

AGUA





REGIONES HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVAS

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) agrupó las regiones hidrológicas y delimitó trece regiones hidrológico-administrativas con la finalidad de facilitar la administración del agua. Debido a la necesidad de coordinación de la acción gubernamental, los límites de estas trece regiones se ajustaron a límites municipales.

En el Diario Oficial de la Federación con fecha de publicación el 12 de diciembre de 2007, se informó sobre el acuerdo por el que se determina la circunscripción territorial de los organismos de cuenca de la CONAGUA, como unidades operativas para la administración del agua.

La sede y la circunscripción territorial en donde ejercerán sus atribuciones los Organismos de Cuenca son las siguientes:

I. Región Península de Baja California. Ésta es una de las regiones mejor identificadas, se ubica en el extremo noroeste de la República Mexicana. Limita al norte con los Estados Unidos de América en una línea fronteriza de 265 km, de los cuales 233 km colindan con el estado de California. Comprende a dos estados: Baja California y Baja California Sur. Tiene una superficie continental de 145 386 km².

II. Región Noroeste. Está integrada en su mayoría por el estado de Sonora con algunos otros municipios de otros estados. Políticamente abarca los 72 municipios del estado de Sonora y siete municipios centro-occidentales de Chihuahua, que son los Municipios de Guerrero, Madera, Matachí, Temósachi, Ocampo, Uruachi y Álamos. La base administrativa está en Hermosillo; su superficie es de 205 218 km².

III. Pacífico Norte. La región comprende la totalidad del estado de Sinaloa y parte de los estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas y Nayarit. Abarca una superficie de 152 013 km². La sede es Culiacán.

IV. Región Balsas. Se ubica en la zona central del país, sobre el eje Neo volcánico Transversal. Incluye en su totalidad al Estado de Morelos, parcialmente a los estados de Tlaxcala, Puebla, México, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco. Son 442 los municipios que quedan comprendidos en la región. La sede administrativa está en Cuernavaca, Morelos. Cuenta con una superficie de 119 247 km².

V. Región Pacífico Sur. Localizada al suroeste del país, comprende parte de los estados de Guerrero y Oaxaca, siendo este último la sede de la región administrativa en la capital del estado, Oaxaca de Juárez. Son 429 los municipios que conforman esta región; su superficie es de 77 525 km².

VI. Región Río Bravo. Esta región se localiza al norte del país; está conformada por parte de los estados fronterizos con los Estados Unidos: Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. La Región Río Bravo es la más extensa del país con 379 552 km². Está conformada por 141 municipios, de los cuales, 31 corresponden al estado de Coahuila, 52 al estado de Chihuahua, 47 al estado de Nuevo León, 10 al estado de Tamaulipas y 1 al estado de Durango.

VII. Región Cuencas Centrales del Norte. Esta región se ubica en el altiplano de la República Mexicana. Se caracteriza por una gran diversidad fisiográfica y una muy baja disponibilidad de agua. Abarca una extensión de 202 562 km², el 10.4% del territorio nacional. Se encuentra conformada por 82 municipios pertenecientes a los Estados de Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas. Tiene como sede la ciudad de Torreón, Coahuila.

VIII. Región Golfo Norte. La región está conformada por 154 municipios de ocho entidades federativas: Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Querétaro y parte de Nuevo León. La ciudad sede es Ciudad Victoria Tamaulipas. La región tiene una superficie de 127 867 km², correspondiente al 6.5% del territorio nacional.

IX. Región Lerma-Santiago-Pacífico. Ubicada en el eje Neo volcánico transversal, tiene su sede en Guadalajara, Jalisco. Esta región reúne a varios estados, como Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Nayarit, Querétaro y Zacatecas, y cuenta con una superficie de 190 366 km².

X. Región Golfo Centro. Está compuesta de los estados de Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Veracruz. Tiene su sede en Jalapa, Veracruz. Cuenta con una superficie de 104 790 km².

XI. Región Frontera Sur. Con sede en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez y una superficie de 101 231 km². Tiene como circunscripción cuatro estados del Sureste de la República Mexicana: Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Campeche.

XII. Región Península de Yucatán. Con sede en Mérida, esta región tiene entre sus estados a Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Está integrada por 28 municipios y cuenta con una superficie de 137 753 km².

XIII. Región Valle de México. Esta región abarca parte de los estados de Hidalgo, México, Tlaxcala y la totalidad del Distrito Federal. Tiene su sede en la Ciudad de México, Distrito Federal. La Región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México tiene 40 municipios en su demarcación y una superficie de 16 438 km².

Dentro de las funciones que se desempeñan en las regiones hidrológico-administrativas y que son gestionadas a través de los Organismos de Cuenca, destacan las siguientes:

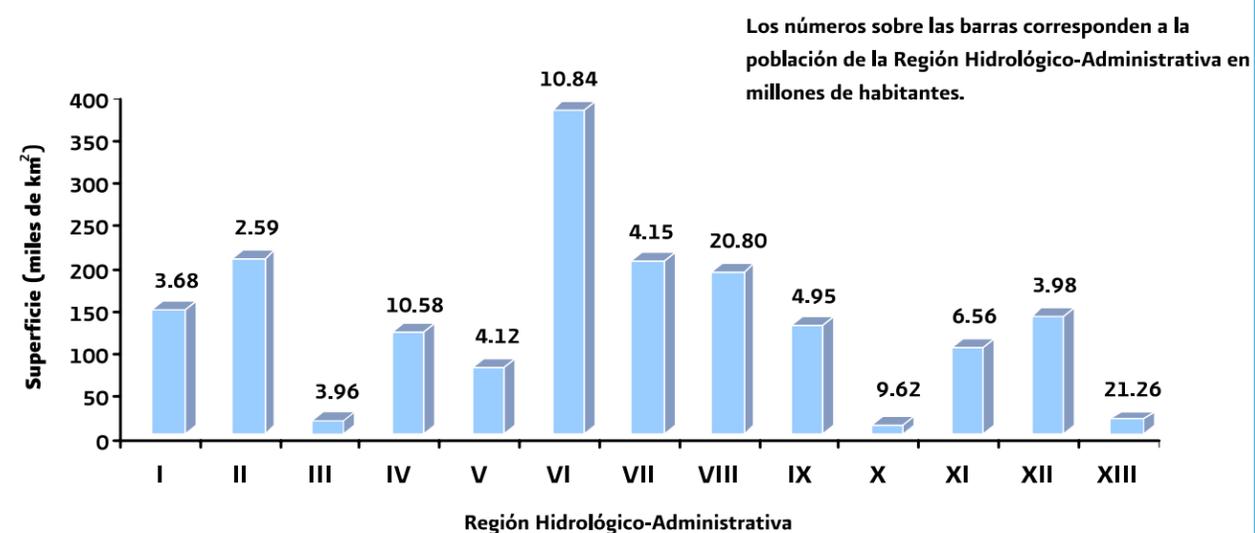
- Promover el uso eficiente del agua, su reúso y recirculación, así como el uso y aplicación de tecnología de punta y bajo costo para incidir en el uso eficiente del agua y de la energía eléctrica para fines agrícolas.
- Realizar estudios de disponibilidad en la cuenca hidrológica, subcuencas o acuíferos delimitados o que se delimiten; estudios técnicos o sobre los usos de las aguas nacionales, monitoreo, prospección, evaluación, simulación y manejo de las mismas, así como proyectos de recarga artificial, transferencia de tecnología y demás acciones tendientes a incrementar la disponibilidad de aguas subterráneas, además de dictaminar nuevos aprovechamientos de aguas nacionales superficiales.
- Ordenar la clausura de la explotación, uso o aprovechamiento ilegal de aguas nacionales que se realice a través de infraestructura hidráulica sin contar con la concesión correspondiente. Aplicar medidas de apremio, de seguridad, de urgente aplicación, correctivas, preventivas, provisionales y de carácter precautorio, con la intervención que corresponda a otras autoridades competentes.
- Aprobar las cuotas de autosuficiencia; recaudar las cuotas por suministro de agua en bloque, e intervenir en la atención y solución de problemas y conflictos por la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas nacionales o conservación de la infraestructura.
- Participar en la prevención y atención de emergencias causadas por fenómenos hidrometeorológicos extremos, cuando afecten centros de población; aplicar y dar seguimiento a los recursos del Fondo de Desastres Naturales, y formular los libros blancos correspondientes, de conformidad con los instrumentos administrativos que al efecto se emitan.
- Dirigir el Sistema Regional de Información Hidroclimatológica y el Banco de Datos a tiempo real o histórico que sirva como base del Sistema Nacional de Información de cantidad, usos y conservación del agua superficial.

Fuentes:

CONAGUA. Atlas del agua en México 2009.

Organismos de cuenca www.conagua.gob.mx Fecha de consulta junio del 2010.

SUPERFICIE Y POBLACIÓN EN LAS REGIONES HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVAS



Fuente: CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. México, 2010.

REGIONES HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVAS





REGIONES HIDROLÓGICAS

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) las regiones hidrológicas son áreas territoriales conformadas en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la que se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos. Su finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Los límites de la región hidrológica son, en general, distintos a la división política por estados, Distrito Federal y municipios.

En México se ubican 37 regiones hidrológicas definidas a partir de grandes parteaguas del país. En cada una de estas regiones hidrológicas está contenida, al menos, una cuenca hidrográfica y a su vez, no existe cuenca hidrográfica alguna que esté en más de una región hidrológica. (Carabias, J. Landa, R. 2005:48).

Las regiones hidrológicas más húmedas de acuerdo a la precipitación son la número 30, llamada región del sistema Grijalva-Usumacinta; la número 29 o región del Coatzacoalcos; la número 28 o región del Papaloapan; y la número 23, llamada también región de la Costa de Chiapas. Las regiones hidrológicas más secas del país son la número 2, llamada región del Vizcaíno; la número 3 o región de la Magdalena; la número 4 o región de la Laguna Salada; la región 8 o región Sonora Norte y la región 35, llamada comúnmente región del Mapimí. Las más densamente pobladas son la 29, llamada también región Tuxpan-Nautla y la región número 12, conocida como Lerma-Santiago.

Hacia el noreste en la Altiplanicie Mexicana, atravesada por la Sierra Madre Oriental se ubica la región hidrológica Bravo Conchos, ahí está la Llanura Costera del Golfo de México, esta región comprende a los ríos tributarios de río Bravo.

La Cuenca del Río Bravo es una de las más complejas de todo el país, ya que es una cuenca compartida con los Estados Unidos. Las condiciones climáticas definen a esta región transfronteriza como una zona árida y semiárida donde la escasez del agua se convierte en un problema ambiental público dado el crecimiento acelerado de la región y la competencia de los usuarios del agua, principalmente el sector agrícola de ambos lados de la línea fronteriza que divide a México de los Estados Unidos de América.

Hacia el noroeste se ubican las regiones hidrológicas de la Península de Baja California, se caracterizan por tener escasos recursos hídricos y poca presencia de precipitación pluvial.

Las regiones hidrológicas que se sitúan en la meseta central son Mapimí y Nazas-Aguanaval, se caracterizan por tener climas templados; los ríos que coinciden en las zonas son los afluentes o tributarios pertenecientes a la cuenca del río Nazas-Aguanaval.

Dentro de la zona central del país, en el Eje Volcánico Transversal, se concentran tres de las cuencas más importantes del país, la región Lerma-Santiago-Pacífico, la del Pánuco y la del Balsas. La primera es considerada estratégica ya que el caudal del río Lerma abastece en parte a la Ciudad de México.

La región del Pánuco está situada en la parte central de la Sierra Madre Occidental. La vertiente de sus ríos desembocan en el Golfo de México, la corriente principal es la cuenca del río Moctezuma. Esta región tiene importancia debido a los escurrimientos regularizados que se llevan a cabo mediante varias presas, que posteriormente son aprovechados con fines de riego en los estados de Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz, Tamaulipas y México. Esta región carece de infraestructura para la distribución de los excedentes de agua hacia otras regiones.

La región del Balsas se sitúa en la vertiente del Pacífico, abarcando parcialmente a los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Morelos, Tlaxcala y Puebla. La Sierra Madre Occidental cruza la región así como parte de la Sierra Madre del Sur. También conocida como la depresión del Balsas, los ríos importantes en sus límites son el Atoyac, el Amacuzac, el Nexapa y el Cutzamala, entre otros. Esta es una de las regiones con el mayor número de acuíferos sobreexplotados.

Fuentes:

Carabias, J. Landa, R. (2005). Agua, Medio Ambiente y Sociedad Hacia la Gestión Integral de los Recursos Hídricos en México. Distrito Federal. México.

UNAM. El Colegio de México. Fundación Gonzalo Río Arronte.

INEGI. Disponible en:

http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/hidrologia/rios/cuencas_hidrologicas.cfm?c=520. Fecha de consulta 28 de mayo de 2010.

Artículo 3. Ley de Aguas Nacionales. Disposiciones preliminares capitulo único. Diario Oficial de la Federación. México. Vigente al 1 de abril de 2010.



Foto: Pantanos de Centla, Tabasco. México.

REGIONES HIDROLÓGICAS





CUENCAS HIDROLÓGICAS

Una cuenca hidrográfica es una unidad morfológica superficial delimitada por el curso de un río y sus afluentes (ríos secundarios que alimentan el principal). Abarca desde la zona donde nace el río hasta el lugar donde desemboca (lagos, lagunas y/o mar). Las cuencas, en general, son delimitadas por cadenas de montañas. Dichas montañas reciben el nombre de divisorias de aguas porque, ante la presencia de lluvias en esa zona, el agua se precipitará para cada uno de los dos lados, hacia dos cuencas diferentes.

Las cuencas hidrográficas son consideradas también como la unidad del territorio fundamental para la planeación y el manejo de los recursos naturales. La cuenca la conforman componentes biofísicos (agua, suelo), biológicos (flora, fauna) y antropocéntricos (socioeconómicos, culturales, institucionales) que están interrelacionados y en equilibrio entre sí, de tal manera que al afectarse uno de ellos se produce un desbalance de todo el sistema.

Los criterios establecidos para la delimitación de las cuencas hidrográficas en México fueron establecidos en conjunto por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el Instituto Nacional de Ecología y la Comisión Nacional del Agua y son:

1. Las cuencas como unidades morfológicas se delimitaron únicamente por variables topográficas e hidrográficas, presentando consistencia y homogeneidad para todo el territorio nacional.
2. Se delimitaron a partir del tipo de desembocadura que presenta su sistema de cauces habiéndose identificado principalmente tres: exorreica, endorreica y arreica.
 - Endorreica: se caracteriza porque todas sus aguas son descargadas hacia un cuerpo de agua interior.
 - Exorreica: los escurrimientos confluyen y desembocan en el mar o en un sistema lagunar costero.
 - Arreica: no tiene salida hacia el mar ni tampoco drena hacia un cuerpo de agua colector observable.

Un caso de excepción al esquema de criterios es la cuenca Lerma-Chapala; en el mapa aparece como una cuenca endorreica aunque el Lago de Chapala históricamente ha sido el tributario principal del río Santiago. Esta cuenca además de haber sido sometida a importantes modificaciones en su comportamiento hidrológico superficial a lo largo de su área de captación por la construcción de presas, bordos y canales, ha sido también alterada en la zona de su desembocadura a través de obras hidráulicas para su desagüe y para obras de riego agrícola; también se extrae agua del lago para usos urbanos e industriales pero no a través del río Santiago sino por bombeo directo.

Estas modificaciones antrópicas, junto con la variabilidad climática de los últimos años, han permitido establecer un patrón de comportamiento hídrico endorreico regulado artificialmente por lo que se le ha considerado como una entidad independiente de la cuenca del río Santiago. La subcuenca del río Zula se incluye en la cuenca Lerma-Chapala a pesar de haber sido (y eventualmente ser todavía) un afluente natural para el río Santiago.

La alteración del comportamiento hídrico-superficial de algunas cuencas del país también es evidente en casos como el de la cuenca de México, que aunque fue abierta artificialmente para su drenaje hace siglos, se representa en la cartografía de cuencas como una entidad endorreica.

Las cuencas transfronterizas como la del río Bravo no aparecen representadas en su totalidad ya que carece de la sección correspondiente al territorio estadounidense. El mismo caso ocurre con la delimitación de otras cuencas como la del río Suchiate en donde sólo se representa la parte que corresponde al territorio mexicano, faltando el territorio guatemalteco.

La Península de Yucatán posee la peculiaridad de carecer de una red hidrológica superficial definida debido a su origen cárstico que favorece la circulación hídrica subterránea; debido a ello, el concepto de "cuenca" no aplica en su totalidad a esta región. La delimitación de esta entidad a partir de la identificación de su homogeneidad litológica y geomorfológica permitieron separarla de aquellos territorios que presentan una configuración hidrográfica y morfológica correspondiente a una cuenca.

La diversidad geológica y de relieve del país da como resultado la heterogeneidad del tamaño de las cuencas hidrográficas. El territorio mexicano se divide en 1471 cuencas, casi el 55% de las cuencas (807) son menores a 50 km². Sin embargo, estas cuencas ocupan menos del 1% del territorio nacional, siendo las más pequeñas Caleta El Pando en Sonora, Punta Puerto Escondido y Boca la Luz, ambas en Baja California Sur.

En el otro extremo se tiene un número muy pequeño de cuencas mayores a 20 000 km² (16 cuencas) que ocupan casi el 56% del territorio, siendo las de mayor extensión las de los ríos Bravo, Balsas y Nazas.

La distribución geográfica de las cuencas de tipo endorreica se concentra principalmente en el norte y centro del país, en las regiones hidrológicas de río Bravo, Cuencas Centrales del Norte, Lerma-Santiago-Pacífico, Valle de México y Sistema Cutzamala y, en menor proporción, en la región del Balsas, en la Península de Yucatán y de Baja California.

Las cuencas exorreicas se encuentran distribuidas en prácticamente todas las regiones hidrológicas.

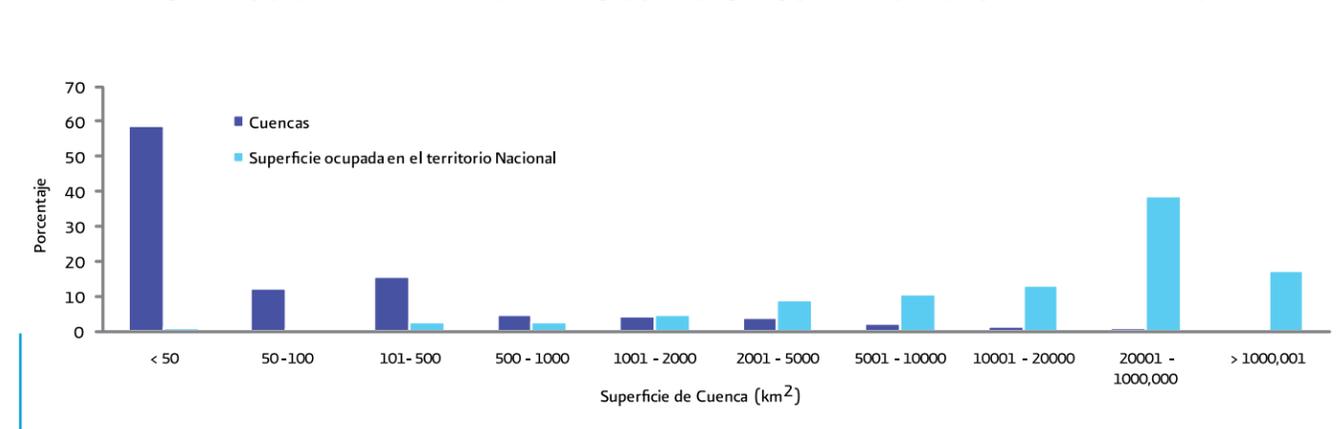
La única cuenca de tipo arreica que existe en el país se localiza en la región Península de Yucatán.

Fuentes:

Cotler H., Garrido A., Mondragón R., Díaz A. 2007. Delimitación de cuencas hidrográficas de México, a escala 1:250,000, INEGI-INE-CONAGUA. Documento técnico. México. 35 pp.

Cotler, H. y Pineda, R. (En prensa). Manejo integral de cuencas en México ¿hacia dónde vamos? México D.F. Archivo Histórico del Agua, CIESAS-CONAGUA.

DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE LAS CUENCAS Y SUPERFICIE OCUPADA EN MÉXICO



CUENCAS HIDROLÓGICAS





PRINCIPALES RÍOS Y LAGOS

RÍOS PRINCIPALES

La red hidrográfica se desarrolla en función de las características del relieve. En México se reconocen tres grandes vertientes, es decir, tres declives generales por donde corre el agua de los ríos. Los nombres de estas vertientes obedecen al sitio en el que desaguan los ríos que corren por cada una de ellas y son:

1. *Vertiente del Golfo de México y Mar Caribe.* Vertiente cuyos ríos terminan o descargan en el Golfo de México y en el Mar de las Antillas, ambos pertenecientes al Océano Atlántico.
2. *Vertiente del Océano Pacífico y Golfo de California.* Vertiente cuyas corrientes desembocan en el Océano Pacífico, incluye los ríos de la península de Baja California.
3. *Vertiente Interior.* Está formada por los ríos que no tienen salida al mar y, como consecuencia, generalmente dan lugar a la formación de lagos.

VERTIENTE DEL OCEANO ATLÁNTICO

Comprende las laderas del declive oriental de la Sierra Madre Oriental y de la Planicie Costera del Golfo de México. Las corrientes que desembocan en la parte norte y centro del Golfo de México tienen, en su mayoría, cursos altos de fuertes pendientes y cursos medios y bajos de pendiente suave. Al sur del Golfo de México la Planicie Costera adquiere su máxima extensión, lo que determina que los ríos que por ahí fluyen tengan cursos suaves y de poca pendiente que permiten la navegación. En la península de Yucatán, aun cuando se registra una importante cantidad de precipitación, no se forman corrientes superficiales debido a que la mayor parte del agua se infiltra a través del material calizo del que está constituida, de manera que el agua llega al mar por vía subterránea. El clima de esta vertiente es en general húmedo, de manera que las corrientes fluviales son más bien de carácter permanente, es decir, llevan agua durante todo el año.

Entre las principales corrientes de esta vertiente están las que a continuación se caracterizan, jerarquizadas por su escurrimiento natural medio.

Río Grijalva

Pertenece al sistema fluvial Grijalva-Usumacinta, que abarca gran parte de los estados de Chiapas y Tabasco. El río Grijalva nace en Guatemala y continúa por México hasta su desembocadura en el Golfo de México.

Río Usumacinta

Forma parte del sistema fluvial Tabasqueño-Chiapaneco. Nace en Guatemala con el nombre de río Salinas, que más adelante cambia por el del río Chixoy y posteriormente por el de Usumacinta. Entre sus afluentes están el río de La Pasión, el río Lacantún y el San Pedro. Desemboca en unión con el río Grijalva en el Golfo de México. Aproximadamente 350 km antes de su desembocadura presenta una anchura del orden de 150 m.

Río Papaloapan

La cuenca de este río ocupa parte de los estados de Puebla, Oaxaca y Veracruz. La corriente principal desemboca en la laguna de Alvarado. Se forma por la unión de los ríos Salado y Tomellín, conociéndosele como río Quiotepec al principio, Santo Domingo después y, por último, como río Papaloapan.

Río Coatzacoalcos

Se encuentra situado en el Istmo de Tehuantepec y abarca parte de los estados de Oaxaca y Veracruz; el río es navegable. Su afluente más importante es el río Uxpanapa. En su desembocadura, sobre la margen izquierda, se localiza la ciudad de Coatzacoalcos y sobre la margen derecha, el puerto petrolero de Pajaritos, así como varios complejos petroquímicos de PEMEX y de capital privado. Por lo anterior, las aguas de este río, especialmente en su curso bajo, se encuentran contaminadas.

Río Pánuco

La cuenca de este río comprende varias entidades: Distrito Federal, Hidalgo, México, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz y Tamaulipas. El sistema fluvial va de oeste a este. El río Pánuco nace artificialmente en la cuenca de México, en el Gran Canal del Desagüe de la Ciudad de México que sale de la cuenca por el túnel de Tequixquiac (obra artificial) y descarga en el río Salado. El río Cuautitlán, que nace también en la cuenca de México, en su parte oeste, es otro de los formadores del río Pánuco, ya que al salir de ella por el Tajo de Nochostingo (obra artificial) se une al río Salado originando el río Tula, que posteriormente recibe el nombre de río Moctezuma y finalmente el de río Pánuco. Entre sus principales afluentes están los ríos San Juan del Río, Victoria o Extórax, Amajac, Tempoal, Tamuín y Guayalejo o Tamesí.

Río Tonalá

Nace en la Meseta Central de Chiapas, su cauce recorre la zona nororiental del istmo de Tehuantepec, en la zona aledaña al Golfo de México. El Tonalá se forma por la confluencia del río Tancochapa y el Zanapa. Posee una longitud de 300 km, formando el límite entre los estados de Tabasco y Veracruz. El río Tonalá y los ríos que le dan origen son navegables en un trayecto de 200 km.

Río Tecolutla

Nace en la sierra de Puebla. Entre sus principales afluentes están los ríos Necaxa, Laxaxalpan, Tecuantepec o Zempoala, Joloapan y Chichicatza. En su cuenca se encuentra el importante sistema hidroeléctrico de Necaxa. El río Tecolutla llega al mar en un curso tranquilo y descarga en la barra de Tecolutla que se encuentra casi cerrada, sólo se comunica con el mar por medio de un canal. El río es navegable por pequeñas embarcaciones.

Río Bravo

Constituye el límite internacional entre México y Estados Unidos en la parte media e inferior de su curso. Nace en las montañas rocallosas a 4000 m de altitud, en el centro de Estados Unidos, y sigue una dirección general hacia el sureste hasta su desembocadura en el Golfo de México. Entre sus afluentes más importantes en territorio mexicano están los ríos Conchos, Salado, Álamo y San Juan. La sección estadounidense de esta cuenca se ha aprovechado ampliamente con vasos de almacenamiento, por lo cual el río ha quedado controlado y sólo en temporada de lluvias el cauce se llena y transporta volúmenes significativos. Debido a ello, la corriente principal del río Bravo está alimentada esencialmente por los afluentes mexicanos.

VERTIENTE DEL OCEANO PACÍFICO

Está constituida por las sierras de la península de Baja California, las laderas occidentales de la Sierra Madre Occidental, gran parte del Eje Volcánico Transversal, la Sierra Madre del Sur, el declive sur de la Sierra Madre de Chiapas y las cuencas aluviales costeras.

Debido a que en la mayoría de los casos las sierras se aproximan bastante al mar, los ríos que se originan en esta vertiente son de curso corto y de tipo torrencial, con excepción de los de la parte norte, en donde la llanura costera alcanza cierta extensión, y de algunos ríos que tienen su origen bastante adentro del continente, como el río Santiago y el río Balsas. El carácter de los ríos depende del clima de las regiones por donde fluyen, así, el curso bajo de la parte norte de la costa del Océano Pacífico y los de la península de Baja California son intermitentes, en contraste, los de la parte central y sur de esta vertiente en general son permanentes.



De los principales ríos que drenan la vertiente del Océano Pacífico de acuerdo a su escurrimiento natural medio, destacan los siguientes:

Río Balsas

Su cuenca comprende importantes áreas de los estados de Oaxaca, Puebla, México, Morelos, Michoacán y Guerrero. Nace en el estado de Puebla por la unión de los ríos San Martín y Zahuapan. En su principio se le conoce como río Atoyac, posteriormente como río Mezcalapa, después como Balsas y finalmente como Zacatula.

Río Santiago

Se origina por los desbordamientos del Lago de Chapala, controlados por la presa Poncitlán. Entre sus afluentes principales están los ríos Verde, Juchipila, Bolaños, Apozolco y Huaynamonta. Su cuenca ocupa territorio de los estados de Nayarit, Jalisco, Zacatecas y Aguascalientes. El río Santiago es navegable por pequeñas embarcaciones en la porción localizada en el estado de Nayarit.

Río Verde

Se localiza en el estado de Oaxaca. Nace al noroeste de la ciudad de Oaxaca por la unión de los ríos Sordo y Atoyac. Inicialmente recibe el nombre de río Tlacolula, después el de Atoyac y finalmente el de río Verde. Entre sus afluentes destaca el río Etna.

Río Ometepec

Nace en los límites de Guerrero y Oaxaca, cerca del pueblo de Jicayán, al occidente de Juxtlahuaca, toma la dirección sursuroeste y se interna en el estado de Guerrero para desembocar en la barra de Tecoaapa.

Río El Fuerte

Nace en la Sierra Madre Occidental y su cuenca se ubica en los estados de Chihuahua, Sinaloa, Sonora y Durango. Se origina en la unión de los arroyos Chinatú y Verde. En su nacimiento se llama río San Miguel. Recibe como afluentes a los ríos Choix, Oteros, Septentrión y Álamos.

VERTIENTE INTERIOR

En la vertiente interior se presentan dos tipos de cuencas bien diferenciadas, las que tienen un drenaje establecido y descargan en un lago, denominadas cuencas endorreicas, y aquéllas carentes de ríos definidos en las cuales no hay cauces labrados y que cuando llueve el agua escurre por gravedad sobre el terreno, denominadas cuencas arreicas. Los ríos con mayor escurrimiento natural medio de esta vertiente son:

Río Lerma

Forma parte del Sistema Hidrográfico Lerma–Chapala–Santiago. Nace en la parte central de México, en la Sierra Volcánica Transversal. Abarca parte de los estados de México, Querétaro, Michoacán, Guanajuato y Jalisco. Entre sus afluentes más importantes están los ríos de la Laja, Silao, Turbio, Angulo y Duero, este último desembocaba en el Lago de Chapala, pero por obras agrícolas en las que se ha ganado tierra al lago, actualmente desagua en el río Lerma.

El río Lerma desemboca en el Lago de Chapala. Dentro de esta cuenca se localiza la importante zona agrícola de El Bajío. El nacimiento del río Lerma tiene gran importancia para la Ciudad de México, ya que, con objeto de abastecer de agua potable a esta ciudad, el agua subterránea de la cuenca alta del río se ha captado, ocasionando la desaparición de lagos donde éste se originaba, de manera que ahora prácticamente nace de las corrientes que bajan del Nevado de Toluca y de la Sierra de las Cruces.

Río Nazas

La cuenca ocupa en su mayor parte territorio del estado de Durango y una pequeña porción del de Coahuila. Nace de la unión de los ríos Oro y Ramos, en el declive oriental de la Sierra Madre Occidental. La corriente principal va por el Cañón Fernández y después penetra en la región conocida como la Comarca Lagunera, caracterizada por ser una zona árida, finalmente desemboca en la laguna Mayrán. Atraviesa ciudades importantes como Gómez Palacio, Ciudad Lerdo y Torreón.

Río Aguanaval

Esta corriente también descarga en la Comarca Lagunera, en la laguna de Viesca. Nace en el estado de Zacatecas y Durango, penetra en el estado de Coahuila y descarga en la laguna mencionada. La parte montañosa está cubierta de bosque y el resto de la cuenca tiene un paisaje árido en el que la vegetación es arbustiva o de cactáceas. El río principal tiene una longitud de 500 km.

PRINCIPALES LAGOS

Lago de Chapala

Es el más importante del país. Se trata de una fosa tectónica originada por un hundimiento geológico estructural. Tiene una profundidad media de 10m. Dentro del lago se levantan dos islas: Mezcala y Los Alacranes. Recibe aportaciones de los ríos Zula, Lerma y Duero. La desecación artificial con fines de uso agrícola de la parte oriental del lago la convirtió en lo que se denomina la Ciénega de Chapala, esta obra obligó a la desviación del río Duero hacia el Lerma y a la utilización de los caudales de ambos en el riego de las tierras que se ganaron al lago para dedicarlas a la agricultura. Esto disminuyó la aportación vertida por esos ríos al Lago de Chapala. El desagüe del lago se efectúa naturalmente a través del río Santiago.

Lago de Cuitzeo

Se localiza en el Eje Volcánico Mexicano ocupando, en su mayor parte, territorio del estado de Michoacán. Está alimentado por los ríos Grande de Morelia y Queréndaro, sin embargo, debido a los aprovechamientos que se hacen de ellos, han disminuido los volúmenes de agua que llevan al lago, al igual que los manantiales que aportaban caudales importantes de agua, y que se han ido extinguiendo.

Lago de Pátzcuaro

Se localiza también en el Eje Volcánico Mexicano y en territorio michoacano. En su seno se levanta la isla de Janitzio y los islotes La Pacanda, Yunuán, Tecuén, Jarácuaro, Urandén y Carián. Posee una importante riqueza pesquera, basada principalmente en el pescado blanco, que beneficia a las poblaciones ribereñas entre las cuales destacan Pátzcuaro, Tzintzuntzan y Quiroga. Su alimentación depende de manantiales y de pequeños escurrimientos superficiales, principalmente los arroyos Guaní y Chapultepec. Por su escenario de notable belleza natural, constituye un atractivo centro turístico, pero sus aguas están siendo alteradas por la maleza acuática que cubre un 40% de la superficie, por la constante afluencia de azolve provocado por la continua deforestación de sus alrededores y por la descarga de aguas negras.

Lago de Yuriria

Se localiza en el sur del estado de Guanajuato, tiene una longitud de 19 km de largo por 7 de ancho, es la primera construcción hidráulica colonial en América. Recibe el cauce del río Lerma por medio de un canal y también recibe agua proveniente del lago de Cuitzeo por el río Moctezuma que antes de llegar al lago de Yuriria forma la presa Huahuemba.



Laguna de Catemaco

Está situada en un valle formado por las faldas del volcán San Martín Tuxtla y la Sierra de Santa Martha. La laguna se formó hace millones de años, cuando el flujo de la lava del volcán San Martín Tuxtla bloqueó su orilla norte cerca de Coyame. El lago tiene una superficie cercana a los 108 km², es poco profundo, con un promedio de menos de 8 m y con una profundidad máxima de 22 m en la zona del canal entre la Isla Agaltepec y la ciudad de Catemaco, Veracruz. La laguna drena a través del río Grande de Catemaco hacia la costa del Golfo y su nivel de agua está controlado por una compuerta que sustituyó a una cascada. La Laguna de Catemaco es uno de los lagos más productivos en México.

Lago Tequesquitengo

Es el principal almacenamiento hidrológico del estado de Morelos. En la época de lluvias recibe agua de diversos afluentes como la barranca Honda y la Barranca del Muerto, pero su principal fuente de abastecimiento son manantiales que se encuentran distribuidos en diferentes puntos del propio lago.

Lago Nabor Carrillo

Ubicado en la antigua zona lacustre de Texcoco, el lago Nabor Carrillo es un cuerpo de agua artificial con una capacidad de almacenamiento de 36 millones de m³ y una superficie de 1000 ha. Comenzó su operación en 1982, pero forma parte de un proyecto de rescate hidrológico, de suelos y ambiental que comenzó desde 1971 bajo la dirección del Doctor Nabor Carrillo. En su etapa inicial, este lago se formó en una depresión con capacidad de 12 millones de m³, gracias al bombeo de 180 pozos someros.

Además de su función de almacenamiento, el lago Nabor Carrillo se ha convertido en un importante ecosistema en el que se puede encontrar una especie de pez llamada Mexclapique, y en sus alrededores se pueden observar anfibios como ranas, lagartijas, culebras de agua, así como algunos pequeños mamíferos como roedores, musarañas, comadrejas, ardillas terrestres y liebres.

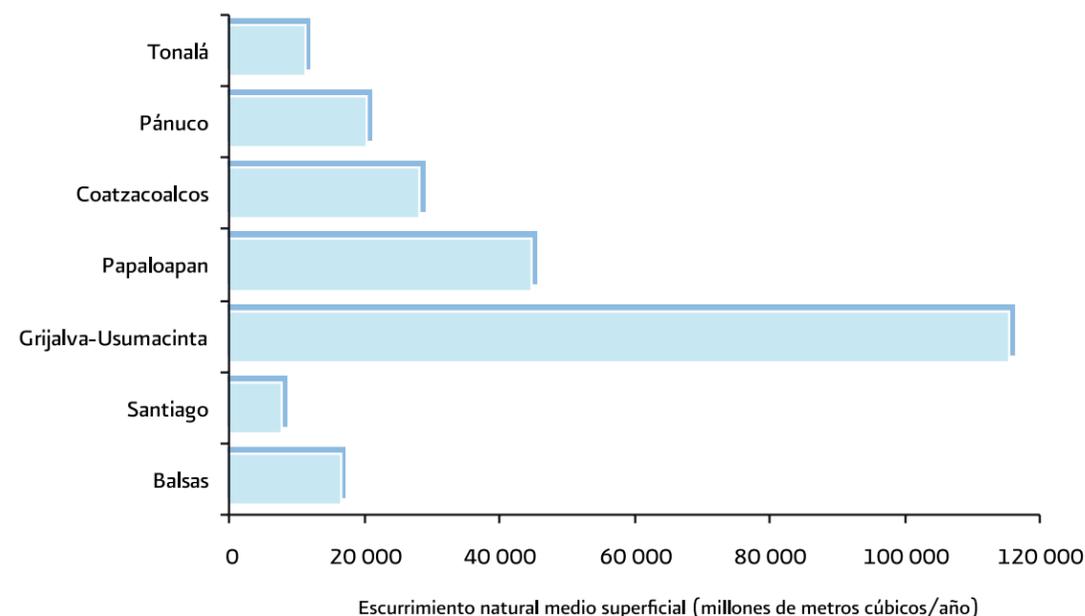
La zona ha sido considerada por diferentes investigadores nacionales y extranjeros como el sitio más importante del Valle de México para la hibernación, alimentación, reproducción y descanso para miles de aves.

Fuentes:
CONAGUA. Estadísticas del Agua en México, edición 2010. .
Maderey-Rascón, L.E y J. Carrillo. El recurso agua en México: un análisis geográfico, Colec. Temas Selectos de Geografía de México, Instituto de Geografía-UNAM, México 2005.
Jorge L. Tamayo. Geografía Moderna de México. 12ª ed. Trillas. México 2009.
El Agua Ciclo de un Destino, Biblioteca mexicana del Bicentenario, Colección Mayor Secretaría del Agua y Obra pública. Estado de México, 2007.



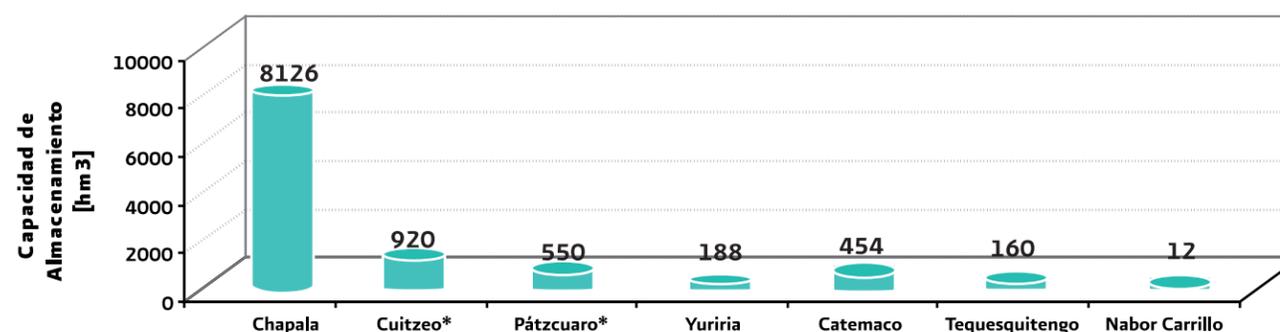
Foto: Río Papaloapan, Veracruz. México.

RÍOS QUE, EN CONJUNTO, REÚNEN 87% DEL AGUA SUPERFICIAL DEL PAÍS



Fuente: CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. México.2010. INEGI. Cuéntame de México.

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LOS LAGOS PRINCIPALES



* El dato se refiere al volumen medio almacenado, todavía no se tienen estudios actualizados de su capacidad de almacenamiento.

Fuente: CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. México.2010.

PRINCIPALES RÍOS Y LAGOS



- Principales Cuerpos de Agua**
- 1. Lago de Chapala
 - 2. Lago de Cuitzeo
 - 3. Lago de Pátzcuaro
 - 4. Lago de Yuriria
 - 5. Lago de Catemaco
 - 6. Lago de Tequesquitengo
 - 7. Lago Nabor Carrillo

- VERTIENTE**
- Vertiente del Océano Atlántico
 - Vertiente del Océano Pacífico
 - Vertientes Interiores
 - N Ríos



Fuente:
 CONAGUA, Subdirección General de Programación.
 Elaborado a partir de: CONAGUA, Subdirección General Técnica.



ACUÍFEROS

Un acuífero es una formación geológica subterránea que permite la circulación y el almacenamiento del agua que proviene principalmente de la lluvia, de los ríos, lagos o deshielos. A la infiltración que ocurre en los acuíferos se le conoce como recarga.

El agua que existe en los acuíferos se le conoce como agua subterránea y su extracción se realiza normalmente a través de pozos. En condiciones naturales, el agua de los acuíferos es de buena calidad, aunque existen regiones del país donde presentan un alto contenido de sales o minerales, lo que hace necesario el tratamiento previo de sus aguas para algunos usos. En México se han identificado 653 acuíferos, de los cuales 101 están sobreexplotados y 17 presentan problemas de salinización.

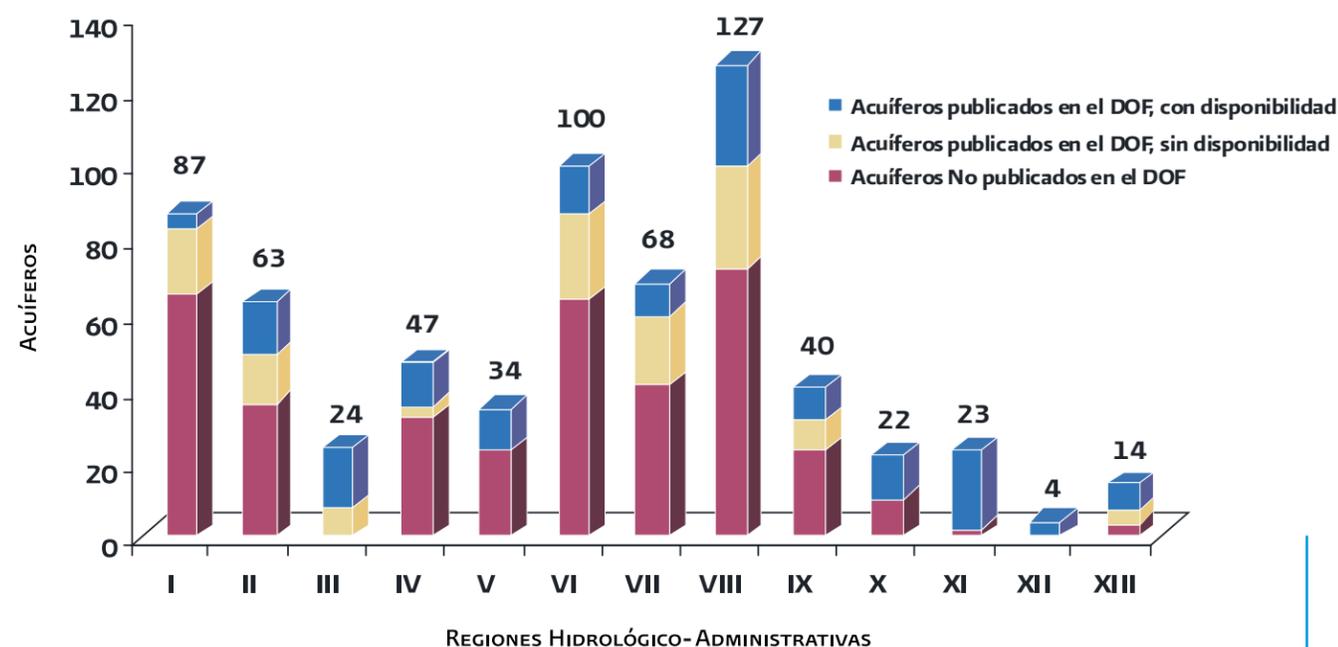
El problema de la sobreexplotación de los acuíferos en el país es delicado. En 1975 se contabilizaron 32 acuíferos sobreexplotados y ya para 2007 se registraron 101, lo que representa 15% de los 653 acuíferos en que se ha dividido el país. Este problema cobra mayor relevancia si se considera que más de la mitad del agua subterránea utilizada (58%) proviene, precisamente, de esos mantos en estado crítico. Los casos más críticos se presentan en el acuífero Texcoco en la Cuenca de México, en el acuífero Vicente Suárez situado al noreste de Durango, el acuífero Monclova en Coahuila y los acuíferos Laguna Seca y Cuenca Alta del río La Laja, ambos pertenecientes al estado de Guanajuato. Aguascalientes y el Distrito Federal tienen la totalidad de sus acuíferos en condición de sobreexplotación. Este fenómeno origina que el agua del subsuelo se encuentre a profundidades cada vez mayores, lo que incrementa sus costos de extracción e, incluso, la vuelve incosteable para ciertos usos, impactando al desarrollo y economía de la región. También puede traer como consecuencia el movimiento de agua con calidad desfavorable hacia el acuífero, afectando su uso.

Por ejemplo, la sobreexplotación de los acuíferos cercanos a la costa provoca el arrastre de agua con altos contenidos de sal hacia el acuífero, lo que afecta su posible uso directo por la población o las actividades agrícolas; a este efecto se le llama intrusión salina. Los mayores problemas de intrusión salina en el país se presentan en 17 acuíferos costeros ubicados en los estados de Baja California, Baja California Sur, Colima, Sonora y Veracruz. Entre éstos se encuentran Maneadero y San Quintín, Baja California; Santo Domingo, Baja California Sur, y Caborca, Costa de Hermosillo, Valle de Guaymas y San José de Guaymas, Sonora.

Existen 157 acuíferos con disponibilidad de agua publicados en el Diario Oficial de la Federación (DOF), y equivalen a un 24% de disponibilidad de agua media anual de los acuíferos del país. Hasta el 2008 los acuíferos Región Manzanera-Zapaliname ubicado en Coahuila y Jaral de Berrios-Villa de Reyes en San Luis Potosí, contaban con disponibilidad de agua subterránea publicado en el DOF, para el 2009 ya se consideraban sobreexplotados.

Fuentes:
CONAGUA. Estadísticas del Agua en México, edición 2010. México, SEMARNAT
CONAGUA. Atlas del Agua en México 2009. México. SEMARNAT.

NÚMERO DE ACUÍFEROS POR REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA

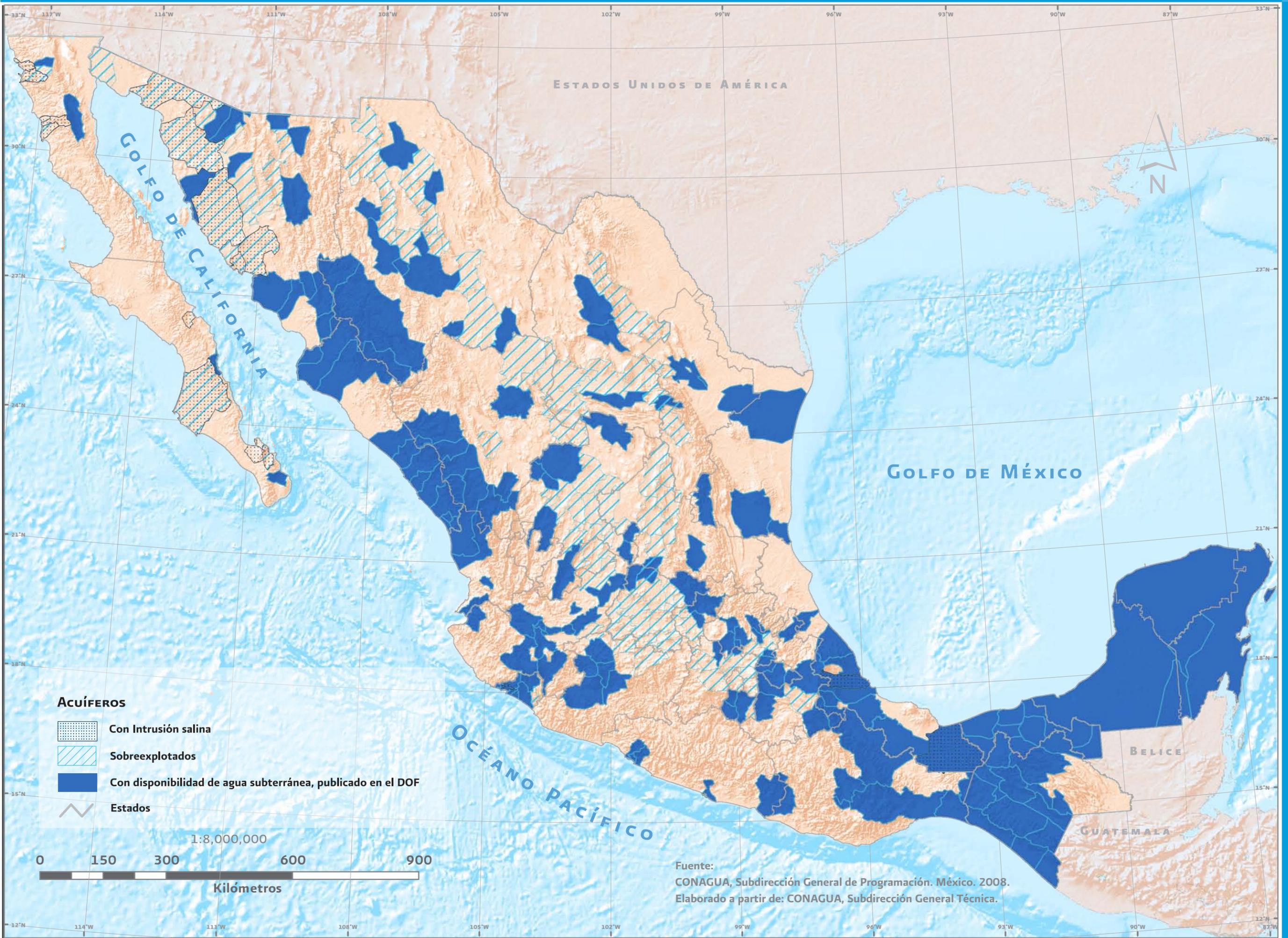


Fuente: CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. México. 2010.



Foto: Pozos de extracción de agua, Tecamachalco. Fuente: CONAGUA.

ACUÍFEROS





DISPONIBILIDAD DE AGUA

La disponibilidad de agua depende de la dinámica del ciclo hidrológico pues refleja un balance de los procesos de evaporación, precipitación, transpiración y escurrimiento, los cuales dependen del clima, las características del suelo, la vegetación y la ubicación geográfica.

México recibe anualmente en promedio 1489 miles de millones de m³ de agua en forma de precipitación. Una parte de la precipitación pluvial regresa a la atmósfera mediante evapotranspiración (73.2%), otra escurre por corrientes delimitadas por las cuencas (22.1%) o se infiltra en los acuíferos (4.7%).

Considerando importaciones y exportaciones de las cuencas transfronterizas, el país dispone anualmente de 459 mil millones de m³ de agua dulce renovable en promedio al año, lo que se denomina disponibilidad natural media. Ésta considera únicamente el agua renovable, es decir, el agua de lluvia que se transforma en escurrimiento de agua superficial y en recarga de acuíferos.

La cantidad de agua renovable anual dividida por el número de habitantes en la región o país da como resultado la disponibilidad media per cápita. En México, el agua renovable per cápita es de 4288 m³ por habitante (CONAGUA, 2008).

En México se han identificado 1471 cuencas hidrográficas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el Instituto Nacional de Ecología y la Comisión Nacional del Agua, que para el cálculo de disponibilidad se han agrupado o subdividido en 728 cuencas hidrológicas. Las cuencas se agrupan en 37 regiones hidrológicas, éstas a su vez en 13 regiones hidrológico-administrativas.

El cálculo de la disponibilidad natural media de agua, debe analizarse desde tres perspectivas:

Distribución temporal. En México existen grandes variaciones de agua renovable a lo largo del año y la mayor parte de lluvia ocurre en verano, mientras que el resto del año es relativamente seco.

Distribución espacial. En algunas regiones del país ocurre precipitación abundante mientras que en otras sucede el efecto contrario. La variabilidad en la distribución espacial también se observa en la dinámica del escurrimiento natural, (volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica). El escurrimiento superficial con mayor intensidad ocurre hacia la región de la Frontera Sur. En contraste, la menor captación se ubica en la península de Baja California.

Análisis del sitio. La problemática del agua y su atención es predominantemente de tipo local. Los indicadores calculados a gran escala esconden las fuertes variaciones que existen a lo largo y ancho del país.

En función de la disponibilidad natural de agua y la población, en México se pueden identificar dos grandes zonas; la primera de ellas que comprende el sur y sureste; y la segunda el norte, centro y noroeste. La disponibilidad natural en la primera de ellas es siete veces mayor que en el resto del país, pero concentra sólo el 23% de la población y genera sólo el 13% del PIB, en esta zona ocurre el 69% del agua renovable.

El cálculo de la disponibilidad de agua per cápita, medida elemental sobre la cantidad del recurso de un territorio con base en su población, muestra que en México, en 1950 la disponibilidad promedio era de 17 742 m³ por habitante, y para el 2010, considerando las proyecciones de crecimiento poblacional del CONAPO, la disponibilidad per cápita se habría reducido a 4210 m³ por habitante al año.

De acuerdo al World Resources Institute (WRI), esta disponibilidad se considera como disponibilidad baja.



DISPONIBILIDAD NATURAL MEDIA DEL AGUA POR REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA 2008			
No.	REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA	DISPONIBILIDAD NATURAL MEDIA (MILLONES DE M ³ /AÑO)	DISPONIBILIDAD NATURAL MEDIA PER CÁPITA (M ³ /HAB/AÑO)
I	Península de Baja California	4 626	1 257
II	Noroeste	8 323	3 208
III	Pacífico Norte	25 627	6 471
IV	Balsas	21 680	2 049
V	Pacífico Sur	32 794	7 955
VI	Río Bravo	11 937	1 101
VII	Cuencas Centrales del Norte	7 884	1 898
VIII	Lerma Santiago Pacífico	34 160	1 642
IX	Golfo Norte	25 543	5 155
X	Golfo Centro	95 866	9 969
XI	Frontera Sur	157 754	24 043
XII	Península de Yucatán	29 645	7 442
XIII	Aguas del Valle de México	3 514	165
TOTAL		459 351	4 288

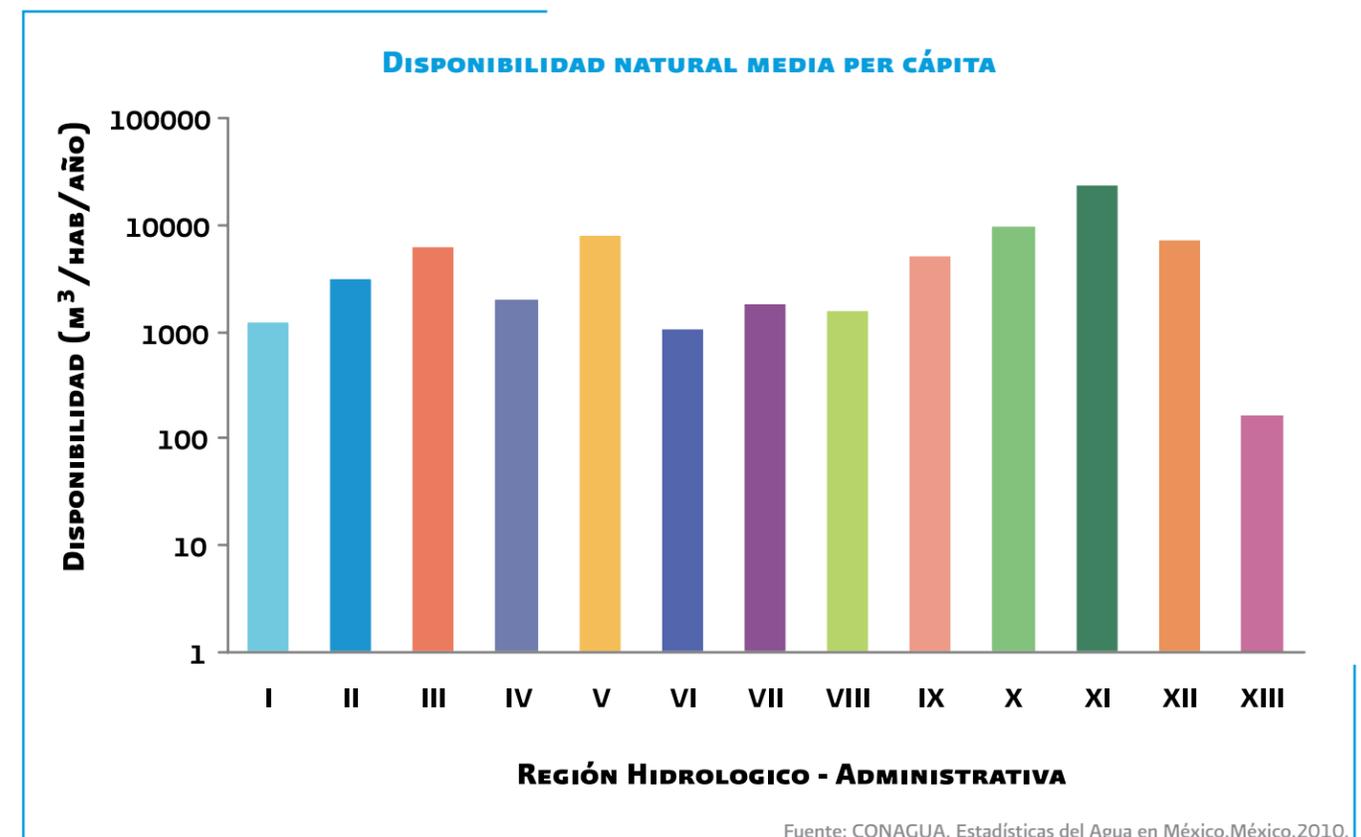
Fuente: CONAGUA. Subdirección General de Programación, México, 2008.
CONAGUA. Subdirección General Técnica, México, 2008

Fuentes:

CONAGUA. Estadísticas del Agua en México, edición 2010.

CONAGUA. (2009) Atlas del agua en México 2009. SEMARNAT

SEMARNAT. Informe de la situación del medio ambiente en México. Edición 2008.



Fuente: CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. México, 2010.

DISPONIBILIDAD DE AGUA





GRADO DE PRESIÓN SOBRE EL RECURSO HÍDRICO

El agua es un recurso vital para la supervivencia humana y el desarrollo económico; a medida que la población y la economía van creciendo aumenta la demanda de agua lo que se ve reflejado en la presión sobre el recurso.

Desde una perspectiva de sustentabilidad, el volumen de agua que se utiliza, proveniente tanto del escurrimiento superficial como de los mantos acuíferos, ya sea para fines agrícolas, públicos, industriales o de otros tipos, no debiera sobrepasar ciertos límites de acuerdo a la disponibilidad existente en cada lugar. Para valorar el cumplimiento de esta condición se usa el concepto de presión sobre los recursos hídricos propuesto por la Comisión para el Desarrollo Sustentable de Naciones Unidas la cual define las siguientes categorías para clasificar el grado de presión:

- a) Escasa presión, cuando se extrae menos del 10% del agua disponible
- b) Presión moderada, cuando se extrae del 10 al 19%
- c) Presión media fuerte, cuando se extrae del 20 al 40%
- d) Fuerte presión, cuando se extrae del 41 al 100% del agua disponible
- e) Muy fuerte cuando se extrae más del 100%

México, con un valor estimado de grado de presión de 17.4% en 2008, se encuentra en la categoría de presión moderada. No obstante, el valor relativamente bajo de grado de presión está influido de manera muy significativa por la alta disponibilidad de agua en el sur del país.

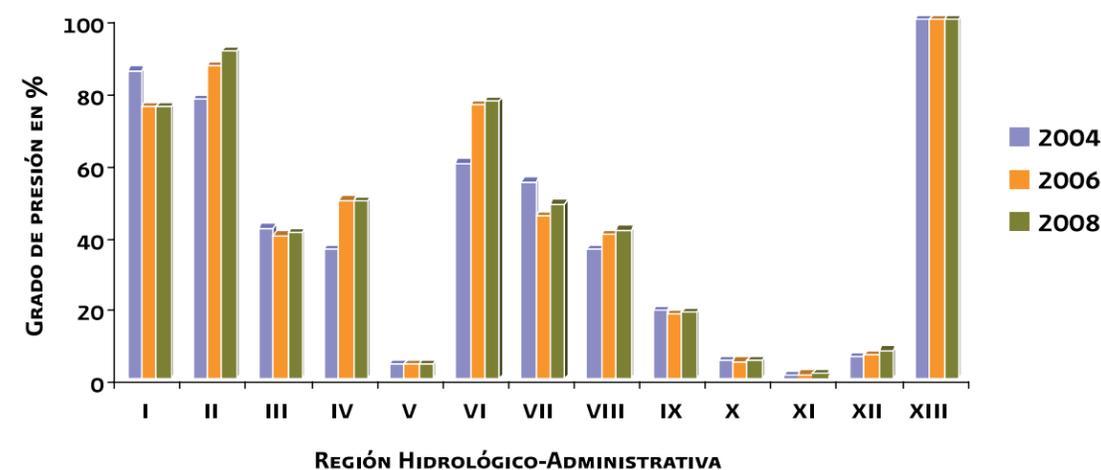
El mayor grado de presión sobre los recursos hídricos en el país (132.3%) se presenta en la región hidrológica administrativa Aguas del Valle de México, al contar con la menor disponibilidad natural media total de las 13 regiones (3514 millones hm³/año) y la menor recarga de agua en acuíferos (2340 millones de hm³/año).

Las Regiones Hidrológico-Administrativas Península de Baja California, Noroeste, Río Bravo, Cuencas Centrales y Balsas, presentan un grado de presión fuerte, mientras que el Pacífico Norte y Lerma Santiago Pacífico tienen una presión media fuerte sobre el recurso hídrico. Estas regiones comparten características en común, se concentran en las zonas áridas y semiáridas del territorio, tienen una disponibilidad de agua muy limitada, pero es precisamente allí donde se encuentra distribuido el mayor porcentaje de la población nacional, así como grandes ciudades, centros de producción industrial, ganadera y los grandes distritos de riego.

Las Regiones Hidrológico-Administrativas de escasa presión se localizan en la zona sur del país, donde la disponibilidad del agua es mayor y la población y las actividades productivas son menores.

Fuente:
Carabias, J. y R. Landa. Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México. UNAM, Colegio de México y Fundación Gonzalo Río Arronte. México. 2005
CONAGUA. Estadísticas del Agua en México, edición 2010.
Maderey-Rascón, L.E y J. Carrillo. El recurso agua en México: un análisis geográfico, Colec. Temas Selectos de Geografía de México, Instituto de Geografía-UNAM, México 2005.

GRADO DE PRESIÓN SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS.



Fuente:
CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. México 2005.
CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. México 2007.
CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. México 2010.

Clave RHA	Región Hidrológico Administrativa	Volumen total de agua concesionado (millones de m ³)	Grado de Presión [%]	Clasificación del grado de presión
	Península de Baja California	3 510	75.9	Fuerte
II	Noroeste	7 609	91.4	Fuerte
III	Pacífico Norte	10 439	40.7	Fuerte
IV	Balsas	10 703	49.4	Fuerte
V	Pacífico Sur	1 351	4.1	Escasa
VI	Río Bravo	9 234	77.4	Fuerte
VII	Cuencas Centrales del Norte	3 833	48.6	Fuerte
VIII	Lerma - Santiago - Pacífico	14 612	41.5	Fuerte
IX	Golfo Norte	4 747	18.6	Moderada
X	Golfo Centro	4 957	5.2	Escasa
XI	Frontera Sur	2 190	1.4	Escasa
XII	Península de Yucatán	2 368	8.0	Escasa
XIII	Aguas del Valle de México	4 650	132.3	Muy Fuerte
TOTAL NACIONAL		79 752	17.4	Moderada

Nota: Las sumas pueden no coincidir por el redondeo de las cifras.

Fuente: CONAGUA. Estadísticas del agua en México. 2010.

GRADO DE PRESIÓN SOBRE EL RECURSO HÍDRICO





PRINCIPALES PRESAS

El agua se encuentra almacenada de forma natural en la atmósfera, ríos, lagos, océanos, casquetes polares, vegetación y el subsuelo. Cuando las cantidades de agua que se necesitan son muy grandes, se construyen lo que se llama presa de almacenamiento.

Durante las últimas seis décadas en México se han construido presas de almacenamiento que permiten regular el abastecimiento de agua a las poblaciones.

En México de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua existen alrededor de 4000 presas, de las cuales 667 están clasificadas como grandes presas, de acuerdo con la definición de la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD, por sus siglas en inglés). Se clasifican como grandes presas debido a que tienen una profundidad mayor a los 15 m y/o una capacidad mayor a los 3 millones de m³. La capacidad total de almacenamiento del total de las presas del país es de 150 mil millones de m³.

El volumen almacenado anualmente en las cien principales presas, en el periodo de 1990 a 2009 ha variado de poco más de 58 mil millones de m³ en el año 2002 a poco más de 93 mil millones de m³ en el 2009.

Este volumen depende de la cantidad de lluvia que se presenta cada año y de los escurrimientos en las distintas regiones del país, así como de las políticas de operación de las presas, determinados por sus objetivos, tanto de abastecimiento a los diferentes usos como de control de avenidas.

Entre las grandes presas de México destacan por su capacidad de almacenamiento las ubicadas en las regiones hidrológico-administrativas Frontera Sur, Golfo Centro y Balsas, en particular en los estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Michoacán. Dentro de estas grandes presas las de menor capacidad de almacenamiento se localizan principalmente en los estados de Guerrero, Jalisco y Puebla. La entidad federativa con el mayor número de grandes presas es Sinaloa con nueve.

Del total de las 100 grandes presas en México, 27 tienen como uso principal la generación de energía eléctrica, 80 suministran agua para riego y 18 de ellas se destinan para el abastecimiento público y control de avenidas. En total, 6.5 millones de ha de agricultura de riego y 2.5 millones de temporal tecnificado son atendidas por la infraestructura hidráulica.

De acuerdo con su capacidad total de almacenamiento NAMO (Nivel de aguas máximas ordinarias), la presa más grande del país es La Angostura, en el río Grijalva en Chiapas, con una capacidad de 12 762 millones de m³ y cuya agua se destina a la generación de energía eléctrica. Otras presas importantes para este uso son la presa Malpaso, también en el Grijalva, con una capacidad de 10 596 millones de m³, la presa Infiernillo, en el río Balsas entre Guerrero y Michoacán, con una capacidad de 12 500 millones de m³, y la presa Temascal, construida sobre el río Tonto, afluente del Papaloapan, en el estado de Oaxaca, con una capacidad de 8 119 millones de m³. En conjunto las otras grandes presas tiene una capacidad de almacenamiento menor a los 75 000 millones de m³.

En cuanto a la irrigación, algunas de las presas más importantes son Aguamilpa, en Nayarit, sobre el río Santiago, con una capacidad total de almacenamiento de 5540 millones de m³; la presa Vicente Guerrero, que se abastece de los ríos Purificación, San Carlos y Pílon y forma parte del nacimiento del río Soto La Marina en Tamaulipas, que puede almacenar 3910 millones de m³; La Amistad, en el río Bravo en la frontera entre Coahuila y Texas con 4462 millones de m³, y la presa Adolfo López Mateos, con una capacidad de 3072 millones de m³, que se localiza sobre el río Humaya en Sinaloa.

Además de los beneficios que traen consigo la construcción y operación de las grandes presas, también existen diversos efectos negativos con costos de carácter económico, social y ambiental. Los impactos ambientales de la construcción de presas son muy significativos: se pierden los ecosistemas que quedan inundados por el embalse; cambia el flujo de agua del río reduciéndolo a la salida del embalse o incluso eliminándolo; los nutrientes del río quedan atrapados en la obra, modificando las características del agua en el flujo de continuación del embalse; se modifica el hábitat de organismos adaptados a vivir en corrientes de agua y se provocan cambios microclimáticos, entre otros. La magnitud de los efectos hidrológicos varía con el régimen estacional del río y con la forma, propósito y tamaño de la presa; de cualquier manera se modifica la dinámica del río "aguas abajo".

Los impactos de las presas sobre la zona costera son particularmente severos. Las presas modifican el flujo de agua y el aporte de nutrientes, alterando la dinámica de las masas de aguas fluviales y marinas y la estabilidad de la zona costera, por lo que barras y playas sufren procesos erosivos de diferente intensidad modificando, incluso, la configuración de algunas costas y afectando ricas zonas de producción biológica, tales como los bancos ostrícolas de las lagunas costeras del Golfo de México (Toledo y Bozada, 2002).

En cuanto a los impactos sociales, existe una gran variedad de ellos, como los relacionados con los medios de subsistencia y la salud de las comunidades humanas que dependen de los ambientes ribereños alterados por las presas. Otro proceso asociado a la construcción de las grandes presas es la reubicación de poblaciones enteras.

Fuentes:

Carabias, J. y R. Landa. Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México. UNAM, Colegio de México y Fundación Gonzalo Río Arronte. México. 2005.

Maderey-Rascón, L.E y J. Carrillo. El recurso agua en México: un análisis geográfico, Colec. Temas Selectos de Geografía de México, Instituto de Geografía-UNAM, México 2005.

CONAGUA. Estadísticas del Agua en México, edición 2010.



Fotos: Presa Zimapan, Hidalgo-Querétaro. México. Fuente: SEMARNAT. México. 2006.

PRINCIPALES PRESAS





RED NACIONAL DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA

Cuando al agua se le incorporan materiales, energía o se inducen condiciones que, de modo directo o indirecto, alteran su calidad en relación a sus usos potenciales o servicios ambientales, se dice que ha sufrido contaminación. En otras palabras, el agua está contaminada cuando su composición o condición se haya alterado de tal manera que se afecta su potencial uso.

Las fuentes de contaminación del agua pueden ser naturales o relacionadas con las actividades humanas. La contaminación del agua puede ser causada por compuestos minerales (por ejemplo, metales pesados y sales de nitrógeno y fósforo); compuestos orgánicos (detergentes e hidrocarburos); agentes microbiológicos (bacterias, protozoarios y algas), o energía (calor o radioactividad).

Los estudios de calidad de agua son realizados por la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) por medio de la Red Nacional de Monitoreo (RNM), la cual mide los índices de contaminación en los cuerpos de agua superficial, zonas costeras y acuíferos subterráneos. Para el 2008 esta Red contó con 1186 sitios, distribuidos en todo el país. La infraestructura de los sitios está distribuida de la siguiente forma:

RED	ÁREA	SITIOS (NÚMERO)
Red Primaria	Cuerpos Superficiales	209
	Zonas Costeras	48
	Aguas Subterráneas	139
Red Secundaria	Cuerpos Superficiales	244
	Zonas Costeras	23
	Aguas Subterráneas	23
Estudios Especiales	Cuerpos Superficiales	97
	Zonas Costeras	47
	Aguas Subterráneas	266
Red de Referencia de Agua Subterránea		90
Total		1186

La CONAGUA actualmente utiliza tres parámetros para evaluar la calidad del agua: Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST).

Las redes de sitios de muestreo de calidad del agua están ubicadas principalmente en los cuerpos de agua más importantes del país. La red primaria tiene como propósito evaluar la tendencia de la calidad del agua con el paso del tiempo. Su frecuencia de muestreo es mensual.

Los sitios de muestreo de la red secundaria se ubican preferentemente aguas debajo de descargas importantes y su frecuencia de muestreo es bimestral. Además la red secundaria tiene componentes flexibles de la RNM, asociado con fuentes específicas de impacto en los sistemas acuáticos (como las descargas de aguas residuales municipales e industriales), y cuyo objetivo es la generación de información descriptiva a corto y mediano plazo, que sirva de apoyo a las acciones de regulación y control de la contaminación.

También se determina la calidad del agua en otros sitios a través de los denominados Estudios Especiales que son componente puntual de la RNM, bajo el cual quedan integradas todas las actividades generadoras de información de la calidad del agua que se realizan dentro de la CONAGUA. Estos están ubicados en sitios específicos que tengan reporte de algún episodio de contaminación específica e intensiva por algún accidente industrial, biológico o natural, o una situación especial que merezca un estudio como el Lago de Chapala, Lago de Cuitzeo, Lago de Pátzcuaro, entre otros.

La red de referencia de agua subterránea se refiere a puntos de muestreo en los que no ha habido afectación antropogénica, son puntos "blancos" de muestreo que sirven de referencia para comparar otras muestras en donde sí hay afectación por la presencia humana, es decir, se toman como las condiciones ideales que deberían existir en determinado lugar.

En diciembre del 2008, la Semarnat puso en marcha el Sistema de Monitoreo de Calidad del Agua en Playas Prioritarias con el propósito de garantizar que los usuarios cuenten con información adicional confiable y oportuna sobre la calidad del agua de las playas turísticas prioritarias del país.

El Sistema está diseñado para brindar al usuario información frecuente y actualizada sobre la calidad del agua en las playas consideradas prioritarias ya que han presentado al menos un incidente de riesgo sanitario anual entre el 2003 y el 2007. Actualmente se incluyen en el Sistema 40 playas en seis estados costeros.

El Sistema de Monitoreo de Calidad del Agua en Playas Prioritarias no sustituye al monitoreo que, desde 2003, realiza la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, (COFEPRIS), de la Secretaría de Salud en el marco del Programa Integral de Playas Limpias (PROPLAYAS), en el que participan también las Secretarías de Marina, Turismo y la de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Semarnat.

Los parámetros de calidad utilizados en este Sistema son más exigentes que en el PROPLAYAS, ya que de 500 enterococos por cada 100 mililitros, pasa a 300 como nivel aceptable.

Fuentes:

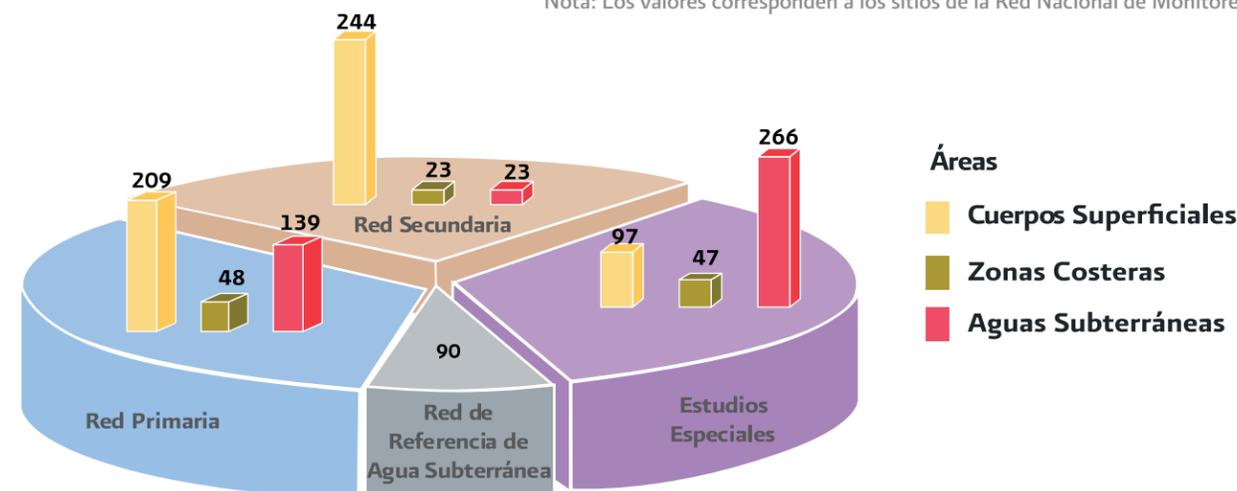
Mejía, Enrique; Nava, Claudia. Información sobre la calidad del Agua. CONAGUA. Gerencia de Calidad del Agua.

Martínez, A, Fonseca, G. (2009). Monitoreo de la calidad microbiológica del agua en la cuenca hidrológica del Río Nazas, Química Viva. Volumen 8, Número 1. Buenos Aires, Argentina.

CONAGUA. Estadísticas del Agua en México, edición 2010.

DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE LA RED NACIONAL DE MONITOREO, 2008.

Nota: Los valores corresponden a los sitios de la Red Nacional de Monitoreo.



Fuente: CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. México. 2010.

RED NACIONAL DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA





PLANTAS POTABILIZADORAS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

PLANTAS POTABILIZADORAS

El suministro de agua con características adecuadas para consumo humano es un problema al que no se le ha encontrado una solución total en México, especialmente en las comunidades rurales pequeñas donde la población se encuentra dispersa y, en muchas ocasiones, también carece de suministro de energía eléctrica. Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), el agua potable es aquella que “una persona puede llegar a beber cada día sin riesgo para su salud”. Se denomina planta potabilizadora al conjunto de estructuras en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano.

De acuerdo con el inventario nacional de plantas potabilizadoras, al concluir el año 2008 existían registradas en el país 604 unidades, con capacidad instalada en conjunto de 130 877.8 l/s y caudal potabilizado de 87 310.0 l/s.

La distribución espacial de las plantas potabilizadoras en el territorio nacional es heterogénea, la mayor concentración se encuentra en los estados de Sinaloa (142), seguido de Tamaulipas (54), Zacatecas (44), Tabasco (37) y el Distrito Federal (36). Mientras que Campeche e Hidalgo tienen únicamente 2 plantas. A pesar de que el Estado de México cuenta con tan sólo 11 plantas potabilizadoras es el que posee la mayor capacidad instalada y caudal potabilizado del país con 22 164 l/s y 16 739 l/s respectivamente. En contraste, Zacatecas tiene la menor capacidad instalada y caudal potabilizado con 7.5 l/s y 7.2 l/s. En la actualidad los estados que no cuentan con plantas potabilizadoras en operación son: Morelos, Nayarit, Quintana Roo, Tlaxcala y Yucatán.

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente¹ del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reúso. Es común citarlo como depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables.

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a:

- Tratamiento primario. El propósito es ajustar el pH y remover materiales orgánicos y/o inorgánicos en suspensión con tamaño igual o mayor a 0.1 mm. (asentamiento de sólidos).
- Tratamiento secundario. Remover materiales orgánicos coloidales y disueltos.
- Tratamiento terciario. Remover materiales disueltos que incluyen gases, sustancias orgánicas naturales y sintéticas, iones, bacterias y virus.

Las descargas de agua residual se clasifican en municipales e industriales. Las primeras son manejadas por los sistemas de alcantarillado municipales urbanos y rurales, en tanto que las segundas son descargadas directamente a los cuerpos receptores de propiedad nacional, como es el caso de la industria abastecida. En México, el control, uso y manejo de las plantas de tratamiento se lleva a cabo por los municipios.

En el 2008, las 1833 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales trataron en conjunto 83.64 m³/s. Por volumen tratado los estados de Nuevo León (11.65 m³/s), Chihuahua (5.93m³/s), Baja California (5.26 m³/s) y el Estado de México (5.19 m³/s) son los que procesan la mayor cantidad de aguas residuales. En contraste Zacatecas (0.46 m³/s), Hidalgo (0.28 m³/s), Yucatán (0.07 m³/s) y Campeche (0.06 m³/s) son las que procesan el menor volumen de aguas residuales.

En el año 2008, la industria trató 33.8 m³/s de aguas residuales, en 2082 plantas en operación a nivel nacional y se reutilizaron 5051 millones de m³ de agua (equivalente a un caudal de 160 m³/s).

¹ Efluente: Líquido que procede de una planta industrial.

Fuentes:

CONAGUA. Estadísticas del Agua en México, edición 2010.

CONAGUA. Inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación edición 2010.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua <http://seaweb.imta.mx/sequias/file.php?file=/120/plantas%20potabilizadoras.pdf>

INEGI. Primer Censo de Captación, Tratamiento y Suministro de Agua. (Comunicado de prensa) (en línea). México.

(4 de octubre del 2000)

Disponible en: http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/Comunicados/Especiales/2000/Octubre/cp_126.pdf

PLANTAS POTABILIZADORAS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN OPERACIÓN, 2008.

Entidad Federativa	Plantas Potabilizadoras	Caudal Potabilizado (m ³ /s)	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales municipales	Caudal Tratado (m ³ /s)
1. Aguascalientes	3	0.03	115	3.47
2. Baja California	26	5.31	27	5.26
3. Baja California Sur	15	0.22	18	0.84
4. Campeche	2	0.02	13	0.06
5. Coahuila de Zaragoza	18	1.71	21	3.87
6. Colima	33	0.00	57	1.00
7. Chiapas	4	2.51	24	1.36
8. Chihuahua	4	0.38	119	5.93
9. Distrito Federal	36	3.64	27	3.12
10. Durango	30	0.02	167	2.67
11. Guanajuato	27	0.31	60	4.31
12. Guerrero	11	2.97	40	1.22
13. Hidalgo	2	0.13	13	0.28
14. Jalisco	24	9.49	96	3.49
15. México	11	16.74	78	5.19
16. Michoacán de Ocampo	6	2.50	25	2.47
17. Morelos	0	0.00	32	1.21
18. Nayarit	0	0.00	63	1.23
19. Nuevo León	8	7.09	61	11.65
20. Oaxaca	6	0.77	66	0.99
21. Puebla	4	0.55	69	2.43
22. Queretaro	6	0.21	67	0.72
23. Quintana Roo	0	0.00	29	1.60
24. San Luis Potosí	14	0.96	21	1.74
25. Sinaloa	142	7.22	136	4.51
26. Sonora	24	2.01	76	3.09
27. Tabasco	37	6.60	72	1.31
28. Tamaulipas	54	11.44	39	4.05
29. Tlaxcala	0	0.00	52	0.87
30. Veracruz de Ignacio de la Llave	13	4.39	92	3.17
31. Yucatán	0	0.00	13	0.07
32. Zacatecas	44	0.007	45	0.46
Nacional	604	87.31	1833	83.64

Fuente: CONAGUA. Estadísticas del Agua en México, edición 2010

PLANTAS POTABILIZADORAS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

