

NATIONAL CLIMATE ASSESSMENT REGIONAL TECHNICAL INPUT REPORT SERIES

ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE IN THE SOUTHWEST UNITED STATES

A Report Prepared for the National Climate Assessment

Edited by:

Gregg Garfin

Angela Jardine

Robert Merideth

Mary Black

Sarah LeRoy



 ISLANDPRESS

Resumen para los Tomadores de Decisiones

ADAPTADO DEL LIBRO

© 2014 Institute of the Environment

Todos derechos reservados de acuerdo con las convenciones internacionales y panamericanas sobre los derechos de autores. La reproducción de este informe por medios electrónicos con fines personales y no comerciales está permitida, siempre y cuando se incluya el reconocimiento adecuado. Los usuarios están restringidos de fotocopiar, reproducir mecánicamente, o crear obras derivadas con fines comerciales sin el permiso previo por escrito del editor.

 Impreso en papel reciclado libre de ácido

Manufacturado en los Estados Unidos de América

Citation: Garfin, G., A. Jardine, R. Merideth, M. Black, and S. LeRoy, eds. 2013. Assessment of Climate Change in the Southwest United States: A Report Prepared for the National Climate Assessment. A report by the Southwest Climate Alliance. Washington, DC: Island Press.

Publicado originalmente en Inglés por Island Press.

Este document técnico en su forma actual no representa un document federal de ningún tipo y no debe interpretarse como las opinions o políticas de un gobierno federal, estatal, local, tribal o de algun entidad no gubernamenta.

Imágenes de la portada: Águilas Bailarines cortesía del Departamento de Turismo de Nuevo México. El resto de las imagines cortesía de iStock.

Diseño del libro: Livia Kent



Traducido por: Christina Guerrero Harmon, Mexico, D.F.

Revisado por: James Buizer, University of Arizona y Guido Franco, California Energy Commission

Resumen para tomadores de decisiones

COORDINADOR Y AUTOR PRINCIPAL

Jonathan Overpeck (Universidad de Arizona)

AUTORES PRINCIPALES

Gregg Garfin (Universidad de Arizona), Angela Jardine (Universidad de Arizona), David E. Busch (Servicio de Prospección Geológica de los Estados Unidos), Dan Cayan (Instituto Scripps de Oceanografía), Michael Dettinger (Servicio de Prospección Geológica de los Estados Unidos), Erica Fleishman (Universidad de California, Davis), Alexander Gershunov (Instituto Scripps de Oceanografía), Glen MacDonald (Universidad de California, Los Ángeles), Kelly T. Redmond, (Centro Climático de la Región Oeste e Instituto de Investigación sobre el Desierto), William R. Travis (Universidad de Colorado), Bradley Udall (Universidad de Colorado)

Con los aportes de los autores de este informe de evaluación

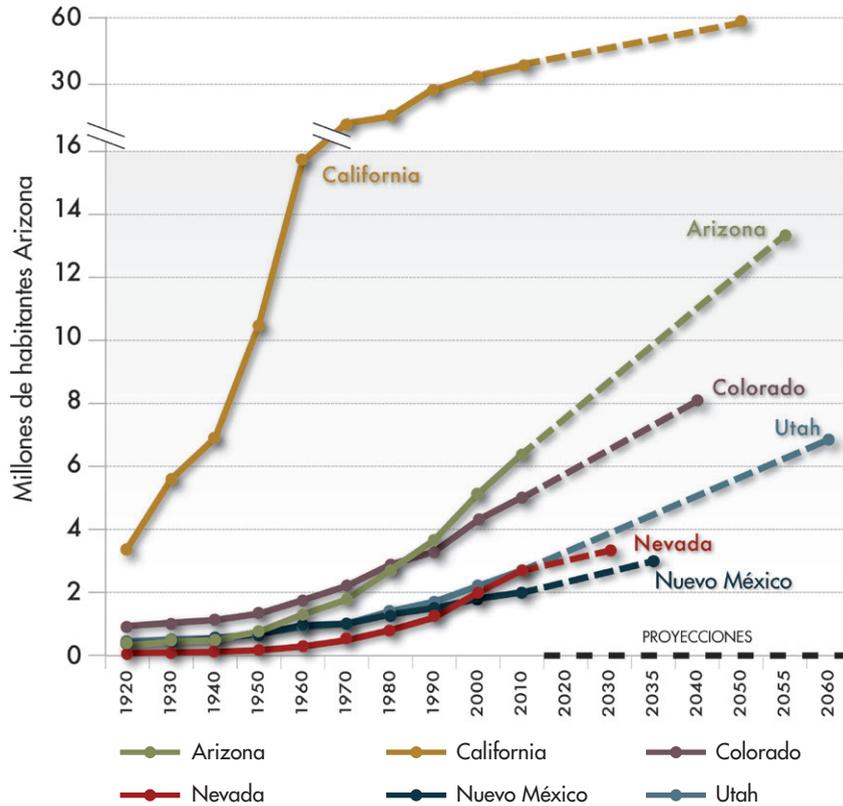
1.1 Introducción

La variabilidad natural climática es un factor prominente que afecta muchos aspectos de la vida, de las formas de sustento, los paisajes y la toma de decisiones por todo el suroeste de los Estados Unidos (Arizona, California, Colorado, Nevada, Nuevo México y Utah; incluyendo la colindante frontera México-Estados Unidos, y las tierras de las naciones indígenas del Suroeste). Estas fluctuaciones naturales han causado sequías, inundaciones, olas de calor y de frío, fuertes nevadas, vendavales, tormentas intensas, el embate del mar en las zonas costeras, y condiciones graves de calidad del aire. Al ser una región que ha visto – durante un periodo de tiempo relativamente corto de varias décadas – un incremento rápido en población humana (Figura 1.1), cambios significativos en el uso y en la ocupación del suelo, límites en el suministro de agua, sequía a largo plazo, y otros cambios climáticos, el Suroeste puede ser considerado como una

¹**Chapter citation:** Overpeck, J., G. Garfin, A. Jardine, D. E. Busch, D. Cayan, M. Dettinger, E. Fleishman, A. Gershunov, G. MacDonald, K. T. Redmond, W. R. Travis, y B. Udall. 2013. “Resumen para tomadores de decisiones.” En *Assessment of Climate Change in the Southwest United States: A Report Prepared for the National Climate Assessment*, editado por G. Garfin, A. Jardine, R. Merideth, M. Black, y S. LeRoy, 1-20. Un informe por la Alianza Climática Suroeste. Washington, DC: Island Press.

de las regiones con el mayor “reto climático” de América del Norte. Este documento es un resumen del conocimiento actual de la variabilidad climática, el cambio climático, los impactos climáticos, así como posibles opciones para resolver el reto climático, todos temas que se tratan con mayor profundidad en *Assessment of Climate Change in the Southwest United States* (documento disponible en inglés).¹

Figura 1.1 Se espera que un rápido crecimiento poblacional continúe en el futuro. La población actual (2010) es de 56 millones, y está previsto que 19 millones de personas más estén viviendo en la región para el 2030. Fuente en inglés: Departamento de Comercio de los Estados Unidos, Oficina de Análisis Económico <http://www.bea.gov/regional/index.htm>



La yuxtaposición de la diversa geografía en el Suroeste – montañas, valles, mesetas, cañones y planicies- afectan tanto al clima de la región como su respuesta al cambio climático. Si los sistemas humanos y naturales pueden adaptarse a los cambios en el clima depende de muchos factores, incluyendo el patrón complejo de cómo la propiedad de la tierra es distribuida, así como las regulaciones y leyes que controlan su manejo y las metas para el futuro. Además, la población humana en la región seguramente crecerá, principalmente en las zonas urbanas, de una población de alrededor de 56 millones en 2010, a un estimado de 94 millones para el 2050 (Figura 1.1).

El clima del Suroeste es altamente variable a lo largo del espacio y a través del tiempo debido a factores como los contrastes del océano-tierra, montañas y valles, la posición del “jet stream” (vientos fuertes que viajan del oeste al este), el monzón de América del Norte, y la cercanía al océano Pacífico, al golfo de California, y el golfo de México. Los desiertos de Mojave y de Sonora del sur de California, Nevada y Arizona son la región más caliente (basados en temperaturas máximas del mes de julio),

y la región más seca en la parte continental de los Estados Unidos. Las zonas costeras de California y el noroeste de México tienen altos gradientes de temperatura y otras propiedades de la costa al interior. Las regiones montañosas son mucho más frescas y por lo general regiones más húmedas del Suroeste, con la sierra Nevada y las montañas de Utah y Colorado recibiendo casi la mitad de su precipitación anual en forma de nieve. La cubierta de nieve montañosa que resulta suministra una gran parte de las aguas de la superficie de la región, en forma de los flujos fluviales primaverales.

Existen crecientes evidencias científicas que el clima está cambiando y que seguirá cambiando. También existe un acuerdo generalizado – en distintos niveles de confianza, lo suficientemente importantes para apoyar la toma de decisiones – con relación a los motivos por los cuales el clima está cambiando o cambiará. Lectores del presente resumen posiblemente desearán revisar, ya sea en su totalidad o una parte, del informe, *Assessment of Climate Change in the Southwest United States*, para aprender más sobre el clima de la región y sus probables cambios e impactos.

1.2 Cambios climáticos observados recientemente en el Suroeste

El clima del Suroeste ya está cambiando de maneras que pueden ser atribuidas a las emisiones de efecto invernadero de origen humano, o que son resultados o expresiones de acuerdo con dichas emisiones – con las siguientes observaciones destacadas:

- ***El Suroeste se está calentando.*** Los promedios de la temperatura diaria para el decenio 2001 al 2010 fueron los más altos (Figura 1.2) en el Suroeste desde 1901 hasta 2010. Se dieron menos olas frías y más olas de calor en el Suroeste del 2001 al 2010 en comparación con los registros promedio decenales en el siglo veinte. El calor en el periodo a partir de 1950 ha aumentado en comparación con cualquier otro periodo de duración comparable en al menos 600 años, como se ha estimado a partir de las reconstrucciones paleoclimáticas de las temperaturas en el pasado basadas en anillos de crecimiento en árboles.
- ***La sequía reciente ha sido excepcionalmente severa en relación con sequías del último siglo, pero algunas sequías en el registro paleoclimático fueron mucho más severas.*** La extensión de la sequía en el Suroeste del 2001 al 2010 fue la segunda mayor observada para cualquier década de 1901 a 2010. Sin embargo, las sequías más severas y prolongadas de 1901 a 2010 fueron excedidas en severidad y duración por múltiples sequías en los 2,000 años previos (Figura 1.3).
- ***Los flujos recientes en los cuatro principales cuencas del Suroeste han sido más bajas que los niveles promedio del siglo veinte.*** Los totales de los flujos fluviales en los ríos Sacramento-San Joaquín, la cuenca alta del río Colorado, El Río Grande (o Bravo), y en la región conocida como la Gran Cuenca (Great Basin en inglés) fueron de 5% a 37% más bajos del 2001 al 2010 que sus flujos promedio en el siglo veinte. Además, los arroyos del Suroeste alimentados por los flujos fluviales y la cubierta de nieve tendían a llegar más pronto en el año durante el fin del siglo veinte, que ante en el siglo veinte, y hasta 60% del cambio en el momento de la llegada se ha atribuido al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera (Figura 1.4).

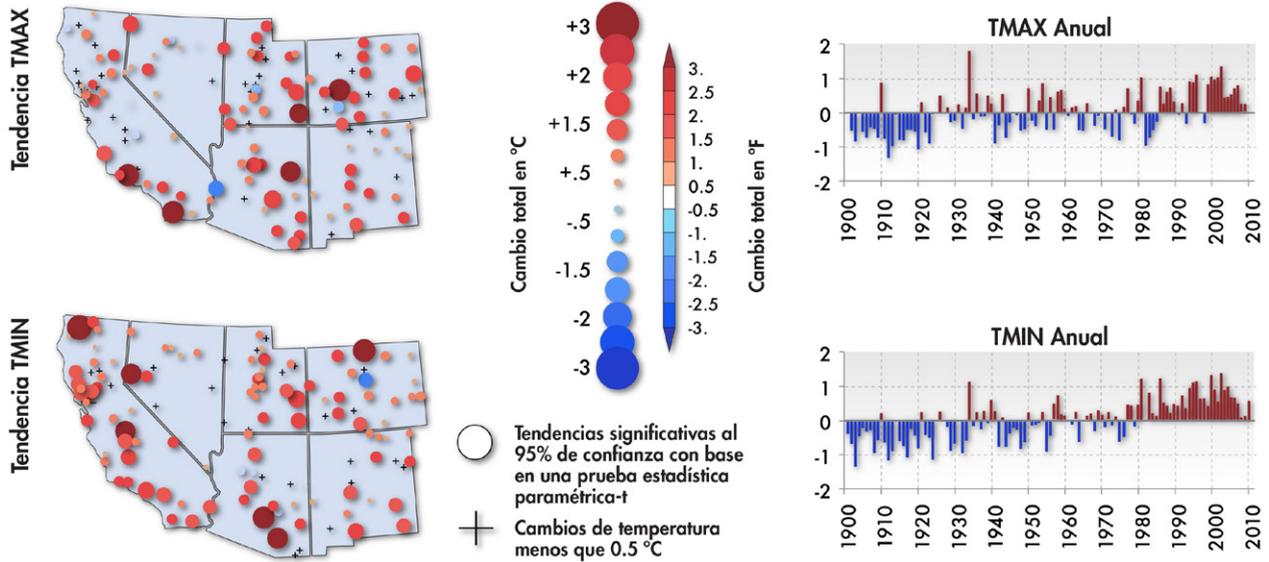
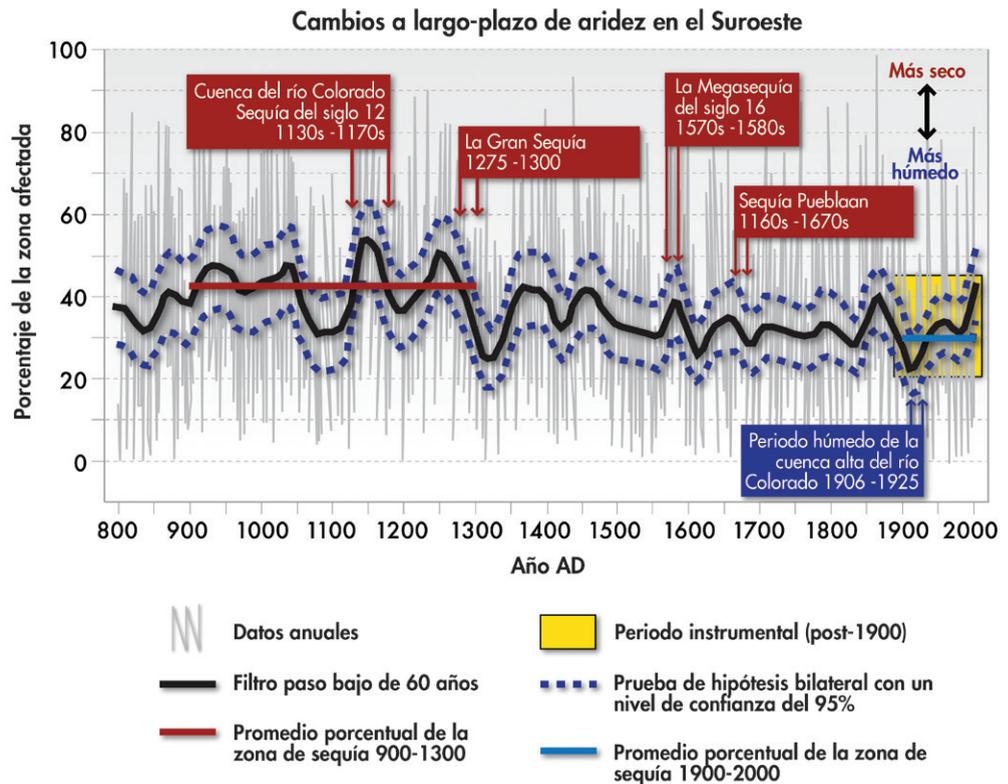


Figura 1.2 Tendencias de temperatura en el siglo veinte. Las tendencias de 1901 a 2010 en un promedio anual de temperatura máxima diaria (TMAX, arriba) y la temperatura mínima diaria (TMIN, abajo). Las unidades son el cambio en °C/110 años. Las tendencias calculadas de 251 estaciones para el análisis de la precipitación y 180 estaciones para el análisis de la temperatura utilizando datos GHCN V3. Fuente: Menne y Williams (2009).

Figura 1.3 Historia de las sequías en el oeste. Zona porcentual afectada por la sequía (PDSI <-1) por los Estados Unidos, tal y como se reconstruye de datos de anillos de árbol. Modificado de Cook et al. (2004), reimpreso con el permiso de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia.



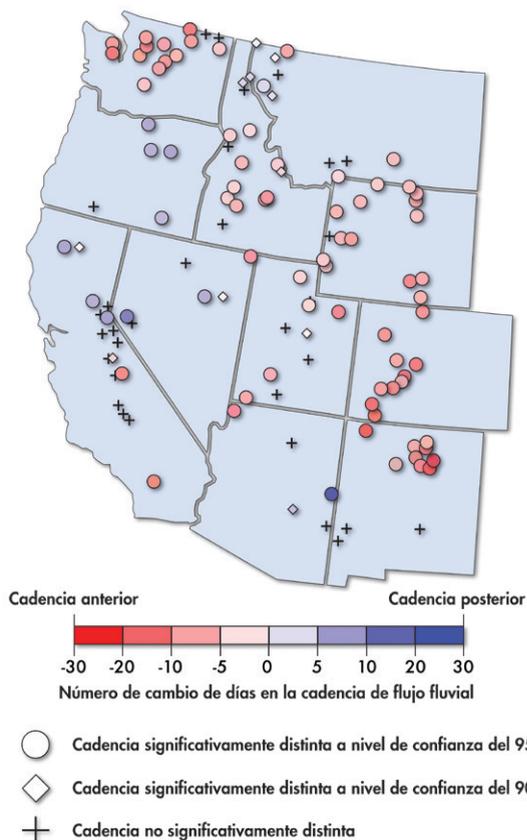


Figura 1.4 Cambios del tiempo de flujos fluviales en 2001-2010 en comparación con 1950-2000. Las diferencias entre 2001-2010 y 1950-2000 fecha promedio cuando la mitad del flujo fluvial anual ha ocurrido (centro de la masa) para ríos que alimentan principalmente del deshielo de la nieve (Stewart, Cayan y Dettinger 2005).

1.3 Cambio climático futuro proyectado para el Suroeste

Los científicos que estudian el clima tienen alta confianza que el clima del Suroeste continuará cambiando en el siglo 21 y más allá, en respuesta a las emisiones de efecto invernadero de origen humano, y continuará oscilando o va variar en formas que han sido observadas en registros históricos y paleoclimáticos (Tabla 1.1). Sin embargo, no todos los aspectos del cambio o de la variación climáticos pueden ser proyectados con el mismo grado de confianza. La confianza más alta se asocia con proyecciones que son consistentes entre los modelos climáticos y con cambios observados, tales como los descritos en la sección anterior. La magnitud y la duración del cambio futuro depende en su mayoría en la cantidad de gases de invernadero emitidos a la atmósfera, en particular el dióxido de carbono emitido como resultado de la quema de carbón, petróleo y gas natural. La mayoría del cambio en el futuro será irreversible por siglos después de que hayan cesado las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono.

- **Continuará el calentamiento, con olas de calor más largas y calurosas en el verano.** Las temperaturas en la superficie en el Suroeste continuarán incrementando de manera considerable a lo largo del siglo veintiuno (alta confianza), con mayor calentamiento en el verano y en el otoño que el invierno y la primavera (confianza medianamente alta) (Figuras 1.5 y 1.6). Las olas de calor de verano

serán más largas y más calurosas (alta confianza). Las olas de frío del invierno serán menos frecuentes, pero no necesariamente menos severas (confianza medianamente alta).

- *La precipitación promedio disminuirá en la parte sur del Suroeste y posiblemente incrementará en la parte norte del Suroeste.* La precipitación disminuirá en la parte sur de la región Suroeste, y cambiará poco o incrementará en la parte norte (confianza medianamente baja) (Figura 1.6).
- *Los extremos de la precipitación serán más frecuentes y más intensos en el invierno (p. ej., mayor precipitación por hora)* (Confianza medianamente alta). Los extremos de la precipitación en el verano no se han estudiado adecuadamente.
- *La cubierta de nieve del final de la temporada continuará disminuyendo.* La cubierta de nieve montañosa del final del invierno-primavera del Suroeste continuará disminuyendo a lo largo del siglo veintiuno, más que nada porque incrementará la temperatura (alta confianza) (Figura 1.7).
- *Continuará el declive en el flujo fluvial y en la humedad del suelo.* Porciones sustanciales del Suroeste sufrirán reducciones en corrientes de agua, flujos fluviales y humedad del suelo hacia mediados y finales del siglo veintiuno (confianza medianamente alta) (Figura 1.7).
- *Las inundaciones se volverán cada vez más frecuentes y más intensas en algunas temporadas y en algunas partes del Suroeste, y menos frecuentes e intensas durante otras temporadas y ubicaciones.* Se proyectan inundaciones más frecuentes e intensas durante el invierno para las laderas occidentales de la sierra Nevada (confianza medianamente alta), donde las inundaciones de primavera y verano generadas por el deshielo podrían verse reducidas en dicha cadena montañosa (confianza alta).
- *Las sequías en partes del Suroeste serán más calurosos, más severas y más frecuentes* (alta confianza). Se prevé que las sequías, definidas por la cantidad de flujo del Río Colorado, serán cada vez más frecuentes, más intensas y más prolongadas, resultando en escasezes de agua, mas grandes que en los últimos 110 años (confianza alta). Sin embargo, las cuencas en la parte del norte de la Sierra Nevada pueden llegar a ser más húmedas con el cambio climático (confianza baja).

1.4 Efectos recientes y futuros del cambio climático en el Suroeste

Ecosistemas terrestres y de agua dulce

Los ecosistemas naturales están siendo afectados por el cambio climático en formas notables, lo que podría llevar a que sus habitantes tengan que adaptarse, cambiar, o mudarse:

- *Las distribuciones de las especies vegetales y animales se verán afectadas por el cambio climático.* Los cambios observados en el clima se asocian fuertemente con algunos cambios observados en distribuciones geográficas de las especies en el Suroeste (alta confianza).

Tabla 1.1 Tendencias de fenómenos climáticos actuales y esperados que se analizan en este informe

Parámetro de cambios proyectados	Dirección del cambio	¿Está ocurriendo?	Comentarios	Confianza	Capítulo
Temperatura anual promedio	Incremento	Sí. Las temperaturas del Suroeste subieron 1.6°F +/- 0.5°F, entre 1901-2010.	Dependiendo en el escenario de emisiones, las proyecciones de los modelos muestran incrementos en el promedio de la temperatura anual de 1-4°F en el periodo 2021-2050, 1-6°F en 2041-2070, y 2-9°F en 2070-2099. Los cambios sobre la zona costera son menores que en el interior.	Alta	5; 6
Temperaturas en diferente estaciones	Incremento	Sí, en todas las temporadas. Los estudios demuestran contundentemente causalidad humana parcial de los incrementos mínimos en las temperatura de invierno/primavera.	Las proyecciones de los modelos muestran los mayores incrementos en el verano y en el otoño. Los mayores incrementos proyectados tienen un rango de 3.5°F en el periodo 2012-2050 a 9.9°F en 2070-2099.	Alta	5; 6
Duración de la temporada sin temperaturas bajo zero (32 degrees F)	Incremento	Sí, la duración de este periodo en el Suroeste aumentó alrededor del 7% (17 días) durante el periodo 2001-2010, comparado con la duración promedio de la temporada para 1901-2000.	Al utilizar un escenario de emisiones alto (A2), las proyecciones de los modelos muestran que para el 2041-2070, la mayor parte de la región muestra incrementos de al menos 17 días para este periodo sin temperaturas bajo zero grado centígrados, donde algunas partes del interior muestran incrementos de 38 días.	Alta	5; 6
Olas de calor	Incremento	Sí. Más olas de calor han ocurrido en el Suroeste durante el periodo 2001-2010 en comparación con las ocurrencias promedio en el siglo veinte.	Las proyecciones de los modelos muestran un incremento en la frecuencia e intensidad de las olas de calor de verano.	Alta	5; 7
Olas de frío	Decremento	Un menor número de olas de frío ocurrieron en el Suroeste durante el periodo 2001-2010 en comparación con las ocurrencias promedio en el siglo veinte.	Las olas de frío del invierno están proyectadas a disminuir en frecuencia pero no necesariamente en su intensidad hacia finales del siglo. La variabilidad interanual y decenal modularán ocurrencias a lo largo de la región.	Mediana-mente Alta	5; 7

Tabla 1.1 Tendencias de fenómenos climáticos actuales y esperados que se analizan en este informe (Continúa)

Parámetro de cambios proyectados	Dirección del cambio	¿Está ocurriendo?	Comentarios	Confianza	Capítulo
Precipitación promedio anual	Decremento	Todavía no es detectable. Durante el periodo 1901-2010 hubo poco cambio regional en la precipitación anual.	Para todos los periodos y ambos escenarios, las simulaciones modelo muestran tanto incrementos y decrementos en precipitación. Para la región en su totalidad, la mayoría de los valores medianos son negativos, pero no por mucho, donde el rango de cambios, entre distintos modelos, es alto. Las proyecciones de precipitación anual generalmente muestran decrementos en la parte sureña de la región, e incrementos en la parte norteña.	Medianamente baja	6
Precipitación de primavera	Decremento	Todavía no es detectable.	Para mediados del siglo, todos salvo un modelo proyecta decrementos en la precipitación primaveral en la región. Para el 2070-2099, el decremento mediano proyectado es de 9-29%, dependiendo del escenario de emisiones.	Medianamente alta	6
Precipitación extrema diaria	Incremento	Posiblemente. Los estudios indican que la frecuencia de precipitación extrema diaria a lo largo del Suroeste durante el periodo 1901-2010 presentó poco cambio regional en eventos de precipitación extrema diaria.	Los modelos proyectan más intensa precipitación fluvial atmosférica; algunos estudios proyectan precipitación intensa más frecuentemente durante la última mitad del siglo veintiuno, especialmente en la parte norte de la región.	Medianamente baja	5; 7
Cubierta de nieve montañosa	Decremento	Sí, en partes del Suroeste.	Las proyecciones de los modelo de este informe y otros estudios proyectan una reducción de la cubierta de nieve montañosa de finales del invierno-primavera en el Suroeste a lo largo del siglo veintiuno, más que nada por los efectos de la temperatura más cálida.	Alta	6

Tabla 1.1 Tendencias de fenómenos climáticos actuales y esperados que se analizan en este informe (Continúa)

Parámetro de cambios proyectados	Dirección del cambio	¿Está ocurriendo?	Comentarios	Confianza	Capítulo
Comienzo del deshielo de la nieve y cambios en el tiempo de flujos fluviales	Mas temprano	Sí, la cubierta de nieve y los flujos fluviales alimentados por la cubierta de nieve en muchas corrientes del Suroeste mostraron una tendencia hacia llegadas anteriores hacia finales del siglo veinte y principios del siglo veintiuno.	No se analiza en este informe, pero está implicado por proyecciones de la cantidad agua contenida en la nieve el 1 de Abril en la mayoría de las cuencas fluviales del Suroeste.	Alta	5; 6
Inundaciones	Incremento	No. La tasa de flujos fluviales anual más alta bajó de 1901 a 2008 en el Suroeste.	Inundaciones más frecuentes e intensas en el invierno están proyectadas para las laderas occidentales de la cadena montañosa de la sierra Nevada; se espera que incrementen las inundaciones en la cordillera Frontal de Colorado.	Baja	5; 7
Severidad de la sequía	Incremento	Sí. Durante el periodo 1901-2010. Sin embargo, las sequías más severas y sostenidas durante el periodo 1901-2010 fueron superadas en severidad y duración por eventos de sequía en los 2000 años anteriores.	Las sequías observadas en el Suroeste se han visto exacerbadas por temperaturas de verano irregularmente altas. Las proyecciones modelo de temperaturas de verano incrementadas exacerbarían sequías futuras. Las proyecciones modelo muestran agotamiento de la humedad del suelo del 1 de junio y un flujo fluvial menor total.	Medianamente alta	5; 6

- ***Función del ecosistema y los papeles funcionales de las especies autóctonas se verán afectadas.*** Los cambios climáticos observados se asocian fuertemente con algunos cambios observados en la cadencia de eventos estacionales en los ciclos de vida de las especies en la región (alta confianza).
- ***Cambios en la cubierta terrestre serán sustanciales.*** Los cambios climáticos observados están afectando la vegetación y perturbando los ecosistemas (Figura 1.8). Entre estas perturbaciones se encuentran incrementos en los incendios forestales y brotes de plagas forestales y de enfermedades. La muerte de plantas en algunas zonas del Suroeste también está relacionada con el incremento de temperatura y decremento en la precipitación (alta confianza).

- *El Cambio climático afectará los ecosistemas que se encuentran en la frontera México-Estados Unidos.* A menudo en la política pública no se consideran los cambios potenciales en los ecosistemas que atraviesan la frontera internacional, lo cual expone a estos sensibles ecosistemas a los impactos del cambio climático (alta confianza).

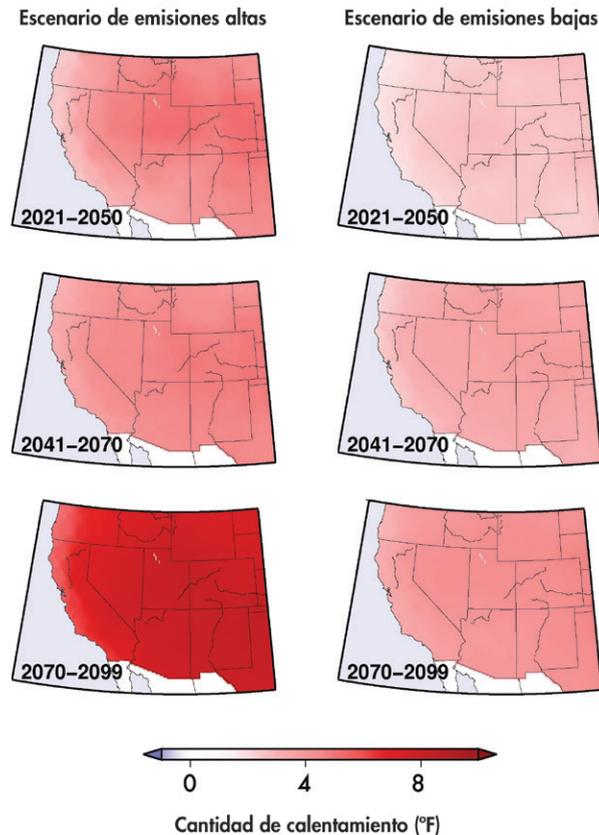


Figura 1.5 Cambios proyectados en la temperatura para los escenarios modelo de emisiones GEI altas (A2) y bajas (B1) Cambio de temperatura anual (°F) histórico (1971-2000) para las décadas más cercanas (2021-2050; encima), las mediadas (2041-2070; medio) y al fin (2070-2099, abajo) del siglo XXI. Los resultados son la media de dieciséis de los modelos climáticos CMIP3 con escalas estadísticamente reducidas. Fuentes: Nakicenovic y Swart (2000), Mearns et al. (2009.)

Sistemas costeros

La costa de California ya se está siendo afectada por el cambio climático, y el cambio futuro por el cambio climático se volverá más notorio si los gases de efecto invernadero no son reducidos sustancialmente:

- *Riesgos costeros, incluyendo la erosión costera, inundaciones, marejadas ciclónicas, y otros cambios en la costa se incrementarán en magnitud mientras que el nivel del mar sigue aumentando* (alta confianza). Los niveles del mar por la costa de California han incrementado menos de un pie desde 1900, pero podrían aumentar otros dos pies (alta confianza), tres pies (confianza medianamente alta), o posiblemente más (confianza medianamente baja) para finales del siglo veintiuno (Figura 1.9).

- **Incrementarán los efectos de las tormentas costeras.** La intensidad aumentada (confianza medianamente baja) y la frecuencia (confianza medianamente baja) de las tormentas cambiarán aún más las costas, los ecosistemas litorales, y la escorrentía. En muchas regiones a lo largo de la costa, las tormentas, junto con los niveles aumentados del mar incrementarán la exposición a las olas y a las marejadas ciclónicas (confianza medianamente alta).

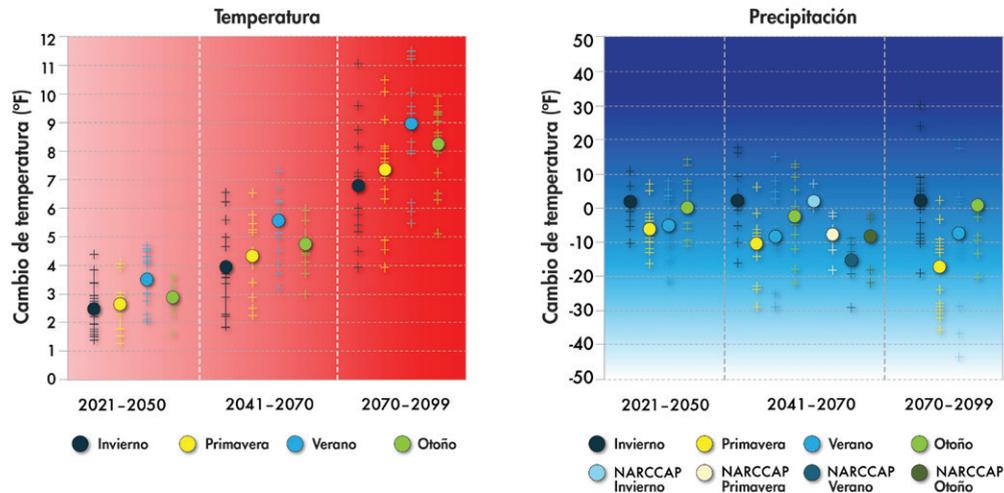


Figura 1.6 Cambio proyectado en temperaturas estacionales promedio (°F, izquierda) y precipitación (cambio %, derecha) para la región suroeste para el escenario de emisiones altas (A2). Un promedio de quince modelos de temperatura estacional y cambios de precipitación media para principios, mediados y finales del siglo veintiuno con respecto del periodo de referencia de las simulaciones 1971-2000. Los cambios de precipitación también muestran el promedio NARCCAP 2041-2070 de cuatro simulaciones modelo del clima global. Las estaciones son diciembre-febrero (invierno), marzo-mayo (primavera), junio-agosto (verano), y septiembre-noviembre (otoño). Los símbolos de más son los valores proyectados para cada modelo particular y los círculos muestran los medios totales. Fuente: Mearns et al. (2009).

- **Los efectos económicos del cambio climático costero serán grandes.** Entre 2050 y 2100, o cuando los niveles del mar estén aproximadamente 14-16 pulgadas más altos que en el 2000, los efectos combinados del aumento en el nivel del mar y las olas grandes resultarán en daños a la propiedad, erosión, y pérdidas económicas mucho mayores de las que se viven actualmente (confianza alta).
- **Los ecosistemas costeros y sus beneficios a la sociedad se verán afectados.** El calentamiento oceánico, el contenido disminuido de oxígeno, y el aumento en el nivel del mar afectarán los ecosistemas marinos, la abundancia de peces, los pantanos, y las comunidades costeras (confianza medianamente alta). Sin embargo, existe incertidumbre en cómo y cuánto se verán afectados los ecosistemas costeros.
- **Se está dando la acidificación del océano.** Muchos ecosistemas marinos se verán afectados negativamente por la acidificación oceánica, generada por mayores niveles de dióxido de carbono atmosférico (confianza alta). Pero hay bastante incertidumbre sobre los efectos de la acidificación en pesquerías costeras específicas y las redes alimentarias marinas.

**Escenario de emisiones altas
2041-2070**

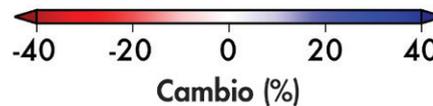
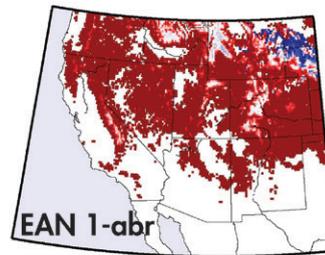


Figura 1.7 Cambios pronosticados en el ciclo del agua.

Cambios porcentuales a mediados del siglo (2041-2070) de los valores medianos históricos de 1971-2000 para el equivalente en agua de la nieve (EAN, superior), escorrentía abril-julio (medio) y el contenido de humedad del suelo (posterior), tal como se obtuvieron de la mediana de 16 simulaciones VIC bajo el escenario de emisiones altas (A2). Fuente en inglés: *Archivo del Proyecto de intercomparación de modelos acoplados 3 (CMIP3 por sus siglas en inglés) de proyecciones climáticas corregidas y reducidas por sesgo del Programa Mundial de Estudios sobre el Clima* en http://gdo-dcp.ucllnl.org/downscaled_cmip3_projections/#Projections:%20Complete%20Archivos.

Agua

El agua es el factor limitante en el Suroeste, y la variabilidad y el cambio climático continuarán teniendo efectos considerables en el agua a lo largo de gran parte de la región. La reducción en el suministro de agua podría llevar a cambios indeseables en casi todos los sistemas humanos y naturales, incluyendo la agricultura, la energía, la industria, la silvicultura, y la recreación. En particular:

- **El cambio climático podría limitar aún más la disponibilidad del agua en gran parte del Suroeste.** Se espera que una gran parte del Suroeste, incluyendo la mayoría de los sistemas fluviales más importantes de la región (p. ej. río Bravo, Colorado, San Joaquín), sufra reducciones en flujos fluviales y otras limitaciones en disponibilidad de agua en el siglo veintiuno (confianza medianamente alta) (Figura 1.7).

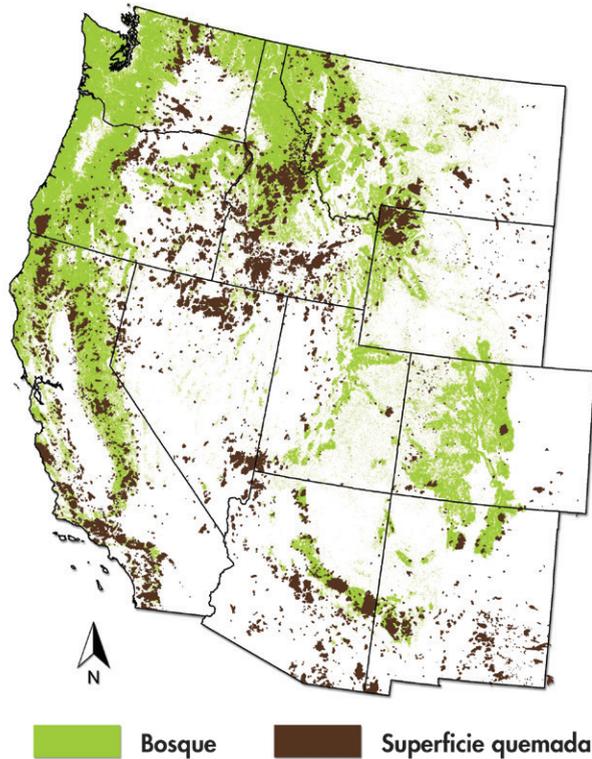


Figura 1.8 Superficies del occidente de los Estados Unidos quemadas en grandes (>1000 acres [400 ha]) incendios, 1984-2011. El sombreado oscuro muestra los incendios en zonas clasificadas como bosque o zona boscosa a resolución de 98 pies (30 metros) por el proyecto LANDFIRE (<http://www.landfire.gov/>) y los datos de incendios de 2008-2011 fueron obtenidos del Grupo Interinstitucional Coordinador de las Agencias Geoespaciales (<http://www.geomac.gov>).

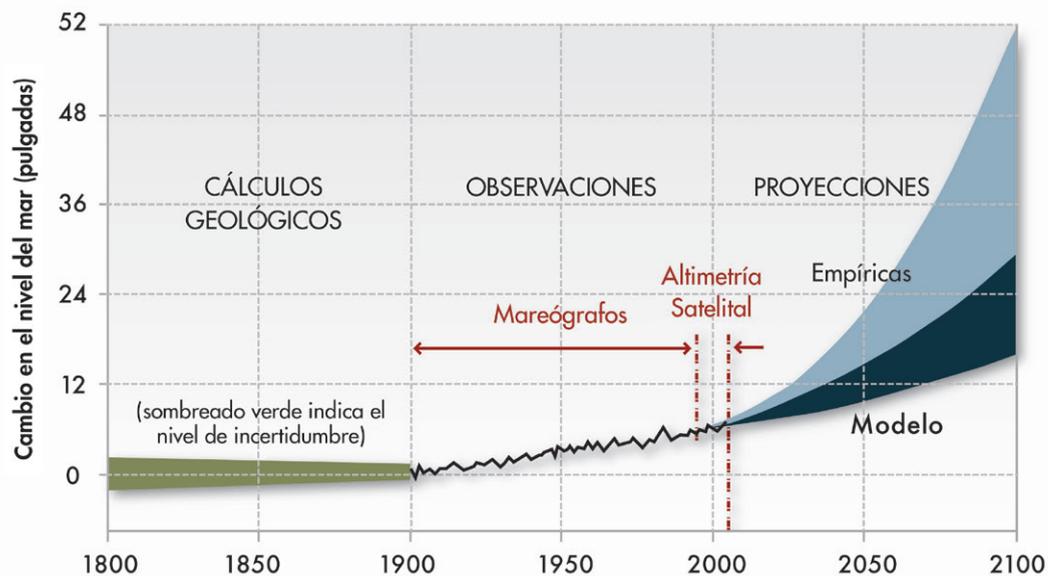


Figura 1.9 Incremento en el nivel del mar pasado, presente y futuro. Las historias geológicas y recientes del nivel del mar (de mareógrafos y altimetría satelital) se combinan con las proyecciones al 2100 con base en modelos climáticos y datos empíricos. Modificado con el permiso de Russell y Griggs (2012), Figura 2.1

- ***La disponibilidad del agua podría verse reducida aún más por periodos secos de décadas inusualmente cálidos.*** Gran parte del Suroeste, incluyendo los sistemas fluviales más importantes, como el Colorado y el Bravo, han sufrido sequías de décadas de manera repetida a lo largo de los últimos 1,000 a 2,000 años. Sequías similares excepcionales podrían ocurrir en el futuro, pero se espera que las temperaturas sean sustancialmente más calientes que en el pasado (confianza alta) (Figura 1.3).
- ***El pasado dejará de proporcionar una guía adecuada para proyectar el futuro.*** La gestión del agua del siglo veinte tradicionalmente se ha basado en parte con el principio de “estacionariedad,” que asume que las variaciones climáticas del futuro son similares a las variaciones del pasado. Conforme cambia el clima, la temperatura incrementará de manera considerable y algunas zonas del Suroeste se volverán más áridas que en el pasado (confianza alta).
- ***La calidad de aguas de superficie se verá afectada por el cambio climático.*** En algunas zonas, la calidad de las aguas de superficie se verá afectada por la escasez de agua, tasas más altas de evaporación, escorrentía más alta dada la incrementada intensidad de precipitación, inundaciones e incendios forestales (confianza alta).

Salud humana

La excepcionalmente compleja y frecuentemente extrema geografía y clima incrementa la probabilidad que el cambio climático afecte la salud pública. Varios factores potenciales del incrementado riesgo de salud existen solamente, o primordialmente en el Suroeste, y existe una variación sustancial en la sensibilidad, exposición, y capacidad de adaptación de individuos y de grupos de personas en el Suroeste a los incrementos de los riesgos de salud relativos al cambio climático:

- ***El cambio climático impulsará un amplio rango de cambios en enfermedad y mortalidad.*** En particular, el cambio climático exacerbará la morbilidad y mortalidad humana por calor, y llevará a concentraciones incrementadas de partículas suspendidas en la atmósfera, y contaminantes de los incendios forestales y tormentas de polvo. El cambio climático podría afectar el grado al que los organismos, tales como los mosquitos y roedores pueden transportar patógenos (p. ej., las bacterias y los virus) y transmitir enfermedad de un portador a otro (confianza medianamente alta).
- ***Incrementarán las alergias y el asma en algunas zonas.*** Con base en datos que muestran floración más temprana y larga de flores primaverales, las alergias y el asma podrían empeorar para los enfermos individuales o podría volverse más generalizado a través de la población humana conforme incrementa la temperatura (confianza medianamente alta).
- ***Las poblaciones en desventaja probablemente sean las que más sufran.*** La salud de los individuos ancianos, enfermos, o en desventaja económica, se espera que disminuya desproporcionadamente con respecto de la población en general (confianza alta), debido a su exposición incrementada al calor extremo y a otros riesgos climáticos.

Efectos adicionales del cambio climático

El cambio climático tiene el poder de afectar muchos otros sectores y poblaciones en el Suroeste. Por ejemplo:

- ***La agricultura se verá afectada por el cambio climático.*** Los efectos del cambio climático y la variabilidad asociada en la producción tanto de cosechas como de ganado podrían ser duraderos con reducciones a corto plazo en rentabilidad (confianza medianamente baja).
- ***El abastecimiento de energía se volverá menos fiable conforme cambie el clima, y el cambio climático conducirá al incremento en la demanda energética en algunas zonas.*** La entrega de electricidad podría volverse más vulnerable a la perturbación debido al calor extremo y a las sequías que incrementan la demanda de enfriamiento doméstico y comercial, reducen la eficiencia o la capacidad operativa de centrales de energía térmica, reducen la producción hidroeléctrica, o reducen o perturban la transmisión de energía (confianza medianamente alta) (Figura 1.10).
- ***El cambio climático afectará zonas urbanas en formas diferenciadas, dependiendo de sus ubicaciones y de su capacidad de respuesta o adaptación.*** El cambio climático afectará a las ciudades del Suroeste de distintas formas dependiendo de su ubicación geográfica. La capacidad local para abordar los efectos del cambio climático también variarán dependiendo de factores gubernamentales, institucionales y fiscales. Las incidencias de la contaminación del aire relativos al incremento en el calor seguramente aumentarán, y el suministro de agua se volverá menos fiable.
- ***Se reducirá la confiabilidad en los sistemas de transporte.*** El cambio climático afectará a los sistemas de transporte de distintas maneras dependiendo de su ubicación geográfica (esto es, el cambio p. ej., el nivel del mar y la marejada ciclónica cambiantes afectan las carreteras y los aeropuertos costeros), potencialmente impidiendo la circulación de las personas y bienes (confianza medianamente alta).
- ***El cambio climático podría afectar desproporcionadamente a las poblaciones humanas a lo largo de la frontera México-Estados Unidos.*** El cambio climático acentuarán la presión en sistemas de agua que ya se encuentran severamente limitados, reduciendo la fiabilidad en la infraestructura energética, la producción agrícola, seguridad alimentaria, y la habilidad para mantener las formas tradicionales de vida en la región fronteriza (confianza medianamente alta).
- ***Las tierras, las personas y la cultura indígena de los Estados Unidos seguramente se verán afectadas desproporcionadamente por el cambio climático.*** Los efectos del cambio climático en las tierras y en las personas de las naciones indígenas del suroeste seguramente serán mayores que en cualquier otra parte, por prácticas culturales en peligro de extinción, derechos limitados sobre el agua, y marginalización social, económica y política, todo lo cual es relativamente común entre las personas indígenas (confianza alta).

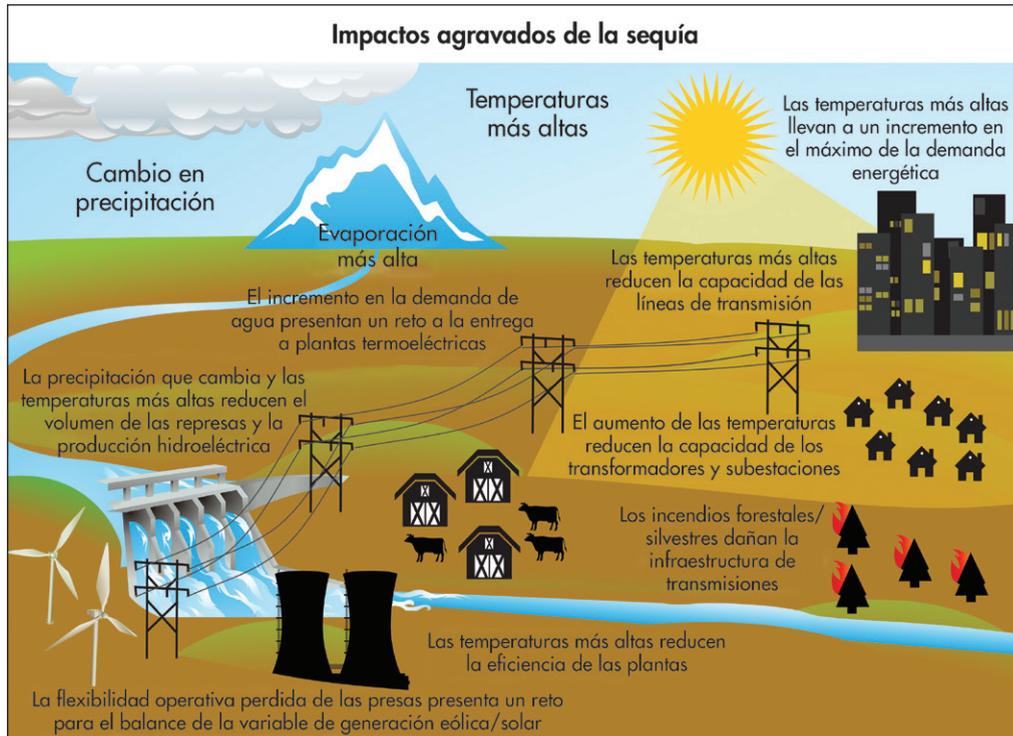


Figura 1.10 Impactos agravados de la sequía en la energía.

1.5 Elecciones para ajustarse al clima y al cambio climático

Un siglo de crecimiento económico y poblacional en el Suroeste ya ha presionado a los recursos del agua, al suministro energético, y a los ecosistemas. Sin embargo, el Suroeste también tiene un legado importante de adaptación humana a la variabilidad del clima que ha permitido que la sociedad viva dentro de las limitantes ambientales y apoye la gestión de uso múltiple y conservación a lo largo de zonas extensas en la región. Los gobiernos, organizaciones con y sin fines de lucro, e individuos en el Suroeste ya han tomado una variedad de pasos para responder al cambio climático. Una amplia variedad de opciones está disponible para las entidades e individuos que elijan reducir las emisiones de gases de invernadero o para prepararse y adaptarse a la variabilidad y al cambio climático (Tabla 1.2). Otros que todavía no han empezado a responder al cambio climático directamente están eligiendo reducir el uso de energía y de agua para un beneficio económico inmediato o como una forma de destacar la sustentabilidad del suministro de agua, energía y producción alimentaria. Se han, o se están investigando muchas opciones para responder al cambio climático en el Suroeste, y se evalúan en el informe completo, Evaluación del cambio climático en el Suroeste de los Estados Unidos. Los ejemplos más destacados incluyen:

- **Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.** Los gobiernos, las organizaciones con y sin fines de lucro, y las personas, ya están tomando pasos para reducir las causas del cambio climático en el Suroeste, y hay lecciones por aprender de los éxitos y de los fracasos de estos esfuerzos iniciales, tales como la primera implementación en los Estados Unidos de legislación para la fijación

de límites máximos e intercambio de los derechos de emisión en California. Sin embargo, se han hecho algunos estudios sistemáticos, que evalúan la eficacia de las elecciones que se han hecho en el Suroeste para reducir las emisiones de gases de invernadero (confianza medianamente baja). California ha establecido objetivos y el Consejo Nacional de Investigación ha recomendado objetivos para la reducción de emisiones de gases de invernadero. Cumplir con estos objetivos será un reto. Sin embargo, hay muchas oportunidades de bajo costo, generadoras de ingresos, para la reducción de emisiones en el Suroeste, en especial aquellas relativas a la eficiencia energética y al desarrollo de fuentes renovables de energía (confianza medianamente alta).

Tabla 1.2 Opciones de adaptación relevantes para el Suroeste

Sector	Estrategias de adaptación
Agricultura	Mejora de semillas y ganado para climas nuevos y variantes (y plagas y enfermedades), incremento de la eficiencia en el uso del agua, siembra directa para conservación de carbono y agua, gestión de las inundaciones, gestión mejorada de las plagas y las hierbas, crear ambientes más frescos para el ganado, ajustar a las densidades de almacenamiento, seguro, diversificar o cambiar producción.
Costas	Planificar un incremento en el nivel del mar – infraestructura, escape planificado, barreras naturales, control del uso de suelo. Construir resiliencia a las tormentas costeras-estándares de construcción, planes de evacuación. Conservar y gestionar para alteraciones en los ecosistemas costeros y pesquerías.
Conservación	Información e investigación para identificar los riesgos y las vulnerabilidades, asegurar derechos del agua, proteger rutas migratorias y zonas seguras, facilitar adaptaciones naturales, gestionar la reubicación de especies, reducir otros agobios (p. ej. invasores)
Energía	Incrementar el suministro de energía (especialmente para el enfriamiento y aire acondicionado) usando nuevas fuentes de energía e incrementando el uso eficiente de la energía. Usar diseños urbanos sostenibles, incluyendo construcciones de edificios para climas más calurosos y variables. Reducir el uso de agua. Fortalecer infraestructura para que aguante impactos del clima o moverla.
Gestión de los incendios	Uso de información climática mejorada en la planeación. Gestionar la interface de las áreas urbanas-silvestres.
Silvicultura	Planes para cambios en las variedades, regímenes de incendios, protección de cuencas y especies.
Salud y emergencias	Incluir el clima en los sistemas de seguimiento y alarma para la contaminación del aire, las alergias, olas de calor, vectores de enfermedad, incendios. Mejorar la gestión de los desastres. Enfriamiento, aislamiento térmico para la comodidad humana. Gestionar el paisaje para reducir los vectores de enfermedad (p. ej. mosquitos), educación de salud pública y capacitación de profesionales.
Transporte	Ajustar o reubicar la infraestructura (protección costera y de inundaciones, escorrentía urbana), planificar temperaturas más altas y extremas.
Urbano	Rediseño urbano y reconstruir para ahorrar sombra, energía y agua. Ajustar la infraestructura para eventos extremos, como el aumento del nivel del mar.
Gestión del agua	Mejorar el suministro por medio de almacenamiento, transferencia, protección de cuencas, incentivos para la eficiencia y la reutilización, o regulación para reducir la demanda y proteger la calidad, reformar o intercambiar la asignación de agua, planes para la sequía, gestión de planicies aluviales. Uso de información climática y mantener redes de seguimiento, desalinizar. Gestión flexible para climas nuevos no estacionarios.

Fuente: Smith, Horrock et al. (2011); Smith, Vogel et al. (2011)

- ***La planeación e implementación de programas de adaptación.*** Existe un amplio rango de opciones en la mayoría de los sectores para adaptar a la variabilidad climática y a eventos extremos, incluyendo muchos que tienen beneficios ecológicos, económicos, o sociales (confianza medianamente alta).
- ***Reducir o eliminar las barreras para optimizar la capacidad de adaptación.*** Una serie de opciones para adaptar a la variabilidad y al cambio climático de relativamente bajo costo y fácil implementación están disponibles en el Suroeste, incluyendo algunas opciones “sin remordimiento” con beneficios inmediatos que podrían promover el crecimiento económico. Bajar o eliminar las barreras financieras, institucionales, informativas, y actitudinales incrementarán la capacidad de la sociedad para prepararse para y responder al cambio climático (confianza medianamente alta).
- ***Conectar los esfuerzos de adaptación y mitigación.*** Muchas opciones existen para implementar opciones para la adaptación y mitigación, esto es, opciones que reducen algunas de las causas del cambio climático mientras que también incrementan la preparación y la resiliencia de distintos sectores para reducir los impactos del cambio climático (confianza alta). La probabilidad significativa de sequía severa y sostenida en el Suroeste, una zona propensa a las sequías, hace que algunas de las opciones de adaptación sean aplicables aún en la ausencia de un cambio climático significativo (confianza alta).
- ***La planeación en las zonas costeras.*** Las comunidades costeras tienen un interés cada vez mayor en, y han comenzado a planear para, la adaptación. Existen oportunidades para incrementar el uso de herramientas de políticas y gestión y para implementar políticas de adaptación (confianza alta).
- ***Cambiar la gestión del agua.*** Actualmente se están asignando recursos considerables por el sector de la gestión del agua para entender la forma de adaptarse al ciclo variante del agua. Un amplio rango de opciones que involucran tanto el abastecimiento como la demanda se están estudiando. Importantes empresas de servicios públicos han estado más activas en evaluar tales opciones, que las empresas de servicios públicos más pequeñas (confianza alta).
- ***Las altas cantidades de agua actualmente utilizadas para la irrigación agrícola presenta una oportunidad para utilizar parte de esta agua en áreas urbanas.*** Asumiendo que la asignación de agua en la agricultura continuará siendo sustancial, las transferencias temporales de agua a centros urbanos pueden reducir de manera importante el costo total de escasez del agua y limitar sus efectos en los usuarios urbanos del agua durante periodos de escasez generados por el clima o las fluctuaciones normales del tiempo. (confianza medianamente alta).
- ***Cambiar la política energética.*** Un cambio de la economía tradicional que funciona con base en combustibles fósiles a una abundante en energías renovables tendrá efectos sustanciales en el uso del agua, del suelo, en la calidad del aire, en la seguridad nacional, y en la economía. La fiabilidad del suministro de energía en el Suroeste, conforme vaya cambiando el clima, dependerá en cómo el sistema energético evoluciona a lo largo de este siglo (confianza medianamente alta).

- **La adaptación y mitigación en tierras federales y nativas.** El Suroeste tiene la proporción más alta de tierras federales y nativas en todo el país (Figura 1.11). Las naciones indígenas están tomando acción para afrontar el cambio climático buscando activamente recursos adicionales para la adaptación y iniciando mitigación del cambio climático (confianza medianamente baja). Las agencias encargadas del manejo de las tierras federales y sus recursos están empezando a hacer una planeación bajo el supuesto que el clima está cambiando, aunque los esfuerzos no están siendo consistentes entre todas éstas agencias (confianza alta).

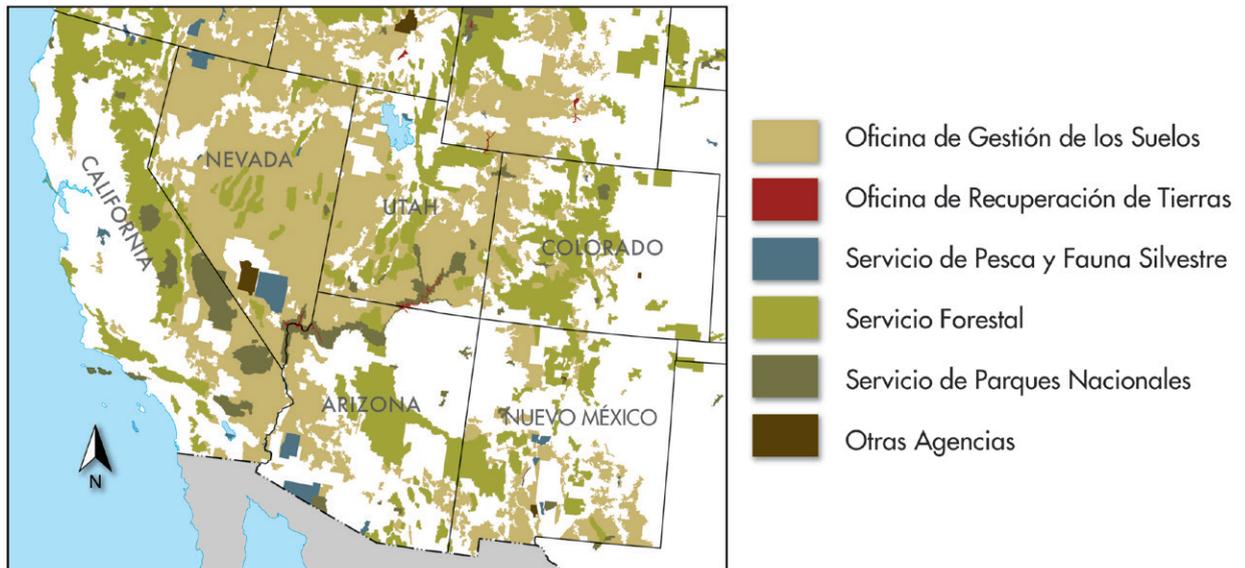


Figura 1.11 Extensas tierras del gobierno federal en el Suroeste: Un legado para el futuro.

El mapa ofrece una ilustración del legado de la propiedad del gobierno federal en el Suroeste, que abarca casi el 30% de todos los Estados Unidos. Hábitats protegidos y servicios para el ecosistema aseguran la gestión sustentable de recursos y podría ser la mayor póliza de seguro contra pérdidas en el futuro, porque el uso de recursos naturales y las especies biológicas más fácilmente pueden adaptarse a las condiciones climáticas que cambian a gran velocidad. Modificado del *Atlas Nacional de los Estados Unidos de América* (<http://www.nationalatlas.gov>; ver también <http://nationalatlas.gov/printable/images/pdf/fedlands/fedlands3.pdf>; consultado el 8 de octubre de 2012).

1.6 Áreas de conocimiento que necesitan más estudios

A pesar de que se ha dado un incremento considerable en el conocimiento de cómo está cambiando y cómo cambiará el clima en el Suroeste, y cómo afectará esto los sistemas humanos y naturales de la región, todavía queda mucho por aprender. El informe completo, *Evaluación del cambio climático en el suroeste de los Estados Unidos*, identifica muchas incógnitas clave, y evalúa los datos, el monitoreo, el modelado, y otros tipos de investigación necesaria para aumentar el conocimiento. Sin embargo, el conocimiento y la experiencia actual es suficiente para apoyar las acciones de adapta-

ción y mitigación al cambio climático, como reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o adaptar a los cambios que no pueden ser evitados, minimizados, o mitigados. Muchas de estas acciones posibles representan opciones “sin arrepentimientos” que ya son o rentables de manera inmediata o a corto plazo.

Referencias

- Cook, E. R., C. Woodhouse, C. M. Eakin, D. M. Meko, and D. W. Stahle. 2004. Long-term aridity changes in the western United States. *Science* 306:1015-1018.
- Mearns, L. O., W. Gutowski, R. Jones, R. Leung, S. McGinnis, A. Nunes, and Y. Qian. 2009. A regional climate change assessment program for North America. *Eos Transactions AGU* 90:311.
- Menne, M. J., and C. N. Williams, Jr. 2009. Homogenization of temperature series via pairwise comparisons. *Journal of Climate* 22:1700-1717, doi:10.1175/2008JCLI2263.1.
- Nakićenović, N., and R. Swart, eds. 2000. *Special report on emissions scenarios: A special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Russell, N. L., and G. B. Griggs. 2012. *Adapting to sea-level rise: A guide for California's coastal communities*. Sacramento: California Energy Commission, Public Interest Environmental Research Program.
- Smith, J., Vogel, J., Carney, K. and C. Donovan. 2011. Adaptation case studies in the western United States: Intersection of federal and state authority for conserving the greater sage grouse and the Colorado River water supply. Washington, DC: Georgetown Climate Center.
- Smith, M. S., L. Horrocks, A. Harvey, and C. Hamilton. 2011. Rethinking adaptation for a 4°C world. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 369:196-216.
- Stewart, I., D. Cayan, and M. Dettinger. 2005. Changes towards earlier streamflow timing across western North America. *Journal of Climate* 18:1136-1155.

Notas Finales

Gran parte del texto en este resumen se toma de manera directa, o con modificaciones mínimas, del informe completo, Evaluación del cambio climático en el Suroeste de los Estados Unidos, y donde en este caso, las citas de los capítulos aparecen en corchetes al final de cada párrafo o viñeta.

Los cálculos de confianza citados en el presente documento (alta, medianamente alta, medianamente baja, o baja) se explican con mayor detalle en el informe principal. La confianza fue evaluada por los autores del informe principal con base en la calidad de las pruebas y el nivel de acuerdo entre los expertos con el conocimiento y la experiencia relevantes.



Para mas información y el
PDF del libro:

swcarr.arizona.edu

Para comprar el libro:

islandpress.org/NCareports



Institute of the
Environment