

Agua

## Cantidad y uso del agua

### Principales consideraciones

- El agua dulce superficial y las aguas freáticas son un denominador común indispensable para la vida. El acceso continuo al agua dulce constituye una preocupación en diversas zonas de América del Norte.
- La distribución del agua dulce es sumamente variable a lo largo y ancho de la región. Los usos industriales y agrícolas representan la mayor parte de las extracciones de agua en América del Norte, y en algunas zonas el uso humano compite con las necesidades ecológicas.
- Las extracciones totales de agua en Estados Unidos aumentaron entre 1970 y 1990, pero desde entonces se han mantenido relativamente constantes a pesar del incesante crecimiento demográfico. En Canadá y México las extracciones totales de agua siguen en aumento.
- El cambio climático, el aprovechamiento del suelo y el crecimiento demográfico afectan la disponibilidad de agua dulce en toda América del Norte. A medida que cambia el clima, es probable que también se modifiquen los patrones de precipitación y los escurrimientos. Dados el crecimiento demográfico previsto y los actuales patrones de desarrollo, se prevé una mayor competencia entre los usuarios de agua.

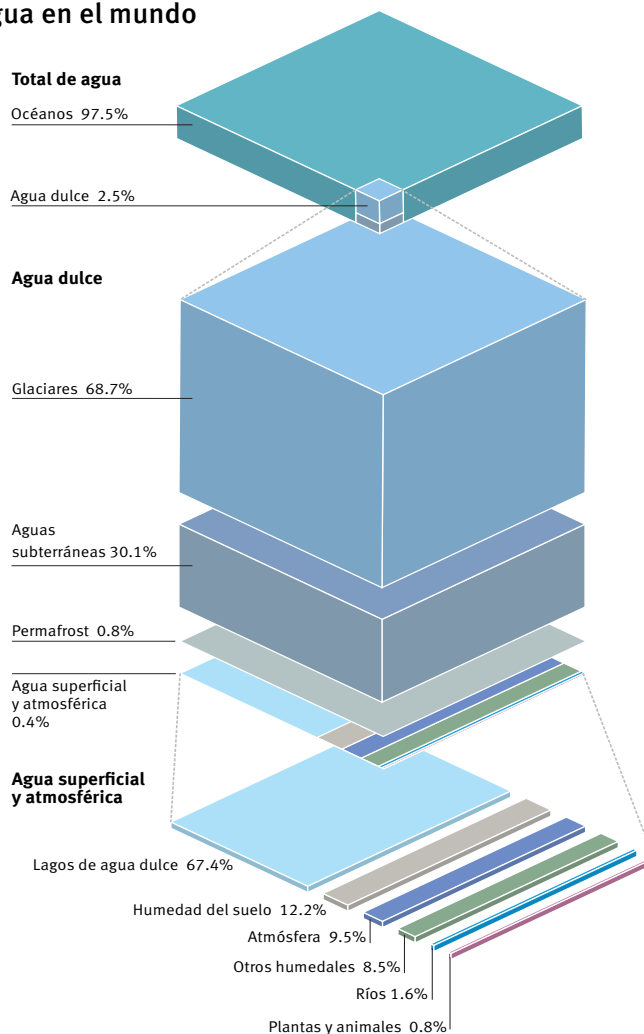
La *cantidad y uso del agua* se relaciona directamente con una variedad de necesidades humanas y ecológicas: agrícolas, industriales, nacionales y ambientales. El desarrollo humano y el medio ambiente dependen de los suministros adecuados de agua limpia.

### ¿Cuál es la problemática ambiental?

El agua —recurso finito pero renovable— es esencial para sustentar la vida, el desarrollo y el medio ambiente. Aunque 70 por ciento de la superficie de la tierra está cubierta por agua, 97

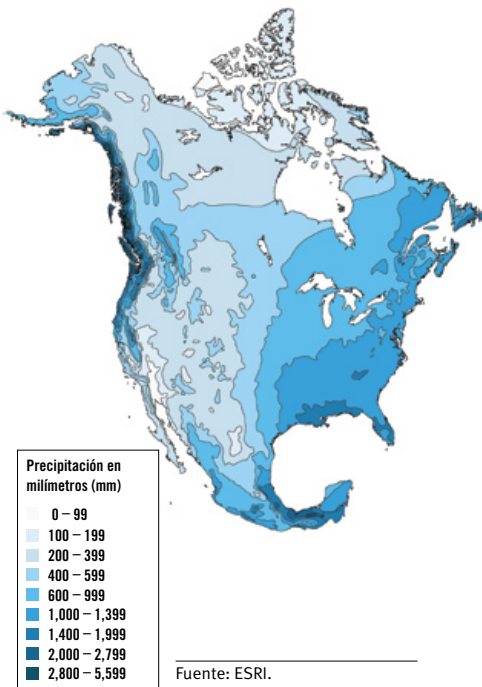
por ciento es agua oceánica salada y menos de tres por ciento es agua dulce (véase la gráfica). Del agua dulce, 69 por ciento está congelada en glaciares y nieves permanentes, y otro 30 por ciento es agua subterránea “oculta” (aguas freáticas). De modo que menos de uno por ciento del

### Distribución del agua en el mundo



Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

## Precipitación normal anual en América del Norte



agua del planeta se encuentra en forma de agua superficial y vapor atmosférico.

El agua dulce superficial y las aguas freáticas son un denominador común para la vida en todos los países. El agua no sólo sustenta todas las formas de vida, sino que carece de sustituto en muchos procesos comerciales e industriales, en especial en los cultivos agrícolas. El uso de agua dulce para abasto de la población, irrigación, procesos industriales y enfriamiento de centrales eléctricas ejerce presión en los recursos hídricos. Los actuales patrones de aprovechamiento del líquido afectan los suministros de agua para la población y la producción de alimentos; generan la competencia entre varios usos finales, y provocan la salinización de cuerpos de agua dulce en zonas costeras. Además, perturban los flujos tanto mínimos como máximos que los ecosistemas acuáticos necesitan normalmente en momentos específicos del año para sustentar las diversas comunidades de organismos que albergan.

## Recursos hídricos renovables internos de América del Norte (kilómetros cúbicos al año)

	Canadá	Estados Unidos	México	América del Norte
Agua superficial producida internamente	2,840	2,662	361	5,863
Recarga de aguas freáticas	370	1,300	139	1,809
Total (ajustado por superposiciones)	2,850	2,800	409	6,059

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

## ¿Por qué es importante este asunto para América del Norte?

Los recursos de agua dulce son de primordial importancia ambiental y económica para América del Norte, pero su distribución es muy variable. Canadá posee cerca de 20 por ciento de los recursos totales de agua dulce del planeta. Sin embargo, gran parte de ésta se encuentra en lugares remotos o retenida en lagos, mantos acuíferos y glaciares. México, en cambio, es un país fundamentalmente árido y el agua dulce abunda en apenas algunas zonas locales. No sólo es importante la cantidad de agua dulce, también lo es la rapidez con la que ésta se repone por medio de lluvias y escurrimiento. En muchas partes de América del Norte, las necesidades y los usos humanos del agua compiten con la necesidad del líquido para sustentar la vida acuática.

### Distribución de los recursos hídricos

Los recursos hídricos renovables internos de América del Norte se calculan sumando el caudal promedio anual de los ríos y la recarga de aguas del subsuelo (mantos acuíferos) a raíz de la precipitación al interior de las fronteras de cada país (véase el cuadro). Las aguas superficiales producidas internamente representan el caudal anual promedio de los ríos generado por la precipitación interna y el flujo base generado por los acuíferos, en tanto que la recarga de las aguas freáticas se calcula midiendo la precipitación pluvial en zonas áridas, donde se da por sentado que el agua de lluvia se infiltra a los mantos acuíferos; sin embargo, estos cálculos revisten considerable incertidumbre. El total (la suma de ambos volúmenes) se ajusta para tomar en cuenta cualquier superposición que podría ocurrir cuando las aguas superficiales recargan los acuíferos, o cuando éstos liberan agua al flujo superficial. Los flujos de entrada que se originan fuera de las fronteras de un país no se incluyen en el total del recuadro.

Los recursos de agua dulce no están distribuidos de manera uniforme en América del Norte (véase el mapa). En términos generales, las

## Extracción de agua dulce para usos domésticos, industriales y agrícolas en América del Norte, 2000

Uso	Canadá	Estados Unidos	México
<b>Extracción total</b> (km <sup>3</sup> /año)	<b>46</b>	<b>479</b>	<b>78</b>
<b>Doméstico</b>	<b>19%</b>	<b>13%</b>	<b>17%</b>
<b>Industrial</b>	<b>69%</b>	<b>46%</b>	<b>6%</b>
<b>Agrícola</b>	<b>12%</b>	<b>41%</b>	<b>77%</b>

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

regiones del este de América del Norte se consideran ricas en agua o dominadas por precipitaciones, aunque las sequías periódicas pueden afectar considerablemente la disponibilidad del agua. Por lo general, los valores de precipitación normales anuales de 800 milímetros o mayores se relacionan con zonas ricas en agua en Canadá, el este de Estados Unidos y el sureste de México. Los valores de precipitación normales anuales inferiores a 600 milímetros se relacionan con regiones áridas y semiáridas, incluidas la región de las Grandes Planicies de Canadá y Estados Unidos y gran parte de México. Esta distribución determina el que las extracciones provengan de aguas superficiales o de aguas freáticas.

### Usos de los recursos hídricos

En América del Norte, el sector industrial y la agricultura combinados extraen alrededor de 85 por ciento del agua, pero la distribución entre los usos varía por país (véase el cuadro). En Canadá, 69 por ciento de las extracciones se usan para la industria y 12 por ciento para la agricultura, mientras que en México alrededor de 77 por ciento se usa para la agricultura y sólo seis por ciento para la industria. En Estados Unidos, las extracciones para uso agrícola e industrial son aproximadamente similares.

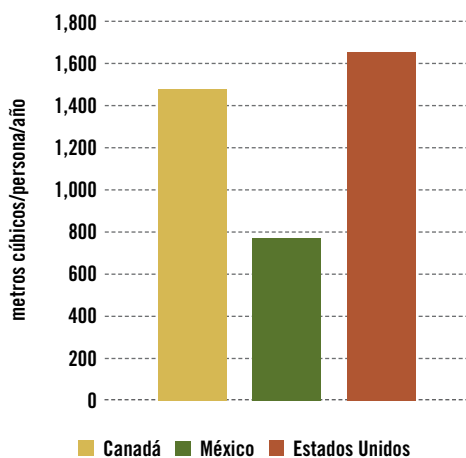
No todas las extracciones de agua dulce tienen las mismas implicaciones para el suministro de agua. La agricultura representa un uso altamente consuntivo de agua y devuelve a los acuíferos sólo una pequeña porción del agua extraída; el resto se pierde por evaporación o se utiliza para riego y para abrevar el ganado. Los usos industriales a menudo son menos consuntivos porque el agua se recicla internamente y una parte termina por devolverse aguas abajo. Un ejemplo es la generación termoeléctrica, que representa una parte importante de las extracciones industriales. Parte del agua se

convierte en vapor para accionar el generador que produce la electricidad, pero la mayor parte del líquido se utiliza en el enfriamiento del condensador para luego ser descargada. En cuanto al uso doméstico del agua, gran parte de la recuperación se hace a través del drenaje de aguas negras, que en la mayoría de las zonas son tratadas antes de devolverlas a aguas superficiales. Otros usos humanos del agua dulce —como la generación hidroeléctrica, el transporte y la recreación— son usos no consuntivos que no se consideran extracciones.

Las extracciones también se pueden expresar per cápita (véase la gráfica). Estados Unidos y Canadá son los mayores usuarios de agua por habitante en el mundo cuando se consideran las extracciones para todos los usos. El consumo por persona es más de dos veces y media el de Asia o Europa y más de seis veces el de África. Esto obedece, entre otras razones, al bajo costo del agua en comparación con otros países industrializados. El consumo de agua per cápita en México es más comparable al de otras zonas del mundo, aunque no deja de ser ligeramente superior.

Las extracciones totales de agua en Estados Unidos aumentaron de 1970 a 1990, pero desde entonces se han mantenido relativamente constantes, aun cuando la población ha crecido alrededor de 16 por ciento. En Canadá y México, las extracciones totales de agua han seguido aumentando. Entre 1972 y 1996, el índice de extracciones de agua de Canadá aumentó casi 90 por ciento, aunque su población sólo creció 34 por ciento en ese mismo periodo. México tam-

**Consumo de agua per cápita en América del Norte, con base en el total de extracciones, 2000**



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

### Estudio de caso – Las consecuencias de la extracción de aguas freáticas



Subsidencia en el Valle de San Joaquín, California. Foto: Servicio Geológico de Estados Unidos (US Geological Survey).

La subsidencia del suelo e incluso su desmoronamiento pueden ocurrir cuando la extracción de aguas freáticas excede la recarga y se crea un vacío en un acuífero. Un ejemplo de esto es el Valle de San Joaquín, una de las zonas agrícolas más productivas de Estados Unidos. El Valle Central de California, que incluye el Valle de San Joaquín, produce alrededor de 25 por ciento de los alimentos consumidos en Estados Unidos en tan sólo uno por ciento de las tierras de labranza del país. De 1900 a la década de 1970 se extrajeron aguas freáticas para irrigar y cultivar estos alimentos; sin embargo, con el tiempo estas extracciones rebasaron considerablemente la recarga y los más de 75 años de bombeo de aguas freáticas para irrigación provocaron que el suelo se hundiera más de ocho metros. En esta fotografía de un sitio cercano a Mendota, en el Valle de San Joaquín, la marca superior del poste indica el nivel de la superficie del suelo en 1925 en comparación con el nivel al momento de tomarse la fotografía, alrededor de 1977.

bién ha tenido mayores extracciones de agua en los últimos 30 años.

La irrigación también es en parte responsable. Las tierras irrigadas han aumentado desde 1960: a más del doble en Canadá y México, y más de 50 por ciento en Estados Unidos. Gran parte de este aumento ha ocurrido en regiones áridas o semiáridas, donde las aguas freáticas son la principal fuente de agua. Poco más de una décima parte del área de tierras cultivadas de América del Norte está irrigada, de ella más de 75 por ciento se encuentra en Estados Unidos y poco más de 20 por ciento en México. En Estados Unidos, las zonas preparadas para irrigación representan alrededor de 12 por ciento de las tierras de labranza. En México, casi la cuarta parte de la tierra cultivada está irrigada. En cambio, menos de dos por ciento de las tierras destinadas al cultivo de Canadá se irrigan.

La mayoría de las extracciones de América del Norte corresponde a aguas superficiales, pero las extracciones de aguas freáticas también tienen muchas aplicaciones, desde el suministro doméstico hasta la irrigación. Aunque a escala mundial el volumen de las aguas del subsuelo excede el de las aguas superficiales (del volumen total de agua dulce, alrededor de 30 por ciento

corresponde a aguas freáticas frente a menos de uno por ciento de aguas superficiales), estas últimas se reabastecen con mucho mayor rapidez (gracias a la precipitación). Algunas aguas freáticas reciben el nombre de “agua fósiles” porque su índice de recarga o renovación se mide en tiempo geológico (millones de años), mientras que la renovación de aguas superficiales se mide en días o semanas.

En muchas zonas de América del Norte, el nivel de los mantos freáticos va en declive por la sencilla razón de que las extracciones rebasan la recarga. En algunas zonas de México y Estados Unidos, el suelo sobre estos acuíferos menguantes ha sufrido hundimientos o subsidencia. Por la extracción de aguas freáticas, la Ciudad de México ha sufrido una subsidencia de hasta 18 metros en los últimos cien años. Desde finales de la década de 1980, las autoridades de la Ciudad de México han controlado la extracción de aguas freáticas en un esfuerzo por reducir la subsidencia; con todo, se el índice de subsidencia observado osciló alrededor de los 20-30 centímetros anuales en los últimos veinte años. En Estados Unidos, más de 43,500 kilómetros cuadrados en 45 estados han resultado directamente afectados por la subsidencia (véase el estudio de caso).



## ¿Cuáles son sus vínculos con otras cuestiones ambientales de América del Norte?

El agua es un factor presente en todos los aspectos del medio ambiente, pero sus vínculos con ciertos problemas ameritan una mayor consideración.

### Cambio climático

El vapor de agua no sólo es el gas de efecto invernadero más importante, sino también una importante influencia en el clima del planeta. Los patrones del agua se ven afectados por el cambio climático e influyen en éste. Por ejemplo, los aumentos tanto de precipitación pluvial como de sequía se relacionan con los fenómenos de *El Niño* y *La Niña* en América del Norte, resultantes de los cambios en la temperatura superficial del mar. A medida que cambian los patrones climáticos, es probable que también cambien los patrones de precipitación y escurrimiento, con más sequía en algunas áreas y más inundaciones en otras. Tal vez los científicos no puedan predecir con certidumbre los patrones de cambio precisos, pero lo que sí resulta claro que el cambio climático ocasionará cambios en la disponibilidad de agua en América del Norte.

### Aprovechamiento del suelo

Al igual que el cambio climático, los cambios en el aprovechamiento del suelo, en particular los derivados del crecimiento demográfico, se relacionan con la cantidad y el uso del agua. En general, se prevé que los cambios en el crecimiento demográfico y el aprovechamiento del suelo serán factores de mayor peso que el cambio climático en la escasez de recursos hídricos en los próximos 25 años. Sin embargo, en vista de las diferencias espaciales en la distribución de los recursos hídricos renovables y disponibles al interior de los países y en diferentes zonas geográficas, es probable que ciertas zonas de América del Norte sufran una mayor escasez de agua que otras. En algunas zonas, las tendencias en los cambios climático, demográfico y de uso del suelo concurren. El aprovechamiento del suelo puede afectar también el suministro de agua al expandirse las superficies impermeables y, con ello, limitarse el grado de recarga de los mantos freáticos.

### Biodiversidad y ecosistemas

La precipitación y el escurrimiento sustentan los ecosistemas tanto terrestres como acuáticos, además de que suministran el agua dulce necesaria para sustentar los ecosistemas estuarinos. La competencia por el agua entre los seres humanos y los

ecosistemas acuáticos puede alterar de manera considerable los regímenes de flujo —es decir, a medida que el agua se extraiga para otros usos, las cantidades más bajas de flujo ya no sostendrán a las comunidades acuáticas. Los ecosistemas acuáticos requieren más que una cantidad mínima de agua para su mantenimiento; también necesitan inundaciones con la frecuencia y magnitud correctas para sustentar el sistema. Los diques y otros obstáculos del libre flujo pueden alterar tanto el momento de entrada de los flujos como la cantidad de agua que fluye en las corrientes, lo que tiene un efecto importante en la biodiversidad corriente abajo (véase el estudio de caso).

### Contaminantes

Los escurrimientos se relacionan con una mayor carga de sedimentos, nutrientes y contaminan-

tes tóxicos y de otros tipos, todos los cuales tienen un efecto en la calidad de los suministros de agua potable y los ecosistemas acuáticos. A medida que el suelo se convierte a usos urbanos o suburbanos, aumenta también la contaminación de fuentes fijas, como consecuencia de la construcción de plantas adicionales para el tratamiento de aguas residuales a fin de satisfacer las necesidades de la creciente población. Las superficies impermeables de las zonas desarrolladas propician asimismo mayores escurrimientos que tal vez no tengan oportunidad de filtrarse por medio de procesos naturales. La influencia acumulativa del mayor número de fuentes fijas y móviles puede afectar la adecuación del agua para sustentar tanto los ecosistemas acuáticos como otros usos deseados del vital líquido. 🦋

## Estudio de caso – Delta del río Colorado

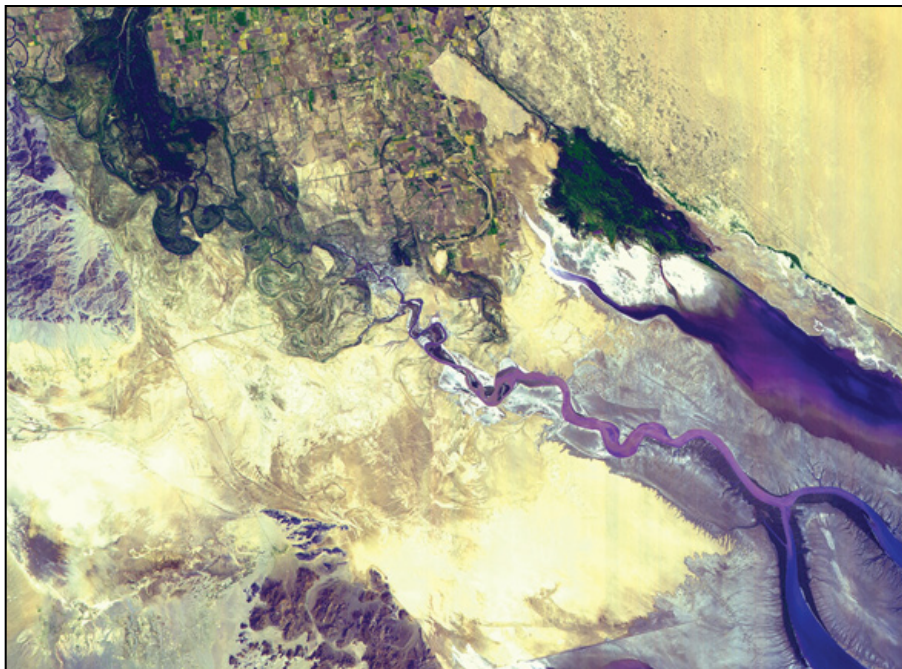


Imagen del delta del río Colorado tomada en septiembre de 2000 con el Radiómetro Espacial Avanzado de Reflexión de Emisión Termal (ASTER, por sus siglas en inglés). Foto: Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (National Aeronautics and Space Administration, NASA).

El delta del río Colorado se ubica en la región al sur de la frontera entre California y México, donde históricamente este río desemboca en el golfo de California (mar de Cortés). Este oasis de 7,800 kilómetros cuadrados solía ser uno de los estuarios desérticos más grandes del mundo. En los años veinte, el naturalista Aldo Leopold comentó la riqueza de la diversidad de aves acuáticas, vida acuática de agua dulce y salada, jaguar, venado, castor y otras formas de vida silvestre que habitaban en el delta del río Colorado. Hoy, el delta conserva sólo cinco por ciento de su tamaño original y ya no sustenta esta abundante biodiversidad, en parte porque su flujo histórico ya no llega con constancia al estuario. Los diques y los canales de desviación río arriba han reducido y alterado considerablemente el torrente del río Colorado. Aunque este tipo de estuarios son naturalmente salobres, se trata de ecosistemas que deben tener flujos de agua dulce para sustentar su biodiversidad y productividad.