

Agua, el futuro ineludible

BORIS GRAIZBORD
JESÚS ARROYO ALEJANDRE
coordinadores

Universidad de Guadalajara
El Colegio de México
UCLA Program on Mexico
Profmex/World
Juan Pablos Editor

Primera edición 2019

D.R. © 2019 Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas
Periférico Norte 799
45140, Zapopan, Jalisco, México

D.R. © 2019 El Colegio de México
Carretera Picacho-Ajusco 20, Fuentes del Pedregal
14110, Ciudad de México

D.R. © 2019 Profmex/World
1242 Lachman Lane
90272, Pacific Palisades, California, EUA

D.R. © 2019 Juan Pablos Editor
2ª Cerrada de Belisario Domínguez 19
Col. del Carmen, Alcaldía Coyoacán
04100, Ciudad de México

ISBN: 978-607-711-527-4

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

ÍNDICE

Introducción. Del deber ser a lo ineludible e impostergable:
el futuro del agua..... 9
Boris Graizbord
Jesús Arroyo Alejandre

PARTE I EL FUTURO

1. Los cuatro futuros del agua en México y su monitoreo 35
Ricardo Martínez Lagunes

2. El futuro del agua a la luz del cambio climático:
algunas perspectivas a macro y micronivel 49
Antonina Ivanova
Jobst Wurl

3. Seguridad hídrica y derecho humano al agua 65
Patricia Ávila García

4. Desigualdades en disponibilidad de agua potable en las ciudades
y los municipios de México: siete explicaciones y una conjetura 75
Carlos Garrocho
Juan Campos Alanís

PARTE II CONTEXTO TERRITORIAL

5. El empequeñecimiento de la agricultura de los distritos de riego
en México, 1968-2013. Una mirada norteña 95
Luis Aboites Aguilar

6. Deterioro y conflictividad del agua en México:
una mirada desde el Norte 113
José Luis Moreno Vázquez

7. Agua y periferia en el contexto metropolitano:
entre la provisión pública y los mecanismos sociales de ajuste 129
Esthela Irene Sotelo Núñez

2. EL FUTURO DEL AGUA A LA LUZ DEL CAMBIO CLIMÁTICO: ALGUNAS PERSPECTIVAS A MACRO Y MICRONIVEL

*Antonina Ivanova¹
Jobst Wurl²*

Los impactos del cambio climático sobre los sistemas de agua dulce y su manejo se deben ante todo a los incrementos actuales en la temperatura, la elevación del nivel medio del mar y la variabilidad de las precipitaciones. Este capítulo presenta los futuros escenarios para el agua a nivel mundial y para México, con enfoque especial en el estado de Baja California Sur (BCS), que ejemplifica los riesgos latentes de un futuro estrés hídrico. Se proponen algunas medidas de adaptación para el país y sus zonas más vulnerables.

La elevación del nivel del mar extenderá las áreas de salinización en acuíferos y esteros, lo cual dará como resultado el descenso de la disponibilidad de agua para seres humanos y ecosistemas en zonas costeras (IPCC, 2014a). El incremento de la intensidad de las precipitaciones se espera que aumente también los riesgos de inundaciones en algunas áreas, y que provoque al mismo tiempo sequías en otras localidades.

El Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) estipula que las regiones áridas y semiáridas están expuestas de manera más fuerte a los impactos del cambio climático sobre la disponibilidad de agua dulce (IPCC, 2014b). Entre estas áreas de alta vulnerabilidad se encuentran el noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos. La vulnerabilidad en varias localidades se acentúa por el rápido crecimiento de la población y el incremento de la demanda de agua.

¹ Profesora investigadora del Departamento de Economía, Universidad Autónoma de Baja California Sur.

² Profesor investigador del Departamento Académico de Ciencia de la Tierra, Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Las temperaturas altas, las precipitaciones con mayor intensidad y los períodos más largos con poca precipitación provocan e incrementan varias modalidades de contaminación del agua, lo que afecta de manera negativa los ecosistemas, la salud humana, la confiabilidad en el suministro de agua y los costos de operación. Los contaminantes incluyen sedimentos, nutrientes, carbón orgánico disuelto, patógenos, sales y contaminación termal (IPCC, 2008). El cambio climático genera impactos sobre el funcionamiento y manejo de la infraestructura hídrica existente.

Los efectos adversos del clima en los recursos de agua dulce incrementan los impactos de otros factores de estrés, como el crecimiento de la población y los cambios en la actividad económica, los usos del suelo y los procesos de urbanización. A nivel global, la demanda de agua crecerá en las décadas venideras debido ante todo al aumento de la población; además, en varias localidades aumentará la demanda de agua para irrigación. Es muy probable que las prácticas de manejo existentes resulten insuficientes o inadecuadas para afrontar los impactos negativos del cambio climático en el suministro de agua continuo, riesgo de inundaciones, salud, energía y sistemas acuáticos. La incorporación de la variabilidad climática en el manejo integrado de cuencas hará más fácil la adaptación a los impactos futuros y el manejo sustentable del agua.

En algunos países y regiones (por ejemplo, el Caribe, Canadá, Estados Unidos, Reino Unido y Alemania) ya fueron desarrolladas prácticas de adaptación y manejo de riesgo en el sector hídrico, que reconocen los cambios hidrológicos pronosticados con las incertidumbres relacionadas con él. Desde el Tercer Informe de Evaluación del IPCC se han evaluado las incertidumbres, se ha mejorado su interpretación y se han desarrollado nuevos métodos de evaluación. Los impactos negativos del cambio climático sobre los recursos de agua dulce son mucho mayores que ciertos impactos positivos que se pudieran dar. Todas las regiones del mundo evaluadas por el Grupo de Trabajo II del IPCC muestran un impacto neto negativo del cambio climático sobre los recursos hídricos y los ecosistemas de agua dulce. Las localidades donde se espera que decline el escurrimiento afrontarán la reducción del valor de los servicios suministrados por el recurso hídrico (IPCC, 2014a). Los impactos benéficos del incremento de escurrimiento en otras regiones serán contrarrestados por los efectos negativos de la mayor variabilidad de precipitaciones y escurrimientos de temporada sobre el suministro y la calidad del agua, así como sobre los riesgos de inundación.

Los riesgos relacionados con el agua dulce se incrementan con las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. Los

modelos desarrollados por la comunidad científica a nivel mundial muestran claramente las diferencias entre futuros con emisiones más altas y con emisiones más bajas.

Por cada grado centígrado de calentamiento global, al menos 7 por ciento de la población mundial sufrirá una disminución de 20 por ciento de recursos hídricos renovables (IPCC, 2008). Se proyecta que a finales del siglo XXI el número de personas que sufrirán inundaciones por desbordamiento de ríos será tres veces más alto que el registrado a lo largo del siglo XX.

Se espera que el cambio climático incremente la frecuencia de las sequías meteorológicas (por menor cantidad de lluvias) y las sequías agrícolas (menos humedad en el suelo) en las regiones secas a fines del siglo XXI (IPCC, 2014b). A la vez, es probable que se incremente la frecuencia de sequías hidrológicas (menos agua superficial y subterránea). No hay que olvidar el incremento de la demanda de agua, lo que contribuye a la escasez de los recursos hídricos.

Otro impacto que se espera es el deterioro de la calidad del agua potable, lo que representa riesgos incluso para la calidad del agua procesada. Las fuentes de riesgo son el incremento de las temperaturas y el aumento de los sedimentos, nutrientes y contaminantes que se acumulan en el agua debido a las fuertes precipitaciones, una menor disolución de contaminantes en tiempo de sequía (IPCC, 2008), así como daños a las instalaciones de tratamiento de agua durante las inundaciones.

Como ya se mencionó, uno de los impactos esperados del cambio climático es que haya modificaciones importantes en el régimen de lluvias, incluyendo la cantidad y distribución de ellas en el tiempo. Esto tendrá implicaciones muy importantes para la agricultura y el uso de agua en los hogares, la industria, el comercio y la generación de energía. Agricultores que dependen de la lluvia para el éxito de sus cultivos pueden ver sus medios de vida amenazados si no existe la capacidad o la infraestructura para el riego en los momentos que se requiera.

El cambio climático afectará de manera diferente a los países y sectores de la población. Algunos países o grupos sociales tendrán la capacidad de hacer frente a los cambios de temperatura esperados, mientras que otros serán más vulnerables. Otros más no tendrán la capacidad para adaptarse y enfrentar estos cambios. Lo mismo ocurre dentro de un país, donde algunas áreas tendrán mayor capacidad que otras para lidiar con los impactos esperados.

Los impactos del cambio climático esperados en el futuro sobre la población en relación con el sector de recursos hídricos no serán iguales para todos los individuos. Habrá sectores de la población más vulnerables que otros dada

una cierta amenaza, lo cual dependerá principalmente de sus características socioeconómicas. Un estudio reciente de Retana *et al.* (2011) apoya esta idea y encuentra que muchas de las acciones estatales deberán estar orientadas a reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de adaptación en estos sectores ante el cambio climático. Por ello es útil ubicar aquellas comunidades más vulnerables e invertir allí los recursos existentes.

La relación entre recursos hídricos y desarrollo humano es fuerte. Por un lado, el agua contribuye a la calidad de la vida humana y a que las personas puedan expandir sus libertades, generando así ingresos en la agricultura y en la producción de energía, lo cual permite el saneamiento y el acceso a la educación. El acceso al agua es una condición necesaria, aunque no suficiente, para el desarrollo humano (PNUD, 2006). Y casualmente son aquellas poblaciones en condiciones de mayor pobreza las que tienen menos acceso a este recurso.

El desarrollo humano centra su atención en la “expansión de las libertades de las personas”. Las concibe como fines en sí mismas para que desplieguen todo su potencial. El ingreso es considerado un medio para ampliar las oportunidades de los individuos.

La adaptación al cambio climático es el ajuste en los sistemas naturales y humanos como respuesta a estímulos climáticos actuales y esperados o sus efectos, los cuales moderan los daños o sacan ventaja de las oportunidades (IPCC, 2014).

El impacto del cambio climático sobre los sistemas sociales es un tema de gran importancia para el desarrollo humano. Este impacto se percibirá aunque se reduzcan drásticamente las emisiones en todo el mundo, por lo que la adaptación ante este cambio cobra cada vez mayor importancia. Es decir, ante un cambio inminente en el clima, la preparación que tenga la sociedad para lidiar con él será determinante para que sobreviva. Por esa razón la adaptación se considera crucial para la sobrevivencia humana y de los ecosistemas en general.

El sector de recursos hídricos es de particular importancia cuando se analiza el cambio climático debido a que las consecuencias principales que se esperan de este fenómeno están relacionadas con aumentos y disminuciones en la precipitación, así como con cambios en su patrón estacional. Además, este recurso representa un vínculo entre el sistema natural y el sistema social; por ejemplo, la producción agrícola está asociada muchas veces a regímenes hídricos específicos, cuyas variaciones afectan la calidad y cantidad de los productos (Alcocer *et al.*, 2015). Hay que tomar en cuenta que no todos los países, o regiones, van a tener los mismos recursos para la

adaptación al cambio climático. Esto requiere hacer cambios importantes en sectores como la producción de alimentos, en la agricultura, la generación de energía y el aprovechamiento del agua potable. Es muy útil, entonces, conocer a aquellos con mayor vulnerabilidad para así dirigir recursos para aumentar sus capacidades.

Como ya se mencionó, los recursos hídricos pueden resultar afectados de muchas maneras por el cambio climático. No obstante su importancia, el acceso a los recursos hídricos, y a los servicios relacionados con ellos, está usualmente condicionado por aspectos de gobernanza y de la estructura de poder (PNUD, 2006). Es decir, existen poblaciones que se encuentran en desventaja en cuanto a los beneficios para la vida que puede brindar el acceso al agua. Y esto no se relaciona con la cantidad de ella, sino con su administración y gobernabilidad, así como con factores socioeconómicos. De igual manera, estas personas usualmente enfrentan condiciones de mayor amenaza climática.

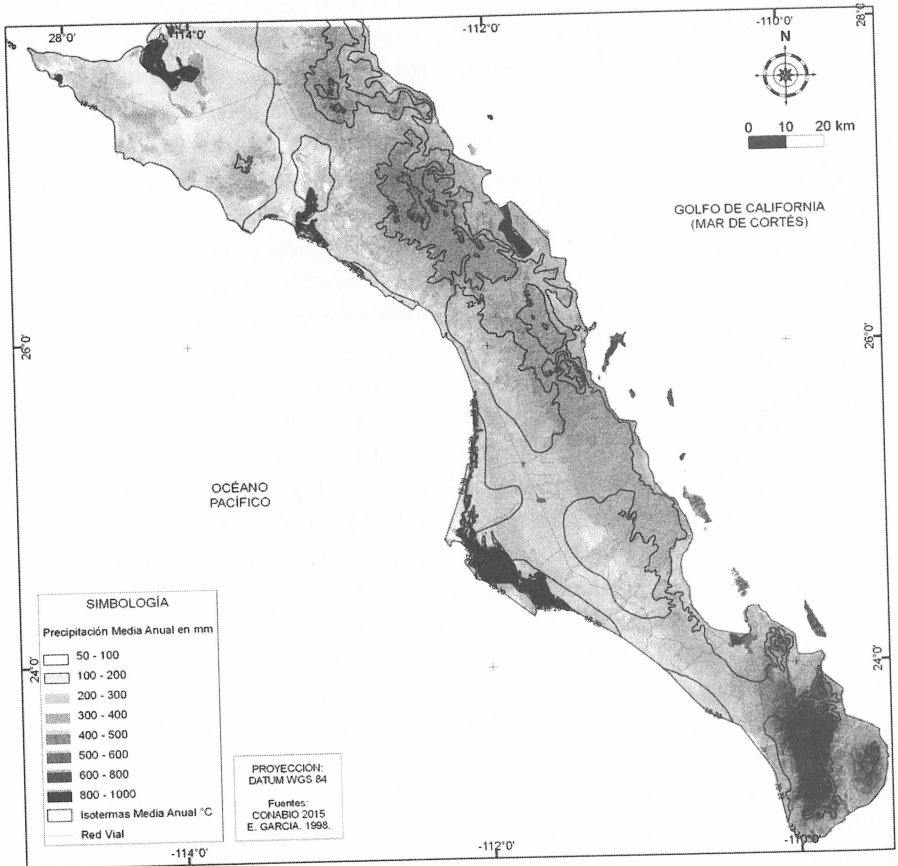
Si bien es cierto que el agua es un recurso escaso, los límites físicos todavía no han sido alcanzados y la escasez del agua, en buena medida, tiene su origen en la inequidad, la pobreza y la distribución del poder. Como ejemplo, PNUD (2006), en el Informe de Desarrollo Humano, cita las diferencias en abastecimiento de agua y alcantarillado, que no están correlacionadas con la cantidad disponible sino más bien con las instituciones.

Los factores que determinan esta vulnerabilidad son en su mayoría de tipo socioeconómico e institucional, ya que están relacionados con las capacidades de una población para tener resiliencia ante distintos tipos de eventos (y no sólo hidrometeorológicos). PNUD (2006) pone como ejemplo el caso de la India, que pierde 25 mil vidas al año por motivos relacionados con la sequía, mientras que Australia, con un nivel de amenaza similar, no pierde ninguna. Por ejemplo, la capacidad de almacenamiento de agua es un indicador de vulnerabilidad: mientras que Estados Unidos tiene 6,000 metros cúbicos por persona de almacenamiento, México cuenta con 1,000 (Banco Mundial, 2011).

Considerando el impacto que el cambio climático puede tener en la disminución de la precipitación en México, se esperaría un impacto negativo en la disponibilidad natural media de agua, el volumen de escurrimiento superficial medio anual y la recarga media anual de acuíferos. Todo esto daría como resultado que más regiones hidrológico-administrativas empezaran a tener problemas intermitentes de escasez de agua, y en los casos extremos del Valle de México y el Noroeste del país (Ortiz *et al.*, 2015) el problema podría llegar a ser insostenible. La ubicación de México en la zona intertropical del hemisferio norte coloca a dos terceras partes del país en zonas áridas o semiáridas, mientras que una tercera parte es susceptible de inundaciones

por su exposición a ciclones tropicales en sus tres márgenes costeros, por la diferencia en elevación de su territorio y por la distribución de la precipitación, así como por diferencias en el escurrimiento durante el transcurso del año y en espacio a lo largo y ancho del país. Dicha vulnerabilidad natural se ha exacerbado en años recientes. Se estima que en la actualidad el 15 por ciento de su territorio, el 68.2 por ciento de su población y el 71 por ciento de su PIB se encuentran altamente expuestos al riesgo de los impactos adversos directos del cambio climático (Martínez y Patiño, 2012). Lo anterior se debe tanto a factores climáticos como a la “vulnerabilidad social” (ordenamiento territorial y desarrollo urbano, la concentración de centros productivos e industriales en la zona árida del norte del país y la desigualdad en los ingresos).

Mapa 2.1. Precipitación y temperaturas en el estado de Baja California Sur

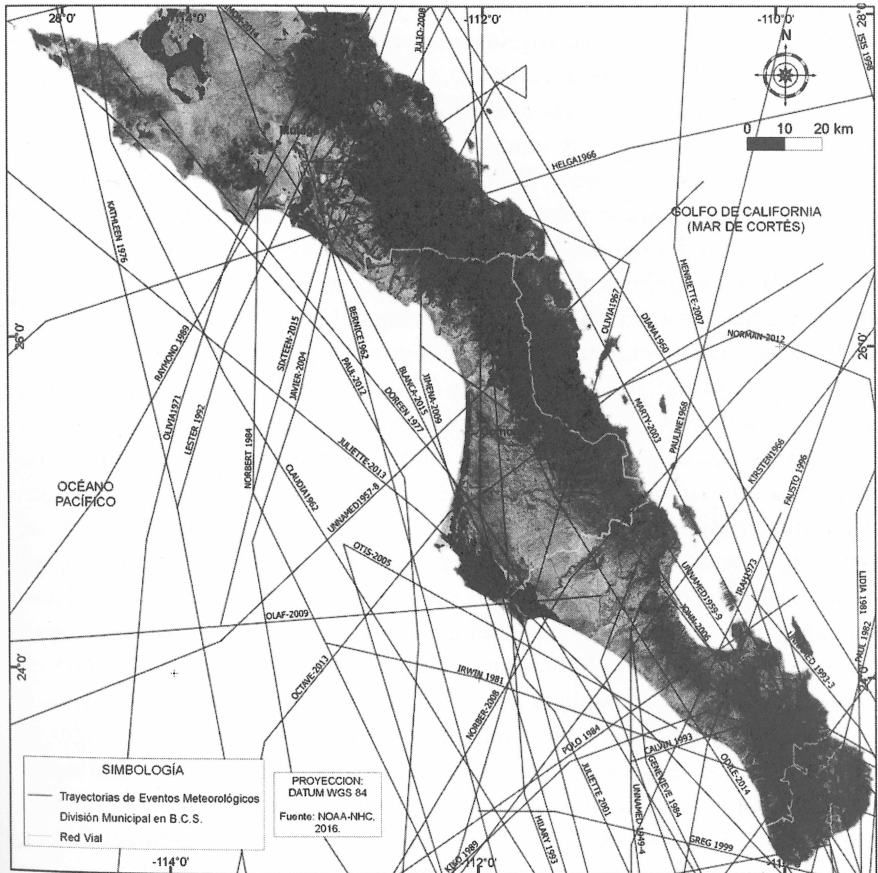


Fuentes: Conabio (2015), García (1998).

A continuación se presenta y analiza uno de los casos de extrema vulnerabilidad del recurso hídrico en México: el estado de Baja California Sur (BCS).

La escasez de agua y la sobreexplotación de los acuíferos figuran entre los principales problemas ambientales, sociales y de desarrollo en BCS. El clima del estado es muy árido, con escasa disponibilidad de agua; sólo recibe en promedio una cantidad menor de 200 mm de precipitación anual, lo cual representa menos de la tercera parte del promedio nacional. En BCS se observa, en general, una disminución de la precipitación en el norte del estado (mapa 2.1). El 88 por ciento del territorio recibe una precipitación de sólo 165

Mapa 2.2. Trayectoria de eventos hidrometeorológicos que han alcanzado tierra en Baja California Sur, 1949-2015



Fuente: NOAA-NHC, 2016.

mm al año o menos. En BCS las lluvias se presentan principalmente en verano debido al efecto de ciclones tropicales, y en menor grado en invierno. Según la Conagua (2002), la relación entre las lluvias veraniegas y las invernales es de 70 y 30 por ciento, respectivamente.

En comparación con la evaporación potencial (la cantidad máxima de agua que podría evaporarse) en un año, es más de diez veces mayor que la precipitación. Según los datos de 40 estaciones meteorológicas de la Conagua (2011), con mediciones directas de la evaporación potencial anual (realizadas entre 1940 y 2004), la evaporación potencial en BCS es en promedio de 2,180 mm. Como valor mínimo, se registraron 1,731 mm en el sur del estado (Estación Elías Calles) y el valor máximo fue de 2,986 mm y se registró en el norte, en el desierto de Vizcaíno (Estación Guillermo Prieto).

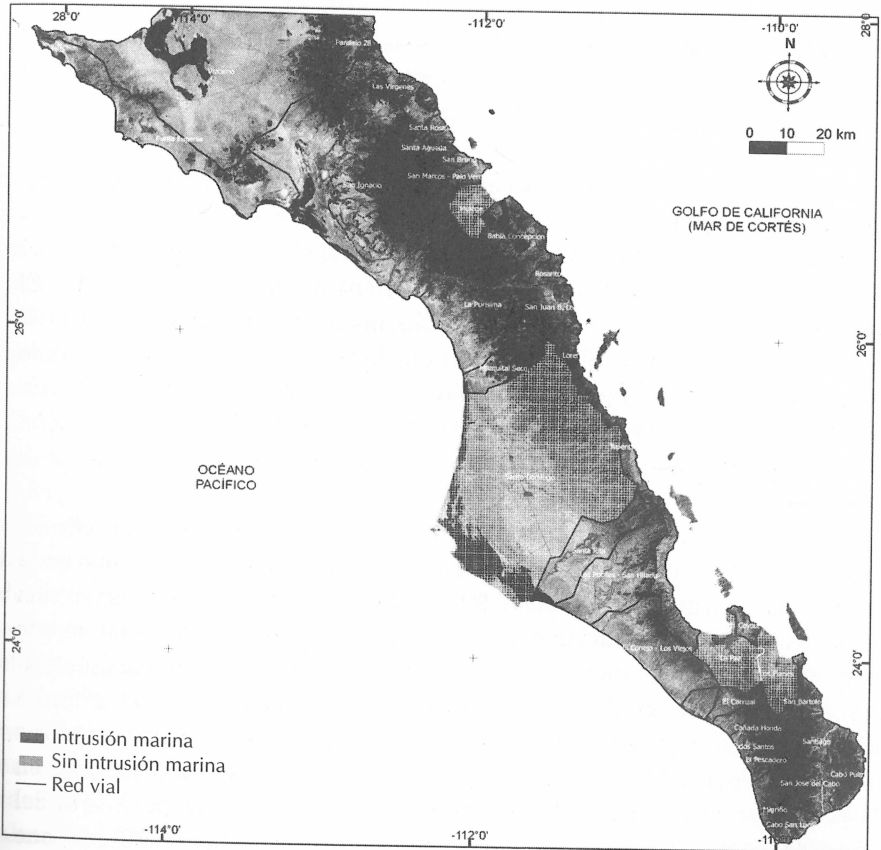
El estado de BCS es afectado de manera periódica por desastres de origen hidrometeorológico (mapa 2.2) tales como tormentas tropicales (huracanes), tempestades, inundaciones, sequías e incendios, por mencionar sólo los más importantes (Ivanova y Gámez, 2012). Casi todos los años se presentan lluvias de alta intensidad y corta duración, provocadas por ciclones, tormentas tropicales y huracanes, que causan inundaciones y daños materiales, en algunos casos hasta muertos. Pero estas lluvias extremas también son un factor importante para la recarga de los acuíferos. Existe una relación entre el acercamiento del ojo del huracán y la precipitación, de tal manera que para el sur del estado se observa un aumento en la precipitación cuando el ojo del huracán se acerca a menos de 800 km del lugar; en distancias de 300 km la precipitación aumenta al triple del promedio (Wurl y Martínez, 2006).

En BCS, por falta de ríos con flujo de agua durante todo el año, la única fuente confiable de agua dulce son los recursos del agua subterránea, extraída de acuíferos que se recargan después de las inundaciones y con los escurrimientos ocasionados por las intensas lluvias, provocadas en su mayoría por tormentas tropicales. En el estado sólo 5.7 mm de la precipitación anual alcanzan a recargar los acuíferos en promedio, el resto se evapotranspira (88 por ciento) o escurre por los arroyos hacia el mar. Debido a esta situación, en BCS es escasa la disponibilidad de agua dulce; la extracción de agua subterránea, en suma, es ligeramente mayor que la disponibilidad de ella en todos los acuíferos (Conagua, 2015a). La poca oferta de agua subterránea y la sobreexplotación de acuíferos (en su gran mayoría costeros) representan un problema grave, pues provocan la intrusión del agua marina en las zonas costeras (mapa 2.3). Además, se observa una creciente demanda del recurso hídrico; durante la década 2000-2010 la población de BCS aumentó en 50 por ciento (gráfica 2.1), lo que ha hecho disminuir la disponibilidad de agua per

cápita al año a un valor de sólo 785 metros cúbicos, por lo cual se le clasifica actualmente como un estado que experimenta escasez de agua. Esta situación encarece las actividades económicas e impacta negativamente el desarrollo futuro de la entidad.

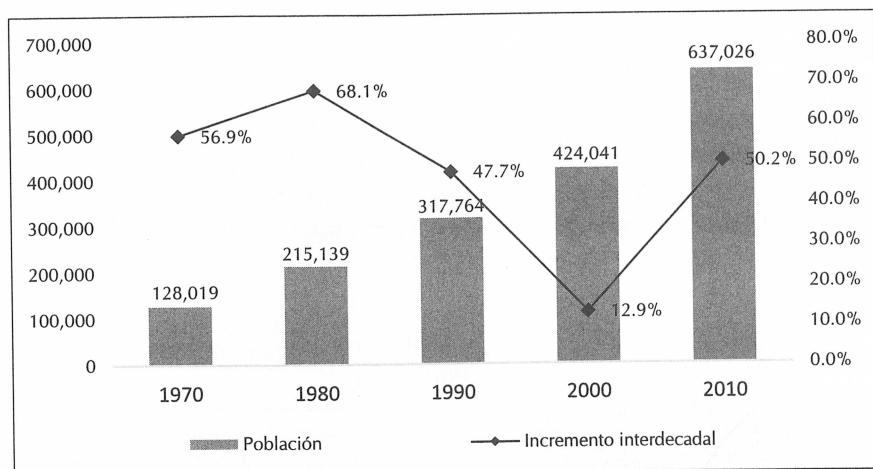
Las condiciones de sequía de la entidad han sido clasificadas entre severas y extremadamente severas. De acuerdo con los pronósticos oficiales, esta situación empeorará en grandes partes del estado para convertirse en muy severas y extremadamente severas en el futuro. Los modelos del cambio climático pronostican precipitaciones más intensas, y con ello una mayor afectación del estado por inundaciones.

Mapa 2.3. Acuíferos con intrusión marina en el estado de Baja California Sur



Fuente: Conagua (2015b).

Gráfica 2.1. Crecimiento de la población en Baja California Sur, 1970-2010



Fuente (INEGI, 1970-2010).

En BCS, la Conagua establece que existen 40 cuencas hidrológicas, con un flujo total anual en promedio de 870.606 millones de metros cúbicos (Mm^3) y una disponibilidad total de 756.737 Mm^3 anuales, lo cual representa 86.9 por ciento (sólo la cuenca de Todos Santos tiene un déficit de 0.27 Mm^3). El volumen anual del agua superficial por lluvias representa casi el doble (187 por ciento) del volumen de la recarga anual de agua subterránea en el estado (Conagua, 2010), pero esos escurrimientos no se aprovechan lo suficiente. La construcción de obras de captura de agua superficial y de recarga artificial para compensar las reducciones esperadas en la recarga de los acuíferos es una necesidad en Sudcalifornia.

Estudios basados en modelos climáticos sugieren que el ciclo hidrológico se verá afectado tanto en la distribución de lluvias intensas como en la frecuencia de sequías (IPCC, 2008, 2014a). Meehl *et al.* (2007) muestran una tendencia de la precipitación global anual a aumentar hasta en 2 por ciento para el año 2080. Sin embargo, a nivel regional la situación varía drásticamente. Christensen *et al.* (2007) predicen para la península de Baja California disminuciones en la precipitación media anual de 5 a 10 por ciento, mientras que la Conagua (2007) estima que en el año 2040 habrá disminuciones en la precipitación en una cuarta parte de la península con respecto a la del año 2000, y en el resto del territorio tendrá aumentos. Gay (2006) propone variaciones de la precipitación de entre -3 y -9 por ciento para el año 2050.

Existen evidencias de un cambio hacia lluvias más extremas en partes del estado. El Servicio Meteorológico Nacional realizó en 115 estaciones climatológicas de BCS mediciones diarias de la precipitación, temperatura, y sólo en algunos casos de la evapotranspiración potencial diaria. Los datos analizados cubren como máximo un lapso de tiempo de 80 años, pero en la mayoría de los casos las estaciones tienen registros menores de 50 años, y los de muchas de ellas están incompletos. Un análisis de datos registrados en las estaciones climatológicas encontró un aumento de las precipitaciones extremas en la última década en varias estaciones ubicadas en las partes central y norte del estado, donde las lluvias máximas diarias registradas en los últimos 15 años aumentaron en cuanto a la intensidad de precipitaciones extremas.

El gobierno y la sociedad civil de México tendrán que trabajar en varios frentes simultáneamente para enfrentar la crisis de agua que ya se padece en algunas regiones del país y que, como todo parece indicar, el fenómeno del cambio climático tenderá a agudizar aún más. Las regiones que ya experimentan problemas de escasez de agua tienen que replantear seriamente el modelo de desarrollo económico que están aplicando para no enfrentar en el futuro una crisis que pueda hacer colapsar sus sistemas socioeconómicos y ambientales bajo condiciones de estrés hídrico. Se tendrá que limitar el crecimiento de la población en esas regiones, o bien crear las condiciones para incentivar la reubicación de la población en regiones que cuenten todavía con los recursos hídricos suficientes para brindar los estándares mínimos de bienestar social. Se tendrá que trabajar en el desarrollo de plantas desalinizadoras de agua —principalmente en costas— que aseguren el suministro confiable de agua potable y a la vez sean amigables con el medio ambiente. Para lograr esto, la población deberá aceptar que el agua tiene un valor social y económico importante y pagar el costo real por este servicio y el de saneamiento. Los organismos operadores de agua potable, alcantarillado y saneamiento no deberán privatizarse, pero sí ser autónomos y estar desligados de intereses políticos de los tres niveles de gobierno, y deberán manejarse con criterios de sustentabilidad, eficiencia, efectividad y equidad en sus procesos de diseño, construcción y operación de sistemas de agua. Se deberá rehabilitar toda la infraestructura hidráulica de agua potable y saneamiento para reducir a estándares internacionales las pérdidas por fugas en las redes de distribución y en los sistemas de alcantarillado sanitario, que causan problemas de contaminación de los acuíferos. Se deberá trabajar por alcanzar el 100 por ciento de tratamiento de aguas residuales e implementar programas de reutilización y conservación. Se tendrá que rehabilitar toda

la infraestructura hidráulica para riego y tecnificar esta práctica para hacer más eficiente el uso de agua y con ello disminuir el consumo y desperdicio que tiene este sector, y asegurar la producción de alimentos.

En el caso de BCS, tres de los métodos para aumentar la oferta natural del agua tienen particular importancia: la captura de agua superficial en presas, la desalinización y el reúso de aguas residuales tratadas. Estas tres fuentes alternas de agua aumentan actualmente la oferta natural en aproximadamente sólo 20 por ciento. Las acciones relacionadas con el uso del agua deben tener como prioridad el abasto a la población de manera continua y a precios accesibles, y también un uso sustentable del recurso.

Por tal razón se recomienda la construcción de obras de captura de agua superficial y obras de recarga artificial con el fin de compensar las reducciones esperadas en la recarga debido al cambio climático. El agua superficial representa un enorme potencial según Conagua (2010). Además, se recomienda comprobar, a nivel local, las siguientes intervenciones:

- 1] Reducción de las pérdidas por fugas en las redes de distribución.
- 2] Medición y control del consumo de agua en las ciudades.
- 3] Modernización de las redes de agua potable.
- 4] Rebombear de aguas perdidas por la red de distribución defectuosa en ciudades.
- 5] Reúso de las aguas negras.
- 6] Construcción de bordes de retención de suelos y captura de aguas superficiales.
- 7] Desalinización de agua del mar.
- 8] Estudios respecto a la factibilidad de la siembra de lluvias.

REFERENCIAS

- Alcocer Durand, J., Vilachera Fatjo, G., Escobero Fuentes, O. A., Falcón, L. L., Valdespino, P. M. y Mazari Hiriart, M. (2015). Aguas continentales. En Ortiz Espejel, B., Muñoz Sevilla, P. y Le Bail, M. (coords.), *Reporte mexicano de cambio climático. Grupo II. Impactos, vulnerabilidad, adaptación*. México: Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC)-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Banco Mundial (2011). Rural water supply and sanitation challenges in Latin America for the next decade (2011-2020). Recuperado de <http://water.worldbank.org/sites/water.worldbank.org/files/publication/RWSN-webinar-Glenn-Pearce-Oroz.pdf>

- Christensen, J. H., Hewitson, B., Busuioc, A., Chen, A., Gao, X., Held, I., Jones, R., Kolli, R. K., Kwon, W.-T., Laprise, R., Magaña Rueda, V., Mearns, L., Menéndez, C. G., Räisänen, J., Rinke, A., Sarr, A. y Whetton, P. (2007). Regional climate projections. En Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. y Miller, H. L. (eds.), *Climate change 2007: the physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, New York: Cambridge University Press.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2002). *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Santo Domingo estado de Baja California Sur*. México: Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica-Conagua.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2007). Base de datos de precipitaciones de 22 estaciones climatológicas.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2007). Principales acueductos en México, 2015. En *Estadísticas del agua en México*, edición 2016. México: Conagua.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2010). Consulta estadística del agua. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/>
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2011). Determinación de la disponibilidad de agua subterránea por acuífero en BCS. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/disponibilidad.aspx?id=Disponibilidad%20por%20acu%C3%ADfero> (consultado el 20 de marzo de 2011).
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2015a). Disponibilidad del agua subterránea (DOF, 20 de abril). Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/disponibilidad.aspx?n1=3&n2=62&n3=112>
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2015b). Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). Recuperado de http://201.116.60.25/sina/index_jquery-mobile2.html?tema=acuíferos (consultado el 14 de junio de 2016).
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) (2015). Precipitación anual en México (1910-2009), escala: 1:1000000. México: Conabio.
- García, E. (1998). Isotermas medias anuales. Escala 1:1000000, México.
- Gay, C. (2006). Cambio climático en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM. Recuperado de www.atmosfera.unam.mx
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2008). El cambio climático y el agua. Documento técnico VI del IPCC. Ginebra: IPCC/WMO/UNEP.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014a). Summary for policymakers. En *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects* (pp. 1-32). Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. Wh. Cambridge UK, New York: Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014b). *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability, Part B: Regional aspects*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. March, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White]. Cambridge UK, New York: Cambridge University Press.
- Ivanova, A. y Gámez, A. (eds.) (2012). *Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur*. La Paz: Gobierno del Estado de Baja California Sur.
- Martínez, P. F. y Patiño, C. (2012). Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, III(1), 5-20.
- Meehl, G. A., Stocker, T. F., Collins, W. D., Friedlingstein, P., Gaye, A. T., Gregory, J. M., Kitoh, A., Knutti, R., Murphy, J. M., Noda, A., Raper, S. C. B., Watterson, I. G., Weaver, A. J. y Zhao, Z.-C. (2007). Global climate projections. En Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. y Miller, H.L. (eds.), *Climate change 2007: the physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge UK, New York: Cambridge University Press.
- National Hurricane Center (NHC)-National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2016). Base de datos HURDAT2. Recuperado de <http://www.nhc.noaa.gov/data/> (consultado el 26 de agosto de 2016).
- Ortiz Espejel, B., Muñoz Sevilla, N. P. y Le Bail, M. (2015). *Reporte mexicano de cambio climático, Grupo II. Impactos, vulnerabilidad, adaptación*. México: PINCC-UNAM.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2006). Informe sobre el desarrollo humano. Recuperado de http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2006_es_completo.pdf

- Retana, J., Araya, C., Sanabria, N., Alfaro, M., Solera, J. y Alvarado, L. (2011). *Riesgo futuro del sector hídrico de Costa Rica ante el cambio climático*. San José: Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica.
- Wurl, J. y Martínez Gutiérrez, G (2006). El efecto de ciclones tropicales sobre el clima en la cuenca de Santiago, Baja California Sur, México. III Simposio Internacional en Ingeniería y Ciencias para la Sustentabilidad Ambiental y Semana del Ambiente 2006, 5-6 de junio, Ciudad de México.