



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA
CIENCIAS DE LA TIERRA

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“La crisis del agua potable en México, en el marco del
cambio climático. Estrategias para contrarrestarla”.

T E S I S

Que para obtener el Grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

Con especialidad en Geociencias y Administración de los
Recursos Naturales

P R E S E N T A:

Sandra Sánchez Serrano

Director: Dr. Cayetano Miguel García Reyes

Codirector: Dr. Arturo Ortiz Ubilla



México, D.F. Junio 2012



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D.F. siendo las 14:30 horas del día 13 del mes de Junio del 2012 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de ESIA. U. Ticomán para examinar la tesis titulada:
"La crisis del agua potable en México, en el marco del cambio climático. Estrategias para contrarrestarla"

Presentada por el alumno:

Sánchez
Apellido paterno

Serrano
Apellido materno

Sandra
Nombre(s)
Con registro:

A	1	0	0	5	3	1
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:


MAESTRÍA EN GEOCIENCIAS Y ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA


Directores de tesis


Dr. Cayetano Miguel García Reyes


Dr. Arturo Ortiz Ubilla


M. en C. Leobardo Salazar Peña


M. en C. Rodrigo Mondragón Guzmán


Dr. Guillermo Woolrich Piña

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


Ing. Julio E. Morales de la Garza





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D.F. el día 14 del mes Junio del año 2012, el (la) que suscribe Sandra Sánchez Serrano alumno (a) del Programa de Maestría en Geociencias y Administración de los Recursos Naturales con número de registro A100531, adscrito a la ESIA Ticomán, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de Dr. Cayetano Miguel García Reyes y cede los derechos del trabajo intitulado "La crisis del agua potable en México, en el marco del cambio climático. Estrategias para contrarrestarla", al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección sandyss1.geo@gmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Sandra Sánchez Serrano

Nombre y firma

Gracias:

Al Instituto Politécnico Nacional por darme la oportunidad de estudiar mi
Maestría en sus aulas,

a mi madre por ser mi completa inspiración y la fuerza que me impulsa día a
día,

a mi hermano por siempre creer en mí,

a mi abuelita Mimi por seguir tan presente en mi vida,

a mi familia en general, por su apoyo constante,

al Dr. Miguel García Reyes por ser mi gran Maestro y por ayudarme a crecer,

a los Profesores que conformaron mi comisión revisora y mi sínodo por
ayudarme a mejorar este trabajo de tesis,

a mis amigos Ara, Diego y Marco, por vivir junto a mí esta aventura,

y a Dios por ser tan generoso en mi vida...

Dedicatoria

A mi mamá, porque cada triunfo mío es triunfo tuyo.

A mi abuelita, por haber dedicado su vida a querernos y cuidarnos.

*“La felicidad no radica en hacer siempre lo que se quiere
sino en querer siempre lo que se hace”.*

L. Tolstoi.

Índice

Abstract

Resumen

Capítulo I. Introducción

I.1	Planteamiento del problema.....	1
I.2	Objetivo.....	2
I.3	Hipótesis.....	2
I.4	Metodología.....	2
I.5	Organización de la tesis.....	3

Capítulo II. El agua: aspectos geohidrológicos

II.1	Relevancia del agua.....	6
II.2	Reservas de agua a nivel mundial.....	7
II.3	Distribución de agua en el planeta.....	8
II.3.1	Agua salada: mares y océanos.....	9
II.3.2	Agua dulce: permafrost, superficiales y subterráneas.....	11
II.3.2.1	Precipitación, evaporación, almacenamiento y escorrentía	16
II.4	El ciclo del agua actual.....	21

Capítulo III: La crisis de agua potable a nivel mundial

III.1	Causas.....	25
III.1.1	Contaminación.....	25
III.1.2	Uso desmedido.....	28
III.1.2.1	Población.....	29
III.1.2.2	Agricultura.....	32
III.1.2.3	Industria.....	33
III.1.3	Gestión ambiental.....	35
III.1.3.1	Administración.....	38
III.1.3.2	Privatización y negocios de las transnacionales.....	41
III.2	Efectos.....	44
III.2.1	Sequías y crisis alimentaria.....	44

III.2.2	Enfermedades.....	47
III.2.3	Debilitamiento de la seguridad nacional.....	48
Capítulo IV. Conflictos por el agua en el mundo y en México		
IV.1	Conflictos históricos.....	53
IV.2	Efectos negativos de la crisis.....	65
IV.2.1	Geopolítica.....	66
IV.2.2	Guerra por el agua.....	68
Capítulo V. Consecuencias, estrategias de solución y escenarios futuros de la crisis en México		
V.1	Consecuencias.....	72
V.1.1	Inundaciones.....	72
V.1.2	Desertificación.....	74
V.1.3	Conflictos de frontera.....	77
V.2	Estrategias de solución ante la escasez de agua potable.....	79
V.2.1	Medidas técnicas.....	79
V.2.1.1	Tecnologías de purificación, desalinización y tratamiento.....	80
V.2.2	Medidas sociales.....	88
V.2.2.1	Reuniones de la Comunidad Internacional.....	89
V.2.2.2	Acciones del Gobierno Nacional.....	93
V.3	Posibles escenarios futuros en el marco del cambio climático.....	95
V.3.1	Escenario optimista.....	96
V.3.2	Escenario pesimista.....	97
V.3.3	Otros escenarios a considerar.....	100
Conclusiones y recomendaciones.....		101
Referencias.....		105
Anexo		

Abstract

The world is undergoing one of the strongest and most disturbing crises, lack of drinking water in many parts of the world. This problem must be eradicated because of the importance of water and the fundamental role not only in human development, but life in general. To do this, this study identified, first, the causes of the global water crisis, and second, raised a number of proposals, both technical and social measures to mitigate the negative effects of this phenomenon, especially in the case of Mexico. After gathering the necessary information and analysis, this thesis holds that the best option is in the social actions, because they could eradicate the main problem, the anthropogenic causes responsible for the freshwater crisis. Significantly, the major items addressed in this research are: the crisis of fresh water on the planet, climate change, pollution, environmental management and the population issue also also a description of the appropriate measures to cope consumable water scarcity and avoid that the planet is in a more negative scenario within the water sector and therefore affects mostly the social.

Key words: freshwater, human development, mitigation strategies, warming global, water crisis, water geopolitics.

Resumen

El mundo atraviesa una de las crisis más fuertes y preocupantes, la falta de agua potable en muchas regiones, donde se encuentra incluido México. Este problema debe ser erradicado dada la relevancia del agua y el papel fundamental que juega, no sólo en el desarrollo humano, sino de la vida en general. Para ello, este estudio identifica, en primer lugar, las causas de la crisis hídrica a nivel mundial, y en segundo, plantea una serie de propuestas, tanto técnicas como sociales encaminadas a mitigar los efectos negativos de dicho fenómeno, sobre todo para el caso de México. Tras reunir la información y los análisis necesarios, esta tesis sustenta que la mejor opción se encuentra inmersa dentro de las acciones sociales, ya que éstas podrían erradicar de raíz, la causa antropogénica responsable de la crisis del agua dulce. Cabe resaltar que los grandes rubros que se abordan en esta investigación son: la crisis de agua dulce en el planeta, el cambio climático, la contaminación, la gestión ambiental y el aspecto poblacional, asimismo también se hace una descripción de las medidas idóneas para sobrellevar la escasez del agua consumible y evitar que en el planeta se presente un escenario más negativo dentro del sector hídrico y por ende, afecte mayormente al social.

Palabras clave: agua dulce, cambio climático, crisis hídrica, estrategias de mitigación, geopolítica del agua.

Capítulo I. Introducción

*“Agua para todos, pero no para todo...
Optimizar este recurso natural y evitar el derroche será la
única solución para las necesidades del 2030”.*

José Luis Gallego

En la actualidad, uno de los problemas que más aqueja al mundo es la crisis ambiental y los efectos de ésta sobre los diversos sectores humanos. En este sentido, la presente investigación pretende describir cómo la crisis hídrica o escasez de agua se ha convertido en una de las crisis ambientales y sociales más importantes y preocupantes del este siglo.

Si bien es cierto que tres cuartas partes del planeta Tierra están cubiertas por agua, la realidad es que de ese alto volumen, sólo un bajísimo porcentaje está constituido por agua dulce, la cual es la que se necesita para el consumo y la sobrevivencia humana.

I.1 Planteamiento del problema

Gran cantidad de ese volumen bajo de agua potable ha sido dañada por la contaminación o desperdiciada en usos irracionales, además de ser destinada a diversos sectores en grandes proporciones. Aunado a ello, el calentamiento global también ha hecho su parte y ha acentuado la escasez de agua, de modo que cada día es más evidente.

Por lo tanto, el problema surge cuando la escasez de agua potable se constituye como una amenaza al desarrollo humano, a la seguridad nacional y a la vida en general.

I.2 Objetivo

El objetivo general de este trabajo es identificar los principales factores que han provocado que las reservas de las principales fuentes de agua potable se hayan reducido tanto que, hoy por hoy, se viva una crisis hídrica a nivel mundial y analizarlos para encontrar la causa general que ha dado pie a estos comportamientos, poniendo mayor atención al caso de México.

I.3 Hipótesis

Si se lleva a cabo una correcta gestión del agua dulce, se podrá evitar la contaminación de la misma y su distribución será más equitativa a nivel mundial; de esta manera, se podría contrarrestar la crisis actual del agua potable y se proporcionaría mayor seguridad a la sociedad.

I.4 Metodología

La metodología que se utilizó para construir la investigación se ejemplifica en la figura siguiente:

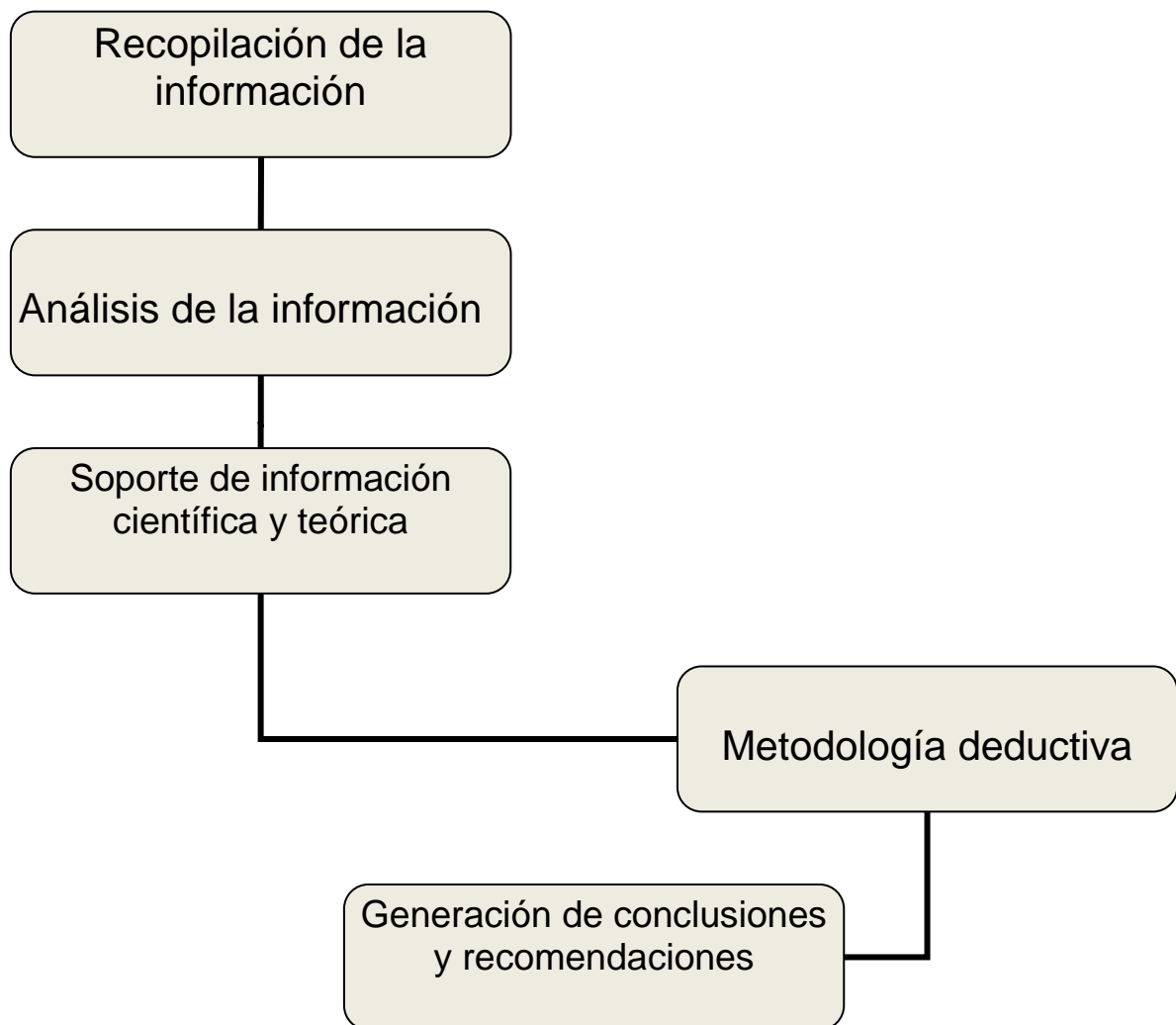


Figura I.1. Metodología

I.5 Organización de la tesis

Este trabajo de tesis está organizado de la siguiente manera:

Capítulo I. Plantea la *Introducción*, planteamiento del problema, objetivo, hipótesis y metodología utilizada para soportar y guiar la investigación.

Capítulo II. “*El agua: aspectos geohidrológicos*”, en este apartado se aborda la importancia del agua para el ser humano, para su vida y para su desarrollo alrededor, así como las reservas aproximadas que existen del líquido vital a nivel mundial y, aunado a ello, la distribución de éste en el planeta. Se

profundiza en los porcentajes de agua salada y agua dulce, detallando sobre todo en ésta última. Finalmente, se analizan los cambios que ha sufrido el actual ciclo hidrológico a causa del cambio climático.

Capítulo III. *“La crisis de agua potable”*, donde se estudió una lista de causas y efectos de la crisis, en la primera se determinaron aquellos factores antropogénicos que han coadyuvado a que cada vez haya menos agua disponible, algunos de ellos son: la contaminación, el uso desmedido e incluso irracional, el crecimiento en la población, el volumen elevado que se destina tanto a la agricultura como a la industria, la ineficiente gestión y administración del recurso, etc. Y, como efectos, se describieron fenómenos como las sequías y, por ende, la crisis alimentaria, las enfermedades, entre otras.

Capítulo IV *“Conflictos por el agua en el mundo y en México”*, en el cual se analizan aquellos conflictos que se pueden derivar a causa de la necesidad del agua y para ejemplificarlo, se mencionan algunos conflictos históricos en torno a esto, tales como aquellas guerras o disputas sociales que se han librado en décadas pasadas en una región de estrés hídrico pronunciado como lo es el Medio Oriente. Sitio dónde no sólo el petróleo es motivo de guerra y tensión, sino el agua también.

Al abordar dichas cuestiones, no se pueden dejar de lado aquellas que tienen que ver con la influencia geopolítica que tiene un recurso natural tan estratégico en todos los ámbitos, en todas partes del mundo, como el agua; por lo tanto, también se destina un apartado que considera la posibilidad de que la falta de agua, se constituya como un motivo de guerra en el futuro.

Capítulo V: *“Consecuencia, estrategias de solución y escenarios futuros de la crisis en México”*. Dicho capítulo pretende aterrizar todas las cuestiones anteriormente nombradas, hacia el caso de México. Igualmente se hace una división entre consecuencias y estrategias de solución. Las cuestiones que se señalan en las consecuencias son aquellas que en México han provocado un mayor descontrol, éstas son las inundaciones y por el contrario, la

desertificación en algunas zonas del país, los conflictos de frontera, principalmente con nuestro vecino del norte, EE.UU.

Mientras que por estrategias de solución hay una gama más amplia y detallada del accionar en pro de erradicar la crisis hídrica y, es aquí en donde se intentará sustentar una de las principales propuestas de esta tesis.

Entre las soluciones que se proponen en este capítulo se hallarán aquellas de índoles técnica y social. En la primera analizaremos la evolución en el ámbito tecnológico y de investigación en México y algunas propuestas de invenciones en el mundo, que aunque no se apliquen en el país, bien podrían constituirse como una fuente potenciabile para purificar el agua e incrementar el acceso de las comunidades marginada a ésta en buena calidad. Cabe mencionar, que sólo se estudiaron aquellas que hasta ahora han tenido un mayor impacto en la sociedad mexicana.

Por otra parte, se hace un análisis de las medidas sociales que, desde mi punto de vista, son la clave para detener y revertir en cierto grado, los efectos negativos de la crisis. Ya que si estas medidas se aplicarán, se podrían evitar, incluso, los trabajos en el sector tecnológico, o más bien, se seguirían realizando pero no con el objetivo de solventar la escasez de agua, sino con fines de investigación que pudieran favorecer el crecimiento y el desarrollo. En este apartado se hace alusión tanto a las medidas en el ámbito nacional como en el internacional.

Finalmente, se esbozan dos escenarios básicos en el futuro, los cuales toman como base, la información recopilada a lo largo de la tesis y plantean uno positivo y uno negativo. Del mismo modo, se explican algunos parámetros que la comunidad internacional toma en cuenta en la gestión del agua, priorizando aspectos diferentes, tales como la política, el desarrollo sustentable, entre otros.

Capítulo II. El agua: aspectos geohidrológicos

*“Quien fuese capaz de resolver los problemas del agua,
sería merecedor de dos premios Nóbel,
uno por la Paz y otro por la Ciencia”*

John F. Kennedy

II.1 Relevancia del agua

El agua es el recurso natural y esencial para la vida, el desarrollo, la cultura y la clave para el bienestar de las sociedades; y aún a pesar de que dos terceras partes del planeta están cubiertas por este líquido, actualmente, el mundo experimenta una disminución en el volumen del recurso hídrico lo cual coloca a la humanidad en general en una situación de riesgo, esto debido a la vulnerabilidad y dependencia del ser humano hacia el agua para el desarrollo de la vida misma y los impactos social, político, económico y ecológico que su disminución trae consigo.

Como es bien sabido, el agua ha estado presente desde tiempos muy remotos, ha sido factor del desarrollo gracias a que las grandes civilizaciones se asentaron al lado de ríos, lagos o lagunas. De igual manera, ha sido un símbolo importante en la historia de las culturas pasadas (Barlow y Clarke, 2004).

Hoy en día, en un mundo donde los problemas del medio ambiente y el desarrollo adquieren una relevancia mayor que en épocas anteriores, el agua destaca como uno de los principales aspectos dentro de la atención mundial; incluso una mayor que la del petróleo. Esto se explica por su rol político-estratégico, ya que su creciente escasez ha generado tensiones políticas importantes entre países vecinos que comparten las aguas de ríos o lagos, es decir, cumplen la función de límites o fronteras.

Se dice que cuando se analiza la situación del agua, se debe tener en cuenta que los recursos hídricos de un país se componen de: precipitaciones anuales, el flujo potencial interno (reservas superficiales y subterráneas),

capital acuífero de las capas freáticas y de las aportaciones de los países vecinos, es decir, ríos, canales y acueductos.

De los componentes anteriormente mencionados, los dos primeros no afectan las relaciones entre vecinos, pero la explotación de la capa freática y el control de ríos sí pueden dar lugar a tensiones y conflictos entre países vecinos y ribereños (Khader, 1994).

La situación de crisis mundial del agua ejerce un fuerte impacto en la calidad de vida de miles y millones de personas, las cuales se ven atrapadas dentro de una doble realidad: por un lado la escasez y por otra la contaminación. Dicha situación se ha convertido en un escenario de competencia y lucha entre naciones, sociedades y entre diversas clases sociales.

La contaminación, el desperdicio, el consumo irracional, el crecimiento demográfico y el calentamiento global, entre otros, son algunos de los factores que coadyuvan para activar la alarma respecto al tema del agotamiento del agua dulce. Si a lo anterior se le suma la clara desigualdad con que los recursos hídricos se encuentran repartidos por todo el mundo, tanto en calidad como en cantidad (Ayeb, 2001), esto representa una razón clara para el surgimiento de conflictos en torno al precioso líquido vital, de los que ya se conoce, tanto en el pasado como en el presente.

II.2 Reservas de agua en el planeta

Se había mencionado anteriormente que en el planeta, dos tercios de éste están cubiertos por agua; según Barlow y Clarke el equivalente a esto serían unos 1,400 millones de kilómetros cúbicos aproximadamente, comprendidos entre agua de mar, ríos y lagos, hielo en los polos, agua almacenada en el subsuelo y en la atmósfera.

Tomando en cuenta esta estimación, el agua dulce representa unos 36 millones de kilómetros cúbicos del total (Barlow, 2004); mientras que para Yves Lacoste, el agua dulce en el planeta está representada aproximadamente por unos 70,137 millones de kilómetros cúbicos, es decir el doble de los que Barlow y Clarke anunciaron.

Un cálculo más para enfatizar la dimensión de las reservas es el realizado por Igor Shinklomanov, del Instituto de Hidrología de San Petersburgo, contratado por Naciones Unidas para realizar el inventario mundial de recursos hídricos; éste indicó que existen 1,400 millones de kilómetros cúbicos de agua (Vizzuett, 2007); cabe resaltar que es la misma cantidad manejada en la primera aseveración de las reservas de agua en el planeta.

Muy a pesar de la idea de abundancia que a primera vista generan estas cantidades, esto se desvanece cuando se observa a profundidad su distribución en el mundo.

II.3 Distribución de agua en el planeta

La distribución del agua en el globo es muy irregular. Países húmedos y con escasa población muchas veces poseen mayor cantidad de agua que otros áridos y más populosos que pueden tener escasez del recurso.¹

El agua del planeta se distribuye de la siguiente manera:

- 97.5 % es agua salada; ocupa mares y océanos
- 2.5 % es agua dulce: el 1,71 % es hielo y se halla en los casquetes polares
- 0.75 % es agua subterránea.
- 0.02 % es permafrost en las regiones polares.

¹ UNESCO y Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.

Sólo el 0.01 % del agua total del planeta es superficial (ríos- lagos- lagunas) o atmosférica (vapor de agua).² Y a esto aún hay que sumarle el hecho de la distribución geográfica, ya que de este 0.01% de agua dulce superficial disponible para todo el planeta, la mayoría de ésta se encuentra ubicada en sólo unas zonas, las cuales abarcan el territorio de Canadá y Estados Unidos. Lo anterior lo podemos observar en la figura II.1.

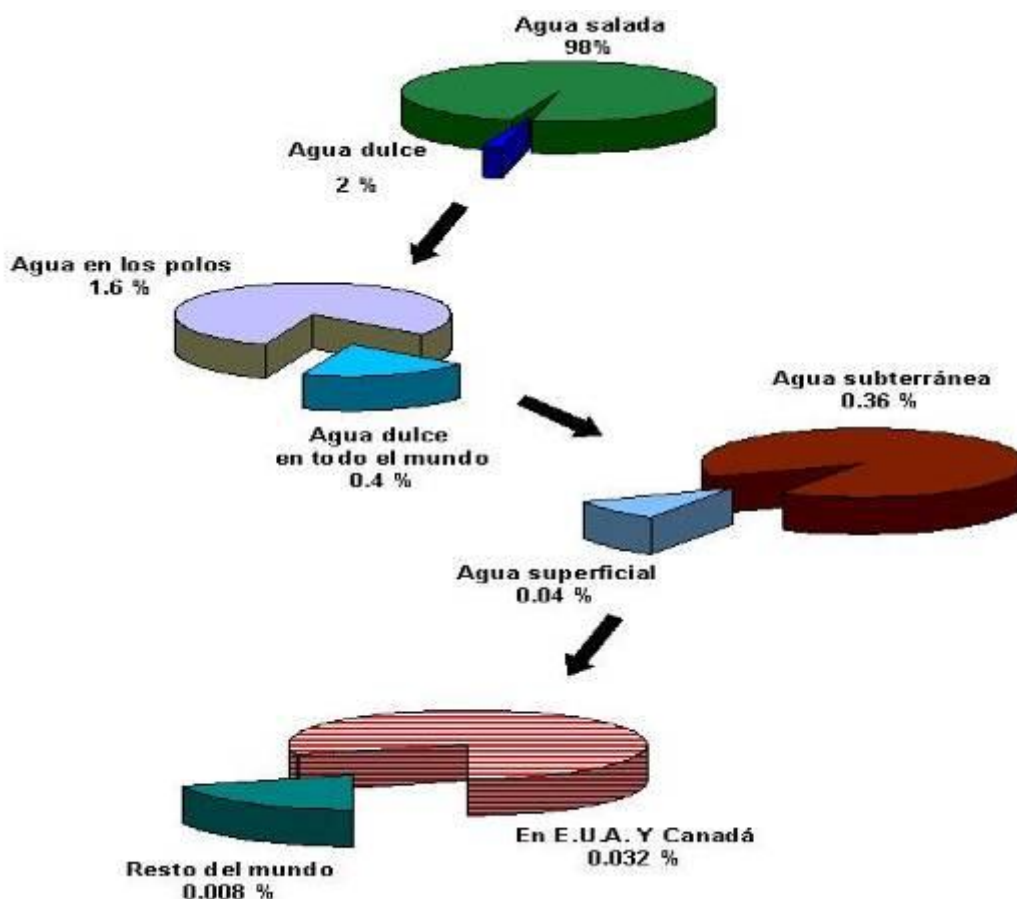


Figura II.1 Distribución general del agua en el planeta

II.3.1 Agua salada: Mares y océanos

Como ya se había mencionado, alrededor del 97.5% del total de agua en el mundo es salada. Ésta se encuentra en mares y océanos.

² Véase: <http://www.planetario.gov.ar/artigeog.htm>

La masa de las aguas que cubren las depresiones de la corteza terrestre forma mares y océanos, que ocupan siete de cada diez partes de la superficie del planeta.

El océano se suele dividir en Pacífico, Atlántico, Índico y Ártico, como grandes unidades, relacionadas entre si mediante los océanos o mares polares Ártico y Antártico.

El Océano Pacífico es el mayor del planeta y se extiende desde las costas orientales de Asia hasta las occidentales de América.

El Océano Atlántico se extiende desde Europa y África en su ribera oriental, hasta América por la occidental.

El Océano Índico se extiende entre las costas orientales de África, el sur de Asia, Australia y la Antártida. Es el más cálido y también el que tiene mayor salinidad.

El Océano Ártico es considerado como un ensanchamiento por el norte del océano Atlántico, aunque también se halla en contacto con el Pacífico a través del Estrecho de Bering.

Por su parte, los cinco mares más grandes en el mundo son los siguientes³:

1. Mar de la China Meridional (3,500.000 km²)
2. Mar Caribe (2,754.000 km²)
3. Mar Mediterráneo (2,510.000 km²)
4. Mar de Bering (2,269.100 km²)
5. Golfo de México (1,810.000 km²)

³ Véase: http://www.lareserva.com/home/mares_mas_grandes_tierra Fecha de consulta: 8 de junio de 2011, Hora : 22 :08 hrs.

II.3.2 Agua dulce: Permafrost, Subterráneas, Superficiales

El tema del agua dulce es muy complejo, ya que esta forma del agua es la única bebible y utilizable para labores de sobrevivencia y desarrollo. En años recientes, el acceso al agua dulce se torna cada vez más difícil, dado que un porcentaje muy bajo de ésta se encuentra en aguas superficiales, es decir, lago, ríos o lagunas, de donde es, relativamente más fácil obtener el recurso si se compara con el agua que albergan permafrost y el subsuelo.

En cuanto al **permafrost**, se dice que éste es una capa de hielo permanente en la superficie, este tipo de suelo es muy común en lugares cercanos a los polos como Canadá, Groenlandia, Rusia y parte de Europa. Constituyen la cuarta parte del total de la Tierra emergida.⁴ En la figura II.2, se pueden observar los glaciares y las capas permanentes de hielo conforme a su distribución en el planeta.

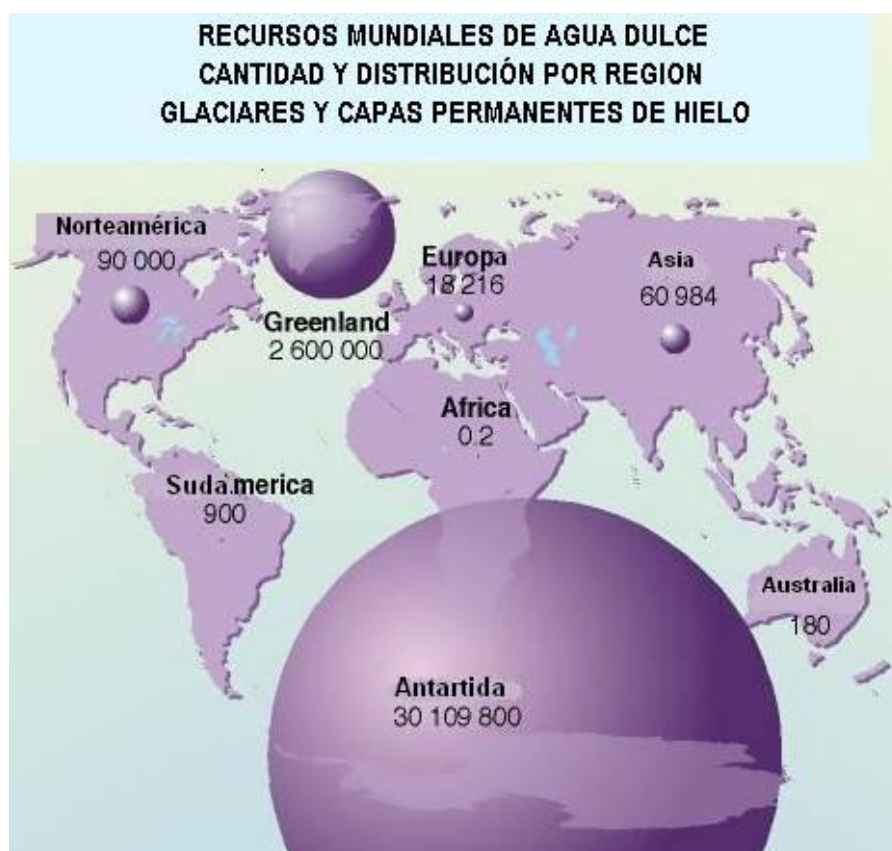


Figura II.2 Agua dulce contenida en glaciares y capas de hielo permanentes.

⁴ PNUMA (2008) Anuario: *Un panorama de nuestro cambiante medio ambiente*. P. 37.

El agua dulce contenida en estas regiones es de alrededor del 1.6% del total mundial. En la siguiente figura (II.3) se muestra exclusivamente la distribución de permafrost en el Ártico, en donde, vale la pena mencionar, no sólo hay agua dulce, sino también grandes cantidades de hidratos de metano.

Es importante señalar que el permafrost puede llegar a alcanzar una densidad de 1,000 metros, esto cuando no se descongela en un periodo de dos años o más, tal es el caso de la vertiente del norte de Alaska.⁵



Figura II.3 Distribución del permafrost en el Ártico.

⁵ Asociación Internacional de Permafrost, 1998.

Por su parte, las **aguas superficiales**, en las que encontramos agua dulce, principalmente en los humedales, los cuales abarcan pantanos, lagunas y llanuras; embalses, que son lagos artificiales que almacenan $\sim 4,286 \text{ km}^3$ en el mundo; lagos, es decir, los que se encuentran a gran altura; en este sentido, cabe resaltar que Canadá cuenta con casi el 50% de ellos; y ríos, es decir, mosaicos hidrológicos, que cubren 45.3% de la superficie terrestre. La distribución de todos estos la podemos observar en la figura II.4.



Figura II.4 Distribución de aguas superficiales en el planeta.

Posteriormente encontramos lo que se conoce como **aguas subterráneas**, éstas albergan aproximada el 90% de los recursos de agua dulce disponible en el mundo. Las aguas subterráneas o freáticas son aquellas que se acumulan bajo la tierra, filtradas a través de los poros que existen en sedimentos como la arena y la grava y en las fisuras que se encuentran en las rocas.

Por lo menos 1,500 millones de habitantes en todo el mundo dependen de ella para su abastecimiento de agua dulce, por esta razón resulta un recurso

fundamental para la vida y el desarrollo, tanto humanos como económicos (Vizzuett, 2007).

Las aguas subterráneas son un elemento de gran relevancia para el aprovisionamiento de agua en aquellas zonas rurales y urbanas de países en vías de desarrollo. Ejemplo de esto son las comunidades que obtienen su suministro para uso doméstico e industrial de mantos freáticos a través de pozos municipales y privados. En promedio, el 60 % de las ciudades europeas de más de 100 mil habitantes consume agua que procede de acuíferos subterráneos sobreexplotados.⁶

A diario aumenta el número de agricultores que utiliza agua subterránea para regar sus cultivos. En aquellas zonas cuyo nivel de aridez es más alto, las precipitaciones son bajas y difícilmente pronosticables, el agua freática puede ser la única fuente de suministro para todos los tipos de actividades agrícolas, inclusive para abreviar al ganado. Sin embargo, los recursos de aguas subterráneas, actualmente tienen crecientes presiones debido al rápido aumento en la población, tanto por demanda en crecimiento como por la carga de contaminantes sobre la superficie terrestre (Fitss, 2002).

Se extraen cantidades de agua a ritmos insostenibles en muchas zonas, lo que provoca que las reservas freáticas disminuyan seriamente; además hay una evidencia creciente de que el agua subterránea está cada vez más contaminada, siendo los contaminantes más comunes en ella los nitratos, las sales, los compuestos orgánicos solubles y en ciertas condiciones, algunos patógenos fecales.⁷

Ahora bien, dentro de este apartado vale la pena mencionar que en las reservas del agua subterránea se puede hacer una clasificación, ésta se conforma de cuatro categorías determinadas por el ritmo de las precipitaciones (Fuentes, 2000):

⁶ *La sed en el mundo*, Véase: <http://www.edunet.com/contenidos/semanal/pagina/nOhtm>

⁷ *La sed en el mundo*. *Op cit.*

- Reservas reguladoras,
- Reservas permanentes,
- Reservas totales y
- Reservas de explotación.

Reservas reguladoras: Representan la cantidad de agua libre almacenada por el terreno acuífero en el transcurso de una recarga importante, por medio de la alimentación natural.

Reservas permanentes o profundas: Guardan relación con el ciclo plurianual de las precipitaciones. Permiten una explotación más importante, regularizada para períodos de varios años.

Reservas totales: La totalidad del agua contenida en una capa acuífera constituye las reservas totales. Así, por ejemplo, en los depósitos aluviales, el manto determinado por la base impermeable y el nivel piezométrico, representa la reserva total.

Reservas de explotación: Éstas no deben ser explotadas completamente por razones técnicas de seguridad. La cantidad máxima de agua libre que puede obtenerse de un horizonte acuífero constituye la reserva de explotación.

En el subsuelo africano existen extensos acuíferos no recargables; su descenso en las reservas se estima en 10,000 millones de metros cúbicos al año. En la figura II.5 se puede ver la distribución mundial de las aguas subterráneas.

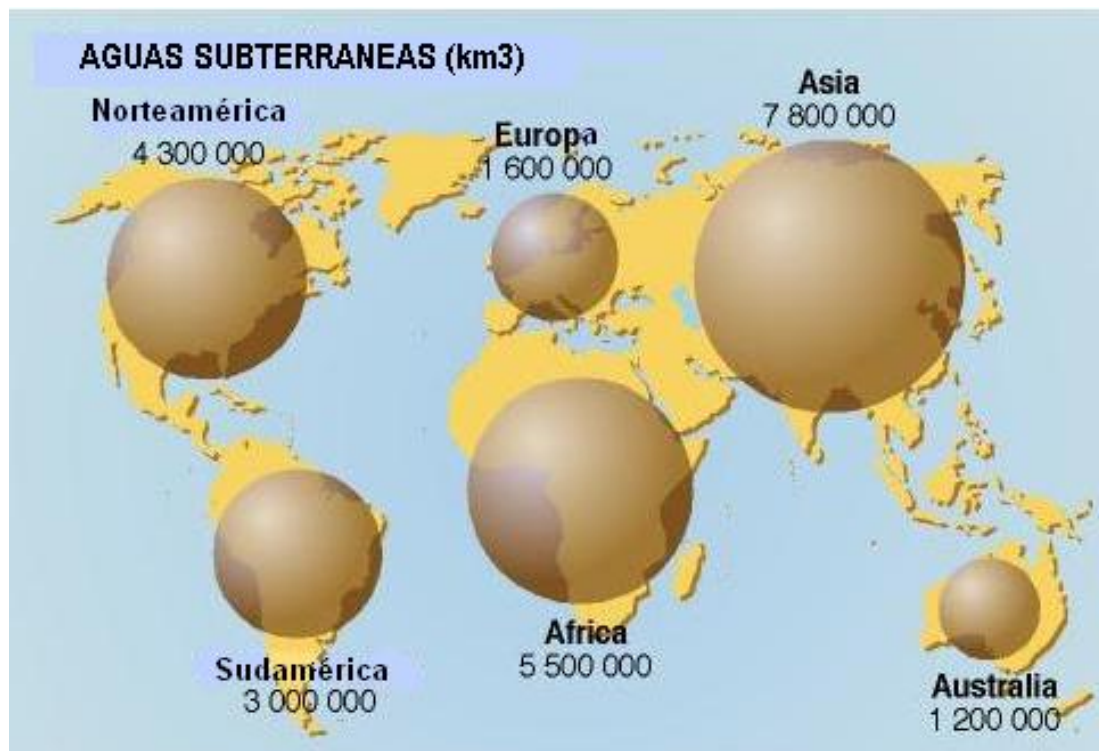


Figura II.5 Distribución mundial de aguas subterráneas.

Las aguas subterráneas tienen claras ventajas frente a las aguas superficiales, por ejemplo, tienen menos pérdidas por evaporación, tienen una menor exposición a la contaminación, su disponibilidad se ve menos afectada por las variaciones climáticas, tienen una distribución más amplia en el área, tienen una mayor capacidad de almacenamiento, su temperatura es constante, entre otras, pero tienen una desventaja, no son visibles, por lo tanto se dificulta su estudio, cuantificación, explotación racional y manejo (Fuentes R. *op. Cit*, p. 8).

II.3.2.1 Precipitación, evaporación, almacenamiento y escorrentía

La **precipitación** es el proceso de liberación de agua de la atmósfera para llegar a la superficie terrestre (Davie, 2008). El término precipitación abarca todas las formas del agua liberada de la atmósfera, esto incluye nieve, granizo, aguanieve y lluvia. Esto se puede observar en la figura II.6.

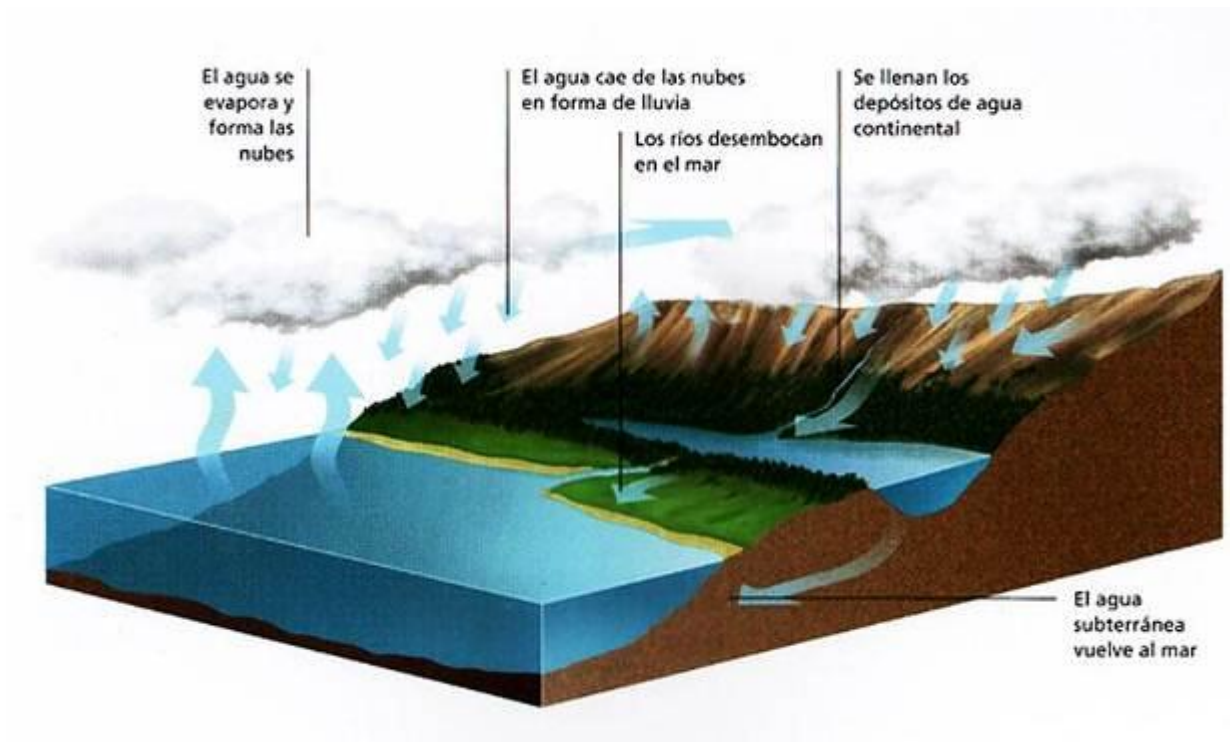


Figura II.6 Esquema de precipitación del agua.

La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico, responsable del depósito de agua dulce en el planeta y, por ende, de la vida, tanto de animales como vegetales, que requieren del agua para vivir.

Se genera por las nubes, cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua aumentan de tamaño hasta alcanzar el punto en que se precipitan por la fuerza de gravedad. Es posible insembrar nubes para inducir la precipitación rociando un polvo fino o un químico apropiado (como el nitrato de plata) dentro de la nube, acelerando la formación de gotas de agua e incrementando la probabilidad de precipitación, aunque estas pruebas no han sido satisfactorias, prácticamente en ningún caso.

Como afirma Tim Davie, la precipitación es el principal insumo en el área de los ríos, por lo tanto, requiere de una evaluación cuidadosa en cualquier estudio hidrológico.

A pesar de las afirmaciones acerca de la fácil medición de la precipitación, -existen formas de precipitación que dificultan esa tarea- lo

complejo se encuentra en determinar con exactitud ya que también debe tomarse muy en cuenta otra variable, es decir, el área de influencia del estudio.

La capacidad del aire para retener vapor de agua depende de la temperatura: el frío del aire, menos vapor de agua se mantiene. Si un cuerpo de aire caliente y húmedo se enfría entonces se convierte en un cuerpo saturado de vapor de agua y, finalmente, el vapor de agua se condensa en agua líquida o sólida (Davie, 2008).

El agua no se condensa de forma espontánea sin embargo, es necesario que existan partículas diminutas presentes en la atmósfera, llamados núcleos de condensación, en los que el agua o el hielo forman gotas.

El agua o gotas de hielo que se forman en los núcleos de condensación son muy pequeñas para caer a la superficie en forma de precipitación, por lo tanto requieren crecer lo suficiente para poder superar las fuerzas de elevación dentro de una nube. Para que esto se logre se deben cumplir tres condiciones antes de que se forme la precipitación (Davie, 2008):

1. Enfriamiento de la atmósfera.
2. La condensación sobre los núcleos.
3. Crecimiento de las gotas de agua/hielo.⁸

Ahora bien, en lo que respecta a la **evaporación**, se dice ésta es la transferencia de agua en estado líquido a estado gaseoso y su difusión en la atmósfera. Para que esto ocurra debe haber agua líquida presente y suficiente energía solar o atmosférica disponibles; esto también se pudo observar en la figura II.6.

La importancia de la evaporación en el ciclo hidrológico depende en gran medida de éstos dos últimos factores (agua y energía disponibles)

⁸ Para profundizar en la información, véase: Davie T., (2008) *Fundamentals of hydrology*. 2ª. Ed., Routledge, Gran Bretaña, p. 14-15.

determinados por el clima de una región. Cabe resaltar que, durante los meses de invierno, con climas templado-húmedos, la evaporación puede ser un componente menor del ciclo hidrológico, ya que es la energía disponible en ese periodo es escasa, por lo tanto no puede impulsar el proceso de evaporación (Davie, 2008).

A diferencia de lo anterior, esto se altera durante el verano cuanto hay abundante energía por lo que la evaporación se constituye como una parte importante en el balance del agua.

Pero, justamente en ese periodo, el potencial de la evaporación adquirido por la alta disponibilidad de energía solar puede verse ahora limitado por la baja disponibilidad del agua en estado líquido, ya que se trata de meses secos y el consumo de agua dulce en estado líquido aumenta considerablemente. Por lo tanto, cuando hay climas muy cálidos, la evaporación es pequeña.

En lo que se refiere al **almacenamiento** o **infiltración** del agua, esto puede darse en varias partes del ciclo hidrológico, tales como: la humedad del suelo, el agua subterránea, la nieve y el hielo y, en menor medida, lagos y reservas (Davie, 2008).

Resultaría tentador ver el agua almacenada de manera estática, pero en realidad hay un movimiento considerable en esta cuestión. El uso del concepto de almacenamiento se explica en la figura II.7, donde se puede observar que hay un flujo de entrada, una salida y un movimiento constante de agua entre los dos. La entrada y salida no tienen que ser iguales en el mismo período de tiempo, porque eso produciría un cambio dentro del almacenamiento.



Figura II.7 Movimiento del almacenamiento de agua.

La cuestión importante es que haya agua almacenada en todo momento, aunque no se trate de la misma a lo largo de un periodo de medición.

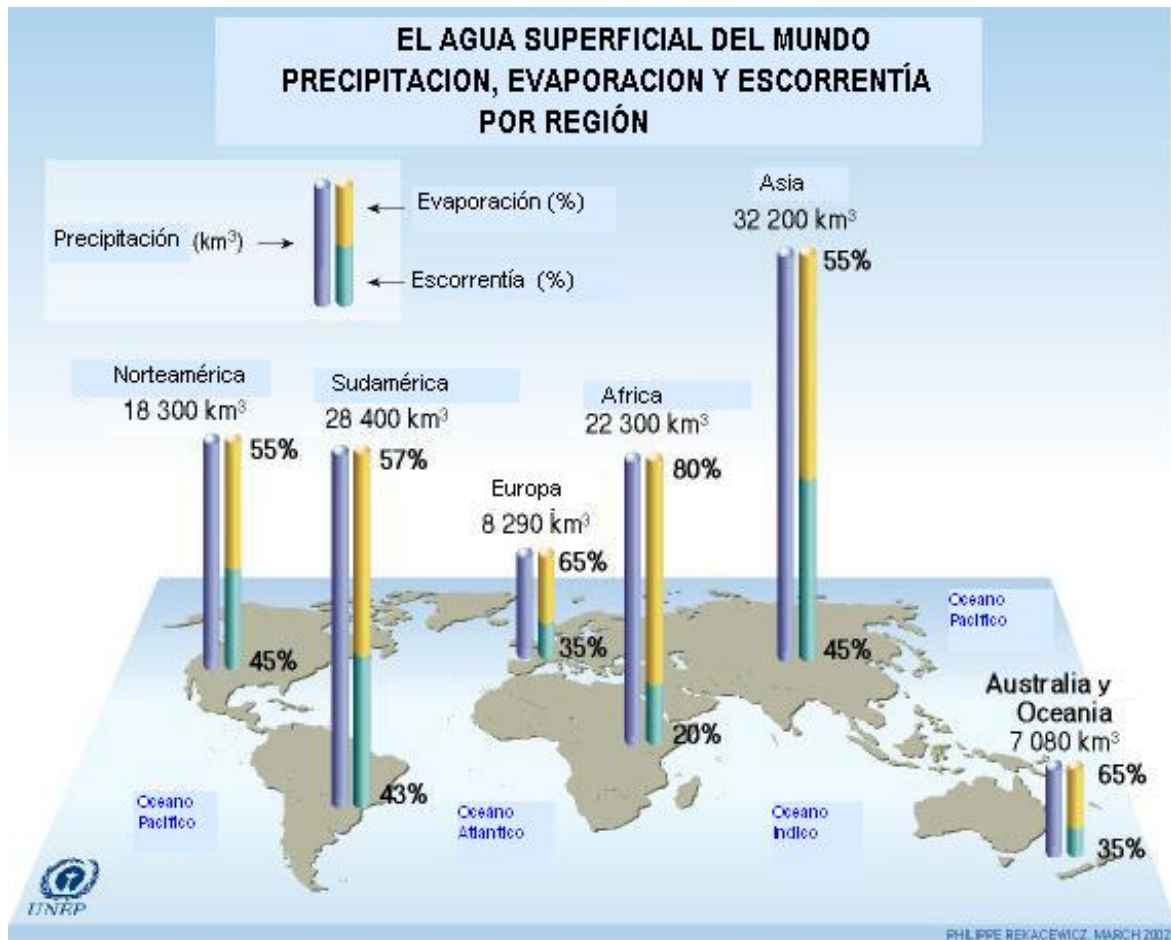
La definición perfecta de agua almacenada incluye tanto aguas superficiales como aguas subterráneas. La distinción se hace a menudo sobre la base de las tasas de flujo. No hay un límite crítico para decir cuando un río profundo y lento se convierte en un lago, y del mismo modo no existen parámetros para saber cómo frenar el flujo antes de que se convierta en agua almacenada. Esta tarea está basada en un juicio intuitivo de aquellas tasas de flujo lento que constituyen el agua almacenada.

Actualmente, la importancia del agua almacenada radica en que ésta se constituye mayoritariamente de agua dulce en o alrededor de todo el planeta, ya sea en la nieve, el hielo o el agua subterránea.

Finalmente, la **escorrentía** o **escurrimiento**, es un término inexacto que cubre el movimiento del agua en un arroyo canalizado, después de haber alcanzado el suelo en forma de precipitación.

El movimiento puede ocurrir ya sea sobre o por debajo de la superficie y diferentes velocidades. Una vez que el agua llegue a una corriente que avanza hacia los océanos en forma canalizada, este proceso es conocido como “caudal”, el cual a su vez se expresa como una descarga, es decir, el volumen de agua durante un periodo de tiempo definido.

En la figura II.8 se observan los porcentajes de precipitación, evaporación y escorrentía de aguas superficiales a nivel mundial.



Source: Peter H. Gleick, *Water in Crisis*, New York Oxford University Press, 1993.

Figura II.8 Precipitación, evaporación y escorrentía en aguas superficiales en el mundo.

II.4 El ciclo del agua actual

Indudablemente existen factores que modifican las etapas naturales del ciclo del agua, factores que tienen que ver con la acción humana, principalmente las alteraciones sobre el suelo lo cual modifica drásticamente la dinámica hidrológica, por ejemplo, la agricultura provoca importantes efectos sobre el balance hídrico ya que de acuerdo con las práctica agrícolas habituales, la instalación de los cultivos implica la eliminación de la vegetación existente como forma de eliminar la competencia para los futuros cultivos. Mientras el

cultivo se desarrolla, el suelo se encuentra desnudo, lo que afecta drásticamente el destino del agua que cae sobre éste.⁹

Mientras tanto, los procesos de urbanización modifican la dinámica natural del agua de manera más drástica, cuando una porción considerable del suelo es removida y/o compactada y cubierta por superficies impermeables, ocasiona que la infiltración y la evaporación prácticamente desaparezcan y la mayoría del agua se pierda como escorrentía.

El agua de lluvia que llega al pavimento y a los suelos es recolectada y sacada fuera de las ciudades mediante redes de conducción establecidas para evitar inundaciones. Este fenómeno provoca que las ciudades “importen” agua para satisfacer sus necesidades. Esta agua traída desde cauces, lagos o pozos se trata y almacena para después conducirla a las zonas de consumo para finalmente ser eliminada como aguas servidas.

En la gran mayoría de los casos el agua es devuelta –con o sin tratamiento– al sistema hidrológico “natural” en un estado muy diferente a aquel en que originalmente fue extraída.¹⁰

Se comprende mejor ahora porque las aportaciones del ciclo hidrológico actual, no ofrecen garantías a la humanidad, ya que también se ve afectado por el cambio climático -dado que el ciclo del agua depende de la energía solar y de la constancia en sus niveles de intensidad-¹¹.

Únicamente dos tercios de la población mundial viven en zonas que reciben una cuarta parte de las precipitaciones anuales del mundo. Por ejemplo, un 20% de la escorrentía media mundial por año corresponde a la cuenca amazónica, una vasta región con menos de 15 millones de habitantes, o sea, una minúscula fracción de la población mundial.

⁹ Véase: Instituto Nacional de Ecología, 2002, *Potencial de recarga de acuíferos y estabilización de ciclos hídricos en áreas forestadas*, http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/recarga_acuíferos_est.pdf Pag. 62

¹⁰ *Op. Cit.* Pag. 63.

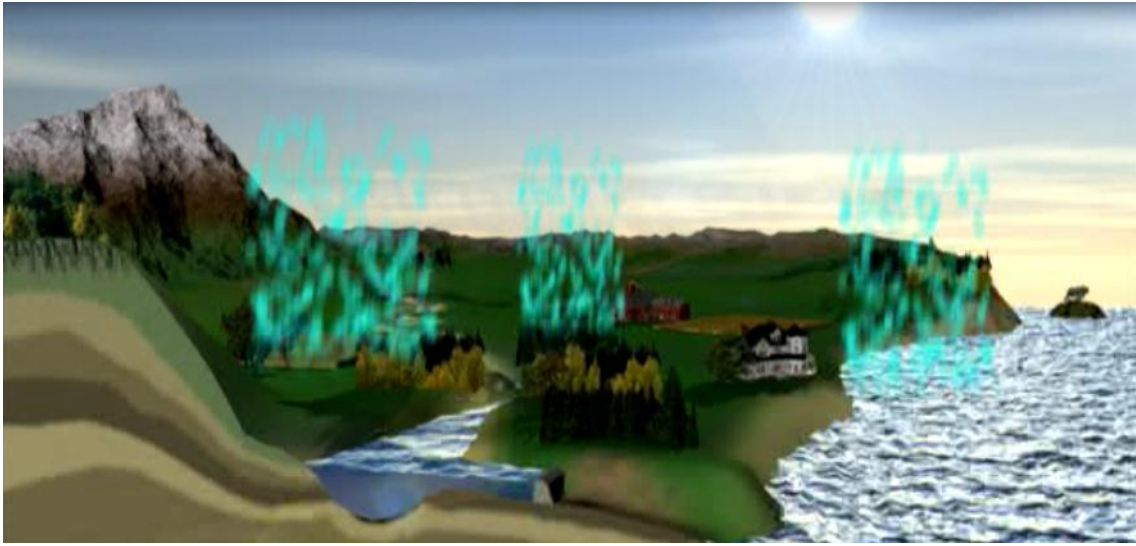
¹¹ Véase: <http://cordis.europa.eu/sustdev/environment/home.html>

De manera similar, el río Congo y sus tributarios representan un 30% de la escorrentía anual del continente africano, pero esa cuenca hidrográfica contiene sólo 10% de la población de África. Más de la mitad de la escorrentía global tiene lugar en Asia y Sudamérica (31% y 25%, respectivamente). Pero si se considera la disponibilidad per cápita, Norteamérica tiene la mayor cantidad de agua dulce disponible, con más de 19,000 metros cúbicos per cápita por año. En cambio, en Asia (incluido el Medio Oriente), la cantidad per cápita es apenas superior a 4,700 metros cúbicos.

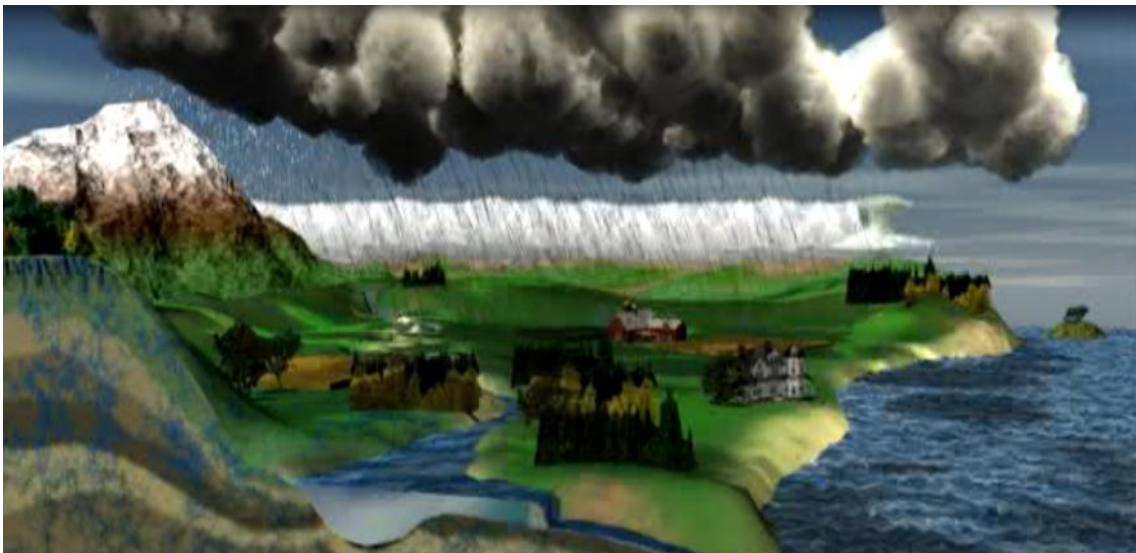
En África y Medio Oriente, regiones del mundo que enfrentan escasez absoluta de agua o estacional severa, se caracterizan por su elevada tasa de crecimiento poblacional. En el África Subsahariana la población está creciendo a razón de 2.6% por año; en el Medio Oriente y África del Norte, a razón de 2.2%. Estas tasas de crecimiento demográfico tienen serias consecuencias para el suministro de agua per cápita.

En el “IV Foro Mundial del Agua” celebrado en Marzo de 2006 en la ciudad de México, se establecieron compromisos entre todos los países participantes para abastecer de agua en cantidad y calidad a todos los habitantes del planeta. Entre los retos del milenio, los más importantes se refieren a la autosuficiencia en agua, en alimentos y de fomento a la educación ambiental.

En la siguiente figura podemos ver el comportamiento del ciclo hidrológico natural sin afectaciones.



Evaporación



Precipitación

Figura II.9 Comportamiento del ciclo hidrológico.

Capítulo III. La crisis de agua potable a nivel mundial

“El fundamento de una buena administración del agua radica en la educación”

Foro Mundial de la Juventud sobre el agua.

III.1 Causas

Para comprender el origen de la crisis hídrica es necesario analizar y ponderar la participación de diferentes factores, entre los cuales encontramos en su mayoría, acciones antropogénicas como la contaminación, el uso irracional del recurso, la incorrecta administración, entre otras.

Y para su mayor sustento, se estudian también las cifras y argumentos que constituyen a cada uno de estos factores como causas directas de la crisis de agua dulce.

III.1.1 Contaminación

Actualmente, el fenómeno de la contaminación del agua ha venido mermando la calidad de ésta y, por ende, ha contribuido en gran medida a agravar la crisis del agua.

El agua se utiliza mayormente como elemento indispensable en la dieta de todo ser vivo y ésta es uno de los pocos elementos sin los cuales no podría mantenerse la vida. Por todo esto el agua ofrece grandes beneficios al hombre, pero a la vez puede transmitir enfermedades como el cólera y otras.

El agua que procede de fuentes superficiales (ríos, lagos y quebradas), es objeto día a día de una severa contaminación, producto de las actividades del hombre; éste agrega al agua sustancias ajenas a su composición,

modificando la calidad de ésta. Se dice que está contaminada pues no puede utilizarse como generalmente se hace.

Esta contaminación ha adquirido importancia debido al aumento de la población y al incremento de los agentes contaminantes que el propio hombre ha creado.

Las fuentes de contaminación son resultados indirectos de las actividades domésticas, industriales o agrícolas. Ríos y canales son contaminados por los desechos del alcantarillado, desechos industriales, detergentes, abonos y pesticidas que escurren de las tierras agrícolas. El efecto en los ríos se traduce en la desaparición de la vegetación natural, disminuyen la cantidad de oxígeno produciendo la muerte de los peces y demás animales acuáticos.¹²

Las principales fuentes de contaminación son:

- Derrames petroleros
- Productos químicos de desechos industriales
- Nutrientes vegetales
- Sedimentos formados por partículas de suelo y minerales
- Sustancias radioactivas
- Filtraciones
- Basura
- Drenaje urbano
- Presencia de nitratos

De esta serie de factores, sin duda, de los más significativos es el derrame de hidrocarburos. Dada la gravedad de la contaminación de mares por el derrame de petróleo que daña gran parte de la fauna y flora, la cooperación internacional no se hizo esperar, y en suma de esfuerzos y voluntades,

¹² Véase: <http://www.profesorenlinea.cl/ecologiaambiente/contaminacionagua.htm>

acordaron acatarse a un Convenio Internacional para prevenir la contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos.

Históricamente, hacia principios de 1950 la cantidad de hidrocarburos que se transportaban por mar era tan grande, que se convocó a una Conferencia sobre el tema, de la cual nació el Convenio Internacional para prevenir la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos, firmado en Londres, Inglaterra, en 1954. El objetivo de éste es el de controlar la contaminación causada por buques tanque y por la descarga de desechos oleosos e hidrocarburos (petróleo crudo, combustibles líquidos, dieseloil pesado y aceites lubricantes), principales agentes contaminantes del mar y de los puertos; asimismo regular la descarga de hidrocarburos a través de sanciones y multas a los buques que transgredan las normas establecidas en el Convenio; e instar a los Gobiernos a adoptar las medidas necesarias para el control de sus buques y para aplicar las sanciones correspondientes en caso de que sea necesario.¹³

Este Convenio intenta abordar el problema de la contaminación marítima por hidrocarburos de dos formas:

1. Estableciendo "zonas prohibidas" para la descarga de hidrocarburos, distante 50 millas de la costa más próxima.
2. Exigiendo a las Partes Contratantes el establecimiento de instalaciones de recepción de aguas y residuos oleosos.

El Convenio de 1954 pronto quedó desfasado, ante la relevancia del problema a nivel mundial. Por ello, en 1962 se realiza en Londres la Conferencia Internacional para prevenir la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos, la cual busca acabar paulatina pero definitivamente con este tipo de contaminación, concluyendo que la cooperación internacional es la mejor forma de lograrlo.

Con esta nueva Conferencia se implementan instrumentos técnicos y científicos para medir y controlar la contaminación por hidrocarburos,

¹³ Véase: <http://www.profesorenlinea.cl/ecologiaambiente/contaminacionagua.htm>

ampliando la cantidad de zonas prohibidas y promoviendo la instalación de receptores de hidrocarburos en los puertos.

Posteriormente, en 1976, se le realizó una enmienda al Convenio de 1954, esta vez más específica aún, estableciendo un modelo de registro de hidrocarburos para buques-tanque petroleros y no petroleros.

Las materias referidas a la contaminación del mar por hidrocarburos son coordinadas por la Organización Marítima Internacional (OMI), con sede permanente en Londres.

III.1.2 Uso desmedido

El uso del agua ha experimentado un incremento en todos los lugares del mundo. El Programa de Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA) señala que los “seis millones de habitantes del mundo se están apropiando del 54% de toda el agua dulce accesible contenida en los ríos, lagos y acuíferos subterráneos (Domínguez, 2004). Para el año 2025 la humanidad compartirá un 70% del agua. Esta estimación refleja sólo el impacto del crecimiento de la población. Si el consumo per cápita de los recursos de agua continúa elevándose en su tasa actual, la humanidad podría utilizar sobre 90% del agua dulce disponible en el plazo de 25 años, dejando apenas un 10% para el resto de las especies del mundo. Al presente, a nivel mundial, el 70% de toda la captación de agua para el uso humano, sobre una base anual, es absorbida principalmente por la agricultura (sobre todo en la forma de irrigación).

Los porcentajes globales indican que la industria utiliza el 70% del agua dulce en el mundo, el uso doméstico considera sólo el 8% mientras que la industria utiliza el 22% del agua consumida en el planeta. En los países ricos ese porcentaje asciende a un 59%, mientras que en los países pobres sólo llega a un 8%. En el año 2025 esa proporción alcanzará un 24%. Se calcula que para ese entonces se gastarán 1,170 km³ de aguas anuales para usos industriales.

Esto es un ejemplo del irracional uso que se le da al agua potable disponible.

Si continuamos con el uso desmedido del agua a todos los niveles, personal, industrial y/o en la agricultura, en poco tiempo acabaremos con todos los recursos a menos que tomemos acciones correctivas.

Estrategias en disminuir y racionalizar adecuadamente el consumo del agua están en constante desarrollo. No solo los gobiernos y empresas deben atacar este problema de inmediato. Los ciudadanos, en general, deben disminuir el gasto diario de agua y consumir menos productos. Para que de esta manera, se adopte la premisa de un menor consumo para un mayor ciclo. Por ejemplo, utilizar menos papel en nuestras actividades diarias y optar por el reciclaje, evitar el desperdicio de agua en labores domésticas, pero sobre todo, crear conciencia dentro de las comunidades.¹⁴

III.1.2.1 Población

Por primera vez en la historia, el uso humano y la contaminación del agua dulce han alcanzado un nivel potencializado de escasez de ésta, limitando la producción la producción de alimentos, el funcionamiento de los ecosistemas y el abastecimiento urbano de las décadas por venir, esto se atribuye en gran medida al acelerado crecimiento demográfico, éste ha aumentado a un ritmo mucho mayor que el de la producción de alimentos desde hace algunos años (Jury y Veux, 2008).

A medida que crece la población aumenta el número de países que confrontan condiciones de escasez de agua. Un país experimenta tensión hídrica cuando el suministro anual de agua desciende a menos de 1,700 metros cúbicos por persona. Cuando desciende a niveles de 1,700 a 1,000

¹⁴La Jornada en la ciencia.

Véase:<http://ciencias.jornada.com.mx/ciencias/investigacion/ciencias-de-ltierra/investigacion/el-agua> Fecha de consulta: 23 de octubre de 2010.

metros cúbicos por persona, pueden preverse situaciones limitadas de agua y cuando los suministros anuales de agua bajan a menos de 1,000 metros cúbicos por persona, el país enfrenta escasez de agua; situación que amenaza la producción de alimentos, obstaculiza el desarrollo económico y daña a los ecosistemas.

A este nivel de consumo, en 2030, la población mundial necesitará 55% más de alimentos para poder subsistir. Esto va a traducirse en un incremento de la demanda de agua para regadíos, que ya representa 70% aproximadamente de todo el agua dulce destinada al consumo humano. Pese a que la producción de alimentos aumentó considerablemente en los últimos cincuenta años, 13% de la población mundial –esto es, unos 850 millones de personas concentradas sobre todo las en zonas rurales– sigue hambrienta.¹⁵

Se considera que la escasez de agua se presenta cuando la demanda excede al abastecimiento, en donde influye el crecimiento de la población o aquellas prácticas que demandan cantidades excesivas de agua como lo es la agricultura. Actualmente el 70% del total de agua fresca en el mundo se usa para producir alimentos y fibras.

Es un fenómeno reciente, en 1950 no más de diez países tenían este problema, en 1995, 31 países con una población conjunta de más de 458 millones de habitantes, enfrentaron tensión hídrica o escasez de agua. Esto representa una adición de solo tres países desde 1990, cuando 28 países con una población de 335 millones en total experimentaron tensión hídrica o escasez de agua. Pero el número de habitantes que viven en países con tensión hídrica y escasez de agua experimentó un aumento de casi 125 millones en cinco años. La proyección indica que para el 2050, sesenta y seis países que comprenden dos tercios de la población mundial se enfrentarán a

¹⁵ Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Crisis del agua: un problema de gobernabilidad, según el segundo Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. Véase: http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=32057&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

este problema, la escasez del agua. Las consecuencias de este fenómeno son de tipo social, económico, político y ecológico.

La competencia por el suministro de agua dulce produce problemas sociales, económicos y políticos. Las cuencas fluviales y otras masas de agua no respetan las fronteras nacionales. Así, por ejemplo, la utilización del agua por un país situado aguas arriba suele ignorar el suministro disponible para los países situados aguas abajo. En los albores del siglo XXI se vislumbra el peligro creciente de conflictos armados por el acceso a suministros de agua dulce.

Es preocupante observar los costos del agua en diferentes partes del mundo, en Malasia un metro cúbico de agua cuesta \$20 USD, en cambio en los EE.UU. el costo es de \$0.10-0.15 USD lo cual indica que un país pobre paga hasta 200 veces más que un país rico. El agua embotellada ha alcanzado valores por litro mayores a los de la leche y la gasolina; por lo que puede considerarse que la creciente escasez del agua traerá catástrofes de nivel internacional como son: guerra, hambrunas, miseria y migración.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de cómo la escasez de agua está afectando a los países alrededor del mundo, así como los conflictos que se pueden generar en: India, China, países del Medio Oriente y África Subsahariana.

El consumo se ha triplicado desde mediados del siglo XX; los países ricos consumen, por término medio 12 veces más agua que los países pobres. La ONU sostiene que las grandes ciudades europeas pierden hasta el 80% del agua debido a fugas en sus cañerías. En Yakarta, Indonesia, se gastan más de 50 millones de dólares cada año en hervir agua para uso doméstico. El 78% de los ríos en China contienen agua no potable, según el propio gobierno. De los países en vías de desarrollo, más del 90% de las aguas residuales van directamente a los lagos, ríos y costas, sin depuración previa. De las 3,119 ciudades que tiene la India, el segundo país más poblado de la Tierra, tan sólo

ocho disponen actualmente de un sistema completo de tratamiento y depuración de aguas residuales.

El suministro de agua dulce es cada vez más limitado para las diversas comunidades, en millones de ellas nunca llegará la red de agua potable, la insuficiencia de este recurso natural afectará el desarrollo económico de muchos países en las próximas décadas (Postel, 1993).

En todo el mundo se hace un mal uso de enormes cantidades de agua con subvenciones agrícolas inapropiadas, sistemas de riego ineficientes, fijación inadecuada de precios, ordenación ineficiente de las cuencas hidrográficas y otras prácticas no adecuadas.

III.1.2.2 Agricultura

El uso del agua en la agricultura ha sido predominante, por encima del uso doméstico e industrial como se observó anteriormente. De acuerdo con el PNUMA las tendencias del uso del vital líquido en el sector agrícola continuará e incluso aumentará. Casi un 70% del agua dulce disponible se utiliza en la actividad agrícola. En el 2000, el sobrebombeo del agua subterránea por los granjeros del mundo excedió la reposición natural por lo menos en 160 mil millones de metros cúbicos por año.¹⁶ Producir cosechas requiere una considerable cantidad de agua, por ejemplo, se necesitan de uno a tres metros cúbicos para rendir apenas un kilo de arroz, y 1,000 toneladas de agua para producir una tonelada de grano (Domínguez, 2004).

La tierra en uso agrícola ha aumentado en un 12% desde 1960, alrededor de 1.5 mil millones de hectáreas. Las captaciones globales de agua en el presente para la irrigación se estima cerca de 2,000 a 2,555 kilómetros cúbicos por año. El pasto y las cosechas toman un 37% del área de la tierra del mundo. Según datos de la Organización de Alimentos y Agricultura de

¹⁶ Véase: <http://www.unep.org/vitalwater/15.html> Fecha de consulta: 20 junio de 2010

Naciones Unidas (FAO por sus siglas en Inglés), las prácticas polares de drenaje e irrigación han conducido a la inundación y a la salinización de aproximadamente 10% de las tierras irrigadas del mundo (30 millones de hectáreas de un total de 255 millones de tierra irrigada). La combinación de inundación y salinización perturba otras 80 millones de hectáreas.¹⁷

Por lo tanto, la agricultura es responsable del mayor consumo de agua dulce y causante del agotamiento en buena medida, del agua subterránea, en conjunto con la contaminación.

Ejemplo de la aseveración anterior se manifiesta en el consumo de insostenibles tasas de agua subterránea para alimentar el cultivo de muchas tierras importantes en el mundo. Colectivamente, el agotamiento anual en la India, China, EE.UU., África del norte y la península árabe agrega hasta 160 mil millones metro cúbico al año, una cantidad equivalente al flujo anual total de dos ríos Nilo.

III.1.2.3 Industria

El consumo de agua en la industria es uno de los mayores dentro de la distribución total, con exactitud tiene el segundo lugar en el consumo de agua, aproximadamente representa un 22% del total mundial.

Esto se debe a que la industria es el motor principal del crecimiento económico y uno de los elementos críticos para la consecución de la metas de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas; es por ello que requiere recursos suficientes de agua de buena calidad como una materia prima básica. Algunas cifras procedentes del Banco Mundial aseguran que la captación de agua para la industria queda de la siguiente manera: en el mundo es igual al 22%, en los países desarrollados equivale al 59% y en los países en vías de desarrollo representa el 8% de uso total del agua (Domínguez, 2004).

¹⁷ PNUMA, *Principales gráficas sobre el agua, 2002*.

Véase: <http://www.unep.org/vitalwater/15.html> Fecha de consulta: 20 de junio de 2010

De la misma manera, se estima que el uso anual global del agua por parte de la industria aumente de aproximadamente 725 kilómetros cúbicos en 1995 a unos 1,170 kilómetros cúbicos en 2025. El uso industrial representará entonces un 24% del consumo total del recurso hídrico. Una buena parte de ese incremento se llevará a cabo en las naciones en vías de desarrollo que, hoy por hoy, ya se encuentran en una etapa de crecimiento industrial considerable.¹⁸

Actualmente se dice, que los indicadores que sirven para dimensionar el efecto que tiene la actividad industrial sobre el líquido vital, no están tan desarrollados ya que no demuestran con exactitud los volúmenes, por lo tanto se tornan menos confiables dado que con frecuencia se basan en datos incompletos, incompatibles y/o indirectos.

El Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la ONU, en pos de determinar con mayor exactitud la evaluación que la industria hace del agua, propuso relacionar el consumo industrial de agua con el valor agregado obtenido, es decir, el aumento previsto de la demanda industrial de agua podrá ser atendido solamente si se articulan dos elementos: una oferta correctamente canalizada y una gestión racional de la demanda, tanto en sector público como privado. La demanda determina la eficiencia del agua utilizada en las actividades industriales y en el decremento de la carga contaminante de efluentes vertidos por la industria.¹⁹

El uso del agua en los proceso de fabricación, frecuentemente en cantidades grandes, es corriente, es decir, se utiliza para lavar, cocinar, enfriar, etc.; posteriormente, esta agua se regresa a los sistemas locales. Por ende, el agua vertida por las industrias es de mala calidad y, a no ser que se le trate de forma adecuada, se constituye como una amenaza para las aguas tanto

¹⁸ PNUMA, 2004.

¹⁹ Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, UNESCO, ONU. Véase: http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/index_es.shtml Fecha de consulta: 8 de agosto de 2010.

superficiales como subterráneas en las que se vierte y comienzan a ser escasas.

La industria, sin duda alguna, representa una amenaza debido al vertido constante de efluentes, es un riesgo inminente, ya que un error o falla pueden generar una contaminación considerable en un corto periodo.

El impacto que la actividad industrial puede producir en el recurso hídrico no se limita sólo a los recursos locales de agua dulce, el daño puede extenderse a grandes dimensiones. Debido a esto fenómeno claro de contaminación, muchas naciones han adoptado el principio “el que contamina paga”, el cual tiene como función prevenir accidentes que incurran en la contaminación de mantos freáticos, pero en la práctica la realidad es otra, estos países no manifiestan interés en controlar sus actividades industriales ni en el cumplimiento de los reglamentos ambientales, ya que estas acciones obstaculizarían el rendimiento industrial o económico; estos factores son clave en la ineficiente gestión del uso del agua en las empresas.

Finalmente, otro aspecto relacionado con el uso que las industria hacen del agua y cómo esto revierte el efecto hacia el recurso hídrico de manera negativa por medio de la contaminación, es el de los desechos sólidos peligrosos utilizados y generados en procesos industriales. Como dato relevante, el 80% de estos desechos son generados en EE.UU. y en otros países industrializados. En naciones en vías de desarrollo, el 70% de basura industrial es descargada sin tratar directamente sobre las aguas que se utilizan para consumo doméstico (Domínguez, 2005).

III.1.3 Gestión ambiental

Actualmente, si bien es cierto que hay abundancia de agua en el planeta, debido a que el ciclo hidrológico persiste hoy día, la que se nos está acabando es el agua potable; esta situación desemboca en la actualidad, de

manera directa en una crisis que pone en riesgo la seguridad social y el Desarrollo Sustentable a nivel internacional.

El problema es que la distribución del agua a nivel planetario es irregular: existen lugares con grandes volúmenes de este recurso y otros en los que esta es escasa. Esto lo demuestran el hecho de que casi 1.100 millones de personas tienen un acceso restringido a ella. A estos, hay que sumar otros 2,400 millones de personas que carecen de condiciones salubres para el aprovechamiento del agua potable.²⁰ El problema es entonces, no la falta de agua dulce potable sino más bien, la mala gestión y la distribución de la misma a nivel mundial. A estos factores hay que agregar otros que están vinculados con la actividad humana, como son la mala distribución y administración de la misma, así como la contaminación

Cada año, miles de personas, en su mayoría niños, mueren a causa de enfermedades asociadas con la falta de acceso al agua potable, saneamiento inadecuado e insalubridad. Además, gran parte de las personas que viven en los países en desarrollo sufren de enfermedades causadas directamente por el consumo de agua o alimentos contaminados o por organismos portadores de enfermedades que se producen en el agua. Con el suministro adecuado de agua potable y de saneamiento, la incidencia de contraer algunas enfermedades y morir a causas de ellas podrían reducirse hasta en un 75% (Palencia, 2005).

Un factor importante en lo referente a la escasez del agua potable es la falta de inversiones en nuevos sistemas de agua como en el mantenimiento de las que ya existen. Cerca del 50% del recurso hídrico en los sistemas de suministro de agua potable en los países en desarrollo se pierde por fugas, conexiones ilegales y vandalismo.

En algunos países el agua potable es altamente subsidiada para aquellos que se encuentran conectados al sistema; son generalmente personas

²⁰ Véase: <http://www.ecojoven.com/tres/10/acuiferos.html> Fecha de consulta: 3 de julio de 2010.

en una mejor situación económica, mientras que la gente pobre, que no está conectada al sistema, depende de vendedores privados que ofertan el líquido a precios elevados, o que resultan ser fuentes inseguras de abastecimiento.

A nivel mundial, la mayor parte del agua dulce se utiliza para la agricultura, mientras que una cantidad sustancial se pierde en el proceso de riego. La mayoría de los sistemas de riego funcionan de manera ineficiente, por lo que se pierde aproximadamente el 60% del agua que se extrae, la cual se evapora o vuelve al cauce de los ríos o a los acuíferos subterráneos. Los métodos de riego ineficiente entrañan sus propios riesgos para la salud: el anegamiento de algunas zonas de Asia Meridional es el determinante fundamental de la transmisión de la malaria, situación que se reitera en muchas otras partes del mundo (Palencia, *op.cit.* p. 108).

Así las cosas, tenemos que casi la mitad del agua de los sistemas de suministro de agua potable en los países en desarrollo se pierde por filtraciones, conexiones ilícitas y vandalismo. A medida que la población crece y aumentan los ingresos se necesita más agua, ya que esta que se transforma en un elemento esencial para el desarrollo. Por esta razón debemos cuidarla a través de nuevos medios de gestión.

Hay que resaltar el hecho de que el consumo de agua en algunas áreas ha tenido impactos dramáticos sobre el medio ambiente. En áreas de los Estados Unidos, China y la India, se está consumiendo agua subterránea con más rapidez de la que se repone, y los niveles hidrostáticos disminuyen constantemente. Algunos ríos, tales como el Río Colorado en el oeste de los Estados Unidos y el Río Amarillo en China, con frecuencia se secan antes de llegar al mar.

Cuando faltan las infraestructuras y los servicios, las áreas urbanas que careen de instalaciones para el suministro y el saneamiento de aguas constituyen uno de los entornos más peligrosos para la vida humana. Muy pocas viviendas en esta Tierra tienen desagües que vayan a parar al alcantarillado.

La población pobre que vive esa situación en las ciudades es la primera víctima de las afecciones causadas por la falta de saneamientos, las inundaciones e, incluso, por las enfermedades causadas por el agua como la malaria, que se ha convertido en una de las principales causas de enfermedad y muerte en muchas áreas urbanas.

III.1.3.1 Administración

También existe el riesgo de privatizar la producción de agua potable, su distribución y fijación del precio. En esta situación son siempre los pobres quienes más padecen, pues tienen menos acceso al abastecimiento de agua y deben pagar proporcionalmente más por él. Por ejemplo, en Nueva Delhi – India-, el agua se vende a los pobres a razón de 4,89 dólares por metro cúbico, mientras que las familias que poseen agua corriente a domicilio pagan solamente 0,01 dólares por la misma cantidad. En Vientiane -República Democrática Popular Lao-, los vendedores cobran 14,68 dólares por metro cúbico, mientras que la tarifa municipal es de solamente 0,11 dólares.

Estos problemas derivados de la actual crisis se podrían evitar si se comienza el establecimiento integral y concreto de reglas de administración del agua potable, esto en consecuencia del fracaso actual de las campañas publicitarias que sólo utilizan una retórica opcional para el ser humano.

El uso desmedido debe contrarrestarse no con privatizaciones, sino con una correcta administración, ésta sin duda debe comenzar por la educación y la concientización desde dentro, desde nuestros senos familiares y aunado a esto deben también reflejarse las propuestas de una justa política pública de Estado que contemple el incremento, tal vez, de las tarifas del agua potable, incremento que refleje en realidad los valores cuantitativo y cualitativo del recurso hídrico.

En arduos intentos por lograr esto, se han llevado a cabo innumerables foros internacionales, uno de los que más salta a la vista es el realizado en el

2006, en el marco del Foro Mundial Juvenil del Agua, cuya tesis de debate fue: “el fundamento de la administración del agua es la educación”.²¹

Lo anterior lo podemos entender bajo la premisa de que el desarrollo no solamente puede entenderse en términos económicos. Es importante asegurar que las acciones tomadas en torno al desarrollo sustentable prioricen las necesidades de las comunidades por encima del crecimiento económico.

La educación y el apoderamiento del trabajo juvenil para crear más procesos democráticos dentro de los cuerpos internacionales, gobiernos, industrias y la sociedad civil, deben garantizar el desarrollo de las comunidades sin agotar el agua, importante recurso. La educación es una herramienta fundamental en el desarrollo y la construcción de capacidades, dentro de la ciencia y la tecnología, así como en la distribución consecuente de este conocimiento a las comunidades.

El agua es un derecho humano universal e inalienable que debe ser incorporado en la constitución de cada país. Esta agua debe ser limpia, de fácil acceso, de una fuente segura y suficiente para las necesidades de la población; y el saneamiento se debe garantizar. Sin embargo, actualmente el 20% de la población mundial no tiene acceso al agua y el 50% no tiene un adecuado saneamiento, provocando enfermedades relacionadas con el agua.

La creación de servicios de agua y saneamiento trae consigo costos estructurales, sociales, ambientales y tecnológicos. El acceso al agua y el saneamiento se deben garantizar para los pobres. La cooperación internacional es necesaria para ayudar a financiar acciones locales para el suministro de agua y saneamiento en los países con menor desarrollo económico.

La participación de la sociedad es vital para decidir que parte asume los costos del suministro de agua y regular a los proveedores, lo cual requiere transparencia y responsabilidad. La educación se necesita para informar a las

²¹ Véase: <http://e-mexico.gob.mx/documents/29736/73320/Foro-mundial-juvenil-del-agua.pdf>
Integrated water resources management (Administración integral del recurso hídrico)

comunidades que participan sobre el saneamiento, la conservación del agua y tecnología, para desarrollar las capacidades mientras se crea una cultura del agua. Debe haber un equilibrio entre los factores financieros, tecnológicos y educativos de abastecimiento de agua.

La administración del agua es necesaria para la alimentación y el medio ambiente, agricultura y el medio ambiente.

La agricultura de riego, hoy en día, utiliza aproximadamente el 70% del agua potable disponible, los ecosistemas se dañan cuando las prácticas de riego son ineficientes y cuando la degradación potencial del medio ambiente no es considerada. Además de la escasez, las prácticas agrícolas de corto plazo llevan a la contaminación del agua con agroquímicos y desechos biológicos.

Educar a la población en prácticas agrícolas sustentables es muy importante para resolver los problemas antes señalados. Afortunadamente, los avances tecnológicos han ido reduciendo la cantidad de agua que se necesita para generar productos agrícolas. Como resultado, hay más disponibilidad de agua potable para el mantenimiento de los ecosistemas.

Para asegurar a continuidad de estos avances, es vital invertir en la educación, se reitera, de la mancha poblacional, sobre todo de los jóvenes; y esta educación debe enfocarse en la construcción de sus capacidades y en la experiencia práctica, especialmente a nivel local.

Las prácticas tradicionales y culturales deberían también tomarse en cuenta. Se deben introducir cambios a nivel local, que permitan a las comunidades estar alertas de los problemas existentes. Además del intercambio de la información y el conocimiento y experiencias.

El comité de la juventud creó las redes para los intercambios de información. Por lo tanto, la juventud juega un papel clave para mejorar las prácticas locales, así como resolver los problemas en un nivel regional,

nacional y global. Esta es una medida a favor de la administración del recurso hídrico.

La buena administración asegurará la continuidad y la sustentabilidad para el futuro. El rol de las industrias debería ser tomado en consideración en futuras discusiones de este tema, ya que las prácticas industriales contribuyen al agotamiento del agua.²²

Está claro que lo que hoy en día puede contrapesar los efectos de la escasez de agua, es una correcta administración de este recurso natural tan estratégico a nivel mundial.

III.1.3.2 Privatización y negocios de las transnacionales

Este apartado nos muestra claramente una manifestación del capitalismo neoliberal que se ha ido posicionando en el sector del agua, tanto en México como en algunas zonas del mundo, esto debido a todos los servicios del agua en una lógica de mercado en nombre de la sustentabilidad de un recurso que atraviesa por una profunda crisis de escasez, contaminación y manejo (Peña, 2009).

Como afirma la Dra. Peña, la idea de crisis mundial de agua ha traído consigo varios mecanismos y estrategias a través de los cuales se impulsa la participación privada de capitales nacionales e internacionales, a quienes se les considera como los nuevos dirigentes en la nueva forma en la que el recurso agua debe ser gestionado.

Además como bien afirma, en el escenario económico y político del presente, la iniciativa privada tiene gran participación en el apoyo al desarrollo sustentable y, por ende, en el uso responsable del recurso hídrico, así como su gestión integrada.

²² Véase: Integrated water resources management (Administración integral del recurso hídrico), <http://e-mexico.gob.mx/documents/29736/73320/Foro-mundial-juvenil-del-agua.pdf> Fecha de consulta : 14 de octubre de 2010.

Cuando se hace referencia a la privatización de un servicio público como el del agua potable, se habla de la transferencia de su operación, es decir, un cambio en la distribución de funciones y objetivos. Comúnmente, cualquier tipo de privatización se debe justificar por un mejoramiento en el servicio y una satisfacción de los usuarios.

Para el caso de México, es la Comisión Nacional del Agua (Conagua) el organismo encargado de adecuar la política nacional hídrica al nuevo papel que corresponde al Estado jugar en un mundo globalizado, básicamente delega sus funciones y estrategias encaminadas a un proyecto nacional para convertirse en el facilitador por excelencia de los capitales privados y el garante de sus negocios.

La misma Ley de Aguas Nacionales (LAN) de 1992 tiene el propósito de sortear las restricciones existentes a la participación privada en agua que se infieren del artículo 27 Constitucional y los candados de la Ley de Aguas Nacionales de 1972.

La participación de empresas privadas en la prestación de servicios, tanto en México como en el extranjero tiene su origen muchos años atrás y en este contexto de crisis ambiental que abarca, hidrocarburos, energéticos y recursos hídricos, estas participaciones privadas han figurado con mayor fuerza, convirtiéndose en una amenaza latente a la jurisdicción del Estado en años venideros.

En el mismo orden de ideas, se presenta el caso general de América Latina, el cual, es el más claro ejemplo de injusticia en el uso y acceso al agua.

Ahora bien, se puede mencionar diferentes clases de privatizaciones en torno al agua²³, algunas de ellas son las siguientes:

²³ Para profundizar en la información en torno a las clases de privatización en torno al agua, véase: <http://www.jornada.unam.mx/2005/04/30/027a1eco.php> Fecha de consulta: 19 de junio de 2011, 17:45 hrs.

- Privatización de los territorios y biorregiones,
- Privatización por desviación de aguas,
- Privatización por contaminación,
- Privatización de los servicios municipales de agua en zonas urbanas, y
- Privatización por el embotellamiento de agua.

Dentro del mismo tenor, una de las formas de privatización del agua es la que se manifiesta a través del embotellamiento del agua. Esta actividad es realizada por empresas transnacionales que, aprovechando no sólo el acceso y bajo costo del agua, sino también la situación de crisis, han realizado potenciales negocios.

El agua embotellada se ha convertido en parte de la actual realidad social, incluso se ha convertido en una especie de “moda” que la gente, por “salud” porte su agua embotellada, mientras que en las casas, la muestra de esto se encuentra en los garrafones de uso diario en el consumo humano. En este sentido, se trata de un negocio completamente consolidado. Los datos estadísticos más recientes en torno a este tema señalan que, aproximadamente, una quinta parte de la población mundial depende exclusivamente del agua envasada para sus necesidades diarias (Clarke, 2005).

En términos comerciales, este es el sector de mayor crecimiento dentro de la industria de alimentos y bebidas, sólo ligeramente superado en el rubro de bebidas por los refrescos gaseosos (Peña G., *op. cit.* p. 86). El segmento del agua embotellada tiene un valor anual en el mercado mundial de 22 mil millones de dólares (mdd), con ventas por año superiores a los 35 000 mdd y con una tasa promedio de crecimiento del 12%.²⁴

México ocupa el segundo lugar mundial de consumo per cápita de agua embotellada, lo cual representa una producción de mil 440 millones de

²⁴ UNESCO, 2003, Año internacional del Agua dulce.

garrafones al año, con un consumo per cápita nacional de 0.72 litros por día, lo que significa casi 263 litros al año.²⁵

Es importante señalar, que un negocio con esta magnitud va acompañado de las más variadas estrategias de mercadotecnia y de publicidad para hacer vendible un recurso que carece de olor, sabor y color, y que hasta hace poco se podía obtener con tan sólo abrir una llave de agua en nuestras casas. Muchas marcas le han apostado a este producto y han invertido en variaciones de él, con lo que han incrementado el éxito implícito que genera el agua.

III.2 Efectos

Una vez abordados las principales causas de la crisis, es comprensible el surgimiento de reacciones negativas sobre el ambiente y el entorno hídrico, lo cual afecta directamente el bienestar de todo ser vivo. A continuación se enuncian y explican los principales efectos negativos de la crisis de agua dulce.

III.2.1 Sequías

La sequía provoca efectos devastadores en los países que las sufren. Actualmente, muchos países tienen menos agua de la que necesitan. A principios del próximo siglo, una tercera parte de las naciones tendrá escasez de agua de modo permanente. La primavera es cada vez más pobre como consecuencia de la tala de los bosques y el cambio climático. Los lagos subterráneos, que datan de tiempos prehistóricos, se están agotando con rapidez.

El ser humano considera al suelo, que normalmente llama tierra, como algo muerto, donde puede colocar, acumular o tirar cualquier producto sólido o líquido que ya no le es de utilidad o que sabe que es tóxico. La humanidad

²⁵ La Jornada, 7 de agosto, 2007. La Asociación Mundial del agua embotellada, en su reporte sobre la situación del mercado para 2007, señala un consumo anual per cápita de 54.1 galones, es decir, 204.5 litros al año.

obtiene la mayor cantidad de agua de los ríos, pero casi todos se encuentran inservibles a causa de la contaminación. El agua de mar desalinizada es una fuente potencial, aunque el costo del proceso es diez veces mayor (Palencia, *op.cit.* p.97).

La inercia política agrava la crisis del agua. La crisis mundial del agua cobrará en los próximos años proporciones sin precedentes y aumentará la creciente penuria por falta de agua en las personas que habitan en muchos países subdesarrollados. Los recursos hídricos disminuirán continuamente a causa del crecimiento de la población, de la contaminación y del cambio climático.²⁶

En este sentido, cabe señalar que las sequías, dentro de este mismo parámetro del cambio climático, puede agravar la situación de los suelos y llevar esto hasta un punto de extrema gravedad, convirtiéndose en un problema ya de desertificación²⁷.

El problema de las sequías es muy grave, sobre todo en algunas zonas, la falta de humedad resulta en una fuerte reducción de evaporación y refrigeración del suelo. Científicos dedicados al estudio del clima consideran que a mediados de este siglo los veranos con calor extremo y carencia de lluvia podrían volverse algo común.

Cambios en la humedad del suelo podrían causar su erosión, pérdida de nutrientes e incluso afectar la formación de nubes. Schiermeier reporta nuevas predicciones utilizando modelos climáticos computacionales que muestran un decremento en la humedad del suelo en varias partes del mundo (Schiermeier, 2008).

²⁶ Véase : <http://www.proyectopv.org/1-verdad/escasezagua.htm>

²⁷ Desertificación: Es la degradación de la tierra en regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores, incluso variaciones climáticas y actividades humanas. Ésta es la definición internacional del fenómeno de la desertificación establecida por la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, aprobada en París, el 17 de Junio de 1994 (fecha conmemorada desde entonces como día internacional de lucha contra la desertificación).

En México se visualiza un cambio de cerca del 40 por ciento del promedio anual al comparar la predicción obtenida para 2068-98 vs. 1960-90, afectando varios estados hacia una aridez del suelo, principalmente a Sonora, Chihuahua, Nuevo León y Coahuila. Las expectativas son que los impactos más severos ocurran en las zonas de transición de climas húmedos a secos, como la región del bajío.

Un problema relacionado con la sequía es la escasez de agua potable y salubridad. El uso de agua insalubre es la mayor causa de enfermedad a nivel mundial. Dos millones de personas, la mayoría niños, mueren cada año de enfermedades relacionadas a este problema. Alrededor de 1,200 millones de personas vive en áreas donde no existe suficiente agua para las necesidades de todos.

Marris clasifica diversas áreas del planeta con escasez de agua, siendo de carácter físico (ausencia de agua) y económico (sin los medios para extracción ó distribución). Debido a la falta de recursos económicos que permitan un acceso al agua potable, África es el país mas perjudicado (Marris, 2008).

A su vez, la crisis alimentaria se constituye como uno de los efectos negativos directamente acarreados de la crisis del agua dulce a nivel mundial. Esto se debe principalmente a que, en la escasez de agua, el sector que más se ve afectado es el agrícola, ya que como se vio anteriormente, es el que consume el mayor porcentaje de agua dulce (70% del total mundial).

Ahora bien, al haber crisis en este sector, las cosechas no sólo son pocas sino de mala calidad, y hay que ponderar los productos obtenidos de éstas, de modo, que los que se obtuvieron de buena calidad aumenta inminentemente su precio dado que la demanda es mayor que la oferta, por lo tanto este fenómeno constituye un ciclo de crecientes crisis.

Es importante señalar que, no sólo la escasez de agua produce una crisis alimentaria, otro de los factores que la generan es el aumento en

biocombustibles, cuya materia prima es el maíz, que a su vez es el alimento principal en la canasta básica de muchas regiones en el mundo.

El acceso y manejo del agua es una garantía implícita de seguridad alimenticia, sin estos, las crisis se vuelven un factor creciente cada día, impulsados por otros factores sociales, como el aumento en la población, las privatizaciones y el robo de los recursos hídricos.

Un ejemplo claro de que la crisis alimentaria deviene directamente de la crisis de agua potable en el mundo es el continente africano, en donde estos dos factores se conjugan y traen consigo rezagos, tanto sociales, como económicos y por lo tanto, políticos. Toda esta oleada de crisis se acentúa gracias a que se experimentan bajo el marco del cambio climático.

III.2.2 Enfermedades

Otros problemas muy importantes que se plantean son los de la calidad y la buena administración del agua. Pero sobre todo, La mala calidad del agua es una de las principales causas de las malas condiciones de vida y de los problemas de salud en el mundo.

En 2002, las enfermedades diarreicas y el paludismo acabaron con la vida de 3.100.000 seres humanos aproximadamente. 90% de los fallecidos eran niños menores de cinco años. Se ha estimado que cada año se podría salvar la vida de 1,600.000 personas, si se les ofreciera la posibilidad de acceder a abastecimientos de agua potable e instalaciones sanitarias e higiénicas. Esta calidad está disminuyendo en muchas regiones del mundo.

Las cifras muestran que se está deteriorando rápidamente la diversidad de los ecosistemas y las especies vegetales y animales de agua dulce, con frecuencia a un ritmo más acelerado que en el caso de los ecosistemas terrestres y marinos. El informe destaca que, para funcionar como es debido, el

ciclo hidrológico del que depende nuestra vida necesita un medio ambiente saludable.²⁸

Actualmente, en el mundo hay más de 2,2 millones de personas que mueren cada año debido a enfermedades causadas por el agua potable contaminada y un saneamiento deficiente. Una gran proporción de esas muertes se debe a las enfermedades ocasionadas por el agua. Aproximadamente, un millón de personas muere de malaria cada año y más de 200 millones se ven aquejadas de esquistosomiasis, una dolencia conocida también con el nombre de bilharziasis. Todas estas terribles desgracias, así como los sufrimientos y pérdidas que entrañan, se pueden evitar.

III.2.3 Debilitamiento de la seguridad nacional

Debido a que los suministros de agua dulce son el elemento esencial que permite la supervivencia y el desarrollo, también ha sido motivo de conflictos y disputas; pero a la vez, es una fuente de cooperación entre personas que comparten los recursos del agua.

En la medida que aumenta la demanda del líquido vital, las negociaciones²⁹ sobre la asignación y administración de los recursos del agua se tornan cada vez más comunes y necesarias. Y en este grado, proliferan también los rumores sobre las guerras que pueden avecinarse debido a la falta de los recursos hídricos.

A través de la historia del agua se puede comprender como las civilizaciones llegaron al desarrollo de culturas hídricas muy avanzadas, que permitieron establecer conceptos tales como que “el agua es amiga de la

²⁸ Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Crisis del agua: un problema de gobernabilidad, según el segundo Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. Véase: http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=32057&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

²⁹ International Centre of Water for Food Security, Charles Sturt University, Wagga Wagga, NSW 2678, Australia

comunidad” o, en muchos otros casos, “enemiga de la comunidad”.³⁰ Estas definiciones muestran que, efectivamente, el acceso al agua se ha convertido desde la más remota Antigüedad en una fuente de poder o en la manzana de la discordia que ha originado grandes conflictos.

Por otra parte, si tenemos en cuenta la disponibilidad hoy en día de los recursos hídricos respecto a la población mundial, podremos ver situaciones como las siguientes: Asia tiene el 60% de la población y sólo el 36% del recurso hídrico; Europa posee el 13% de población y el 8% del recurso hídrico; en África vive el 13% de la humanidad y tan sólo se dispone del 11% del agua; en cambio, en América del Norte y Central reside el 8% de la población y ésta disfruta del 15% del recurso hídrico; y, finalmente, América del Sur tiene únicamente el 6% de la población del mundo, pero disfruta del 26% de los recursos hídricos.³¹

Como puede apreciarse, el agua efectivamente fue, es y seguirá siendo una fuente de poder, así como un elemento susceptible de generar conflictos entre países, departamentos, provincias, ciudades, e incluso barrios de la misma población. También es evidente que, gracias al desarrollo del conocimiento en el área de las ciencias del agua, se puede observar con mucha claridad qué continentes están más expuestos a posibles conflictos en función de su elevada población y su disponibilidad del recurso hídrico.

El agua, es sin duda el recurso natural indispensable en el mundo y, por esta naturaleza, se constituye como un recurso geopolíticamente estratégico. El mundo se encuentra en un contexto sumamente alarmante, ya que, como lo hemos visto anteriormente, el consumo de agua sigue disparándose y este, provocara que muchos países, la mayoría, entren en estrés debido a la escasez del recurso hídrico. Esto lo podemos observar en la figura III.1.

³⁰ Véase: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd08/conflictos.pdf>

³¹ Véase : <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd08/conflictos.pdf>

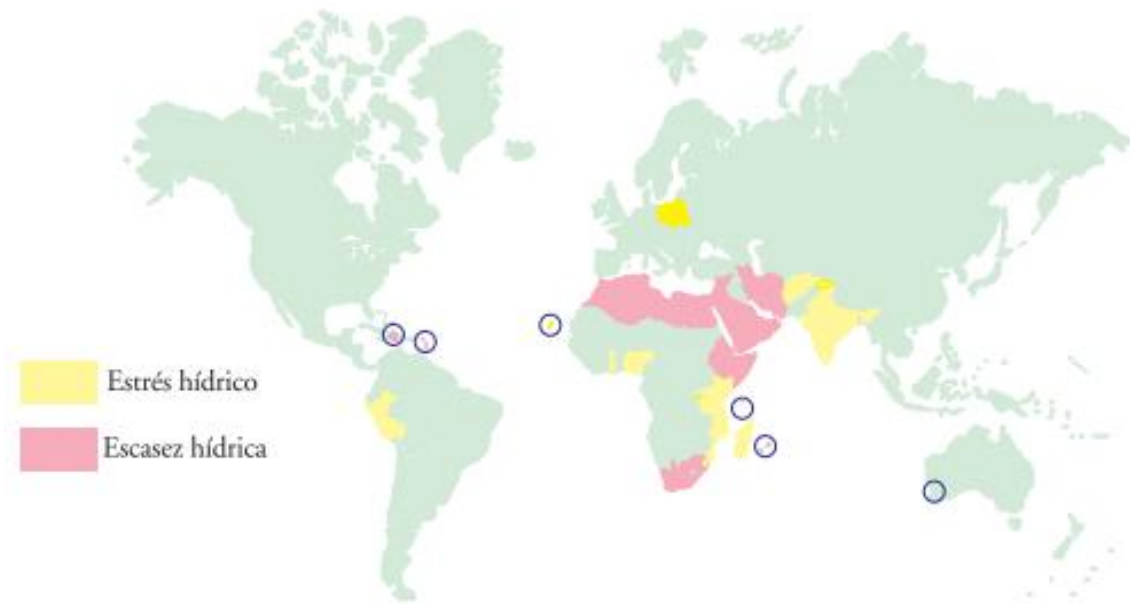


Figura III.1. Proyección de países que experimentarán estrés hídrico en 2025.

Ahora bien, para evaluar la situación actual y prever situaciones futuras se utilizó una herramienta que permite generar escenarios bajo diferentes restricciones en función de tres ámbitos: ciencias naturales (agua), ciencias sociales (población), y la ciencia y la tecnología. Si utilizamos como límite el escenario del año 2025, los resultados más destacados se encuentran en las figuras III.2 y III.3.

	Sin estrés	Estrés bajo	Estrés	Estrés alto
América del Norte	27	280	-	-
Europa Occidental	18	180	300	15
Pacífico	-	25	120	-
Ex URSS	14	200	50	18
Europa Oriental	-	50	16	17
África	100	395	200	27
América Latina	-	360	140	-
Oriente Medio	-	27	138	29
China	-	120	1.200	-
Sudeste asiático	-	480	1.080	-

Tabla III.1 Población en millones, año 1997.

	Sin estrés	Estrés bajo	Estrés	Estrés alto
América del Norte	30	310	-	-
Europa Occidental	18	180	310	14
Pacífico	-	26	122	-
Ex URSS	15	220	52	20
Europa Oriental	-	65	18	20
África	200	810	400	160
América Latina	15	480	200	-
Oriente Medio	-	45	300	40
China	-	700	1.680	-
Sudeste asiático	-	500	1.685	-

Tabla III.2 Población en millones, año 1997.

Dada la información obtenida en los últimos cinco años, se puede afirmar que los conflictos vinculados con el agua se han ubicado principalmente en Oriente Medio. En esta zona se puede decir que viven en una crisis abierta los siguientes países: Siria, Jordania, Israel, Egipto y Yemen; y que existe una crisis latente en: Arabia Saudí, Irak, Kuwait y Libia. Algunos autores han denominado la situación en Oriente Medio como la “bomba de relojería del siglo XXI”.

Estas situaciones de tensión sólo se pueden comprender dentro del ámbito de lo que es una cuenca compartida, donde los recursos hídricos en muchos países de Oriente Medio tienen una dependencia del exterior (de los países vecinos) que en algunos casos llega a más del 50%. Únicamente así se puede explicar lo que dijo Anwar el-Sadat (el presidente asesinado de Egipto): “que sólo volvería a entrar en una guerra con Israel si el motivo de disputa fuese el agua”.³²

Existen hoy en día, bastantes países con estrés hídrico y esto, indudablemente trae a la mente un posible escenario caótico en el que se tendrá que recurrir, a cualquier medio, para obtener el agua vital para la existencia y desarrollo humanos.

Pero sin duda alguna, y sólo como ejemplo de esta severa crisis, sobre todo en las naciones del Oriente Medio, se resalta el caso de Palestina, esta

³² Véase: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd08/conflictos.pdf>

nación está sufriendo una profunda crisis de agua causada, principalmente, por la falta de control en los recursos hídricos palestinos.

En la actualidad, el promedio de consumo per cápita de la población palestina está por debajo del 55% del establecido por la OMS (Bader, 2001). Esto demuestra que el suministro de agua comunal es insuficiente para los estándares internacionales. Reiteramos que los recursos hídricos en el Oriente Medio son escasos, limitados, frágiles y amenazados y, para el caso de Palestina, están ya sobre explotados.

Ahora bien, resulta indispensable mencionar otro tipo de efectos que ponen en riesgo la seguridad nacional como producto de la crisis del agua dulce; nos referimos a la seguridad alimentaria. Este particular problema se torna especialmente preocupante, ya que la política alimentaria debe servir a la humanidad para avanzar y cumplir los objetivos enfocados a erradicar la pobreza y el hambre extremas (Munir, 2010). En concreto, el suministro de agua y la demanda mundiales están potencializando la crisis alimentaria, esto debido a que está directamente relacionado al crecimiento demográfico. Esto en general se constituye como uno más de los desafíos globales que también se le atribuyen al cambio climático.

Capítulo IV. Conflictos por el agua en el mundo y en México

“El único asunto que puede llevar a Egipto nuevamente a la guerra es el agua”

Anuar El Sadat, 1979.

“La única cuestión que volverá a llevar a Jordania a la guerra es el agua”

Rey Hussein de Jordania, 1990.

“La próxima guerra en el Oriente Medio se librará por el agua”

Boutros Ghali, 1985.

IV.1 Conflictos históricos

Históricamente, el agua ha sido un factor determinante e indispensable en el desarrollo de las civilizaciones, aún cuando su existencia es más antigua que la de la misma humanidad. Dado que los asentamientos de las primeras comunidades se llevaron a orillas de ríos y lagos, esto propició un desarrollo más acelerado en las mismas, beneficiando la siembra, la ganadería, los intercambios y en general, el medio que habitaban. Debido a eso, la importancia que el agua cobró fue, desde ese entonces, un motivo de fuerte interés y por lo tanto, de conflictos a nivel sociedad.

Tanto en la antigüedad como en la época moderna, los conflictos en los que se ha visto involucrado el recurso hídrico tienen como común denominador la conflagración de individuos de diversos Estados, regiones o zonas; siempre en busca del mayor desarrollo, principalmente el económico.

La gestión y control del agua no son presididos por la cooperación³³ y menos cuando el conflicto está en función del acceso que se tenga al recurso,

³³ El agua en el mundo: cooperación y conflicto.

ya que en cuestión de agua, lo que más interesa es la supervivencia, por encima de intereses económicos, pero que finalmente derivan en posturas bélicas que amenazan la paz y la seguridad nacional. Porque son valiosos y confieren poder y riqueza, la disputa por los recursos, muchas veces mezclada con antagonismos étnicos, religiosos y tribales, plantea un problema significativo de creciente gravedad para la paz y la estabilidad en muchas regiones del mundo, sobre todo cuando se observa que estos recursos con el paso del tiempo enfrentan un gran problema: su escasez, como es el caso del hídrico, el cual como se sabe, en algunas regiones no es muy alentadora.

Los conflictos surgen, cuando se observa que de las actualmente 260 cuencas fluviales que hay en el mundo, un total de 158 son compartidas por dos o más naciones y son explotadas sin acuerdo de cooperación lo que las convierte en fuentes potenciales de conflicto.³⁴

En un sucinto recuento de los conflictos que ha desencadenado la necesidad del agua, se mencionan las principales regiones en donde se ha hecho presente este fenómeno.

La principal región inmersa en este tipo de conflictos es el Oriente Medio, cuyas tierras albergan una riqueza considerable en cuanto a hidrocarburos, pero en lo que respecta al recurso hídrico la historia es muy diferente.

El agua juega un rol importante en la comprensión de los conflictos y tensiones en el Oriente Medio, esta cuestión ha ocupado un lugar prominente en la reciente literatura sobre la región. La escasez de agua no sólo resulta de la falta de precipitaciones suficientes en algunas partes de la región, sino también del aumento en la demanda y el consumo en las regiones en donde la población crece aceleradamente (Kliot, 1994).

Véase: <http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/esp/itinerarios/agua/agua.htm> Fecha de consulta: 25 de mayo de 2011. Hora: 20:30.

³⁴ World Water Assessment Programme. Resumen Ejecutivo Oficial del Informe de Recursos Hídricos, (WWDR). Banco Mundial, 2001. Washington DC. Véase: http://www.unesco.org/water/facts_figures/agua_industrial.shtml. 7 de junio de 2011.

Por otra parte, la explicación del fenómeno de la escasez, como ya se ha expuesto anteriormente, es producto de la distribución desigual a lo largo de regiones compartidas por algunos países, dificultando tanto su acceso como su control.

Los conflictos originados en el Oriente Medio han sido resultado sobre todo de la tensión en tres zonas estratégicas para el acceso y control del recurso, los ríos Nilo, Tigris-Éufrates y Yarmuk-Jordán.

En el caso del Río Nilo, conocido también como zona de “hidroconflicto” (Domínguez-Cortina y Zelmys, 2005) el principal motivo de la emergencia de conflictos fue y ha sido el control monopolístico gestionado por Egipto sobre la utilización del agua. A pesar de que esta nación es sólo una de las nueve que comparten la cuenca del Nilo, consume cerca del 80% de su agua y conjuntamente con Sudán, consumen el 98.5% (Kliot, 1994). Se puede apreciar la extensión del río en el mapa IV.1.



Figura IV.1 Extensión de la cuenca del río Nilo.

Este río sin duda es un claro escenario en donde las disputas han tenido como protagonista principal al agua, tanto en la antigüedad como más recientemente. El mayor ejemplo de ello se registró en 1979, año en el que el entonces presidente de Egipto, Anuar El Sadat, advirtió abiertamente que la única razón por la cual su país entraría en guerra sería el agua.

En ese entonces, dichas declaraciones tenían como destino a Etiopía, especialmente para su entonces gobernante, quien pretendía construir una presa utilizando los afluentes del Nilo, siempre y cuando el apoyo de la Unión Soviética se lo permitiera, pero ese deseo no se consolidó, ya que a través de medidas coercitivas, los egipcios lograron disuadir esa idea.

A principios de 1990 noventa, en el río Nilo volvieron a darse tensiones en la zona, entre Egipto en contra de Sudán y Etiopía quienes constituyeron la Organización Mixta para el Valle del Nilo Azul, en la cual se estudiarían diferentes proyectos relacionados con infraestructuras, con o sin el visto bueno de Egipto, esta situación nuevamente ponía en riesgo la estabilidad en la zona, y al igual que su antecesor, el presidente egipcio, Mubarak amenazó con una intervención militar.

En julio de 2003, y tras cinco años de negociaciones preliminares, los diez Estados que comprenden la cuenca del Nilo, anunciaron que habían conseguido del Banco Mundial de 3,000 millones de dólares, para desarrollar programas destinados a estudiar la mejor forma de repartir las aguas del río, de esta forma se puede asegurar un mejor y más estable futuro en la zona.

En los argumentos recientes se establece que, un factor que acentuó los conflictos en el Oriente Medio, fue la creciente demanda durante la década pasada por parte de los Estados ecuatoriales, lo cual tensionó más la situación, sobre todo porque estos últimos no podían controlar el suministro directo de fuentes remotas a menos que fuera por la vía militar.

Dentro de la zona africana también se hallan grandes lagos, sobre todo en el Congo, Tanzania, Kenia y Ruanda; zonas estratégicamente ricas en

recursos naturales y sumamente vulnerables a ataques debido a la inmadurez de sus gobiernos (Mbonile, 2003).

En cuanto a la extensión de Tigris-Éufrates, éste sistema es compartido por Turkia, Siria e Irak, mientras que el Tigris también fluye a través de Irán. La naturaleza cambiante, y a menudo turbulenta, de las relaciones políticas entre estos estados vecinos es un factor importante en la comprensión de lo natural d la utilización del agua.

El cauce del río de Eufrates-Tigris (Mapa IV.2) compartido por las tres naciones ya mencionadas, se considera como un lugar en el mundo en donde la guerra podría explotar. Debido a que el crecimiento de la población y el aumento asociado de agua que ésta exige, la asignación de los ríos compartidos genera un alto potencial para los conflictos.



Figura IV.2 La Cuenca del Eufrates – Tigris

En últimos cien años, se han firmado numerosos tratados acerca del río que demuestran que, incluso bajo condiciones difíciles, las soluciones pueden ser alcanzadas. Es importante observar que, históricamente, durante el proceso de la negociación sobre el río de Eufrates, los conflictos han surgido con coaliciones que cambiaban, y los acuerdos se han alcanzado sólo un cierto grado.

El actual patrón del conflicto deriva no solamente de la asignación disputada del agua de Eufrates-Tigris sino por las políticas excepcionales que instrumentalizan el problema sin resolver del agua (Scheumann, 1998).

Para el caso del Yarmuk-Jordán, los conflictos potenciales están en términos de disponibilidad, ya que este río alberga menos agua que los dos anteriores, y más aún cuando sus limitadas aguas fluyen a través de las zonas de mayores conflictos políticos, en particular en Siria, Jordania, Israel y Líbano. Debido a esta conflictiva naturaleza en la región, la cooperación se dificulta entre los Estados vecinos.

El Jordán y sus afluentes como el Yarmuk, proporcionan la mayor parte del consumo de Israel y Jordania y son esenciales para los proyectos de irrigación que emprendieron esas naciones (Lindholm, 2003).

Un ejemplo particular de otro conflicto a causa del recurso hídrico, se presentó en el año 1990 cuando a causa de la presa turca Ataturk, se presentó un enfrentamiento entre Siria e Irak, naciones que tuvieron que cooperar y negociar el reparto de las aguas del río Éufrates, esto por las presiones turcas de acotar en su totalidad el caudal del río durante un mes, con el fin de carga dicha presa. El resultado de ello fue que Siria entregaría el 58% del caudal del río recibido de Turquía (Klare, 2001).

Con lo anterior se observa que Turquía poseía gran influencia y poder sobre el control y acceso del Éufrates, esta condición le bastaría para llevar a cabo la regulación de las aguas, tanto del río Tigris como del Éufrates, y canalizarlas para maximizar la actividad de riego. Ese proyecto fue llamado

“Sureste de Anatolia”. Cabe mencionar que esta disputa data del año 1987, en el cual se pretendió firmar un protocolo que obligaba a Siria a mantener un caudal medio de 500 metros cúbicos, a cambio de eso, esa nación combatiría la guerrilla del Partido de los Trabajadores de Kurdistan en su territorio, pero dicho acuerdo fue rechazado.

Este conflicto aún persiste y es un claro ejemplo de cómo las cuestiones políticas tienen una gran presencia en cualquier disputa en la que se vean involucrados los recursos naturales, en este caso, el agua.

Como ya se mencionó, una cuenca más que está inmersa en esta atmósfera conflictiva en el Oriente Medio, es el Río Jordán, el cual es compartido por Israel, Siria, Palestina, Líbano y Jordania, tal como se observa en el mapa IV.3.



Figura IV.3 Cuenca del Río Jordán.

El problema principal es el conflicto entre Israel y Palestina, conflictos históricamente políticos y geopolíticos, pero muy a pesar de eso, en este caso, los respectivos gobiernos crearon un comité mixto en el marco de los Acuerdos de Oslo, cuyo objetivo fue repartir las aguas de Cisjordania, las cuales abastecen el 25% de las necesidades de agua de Israel. En la actualidad, dicho mecanismo sigue vigente por encima de los conflictos de las fronteras y el terrorismo.

Ahora bien, profundizando en el caso de Palestina, esta nación está experimentando una severa crisis causada principalmente por la falta de control sobre los recursos hídricos palestinos. Actualmente, el consumo promedio de agua por habitante sólo el 50% del estándar mínimo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS por sus siglas en español, o bien, World Health Organization, por sus siglas en inglés, WHO). Las declaraciones anteriores demuestran que el suministro de agua a la población palestina es inadecuado tomando en cuenta los estándares internacionales (Bader, 2000).

Es un hecho que los recursos disponibles en el Oriente Medio son escasos, frágiles y amenazados, además de que ya están explotados, sobre todo en Palestina; aunado a esto, los recursos hídricos in los países de la sub-región (La cuenca del río Jordán) están limitados en términos absolutos, el promedio disponible por habitante es extremadamente bajo (Journal of Hydrology, 2009).

Ahora bien, para continuar el recuento, vale la pena mencionar otras regiones que han padecido el mismo fenómeno. Asia Central se constituye también como un foco de atención dentro del mismo parámetro.

Los conflictos de esta zona han tenido lugar en el Río Amu Darya entre Uzbekistán, Tadjikistán y Turkmenistán; en el río Syr Darya entre Uzbekistán, Kirguistán y Turkmenistán; en la cuenca del Mar Caspio entre Rusia, Kazajastán, Turkmenistán, Irán y Azerbaidjían, y en el Mar de Aral entre Kazajastán y Uzbekistán.

Todos se pueden observar en el mapa IV.4. Cabe mencionar que esa zona se encuentra altamente contaminada limitando la vida que florecía alrededor del Aral y afectando la salud de los habitantes de la región.



Figura IV.4 Localización del Río Amu Darya, Río Syr Darya y Mar de Aral.

Mientras que en Asia Oriental, los conflictos han tenido lugar en el Río Indo, entre China, Afganistán, India y Pakistán (mapa IV.5); estos dos últimos comparten un conflicto de frontera en el que el agua fue el detonante, pero finalmente en el Tratado de las Aguas del Indo, todas las partes se comprometieron a explotar de manera conjunta la cuenca del Indo.

Debido al fracaso de ese acuerdo, en ese mismo año se instauró otro tratado en el cual se dividió la red fluvial en dos sistemas separados, donde la India tendría el control del Ravi, el Beas y el Sutlej y Pakistán tendría el del Indo, Jhelum y Chenab.



Figura IV.5 Cuenca del río Indo.

La situación general en Asia es alarmante, el caso de China no es la excepción en cuya zona, la crisis se acentúa debido al número de habitantes tan elevado que posee. Sobre todo, en 2007, experimentó una crisis que afectó a millones de sus residentes, particularmente a los de la provincia de Wuxi, a causa de contaminación química (Xiao-Jian; 2010). Estos son los factores que agravan la situación y dan lugar a mayores conflictos.

En Australia la superexplotación de los ríos y de las reservas de agua subterránea están concentrando grandes cantidades de sal en la superficie. El intento australiano de desviar el curso de algunos ríos hacia esta zona del país,

provocó un desastre ecológico de carácter irreversible en todo sentido, no sólo para la vida vegetal y animal, sino también para la humana, ya que trajo consigo pérdidas de tierras aptas para la agricultura (Fernández-Jáuregui, 2003).

Un dato que vale la pena subrayar es para el caso del continente africano, éste a pesar de poseer dos enormes acuíferos (reservorios de agua potable mineral subterráneos que se encuentran a partir de distintas profundidades de la superficie), el de Nubia (Sudán) con un volumen de 75,000 kilómetros cúbicos³⁵ y el del Norte del Sahara con 60,000 kilómetros cúbicos, se encuentra en estado crítico en el norte, parte de Somalia, Eritrea, Etiopía y en el sur del continente. Todos sus ríos y lagos están contaminados por la sobreexplotación humana.³⁶

Finalmente, para el caso del continente americano, los conflictos por el agua se han presentado en la conocida Triple Frontera que atraviesa Paraguay, Argentina y Brasil, el caso del Río Paraná e Iguazú (mapa IV.6) y en los Ríos Bravo y Colorado, es decir, la frontera de Estados Unidos con México y en su parte occidental (mapa IV.7).



Figura IV.6 Localización de los Ríos Paraná e Iguazú.

³⁵ Un kilómetro cúbico equivale a un billón de litros de agua.

³⁶ Véase: <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=34102> Fecha de consulta: 18 de mayo de 2011; 18:45 hrs.

Este conflicto entre nuestra nación y EE.UU. inició por la disputa de las aguas de los ríos Colorado y Bravo que delimitan la frontera entre ambas naciones (mapa IV.7). Con el objetivo de poner fin a dicho conflicto, en 1944 se firmó el tratado que estipulaba el compromiso de ambos países de construir infraestructura hidrológica en ambos lados de la frontera y a proporcionar suministros de agua de un país a otro.

El río Colorado abastecería a México y el de conchos, cubriría la cuota que nuestro país tendría que reportar a EE.UU. A pesar de ser ríos cuyos orígenes están en los países donde riegan la mayor parte de sus cauces, se consideran ríos internacionales.



Figura IV.7 Localización de los Ríos Colorado y Bravo.

IV.2 Efectos negativos de la crisis

Dentro de los efectos negativos de los conflictos de la crisis, además de las irremediables pérdidas, tanto humanas como económicas, también pueden presentarse consecuencias de otros tipos, de un corte social sobre todo.

En este apartado se hace alusión a factores de cambios generados por los efectos de la crisis del agua, particularmente a la migración como al impacto social que tiene la escasez del recurso.

Este fenómeno causado por la crisis del agua no es exclusivo de una zona, en realidad se manifiesta en todo el planeta, pero es mayormente acentuado en aquellas regiones en las que la crisis se ha hecho presente con más fuerza.

Por ejemplo, en el caso del continente africano, la migración de la población en busca de mejores fuentes de agua ya se ha constituido como un comportamiento tradicional y se ha ido extendiendo desde hace ya muchos años (Mbonile, 2003).

Como ya se ha mencionado, los principales factores que determinan estos conflictos y por ende, estos fenómenos de movilidad, son los rápidos crecimientos de la población, tanto humana como animal.

La rápida dinámica de la población es el resultado del crecimiento natural y de la migración, lo que conlleva a crear una demanda adicional de agua, tal como lo hacen los sistemas de riego, que permiten que aquellos usuarios con acceso limitado tengan mayor disponibilidad del recurso. Esto con el fin de evitar la rotación de comunidades de un lugar a otro (Mbonile; 2003).

IV.2.1 Geopolítica del agua

La competencia por el recurso hídrico se manifiesta en la necesidad que el ser humano tiene de desarrollar mecanismo que le permitan asegurar el acceso a éste.

La expresión “geopolítica del agua”, cada vez más utilizada, hace referencia, en primer lugar, a las rivalidades políticas en torno a cuencas hidrográficas o a la distribución del caudal de los ríos, o incluso a la explotación de los recursos hidrológicos subterráneos.

Las “zonas hidroconflictivas” pueden derivarse de las repercusiones que la explotación del agua de superficie o de la capa freática por parte de un Estado, puede tener sobre uno o varios Estados. Este tipo de rivalidades, que pueden traducirse en obras o proyectos hidráulicos, no se producen únicamente entre Estados cuyos territorios son atravesados o divididos por un mismo río, sino en el interior de un mismo Estado y entre distintas regiones o grandes ciudades, cada una de las cuales persigue el aprovechamiento de los recursos hídricos procedentes de cuencas hidrográficas más o menos próximas (Lacoste; 2003).

Del mismo modo, una situación conflictiva puede ser el resultado del establecimiento de relaciones comerciales internacionales en materia de agua entre Estados no necesariamente pertenecientes a una misma cuenca hidrográfica (Khader, *op cit*, p.163)

El carácter altamente conflictivo del agua es patente debido a la falta de adecuación entre los recursos y las necesidades presentes y futuras. Una de las principales causas es la referente a la política de la gestión del agua, a menudo negligente, que ha acarreado consecuencias que acentúan el riesgo de escasez en algunos países.

El Agua por su factor de escasez se convierte en un factor geopolítico de poder. Por lo tanto, la geopolítica del agua se puede entender gracias a diversos factores:

1.- Su distribución geográfica y el acceso a esta. Es decir, naciones con mayores reservas de agua, cuentan con la certeza de que su desarrollo económico está asegurado. Pero, aunque naciones como Estados Unidos tengan agua en abundancia, las reservas de agua subterránea se están agotando en muchas zonas. En general, el agua freática se usa a un ritmo 25% más rápido que el de recuperación.

2.- Su explotación. La distribución de las grandes reservas de agua que ofrecen recursos no renovables, está basada tanto en las estructuras geológicas (las grandes cuencas sedimentarias), como por las zonas climáticas (zonas áridas). Las reservas mas importantes a nivel mundial tienen un grado de explotación muy desigual. Los campos de explotación intensiva de agua subterránea están a punto de agotarse, y la velocidad de eso está en función a la localidad.

3.- El agua: recurso estratégico. A manera de ejemplo, el Acuífero Guaraní o Sistema Acuífero Guaraní (SAG), es un recurso de importancia estratégica, que no ha cesado su investigación en cuanto a posibilidades de abastecimiento y desarrollo, además las investigaciones realizadas sobre el mismo son en casi su totalidad, de auditoria extranjera, con participación de organizaciones y países que hoy día afrontan problemas relacionados con el agua. **Hans Morgenthau consideró que los recursos naturales son un factor de relativa estabilidad para las naciones**, aunque tienen una gran influencia en el poder de unas con respecto a otras que no los poseen.

En la actualidad la infinidad del recurso agua ha mutado dicha cualidad pasando a ser limitado. Esto hace que el Acuífero Guaraní se transforme en una fuente de poder y lleva a las preguntas de quien o quienes lo detentan y cuáles son sus consecuencias.

Las Naciones Unidas a través de Dictámenes está estableciendo al agua

como elemento vital para la vida y en consecuencia lo establece como “propiedad de todos” ante casos de emergencia.

La situación hídrica actual de América Latina demuestra que el agua tiene una evidente dimensión geopolítica que se revela de modo más o menos manifiesto según la generosidad de la naturaleza y la disponibilidad tecnológica en un momento dado, al mismo tiempo que genera adaptaciones culturales, históricas y ecológicas muy variadas y complejas y diferentes relaciones y grados de poder en el uso y disfrute de los recursos hídricos a escala local, regional, nacional, continental y mundial.³⁷

4.- Considerar y explotar los recursos hídricos transfronterizos, porque además de garantizar mayor disponibilidad del recurso, también aseguran el territorio.

IV.2.2 Guerra por el agua

Anteriormente las guerra en Oriente Medio eran a causa del petróleo, pero la próxima será por el agua (Boutros, 1985), estas predicciones se han hecho regularmente con referencia a los conflictos que se han suscitado en aquellos ríos que cruzan las fronteras interestatales. Un ejemplo de esto es que más de 200 sistemas fluviales son compartidos por dos o más países, muchos de ellos, tienen historias políticas de conflictos en las cuales el agua ha sido el principal motivo.

La utilización del agua afecta las relaciones dentro y fuera de las naciones; entre poblaciones rurales y urbanas; entre intereses río arriba y río abajo; entre los sectores agrícola, industrial y domestico; y entre las necesidades humanas y los requisitos de un medio ambiente sano. Es por ello que el agua dulce será el motivo de muchas guerras en el mundo por disputarse su acceso y control (Hollebaek *et al*; 1998).

³⁷ Véase: <http://www.slideshare.net/Edllyber/geopolitica-del-agua-3892982> Fecha de consulta: 24 de mayo de 2011, 14:20 hrs.

Este fenómeno no se constituye como nuevo; como ya se sabe, hace 4,500 años las Ciudades-Estados Sumerios de Lagash y Umma negociaron para dar fin a su confrontación por el agua del río Tigris. Desde el año 805 se tienen documentados más de 3,600 tratados en torno al agua en aspectos de navegación, energía eléctrica, pesca, irrigación de cultivos, delimitación de fronteras, accesos a manantiales, etc. Alrededor de 300 de ellos no tienen que ver con navegación y abarcan aspectos relacionados con la cantidad de agua, su calidad y la hidroenergía.

Ahora bien, de esos, muchos se limitan a aspectos relativamente restringidos y no establecen principios para la gestión integrada del recurso en toda la cuenca.

A medida que se va intensificando la presión sobre la utilización del recurso, se puede esperar que se incrementara los conflictos por el agua y que se requiera una mayor cooperación internacional, es aquí en donde los Organismos Internacionales deben exhortar al cumplimiento de los Tratados a favor de esto.

Desde 1820 al año 2000 se han firmado más de 400 acuerdos que consideran al agua un recurso precioso, caro, limitado y finito. De 1948 al 2002 se registraron 1,831 interacciones provocadas por el agua, de las cuales 1,228 fueron de carácter cooperativo que promovieron la firma de 200 tratados de reparto de aguas y la construcción de nuevas represas. Se registraron 507 conflictos de los cuales 37 fueron violentos, 21 con intervenciones militares y 30 han sido protagonizados por Israel y sus vecinos (Postel, 1993).

Hasta la fecha, se han registrado guerras y conflictos de diversa índole en Israel, Jordania, Siria, Palestina, Egipto, Yemen, Irak, Kuwait. En un caso más doméstico, se recuerda que Estados Unidos también le disputa el agua a México y lo hace en la Triple Frontera con Argentina, Uruguay y Paraguay.

De igual modo existen conflictos en las cuencas del Mar de Aral, Jordán, Nilo y Tigris-Eufrates. Pero de seguir la tendencia, se puede afirmar que en un

futuro se presentarán conflictos en torno a los ríos Lempa, Bravo, Ganges, Kunene, Río de la Plata, Mekong, Orange, Senegal, Tumen, Zambeza, Limpopo, Han, Incomati, Usumacinta, Lago Chad, entre otros.

Actualmente se calculan que existen 640 conflictos fuertes por el acceso al agua en todo el mundo.

Existen 261 vertientes que cruzan fronteras políticas de dos o más países los cuales se encuentran en 145 países. Estas cuencas abarcan un 45% de la superficie terrestre del mundo, contienen un 80% del caudal fluvial global y afectan a un 40% de la población mundial. En más del 60% de estas vertientes no existen tratados de cooperación, distribución y conservación del agua.

La distribución geográfica de las 261 vertientes queda de la siguiente manera:

- 80 se encuentran en el Continente Americano donde esta el 14% de la población mundial y el 41% del agua del mundo.

Curiosamente, en algunos de los países con recursos hídricos escasos están muchas de las empresas transnacionales que andan tras la producción de energía hidroeléctrica y la privatización del sector.

Para el año 2025, podría haber una crisis mundial del agua. Entre los 15 países con mayor "estrés de agua" (crisis de agua) están, por orden de importancia: Arabia Saudita, Yemen, Egipto, Israel, Corea del Sur, Irak, Madagascar, España, Irán, Marruecos, Pakistán, Alemania (Siemens), Italia, Sudáfrica y Polonia. Por eso el control por el agua lleva a mayores conflictos bélicos y militarización.

En el Área de Libre Comercio de las Américas (ALCA) el agua se ha convertido en un asunto de seguridad nacional para el gobierno de los Estados Unidos. Las empresas norteamericanas invaden el territorio comprando y

controlando todos los recursos estratégicos con la ayuda de las bases militares de Estados Unidos.

En el informe del Banco Mundial, *Independent Water Entrepreneurs in Latin America- The other private sector in water services* (Proveedores independientes de agua en América Latina - El sector privado alternativo de servicios de agua), ofrece un análisis de las empresas privadas en el sector del agua en América Latina: Argentina, Bolivia, Colombia, Guatemala, Paraguay y Perú. En las ciudades analizadas estas empresas atienden el 25% de la población local.

Las empresas pequeñas cuentan con redes fijas (suministro por tubería) que dan servicios a 14.000 hogares. Sin embargo, en Santa Cruz, Bolivia, las cooperativas de vecinos son las únicas proveedoras de agua potable para el millón de habitantes. Por otra parte, la iniciativa privada en Córdoba, Argentina, da el servicio de agua al 10% y hasta el 15% de la población que equivale a 38,200 hogares.³⁸

³⁸ Véase: <http://www.rebellion.org/noticia.php?id=34102> Fecha de consulta: 18 de mayo de 2011. Hora: 18:45.

Capítulo V. Consecuencias, estrategias de solución y escenarios futuros de la crisis en México

“Generar una cultura por el agua es una obligación conjunta del gobierno y de la sociedad, puesto que los derechos no reemplazan a las responsabilidades de la ciudadanía en el actuar”.

Foro Mundial sobre el agua, México 2006.

V.1 Consecuencias

Indudablemente, la ausencia del agua dulce, se constituye como un detonador de constantes y crecientes conflictos ambientales, sociales y de desarrollo; se convierte, por lo tanto, en un asunto de seguridad nacional e internacional de imperiosa y pronta solución.

A continuación se describe una serie de consecuencias tanto naturales como sociales.

V.1.1 Inundaciones

Históricamente, las inundaciones siempre han sido un fenómeno presente en nuestro país. Se pueden citar varios ejemplos desde tiempos remotos hasta los actuales. Para el primer caso se puede comenzar con lo sucedido durante el reinado de Moctezuma cuando el antiguo Tenochtitlán sufrió la inundación más severa desde su fundación, ante este suceso, Nezahualcóyotl ordenó fabricar una cerca de madera y piedra que pudiera contener la fuerza del agua antes de que llegara a la ciudad, en esta ardua tarea también participaron todos los señoríos cercanos.

Con una longitud de 16 kilómetros, varios de los cuales se construyeron en el agua, y quince metros de ancho, la “albarrada de Netzahualcóyotl” dividió la vasta laguna en dos: "la del oriente, de aguas saladas, que siguió llamándose lago de Texcoco y la occidental, cuyas aguas rodeaban a la metrópoli y se denominó laguna de México, cuyas aguas se volvieron dulces".

Esta construcción sirvió como presa y distribuidora de agua. Después de la construcción del Albarradón, la capital del imperio azteca sufrió escasas inundaciones gracias a la relación de convivencia que guardaba con los lagos y el entorno natural, y las pocas que padecieron fueron atribuidas al error humano.³⁹

Posteriormente, durante el periodo de la conquista, Cortés manda partir dicha Albarrada con el fin facilitar el paso hacia la ciudad azteca y a partir de 1521 dicha construcción quedó inservible. Al lograrse la conquista y pese a las opiniones contrarias, Cortés decide edificar su ciudad sobre la isla de Tenochtitlán sin imaginar las grandes inundaciones que esto y la falta del Albarradón ocasionarían a la capital.

Desde entonces, una serie de inundaciones asolaron a la Ciudad de México debido a lluvias de veinticuatro y hasta treinta y seis horas seguidas, los habitantes de la Nueva España tenían que trasladarse en canoas.

Ya para la etapa del México independiente, la situación prevaleció. El problema del desagüe de la capital no era atendido debido a problemas de pobreza y conflictos políticos, sólo se limitaba a recibir mantenimiento y algunas reparaciones menores. Fue hasta el porfiriato que se logró construir un verdadero desagüe para la Ciudad de México. La obra se basó en el proyecto de Francisco de Garay. El Gran Canal culminaba con una presa que regulaba el paso de las aguas hacia el río Tula. También se llevó a cabo un plan de saneamiento para la capital, con la construcción de una red de alcantarillado, cuyas aguas residuales se arrojaron al Gran Canal. Se adoptó un sistema combinado, que arrojaba aguas pluviales y aguas residuales residenciales e industriales en un mismo conducto. Con el desagüe no sólo se eliminó el peligro de las inundaciones, sino que abatiría las altas tasas de mortalidad que se registraban entre los habitantes del Valle de México.

³⁹ Véase:

http://elombligodelaluna.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=102&Itemid=173 Fecha de consulta: 21 de noviembre de 2011. Hora: 6:17 pm.

Actualmente, las inundaciones se han presentado también en otros estados de la República, tal es el caso de Tabasco y Chiapas del 28 de octubre al 27 de noviembre en el año 2007, esto a causa del crecimiento en los ríos que recorren ambas entidades. Los mayores daños se dieron en la capital tabasqueña, la ciudad de Villa Hermosa y en los municipios del extremo norte de Chiapas.⁴⁰

En el año 2010 alrededor de 658 000 personas resultaron afectadas por las inundaciones en Oaxaca, Veracruz, Nayarit, Guerrero, Tabasco y Chiapas. El presidente de la nación, Felipe Calderón, mencionó al respecto:

"El año pasado hablábamos de que el mes de julio había sido el segundo mes más seco del país en 67 años, y un año después, es el ciclo más lluvioso del que se tenga registro en nuestro país".

Estos registros sólo corresponden a los estragos del cambio climático, el cual, acentúa la crisis del agua, manifestándose ya sea en sequía o en periodos de lluvias atípicas que desembocan en severas inundaciones.

V.1.2 Desertificación

Las sequías -producto de la escasez pronunciada de agua en algunas zonas- y, los efectos negativos de la actividad humana han dado vida a la degradación de la tierra en superficies áridas, semiáridas y subhúmedas secas, lo que se conoce como desertificación.

En otra definición, se precisa que la desertificación no sólo es el avance de los desiertos, sino la degradación persistente de los ecosistemas a causa de la actividad humana y algunas variaciones climáticas. Debido a los daños que

⁴⁰ Véase:

http://elombligodelaluna.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=102&Itemid=173 Fecha de consulta: 21 de noviembre de 2011. Hora: 6:17 pm.

provoca sobre el bienestar humano y el medio ambiente, la desertificación es uno de los mayores desafíos actuales para el desarrollo.⁴¹

La desertificación tiene muchas causas. Los periodos de sequía prolongados pueden ser muy perjudiciales para la tierra. Los conflictos pueden obligar a las personas a trasladarse a zonas ambientalmente frágiles, lo cual causa un exceso de presión sobre la tierra. La minería también puede ser nociva. En los años venideros, el cambio climático acelerará la tasa de desertificación en determinadas zonas, como son las franjas más secas de América Latina.

Por lo mismo, los efectos de este árido fenómeno pueden ser devastadores. La desertificación reduce la resistencia de la tierra a las variaciones climáticas naturales, perturba el ciclo natural del agua y los nutrientes, intensifica la fuerza del viento y de los incendios, hace que los efectos de las tormentas de polvo y la sedimentación de las masas de agua se hagan sentir a miles de kilómetros del lugar donde se originaron los problemas.

El costo de la desertificación es elevado, y no solo en términos económicos. La desertificación es una amenaza para la diversidad biológica. Puede causar episodios de hambruna prolongados en países ya empobrecidos que no pueden soportar un nivel elevado de pérdidas agrícolas. Con frecuencia, las personas pobres de las zonas rurales que dependen de la tierra para sobrevivir se enfrentan al dilema de emigrar o pasar hambre.

Asimismo, también supone un peligro mayor para la seguridad mundial de todos nosotros. Las consecuencias de la escasez de recursos pueden ser guerras, disturbios sociales, inestabilidad política y migraciones. Detener la desertificación es una cuestión de vida o muerte para millones de personas.⁴²

⁴¹ Fondo Internacional del Desarrollo Agrícola (FIDA), Organismo especializado de las Naciones Unidas. Informe sobre “Desertificación”. Agosto de 2010.

⁴² *Idem.* FIDA.

La desertificación no es siempre inevitable. Las actividades humanas que influyen en ella, como el pastoreo excesivo o el desbroce de tierras, pueden contenerse mejorando las prácticas agrícolas y de pastoreo. Es posible prever otros factores, como el aumento de las temperaturas, y tomar iniciativas al respecto. A veces es posible rehabilitar la tierra degradada y restaurar la fertilidad. En muchos casos, los mejores métodos para rehabilitar la tierra consisten en recurrir a los conocimientos tradicionales o indígenas y utilizar técnicas tradicionales de gestión de la tierra. Pero, en ocasiones, las iniciativas de rehabilitación pueden fracasar o acabar teniendo un efecto negativo en los ecosistemas, el bienestar humano y la reducción de la pobreza. Es menos costoso y menos arriesgado limitar los daños antes de que se produzcan.

En lo que respecta particularmente al caso de México, este fenómeno de desertificación ya es grave y afecta dos de cada tres hectáreas, lo que ha provocado menor superficie agrícola y forestal, con una pérdida económica de alrededor de 10 por ciento del producto interno bruto (PIB), a pesar de lo cual no hay ningún programa gubernamental para resolver el problema, advirtieron expertos de la Red Mexicana de Esfuerzos contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales (Riod-Mex) en 2008.⁴³

En ese año había alrededor de 120 millones de hectáreas afectadas por este fenómeno, y las principales causas han sido la pérdida de fertilidad, que se presenta en 18 por ciento del territorio; las erosiones hídricas, en 12 por ciento, y eólica, en 11, así como la salinización en 8 por ciento de las tierras de riego. El 93 % de la degradación de la tierra fue causada por malas técnicas de manejo, como es el caso del sobrepastoreo, aprovechamiento forestal sin planeación, uso inadecuado y excesivo de maquinaria, aplicación de agroquímicos, roturación inadecuada, laboreo excesivo o mala aplicación del riego, por lo que el problema pudiese resolverse con el cambio de formas de utilizar las tierras.⁴⁴

⁴³ La Jornada, "Soslaya el gobierno *grave avance* de la desertificación en México", Sociedad y Justicia, Versión electrónica, 18 de junio de 2008.

⁴⁴ *Idem.* La Jornada.

Un ejemplo muy cercano de la fuerza de la desertificación y las sequías, es la actual crisis alimentaria desatada a causa de la falta de lluvia en el norte de México, específicamente en la Sierra Tarahumara en el estado de Chihuahua. Como se mencionó, la falta de precipitación en esta zona durante el mes de enero de 2012 provocó que los cosechas no se logaran y por lo tanto que la comunidad rarámuri sufriera los estragos de dicho fenómeno. Este es sólo un ejemplo. En el siguiente mapa se observan las zonas del país con mayor grado de desertificación (Figura V.1).



Figura V.1 Desertificación en México.
Fuente: Instituto Nacional de Ecología.

V.1.3 Conflictos de frontera

Además de los conflictos naturales como las inundaciones y la desertificación, existen otros problemas a causa del recurso hídrico; en este caso podemos hacer alusión a los fronterizos. El principal conflicto de frontera que enfrenta México respecto al agua es el ya conocido con Estados Unidos, este conflicto representa un reto tanto político como ambiental.

La región fronteriza que tanto México como el vecino del norte comparten es una de las áreas más estresadas desde el punto de vista ambiental. El suministro de agua es escaso en la medida en que un número cada vez mayor de usuarios domésticos, agricultores e industriales compiten por recursos de aguas superficiales y aguas subterráneas limitadas y, con frecuencia contaminadas (Alfie, 2005).

México y Estados Unidos, no sólo están unidos por lazos económicos, industriales y comerciales, sino también por los ambientales pues los recursos naturales y fundamentalmente el agua los liga de manera determinante.

El agua es el recurso más escaso, frágil y apreciado en la frontera compartida con los estadounidenses, la cantidad de agua en la región es precaria, no sólo por las condiciones naturales de la zona oeste (sequías), sino por la forma en cómo ha impactado la evolución de las ciudades fronterizas: la falta de planeación urbana y el crecimiento económico y de la población, intensifican la escasez del recurso, así como su insalubridad gracias a la contaminación.

Dentro de los principales aspectos ambientales, la contaminación de los mantos freáticos en la región fronteriza es el resultado del crecimiento exponencial de las zonas industriales, pesticidas y residuos, lo que constituye el principal problema en el agua de dicha zona y por ende, pronuncia la escasez del líquido.

Este fenómeno ocurre en gran cantidad de conflictos internacionales, en los cuales, además del factor político, el ambiental tomará mayor fuerza en la medida que se vayan escaseando los recursos, esto pondrá en jaque la nueva geopolítica mundial. La frontera México – Estados Unidos se ubica en este ámbito ya que el agua es un asunto de seguridad nacional para ambas naciones.

Y, ahora bien, ante la escasez, contaminación y constante riesgo que el agua compartida en la frontera representa, este asunto se convierte en un

conflicto político que involucra tanto a instituciones, gobiernos locales, ONG como a otros actores socio políticos de la región y se constituye como una de las grandes arista de la agenda bilateral (Alfie, Idem).

V.2 Estrategias de solución ante la escasez de agua potable

Es momento de proponer las estrategias de solución a la crisis citada, donde se encuentran tanto medidas técnicas como sociales, ya que ambas en conjunto son la clave para que, a partir de ahora, se comience a erradicar este problema no sólo nacional sino mundial.

V.2.1 Medidas técnicas

Las medidas técnicas para efectos de este estudio, son todas aquellas invenciones y/o diseños tecnológicos-industriales que el Gobierno mexicano ha puesto en marcha para poder reutilizar el agua que ya fue usada una vez y/o que fue contaminada. Asimismo aborda aquellas que aún no se usan en el país pero que bien podrían constituirse como una medida que potencialice el fenómeno de saneamiento o purificación del recurso hídrico.

Estas medidas requieren de fuentes de diseño e investigación y de un desarrollo sólido para que su aplicación tenga cada vez un mayor alcance. Por lo tanto, necesitan fuentes de inversión estables y constantes.

Para ejemplificar esto, a continuación se enlista una serie de medidas técnicas, que haciendo uso de la tecnología y la metodología, se constituyen como una opción para contrarrestar la actual crisis hídrica.

V.2.1.1 Tecnologías de purificación, desalinización y tratamiento.

Ante esta escasez del recurso hídrico, existe la necesidad de usar medidas técnicas que permitan purificar o sanear el agua, lo cual pueda brindar la confianza para su posterior uso en diferentes rubros.

A continuación se nombran algunos de los métodos más aceptados para poder utilizar agua purificada y, que por ende, podrían ser implementados en México.

Uno de ellos es el **solvatten**, el cual es una herramienta tecnológica que potabiliza el agua haciendo uso de la energía solar. Este invento patentado por la sueca Petra Wadström se constituye como un método práctico y de uso sencillo. Es un recipiente portátil de forma cuadrada y de color negro con capacidad para 10 litros de agua (Véase figura 4.1), en éste se vierte el líquido no potable y se expone al sol durante tres o cuatro horas para permitir que el calor, la radiación ultravioleta y el filtro de tratamiento esterilicen el agua. Un indicador mostrará cuándo el agua está lista para ser bebida.⁴⁵



Figura V.2 Solvatten, sistema de purificación hídrica.

⁴⁵ Véase: <http://www.ecologiablog.com/post/217/solvatten-purificar-agua-con-energia-solar>
Fecha de consulta: 6 de febrero de 2012. Hora de consulta: 5:24 pm.

Este artefacto se diseñó para su uso en localidades o zonas que no tienen acceso a las condiciones sanitarias necesarias para ingerir o utilizar el agua, sobre todo aquellas en pobreza extrema.

Por su misma naturaleza, el uso de *solvatten* evita que el usuario recurra a la leña para hervir el agua y poder utilizarla, ya que indicadores muestran que se necesita un kilogramo de leña para poder hervir un litro de agua. Con esta medida se combate la deforestación y la desertificación por el consumo de leña como fuente de energía.⁴⁶

Otro de los beneficios que representa el uso de este mecanismo purificador de agua es que, al canalizar los rayos ultravioleta, *solvatten* inactiva los microorganismos que causan la diarrea y enfermedades y, por lo tanto, el agua producto, cumple con los estándares de agua potable establecidos por la OMS.⁴⁷

Cabe señalar que puede ser utilizado hasta dos o tres veces al día, generando un total de hasta 30 litros de agua potable en un ciclo de vida de cinco años.⁴⁸

Solvatten se constituye como una medida viable para ser utilizada en el territorio mexicano, ya que hasta la actualidad no se encuentra registro potencial de éste en el país.

Ahora bien, en cuanto a otra buena práctica en torno, se puede referir al método de **desalinización** o desalación, que aunque de muy alto costo económico, representa una vía potenciabile con el paso del tiempo.

La desalinización es el proceso por el cual el agua de mar puede convertirse en un recurso hídrico perfectamente aprovechable tanto para el

⁴⁶ *Idem.*

⁴⁷ Véase: <http://www.solvatten.se/mexico/aboutaboutsolvatten/about-solvatten/>

Fecha de consulta: 6 de febrero de 2012. Hora de consulta: 5:44 pm.

⁴⁸ *Idem.*

consumo humano, como para el riego y usos industriales.⁴⁹ Para que esto sea posible, es necesario separar del agua las sales contenidas hasta que se llegue a los 0,5 gramos por litro del agua potable, aproximadamente.

Es necesario distinguir entre los diferentes niveles de sales en el agua. Por ejemplo, las aguas finas de manantiales o montañas contienen de 0,2 gramos de sal por litro, mientras que las aguas marinas contienen hasta los 35 gramos. Por su parte, el agua para el consumo humano no debe contener más de 1 gramo por litro ni ser agua destilada.

Ahora bien, la desalación se logra a través de diferentes técnicas tales como: la destilación, la congelación, la evaporación instantánea o la formación de hidratos, aunque actualmente el método más utilizado es el de la **ósmosis inversa**. Una desalinizadora por ósmosis funciona situada en las proximidades del mar, en donde absorbe el agua por medio de tuberías, las cuales la transportan a unos canales donde se limpia de arena e impurezas por medio de filtros y elementos químicos.⁵⁰

Posteriormente comienza el proceso de desalación por ósmosis inversa.⁵¹ (Figura V.3) Una vez finalizado, como producto se obtienen dos tipos de agua: agua salada y agua potable.

⁴⁹ Asociación Española de la Desalación y Reutilización:
Véase: <http://www.aedyr.es/desalacion.php> Fecha de consulta: 6 de febrero de 2012. Hora de consulta: 7:52 pm.

⁵⁰ *Ídem*.

⁵¹ La ósmosis es un fenómeno natural que se produce en las células de los seres vivos, según el cual, dos soluciones de distinta concentración tienden a igualar sus concentraciones de una membrana desde la solución más diluida a la más concentrada hasta alcanzar un equilibrio. La ósmosis inversa consiste en aplicar presión a la solución más concentrada para obtener más cantidad de solución diluida. En este caso, más solución libre de sal. Para hacer esto se necesita una turbobomba capaz de aplicar una gran presión a la membrana que posibilite la separación de sales en los bastidores de membrana, rompiendo los puentes de hidrógeno y reduciendo los cristales de sal.

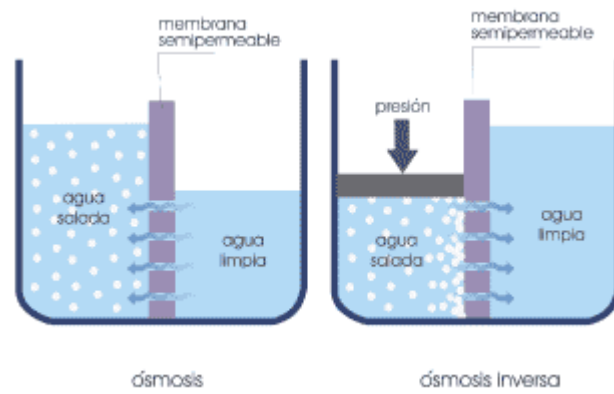


Figura V.3 Proceso de ósmosis inversa para la desalinización.

El agua salada tiene como fin ser devuelta al mar en lugares con mucho movimiento, tales como rompeolas, para que se vuelva a mezclar uniformemente con el agua del mar y evitar que la sal residual provoque daños ecológicos, tal como se muestra en la Figura V.4.

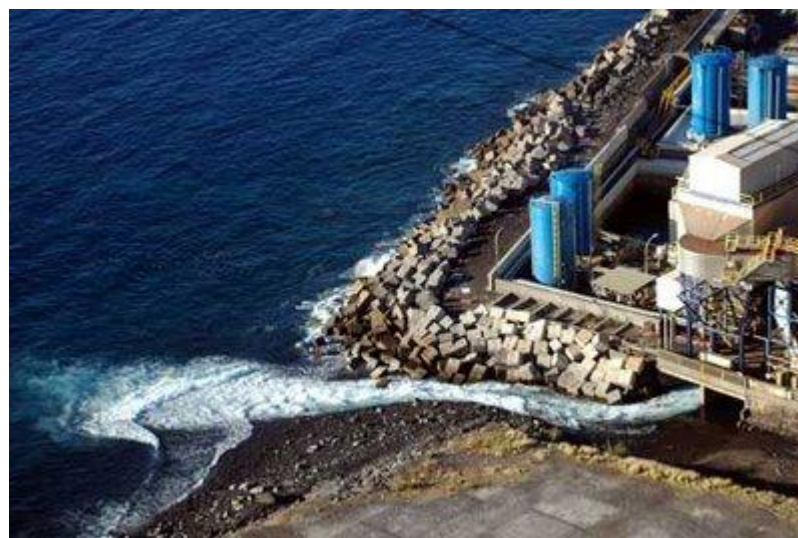


Figura V.4 Proceso de devolución de agua salada al mar por parte de la planta.

El agua potable por su parte, se envía a depósitos de almacenamiento, en donde se le añaden minerales para complementar su calidad y eficiencia según todas las normas de sanidad.⁵²

Se afirma que esta práctica ha resuelto graves problemas derivados por la falta de agua. Actualmente, se producen más de 24 millones de metros cúbicos al día de agua desalada en todo el mundo, lo que sería suficiente para abastecer una población superior a 120 millones de habitantes.⁵³

La geografía de la desalación se extiende por todo el mundo y tiene especial importancia en países como Arabia Saudita, Emiratos Árabes, Estados Unidos y Europa, con especial interés en España, donde desde los años 1970 se viene utilizando, primero en Canarias, pasando después a Baleares, la Península, Ceuta y últimamente Melilla, alcanzando una producción aproximada de 1,200.000 m³/día, correspondiendo 700,000 m³/día a la desalación de agua de mar y el resto de agua salobre (agua subterránea).⁵⁴

Ahora bien, los beneficios de la desalación de agua en cuanto a los usos que de ella pueden hacerse ya en esa condición, son infinitos, así como su disponibilidad. Uno de los beneficios más impactantes es lograr el desarrollo de ciudades o poblaciones donde no hay agua potable, como en las islas del Caribe, islas españolas, Japón, Singapur y los países árabes, o en zonas de baja disponibilidad como Florida y California, en los Estados Unidos, o Baja California, Baja California Sur y Sonora, en México, y en el norte de Chile y Venezuela.

Pero también se pueden precisar los aspectos negativos de este proceso tales como los costos altos en su inversión y los gastos de operación y mantenimiento que, hasta ahora, no son competitivos respecto a los de la extracción en pozos y los del tratamiento de aguas superficiales. Por ello, la

⁵² Asociación Internacional de Desalinización (AID o bien, International Desalination Association, IDA en Inglés). Véase: <http://www.idadesal.org/> Fecha de consulta: 6 de febrero de 2012. Hora de consulta: 8:32 pm.

⁵³ *Ídem.*

⁵⁴ Asociación Española de la Desalación y Reutilización: Véase: <http://www.aedyr.es/desalacion.php> Fecha de consulta: 6 de febrero de 2012. Hora de consulta: 9:00 pm.

desalación se recomienda únicamente cuando no existe otra alternativa más económica para obtener agua potable. Además, se requiere de personal especializado para el manejo del equipo y las refacciones son igualmente costosas.⁵⁵

En cuanto a la desalación en México, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) cuenta con el Inventario Nacional de Desaladoras, el cual señala que en el país existen 320 sitios donde están instaladas las desaladoras, y en éstos hay 435 plantas. Esta infraestructura se halla distribuida en todo el país, mientras que el estado con el mayor número de desaladoras es Quintana Roo, con 124 unidades; le sigue Baja California Sur, con 71. Este último cuenta con la planta municipal más grande del país, en los Cabos, que produce 200 Litros por segundo (L/s) de agua potable (17,280 m³/d) y abastece a una parte de Cabo San Lucas.⁵⁶

La desalación en México está creciendo aceleradamente dado que la tecnología avanza día con día, sólo hace falta difundir esta práctica adecuadamente para que, estados como Sonora y ciudades como Tijuana y la Paz hagan frente a sus serios problemas de disponibilidad de agua y pocas opciones de abastecimiento.

Existen otras técnicas ya utilizadas en el país, pero dadas su pequeña influencia, se consideran sólo de uso regional y/o local. Ejemplo de éstas son: la **captación de agua pluvial**, cuyos estudios son de difícil abordaje por su corta escala; por lo tanto es difícil articular el estudio de esta técnica con el impacto regional de pequeñas infraestructuras.⁵⁷

También se cuenta, en cuestión de saneamiento, con el **tratamiento de aguas residuales**. Estas aguas se consideran en muchos países, no sólo en

⁵⁵ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)

Véase: <http://www.imta.mx/gaceta/anteriores/g06-10-2007/desalacion.html> Fecha de consulta: 11 de febrero de 2012. Hora de consulta: 9:45 pm.

⁵⁶ *Ídem*.

⁵⁷ Comisión Nacional del Agua (2008) Boletín del Archivo Histórico del Agua, *Captación de agua de lluvia*, Año 13, número especial.

Disponible en: http://www.siaqua.org/archivos_adjuntos/documentos/captacion_agua_lluvia.pdf Fecha de consulta: 19 de febrero de 2012. Hora de consulta: 7:10 pm.

México, un problema ambiental, ya que contaminan de manera irracional los ecosistemas en donde son vertidas (lagos, lagunas, ríos, manglares, costas, entre otros), donde afectan primeramente a la flora y fauna y en segundo lugar a los seres humanos ya que muchos de estos lugares se constituyen como una fuente de agua dulce y, por el hecho de ubicarse cerca de poblados, resultan una fuente de infección y contaminación para los habitantes aledaños, además de estar destruyendo el patrimonio natural.

La contaminación de los cuerpos de agua es un serio problema en todas las ciudades de México. Según datos del INEGI, del total de aguas residuales que se generan en México, sólo se trata el 35%, la mayoría de esa agua contaminada llega a ríos, lagos y zonas costeras.

Tomando en cuenta que aproximadamente el 89,2% de la población cuenta con agua potable y el 85,2% con sistema de drenaje, sólo en los centros urbanos las descargas ascienden a 7.63 kilómetros cúbicos anuales, lo que equivale a 242,000 litros por segundo.

Mientras tanto, las aguas residuales que proceden de la industria generan 5.77 kilómetros cúbicos de agua, es decir, 183,000 litros por segundo y, a pesar de que el daño que provocan es mayor, sólo se trata el 15% del total de estas aguas.

Ahora bien, para resolver este problema se han instalado plantas de tratamiento en el territorio mexicano. Tal como se muestra en el **Anexo 1**, en el año 2008 se registraron 1,833 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (las cuales se descargan en el sistema de alcantarillado municipal y urbano) y 2,174 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en operación (éstas son descargadas en los cuerpos receptores de propiedad nacional, como es el caso de la industria autoabastecida).⁵⁸

Mientras tanto, en 2009, el agua residual municipal generada fue de 237.4 m³/s; mientras que el agua residual municipal colectada fue de 209.0 m³/s. La

⁵⁸ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Aguascalientes, Ags., a 22 de marzo de 2011, p. 11.

meta establecida para el año 2012 es tratar el 60% del volumen total de aguas residuales colectadas en los sistemas de alcantarillado.

Para el año 2009, las ya 2,029 plantas municipales en operación dieron tratamiento a 88.1 m³/s, que representaron el 42.1% de los 209 m³/s recolectados en los sistemas de alcantarillado. En ese mismo año, la industria trató 33.7 m³/s de aguas residuales en 2,256 plantas industriales (2,186 en operación).⁵⁹

A pesar de que en los últimos once años el volumen de agua tratada casi se ha triplicado, todavía el 61.7% del caudal recolectado aún es depositado en los cuerpos receptores sin tratamiento alguno. El 22.7% de las plantas de tratamiento en operación se encuentran en Durango, Chihuahua, Sinaloa y Aguascalientes; tendencia desde el año 2000 (Véase **Anexo 1**).

Por su parte, en 2009, las 2,186 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en operación registraron una capacidad instalada de 72.4 m³/s, y trataron un caudal de 36.7 m³/s, el tratamiento más utilizado es el secundario con 1,193 plantas, que consiste en la remoción de materiales orgánicos coloidales y disueltos. El Estado de México, Hidalgo y Nuevo León registran los mayores caudales de agua industrial tratada.⁶⁰

Para el año 2013, se planea echar a andar la planta de tratamiento de aguas residuales más grande del país, ésta tendrá lugar en el municipio de Atotonilco de Tula, en el estado de Hidalgo⁶¹. La Planta de Tratamiento de Aguas (Figura V.5) beneficiará a miles de ciudadanos, y busca mejorar las condiciones sanitarias de la región⁶².

⁵⁹ Anuario del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). México de un vistazo: 2010.

⁶⁰ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Aguascalientes, Ags., a 22 de marzo de 2011, p. 11.

⁶¹ Para profundizar en la información, véase: CONAGUA <http://www.conagua.gob.mx/sustentabilidadhidricadelvalledemexico/ptaratotonilco.aspx> Fecha de consulta: 26 de febrero de 2012. Hora de consulta: 9:49 pm.

⁶² El Universal, 22 de febrero de 2012.



Figura V.5 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Atotonilco en Hidalgo.

Desde el punto de vista de la sustentabilidad, la calidad del agua y el tratamiento del agua residual son importantes para el cuidado de la salud humana y el equilibrio de los ecosistemas. Con esta medida técnica, se ha fortalecido ambas cuestiones, ya que, como se ha visto en este apartado, el tratamiento de aguas residuales en México sigue madurando y mejorando cada año.

Por último, se menciona el método de desinfección del agua más común, el cual permite utilizar el agua para diversas cuestiones, incluyendo el consumo humano; se habla de la **cloración**. En una crisis hídrica que día con día va alcanzando a un mayor número de habitantes, es necesario echar mano de todas las medidas técnicas que permitan hacer un uso eficiente del agua que todavía se tiene en abundancia.

V.2.2 Medidas sociales

Las medidas sociales son aquellas acciones emprendidas desde, por y para la sociedad, teniendo como mayor beneficiario a ésta. En cuestión del cuidado del agua, las medidas sociales se refieren principalmente a la creación de conciencia entre los ciudadanos para respetar y hacer un uso eficiente del recurso hídrico.

Ya sean medidas impuestas desde el sector gubernamental, el privado, educativo, sociedad civil, etcétera; son la clave para erradicar de raíz todos los problemas que existen en torno a la escasez de agua potable en México y en el mundo en general.

Con una cultura sólida de la conservación del agua, los problemas de contaminación y las medidas técnicas para resarcirlos, podrían evitarse o, disminuirse en gran escala ponderándose el cuidado del agua y el respeto a los recursos naturales y medio ambiente.

Cabe resaltar que, a diferencia de las medidas técnicas que requieren fuentes de inversión en grandes dimensiones para poderse diseñar, desarrollar, aplicar y mantener, las medidas sociales, son menos costosas en ese sentido dado que lo que alimenta y mantiene a dichas medidas es el esfuerzo conjunto entre sociedad y gobierno.

A continuación se abordan ejemplos de las medidas sociales a gran escala, nacional e internacional, en pos de una administración correcta del líquido vital.

V.2.2.1 Reuniones de la Comunidad Internacional

En la necesidad de debatir y hallar soluciones que puedan atenuar la crisis hídrica que afecta a numerosas comunidades alrededor del mundo, la comunidad internacional hace hincapié en el poder de la cooperación entre las naciones y se reúnen constantemente en conferencias y foros para estudiar éstos fenómenos y, en conjunto, implementar medidas sociales a nivel mundial con el fin de mitigar cualquier conflicto que amenace la seguridad y la integridad internacional.

Como ejemplos de éstas y éstos se mencionan:

- 1) La Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (CIAMA), celebrada en Dublín, Irlanda, del 26 al 31 de enero de 1992, en donde

expertos comenzaron a considerar crítica la situación de los recursos hídricos en donde los efectos negativos y las medidas para solucionarlos no eran una cuestión a largo plazo, sino que deberían hacerse acciones inmediatas y eficaces para evitar el crecimiento exponencial del problema en puerta.

Fue así como en la CIAMA se inició el llamamiento para que se diera un enfoque radicalmente nuevo a la evaluación, al aprovechamiento y a la gestión de los recursos de agua dulce, lo cual sólo podría conseguirse gracia a un compromiso político y a una participación que abarcara desde las altas esferas del gobierno hasta las comunidades más elementales. Este compromiso habría de apoyarse en inversiones considerables e inmediatas, en campañas de sensibilización, en modificaciones en el campo legislativo e institucional, en el desarrollo de tecnología y en programas de creación de capacidades.

- 2) En la Conferencia de las Naciones Unidas y el Medio Ambiente en Río de Janeiro, Brasil del 3 al 14 de Junio de 1992, se originó el **día Mundial del Agua**, es decir, el día **22 de marzo** de cada año.
- 3) La Semana Mundial del Agua de Estocolmo es una reunión anual en la que se tratan cuestiones urgentes relacionadas con los recursos hídricos. Ejemplos de éstas son:
 - La Semana Mundial del Agua (5 al 10 de septiembre de 2010) que tuvo como principal tema “la calidad del agua” y por ende, las soluciones que deben implementarse para proteger este recurso vital. De igual modo se debatió sobre el papel central del manejo de las aguas usadas en el manejo del desarrollo sustentable.⁶³
 - La Semana Mundial del Agua de Estocolmo (21 al 26 de agosto de 2011) reunió a más de 2,500 expertos y personalidades. Entre los temas tratados, resaltaron los debates acerca de los retos de la

⁶³ Véase: <http://www.diplomatie.gouv.fr/es/accion-de-francia/medioambiente-y-desarrollo/eventos-1320/2010-3900/article/semana-mundial-del-agua-de> Fecha de consulta: 18 de Marzo de 2012. Hora de consulta: 10:30 pm.

urbanización sobre el manejo del recurso acuífero en un contexto en el que se constata el aumento de la demanda y de los conflictos por su uso vinculados al crecimiento demográfico y urbano.⁶⁴

4) La Conferencia sobre el agua en Nairobi, Kenia del 22 de marzo de 2010 fue el encuentro donde expertos de la ONU llamaron a una acción urgente global, pero con el énfasis en inversiones y acciones locales para frenar la elevada contaminación y escasez del agua.⁶⁵

5) Los Foros Mundiales sobre el Agua son encuentros que reúnen a un número muy elevado de participantes y en los cuales se intercambian propuestas y se debate a gran escala. Éstos se realizan cada tres años y tienen lugar en diferentes países del mundo, por ejemplo:

- Marrakech 1997: Fue el primer foro y se realizó en Marruecos con el mandato del Consejo Mundial de Agua de desarrollar una visión a largo plazo sobre el agua, la vida y el medio ambiente para el siglo XXI.
- La Haya 2000: Realizado en los Países Bajos, el II Foro adoptó como una de las metas principales, la reducción a la mitad la proporción de población sin acceso al agua potable para el año 2015.
- Kyoto 2003: Este fue el III del Agua, realizado en Kyoto, Osaka y Shiga, Japón. Contó con 24,000 participantes de más de 170 países. Se adoptó una declaración que subrayó el rol que cumple el agua como fuerza promotora del desarrollo sostenible y se lanzó la carpeta de acciones sobre el Agua.
- México 2006: Del 16 al 22 de marzo se debatió el tema “Acciones locales para un reto global”.

⁶⁴ Véase: <http://www.diplomatie.gouv.fr/es/accion-de-francia/medioambiente-y-desarrollo/eventos-1320/2011-3901/article/semana-mundial-del-agua-de-9476> Fecha de consulta: 18 de Marzo de 2012. Hora de consulta: 11:40 pm.

⁶⁵ ONU Agua. Véase: http://www.unwater.org/discover_es.html Fecha de consulta: 18 de Marzo de 2012. Hora de consulta: 11:56 pm.

- Istambul 2009: Cerca de 25,000 participantes fueron parte del 5to. foro mundial del agua, del 16 al 22 de marzo de 2006, haciendo el evento del agua más grande del mundo.⁶⁶
- Marsella 2012: Sexto y más reciente Foro, reforzó el llamado a implementar acciones locales para que se logre el acceso universal al agua y saneamiento.⁶⁷

Como parte también de los entes internacionales que implementan medidas para dar seguimiento a esta crisis del agua y mitigarla en el mayor sentido posible, encontramos que ONU-Agua, refuerza la coordinación y la coherencia entre las entidades de las Naciones Unidas que abordan cuestiones relativas a todos los aspectos del agua dulce y del saneamiento tales como los recursos hídricos superficiales y subterráneos, la interfaz entre el agua dulce y el agua del mar y las catástrofes naturales relacionadas con el agua.⁶⁸

Para llevar a cabo esta tarea, ONU-Agua pone en marcha programas mundiales como:

1. Programa mundial de evaluación de los recursos hídricos (WWAP). Este programa sintetiza datos y la información recogidos por los miembros de ONU-Agua y otras partes participantes importantes, incluidas las organizaciones no gubernamentales, las universidades, los centros de investigación y los propios países y presenta los resultados en sus Informes trienales sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo.
2. Programa conjunto OMS/UNICEF de monitoreo del abastecimiento del agua y saneamiento. Es el mecanismo oficial del sistema de las Naciones Unidas destinado a realizar el seguimiento de los progresos

⁶⁶ Véase:

http://www.atl.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=669&Itemid=772 Fecha de consulta: 19 de Marzo de 2012. Hora de consulta: 12:25 am.

⁶⁷ Véase:

http://sdpnoticias.com/nota/330054/Cierra_VI_Foro_Mundial_del_Agua_con_llamado_a_accion_es_locales Fecha de consulta: 19 de Marzo de 2012. Hora de consulta: 12:45 am.

⁶⁸ Véase: ONU-Agua. (UN-Water) http://www.unwater.org/discover_es.html Fecha de consulta: 19 de Marzo de 2012. Hora de consulta: 8:36 pm.

mundiales hacia la consecución de los ODM relativos al agua potable y el saneamiento.

3. Programa de ONU-Agua para el desarrollo de la capacidad en el marco del Decenio (UNW-DPC).
4. Programa de ONU-Agua sobre el fomento y comunicación en el marco del Decenio. Éste trabaja en la **elaboración de campañas de comunicación que ilustran los beneficios de una buena gestión de los recursos hídricos para la reducción de la pobreza y fomenta las acciones de puesta en práctica de políticas eficaces sobre el agua.** Este Programa se lanzó en octubre de 2007 y su aplicación corre a cargo de la Oficina de las Naciones Unidas de apoyo al Decenio Internacional para la Acción, "El agua, fuente de vida" 2005-2015. Por su naturaleza, se constituye como el claro ejemplo de una medida social a escala internacional.

Ahora bien, ya se han abordado algunos ejemplos del accionar de la comunidad internacional en la búsqueda de sumar esfuerzos y reeducar a la sociedad para su beneficio propio aplicando una correcta gestión del agua; a continuación se tratan las cuestiones en el ámbito local.

V.2.2.2 Acciones del Gobierno Nacional

Al abordar las acciones del Gobierno Nacional en materia de mitigación a la crisis en el sector hídrico, se debe hacer referencia al máximo organismo nacional en dichas cuestiones, la Comisión Nacional del Agua (Conagua), así como seguir su discurso y analizar las mejores propuestas para el territorio mexicano.

Como está comprobado, hablar de crisis del agua es hablar de crisis ambiental e inevitablemente, del cambio climático. José Luis Luege, Director General de Conagua, menciona que esta dependencia "afrenta el cambio climático con acciones de mitigación de sus efectos en el sector agua y, sobre todo, de adaptación de la comunidad a la nueva realidad hídrica además de

que fomenta el uso eficiente con la tecnificación del riego y de los sistemas de distribución, así como el tratamiento; esto, estableciendo una política de uso eficiente y del cuidado del agua que va en el camino de la sustentabilidad”.⁶⁹

Lo anterior implica la aplicación de una medida social y una cultura ambiental de responsabilidad, para que las medidas técnicas y los mecanismos tecnológicos puedan potencializar sus beneficios para con la sociedad.

De manera puntual, las medidas sociales en este apartado, deben entenderse como aquellas acciones que incidan directamente sobre el bienestar de la sociedad mexicana, así como en su manera de pensar y que por lo tanto, motiven su participación y toma de consciencia sobre la responsabilidad compartida de cuidar y hacer uso eficiente del agua.

Como ejemplo de las medidas implementadas en México, podemos mencionar políticas públicas, campañas y programas que se han establecido con el fin mitigar dicha crisis y como complemento a la eficiencia de las medidas técnicas diseñadas y desarrolladas.

Un claro ejemplo de éstas es el Programa Nacional de Desarrollo 200-2012, en el cual, una de las premisas básicas es la búsqueda del Desarrollo Sustentable, que como ya se sabe, sostiene que todos los mexicanos cuenten con una vida digna sin comprometer el patrimonio de generaciones futuras. Bajo esta condición, el manejo eficiente y la preservación del recurso hídrico cobran un papel fundamental, dada su importancia en el bienestar social, el desarrollo económico y la preservación de la riqueza ecológica de México.

Es por eso que se diseñó el **Programa Nacional Hídrico** el cual es el resultado de las experiencias, reflexiones y conceptos que se manifestaron en el IV Foro Mundial del Agua, celebrado en México y aborda de manera particular los puntos mencionados anteriormente a través de seis capítulos:

1. Introducción y situación actual

⁶⁹ CONAGUA, Véase: <http://www.cna.gob.mx/SalaPrensa.aspx?n1=1004&n2=NotaP>, Fecha de consulta: 24 de Noviembre de 2011. Hora de consulta: 5:40 pm.

2. Proceso de formulación del Programa Nacional Hídrico 2007-2012
3. Objetivos rectores del Sector Hídrico
4. Investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en el Sector Hidráulico
5. México y el contexto internacional
6. Vinculación del Programa Nacional Hídrico 2007-2012 con el Plan Nacional de Desarrollo

Con esto se busca que en todas las comunidades de México se cuente con el recurso hídrico en calidad y cantidad suficiente, se reconozca su valor estratégico, se utilice de manera eficiente y se protejan sus cuerpos, con el fin de garantizar el desarrollo sustentable.⁷⁰ Sin embargo, para que este Plan Nacional Hídrico, pueda alcanzar estos propósitos, se necesitan conjuntamente políticas públicas complementarias en otros sectores, para que la gestión ambiental esté completa y puedan incidir mejor estas medidas, tanto en la sociedad como en el medio ambiente.

V.3 Posibles escenarios futuros en el marco del cambio climático

El futuro del agua dependerá indudablemente de las decisiones que se tomen desde ahora, así como de aquellos factores externos que alterarán el ciclo hidrológico sobre nuestro país. Principalmente el cambio climático será el mayor elemento a considerar.

Pero, de igual manera, existen otros factores que determinarán la disponibilidad de agua en el futuro, éstos son: la población, la eficiencia en el uso del agua, el consumo de agua per cápita, la demanda de alimentos, la eficiencia de la agricultura, las importaciones de alimentos, las extracciones de agua por región, la gestión y políticas públicas, las tarifas, etcétera.

⁷⁰ Plan Nacional Hídrico 2007-2012, Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, p. 21.

A continuación se centran dos escenarios posibles del sector hídrico en México, en los cuales se combinan tanto los aspectos naturales como los antropogénicos. Cabe mencionar que al hablar de escenarios futuros en esta investigación, se está haciendo alusión al año 2025.

Ahora bien, para poder dar pie a los siguientes apartados, es necesario conocer las regiones hídricas del país, ya que se hablará de éstas posteriormente (Figura V.6).



Figura V.6 Regiones hidrológico-administrativas de la República Mexicana.
Fuente: CNA, 2004.

V.3.1 Escenario optimista

Este escenario propone o sugiere la existencia de una política sustentable en el sector hídrico que revierta las tendencias de los últimos años y que garantice el abasto constante y de calidad a la mayoría de las comunidades y así, asegure el desarrollo del país.

Para que esto se efectúe, será necesario que se cumplan las siguientes condiciones:

- Que se duplique el nivel de inversiones actual
- Que se contenga el crecimiento de la demanda de agua
- Que se revierta la sobreexplotación de los acuíferos
- Que se reduzcan los rezagos existentes en materia de agua potable, alcantarillado y saneamiento

Esta serie de factores no incluyen los efectos causados por el cambio climático, es más bien una propuesta que refuerza las medidas sociales de las cuales trata esta investigación, así como constituirse como puntos sobre los cuales el ser humano sí tiene poder e influencia a diferencia de las cuestiones climáticas, que por su naturaleza, no están al alcance del hombre.

De lograrse esto, habría una mejor administración del agua y para el 2025 se habría revertido en un nivel considerable la crisis hídrica en el país.

V.3.2 Escenario pesimista

El escenario pesimista no es otra cosa más que la continuación de la situación actual, es decir, ignorar las numerosas propuestas para erradicar la crisis hídrica y por el contrario, acentuando las acciones negativas antropogénicas que empeorarán la crisis de hoy.

Tomando en cuenta que para el año 2025 la población se habrá duplicado, la demanda y consumo de agua entonces se incrementarán sobre manera, promoviendo una escasez total que cada vez haya menos cantidad para el consumo per cápita. El sector de la población que aumentará más pronunciadamente será el urbano en las metrópolis del país, aunque, como parte de estos eventos, la población también experimentará un ascenso en otras regiones como la Península de Baja California (I) y Río Bravo (VI) para el norte; Lerma Santiago (VIII), Frontera Sur (XI) y Península de Yucatán para el sur. Esto en general tendrá como resultado, un crecimiento esperado de casi 20 millones para los próximos 20 años (Magaña, 2006).

Y, como ya se ha mencionado antes, el incremento en la población hará que la disponibilidad natural del agua por habitante disminuya de 4,547 m³/hab/año en 2003 a 3,822 m³/hab/año en 2025.⁷¹ Esta tendencia se puede observar en la fig. V.7.

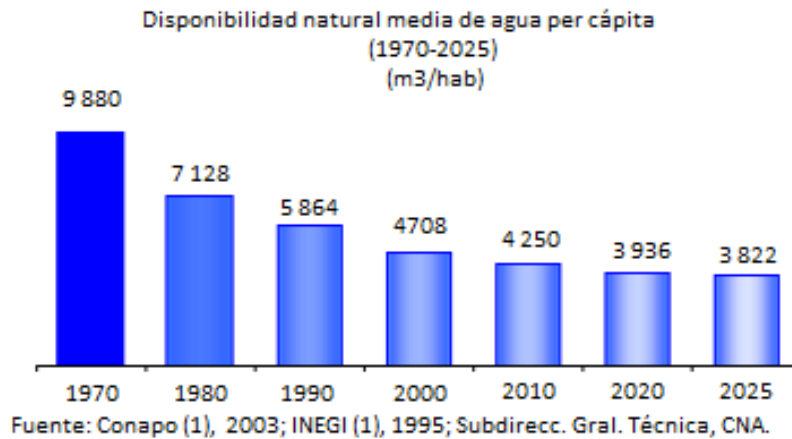


Figura V.7 Disponibilidad de agua per cápita.

Fuente: Magaña, 2006.

Aunque dicha tendencia no es general para todo el país, algunas regiones o zonas experimentarán una reducción mayor en la disponibilidad por habitante, tales son los casos de: la Península de California, la región del Río Bravo, la del Valle de México en donde los niveles de disponibilidad serán inferiores a los 1,000 m³/hab/año aproximadamente.⁷²

Para tener un mayor detalle de la disminución en la disponibilidad del agua por habitante, se muestra la siguiente tabla, en dónde se observan las tendencias por región hidrológico-administrativa (Tabla V.1).

⁷¹ Magaña, V. (2006), *Informe sobre escenarios futuros del sector agua en México bajo cambio climático para las climatologías del 2020, 2050 y 2080*, Centro de Ciencias de la Atmósfera (UNAM), Instituto Nacional de Ecología (INE), México D.F., p.25.

⁷² *Idem.*

Tabla V.1

Proyecciones de la disponibilidad natural media per cápita en el 2003 y 2025					
Región Administrativa		Disponibilidad natural media per cápita 2003 (m³/hab/año)	Clasificación	Disponibilidad natural media per cápita 2025 (m³/hab/año)	Clasificación
I	Península de Baja California	1 336	Muy baja	833	Extremadamente baja
II	Noroeste	3 236	Baja	2 491	Baja
III	Pacífico Norte	6 035	Media	5 496	Media
IV	Balsas	2 713	Baja	2 402	Baja
V	Pacífico Sur	7 963	Media	7 529	Media
VI	Río Bravo	1 324	Muy baja	974	Extremadamente baja
VII	Cuencas Centrales del Norte	1 729	Muy baja	1 605	Muy baja
VII I	Lerma-Santiago-Pacífico	1 962	Muy baja	1 699	Muy baja
IX	Golfo Norte	4 685	Baja	4 200	Baja
X	Golfo Centro	10 604	Alta	9 853	Media
XI	Frontera Sur	24 674	Muy alta	19 758	Alta
XII	Península de Yucatán	8 178	Media	5 671	Media
XII I	Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala	182	Extremadament e baja	156	Extremadamente baja
Total Nacional		4 547	Baja	3 822	Baja

Fuente: Conapo (1), 2003; Subdirección General Técnica. CNA

Estos resultados son respecto al incremento en la población y a la disponibilidad de agua per cápita.

Otros factores que coadyuvarán al escenario pesimista son sin duda los que están relacionados a fenómenos del cambio climático, el inminente ascenso en la temperatura del planeta, la falta de lluvias, el desequilibrado ciclo hidrológico, etcétera.

V.3.3 Otros escenarios a considerar

El IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) maneja escenarios socioeconómicos de cambio climático y los divide en:⁷³

- Escenario: “Mercados Primero” en el que el mundo está controlado por los mercados mundiales cuyos objetivos son definidos principalmente por los países industrializados. En este escenario, las extracciones de agua aumentan aun y cuando se presentan avances tecnológicos.
- Escenario “La Política Primero” en el que se llevan al cabo acciones por los gobiernos con la finalidad de alcanzar objetivos específicos en materia ambiental y social que conllevan a reducciones en las extracciones de agua.
- Escenario: “La Seguridad Primero” que supone un mundo de grandes disparidades, donde la desigualdad y el conflicto prevalecen, resultado de una tensión socioeconómica y ambiental. Este escenario lleva a un aumento en las extracciones de agua.
- Escenario “La sustentabilidad Primero” en un mundo en el que aparece un Nuevo paradigma del desarrollo en respuesta a los retos de sustentabilidad, apoyado por nuevos valores con valores e instituciones con principios de equidad.

Las proyecciones para las próximas décadas indican que bajo los cuatro escenarios socioeconómicos, y de acuerdo a los cuatro criterios para definir regiones con condiciones críticas en el sector agua, México será una de las regiones que requerirá de especial atención, principalmente hacia la zona oeste, noroeste y norte. Quizá los únicos escenarios socioeconómicos que podrían disminuir el deterioro del sector agua futuro son aquellos en que las políticas o la sustentabilidad son priorizados, y en donde el trabajo comienza desde ahora.

⁷³ Véase: <http://www.ipcc.ch/> Fecha de consulta: 20 de Marzo de 2012. Hora de consulta: 11:30 pm.

Conclusiones

Tras haber estudiado y analizado los diferentes temas en torno a la crisis del agua, tanto en México como en el mundo, surgen diversos resultados:

El primero y más importante de ellos, es que a pesar de que el agua sea el líquido esencial para la vida, el ser humano ha sido incapaz de reconocer esta relevancia y no ha hecho un uso eficiente y responsable de él, así como tampoco ha tomado las medidas necesarias para cuidar de su calidad.

El fuerte crecimiento demográfico ha sido uno de los principales factores responsables del aumento en el consumo de agua potable. Está comprobado que en el último siglo, la población mundial se triplicó, mientras que el consumo de agua se ha sextuplicado.

Luego entonces, estos cambios han afectado en gran medida sobre la naturaleza; y principalmente sobre las fuentes de agua superficiales, que son las que albergan agua dulce, por ejemplo, la mitad de los humedales han desaparecido durante el siglo XX, de igual modo, muchos de los ríos ya no llegan a desembocar en el mar como naturalmente debiera de suceder, por lo tanto, aproximadamente un 20% del agua dulce del mundo está en riesgo de cambiar sus características de consumo.

Detrás de los altos volúmenes que se destinan a la agricultura, alrededor del 70% del total de agua dulce, acción que se llega a condenar, está otra necesidad básica que cubrir, la producción de alimentos. Si no se destina la cantidad necesaria a la agricultura, también se pone en riesgo la seguridad alimentaria.

En lo que respecta al agua destinada para la industria, considero que en su totalidad ésta debiera ser agua tratada pero que ya cumplió con los estándares necesarios para considerarse de calidad según la OMS. Esto sin tomar en cuenta el actual negocio de las transnacionales que se dedican a lucrar con el agua, recurso que es un derecho humano.

Al demostrarse que del 100% del agua en el mundo, sólo un 2.5% es agua dulce, y en total sólo el 0.01% es de fácil acceso, las acciones humanas deberían potencializarse para llevar a cabo una buena administración.

Lo anterior, sin tomar en cuenta, que la mayoría de esa agua a la que se tiene fácil acceso, se concentra sólo en algunas regiones, particularmente, en Norteamérica; lo cual, inmediatamente nos sugiere un escenario geopolítico, en el que las naciones de dicha región, se colocan como las más favorecidas y por lo tanto, toman al agua como el recurso estratégico para aumentar sus influencias y poder ante el resto de las naciones que necesitan el líquido; lo anterior en el mejor de los casos, porque está comprobado que el peor de los escenarios sería una guerra por el agua.

La idea anterior toma mayor fuerza cuando consideramos que la población se sigue incrementando a un nivel muy alto. Pero hasta ahora sólo se ha hablado de los factores antropogénicos y su influencia en la crisis.

Es necesario también considerar los factores naturales, como el cambio climático, cuya causa mucho se ha argumentado y que también se bifurca al contener tanto rasgos antropogénicos como geológicos -mismo fenómeno que ocurre con la crisis del agua-; el cambio climático tiene cierta participación en la crisis del agua; ya que a medida que aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), se provoca un incremento en la temperatura media global aproximado de 1.4 a 5.8 °C, según datos del PNUMA, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el IPCC.

Estas cifras quieren decir que el cambio climático aumentará en un 20% la escasez del agua mundial.

Todo lo anterior apunta a que, efectivamente, el escenario más posible es el pesimista, el cual, como se menciona en el capítulo cinco, no es más que otra cosa que la continuación de lo que está sucediendo actualmente, pero con un aumento considerable en la población y en la demanda de agua potable.

Ahora bien, tratando específicamente el caso de México, el país experimenta una tensión hídrica moderada, de los 653 cuerpos de agua subterránea que existen en el país, 104 están sometidos a sobreexplotación, de continuar como hasta ahora, el estrés hídrico puede agravarse y más aun teniendo un territorio tan dividido en cuestiones de acceso al agua potable.

Ejemplo claro de lo anterior es que gran parte de la zona norte del país se está viendo afectada por los aumentos de temperatura y la disminución en la recarga natural de los acuíferos y su sobreexplotación generarán un grado de presión crítico sobre el recurso durante algunas décadas.

La recomendación para el caso de México es seguir invirtiendo tanto en investigación científica-tecnológica como en el desarrollo y aplicación de esas propuestas con el fin de recuperar sus acuíferos.

Es imperioso echar mano de las medidas técnicas, ya que en el punto en el que nos encontramos no sólo demanda una clase de solución, sino que requiere combinar tanto el ámbito técnico como el social, para que las soluciones sean integrales y mientras se apliquen las cuestiones técnicas, se refuercen las sociales, que se diseñen políticas públicas de calidad y con miras hacia el futuro, las cuales sean refrendadas sexenio tras sexenio, igualmente, que se sigan implementando programas sociales y campañas enfocadas a crear una cultura y conciencia sobre la importancia del cuidado del agua.

Existen muchísimos escenarios posibles sobre el futuro del agua en México y en el mundo, pero del mismo modo, existen muchas propuestas de solución que pueden implementarse, aunque considero que la clave para iniciar a revertir la crisis hídrica radica en desarrollar y aplicar una correcta gestión del agua, para que la administración de ésta sea cada vez más lógica, ya que si bien no se puede luchar contra la distribución tan desigual del agua en el mundo, sí se puede llevar un cuidado y administración correctos, que finalmente incidan en el fortalecimiento del Desarrollo Sustentable, no sólo del

agua, sino del resto de los recursos que necesitan del líquido para su crecimiento y reproducción.

Es así, como finalizó este trabajo de tesis y considero que tanto el objetivo como la tesis se cumplen, siempre y cuando en la sociedad haya un cambio de consciencia sobre la importancia de los recursos naturales en la vida y desarrollo humanos.

Referencias

- Ahmad Abu Zahra B., 2000; *Water crisis en Palestine*, Desalination, 136 (2001), 93-99.
- Ahumada G. y Monroy A., 2002, *El libro verde: Ecología cero para una nueva sociedad en un mundo sustentable*. UNAM, FES Zaragoza. México, D.F. 50 pp.
- Alfie, M., 2005; *El agua en la frontera México-Estados Unidos: reto político-ambiental*. Asociación Venezolana de Sociología, Espacio Abierto, abril-junio, año/vol. 14, número 002, pp.215-238.
- Ayeb H., 2001, *Agua y Poder Geopolítico de los recursos hidráulicos en el Oriente Próximo*. Tr. José Miguel Marcén. Ediciones Bellaterra, Barcelona, p.13.
- Bader. A.; 2001, *La crisis de agua en Palestina*;_Ministry of planning and International cooperation; Science Direct. 21 de Junio de 2001.
- Barlow M. y Clarke T., 2004; *Oro azul: Las multinacionales y el robo organizado de agua en el mundo*. Tr. Isidro Arias. Paidós, Barcelona, 23-24.
- Clarke T., 2005, *Inside the bottle. An exposé of the bottled water industry*, A Polaris Institute report, Ottawa.
- Castro F., 2006, *La geopolítica de la cuenca del río Éufrates. Uso, control y distribución del agua*. Tesis de Licenciatura en Relaciones Internacionales, FCPyS, UNAM, p. 21.
- Centro de Noticias de la Organización de Naciones Unidas.
- Comisión Nacional del Agua, 2008, Boletín del Archivo Histórico del Agua, *Captación de agua de lluvia*, Año 13, número especial.
- Davie T., 2008, *Fundamentals of hydrology*. 2ª. Ed., Routledge, Gran Bretaña, p. 14-15.
- Domínguez C., 2005; *Conflicto por el agua en el Machrek, en* <http://www.sodepaz.org/Cooperacion/seminario/agua.htm>
- Domínguez E., 2004, *El control y escasez del agua: un tema de seguridad nacional y fuente de conflictos internacionales en el Cercano Oriente como un caso en particular*. Tesis de Relaciones Internacionales, FCPyS, UNAM, p.20.
- Educación Ambiental, desde Río hacia las sociedades sustentables y de responsabilidad global, 1992, Coedición Grupo de Estudios Ambientales, A.C. y Fundación Friedrich Ebert. México, D.F. 39 pp.

Energía, Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, 1992, Memoria. Coedición ENEP Acatlán, UNAM y Fundación Friedrich Ebert. México, D.F. 190 pp.

Fernández-Jáuregui A, 2003, *El agua como fuente de conflictos*, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO; 16 p.

Fitts C., 2002, *Groundwater Science*. 1ª Ed. Harbound, Academic Press, University of Southern Maine, Gorham, USA. 450 p.

Fuentes E., 2000, *Fundamentos de Geohidrología*. Tesis de Ingeniería Civil. ENEP Acatlán, UNAM, p. 137.

Hollebaek Tosest H. P., Gleditsch N.P., Hegre H., 1998, *Shared rivers and interstate conflict*, *Political Geography*, 19 (2000), 971-996.

Instituto Nacional de Ecología, 2002, *Potencial de recarga de acuíferos y estabilización de ciclos hídricos en áreas forestadas*, Planeación, Desarrollo y Recuperación Ambiental, p. 62 y 63.

http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/recarga_acuiferos_est.pdf

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)

Integrated water resources management (Administración integral del recurso hídrico). International Centre of Water for Food Security, Charles Sturt University, Wagga Wagga, NSW 2678, Australia

Journal of Hydrology, 2009, *Confronting water in an Israeli-Palestinian peace agreement*; *Journal of Hydrology*, 382 (2010), 103-114.

Jury W. y Veux H., 2008, *La emergente crisis mundial del agua, la escasez de gestión y los conflictos entre los usuarios*; Department of Environmental Sciences, University of California, Riverside, California 92521; Department of Agriculture and Natural Resources, University of California, Berkeley, California 94720.

Khader B., 1994, *La geopolítica del agua en el Mediterráneo*; en *Política Exterior*, Volumen VIII, No. 39, Madrid, junio-julio, p. 163.

Klare, M., 2001, *Guerras por los recursos, El escenario del conflicto global*, J.A Bravo, Edit Urano Tendencias, Pág 221.

Kliot N., 1994, *Water resources and conflict in the Middle East*, Routledge, London, 309 pp.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente., 2001, Colección Porrúa. 16ava. edición. Editorial Porrúa. México. 784 pp.

Lindholm H., 2003, "Water and the Arab-Israeli conflict", en Ohisson (comp.), *Hydropolitics*, p.58.

Magaña, V., 2006, *Informe sobre escenarios futuros del sector agua en México bajo cambio climático para las climatologías del 2020, 2050 y 2080*, Centro de Ciencias de la Atmósfera (UNAM), Instituto Nacional de Ecología (INE), México D.F., p.21.

Marris, E.,2008. *More Crop per Drop*, *Nature*, vol. 452:20, p. 273-277.

Mbonile M., 2003, *Migration an intensification of water conflicts in the Pangani Basin, Tanzania*, *Habitat International*, 29 (2005), 41-47.

Munir H. y M. Ejaz Qureshi; 2010, *La crisis mundial del agua potable y la seguridad alimentaria en un futuro inmerso en la era del cambio climático*; International Centre of water, for food, Security, Charles Sturt University, Australia; Fenner School and enviroment and society, The Australian National University, Canberra, Australia.

Ojeda B, et al; 2007, *Uso de sistemas de información espacial para mejorar la gestión del agua en México*; Comisión Nacional de Agua.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. *Crisis del agua: un problema de gobernabilidad, según el segundo Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*.

Palencia E., 2005, *Del uso al abuso de los recursos naturales*; 1ª. Edición; Instituto de Investigaciones Económica y Social Lucas Alamán, A. C.; México; 2005; 164 p.

Peña G., 2009, *Una revisión crítica de la crisis de agua en México*. Tesis de Doctorado en Geografía, Fac. de Filosofía y Letra, Posgrado de Geografía.UNAM, p. 60.

Plan Nacional Hídrico 2007-2012.

Postel S., 1993, *El último oasis; como enfrentar la escasez de agua*; 1ª. Edición; Ed. Apostrofe, 192 p.

Scheumann-Schiffler,, 1998, *Water in the Middle East*, pp.112.

Schiermeier, Q., 2008, *A Long Dry Summer*, *Nature*, vol. 452:20, p. 270-273.

Vizzuett R., 2007,. *El oro azul. No sólo por petróleo mata el hombre. Conflictos por cuencas compartidas, estudio de caso: el caso árabe-israelí, el caso México.E.U.A y el caso Indo-pakistaní*. Tesis de Licenciatura en Relaciones Internacionales, FES Acatlán, UNAM, p. 55.

World Developmente Movement. Abril de 2010.

Xiao-jian Zhang et al; 2010, *The 2007 Water crisis en Wuxi, China : Analysis of the origin* ; Journal of Hazardous Materials; 130-135.

Fuentes electrónicas

La Jornada en la ciencia. Véase:

<http://ciencias.jornada.com.mx/ciencias/investigacion/ciencias-de-la-tierra/investigacion/el-agua>

http://portal.unesco.org/es/ev.phpURL_ID=32057&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd08/conflictos.pdf>

<http://www.proyectopv.org/1-verdad/escasezaagua.htm>

<http://www.jornada.unam.mx/2004/03/25/024n1eco.php?origen=economia.php&fly=1%20>

<http://www.un.org/spanish/News/fullstorynews.asp?newsID=18853&criteria1=agua&criteria2=Asamblea>

<http://e-mexico.gob.mx/documents/29736/73320/Foro-mundial-juvenil-del-agua.pdf>

<http://www.ecojoven.com/tres/10/acuiferos.html>

<http://www.hiperactivos.com/agua.shtml>

Asociación Española de la Desalación y Reutilización: <http://www.aedyr.es/>

Asociación Internacional de Desalinización (AID o bien, International Desalination Association, IDA en Inglés): <http://www.idadesal.org/>

<http://www.diplomatie.gouv.fr/es/accion-de-francia/medioambiente-y-desarrollo/eventos-1320/2011-3901/article/semana-mundial-del-agua-de-9476>

ANEXO 1. Plantas de tratamiento INEGI 2000 – 2008.

Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Estados Unidos Mexicanos	1,018.00	1,132.00	1,242.00	1,360.00	1,481.00	1,666.00	1,593.00	1,710.00	1,833.00
Aguascalientes	93	90	91	92	98	104	101	108	115
Baja California	13	13	15	24	25	26	28	25	27
Baja California Sur	15	16	16	17	17	17	16	16	18
Campeche	9	13	12	12	10	11	10	10	13
Coahuila de Zaragoza	15	16	15	16	16	17	13	20	21
Colima	31	53	44	49	50	51	47	50	57
Chiapas	15	15	16	17	17	21	11	24	24
Chihuahua	36	33	58	62	74	101	116	119	119
Distrito Federal	18	21	28	30	30	31	30	27	27
Durango	57	67	89	104	117	126	138	165	167
Guanajuato	20	20	22	22	24	32	36	36	60
Guerrero	15	24	25	25	26	33	33	35	40
Hidalgo	5	10	11	12	12	12	8	12	13
Jalisco	71	87	85	96	96	108	95	96	96
México	45	45	59	77	77	92	78	75	78
Michoacán de Ocampo	16	18	20	21	24	25	21	25	25
Morelos	30	30	30	29	33	33	22	27	32
Nayarit	51	56	56	62	62	65	59	60	63
Nuevo León	42	53	55	60	61	68	61	61	61
Oaxaca	30	34	45	51	59	66	56	65	66
Puebla	22	25	32	35	38	71	82	67	69
Querétaro	45	47	52	55	55	64	63	63	67
Quintana Roo	16	17	14	13	20	25	29	29	29
San Luis Potosí	15	12	6	7	10	11	12	19	21
Sinaloa	16	43	48	57	75	83	107	120	136
Sonora	75	76	75	78	78	78	66	66	76
Tabasco	32	32	39	39	61	65	60	70	72
Tamaulipas	22	22	22	22	22	29	33	33	39
Tlaxcala	33	45	47	47	48	51	39	52	52
Veracruz de Ignacio de	77	77	91	99	112	116	86	87	92
Yucatán	9	10	11	13	13	13	12	13	13
Zacatecas	29	12	13	17	21	21	25	35	45

Fuente : SEMARNAT. CONAGUA. Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (varios años). México, D.F., 2009.

Nota : Las sumas de los parciales no coinciden con los totales debido a que así lo publicó la fuente.

Fecha de actualización: Viernes 23 de julio de 2010.

Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Estados Unidos Mexicanos	1,479.00	1,485.00	1,527.00	1,640.00	1,875.00	1,906.00	1,974.00	2,110.00	2,174.00
Aguascalientes	24	24	24	24	24	24	46	46	54
Baja California	181	181	181	174	180	180	187	175	180
Baja California Sur	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Campeche	46	46	46	29	29	35	33	51	51
Coahuila de Zaragoza	53	53	13	73	72	63	65	70	66
Colima	10	10	22	10	10	10	10	8	10
Chiapas	13	13	56	13	12	12	19	19	37
Chihuahua	22	22	10	22	22	22	21	21	21
Distrito Federal	1	1	3	3	3	15	15	124	121
Durango	18	18	18	21	40	35	38	35	35
Guanajuato	56	56	56	56	56	56	45	45	45
Guerrero	8	8	8	8	8	8	8	8	9
Hidalgo	43	43	47	42	44	36	42	43	47
Jalisco	54	54	54	54	54	54	47	33	34
México	110	110	127	176	238	256	254	297	321
Michoacán de Ocampo	35	35	35	36	36	36	37	46	51
Morelos	67	67	67	67	83	81	81	93	96
Nayarit	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Nuevo León	21	21	21	84	83	83	84	84	94
Oaxaca	13	13	13	13	13	13	13	13	15
Puebla	106	106	106	106	108	108	107	106	105
Querétaro	84	90	90	89	131	131	110	128	107
Quintana Roo	2	2	2	2	2	2	2	2	2
San Luis Potosí	58	58	58	63	61	72	77	82	80
Sinaloa	20	20	25	33	73	73	77	44	49
Sonora	18	18	19	18	18	18	28	23	23
Tabasco	66	66	66	66	66	66	108	108	115
Tamaulipas	39	39	38	41	47	48	50	50	49
Tlaxcala	70	70	70	70	109	109	110	112	110
Veracruz de Ignacio de	151	151	158	153	159	166	166	166	165
Yucatán	68	68	72	72	72	72	72	57	57
Zacatecas	8	8	8	8	8	8	8	7	10

Fuente : SEMARNAT. CONAGUA. Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (varios años). México, D.F., 2009.

Nota : Las sumas de los parciales no coinciden con los totales debido a que así lo publicó la fuente.

Fecha de actualización: Viernes 23 de julio de 2010.

Capacidad instalada (litros por segundo) de aguas residuales municipales

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2000
Estados Unidos Mexicanos	75,952.70	80,624.00	85,042.60	89,585.00	92,675.00	101,348.70	99,764.20	106,266.70	113,024.00	41,537.00
Aguascalientes	2,516.30	2,725.00	2,731.40	2,751.40	2,981.60	3,088.20	3,722.70	3,909.50	4,232.50	196
Baja California	4,432.00	4,432.00	4,437.10	5,544.10	5,625.60	5,635.20	6,411.70	6,515.10	6,985.10	1,000.00
Baja California Sur	998.5	1,002.00	1,102.00	1,125.20	1,125.20	1,125.20	1,105.20	1,195.20	1,202.50	190
Campeche	110.6	135	132	132	126	131	81.5	81.5	101.5	66
Coahuila de Zaragoza	1,523.50	798	1,488.50	3,453.50	3,392.50	3,408.50	3,463.00	3,766.50	4,966.50	1,027.00
Colima	532.1	545	584	680	695.5	705.5	685.5	1,440.20	1,541.00	467
Chiapas	867.2	1,564.00	793.6	899.6	1,299.60	1,468.10	1,109.20	1,508.90	1,508.90	687
Chihuahua	5,039.50	5,124.00	5,137.10	5,142.00	5,205.50	7,757.80	7,976.20	8,715.00	8,717.60	663
Distrito Federal	5,632.50	6,278.00	7,032.00	6,809.00	6,809.00	6,823.00	6,543.00	6,480.50	6,480.50	23
Durango	3,184.00	3,312.00	3,450.40	3,451.50	3,368.40	3,374.50	3,465.70	3,525.40	3,550.90	452
Guanajuato	3,991.00	3,978.00	4,278.00	4,278.00	4,303.00	4,836.00	4,928.50	5,739.50	5,790.40	535
Guerrero	2,304.00	2,836.00	2,861.00	2,861.00	2,891.00	3,211.00	3,211.00	1,937.80	2,001.30	47
Hidalgo	47.9	87	102.4	107.4	107.4	107.4	56.5	215.5	325.5	1,623.00
Jalisco	3,293.00	2,855.00	2,979.30	3,284.80	3,217.80	3,535.30	3,421.50	3,766.50	3,766.50	371
México	6,658.80	6,600.00	6,821.50	7,093.60	7,093.60	7,443.60	7,295.20	7,221.20	7,090.20	446
Michoacán de Ocampo	1,925.00	1,911.00	2,025.00	2,246.00	2,520.00	2,586.00	1,529.00	3,518.00	3,557.00	2,179.00
Morelos	1,628.90	1,629.00	1,628.90	1,378.90	1,401.40	1,401.40	1,253.20	1,333.20	1,603.20	851
Nayarit	1,702.90	1,787.00	1,787.90	1,956.40	1,956.40	2,021.60	1,899.60	1,962.60	2,028.60	163
Nuevo León	11,354.00	12,187.00	12,247.00	12,353.00	12,819.00	13,189.00	13,091.00	13,091.00	13,244.00	3,255.00
Oaxaca	578	595	865.4	891.5	937.3	973.7	868	910.3	1,510.30	1,095.00
Puebla	617.3	1,009.00	3,188.20	3,196.50	3,208.80	3,428.80	3,116.60	3,019.60	3,023.20	601
Querétaro	899.5	912	922	961	961	986.5	1,001.00	1,108.00	1,119.50	960
Quintana Roo	1,480.00	1,579.00	1,536.00	1,496.00	1,880.50	2,050.50	2,076.50	2,076.50	2,076.50	11
San Luis Potosí	1,011.00	926	820	820	837	1,887.00	1,987.40	2,102.20	2,124.50	855
Sinaloa	1,008.00	2,886.00	3,010.40	3,071.30	3,368.30	4,447.80	4,794.10	5,022.30	5,281.10	341
Sonora	3,711.70	3,787.00	3,633.60	3,933.60	3,933.60	3,933.60	3,750.40	4,193.90	4,447.20	303
Tabasco	1,131.00	1,131.00	1,195.50	1,195.50	1,405.00	1,560.00	1,462.00	1,814.00	1,850.00	430
Tamaulipas	2,346.00	2,671.00	2,671.00	2,687.00	2,687.00	3,452.00	3,435.80	3,625.80	5,613.90	1,152.00
Tlaxcala	864.2	1,020.00	1,047.30	1,038.80	1,176.80	1,182.40	1,030.30	1,232.40	1,232.40	276
Veracruz de Ignacio de	3,954.00	3,997.00	4,173.80	4,376.20	4,882.80	5,139.80	4,530.60	4,680.60	5,427.60	20,990.00
Yucatán	344.5	145	169.5	171.5	171.5	171.5	76.5	77.5	78.5	124
Zacatecas	265.8	181	190.8	199	286.7	286.7	385.9	480.6	545.6	158

Fuente : SEMARNAT. CONAGUA. Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (varios años). México, D.F., 2009.

Nota : Las sumas de los parciales no coinciden con los totales debido a que así lo publicó la fuente.

Fecha de actualización: Viernes 23 de julio de 2010.

Capacidad instalada (litros por segundo) de aguas residuales industriales

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Estados Unidos Mexicanos	41,537.00	41,900.10	34,305.00	35,988.00	37,717.00	40,223.10	42,233.20	44,785.50	56,746.60
Aguascalientes	196	197.7	198	198	198	197.7	203.8	227.7	260.7
Baja California	1,000.00	1,000.10	1,000.00	324	397	397.3	452.8	445	672.6
Baja California Sur	190	189.7	190	190	8	8.2	8.2	8.2	8.2
Campeche	66	66.2	66	43	57	78.1	77	498.3	498.3
Coahuila de Zaragoza	1,027.00	1,027.00	687	1,084.00	935	849.9	861.1	951.8	881.1
Colima	467	467	663	467	467	467	467	435	467
Chiapas	687	687	1,057.00	687	687	687.1	687.7	687.7	7,365.50
Chihuahua	663	663	467	663	663	663.3	662.8	662.8	662.8
Distrito Federal	23	23	31	31	31	41.7	41.7	417.7	396.8
Durango	452	451.6	452	548	743	710.1	755.2	679.4	677.1
Guanajuato	535	535	535	535	535	535.2	397.8	397.8	397.8
Guerrero	47	47	47	47	47	47.2	47.2	47.2	55.2
Hidalgo	1,623.00	1,623.00	1,667.00	1,610.00	1,616.00	1,637.50	1,636.50	1,646.30	2,415.20
Jalisco	371	371	375	375	375	375.2	1,451.00	1,505.50	1,511.40
México	446	446	1,299.00	2,660.00	2,784.00	3,479.30	3,474.90	3,749.60	4,568.40
Michoacán de Ocampo	2,179.00	2,179.00	2,179.00	2,179.00	2,185.00	2,184.50	2,329.10	3,546.30	3,809.50
Morelos	851	850.6	851	851	2,320.00	2,263.10	2,263.10	2,826.30	2,751.30
Nayarit	163	163	163	163	163	163	163	163	164
Nuevo León	3,255.00	3,255.00	3,370.00	4,096.00	4,131.00	4,131.40	4,131.40	4,131.40	4,131.40
Oaxaca	1,095.00	1,095.00	869	869	1,077.00	1,076.90	1,076.90	1,076.90	1,220.80
Puebla	601	601	601	601	750	750	618.5	618.3	2,874.50
Querétaro	960	1,323.70	1,324.00	1,108.00	1,092.00	1,092.00	1,082.60	1,105.60	1,103.70
Quintana Roo	11	10.5	11	11	11	10.5	10.5	10.5	10.5
San Luis Potosí	855	855	525	957	919	903.3	1,283.80	1,363.70	1,265.80
Sinaloa	341	341	477	473	611	2,925.80	2,932.90	2,820.50	3,156.60
Sonora	303	303	303	305	305	304.9	595.9	359.1	359.1
Tabasco	430	429	430	429	429	429.5	608.5	608.5	1,276.50
Tamaulipas	1,152.00	1,152.00	1,146.00	1,179.00	1,708.00	1,677.70	1,599.60	1,599.60	1,643.50
Tlaxcala	276	276	218	220	327	327.2	387.3	300.4	248.7
Veracruz de Ignacio de	20,990.00	20,990.00	12,808.00	12,787.00	11,849.00	11,512.50	11,629.80	11,629.80	11,623.10
Yucatán	124	124	140	140	140	140.3	140.3	114.1	114.1
Zacatecas	158	158	156	156	156	155.8	155.8	151.8	155.8

Fuente : SEMARNAT. CONAGUA. Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (varios años). México, D.F., 2009.

Nota : Las sumas de los parciales no coinciden con los totales debido a que así lo publicó la fuente.

Fecha de actualización: Viernes 23 de julio de 2010.