

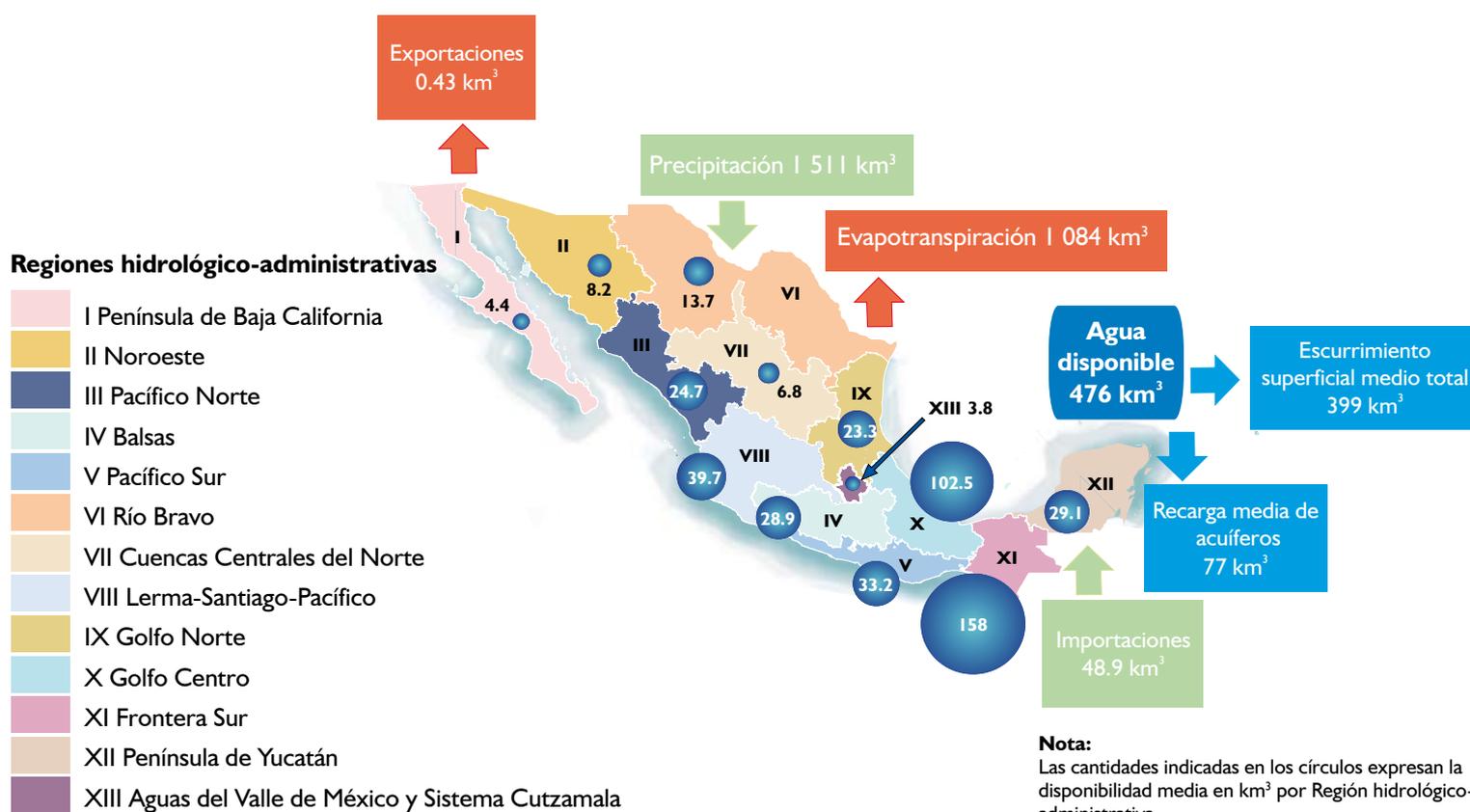
**Agua**



# Balance de agua

La precipitación promedio anual en México durante el período 1941-2002 fue de 771 mm, que equivalen a un volumen de 1 511 km<sup>3</sup> de agua. Este volumen, junto con los 48.9 km<sup>3</sup> que se reciben de Estados Unidos y Guatemala, totalizan 1 559 km<sup>3</sup>. La mayor parte regresa a la atmósfera por evapotranspiración (69%) y 0.43 km<sup>3</sup> son entregados a Estados Unidos conforme al Tratado de Aguas de 1944. La disponibilidad natural media total es de 476 km<sup>3</sup>, de ésta, 84% escurre superficialmente y el resto se incorpora a los acuíferos.

Los recursos hídricos son muy diferentes entre las regiones hidrológicas del país. En la región administrativa Frontera Sur son de 158 km<sup>3</sup>, mientras que en la región Río Bravo no llegan a 14 km<sup>3</sup> y en la Península de Baja California y Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala la disponibilidad es inferior a 5 km<sup>3</sup>. El agua disponible no debe interpretarse como utilizable para consumo humano, ya que una parte del líquido es necesaria para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos, como ríos y lagos.



**Fuente:**

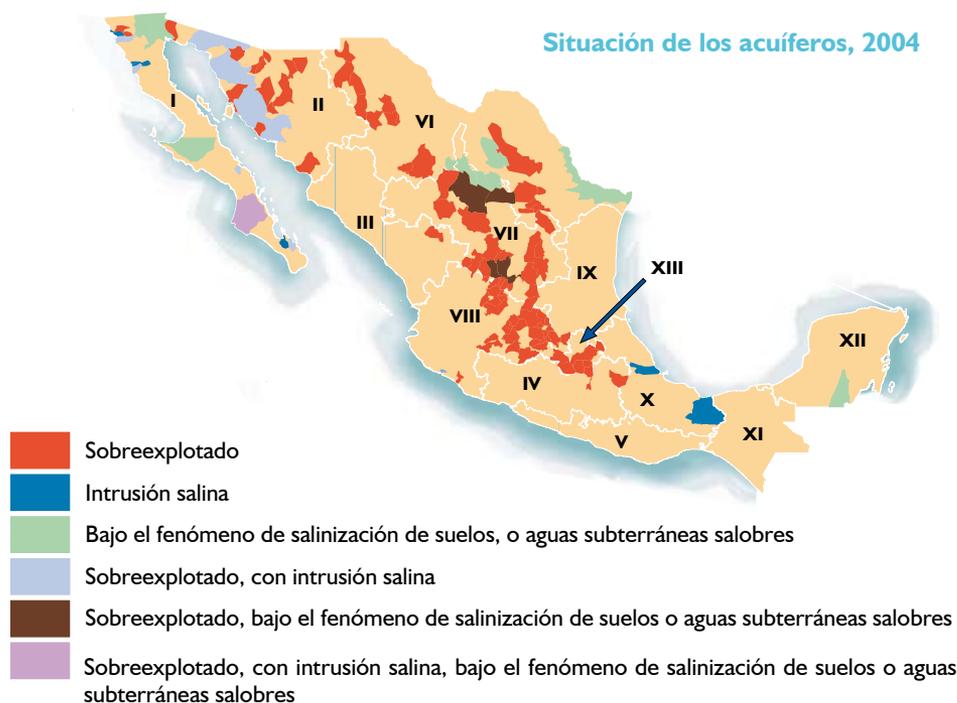
Elaboración propia con datos de:  
CNA. *Estadísticas del Agua en México 2004*. México, 2004.

# Acuíferos

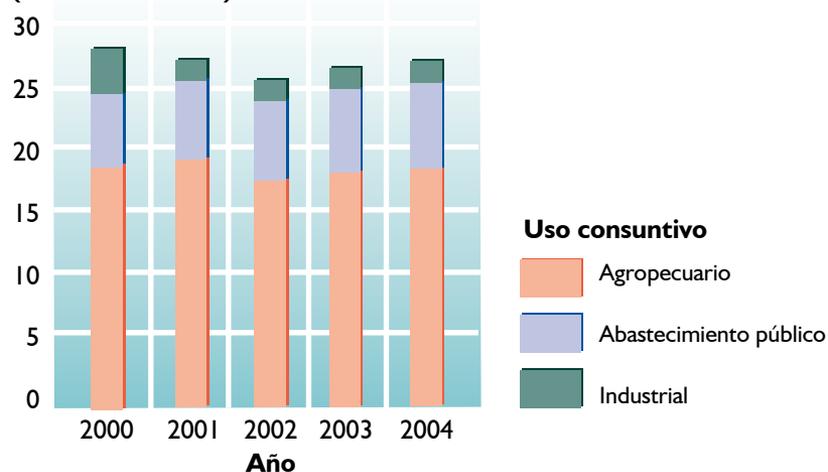
Actualmente se tienen registrados más de 650 acuíferos en el país. El volumen estimado de agua que se extrae de ellos es de 27 km<sup>3</sup>/año, que representa 36% del agua destinada a usos consuntivos (aquellos en los que el agua es transportada a su lugar de uso y la totalidad o parte de ella no regresa al cuerpo de agua). La mayor parte del agua extraída se destina al uso agropecuario, seguido por el uso para abastecimiento público. Casi dos terceras partes del agua destinada al abastecimiento público y un tercio del agua extraída con fines agropecuarios se obtienen de fuentes subterráneas.

A pesar de que a nivel nacional se extrae aproximadamente el 34% del volumen estimado de recarga anual, a nivel regional la situación es diferente. En las regiones administrativas Cuencas Centrales del Norte y Golfo Norte la extracción excede a la recarga en más del 10%, mientras que en la Península de Yucatán y la Frontera Sur, es menor a 6% del volumen total de recarga. En 2004, 104 acuíferos estaban sobreexplotados y 17 acuíferos costeros presentaban intrusión salina. El uso racional del agua subterránea es indispensable, ya que en el futuro cada vez más regiones dependerán de la reserva en el subsuelo como su principal fuente de agua.

Situación de los acuíferos, 2004



Extracción de agua subterránea (miles de hm<sup>3</sup>/año)



**Fuentes:**

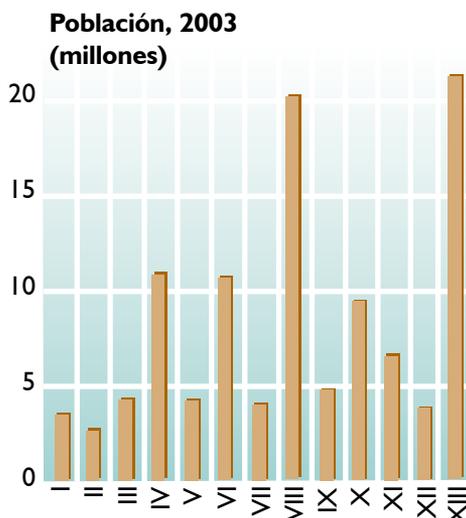
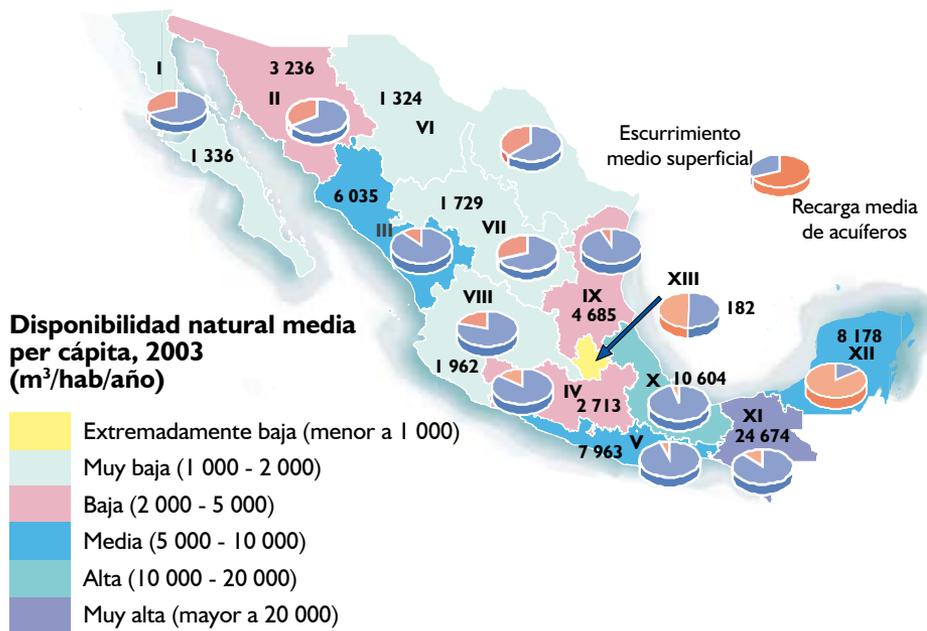
Elaboración propia con datos de:

CNA. *Compendio Básico del Agua en México*. Años 2001 y 2002. México. 2001 y 2002.

CNA. *Estadísticas del Agua en México*. Años 2003, 2004 y 2005. México. Ediciones 2003, 2004 y 2005.

# Disponibilidad de agua

La disponibilidad natural media per cápita de una región se calcula dividiendo la disponibilidad natural media entre el número de habitantes. En 2003, la disponibilidad natural media nacional fue de 4 547 m<sup>3</sup> anuales por habitante (volumen que corresponde a una categoría de disponibilidad baja). Regiones con valores menores a 1 700 m<sup>3</sup>/hab/año se consideran con estrés hídrico y son propensas a presentar escasez de agua, sobre todo en las temporadas secas. Las características topográficas y geográficas que tiene México producen una condición hidrológica con fuertes contrastes en cuanto a disponibilidad de agua. El Valle de México, con menos de 200 m<sup>3</sup>/hab/año, tiene una disponibilidad extremadamente baja, mientras que la región Frontera Sur, con sus más de 24 mil m<sup>3</sup>/hab/año, cuenta con una disponibilidad muy alta del líquido. La situación del agua disponible varía entre las Regiones hidrológico-administrativas: la mayor parte del agua disponible en la Península de Yucatán está en fuentes subterráneas, mientras que otras regiones como Golfo Norte y Golfo Centro dependen en un porcentaje alto del escurrimiento superficial. Si se consideran las regiones que tienen una disponibilidad base media inferior a los 1 700 m<sup>3</sup>/hab/año, existen más de 35 millones de habitantes en situación de estrés hídrico en México.



## Regiones hidrológico-administrativas

- I Península de Baja California
- II Noroeste
- III Pacífico Norte
- IV Balsas
- V Pacífico Sur
- VI Río Bravo
- VII Cuencas Centrales del Norte
- VIII Lerma-Santiago-Pacífico
- IX Golfo Norte
- X Golfo Centro
- XI Frontera Sur
- XII Península de Yucatán
- XIII Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala

### Fuente:

Elaboración propia con datos de:

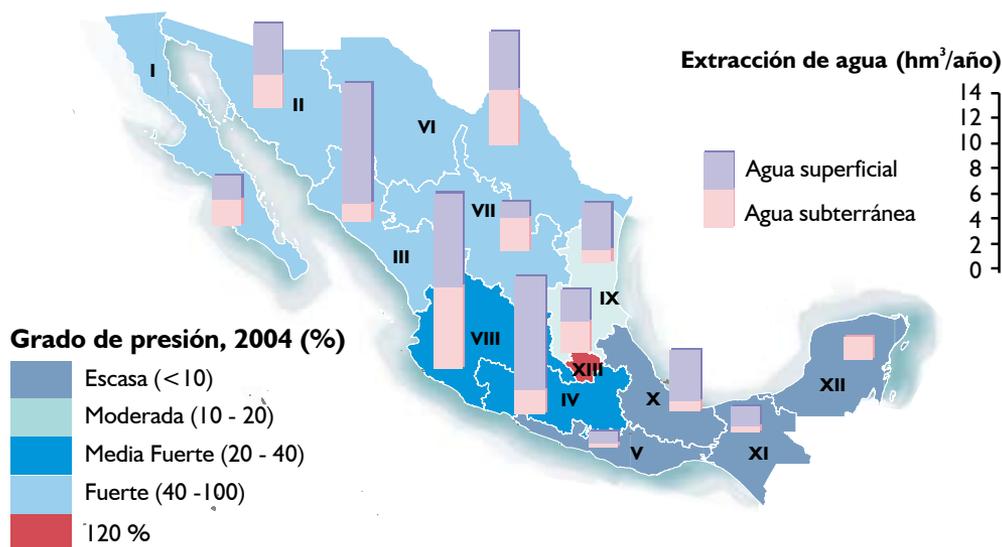
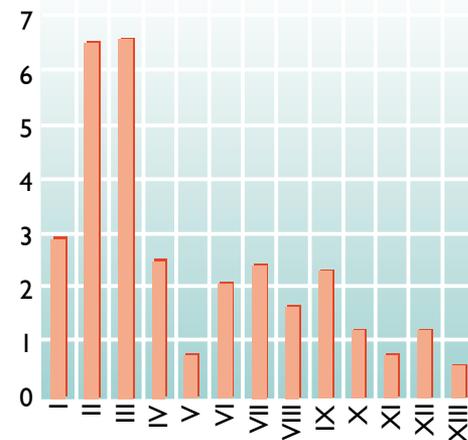
CNA. *Estadísticas del agua en México 2004*. CNA. México. 2004. Con base en proyecciones de población de Conapo al año 2003.

# Grado de presión

Una forma de medir la intensidad de uso de los recursos hídricos es mediante el grado de presión. Éste se calcula como el porcentaje que representa el volumen total de agua extraído con respecto a la disponibilidad natural media de agua. Se estima que en el año 2004 se extrajeron 75 km<sup>3</sup> de agua de los ríos, lagos y acuíferos del país, lo que representa el 16% del líquido disponible. El 64% del agua extraída proviene de fuentes superficiales y el 36% de fuentes subterráneas. En las regiones hidrológico-administrativas del norte del país y el Valle de México es donde se tiene un mayor grado de presión sobre los recursos hídricos, mientras que en el sur se tiene un grado de presión bajo.

Las regiones administrativas con mayor extracción son Lerma-Santiago-Pacífico, Pacífico Norte, Balsas y Río Bravo. Las regiones Pacífico Norte, Balsas y Golfo Centro utilizan principalmente agua superficial (87, 83 y 83% respectivamente), mientras que en la Península de Yucatán y Cuencas Centrales del Norte se emplea en mayor proporción agua subterránea (98 y 67%). La extracción per cápita es mayor en las regiones con grandes extensiones de agricultura de riego, como Noroeste y Pacífico Norte (más de 6 mil litros por habitante por día), y menor en Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala, Frontera Sur y Pacífico Sur (menos de mil litros por habitante por día).

## Extracción de agua per cápita (miles de litros/día)



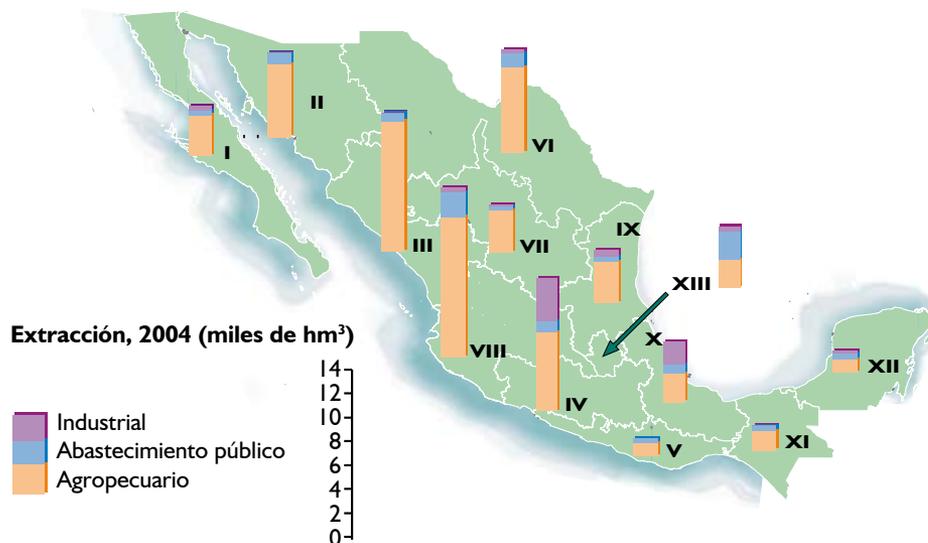
## Regiones hidrológico-administrativas

- I Península de Baja California
- II Noroeste
- III Pacífico Norte
- IV Balsas
- V Pacífico Sur
- VI Río Bravo
- VII Cuencas Centrales del Norte
- VIII Lerma-Santiago-Pacífico
- IX Golfo Norte
- X Golfo Centro
- XI Frontera Sur
- XII Península de Yucatán
- XIII Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala

### Fuente:

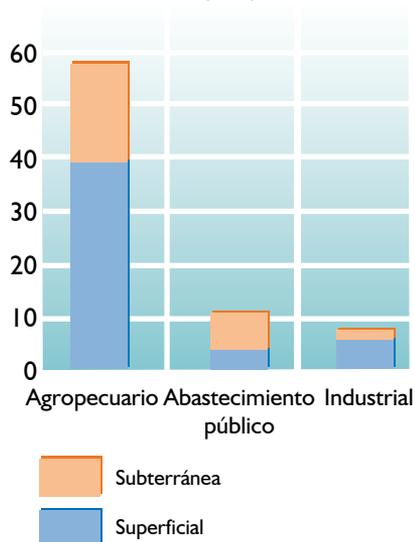
Elaboración propia con datos de:  
CNA. Estadísticas del Agua en México 2005. México. 2005.

# Extracción de agua y usos consuntivos



En 2004, el uso de agua para fines agropecuarios representó 76% del total extraído, seguido por el uso para abastecimiento público, con 14%, mientras que el uso industrial fue 10%. La proporción de agua empleada en las diferentes actividades muestra variaciones regionales importantes. Mientras que en la región Pacífico Norte se destinó más del 94% del agua al uso agropecuario, en la Golfo Centro y en la del Valle de México y Sistema Cutzamala el volumen destinado a este uso no alcanzó el 50%. El agua que se destina al uso agropecuario e industrial proviene principalmente de fuentes superficiales, en contraste con la que se destina al abastecimiento público que proviene en mayor proporción de fuentes subterráneas.

**Extracción, 2004 (km<sup>3</sup>)**



## Regiones hidrológico-administrativas

- I Península de Baja California
- II Noroeste
- III Pacífico Norte
- IV Balsas
- V Pacífico Sur
- VI Río Bravo
- VII Cuencas Centrales del Norte
- VIII Lerma-Santiago-Pacífico
- IX Golfo Norte
- X Golfo Centro
- XI Frontera Sur
- XII Península de Yucatán
- XIII Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala

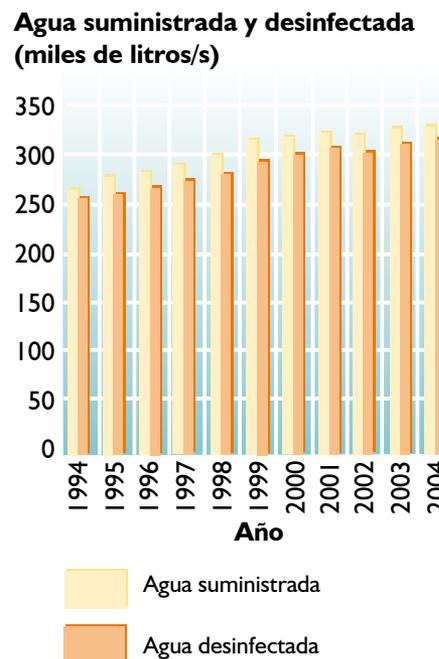
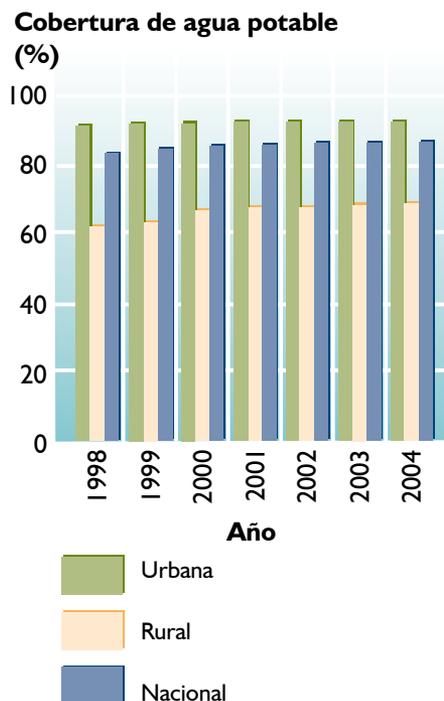
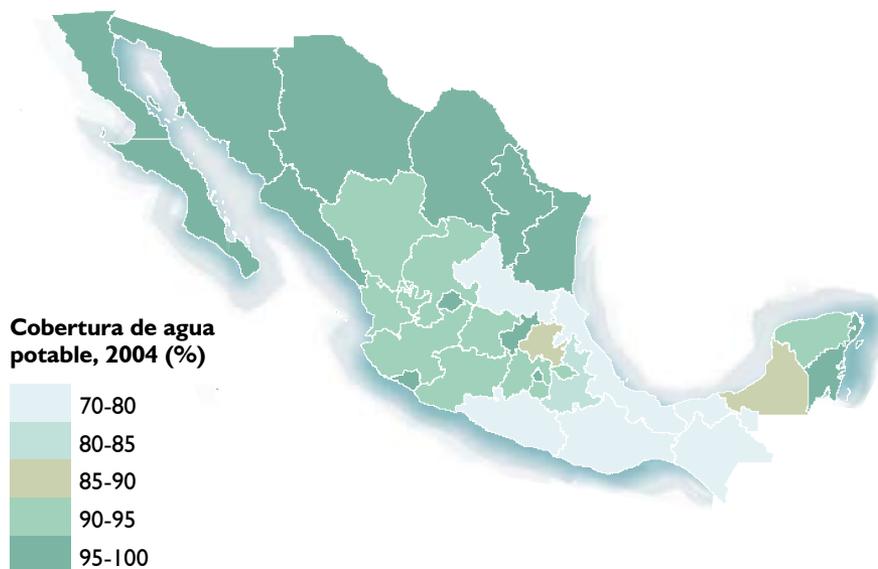
Los usos consuntivos son aquellos en los que el agua es transportada a su lugar de uso y la totalidad o parte de ella no regresa al cuerpo de agua, por ejemplo el riego agrícola o el uso industrial. Un ejemplo de uso no consuntivo lo constituye el volumen que se emplea en la generación de energía en las hidroeléctricas.

**Fuente:**

Elaboración propia con datos de:  
CNA. *Estadísticas del Agua en México 2005*. México, 2005.

# Cobertura de agua potable y suministro de agua

La cobertura de agua potable en México fue en 2004 de 89.5%. Sin embargo, la cobertura de este servicio aún es mucho mayor en zonas urbanas (95.6%) que en zonas rurales (71.3%). El suministro de agua de buena calidad en los sistemas de abastecimiento es importante para la salud e higiene de la población. A nivel nacional, se suministraron más de 320 mil litros de agua por segundo para consumo humano, de los cuales el 95% fue desinfectado. En promedio, se suministran 264 litros diarios por habitante. Por entidad federativa, algunos estados como Hidalgo y Puebla apenas sobrepasan los 150 litros diarios por habitante y en Oaxaca reciben apenas 100 litros diarios por habitante, en promedio.



**Fuentes:**

Elaboración propia con datos de:

CNA. *Estadísticas del Agua en México 2005*. México. 2005.

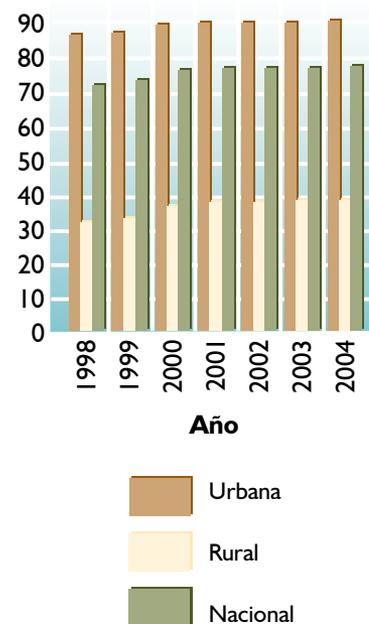
CNA. *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento a Diciembre de 2004*. México. 2005.

# Cobertura de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales municipales

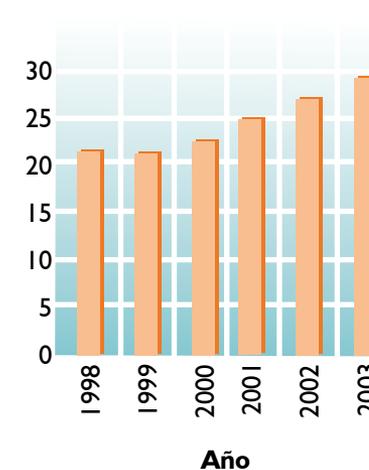
Al igual que en el resto de los países, en México se han destinado más esfuerzos para suministrar agua para el consumo humano que para el alcantarillado y drenaje. En 2004, la cobertura nacional de alcantarillado fue de 77.5%. La cobertura en las zonas urbanas de este servicio ese mismo año fue 90.7% y en las zonas rurales fue de 38.5%. El tratamiento de aguas residuales municipales es aún bajo en el país. En 2003 se contaba con una capacidad instalada para procesar 89.6 m<sup>3</sup>/s en los sistemas municipales, pero sólo se trataron alrededor de 60.2 m<sup>3</sup>/s. En el mismo año, los centros urbanos generaron 255 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales, de las cuales 80% se colectó en alcantarillas y de éstas sólo 29.7% fue tratada antes de ser vertida a los cuerpos de agua. La mayor parte del agua tratada recibe tratamiento secundario mediante lodos activados y lagunas de estabilización, procesos que tienen entre 80 y 90% de eficiencia para la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).



**Cobertura de alcantarillado (%)**



**Caudal tratado/colectado de agua residual municipal (%)**

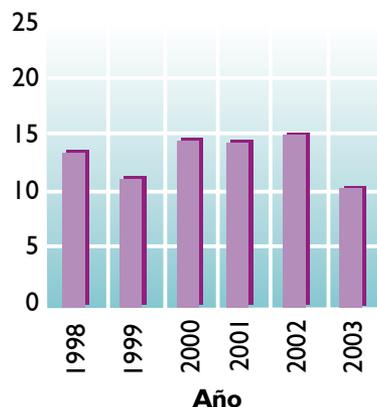


**Fuentes:**

Elaboración propia con datos de:  
 Semarnap-INEGI. *Estadísticas del Medio Ambiente*. Años 1997 y 1999. México. 1998 y 2000.  
 CNA. *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México. 1998 a 2005.  
 CNA. *Estadísticas del Agua en México*. Años 2004 y 2005. México. 2004 y 2005.

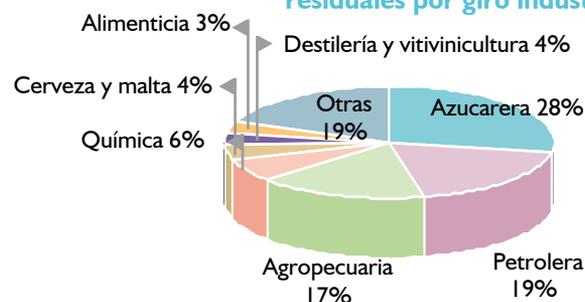
# Descarga y tratamiento de aguas residuales industriales

**Caudal tratado/colectado de aguas residuales industriales (%)**



En 2003, las industrias en todo el país descargaron alrededor de 8 km<sup>3</sup> (258 m<sup>3</sup>/s) de aguas residuales. Esto equivale a más de 9.5 millones de toneladas de DBO, de las cuales sólo el 18% se removieron mediante los sistemas de tratamiento. A diciembre de 2004 el país contaba con 1 875 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales, las cuales procesaban cerca de 27.4 m<sup>3</sup>/s (10.6% del volumen generado). En 2002, las industrias que contribuyeron con mayor carga de contaminantes fueron la azucarera, la petrolera y la agropecuaria. Veracruz es el estado que contribuyó con mayores descargas y también el que procesó mayor volumen de aguas residuales (cerca del 40% del total nacional).

**Materia orgánica descargada en aguas residuales por giro industrial, 2002**



**Tratamiento de agua residual industrial, 2004 (L/s)**



**Fuentes:**

Semarnap-INEGI. *Estadísticas del Medio Ambiente*. Años 1997 y 1999. México. 1998 y 2000.  
 CNA. *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. México. 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2004.  
 CNA. *Estadísticas del Agua en México*. Años 2004 y 2005. México. 2004 y 2005.

# Calidad del agua: materia orgánica y coliformes fecales

La calidad del agua no es una característica absoluta, sino que depende del uso al que vaya a destinarse el líquido. Factores como los usos del suelo, la cantidad de agua utilizada por las poblaciones humanas, las industrias asentadas en la cuenca y el tratamiento que se le da antes de ser vertida en los cuerpos de agua influyen en la calidad del agua de los ríos y lagos.

La contaminación del agua por materia orgánica se evalúa por medio de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), que refleja la cantidad de este gas que se requiere para descomponer este tipo de desechos. La putrefacción de la materia orgánica y la falta de oxígeno se asocian con condiciones sépticas, de mal olor y sabor del agua que impiden su aprovechamiento. La zona centro del país es la que presenta un mayor número de sitios de monitoreo con valores altos de DBO<sup>5</sup>. En las regiones Balsas y Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala, 35 y 65% de sus estaciones, respectivamente, tienen valores promedio superiores a 30 mg/l, lo que indica contaminación.

Las bacterias coliformes fecales no suelen causar enfermedades, pero son buenos indicadores de la contaminación por descargas de aguas residuales domésticas y pecuarias, y son fáciles de detectar. En 59% de los sitios de monitoreo, la concentración promedio anual es mayor a 1000 NMP /100 ml, lo cual indica una calidad del agua menor que lo establecido para fuentes de agua potable.

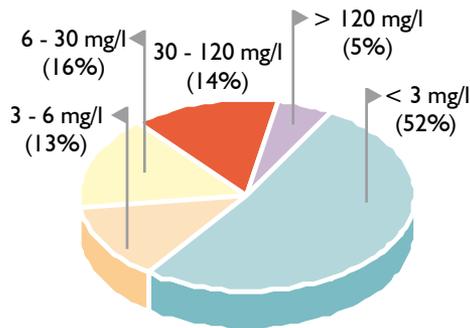
## Fuentes:

CNA. *Estadísticas del Agua en México 2005*. México. 2005.  
Elaboración propia con datos de:  
CNA. Gerencia de Planeación Hidráulica. Subdirección General de Planeación. México. 2004 y 2005.

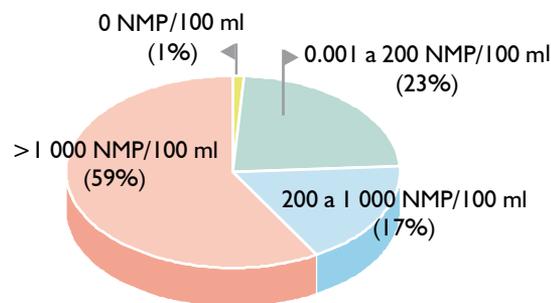


## DBO<sub>5</sub> concentración promedio anual, 2003 (mg/l)

- <6 (No contaminada)
- 6 - 30 (Buena calidad)
- 30 - 120 (Con indicios de contaminación)
- > 120 (Contaminada)



## Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), 2003 (% de los sitios de monitoreo en cada categoría)



## Coliformes fecales, 2003 (% de los sitios de monitoreo en cada categoría)

## Regiones hidrológico-administrativas

- I Península de Baja California
- II Noroeste
- III Pacífico Norte
- IV Balsas
- V Pacífico Sur
- VI Río Bravo
- VII Cuencas Centrales del Norte
- VIII Lerma-Santiago-Pacífico
- IX Golfo Norte
- X Golfo Centro
- XI Frontera Sur
- XII Península de Yucatán
- XIII Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala

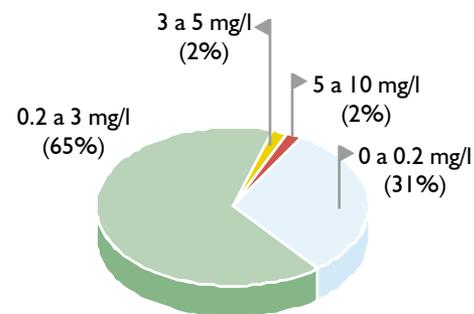
## Nota:

NMP/100ml es el número más probable de microorganismos en 100 ml de agua.

# Calidad del agua: nitrato y fosfato

El escurrimiento del agua hacia la parte baja de las cuencas hidrológicas acarrea nutrientes y pesticidas procedentes de superficies agrícolas y pecuarias. Estos compuestos, junto con los aportados en las descargas de aguas residuales, contribuyen a que se deteriore la calidad del agua de ríos y lagos. La medición de la concentración de nitrato y fosfato en ríos y lagos es un indicador útil del impacto de la población y la agricultura sobre la calidad del agua.

En 2003 se detectaron concentraciones promedio superiores a 0.2 mg/l de nitrato en 69% de los sitios de monitoreo de cuerpos de agua superficial. En 71% de los sitios de monitoreo, la concentración promedio de fósforo total fue superior a 0.1 mg/l en ese mismo año. Se considera que 0.1 mg/l es el límite máximo de concentración de fosfato para prevenir el desarrollo de especies biológicas indeseables y la eutrofización acelerada de ríos y arroyos.

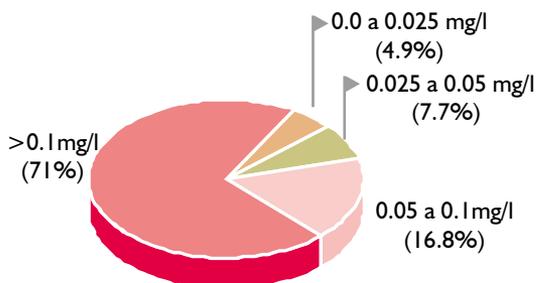


**Nitrato, 2003** (% de los sitios de monitoreo en cada categoría)



## Regiones hidrológico-administrativas

- I Península de Baja California
- II Noroeste
- III Pacífico Norte
- IV Balsas
- V Pacífico Sur
- VI Río Bravo
- VII Cuencas Centrales del Norte
- VIII Lerma-Santiago-Pacífico
- IX Golfo Norte
- X Golfo Centro
- XI Frontera Sur
- XII Península de Yucatán
- XIII Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala



**Fósforo total, 2003** (% de los sitios de monitoreo en cada categoría)

### Fuente:

Elaboración propia con base en datos proporcionados por:  
CNA. Gerencia de Planeación Hidráulica. Subdirección General de Programación. México. 2004 y 2005.

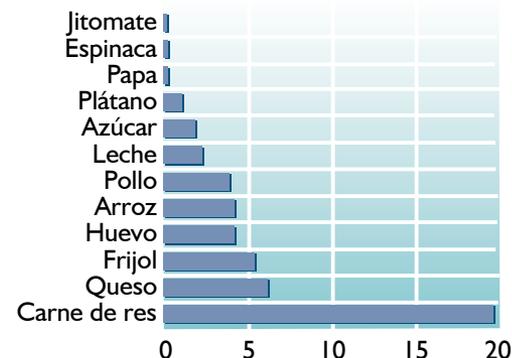
# Huella hídrica

El hombre utiliza grandes cantidades de agua para sus actividades cotidianas (beber, cocinar, lavar, etc.) pero mucha más para producir alimentos, papel, ropa y demás productos que consume. La huella hídrica de un país se define como el volumen total de agua que se utiliza para producir los bienes y servicios consumidos por sus habitantes. El concepto de huella hídrica fue introducido con el fin de proporcionar información sobre el uso de agua por los diferentes sectores. La producción de algunos alimentos demanda mayor cantidad de agua que otros, mientras que algunos productos industrializados, como el papel, pueden requerir el empleo de gran cantidad de agua para su producción. A la cantidad de agua empleada en la producción de cada producto se le denomina contenido virtual de agua.

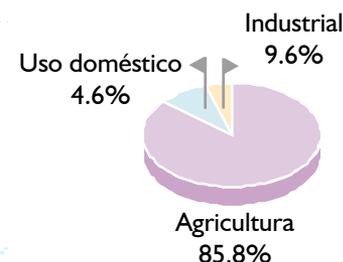
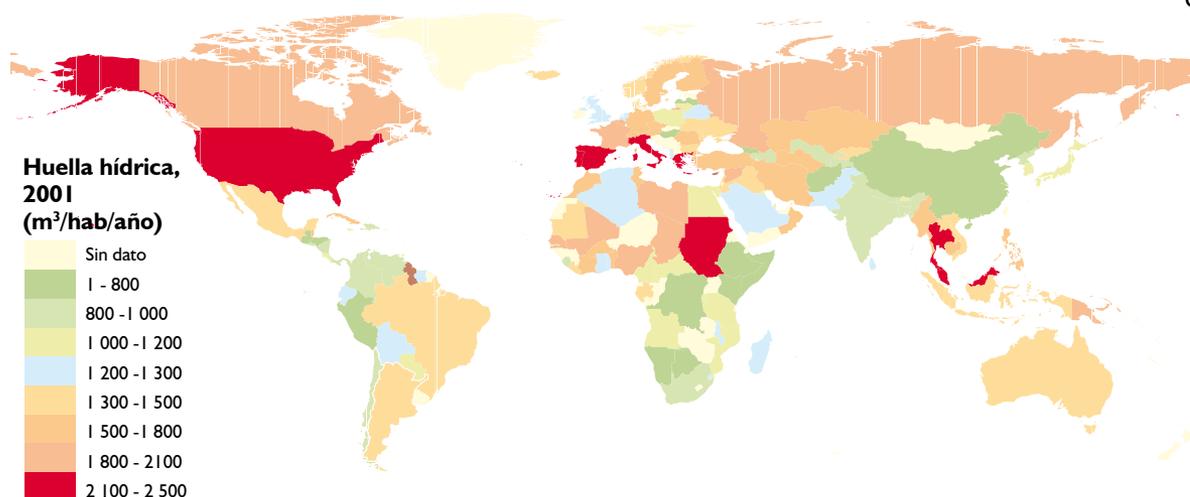
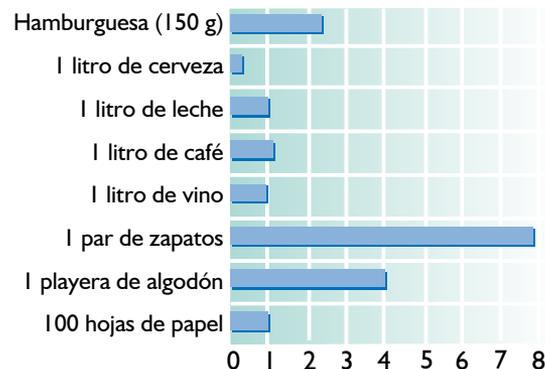
A nivel global, 86% de la huella hídrica está relacionada con el consumo de productos agrícolas, 10% con el consumo de bienes industriales y menos de 5% con los usos domésticos.

Los principales factores que determinan la huella hídrica de un país son: a) el consumo de agua promedio per cápita, relacionado con el ingreso nacional bruto, b) los hábitos de consumo de sus habitantes, c) el clima, en particular la demanda evaporativa y d) las prácticas agrícolas. En el período 1997-2001, los países con mayor huella hídrica fueron Estados Unidos, Grecia y Malasia (superior a los 2 300 m<sup>3</sup>/hab/año). En contraste, Afganistán y Somalia tienen una huella hídrica per cápita menor a 700 m<sup>3</sup>/hab/año. En ese mismo periodo, México tuvo una huella hídrica per cápita de 1 441 m<sup>3</sup>/hab/año.

**Contenido virtual de agua  
(miles de litros/Kg)**



**Contenido virtual de agua  
(miles de litros)**



**Huella hídrica mundial por categoría de consumo, 2001**

Fuente:

Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. *Water footprints of nations*. Value of Water Research Report Series No. 16, UNESCO-IHE. Delft. The Netherlands. 2004. Disponible en: <http://www.waterfootprint.org/>