a los ríos, utilizarse para riego o emplearse en la industria. El reciclado de aguas residuales para la agricultura periurbana ya se produce en gran escala. Se estima que las aguas residuales riegan de forma directa o indirecta aproximadamente 20 millones de hectáreas de tierras a escala mundial, alrededor del 7% del área de riego total. En el valle del Mezquital de México aproximadamente medio millón de hogares rurales se sustentan gracias a sistemas de riego mantenidos a través de aguas residuales sin tratar. Se estima que en el 2008 en México se reutilizaron 5,051 millones de metros cúbicos de agua. La mayor cantidad de agua reutilizada la sigue captando a nivel nacional la actividad agropecuaria (Fig. 23).



Con una proyección que estima que se duplicará el uso urbano e industrial del agua para el año 2050, las aguas residuales podrían convertirse en un suministro de agua confiable y en expansión: lo que entra en las ciudades tiene que salir nuevamente en alguna forma y debe ser aprovechado.

El uso regulado de agua tratada puede aliviar de forma significativa las presiones de ajuste a las que se enfrenta la gestión de agua en el ámbito agropecuario. Trabajar aún más en el tratamiento de aguas residuales conlleva a reducir el uso de agua limpia y dulce disponible para cada habitante del país. Y aunque en México la normatividad todavía muestra una clara debilidad en su aplicación, el tratamiento de aguas residuales ha venido aumentando anualmente (Fig. 24). En el 2009, las 2029 plantas en operación en el país trataron 88.1 m³/s, es decir el 42% de los 209.1 m³/s recolectados en los sistemas de alcantarillado. La industria por su parte ha venido mostrando una tendencia positiva respecto a la conciencia necesaria en el tratamiento de aguas. En el 2009, la industria trató 36.7 m³/s de aguas residuales a través de 2,186 plantas en operación a nivel nacional (Fig.25).

Fig. 24 Evolución del caudal de aguas residuales municipales tratadas.

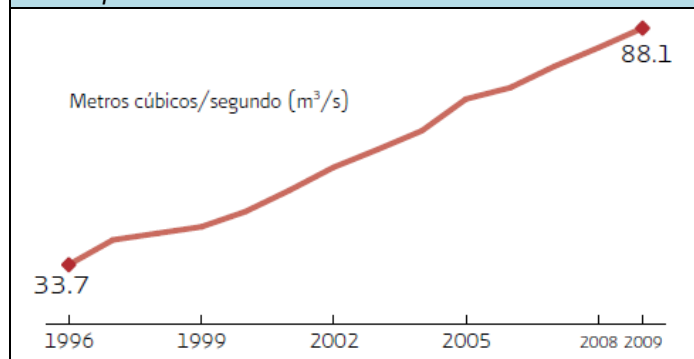
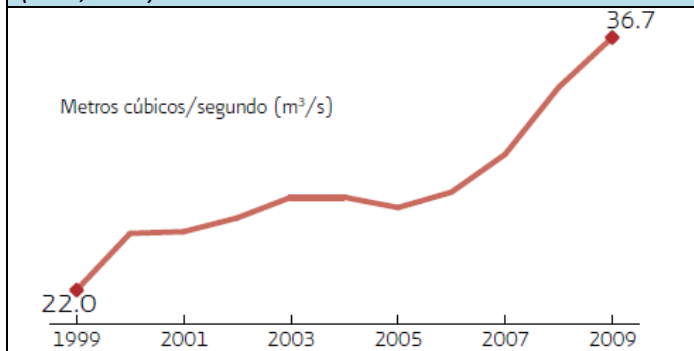


Fig. 25 Caudal de aguas residuales industriales tratadas (CNA,2011)



El tratamiento de aguas residuales y su reutilización debe considerarse como una medida sustentable de desarrollo en la cual por supuesto es necesario garantizar el apego a la normatividad a fin de proporcionar a los segundos usuarios de agua un recurso cuya nivel de calidad no ponga en peligro su salud ni la de las comunidades que dependen directa o indirectamente de las actividades que se benefician con el reúso del agua residual.

- Captación de lluvia. La captación y almacenamiento de agua de lluvia data de más de 4000 años y en el México prehispánico era una actividad recurrente. Recientemente el agua de

Lluvia disponible, (aquella que escurre y puede aprovecharse), ha llamado la atención como una solución para la escasez de agua y problemas del ciclo hidrológico sobre todo en la áreas urbanas. La captación de agua de lluvia de los techos y de pisos, su almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento, es un método simple para reducir la demanda. El desarrollo tecnológico de los sistemas de captación de agua de lluvia hasta su aprovechamiento, está basado en el diseño en que se consideran principalmente cinco factores; a) precipitación pluvial; b) área de captación; c) capacidad de almacenamiento; d) tratamiento del agua de lluvia; y e) demanda de agua.

El potencial aprovechable del agua de lluvia es igual a la precipitación anual promedio que en el caso de la República Mexicana del 1 de enero al 31 de diciembre de 2009 alcanzo una lámina de 649 mm. Esto significa que, en un suelo impermeable y en ausencia de evaporación el nivel de inundación alcanzaría .649m. Por lo que sobre un techo impermeable de 100 m² escurren, por época de lluvias 64 900 litros, que divididos entre los 110 días que dura en promedio la época de lluvias, se tendrá 590 litros por día, caudal, que muchas familias no disponen, por lo que se ven obligadas al abastecimiento de agua mediante pipas.

- Recolección de la neblina. Este proceso se realiza con un tipo de estructuras llamadas “atrapaniebla”, aunque los modelos pueden variar la estructura general consiste en mallas plásticas puestas hacia el viento en las que chocan las nubes y dejan escurrir las gotas hacia una canaleta donde se acumula para almacenamiento. Con este método es posible captar agua para abastecer a pequeñas comunidades rurales que padecen sequía y escasez de agua. En los lugares donde se dan las condiciones adecuadas, el obtener agua a partir de las neblinas es un método técnica y económicamente viable para obtención de agua.

En México hay sitios como Puebla, Coahuila o Baja California que son zonas desérticas (las dos últimas) con precipitaciones bajas y en las que sin embargo se tienen más de 250 días de niebla. Modernos atrapanieblas con patentes mexicanas han llegado a recolectar de seis a 22 litros de agua al día en dichas zonas.

- Condensación de la humedad atmosférica. La humedad atmosférica es una fuente alternativa de agua potable en las zonas áridas y semiáridas. La naturaleza muestra ejemplos de obtención de agua del aire que han servido de inspiración para desarrollar materiales capaces de recuperar la humedad ambiental.

La superficie del cuerpo del escarabajo del Desierto de Namib ha servido de inspiración para el desarrollo de materiales sintéticos que imitan su funcionamiento y que colocados a modo de paneles sobre las viviendas podrían servir para recoger agua y aumentar su disponibilidad en zonas áridas.

Es cierto que obtener agua del aire por condensación no es fácil, pues requiere de un consumo energético considerable y del desarrollo de materiales muy específicos y duraderos que faciliten la condensación. Sin embargo, en determinadas situaciones puede pasar a convertirse en una alternativa factible. Así por ejemplo, el ejército estadounidense en las campañas militares llegó a asumir costes de hasta 30 dólares por galón en la logística de transporte de agua a las tropas, por lo que estableció un contacto con la empresa AquaSciences para el desarrollo de equipos móviles autónomos que pueden obtener agua de la humedad de la atmosfera. AquaSciences dispone de equipos capaces de producir 12 000 galones diarios de agua a un coste de 30 céntimos de dólar por galón.

- Aumentar la eficiencia y mantenimiento de los sistemas de conducción de agua. Según el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) cada año se pierden por fugas en México más de 20 mil metros cúbicos de agua por kilómetro de tubería para la distribución del líquido, en tanto que la inversión para la rehabilitación de tuberías se redujo de 5.2 a 3.7 % de los recursos totales para el sector hidráulico en los años 2002 y 2009 respectivamente.

Por otro lado, de acuerdo a datos del Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (PIGOO) se sabe que por cada 100 litros de agua distribuida 60 llegan a los usuarios, y 40 se pierden por fugas. Ante esta situación el reporte “Agua no Rentable” que emito en 2011 el IMTA señala:

...las soluciones para pérdidas físicas incluyen la detección y localización de fugas no visibles, mapeo de zonas con mayores pérdidas, incrementar la capacidad de respuesta en fugas visibles y hacer más eficiente este proceso; administración de presiones para reducir volúmenes de pérdida y frecuencia de ocurrencia de nuevas fugas; control de niveles para evitar derrames; reemplazo de tuberías con alta ocurrencia de fugas y reemplazo de tomas en zonas identificadas con alta ocurrencia de fugas.

El problema de la pérdida de agua en fugas no sólo implica agua desperdiciada sino que además, el agua que se pierde no es facturada por los organismos operadores, reduciendo con ello los recursos que podrían ser utilizados para el propio mantenimiento de los sistemas.

Por otra parte en el ámbito agropecuario las perdidas también son exageradamente altas. Las carencias y deficiencias en la tecnología e infraestructura de riego hacen que la eficiencia sea tan sólo de 46%, es decir, que 54% del agua asignada para riego regresa al ciclo hidrológico sin ser aprovechada en la agricultura. De otra forma, este 54% de agua no usada en las actividades económicas a las que estaba destinada, pero que se llega a extraer de los cuerpos de agua subterráneos o superficiales, representa 42% del agua extraída total nacional, es decir, un volumen de aproximadamente 30 145 millones de m³, cantidad que es más de tres veces la que se necesita para el abastecimiento público de todo el país. Sin embargo, parte de esta agua regresa a los acuíferos y cuerpos superficiales sin ser utilizada en los cultivos.

Frente a estas situaciones que tienen un costo marginal negativo la AA2030 prevé como parte de sus metas la reparación de fugas domésticas, industriales, comerciales y municipales. En resumen, al respecto, la agenda considera necesario concentrarse en cuatro líneas de acción: incrementar la modernización (revestimiento de canales primarios y secundarios) y la tecnificación en distritos y unidades de riego hasta nivel parcelario, continuar con la construcción de infraestructura para abastecer zonas en crecimiento, impulsar la eficiencia de los sistemas de agua potable y saneamiento a través de sectorización y programas de reparación de fugas, e incrementar el uso de tecnologías eficientes en los hogares, comercios y la industria.

- Aumentar la productividad del agua. El problema de escasez de agua tampoco lo hace, no se frena ni el desarrollo, ni el crecimiento poblacional ni las necesidades de la sociedad, el progreso diario significa avanzar un paso más hacia esa crisis del agua que amenaza de manera latente y constante. Ante la escasez de agua, la búsqueda de alternativas por supuesto debe estar acompañada de una búsqueda de aumento en la productividad del agua en materia de agricultura. Se habla en materia de agricultura por ser éste el sector que hace mayor uso del recurso hídrico y también por ser el sector en el cual se presentan la mayor cantidad de pérdidas de agua. No sólo se trata de tener más agua, se trata también de optimizar cada metro cúbico de recurso hídrico a fin de lograr el mayor provecho de un recurso finito. La conciencia del agua de hecho es inherente a la productividad del agua. Poseer como sociedad a la primera, significa trabajar en aras de la segunda. Pero, ¿Qué significa en la práctica, elevar la productividad del agua?

Existen dos grandes soluciones relativas a la productividad del agua que aparecen en los debates acerca del uso del agua, aunque a menudo se confunden. Una de ellas destaca la importancia de aumentar la productividad física mediante el incremento de la proporción de cultivos por gota. En paralelo a ésta solución, existe otra que propone el aumento de productividad medida según el valor agregado en la producción: el agua es un recurso de capital escaso que debe emplearse donde genere la mayor riqueza.

Primero, al hablar del aumento de los cultivos por gota, es necesario decir que abordar este desafío implica hacer que la gestión del agua para riego sea más eficiente e inteligente, remplazando el agua por tecnología y conocimiento. El punto de referencia de la eficiencia en la agricultura es el riego gota a gota, un método que lleva el agua directamente a la raíz de las plantas.

El aumento de la productividad es una vía para disminuir el estrés de agua y existe un gran margen para generar más cultivos por gota. El aspecto positivo de esto es que el aumento de la productividad del agua registrado en décadas recientes ha sido espectacular. La

cantidad de agua necesaria para producir cereales para una persona ha disminuido en un 50% desde 1960.

Desde la perspectiva del desarrollo humano, el problema del riego gota a gota y la ampliación de tecnologías es la distribución. Las nuevas tecnologías tienen el potencial de realinear la oferta y la demanda a niveles reducidos de uso del agua. No obstante, las tecnologías rara vez son neutras en términos de distribución. A nivel mundial, las tecnologías para conservar el agua se concentran en países desarrollados en parte por los gastos de inversión que suponen. Dentro de los países, el acceso a innovaciones que permitan un ahorro de agua exige acceso a capital, conocimiento y una infraestructura más amplia. La tecnología de riego gota a gota ha sido adoptada en menos del 1% de las tierras de riego del mundo, y el 90% de esa capacidad se encuentra en los países desarrollados. Mientras que en distintos países en desarrollo la baja eficiencia del riego sigue siendo una constante, sobre todo porque los sistemas de riego adolecen de las mismas características que cuando fueron creados.

En México el área con infraestructura que permite el riego es de aproximadamente 6.5 millones de hectáreas de las cuales 3.5 millones corresponden a 85 distritos de riego (DR) y las restantes 3.0 millones de hectáreas a más de 39 mil unidades de riego (UR) (Fig. 26).

Los DR y UR fueron diseñados de acuerdo con la tecnología prevaleciente para la aplicación del agua por gravedad en las parcelas. En muchos casos sólo se construyeron las redes de canales y drenes principales, quedando las obras parcelarias a cargo de los usuarios. Esto, sumado al deterioro de la infraestructura acumulado en varias décadas por la insuficiencia de recursos económicos destinados a su conservación y mejoramiento, propiciaron una baja en la eficiencia global en el manejo de agua.

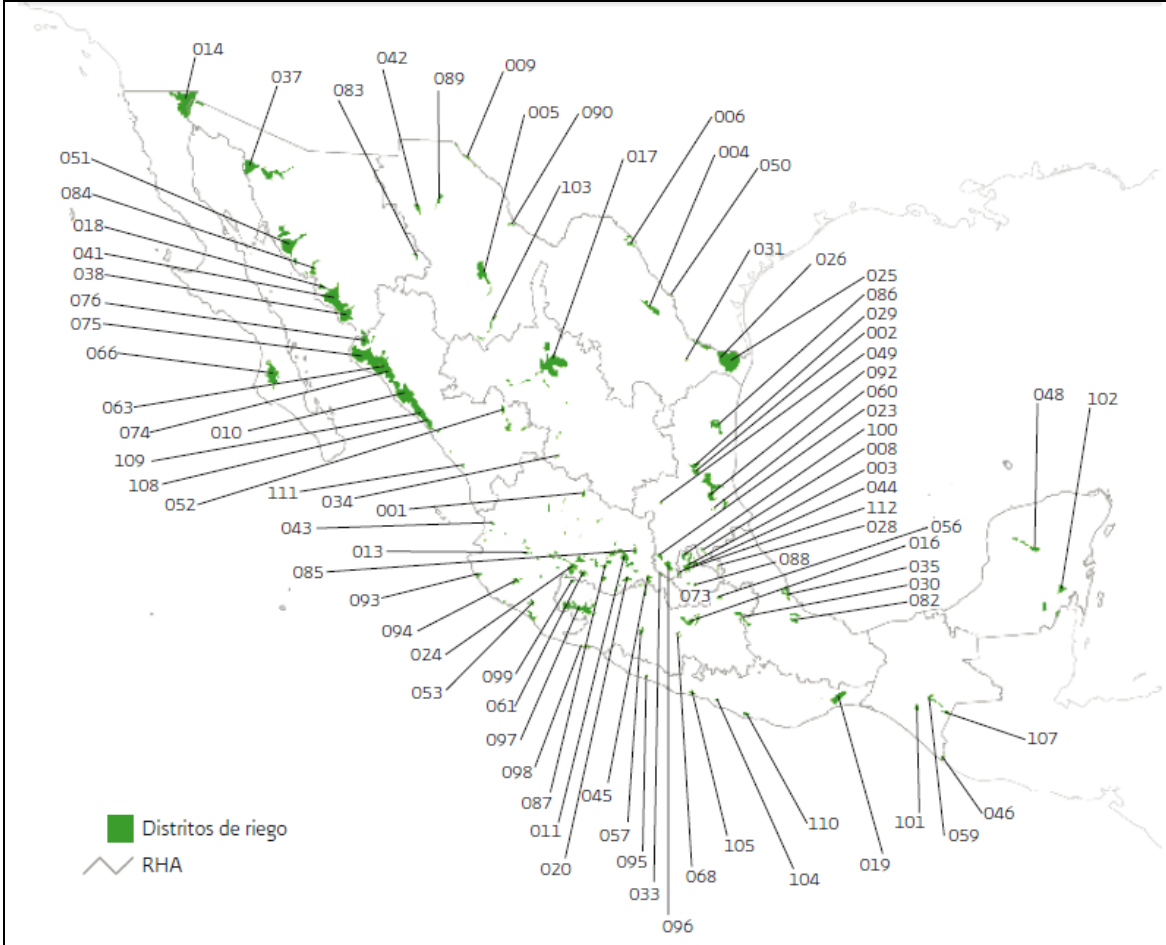
No obstante la productividad del agua en los DR había venido mostrando una clara pendiente ascendente (Fig. 27) hasta principios de siglo, cuando el fenómeno de la sequía se hizo mucho más patente y comenzó a cobrar fuerza y el gobierno tomó otras prioridades en sus políticas de desarrollo a pesar de haber declarado al agua en 2000 como asunto de seguridad nacional.

Es evidente que en México la agricultura tiene un déficit respecto a los sistemas de innovación de riego de los países en desarrollo, los sistemas tradicionales precisamente han llevado a distintas regiones a sobreexplotar los acuíferos a partir de los cuales se abastecen para el riego. La incorporación de los sistemas de cultivo por gota favorece la eficiencia de los sistemas de riego y con ello contribuyen al aumento de la productividad del agua.

La desventaja de incorporar estos sistemas es la misma que deriva de los subsidios al agua y la energía ya comentados, pues el peligro al incorporar nuevas tecnologías de riego es

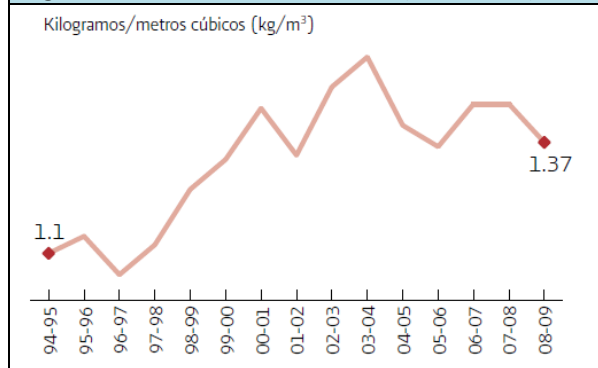
que, mediante el aumento de la productividad y la reducción del uso del agua, las nuevas tecnologías pueden ayudar a resolver un aspecto de la crisis del agua, pero agravar al mismo tiempo desigualdades sociales y económicas más amplias.

Fig. 26 Distritos de Riego, 2009 (CNA, 2011)



Nota: Los números corresponden a las claves de cada distrito de riego.
Fuente: Conagua. Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola. 2010.

Fig. 27 Productividad en los DR. (CNA,2011)



De manera paralela existe otra alternativa que busca aumentar la productividad del agua y que implica la reasignación del uso del agua hacia áreas que representan un más alto valor agregado.

En lugar de obtener más cultivos por gota, el objetivo sintetizado de esta nueva visión es obtener más dinero por metro cúbico. La presunción subyacente es que el agua, como recurso cada vez más escaso, debe ser empleada en las actividades donde genera mayores retornos. Esta nueva perspectiva del agua ha causado gran revuelo entre la comunidad internacional, pues si bien existen en la industria productos con un valor agregado mayor que aquellos que derivan de la agricultura, hay muy pocas pruebas que permitan llegar a la conclusión de que el desarrollo de industrias de más alto valor agregado se haya visto retrasado por la competencia con la agricultura por el agua.

- Llevar el desarrollo a donde existen disponibilidades mayores de agua. A nivel país, el mayor crecimiento poblacional y económico se ha generado en las zonas con menor disponibilidad de agua; así, en el centro y norte, donde se tiene el 31% de la disponibilidad nacional se concentra el 77% de la población, situación que contrasta con la zona sureste, donde existe el 69% de la disponibilidad y únicamente se ubica el 23% de la población. Las tendencias de crecimiento poblacional no favorecen la sustentabilidad, así por ejemplo se espera que para 2030 exista una mayor concentración en los centros urbanos y una disminución de la población rural. Ante el panorama que se presenta es conveniente que los planes de desarrollo nacionales establezcan entre sus objetivos el racionalizar la distribución de la población y de las actividades económicas hacia otras regiones del país con potencial hidráulico y económico, si dichas actividades están relacionadas con altas demandas de agua.

El Ing. Luis Robledo sugiere al respecto del control sobre el desarrollo de las ciudades:

...las ciudades podrían clasificarse en tres tipos. Las primeras son aquellas cuyo desarrollo es recomendable impulsar, destinando recursos presupuestales federales y locales y estrategias de inducción como la facilitación del suelo urbano e industrial, vivienda, transporte público, energía a precios preferenciales, infraestructura, equipamiento urbano, estímulos fiscales entre otros; para estimular su crecimiento. El segundo tipo de ciudades son aquellas que ya tienen una dinámica de desarrollo económico propio, la cual debe respetarse, pero los recursos presupuestales y las estrategias se orientarán a un mejor ordenamiento de sus actividades, sin estimular su crecimiento. Las terceras con las ciudades en las cuales es conveniente disminuir su ritmo de crecimiento, sin que decrezcan, para amortiguar los crecientes problemas de congestión, de pérdida de calidad de vida y, en general, de una situación social en proceso de deterioro. (Luis Robledo, 2009: 119-121)

Ante la inminente proliferación de conflictos entre ciudades por la competencia del agua y entre los propios sectores que hacen uso de ella, la posibilidad de llevar gente a donde hay

agua, en vez de empeñarse en llevar el agua a donde hay gente, no puede considerarse descabellada, sobre todo, considerando la insustentabilidad de casos reales como la caótica ciudad de México.

- Replanteamiento del sistema de tarifas de agua. Las tarifas de agua constituyen el instrumento no regulatorio más comúnmente utilizado en el mundo en el suministro del agua. Las tarifas se aplican a los servicios relacionados con el abastecimiento de agua limpia en el caso de los usos doméstico y público urbano, y de agua en condiciones naturales para las cuotas y derechos de los usos industriales, de servicios, acuícolas, agropuecuarios y agroindustriales. El agua, como tal, no es sujeta de ser incluida en la tarifa, cuota o derecho.

Las tarifas básicamente tienen dos objetivos. El primero es el de racionalizar el consumo por parte de los usuarios, en tanto que el segundo es el de financiar la construcción, rehabilitación, mantenimiento y operación de la infraestructura necesaria para conducir el agua desde sus fuentes naturales, potabilizarla, distribuirla y entregarla en las tomas de los usuarios, así como recolectarla en el alcantarillado y tratarla antes de devolverla a los cuerpos receptores.

Por lo que se refiere a la racionalización del consumo, la aplicación de tarifas acompañadas de mecanismos de medición de los consumos ha demostrado su efectividad en la reducción de la demanda de agua.

En cuanto al objetivo de financiamiento de los servicios, es necesario definir los componentes del servicio que deben incluirse en la tarifa. Se estima que el costo promedio de operación de un sistema de agua urbano se ubica entre seis y ocho pesos por metro cúbico. Si se incluyen, además, las inversiones necesarias para rehabilitar y equipar los sistemas de agua, el costo fácilmente puede superar los 14 pesos por metro cúbico en promedio, lo cual no forzosamente es lo que debe pagarse por el servicio.

La tarifa, como todos los instrumentos de gestión, debe responder a una decisión de política pública, que si bien tiene un componente federal muy importante, es fundamentalmente una decisión local. La decisión respecto a qué componentes se deben incluir en la tarifa y, por lo mismo, de cómo se van a distribuir los costos de la prestación de los servicios y de las inversiones necesarias entre la sociedad, requiere un análisis profundo y decisión política.

En México, durante los últimos años se ha pugnado por incorporar a las tarifas una proporción cada vez mayor de los costos y las inversiones necesarias para prestar los servicios de agua y saneamiento. Ello se debe a varias razones. Primera, que se cree que si no se refleja el costo real del agua en las tarifas la sociedad no será consciente de su verdadero valor y no se logrará un uso racional. Segunda, que al no haber asignaciones presupuestales suficientes que permitan a los operadores cubrir las inversiones necesarias

para mantener y ampliar la infraestructura e incluso para operarla, una parte importante de los sistemas de agua en el país se deteriorarán y la calidad de sus servicios será más deficiente. Tercera, que ante la dificultad para aumentar los ingresos fiscales, existe una competencia cada vez mayor por presupuestos limitados, con lo cual los recursos destinados al sector en los últimos años han sido insuficientes para cubrir la creciente demanda, y de ahí la pretensión de aplicar tarifas que recuperen en su totalidad el costo de proveer el servicio de agua, adicionalmente a la recaudación íntegra de impuestos.

Si se acepta que los costos reales del servicio y las inversiones deben ser cubiertos por medio de las tarifas, un tema de gran relevancia en el país es cómo se van a distribuir los costos entre los diferentes grupos de la población y volúmenes de consumo. Al respecto, el diseño de las tarifas ofrece, cuando menos, tres opciones. La primera es que los usuarios paguen el costo real del agua que consumen, independientemente de su condición social. La segunda es que quienes más tienen y más consumen, paguen más. Y la tercera es que, con independencia de la condición socioeconómica, la segunda unidad de agua consumida cueste más que la primera, que la tercera unidad cueste más que la segunda, y así sucesivamente. Aunque la segunda alternativa parece socialmente deseable, no se puede dejar de considerar que el primer objetivo de una tarifa de agua es racionalizar el consumo, por lo cual la tercera opción está en mejores condiciones de lograrlo. No pagar el costo real desalienta el ahorro, lo que dificulta la expansión del servicio al ritmo de crecimiento de la población.

En muchas partes del país se ha adoptado la política de no cobrar tarifas reales de agua, pero sí impuestos cada vez más altos, con el argumento de que es necesario proteger a los estratos sociales más pobres. Sin embargo, lo paradójico es que los organismos operadores, al no contar con ingresos suficientes, no pueden evitar el deterioro de la infraestructura, ni tienen la capacidad para rehabilitarla y ampliarla a los que no cuentan con los servicios. Al final, los más afectados por las políticas de subsidios generalizados a las tarifas terminan siendo aquellos a quienes se pretende proteger. Muchas veces no es la población urbana de escasos recursos la que se queja del pago; por el contrario, suele ser la primera en pagar sus recibos de agua. Sólo en áreas rurales hay una gran evasión (50%) del pago por el servicio de agua potable.

Existen al menos dos opciones que conducen a mejores resultados que la aplicación de subsidios generalizados mediante tarifas artificialmente bajas. La primera es que las inversiones privadas de ciertos organismos se apliquen en regiones con alta capacidad de pago y recuperación de costos, con la idea de liberar recursos que administra el gobierno y, por tanto, que los esfuerzos institucionales se enfoquen hacia los sectores sociales en pobreza extrema. La segunda opción es la de establecer subsidios cruzados mediante tarifas diferenciadas por nivel socioeconómico y de consumo. En Cancún, por ejemplo, los hoteles han contribuido a financiar la ampliación acelerada de la cobertura de agua y de

drenaje a la zona urbana de la ciudad, al pagar tarifas de agua superiores a su costo real y transferir los excedentes a las colonias pobres.

A pesar de los esfuerzos por incorporar los costos de los servicios y las inversiones a las tarifas, todavía existe una resistencia por parte de las autoridades para hacerlo. Sin embargo, tampoco existe la posibilidad real de destinar presupuestos suficientes al sector. Parecería que la población está resignada a pagar más por el agua de lo que los políticos están dispuestos a cobrar por ella. La ecuación es compleja; sin embargo, el agua tiene un valor agregado, hacerla llegar a los ciudadanos y cuidarla cuesta, y por lo tanto el ciudadano tiene que pagar; de lo contrario, los tandeos, las pipas, el agua embotellada, la sobreexplotación de las aguas nacionales, ya sea superficiales o del subsuelo, y la contaminación de las mismas serán cada vez más comunes.

La escasez de agua lleva sin duda a repensar los modelos de desarrollo, a innovar en la oferta de fuentes de agua limpia; lo cual implica desarrollar tecnología o echar mano de métodos menospreciados que permitan aprovechar el agua presente en la naturaleza en cualquiera de sus estados, a generar alternativas de uso que propicien la optimización de las cantidades disponibles de agua, a fomentar acciones que permitan una distribución más justa del agua y a integrar dentro de los procesos de planeación una ética que permita considerar el papel del medio ambiente como agente demandante de agua.

Entender la escasez significa comprender la forma en que ésta afecta y afectaría cada dimensión de la estructura de un país (económica, política, social) de continuar con los mismos modelos de desarrollo. Entender la escasez es importante porque a partir de su comprensión real, se genera la conciencia necesaria para querer tomar parte en las decisiones que involucran a los recursos hídricos nacionales, aún bajo el conocimiento de que en la práctica resulta difícil equilibrar las diversas demandas en competencia de los diferentes usuarios respecto de un recurso que va al corazón de las relaciones de poder en la sociedad, y a las cuestiones de voz política y de responsabilidad institucional.

La escasez de agua es una realidad para México, casi todas las cifras convergen en pendientes ascendentes que derivan en poca agua y muchos vasos. El futuro hídrico de México, no es ya incierto para algunas regiones porque si algo es seguro es que cada año tendrán menos agua, y aquellas que ahora tienen poca, tendrán todavía menos o incluso nada. Mientras unos se ahogarán otros se secarán a lo largo y ancho del país. Es la realidad que vive México y en cuyas soluciones es necesario trabajar. El desarrollo constante y sostenible hacia el cual se quiere avanzar demanda repensar las políticas y en ese proceso de reingeniería de ideas y actos, es necesario iniciar a partir de una planeación acorde con la gestión integral hídrica y que esté orientada a garantizar la seguridad del agua a cada habitante del país.

III. REPENSANDO EL DESARROLLO. Ingeniería para asegurar el agua.

El agua está presente en todos los aspectos de la vida humana. A lo largo de la historia, la gestión del agua ha dado lugar a desafíos técnicos y políticos difíciles de superar para la población y para los gobiernos. La historia de la gestión del agua es una historia de ingenio y debilidad humana. Desde el antiguo acueducto Queretano hasta las actuales grandes obras públicas de la ciudad de México, el suministro de agua limpia para la cobertura de las necesidades vitales ha sido posible gracias al desarrollo de tecnologías innovadoras.

Repensar el desarrollo significa repensar el nivel de seguridad del agua hasta ahora otorgada a la sociedad, sin establecer diferencias, y darse cuenta de que existe todavía una larga brecha entre la justicia social y la realidad. Repensar el desarrollo significa asumir que es necesario dotar de una seguridad del agua a toda una población, de tal manera que a través de un cambio de paradigma en la gestión del agua y una ampliación de la infraestructura hidráulica pueda llevarse agua a cada hogar y pueda permitirse así el desarrollo digno de cada persona.

La idea de repensar el desarrollo está orientada al hecho innegable de que una persona asegura un caudal de agua y por tanto reduce la vulnerabilidad frente a la escasez de ésta a través de infraestructura. Si bien es cierto, los cauces naturales representan la primera de las ingenierías en cuanto a infraestructura hidráulica se refiere, pero el progreso de los pueblos sólo ha sido posible cuando éstos han mostrado capacidad para encauzar esa agua y aprovecharla como elemento productivo para poder sostener las actividades que les permiten su crecimiento como sociedades. El papel del agua en el desarrollo equitativo de distintas sociedades, sólo es posible cuando los sistemas de infraestructura también son equitativos, por tanto, es necesario asumir que una infraestructura al servicio de todos contribuye ampliamente a un desarrollo igualitario.

La disponibilidad física del agua es una dimensión de la escasez. No obstante, en todos los países la relación entre la seguridad y la disponibilidad del agua está mediada por la infraestructura y las instituciones que rigen el agua. El desarrollo de las comunidades y las ciudades sólo puede garantizarse si se garantiza un acceso a las fuentes de agua. La vulnerabilidad frente a las sequías y la variabilidad de los ciclos de lluvia puede disminuirse a través de infraestructura que permita asegurar el vital líquido para aquellos periodos en los que se agrava la escasez de agua, por si fuera poco debe tenerse en cuenta que de manera global existe una amenaza latente constituida por el calentamiento global y que puede encararse solamente a través de una fuerte base de infraestructura que facilite la adaptación.

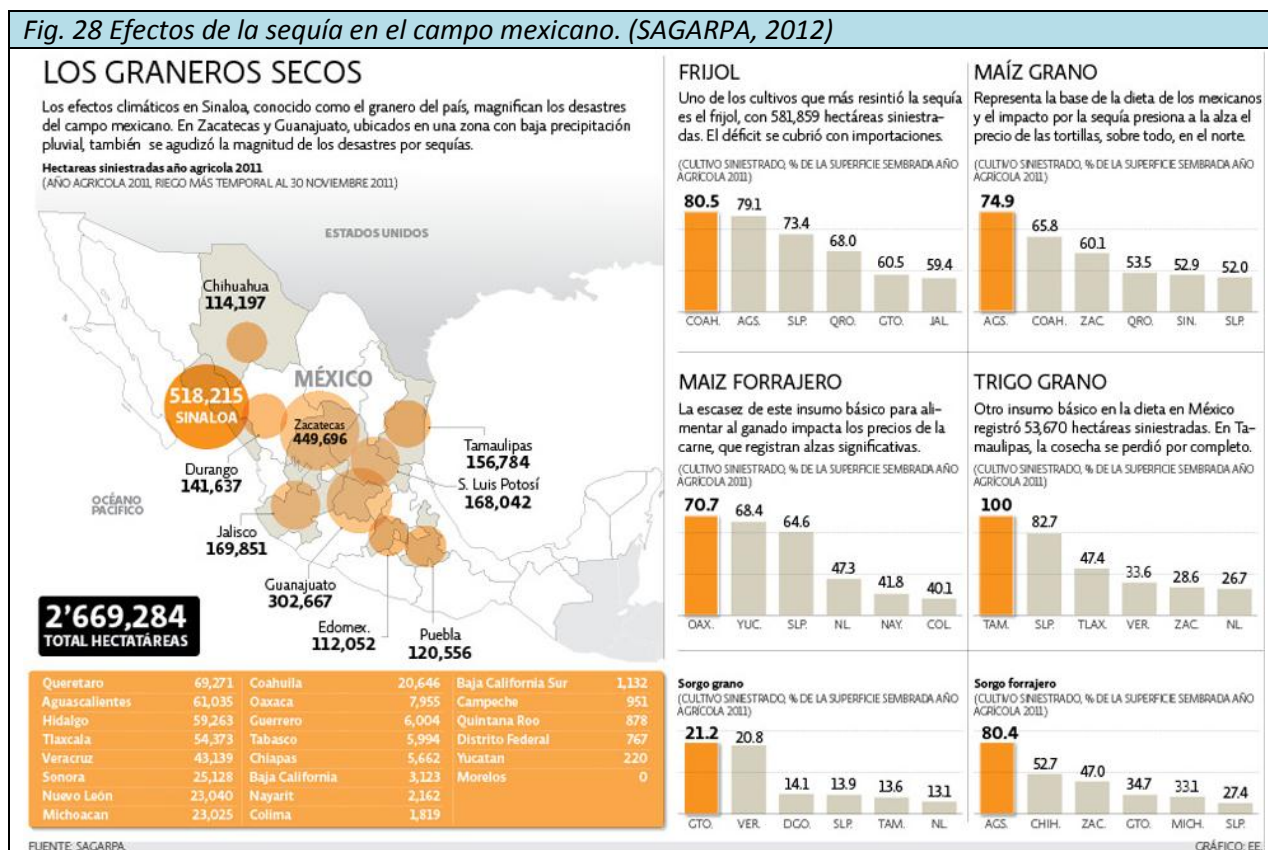
Actualmente existen grandes desigualdades en el mundo respecto de la infraestructura del agua. En todos los países industriales, se regulan y gestionan los cursos fluviales, y se almacena agua para usos múltiples. Pocas personas en esos países son conscientes de la forma en que las inversiones en infraestructura hídrica crean las condiciones para la seguridad de agua, el crecimiento económico y el empleo; o la forma en que estas inversiones ofrecen protección contra los poderes destructivos del agua en las inundaciones y sequías. Sólo durante los períodos de crisis

aparece de forma prominente la infraestructura del agua en los debates sobre políticas públicas. En Estados Unidos, el huracán Katrina proporcionó un recordatorio trágicamente contundente de la importancia de la infraestructura y de la vulnerabilidad humana. Esta catástrofe fue tan terrible en parte porque las pérdidas humanas y la destrucción se produjeron de forma inesperada. En contraste, en una gran parte del mundo en desarrollo se experimentan a diario los costos humanos de una infraestructura débil y la vulnerabilidad ante las catástrofes relacionadas con el agua.

La verdadera magnitud de las inversiones en infraestructura hídrica en los países desarrollados no es muy apreciada. Las inversiones en infraestructura hidráulica en algunos casos generaron grandes daños ambientales, pero también han dado respaldo a la prosperidad económica y al progreso social. La mitigación de riesgos en la gestión del agua a través de los sistemas de control de inundaciones y el desarrollo de una infraestructura económica ha sido fundamental para el progreso humano en muchos países desarrollados.

La distribución mundial de la infraestructura del agua tiene una relación inversa con la distribución mundial de los riesgos de inseguridad de agua. Los climas estacionales, las precipitaciones variables y el riesgo de inundaciones y sequías constituyen una amenaza mucho más grande en los países en desarrollo que en los países desarrollados, mientras que las instituciones y la infraestructura necesaria para proporcionar la seguridad de agua son mucho más débiles.

Fig. 28 Efectos de la sequía en el campo mexicano. (SAGARPA, 2012)



Las sequías demuestran de una forma poderosa los costos de una infraestructura débil. La falta de lluvias ocasiona un agotamiento de las cuencas hidrográficas, las tierras de cultivo y de pastoreo, degradando la tierra y destruyendo los cultivos. Las sequías afectan a la población pobre de las áreas rurales mediante la disminución en la producción, la pérdida de ganado y fertilidad del suelo y una escasez extrema de agua para beber. Cuando muere el ganado y se pierden las cosechas, los hogares pobres pierden ingresos y empeora su nutrición. La recuperación de los activos puede llevar años.

La experiencia de las últimas sequías en México da cuenta de ello. Todavía en este año las cifras derivadas de la sequía fueron alarmantes. La infraestructura hidráulica existente en México registró niveles nunca antes vistos y se puso de manifiesto que es necesaria aún más infraestructura a fin de disminuir los riesgos frente a los periodos de sequía.

Oficialmente se reconoce que en el 2009 se presentó en México la segunda peor sequía en 60 años, que el 2010 fue el año más lluvioso del que se tenga registro y que, en el 2011, 40% del territorio mexicano ha registrado el peor año de sequía en las últimas siete décadas. Las cifras de la Sagarpa revelan que en el año agrícola del 2011 sumaron 2.7 millones las hectáreas siniestradas en siete de los principales cultivos, sobre todo en Sinaloa, Zacatecas y Guanajuato (*Fig.28*).

A enero de 2012 la CNA había corroborado la condición de sequía en diferentes grados en 1,213 municipios de México, lo que permitió aprobar la declaratoria de emergencia en 1,174 de éstos. A nivel de entidades, 19 de los 32 estados de la República sufren los efectos de la peor sequía en décadas, entre los que destacan Coahuila, Chihuahua, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas.

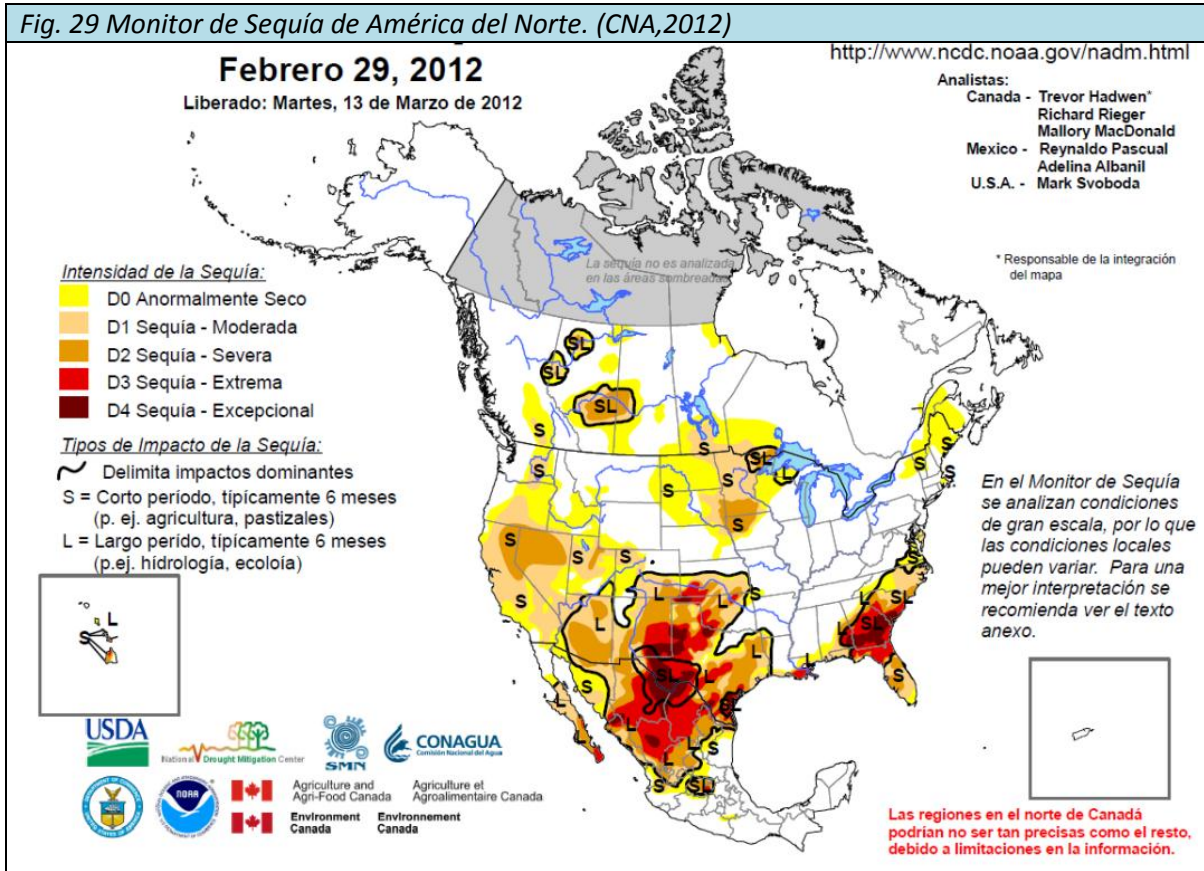
Por supuesto este drama del campo mexicano involucra, además de los agroproductores, a las secretarías de Gobernación, Hacienda, a la Sagarpa, Semarnat, CNA, y organismos como la Comisión Nacional Forestal, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, sin dejar de mencionar a las dependencias correspondientes en los estados.

Este periodo de sequía obedece según expertos a un ciclo que ocurre en promedio cada 14 años y dura de cuatro a seis semestres. Es un fenómeno cíclico y se ha registrado en 1957, 1969, 1989 y 1997.

Anualmente, se realizan dos estimaciones de la sequía a nivel de Norteamérica, en el marco del proyecto "Monitor de Sequía de América del Norte", estas estimaciones incluyen el estudio de la sequía en México y en dicho proyecto participan Instituciones mexicanas relacionadas con el agua y el clima.

Para la primera estimación de la sequía en 2012 a finales de febrero los resultados arrojaron que las lluvias de febrero promediaron 65.6% por arriba de la normal; lo que ubicó a este mes como el séptimo más lluvioso desde 1941. La temperatura media promedió 17.3°C a nivel nacional, 0.3°C más fría de lo normal y ubicó a este mes como el decimotercero más frío desde 1971.

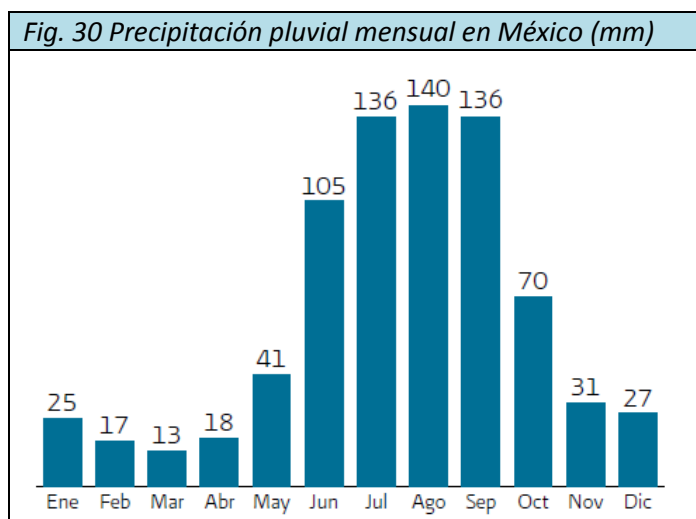
Fig. 29 Monitor de Sequía de América del Norte. (CNA,2012)



Las lluvias se distribuyeron desde la costa del Pacífico (Nayarit hasta Michoacán) y avanzaron hacia los Estados del Centro, para finalmente distribirse sobre la vertiente del Golfo de México desde Tamaulipas hasta Veracruz. Como consecuencia de las favorables lluvias, se observó disminución en la cobertura de la sequía en sus diferentes intensidades con respecto al mes anterior; a finales de febrero se cuantificó 48.79% desde sequía moderada (D1) a excepcional (D4) (-7.4%), 33.25% desde sequía severa (D2) a excepcional (D4) (-6.47%), 20.98% desde sequía extrema (D3) a excepcional (D4) (-6.28%) y el 3.63% con sequía excepcional (D4) (Fig.29).

La sequía de largo período persistió en las regiones del Centro-Norte que recibieron escasas lluvias en los últimos trece meses. Así, Chihuahua y Coahuila tuvieron el quinto período más seco, Guanajuato el segundo y Durango registró el período más seco de los últimos trece meses (febrero 2011-febrero 2012). La situación se agudiza por la presencia del mayor número de días con heladas sobre amplias regiones de Chihuahua y Durango; además, el Índice de Salud de la Vegetación (VHI) muestra vegetación muy estresada. Otro indicador de la aguda sequía lo señala el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI). Este índice mostró los valores de SPI (1 a 12 meses) más secos desde 1966 en la estación climatológica Nazas en Durango. Otra región con sequía persistente es Baja California Sur, que se clasificó en el cuarto período más seco de los últimos trece meses.

La situación de sequía hizo volver los ojos hacia la capacidad que el país posee para poder afrontar este fenómeno. La inminente crisis alimentaria en el país derivada de la falta de agua para riego se mantiene cada año como una amenaza creciente. El desequilibrio del ciclo hidrológico y su cada vez menos previsibilidad contribuye a un aumento de la incertidumbre respecto de las disponibilidades de agua anuales.



La variabilidad del suministro de agua es otra fuente importante de inseguridad de agua, tanto para los pueblos como las economías nacionales, y ante la cual la infraestructura nuevamente garantiza la disminución del riesgo ante los efectos que ésta involucra.

En México, un país en el que la población rural vive de la agricultura la variabilidad de las precipitaciones representa la amenaza más grande a su medio de sustento. La precipitación normal del país en el periodo de 1971-2000 fue de 760 milímetros. En la mayor parte de México, un 68% de la precipitación ocurre predominantemente entre junio y septiembre (*Fig.30*), con excepción de la Península de Baja California, lo cual acentúa los problemas relacionados con la disponibilidad del recurso.

Los últimos años además, han mostrado un claro desequilibrio en los ciclos de precipitación y han venido acompañados de una marcada disminución en los niveles de precipitación respecto a las medias de los años anteriores. La precipitación acumulada ocurrida en la República Mexicana del 1° de enero al 31 de diciembre del año 2009 alcanzó una lámina de 646 mm, lo cual fue 14.6% inferior a la normal del periodo de 1971 a 2000. A esta situación de desequilibrio es necesario sumar la variación regional de la lluvia (*Fig. 31*) en México, que ocasiona inundaciones en algunos Estados y agrava la sequía en otros.

La infraestructura de agua tiene un efecto muy importante en la vulnerabilidad y la capacidad de los hogares para absorber catástrofes. Indonesia pierde aproximadamente 25.000 vidas al año como consecuencia de problemas relacionados con la sequía.

Fig.31 Perfiles de precipitación en el país(mm), 2009 (CNA, 2011)

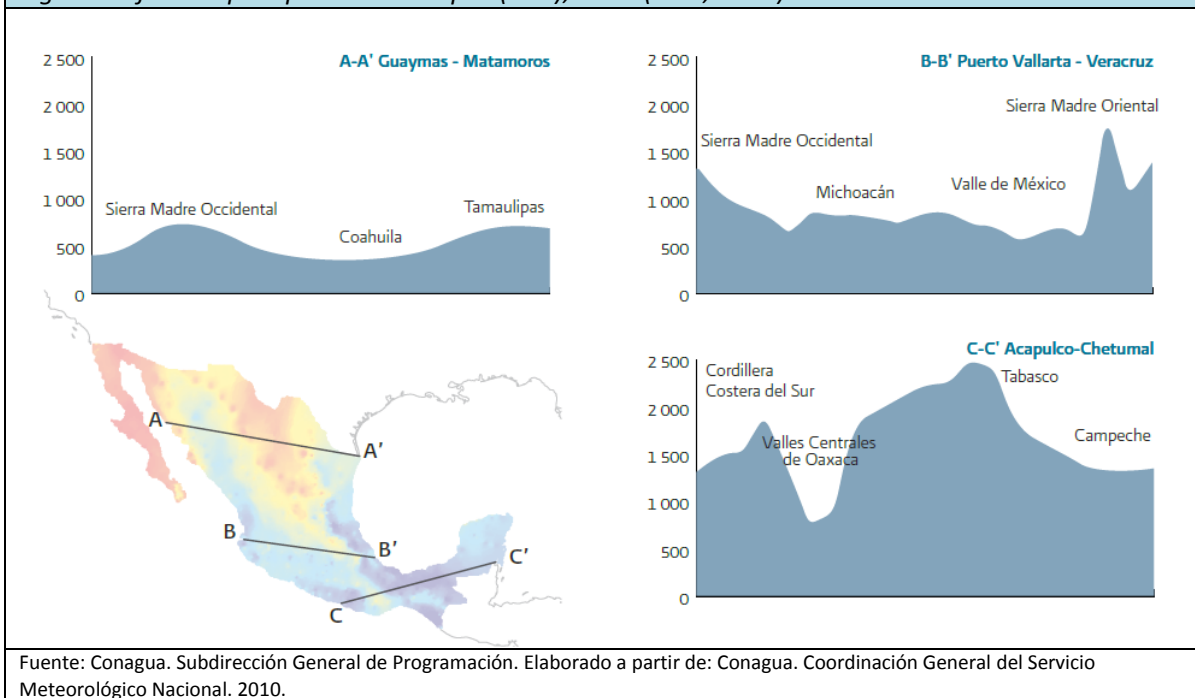
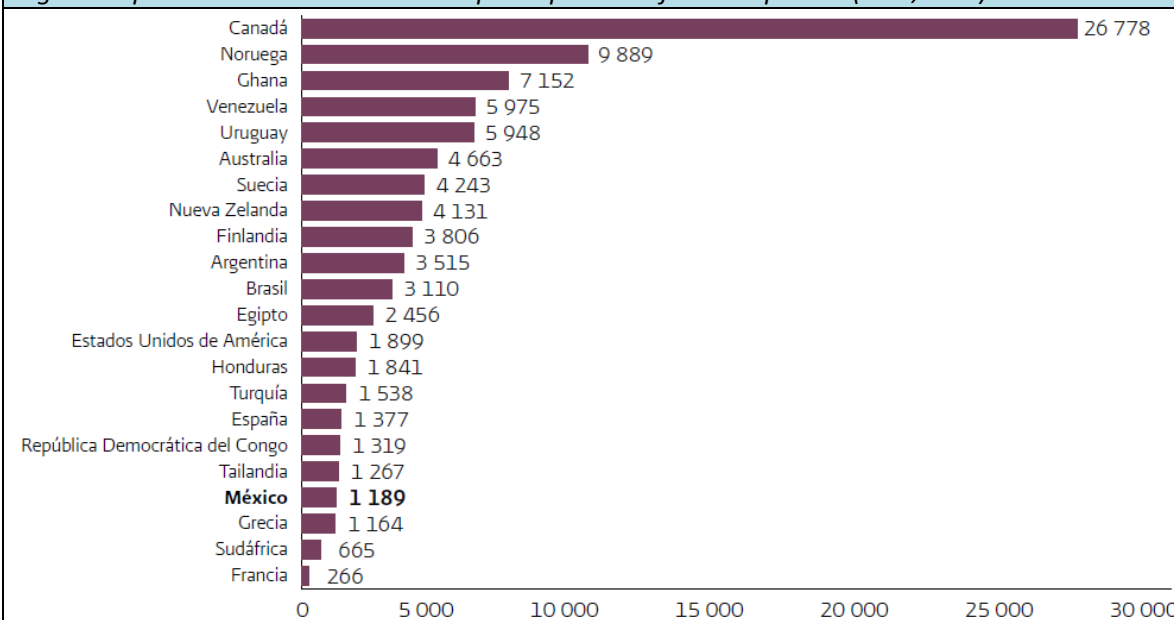


Fig. 32 Capacidad de almacenamiento per cápita en diferentes países. (CNA,2011)



Australia, con una exposición similar al riesgo de sequía, no pierde ninguna. Las inversiones en Japón han mitigado el impacto de las inundaciones de manera de que los costos por daños

provenientes de inundaciones muy rara vez superan el 0,5% del PIB y es raro que se produzcan pérdidas humanas.

En México las recurrentes inundaciones en la parte Sur de la Republica anualmente suelen cobrar más de una vida, la sequía por su parte en el norte de la Republica afecta la agricultura y la ganadería, contribuyendo así al aumento de pobreza y empeoramiento de condiciones que atentan contra la vida de los pobladores. Sólo en 2011 la sequía en el país causó que se perdieran alrededor de 1 800 000 hectáreas y la muerte de 750 mil cabezas de ganado. (Sagarpa, 2011). La población del Norte del país llegó a estar en verdadero peligro ante la falta absoluta de agua potable y en respuesta la Sedesol tuvo que enviar agua a 2.5 millones de habitantes de más de 1500 comunidades de alta y muy alta marginación que se encontraban en situación alarmante de escasez de agua.

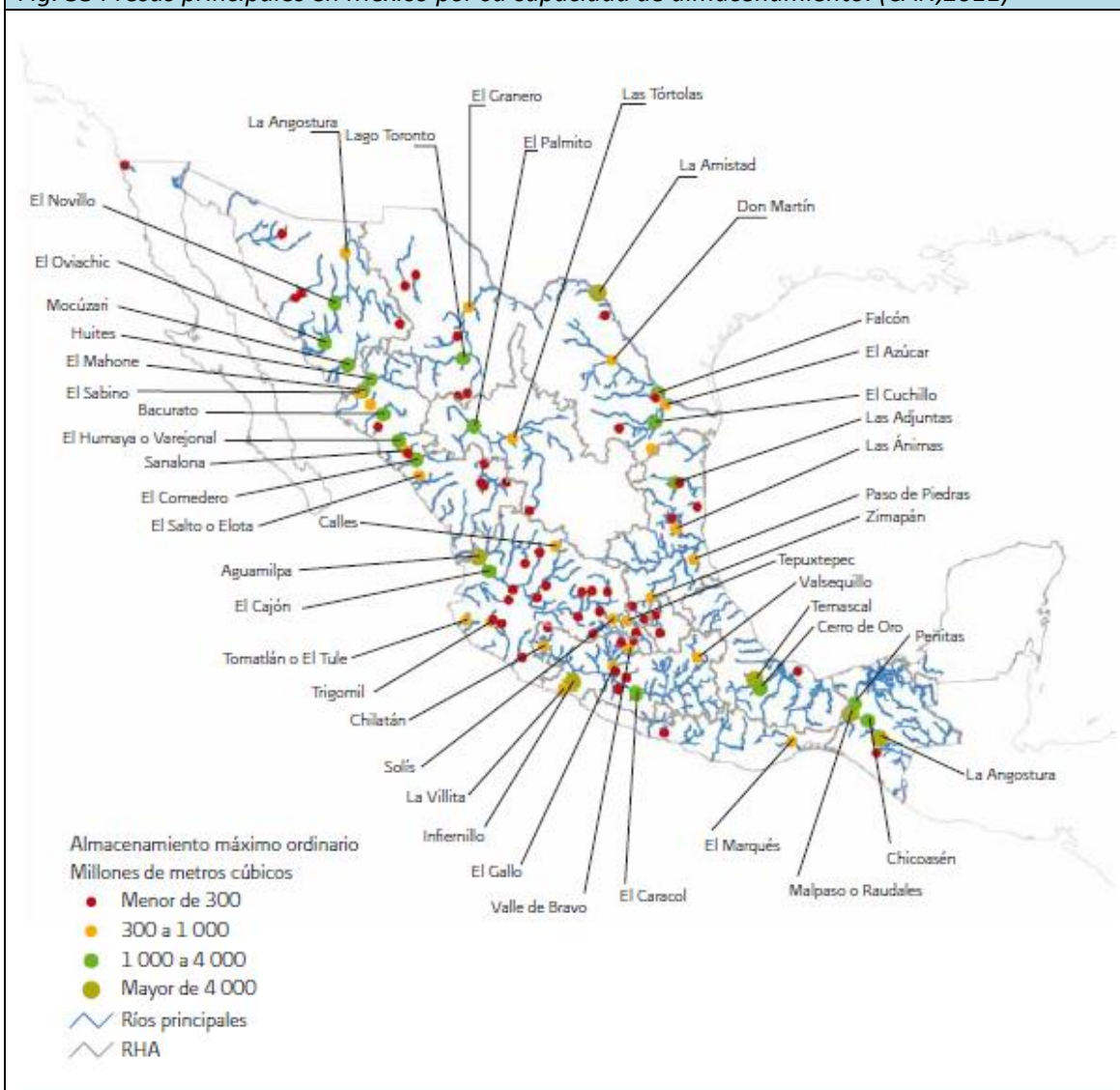
Desafortunadamente las desigualdades en los activos hidráulicos se reflejan en los costos humanos y económicos asociados a las condiciones climáticas extremas. Muy poca o demasiada agua es la causa de la mayoría de los desastres naturales. Factores cíclicos y el cambio climático se están combinando para generar un aumento en la frecuencia de eventos climáticos extremos tales como sequías e inundaciones. Todos los países se ven afectados. Pero los países desarrollados pueden proteger a sus ciudadanos y a su desempeño económico a través de una extensa infraestructura hidráulica. La capacidad de almacenamiento de agua *per cápita* (Fig.32) es un indicador sustitutivo para comparar la capacidad de infraestructura entre países. No obstante, la capacidad de almacenamiento es sólo una guía hacia la vinculación entre infraestructura y vulnerabilidad.

Si bien no se debe subestimar el aporte que la infraestructura en gran escala aporta al desarrollo y protección de las naciones, tampoco se debe ignorar la posible contribución de la infraestructura en pequeña escala. La recolección de agua en pequeña escala tiene el potencial no sólo de almacenar agua de forma eficiente y, por ende, mitigar el riesgo, sino también de almacenar el agua cerca de la gente que la necesita.

Los debates polarizados acerca de los méritos relativos de la infraestructura grande y pequeña cada vez más representan una distracción respecto del desafío real. La combinación adecuada de infraestructura se decide mejor a escala nacional y local a través del diálogo entre los gobiernos y los pueblos. No obstante la opción real no se da habitualmente entre infraestructura grande o pequeña. La mayoría de los países en desarrollo no necesitan más de uno y menos de lo otro, necesitan más de ambos.

México, como uno de esos países en desarrollo ha demostrado que necesita de esos dos tipos de infraestructura a fin de proveer a sus ciudadanos de la seguridad del agua que es necesaria para poder llevar una vida digna dentro de los estándares que el derecho humano le confiere.

Fig. 33 Presas principales en México por su capacidad de almacenamiento. (CAN,2011)



Nota: Las presas con indicación de nombre tienen capacidad mayor a 300 hm³.
 Por la información presentada, se emplea un polígono de línea de costa que describe los sistemas lagunares, en vez de los límites costeros municipales, empleado habitualmente.
 Fuente: Conagua. Subdirección General de Programación. 2010. Elaborado a partir de:
 Conagua. Subdirección General Técnica. 2010.

A pesar de estar ubicado entre los 20 primeros países con mayor almacenamiento de agua *per cápita*, México ha venido demostrando una tendencia descendente en la atención que ha prestado a la infraestructura hidráulica, sobre todo considerando las ascendentes cifras en cuestiones de población nacional.

Dentro de la infraestructura hidráulica con la que cuenta el país para proporcionar el agua requerida para los diferentes usuarios nacionales se destacan:

- Más de 4,462 presas y bordos de almacenamiento, de las cuales 667 están clasificadas como grandes presas, de acuerdo con la definición de la Comisión Internacional de

Grandes Presas. La capacidad de almacenamiento de las presas del país es de aproximadamente 150 mil millones de m³. Este volumen depende de la precipitación y los escurrimientos en las distintas regiones del país, así como de las políticas de operación de las presas. Es importante mencionar que las cien principales presas de México (Fig.33) representan casi el 79% de la capacidad total de almacenamiento del país. Su localización sigue entre otros factores, el régimen hidrológico de la corriente, la topografía y características geológicas del sitio, así como los usos a los cuales se destinara.

- 6.5 millones de hectáreas de riego.
- 2.9 millones de hectáreas con temporal tecnificado.
- En materia de infraestructura de agua potable y alcantarillado las cifras para México han venido creciendo al menos así lo reporta la institución que en materia de aguas rige en el país. La Conagua considera que la cobertura de agua potable incluye a las personas que tienen agua entubada dentro de la vivienda o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno; de la llave pública, o bien de otra vivienda. Aunque es importante aclarar que los habitantes con cobertura no necesariamente disponen de agua con la calidad para consumo humano, lo cual resulta irónico por ir en contra de la propia definición de agua potable y porque entonces de nada sirve ser parte de la cobertura de agua, si el agua está sucia.

Sin embargo, tomando en cuenta esta definición, la CNA estima que al cierre de 2009, la cobertura de agua potable fue de 90.7% desglosándolo en 94.3% de cobertura en zonas urbanas y 78.6% en zonas rurales. La CNA justifica estas cifras de cobertura diferenciales entre zona urbanas y rurales tomando como base que el incremento de la población es mayor en las localidades urbanas, en tanto que en las rurales decrece (Fig.34).

Por otro lado la CNA considera que la cobertura de alcantarillado incluye a las personas que tienen una conexión a la red de alcantarillado o una fosa séptica, o bien a un desagüe, a una barranca, grieta, lago o mar. Tomando en cuenta esta definición y según la CNA, se estima que al cierre de 2009, la cobertura de alcantarillado fue de 86.8%, compuesta de 93.9% de cobertura en zonas urbanas y 63.2% en zonas rurales, presentándose la mayor cantidad de rezago en Estados como Oaxaca, Guerrero y Yucatán.

- 631 plantas potabilizadoras en operación. En 2009 se potabilizaron 90.4 m³/s. El incremento en los volúmenes de potabilización ha venido acompañado del aumento en la población nacional (Fig.35).

Fig.34 Población total y con cobertura de agua potable, rural y urbana (CNA,2011)

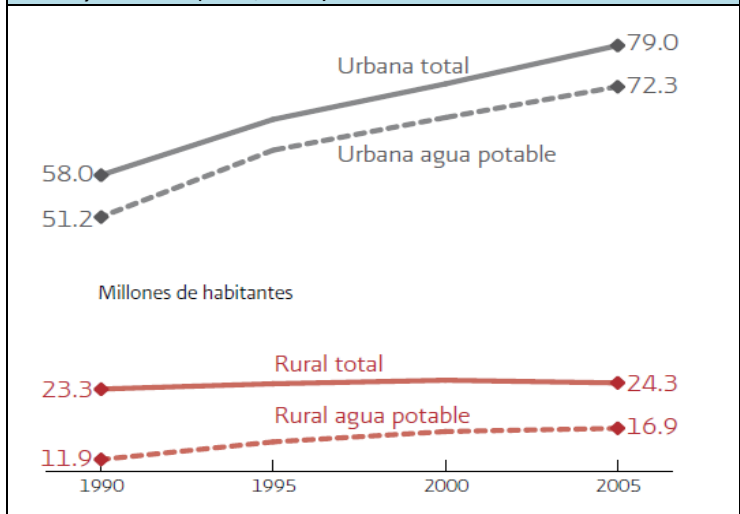
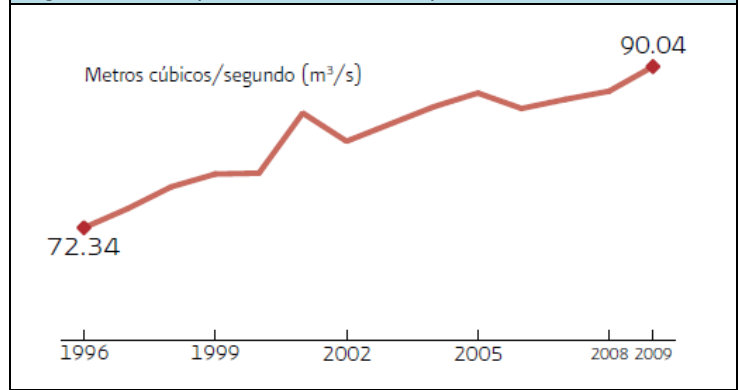
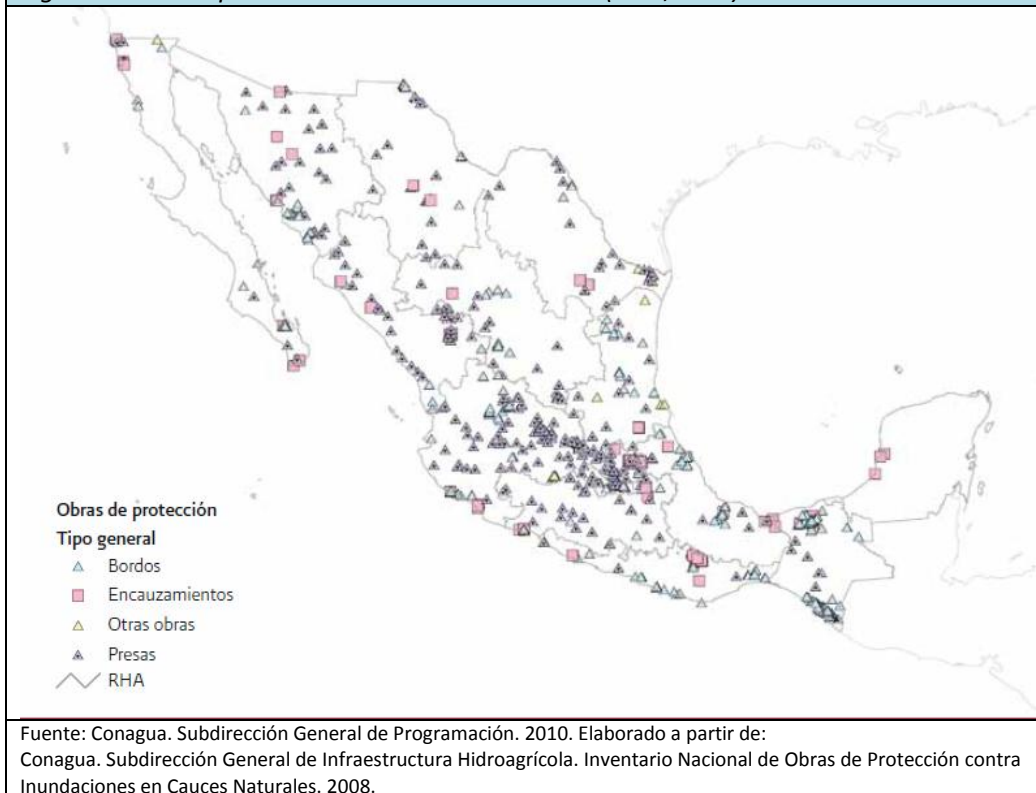


Fig. 35 Caudal potabilizado municipal.



- 2029 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación.
- 2,186 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en operación.
- La infraestructura hidráulica de México también se ve incrementada por los más de 3,000 kilómetros de acueductos, que con una capacidad de más de 112 m³/s llevan agua a diversas comunidades y ciudades del país (Tabla 4).
- Respecto al tema de las inundaciones, en el que las acciones de atención van desde la alerta hasta la construcción y el mantenimiento de infraestructura de protección, el Inventario Nacional de Obras de Protección contra inundaciones, permite generar el mapa indicado en la Figura 36, a través del cual es posible apreciar la variedad de obras destinadas a disminuir el riesgo ante los fenómenos naturales imposibles de controlar.

Fig. 36 Obras de protección contra inundaciones. (CNA,2011)



- Además de la infraestructura con la que cuenta el país, existen una serie de proyectos a mediano plazo que incluyen entre otros los indicados en la Tabla 5. Estos proyectos no están incluidos dentro de la AA2030.

La moneda de la infraestructura de agua en gran escala también tiene otra cara, tal como se refleja en el debate permanente acerca de la magnitud adecuada de las intervenciones. Las grandes obras hidráulicas como las represas tienen protagonismo en ese debate. Se estima que entre 40 y 80 millones de personas han sido desplazadas durante los últimos 50 años por proyectos de represas deficientemente diseñados, muchos de ellos sin indemnizaciones suficientes. En la prisa por desarrollar infraestructura en gran escala para abastecimiento, riego, generación de electricidad o control de avenidas, muchos gobiernos han hecho caso omiso de los derechos y demandas de comunidades sin poder de negociación y los pueblos indígenas a menudo se encuentran entre los más afectados. En este contexto resulta claro que los grandes programas de infraestructura deberían estar sujetos a un examen riguroso para evaluar los impactos sobre el medio ambiente y sobre la población pobre. Al mismo tiempo, no se debe pasar por alto el aporte que realiza la infraestructura en gran escala para el desarrollo humano. En muchos países tal infraestructura proporciona agua para riego y reduce la variabilidad de los flujos de agua para los productores a la vez que mitiga los riesgos de seguridad de agua proveniente de precipitaciones que fluctúan. El acceso al riego es una de las estrategias básicas para mitigar la inseguridad de agua en cualquier país.

Tabla 4. Principales acueductos del país (CNA, 2011)

No	Acueducto	RHA	Longitud (km)	Caudal de diseño (L/s)	Año de término	Abastece a	Responsable de la operación
1	Río Colorado-Tijuana	I Península de Baja California	130	4 000	1982	Ciudades de Tijuana y Tecate y al poblado La Rumorosa en Baja California.	Comisión de Servicios de Agua del Estado de Baja California.
2	Vizcaíno-Pacífico Norte	I Península de Baja California	206	62	1990	Localidades de Bahía Asunción, Bahía Tortugas y poblados pesqueros de Punta Abreojos en Baja California.	Organismo operador del municipio de Mulegú, B.C.
3	Sistema Cutzamala	IV Balsas y XIII Aguas del Valle de México	162	19 000	1993	La Zona Metropolitana de la Ciudad de México con agua de las presas Valle de Bravo, Villa Victoria y El Bosque, entre otras.	Conagua.
4	Linares Monterrey	VI Río Bravo	133	5 000	1984	Al área Metropolitana de la ciudad de Monterrey, N.L., con agua de la presa Cerro Prieto.	Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, I.P.D.
5	El Cuchillo-Monterrey	VI Río Bravo	91	5 000	1994	Al área metropolitana de la ciudad de Monterrey con agua proveniente de la presa el Cuchillo.	Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, I.P.D.
6	Lerma	VIII Lerma-Santiago-Pacífico y XIII Aguas del Valle de México	60	14 000	1975	Ciudad de México con agua de los acuíferos localizados en la zona alta del Río Lerma.	Sistema de Aguas de la Ciudad de México.
7	Armería-Manzanillo	VIII Lerma-Santiago-Pacífico	50	250	1987	Ciudad de Manzanillo, Colima.	Comisión de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Manzanillo, Colima.
8	Chapala-Guadalajara	VIII Lerma-Santiago-Pacífico	42	7 500	1991	La zona metropolitana de la ciudad de Guadalajara con agua del Lago de Chapala.	Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA).
9	Presa Vicente Guerrero-Ciudad Victoria	IX Golfo Norte	54	1 000	1992	Ciudad Victoria, Tamaulipas con agua proveniente de la presa Vicente Guerrero.	Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Victoria, Tamaulipas.
10	Uxpanapa-La Cangrejera	X Golfo Centro	40	20 000	1985	22 industrias ubicadas en la parte sur del estado de Veracruz.	Conagua.
11	Yurivia-Coatzacoalcos y Minatitlán	X Golfo Centro	64	2 000	1987	Ciudades de Coatzacoalcos y Minatitlán, Veracruz, con agua del Río Ocotil y Tizizapa.	Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Coatzacoalcos, Veracruz.
12	Río Huitzilapan-Xalapa	X Golfo Centro	55	1 000	2000	Ciudad de Xalapa-Enríquez, Veracruz.	Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Xalapa, Veracruz.
13	Chicbul-Ciudad del Carmen	XII Península de Yucatán	122	390	1975	Localidades de Sabancuy, Isla Aguada y Ciudad del Carmen, Campeche.	Sistema Municipal de Agua Potable de Ciudad del Carmen, Campeche.

Fuente: Conagua. Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. 2010.

Tabla 5. Principales proyectos en México.

En diversas etapas se encuentran los siguientes proyectos:

Agua potable y saneamiento

- Acueducto II (Querétaro): Presa de regulación y acueducto de 108 km para abastecer a Querétaro.
- El Realito (San Luis Potosí): Presa de 50 hm³ y acueducto de 125 km para abastecer a San Luis Potosí y a Celaya.
- Saneamiento de Guadalajara: Dos plantas de tratamiento para 10.75 m³/s.
- Saneamiento del Valle de México: Seis plantas de tratamiento para 40 m³/s, Tunel Emisor Oriente (TEO) para 150 m³/s, y Túnel Río La Compañía.
- El Zapotillo (Guanajuato y Jalisco): Presa de 911 hm³ y acueducto de 145 km para abastecer a Guadalajara, a León y a Los Altos de Jalisco.
- Arcediano (Jalisco): Presa de 450 hm³ y acueducto de 8 km para abastecer a Guadalajara.

Hidroagrícola

- Distrito de Riego 014 (Baja California y Sonora): Modernización y tecnificación de 203.4 mil ha.
- Cuenca Lerma-Chapala: Modernización y tecnificación de 323 mil ha.
- Cuenca Río Bravo: Modernización y tecnificación de 73 mil ha.
- Picachos (Sinaloa): Presa de 562 hm³ para riego de 22.5 mil ha y abastecimiento a Mazatlán.
- El Naranjo (Colima y Jalisco): Presa de 135 hm³ para riego de 7.5 mil ha.

Fuente: Luege T., J.L. 2008. *La Agenda del Agua en México*. Ponencia presentada en la II Reunión Nacional de Delegados de la Procuraduría Agraria. (29/10/2008).

Luege T., J.L. 2010. *Grandes obras en el sector hídrico*. Ponencia presentada en el Congreso y Expo de Infraestructura, México 2010. (28/10/2010).

En otro tiempo México apostó precisamente al riego para entrar en un periodo de desarrollo sorprendente. En México el periodo posrevolucionario permitió una reingeniería que impulsó al Estado Mexicano a instrumentar las medidas necesarias para aprovechar los recursos hidráulicos en forma tal que fuera posible el desarrollo de la agricultura, principalmente en el Norte y noroeste del país.

La etapa inicial de la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) creada en 1926, fue difícil debido a la falta de experiencia que prevalecía en materia de aguas por parte de los cuadros de ingenieros mexicanos. Esta institución en su momento tenía el propósito de promover y construir obras de irrigación en la República. Los trabajos iniciales emprendidos por la CNI se basaron en planes locales de ejecución inmediata, que no esperaron la elaboración de estudios y proyectos comparativos para seleccionar las obras que acarrearán mayores beneficios, incluso varios de los planes más importantes emprendidos en aquel momento obedecieron a un objetivo estratégico

de política nacional además de estar encaminados a la conservación del control del manejo del agua en los sistemas de riego.

Durante el periodo de vida de la CNI (1926-1946), se logró beneficiar con riego a 816,000 hectáreas. En 1946, la CNI se integró a la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH). Ésta última pretendía visualizar el agua en el contexto de su territorio natural de la cuenca hidrográfica, y lograr que el agua fuera el motor del crecimiento económico. A partir del aprovechamiento del agua se podría generar energía eléctrica, en tanto que a partir del buen uso del agua sería factible crear o aumentar la producción alimenticia mediante obras de riego.

Bajo este contexto en 1975 se dio a conocer el Plan Nacional Hidráulico. El trabajo que este plan había significado y que implicaba planeación, realización de estudios y proyectos, así como construcción y operación de los aprovechamientos hidráulicos, arrojó entre otros beneficios el que en 1976, México fuera el sexto país con mayor superficie irrigada en el mundo, al totalizar seis millones de hectáreas, desde entonces la superficie se ha mantenido prácticamente igual.

Hacia 1990 el alto crecimiento poblacional llevó a que México comenzara a mostrar problemas de contaminación en corrientes y arroyos del país, propiciando así un impulso de importancia a las corrientes ambientalistas que buscaban el respeto al valor vital del agua. Dos años después (1992), el país emitió la Ley de Aguas Nacionales (LAN), lo que significó un cambio en la dirección de la normatividad oficial respecto a los lineamientos precedentes, pues se reconocía que el agua era un bien escaso, desigualmente distribuido en el territorio nacional y sensible a la acción humana. En consecuencia con esta postura, el proceso centralizador de gestión del agua en México dio al agua el carácter de “bien propiedad de la nación mexicana” y se otorgó al Ejecutivo Federal la facultad exclusiva de otorgar asignaciones y/o concesiones para su correcto uso y aprovechamiento.

Así, en el decenio 1980-1990, la política se enfocó más en la demanda y la descentralización. La responsabilidad de proveer el servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento se transfirió a los municipios, y se creó la CNA como una institución que concentró las tareas de administrar las aguas nacionales. Entre las acciones encaminadas a atender este objetivo, destaca la creación del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) como mecanismo para ordenar la explotación, uso o aprovechamiento del recurso.

Actualmente en los albores del siglo XXI, se distingue una nueva etapa enfocada a la sustentabilidad hídrica, en la cual se incrementa significativamente el tratamiento de aguas residuales, se impulsa el reuso del agua y se crean los Bancos del Agua para gestionar las transmisiones de derechos de agua entre usuarios.

Esta nueva visión del agua en México está orientada a contar con ríos limpios, cuencas y acuíferos en equilibrio, cobertura universal de agua potable, alcantarillado y saneamiento, y ciudades no vulnerables a inundaciones catastróficas.

En respuesta a esta realidad, desde hace varios años las instituciones de ingenieros civiles en México hicieron patente la necesidad de crear un Plan Estratégico de Infraestructura con un horizonte de planeación por lo menos a 2035 que contuviera una visión de desarrollo tanto nacional como regional. Su objetivo era promover un Plan Nacional Hídrico que fuera compatible con los objetivos sexenales de los Planes Nacionales de Desarrollo, a partir de una evaluación socioeconómica actual y futura. Dicho plan buscaría a través de una planeación integral y el desarrollo de infraestructura hidráulica, aumentar la seguridad del agua de los mexicanos respecto a la incertidumbre generada por la escasez hídrica, apegándose a procedimientos que fueran acordes con la sustentabilidad hídrica nacional.

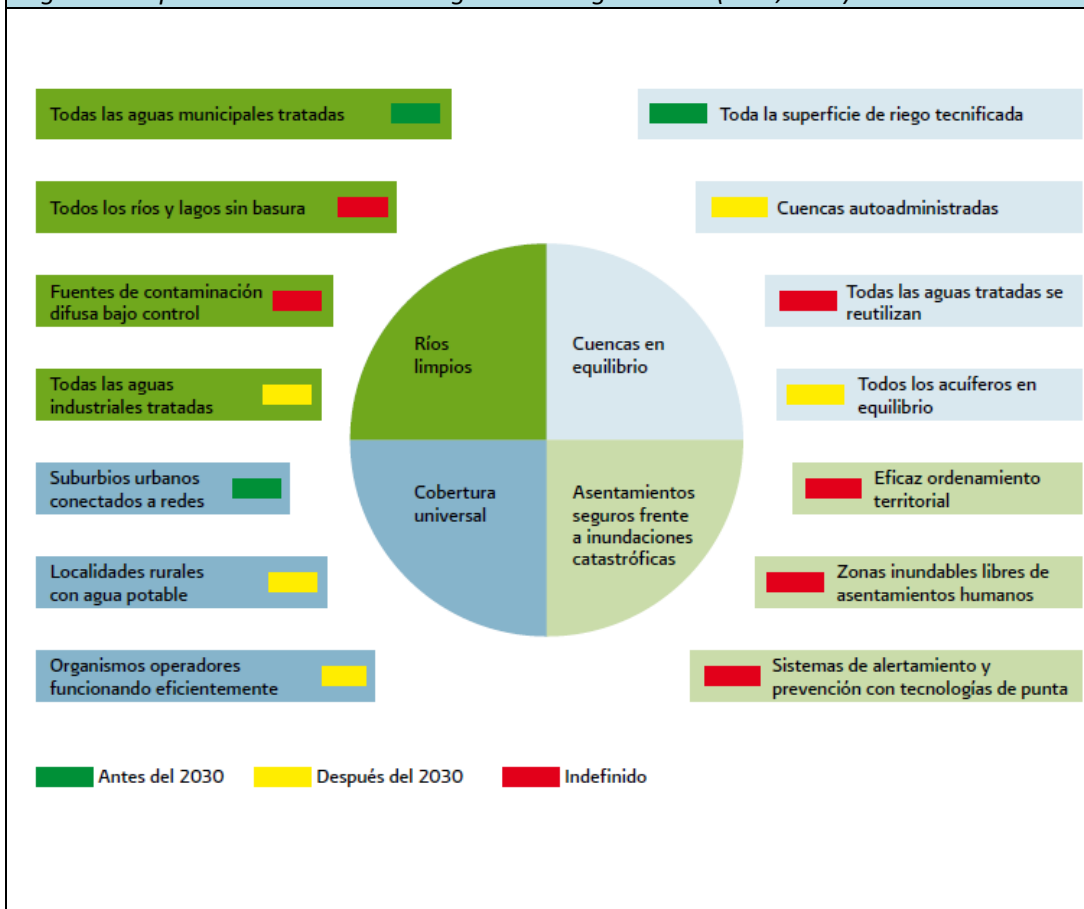
Desafortunadamente la gestión centralizada de los recursos hídricos por parte de la CNA, no dio el espacio suficiente para una aportación puntual por parte de los ingenieros mexicanos. Sin embargo no todo resulta perdido pues en respuesta a la crisis del agua y un tanto para reafirmar su autoridad en la materia, la CNA emite en marzo de 2011 la Agenda del Agua 2030 (AA2030)

La AA2030 surge en respuesta al panorama existente en México y el mundo respecto al agua. En el marco de la celebración del Día mundial del Agua 2010, la CNA asumió el compromiso de trabajar en la formulación de una agenda, que a través de la planeación permitiera consolidar una política de sustentabilidad hídrica.

Impulsados por la CNA, durante el 2009 se llevaron a cabo estudios y acciones de planeación. En marzo del 2010 se recibió una convocatoria del Poder Ejecutivo Federal para integrar la AA2030, por lo que con el objetivo de lograr una visión compartida entre los actores y usuarios del sector hídrico, se diseñó un proceso de participación pública. La consulta pública se llevó a cabo en el periodo de marzo a noviembre del 2010, la participación fue pequeña, apenas más de 2,600 participantes con más de 3,300 participaciones, sin embargo con la apertura a la participación pública se abrió una brecha que parecía no existir en el mecanismo cerrado de toma de decisiones de la CNA. Es cierto que aún existe un gran desconocimiento de estas posibilidades de participación ciudadana, sin embargo se ha marcado la pauta para creer que el agua está en la conciencia de las instituciones del país.

La AA2030 plantea en primer término una visión: hacer realidad en un lapso de veinte años un país con ríos limpios, cuencas y acuíferos en equilibrio, cobertura universal de agua potable y alcantarillado, y asentamientos seguros frente a inundaciones catastróficas. Define la brecha existente entre tal visión y la realidad actual y prioriza las líneas de acción que es necesario desplegar para tal efecto. Finalmente identifica los cambios que es necesario generar en el entorno institucional para dar viabilidad a cada uno de sus componentes. Cambios estratégicos en tópicos como organización institucional, planeación, legislación, reglamentación, financiamiento, educación, capacitación y otros de similar naturaleza son abordados.

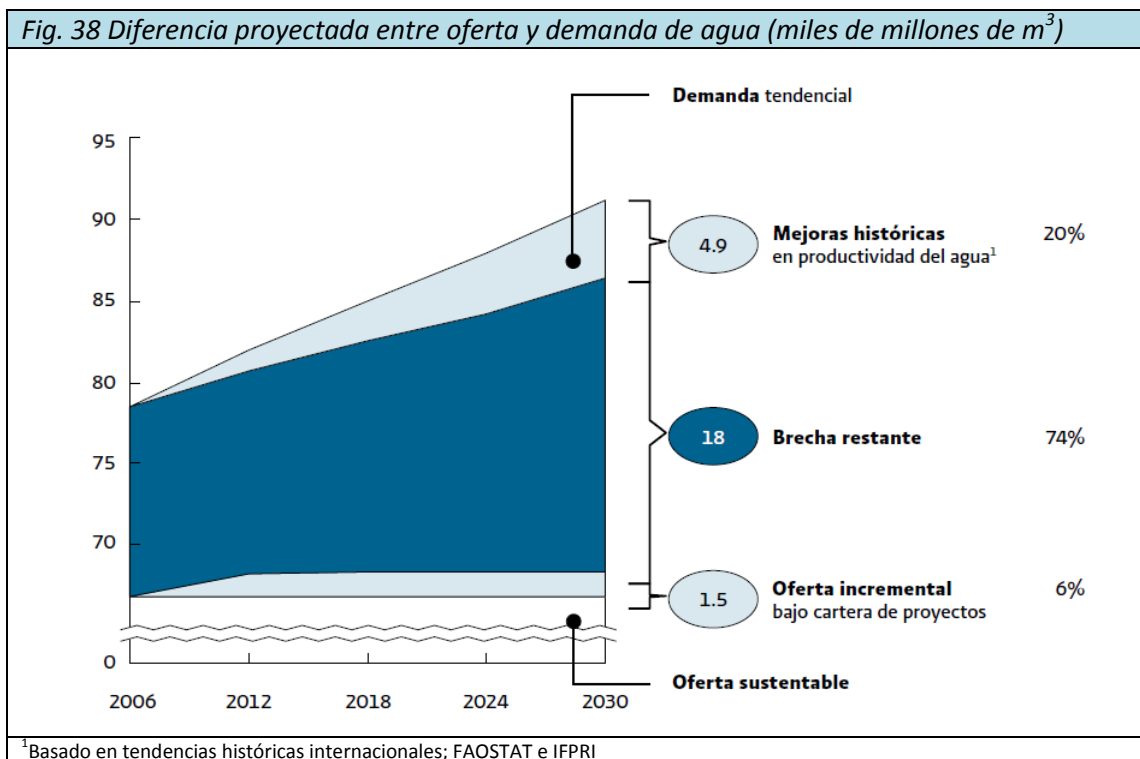
Fig. 37 Componentes básicos de la Agenda del Agua 2030. (CNA,2011)



La agenda del agua plantea a través de ejes y estrategias una posibilidad para contribuir a la reducción de la escasez de agua en México. Si bien es cierto que no es la panacea para resolver la escasez de agua, cada estrategia obedece a una planeación integral. Por supuesto la necesidad de ingeniería civil se hace presente en cada una de esas estrategias.

La estructura de la AA2030 es indicada en la figura 37, Por supuesto el cabal logro de la visión descrita sólo puede ser alcanzado si se implementan diversos cambios en el arreglo institucional de nuestro país. En el estado actual de las cosas sólo tres de los catorce componentes básicos de la AA2030 cuentan con una inercia adecuada y suficiente para considerar sensatamente que es posible alcanzarlos antes del año 2030; otros cinco componentes marchan en la dirección correcta, pero avanzan de forma incierta y lenta, por lo que su culminación requeriría tres o más décadas; los restantes seis componentes se encuentran prácticamente estancados.

Un Plan Nacional Hídrico por parte de los ingenieros mexicanos no fue posible, pero en sustitución se emitió la AA2030, y es algo contundente y definitivo. En su creación también participaron activamente cientos de ingenieros.

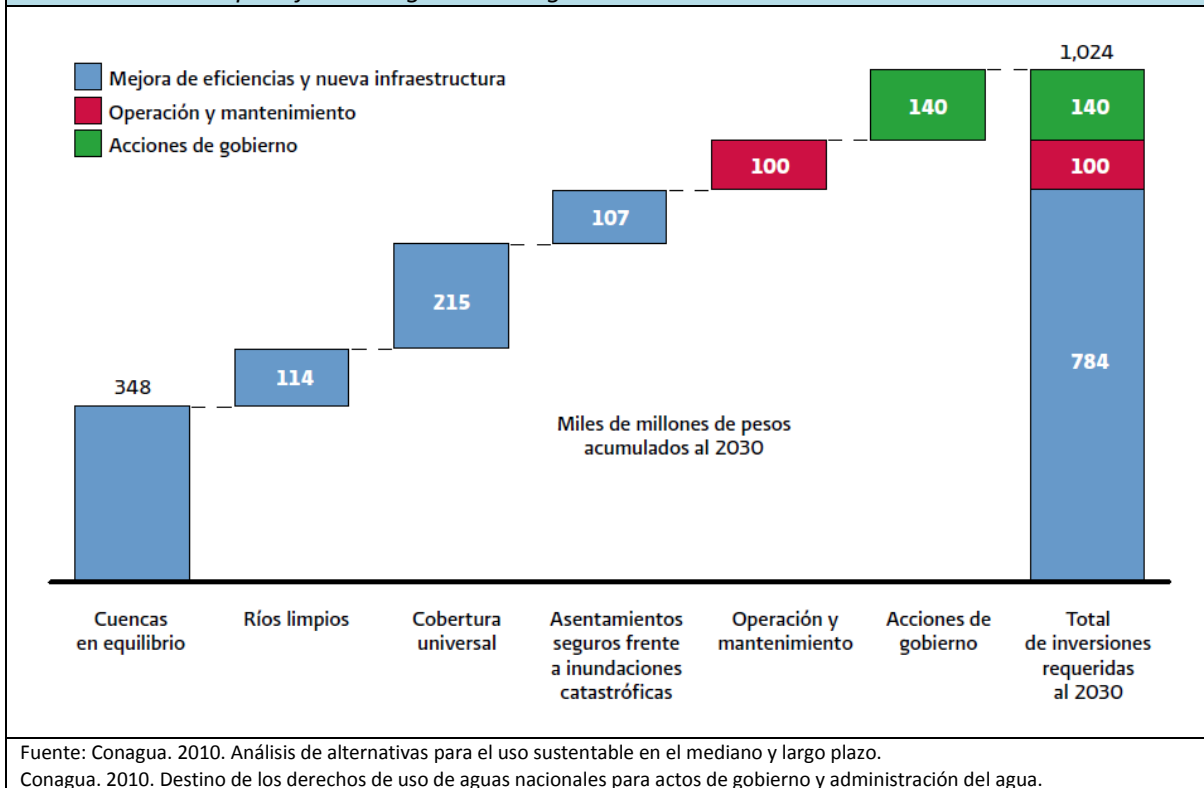


En cada eje y en cada estrategia es posible ver ingeniería civil en cada etapa, son esas actividades en las que la infraestructura hidráulica será necesaria para poder garantizar el cumplimiento de los objetivos de la AA2030. De hecho, de la ingeniería depende el éxito de más del 80% de los objetivos de la AA2030, pues el desarrollo de infraestructura, su operación y mantenimiento captará más del 80% de la inversión propuesta para cumplir la AA2030 (Tabla 6).

Seguir haciendo caso omiso de la deuda hidrológica que el país ha contraído con el ciclo hidrológico es otra opción. El desarrollo del país puede seguir avanzando sobre el supuesto de que el agua no faltará, de que el ciclo hidrológico se restaurará y de que no habrá escasez ni sequías ni inundaciones que enfrentar ni el próximo año ni en los que vengan después. El costo por no actuar supera increíblemente los costos por actuar ahora, no realizar las acciones que propone la Agenda del Agua, implicaría que en el año 2030 se tendría una demanda no satisfecha aproximada de 18 mil millones de metros cúbicos (Fig. 38). La existencia de esta brecha futura implicaría actividades productivas que no podrían realizarse por falta de agua.

De modo que existen dos opciones, la primera es ser partícipes todos, ciudadanos, instituciones, organizaciones y profesionales en menor o mayor medida de la AA2030 (dado que en este momento es el único instrumento orientado a la sustentabilidad hídrica del país) o seguir fingiendo demencia frente a una escasez de agua de la que desafortunadamente muchos ya han sentido las consecuencias y muchos más las podrán sentir y sufrir en los próximos meses.

Tabla. 6 Inversión por eje de la Agenda del Agua 2030.



La planeación hidrológica con una amplia visión a futuro es parte de la conciencia necesaria. La AA2030 parece ser parte de esa conciencia, de convertirse en realidad estaría constituyéndose en México un verdadero desarrollo hídrico sustentable. Por supuesto el camino de mitigación es todavía mucho más largo, la Agenda del Agua 2030 no agota la planeación nacional del agua, sino que es una parte de esta; tiene como insumos las definiciones de política de desarrollo, las definiciones de política en materia de agua y los resultados de los análisis de carácter técnico. A su vez la AA2030 es un insumo fundamental para la realización de ajustes de carácter estructural en el sistema nacional de gestión del agua, y para la conformación de las carteras de proyectos en materia de agua en los ámbitos nacional, regional y local.

La moneda está lanzada, existe un proyecto producto de un amplio trabajo de planeación, que está orientado a buscar un aseguramiento del agua y disminuir la vulnerabilidad frente a la escasez hídrica y que presume un desarrollo justo para la población del país, en apariencia congruente con la situación actual y acorde a los requerimientos necesarios que el progreso implica. Es por tanto necesario que cada uno asuma su papel, reevaluar la posición que cada habitante representa dentro del ciclo hidrológico del agua y actuar según nuestra conciencia, porque cada ser humano se evapora y precipita recirculando una y otra vez, se beben los unos a los otros, entonces ¿Por qué envenenaría uno al otro con agua sucia? Peor aún ¿Por qué mataría uno al otro robándole su agua?

IV. CONCLUSIONES. Revalorar el agua, la ingeniería y reingeniar la conciencia.

A comienzos del siglo XXI, la violación del derecho humano a tener agua limpia y un saneamiento está destruyendo el potencial humano en gran escala. El acceso restringido al agua constituye un freno al crecimiento económico, una fuente de profundas desigualdades basadas en la riqueza y el género y una de las principales barreras a un desarrollo justo. La privación de agua limpia destruye más vidas que cualquier guerra o acto terrorista.

Por supuesto el crecimiento demográfico, los ingresos más elevados, los nuevos hábitos alimenticios, la urbanización y el desarrollo industrial aumentarán la demanda de lo que esencialmente constituye una fuente limitada de agua. Allá donde los sistemas de cuencas hidrográficas estén explotados en exceso, este aumento de la demanda conducirá a profundas presiones de ajuste, aún con aumentos de la productividad. La agricultura, el principal usuario de agua y la fuente de alimentos para una población cada vez mayor, será el centro de atención de dichas presiones. La población pobre dedicada a la agricultura experimentará la conexión entre el agua y el desarrollo humano como una realidad palpable.

Las cifras actuales de disponibilidad de agua y las de proyección para los próximos años son muestras fehacientes de la escasez de agua en México. Las cifras de agua en el cuerpo humano y las necesarias para mantener los ecosistemas y los sistemas de producción que garantizan el desarrollo deben ser suficientes para generar una conciencia real de la escasez que se traduzca en una conciencia del valor real del agua. Es necesario incluso elevar al agua al estatus sacro que las culturas precolombinas le concedían.

La inseguridad de acceso al agua representa un factor de riesgo muy importante que atenta contra la pobreza y la vulnerabilidad de toda nación. La ingeniería como generadora de soluciones que afronten el problema de la escasez de agua debe revalorarse a fin de admitir las responsabilidades que le corresponden afrontar frente a una crisis de agua y las consecuentes externalidades que ésta implica.

En cada metro lineal, cuadrado y cúbico de infraestructura es necesario que la ingeniería respalde la eficacia de los sistemas orientados a la búsqueda de la eficiencia, el ahorro, la optimización, la productividad y la distribución justa del agua.

En México a lo largo del siglo XX, la política hídrica registró una clara evolución: desde la orientación al incremento de la oferta que predominó durante más de medio siglo, pasando por un enfoque al control de la demanda que caracterizó los años ochenta y noventa, para dar lugar a una orientación a la sustentabilidad que comienza a fortalecerse con el inicio del presente siglo.

La realidad hídrica ha propiciado que en los albores del siglo XXI, la política hídrica mexicana esté adoptando la sustentabilidad como su enfoque central. Signos incipientes de esta nueva orientación son el crecimiento de las inversiones en plantas de tratamiento de aguas residuales,

en la sustitución de fuentes de suministro y en la modernización tecnológica de los sistemas de riego agrícola, incluyendo la definición de políticas óptimas de operación de presas y el redimensionamiento de los distritos de riego, así como el desarrollo de normas sobre el caudal ecológico y los estudios sobre el impacto del cambio climático y la mitigación de sus efectos.

En este contexto, la Agenda del Agua 2030 busca ser un elemento útil para consolidar de manera definitiva el despliegue de una política de sustentabilidad en materia hídrica.

La AA2030 no debe juzgarse como la solución perfecta al problema de escasez de agua en México. La situación actual de los recursos hídricos del país es resultado de un amplio proceso de desarrollo nacional que fue avanzando a sabiendas de los resultados de sus políticas intransigentes, no puede por tanto esperarse que todo un problema de más de cien años sea revertido en menos de 20.

La agenda del agua debe verse como un buen inicio para avanzar hacia ese desarrollo nacional que busca la sustentabilidad hídrica a partir del consenso de la sociedad, las instituciones y los profesionales que día a día son parte del desarrollo.

La Agenda del Agua 2030 debe entenderse también como una práctica generadora de una cultura de sustentabilidad hídrica. Un instrumento para difundir y dar testimonio de valores tales como la unidad, la responsabilidad y la solidaridad. Y un instrumento que impacte positivamente en las creencias generalizadas respecto de la capacidad que tiene el país, las regiones y las localidades para crear el futuro que se quiere.

En lo referente a la gestión del agua, algunas regiones de México se han dedicado a una actividad frenética comparable a un frenesí imprudente e insostenible de gastos financiados por crédito. Expresado de una manera simple, el país ha estado utilizando en determinadas regiones mucha más agua de la que tiene, tal como define la tasa de reabastecimiento. Hasta ahora el Estado se ha empeñado en llevar agua a los centros urbanos establecidos sobre todo en la parte Centro- Norte del país que ya han sobreexplotado sus propios acuíferos, alentado una mayor concentración de población en vez de mirar la otra opción; la de llevar los centros urbanos a donde existe una mayor disponibilidad de agua o la de limitar el crecimiento de los ya existentes. Ante las limitaciones que la escasez de agua impone al desarrollo y los altos costos de mover el agua de una cuenca a otra, todas las posibilidades deben analizarse; poco se ha hecho por racionalizar la distribución de la población y de las actividades económicas hacia otras regiones del país con potencial hidráulico y económico, si dichas actividades están relacionadas con altas demandas de agua. Esto es factible bajo políticas nacionales y regionales que consideren estrategias de inducción tales como la facilitación del suelo urbano e industrial, vivienda, transporte público, energía a precios preferenciales, infraestructura, equipamiento urbano, estímulos fiscales, etc. De lo contrario y siguiendo bajo el esquema de dotar y dotar de agua a los grandes centros sólo se contribuirá al deterioro y decadencia de las ciudades al solapar procesos de desarrollo sociales insustentables. Continuando así; el resultado será una gran deuda ecológica de agua que heredarán las futuras generaciones. Esta deuda plantea cuestiones importantes sobre los sistemas de contabilidad

nacional que miden el agotamiento de un capital natural escaso y de gran valor, al mismo tiempo que plantea cuestiones sobre la igualdad entre generaciones.

Los Consejos de Cuenca y sus órganos auxiliares como partes importantes en la gestión del agua constituyen el principal mecanismo institucional instalado y con respaldo legal de que se dispone para coordinar y concertar acciones en favor de la sustentabilidad del agua en todo el país, sin embargo y no obstante los esfuerzos realizados, éstas organizaciones no han acabado de consolidarse como el mecanismo más idóneo para facilitar la intervención de la sociedad en la gestión de los recursos hídricos; por ello, es prioritario reforzar su estructura y funcionamiento para que, en un ámbito de responsabilidades compartidas y acciones conjuntas, los tres órdenes de gobierno, los representantes de los usuarios y de los diversos grupos sociales, acuerden y concerten las acciones necesarias para mejorar la gestión de los recursos hídricos y de los servicios asociados en cada cuenca y acuífero.

Ante la gran cantidad de estadísticas de agua, importante es no ahogarse en tantos datos, detrás de las cifras están los rostros humanos de los millones de personas a las que se les ha negado una oportunidad de desarrollar su potencial. El agua, una condición para la vida y derecho humano fundamental, es el elemento central de una crisis diaria que enfrentan muchos millones de los habitantes más vulnerables del planeta, una crisis que amenaza la vida y destruye los medios de sustento en una proporción devastadora. Al igual que el hambre, la privación de acceso al agua es una crisis silenciosa que experimenta la población pobre y que toleran aquellos con los recursos, la tecnología y el poder político para resolverla.

Entender la escasez de agua va más allá de la dimensión física del problema, es cierto que en ella se debe trabajar para enfrentar su dimensión principal, pero por encima de las sombras aritméticas que envuelven la disponibilidad de agua debe vislumbrarse la esencia de la situación. La escasez del agua nace de la desigualdad, la pobreza y el poder, no de la disponibilidad física.

Cuando se tiene consciencia de la escasez del agua se admite que el agua es origen de vida en un sentido mucho más amplio. La gente necesita agua limpia y saneamiento para preservar la salud y mantener su dignidad. Pero además de los hogares, el agua también preserva los sistemas ecológicos y forma parte de los sistemas de producción en los que se basan los medios de sustento.

En última instancia, el desarrollo humano se basa en la realización de nuestro potencial. Se basa en lo que las personas pueden hacer y en lo que pueden convertirse (sus capacidades) y en la libertad de disponer de opciones reales en la vida. El agua condiciona todos los aspectos del desarrollo humano. Cuando a alguien se le niega el acceso a agua limpia en su casa o cuando carece de acceso al agua como recurso productivo, sus opciones y su libertad quedan limitadas por las enfermedades, la pobreza y la vulnerabilidad. El agua es el origen de la vida de todas las cosas, incluidos el desarrollo humano y la libertad humana.

Bibliografía

Aceves, C., (2012) “La sostenibilidad en proyectos de desalación con energías renovables: una perspectiva jurídica” en *Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM*. [En línea] UNAM, Instituto de Ingeniería-Instituto de Investigaciones Jurídicas. México, disponible en <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/6/2524/8.pdf>

Aguado, J., (2010) “Obtener agua del aire”, *mi+d*, Un lugar para la ciencia y la tecnología [En línea]. Disponible en www.madridmas.org/blogs/remtavares/2010/05/04/13450

Agencia Reforma, (2011) “Aumenta la pérdida de agua potable en el país” en *El siglo de Torreón* [En línea] 17 de abril de 2011. Disponible en: <http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/618041.aumenta-la-perdida-de-agua-potable-en-el-pais.html>

ANEAS de México. (2012) Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México. [En línea] México, <http://www.aneas.com.mx>

Bifani, P., (2007) “Medio Ambiente y Desarrollo” [En línea] Guadalajara, Jal., Editorial Universitaria, 2007, disponible en http://www.eurosur.org/medio_ambiente/bif46.htm

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, (2012) “Ley de aguas Nacionales, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 1° de diciembre de 1992, texto vigente con última reforma publicada el 08-06-2012 [En línea] disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, (2012) “Ley Federal de Derechos, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 31 de diciembre de 1981, texto vigente con última reforma publicada el 09-04-2012 [En línea] Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/107.pdf>

Carabias, J. y R. Landa, (2005) “Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integrada de los recursos hídricos en México” [En línea] 1ª ed., México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, El colegio de México, Fundación Gonzalo Rio Arronte, 2005, [En línea] disponible en <http://www.bibliotecavirtual.info/2011/06/agua-medio-ambiente-y-sociedad/>

Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A.C. (2001). “Los Consejos de Cuenca en México” [En línea] disponible en www.thirdworldcentre.org

Comisión Nacional del Agua. (2011) “Agenda del Agua 2030” [En línea] México, marzo 2011, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, disponible en <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Temas/AgendadelAgua2030.pdf>

Comisión Nacional del Agua. (2011) "Estadísticas del agua en México, edición 2011" [En línea] México, 2011, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, disponible en <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-1-11-EAM2011.pdf>

Comisión Nacional del Agua. (2008) "Programa Nacional Hídrico 2007-2012" [En línea] México, Febrero 2008, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, disponible en http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/PNH_05-08.pdf

Correa, F., (2012) "El impacto social y económico de la desalación de agua de mar" en *Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM*. [En línea] UNAM, Instituto de Ingeniería-Instituto de Investigaciones Jurídicas, México, disponible en <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/6/2524/11.pdf>

Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C. (2010) *Centro Virtual de Información del Agua*. [En línea] México, <http://www.agua.org.mx>

García A. (2009) "El agua en México...Un futuro incierto. Impacto de las sequías en la distribución del agua en el país" en *American Water Works Association Sección México*. [En línea]. México, disponible en: <http://www.awwamexico.org/ensayos.htm>

Godolier, M., (1974) "Antropología y economía" [En línea] Editorial Anagrama, España, disponible en <http://es.scribd.com/doc/11350479/Godelier-Antropologia-y-Economia>

Gutiérrez, R. (2012) "Desalación del agua en México: una visión desde la teoría de los derechos sociales fundamentales" en *Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM*. [En línea] UNAM, Instituto de Ingeniería-Instituto de Investigaciones Jurídicas, México, disponible en <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/6/2524/18.pdf>

Iguiñiz, J., (2006) "Tres conceptos de escasez" [En línea] Pontificia Universidad Católica de Chile, Abril 2006, disponible en <http://departamento.pucp.edu.pe/economia/images/documentos/DDD246.pdf>

IMTA, (2012) *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*. [En línea] México, <http://www.imta.gob.mx>

Marañón, B., (2010) "El espejismo de la descentralización y participación social en la gestión del agua subterránea", UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas.

(PNUD) Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (2006) *Informe sobre desarrollo humano 2006. Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. [En línea] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Disponible en http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2006_ES_Complete.pdf

Quo Redacción, (2011) "No más escasez de agua para las zonas desérticas de México que tengan neblina" en Quo [En línea] 13 de noviembre de 2011, disponible en: quo.mx/2011/11/13/pragmatas/un-atrapanieblas-mexicano

Rolland, L. y Y. Vega,(2010) “La gestión del agua en México” en *Polis: Investigación y Análisis Sociopolítico y Psicosocial* [En línea]. Vol. 6, No. 2, 2010, Distrito Federal, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/726/72618890006.pdf>

Sánchez, J., (2007) *El mito de la gestión descentralizada del agua en México*. Tesina de especialidad. Hermosillo, El colegio de Sonora. [En línea] disponible en <http://www.colson.edu.mx/Cuencas/Documents/Tesina-JJSM.pdf>

Souto, A., (1973) *El Ensayo*. México, ANUIES.

Universidad Tecnológica del Valle de Chalco, A.C. (2009). *Planeación estratégica de la infraestructura en México, 2010-2035*.México, Universidad Tecnológica del Valle de Chalco, A.C.