



California está sufriendo una crisis climática que perjudica siempre más la salud y el bienestar de las personas y sus singulares y diversos ecosistemas. Todos los californianos han sufrido los efectos de las altas temperaturas sin precedentes, los inviernos secos, la sequía prolongada y la proliferación de incendios forestales en los últimos años. La biodiversidad de California está amenazada, ya que las alteraciones de las condiciones del hábitat provocadas por el cambio climático se están produciendo a un ritmo que podría superar la capacidad de adaptación de las especies vegetales y animales.

Esta cuarta edición del informe de los *Indicadores del cambio climático en California* continúa haciendo un seguimiento de los cambios en el clima y sus impactos en el estado. Los indicadores son mediciones científicas que hacen un seguimiento de las tendencias y condiciones relacionadas con el cambio climático. En conjunto, los indicadores ofrecen una imagen de todo el estado de cómo el cambio climático ha afectado al medio ambiente y a las personas de California. A través de estos indicadores, el informe cuenta la historia del cambio climático en el estado, comenzando con las influencias humanas en el clima, o "impulsores", seguido por los cambios en el clima que los californianos han estado experimentando, y luego sus consecuencias en el entorno físico, en las especies de plantas y animales, y en la salud humana.

Este informe contiene una nueva sección que destaca cómo las tribus de California* han sido testigos del cambio climático. En esta sección, ocho tribus relatan sus experiencias únicas. La Oficina de Evaluación de Riesgos para la Salud Ambiental de California (OEHHA, por su nombre en inglés) también llevó a cabo una serie de [sesiones de escucha tribales con más de 40 tribus](#). Estas reflejan una diversidad de perspectivas, culturas, creencias, entornos y experiencias con el cambio climático, y están representadas en varias secciones del informe. La información compartida en estas sesiones ilustra el valor del conocimiento tribal, adquirido a partir de largas historias de interacción con la Tierra que precede a los registros instrumentales. Estas perspectivas a largo plazo contribuyen a la comprensión del cambio climático y pueden servir de base para las reglas y acción.



INFORMES SOBRE LOS IMPACTOS EN LAS TRIBUS DE CALIFORNIA

Amah Mutsun Tribal Band

Big Pine Paiute Tribe of the Owens Valley

Big Valley Band of Pomo Indians of California

Bishop Paiute Tribe

Karuk Tribe

North Fork Rancheria of Mono Indians of California

Pala Band of Mission Indians

Santa Ynez Band of Chumash Indians

Este resumen presenta los puntos más destacados, siguiendo la organización del informe: (1) impulsores del cambio climático; (2) cambios en el clima; (3) impactos en los sistemas físicos; (4) impactos en la vegetación y la vida silvestre; (5) impactos en la salud humana; y (6) impactos en las tribus. Aunque muchos indicadores muestran claramente una tendencia en la dirección esperada con el cambio climático, también reflejan la variabilidad inherente a la atmósfera de la Tierra, los océanos y otros sistemas complejos a lo largo de las estaciones, entre años o incluso entre décadas.

*En este informe, el término "tribus de California" se refiere a todas las naciones tribales del estado, incluidas las que no están reconocidas a nivel federal y que actualmente no tienen tierras.

INDICADORES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CALIFORNIA



IMPULSORES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Emisiones de gases de efecto invernadero
Concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero

Concentraciones atmosféricas de carbono negro
Acidificación de las aguas costeras



CAMBIOS EN EL CLIMA

Temperatura del aire
Eventos de calor extremo
Frío invernal

Grados-día de calentamiento y enfriamiento
Precipitaciones
Sequía



IMPACTOS EN LOS SISTEMAS FÍSICOS

Contenido de agua de la nieve
Escorrentía del derretimiento de la nieve
Cambio en los glaciares
Temperatura del agua del lago

Temperatura del agua del río Salmon
Temperatura de los océanos costeros
Aumento del nivel del mar
Oxígeno disuelto en las aguas costeras



IMPACTOS EN LA VEGETACIÓN Y LA VIDA SILVESTRE

En la vegetación

Mortalidad de árboles forestales
Incendios forestales
Retroceso del bosque de pinos ponderosa
Cambios en la distribución de la vegetación
Cambios en los bosques y arboledas

Densidad del bosque subalpino
Tiempo de maduración de frutos y nueces
Gusano de la naranja navel
Floraciones de algas nocivas marinas

En la vida silvestre

Vuelo primaveral de las mariposas del Valle Central
Llegadas de aves migratorias
Áreas de distribución de invernada de las aves
Cambios en el área de distribución de pequeños mamíferos y aves
Poblaciones de copépodos

Cambios en el área de distribución de los nudibranquios
Éxito reproductivo del mérgulo sombrío
Abundancia de salmón chinook
Demografía de las crías de león marino de California



IMPACTOS EN LA SALUD HUMANA

Muertes y enfermedades relacionadas con el calor
Enfermedades laborales relacionadas con el calor
Fiebre del valle

Enfermedades transmitidas por vectores
Humo de incendios forestales

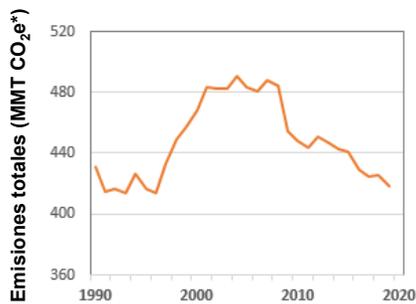


Impulsores del cambio climático

Desde la Revolución Industrial, la quema de carbón, gasolina y otros combustibles fósiles, junto con los cambios en el uso del suelo, han aumentado las concentraciones globales de gases de efecto invernadero en la atmósfera en más de un 50 %. Gran parte del calentamiento se debe al dióxido de carbono, el gas de efecto invernadero más abundante, que persiste durante siglos en la atmósfera. El metano, los gases fluorados y el carbono negro (una partícula producida por la combustión) son gases más potentes que atrapan el calor y que también han aumentado significativamente, junto con las concentraciones atmosféricas, aunque estas sustancias químicas son menos persistentes en la atmósfera. Las pruebas demuestran de forma inequívoca que la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera debido a las actividades humanas está provocando cambios en el clima, lo que conlleva impactos en cascada.

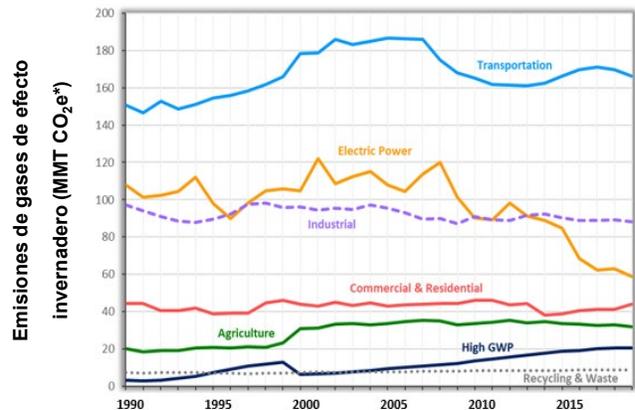
En California, **las emisiones de gases de efecto invernadero** alcanzaron su punto máximo en 2004 y desde entonces han tendido a la baja, lo que demuestra el éxito de los esfuerzos pioneros del estado por reducir las emisiones. En particular, el objetivo de reducción de emisiones para 2020 (de los niveles de 1990) se alcanzó en 2016, cuatro años antes de lo previsto. El dióxido de carbono formó parte de cerca del 80 % del total de las emisiones de gases de efecto invernadero en 2019. El sector del transporte es la mayor fuente, ya que representa el 40 % de todas esas emisiones.

Emisión de gas de efecto invernadero en todo el Estado



* En millones de toneladas métricas equivalentes de dióxido de carbono

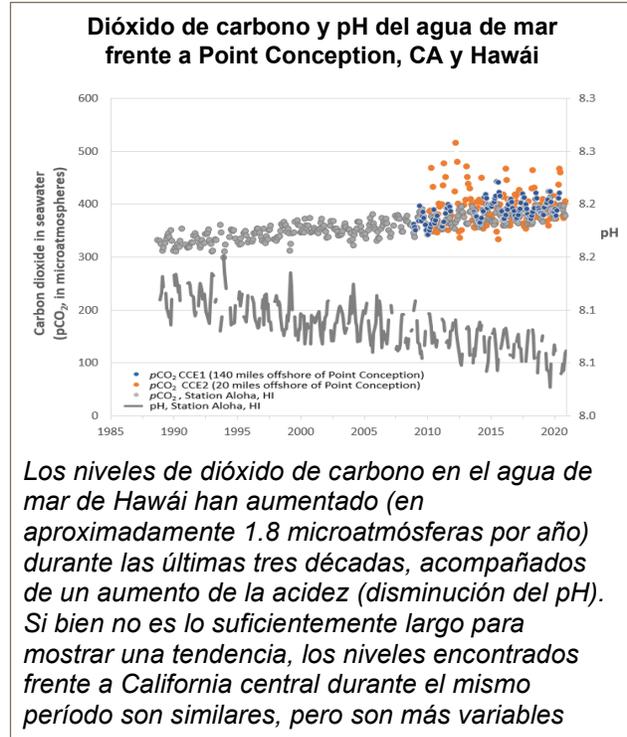
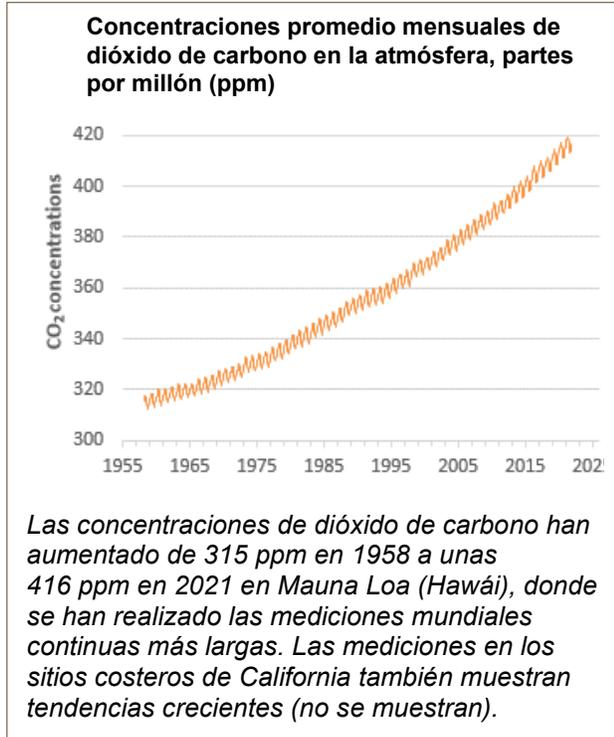
Emisión de gas de efecto invernadero en California, por sector



Izquierda: Después de alcanzar el máximo en 2004, las emisiones de gases de efecto invernadero en todo el estado han disminuido, cayendo por debajo de los niveles de 1990 (431 millones de toneladas métricas equivalentes de dióxido de carbono) en 2016.

Derecha: Los sectores del transporte y la energía eléctrica impulsan la mayor parte de los cambios interanuales en las emisiones. El uso de energías renovables ha provocado un gran descenso de las emisiones en el sector de la energía eléctrica.

Las reducciones de las emisiones no se reflejarán inmediatamente en los correspondientes descensos de sus **concentraciones atmosféricas**. Las concentraciones mundiales de dióxido de carbono han aumentado un 30 % aproximadamente en las últimas seis décadas. Asimismo, los niveles atmosféricos de otros gases de efecto invernadero (metano, óxido nitroso y ciertos gases fluorados) siguen aumentando.



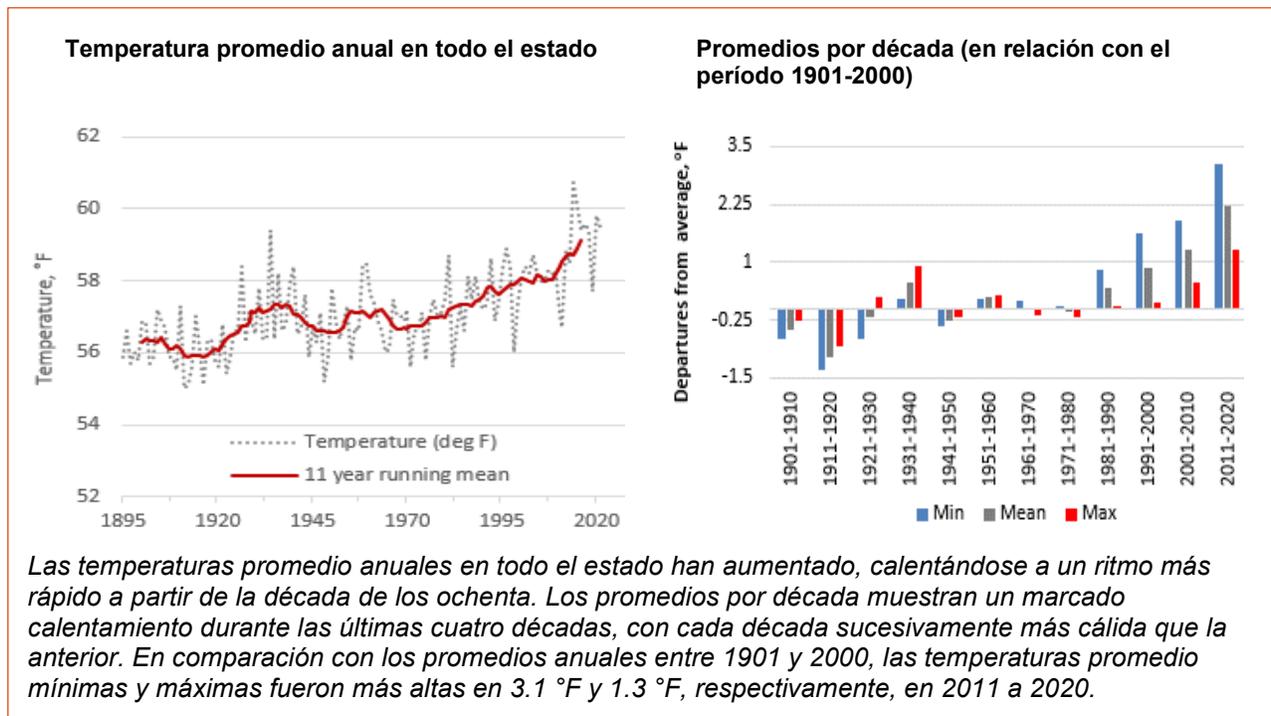
El océano absorbe entre el 20 % y el 30 % de las emisiones de dióxido de carbono, reduciendo la acumulación de este gas de efecto invernadero en la atmósfera. Sin embargo, esta reducción del dióxido de carbono atmosférico tiene un costo. Cambia la química del agua de mar, lo que provoca **la acidificación de los océanos**. Las mediciones realizadas en las costas de Hawái desde 1988 muestran que los niveles de dióxido de carbono en el agua de mar aumentan constantemente junto con la acidez. Las señales de acidificación del océano se están haciendo evidentes en California, donde se han medido niveles similares a los de Hawái en la costa central desde 2010. La acidificación de los océanos dificulta la formación de las conchas de especies importantes desde el punto de vista ecológico y económico, como el krill, las ostras, los mejillones y los cangrejos, e incluso puede hacer que se disuelvan. La acidificación de los océanos, junto con el calentamiento de las aguas y la reducción de los niveles de oxígeno disuelto, representa una grave amenaza para los ecosistemas marinos mundiales.



Cambios en el clima

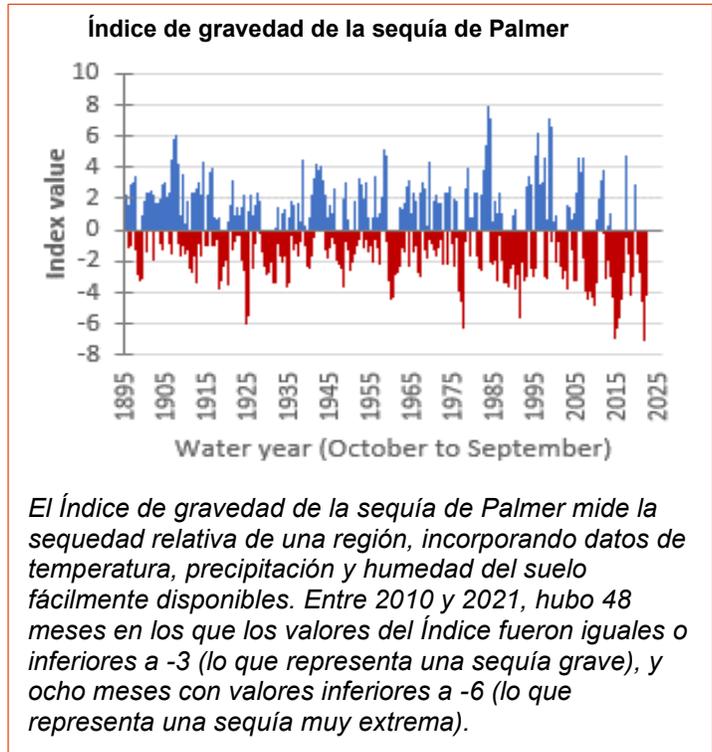
El clima se define generalmente como el "tiempo promedio" o el patrón meteorológico a largo plazo en un área. La influencia humana ha calentado la atmósfera, el océano y la tierra, provocando cambios medibles, generalizados y rápidos en nuestro clima. Estos cambios afectan a California de múltiples maneras y se magnifican cuando se producen al mismo tiempo varios fenómenos relacionados con el clima. Por ejemplo, las lluvias cálidas y el derretimiento del manto de nieve aumentan el riesgo de inundaciones; las temperaturas inusualmente altas acompañadas de falta de precipitaciones exacerbaban la sequía; y las condiciones de calor, sequedad y viento aumentan el riesgo de incendios forestales.

Desde 1895, la **temperatura del aire** promedio anual en California ha aumentado unos 2.5 grados Fahrenheit (°F). El calentamiento se produjo a un ritmo más rápido a partir de la década de los ochenta. Los últimos años han sido especialmente cálidos: Ocho de los diez años más cálidos registrados ocurrieron entre 2012 y 2022; 2014 fue el año más cálido registrado. Las temperaturas nocturnas, que se reflejan como temperaturas mínimas, han aumentado casi tres veces más que las diurnas. El calentamiento nocturno ha sido más pronunciado en verano y en otoño, con un aumento de unos 3.5 °F durante el último siglo, y el sur de California se ha calentado más rápidamente que el norte de California.



A medida que las temperaturas del aire se han calentado, han caído más **precipitaciones** en forma de lluvia en lugar de nieve en las zonas altas. La cantidad de precipitaciones anuales también se ha vuelto más variable en las últimas cuatro décadas. Las tormentas invernales que transportan grandes volúmenes de vapor de agua, llamadas "ríos atmosféricos", desempeñan un papel en esta variabilidad. La duración, la intensidad y la frecuencia de estas tormentas se ven afectadas por un aire más cálido y por el cambio de las condiciones oceánicas.

Aunque es una característica natural del clima de California, las condiciones de **sequía** se han vuelto más frecuentes e intensas. Una combinación de temperaturas más cálidas y años de escasas precipitaciones, especialmente cuando el manto de nieve y la escorrentía del derretimiento de la nieve son escasos, significan condiciones más secas. California está cada vez más seca desde 1895. A finales del año hidrológico 2021 (que comienza en octubre y termina en septiembre del año siguiente), las condiciones de sequía eran comparables a las de los años 2012 a 2016, el período de sequía más grave del que se tiene registro. En California y en todo el suroeste de Estados Unidos, de 2000 a 2021 ha sido el período de 22 años más seco de los últimos 1000 años, que forma parte de lo que los científicos denominan una nueva era de "megasequía".



Los indicadores de **cambios en el clima** también muestran que:

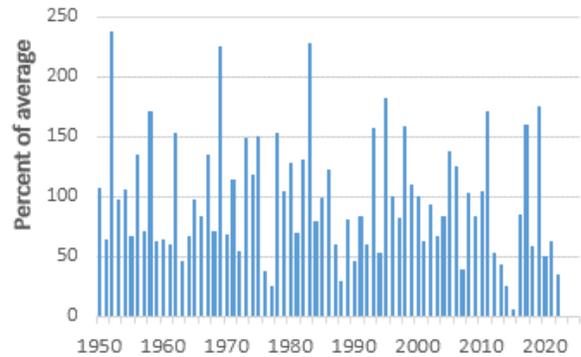
- **Los eventos de calor extremo** en California se han vuelto más frecuentes desde 1950, especialmente en la última década. Se trata de eventos en los que las temperaturas son iguales o superiores al 5 % de los valores históricos. En los últimos 70 años, los episodios de calor extremo han aumentado de 1 a 3 por década en 10 de los 14 lugares estudiados. Las olas de calor, definidas como dos o más episodios de calor consecutivos, también se han hecho más frecuentes en la última década. Las olas de calor diurnas, que en décadas anteriores eran en promedio de 1 a 3 al año, se han duplicado con creces hasta llegar a 5 o 6 al año en cinco localidades estudiadas. Las olas de calor nocturnas también han aumentado hasta 5 o 7 al año en 10 localidades, y hasta 10 al año en una de ellas (Blue Canyon).
- En todo el Valle Central de California, **el frío invernal**, un periodo de temperaturas frías necesario para que los árboles frutales y de frutos secos puedan florecer y dar frutos, ha ido disminuyendo.
- La energía necesaria para enfriar los edificios durante el tiempo cálido, medida por "**grados-día de enfriamiento**", ha aumentado en California, mientras que la energía necesaria para calentar los edificios durante el tiempo frío, medida por "**grados-día de calentamiento**", ha disminuido.



Impactos en los sistemas físicos

El alza en las temperaturas y los cambios en los patrones de precipitación han alterado los "sistemas físicos" de California, el océano, los lagos, los ríos, los glaciares y el manto de nieve, de los que depende el estado. El manto de nieve de invierno y la escorrentía del derretimiento de la nieve primaveral de la Sierra Nevada y el sur de las montañas Cascade han proporcionado históricamente alrededor de un tercio del suministro anual de agua del estado. La cantidad de agua almacenada en el manto de nieve, denominada **contenido de agua de nieve**, varía mucho de un año a otro, y es menor en los años con inviernos cálidos. Medido el 1 de abril, cuando el manto de nieve ha sido históricamente el más profundo, el contenido de agua de nieve ha oscilado entre un máximo de alrededor del 240 % del promedio en 1952 y un mínimo histórico del 5 % del promedio en 2015. En 2022, era el 35 % del promedio.

Contenido de agua de nieve, como porcentaje del promedio



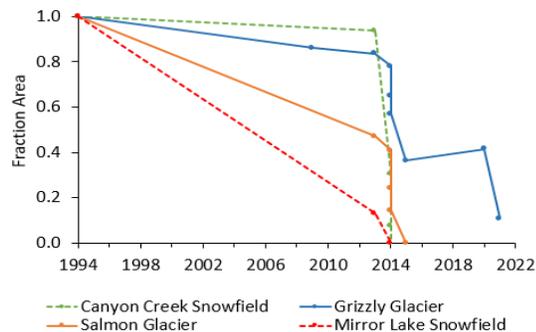
Crédito: DWR

El contenido de agua de nieve medido el 1 de abril (cuando el manto de nieve ha sido históricamente el más profundo) ha variado desde un máximo de alrededor del 240 % del promedio en 1952 hasta un mínimo histórico del 5 % del promedio en 2015. En 2022, el contenido de agua de nieve fue del 35% del promedio. El contenido promedio de agua de nieve es de unas 28 pulgadas.

La reducción del manto de nieve y el calentamiento primaveral anticipado han conducido a un descenso del 8 % en la fracción de la **escorrentía del deshielo de la nieve** primaveral en el río Sacramento y el río San Joaquín durante el último siglo. La reducción de la escorrentía de primavera significa menos agua

para usos domésticos y agrícolas, para la generación hidroeléctrica y para los hábitats de agua fría y los ecosistemas forestales.

Cambio en el área: Los glaciares y campos de nieve de los Alpes Trinity



En 1994, los glaciares Grizzly y Salmon habían perdido alrededor del 80 % de su área en 1885 (no se muestra). En 2015, el glaciar Salmon Glacier y los dos campos de nieve habían desaparecido. En 2021, lo que queda del glaciar Grizzly es aproximadamente el 10 % de su área en 1994.

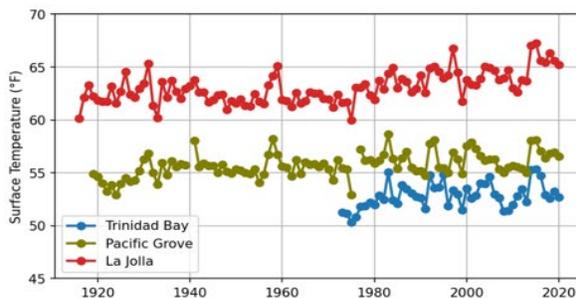
La nieve y las temperaturas frías también mantienen los glaciares y los campos de nieve durante todo el año. En la actualidad, los glaciares se encuentran entre las víctimas más visibles del cambio climático. Las temperaturas invernales determinan el aumento de la masa de los glaciares y las temperaturas estivales determinan su pérdida. Los **glaciares** de las montañas se han derretido drásticamente en el último siglo. Desde 1903, siete de los glaciares más grandes de la Sierra Nevada han perdido entre el 65 % y el 90 % de su área.

En los Alpes Trinity, dos campos de nieve y uno de los dos glaciares habían desaparecido por completo en 2015. Lo que queda del segundo glaciar en 2021 es posiblemente demasiado pequeño para ser considerado un glaciar. Aunque los glaciares puedan parecer remotos e inaccesibles, la escorrentía glaciar

proporciona un hábitat de agua dulce fría fundamental para muchas especies acuáticas, incluidas las poblaciones de salmón de California.

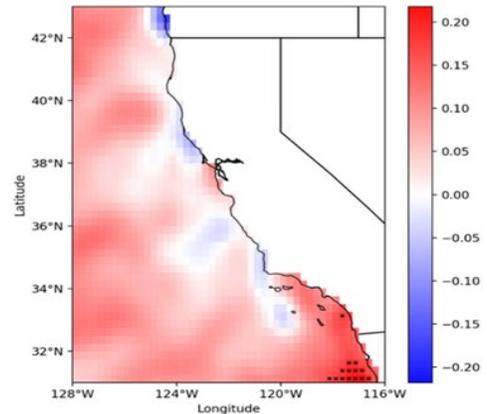
El océano absorbe alrededor del 90 % del exceso de calor del aumento de la temperatura global. Las **temperaturas de los océanos de las costas** de California se han calentado, especialmente en el sur de California. Un siglo de mediciones en La Jolla muestra que la temperatura de la superficie del mar se calienta 0.3 °F por década, una tendencia corroborada por cuatro décadas de datos basados en satélites. Las nefastas consecuencias ecológicas del calentamiento de las aguas se hicieron evidentes durante un período de temperaturas oceánicas inusualmente altas (una "ola de calor marina") frente a la costa de California entre 2014 y 2016: varamientos masivos de mamíferos marinos y aves acuáticas, inicio de una floración de algas tóxicas que provocó el cierre de las pesquerías de cangrejos y la pérdida de bosques de algas. Los cambios en la abundancia y distribución de las presas obligaron a las ballenas jorobadas a acercarse a la costa, lo que provocó un número histórico de ballenas enredadas en equipos de pesca.

Temperatura promedio anual de la superficie del mar en estaciones costeras seleccionadas de la costa de California (1916-2020)



Izquierda: Las aguas costeras cercanas a la costa se han calentado 0.2 °F por década en Pacific Grove, y 0.3 °F por década en La Jolla y la bahía Trinity.

Tendencias de la temperatura de la superficie del mar basadas en satélites a lo largo de la (1982-2021)



Derecha: Los registros basados en satélites muestran que las aguas de la plataforma continental de California se están calentando en gran medida. En el sur de California se aprecia una clara tendencia al calentamiento, más pronunciada cerca de la costa.

Los indicadores de los impactos del cambio climático en **sistemas físicos** también muestran lo siguiente:

- **El aumento del nivel del mar** se está produciendo a lo largo de la costa de California, a razón de 1 a 2 milímetros (0.04 a 0.08 pulgadas) por año. (La excepción es Crescent City, donde el movimiento de las placas terrestres ha provocado un levantamiento de la superficie terrestre). El aumento del nivel del mar puede provocar inundaciones, la erosión de las playas, el retroceso de los acantilados y otros impactos en las áreas bajas de la costa.
- El aumento de la temperatura del aire y la reducción del deshielo han provocado el calentamiento de las masas de agua dulce. **Las temperaturas del agua del lago** Tahoe, cuando se promedian en todas las profundidades, han aumentado alrededor de 1 °F durante el último medio siglo. Las temperaturas de las aguas de la superficie se han calentado casi el doble en el mismo período; seis de los últimos diez años se encuentran entre los más cálidos. El calentamiento de las aguas afecta a los principales procesos físicos y biológicos del lago. En la región de la montaña Klamath en el norte de California, **la temperatura del agua del río Salmon** ha aumentado hasta 2 °F por década desde mediados de la década de los noventa, amenazando al salmón chinook de primavera en la cuenca.
- **Las concentraciones de oxígeno** en las aguas oceánicas del sur de California han disminuido desde mediados de la década de los noventa. La disminución de las concentraciones de oxígeno disuelto, junto con la acidificación de los océanos y el calentamiento de las temperaturas oceánicas, amenazan la diversidad y abundancia de las especies y las redes alimentarias marinas.



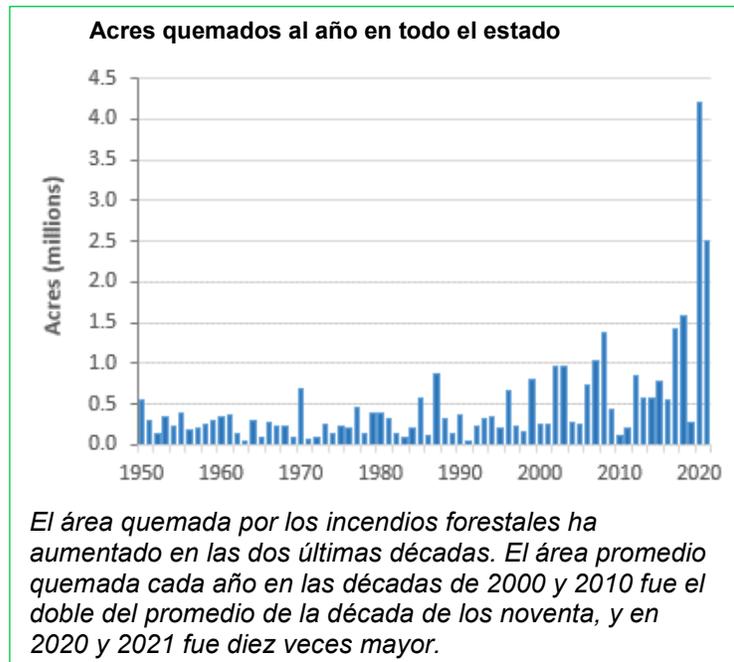
Impactos en la vegetación y la vida silvestre

El cambio climático ha alterado los hábitats y ha afectado a los ecosistemas de todo el planeta, amenazando la biodiversidad. En California, las especies vegetales y animales han respondido al cambio climático. Algunas se han desplazado hacia el norte o hacia zonas más elevadas. Otras han experimentado un cambio en el calendario de los eventos clave del ciclo vital, una alteración en la composición de la comunidad o una disminución de la población. Se ha demostrado que estas respuestas siguen los patrones climáticos, incluida la variabilidad natural, así como la influencia de la contaminación ambiental, el uso y la gestión del suelo, y otras actividades humanas.

Vegetación

Cuando la demanda de agua de las plantas supera la cantidad disponible en el suelo, la vegetación se estresa y sucumbe más fácilmente a los ataques de plagas y patógenos. Las condiciones de calor y sequedad aumentan el déficit hídrico y hacen que la vegetación muerta sea más fácil de arder, lo que incrementa el riesgo de incendios forestales. La magnitud sin precedentes de la muerte de árboles en los bosques de California ha incrementado la carga de combustible, aumentando el riesgo de grandes y graves incendios forestales. Se calcula que entre 2010 y 2021 murieron 170 millones de árboles, con su pico máximo en 2016, el cuarto año de la sequía extrema.

En los últimos 20 años, el área quemada por **incendios forestales** en toda California ha aumentado de forma espectacular. Solo en 2020, ardieron 4.2 millones de acres, más del doble del área quemada en cualquier otro año registrado. En 2020 y 2021, se produjeron nueve de los 20 mayores incendios forestales desde 1950. El incendio "August Complex" de 2020 quemó más de un millón de acres en siete condados, convirtiéndose en el primer "megaincendio" del estado. Los recientes incendios forestales han causado muertos y heridos, exposiciones generalizadas a niveles nocivos de humo de incendios forestales, desplazamiento y perturbación de comunidades, daños a estructuras y propiedades, y pérdidas trágicas entre algunas de las especies más emblemáticas del estado: secuoyas rojas, secuoyas gigantes y árboles de Josué [Joshua trees].



Los cultivos también se ven afectados por el cambio climático. En algunas partes del Valle Central, ciertas **frutas y frutos secos** están madurando más rápidamente con el calentamiento de las temperaturas, lo que hace que las cosechas se adelanten. El informe presenta datos sobre las ciruelas pasas y una variedad de nuez. Los tiempos de maduración más cortos suelen dar lugar a frutas y frutos secos más pequeños, lo que puede suponer una importante pérdida de ingresos para los productores y

proveedores. Además, durante las últimas cuatro décadas, los tomates para procesar han madurado más rápidamente en el Condado de Yolo y en otros cuatro condados que son los principales productores de tomate.

Los indicadores de los **impactos del cambio climático en la vegetación** también demuestran que:

- **Los bosques y las zonas boscosas** del estado han cambiado: en la actualidad, hay un 80 % más de árboles pequeños y un 70 % menos de árboles grandes en partes de los bosques del sur de California en comparación con la década de los treinta. Se observan patrones similares en todo el estado. Los pinos ocupan hasta un 55 % menos de área y, en ciertas partes del estado, los robles cubren hasta un 40 % más de área. La reducción de la humedad y las condiciones más cálidas favorecen a los robles en lugar de los pinos; los incendios forestales eliminan las coníferas y facilitan el establecimiento de los bosques de hoja ancha. Estos cambios se ven influenciados tanto por los factores climáticos como por la gestión forestal. La supresión de los incendios que habrían eliminado los árboles pequeños ha permitido su crecimiento.
- También se han observado cambios en la distribución o densidad de la vegetación. En la vertiente occidental del norte de las montañas de la Sierra Nevada, el borde inferior del **bosque de pino ponderosa** se ha desplazado ladera arriba. En la vertiente norte del Deep Canyon, en las montañas de Santa Rosa, en el sur de California, las especies vegetales dominantes se han desplazado ladera arriba. En los **bosques subalpinos** de la Sierra Nevada (elevaciones de 7,500 a 11,000 pies), la densidad de los árboles pequeños ha aumentado, mientras que la de los grandes ha disminuido.
- El riesgo de daños a los cultivos ha aumentado, ya que ciertos insectos se multiplican más rápidamente con las temperaturas más cálidas. El **gusano de la naranja navel**, por ejemplo, es una plaga de insectos que causa graves daños en los nogales, almendros y pistachos del Valle Central. En las últimas cuatro décadas, el tiempo necesario para que esta plaga complete su ciclo vital ha disminuido y el número de generaciones por temporada ha aumentado. Cada nueva generación durante una temporada supone una mayor amenaza para los cultivos de frutos secos de California.
- Los patrones de las **floraciones de algas nocivas marinas** en las aguas costeras de California han ido cambiando, influenciados en parte por el calentamiento de las temperaturas oceánicas. La presencia de las algas y las toxinas que producen es muy variable, y los datos de monitoreo no son lo suficientemente prolongados en el tiempo como para discernir las tendencias. Sin embargo, desde 2018, las floraciones de algas formadoras de mareas rojas se han vuelto más frecuentes y abundantes en Santa Cruz Wharf. Las toxinas producidas por estas algas pueden ascender en la cadena alimentaria y, cuando se consumen, pueden causar enfermedades en las personas o la muerte en los peces, los mamíferos marinos y las aves acuáticas.

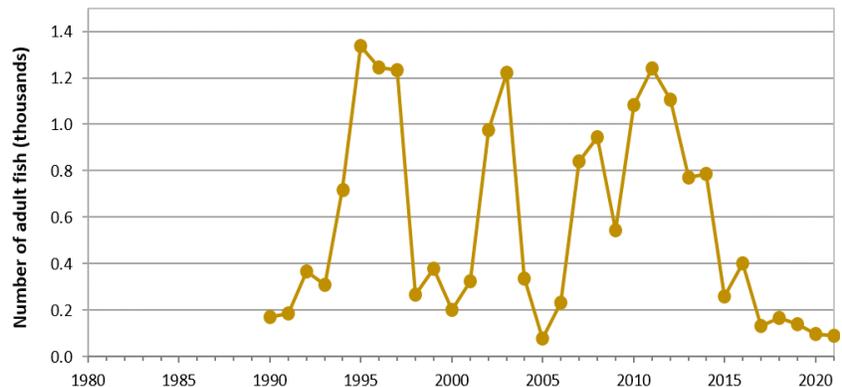
Vida silvestre

Un estudio histórico realizado hace más de un siglo (conocido como el Estudio Grinnell) sirve como referencia histórica de las condiciones del hábitat y la distribución y abundancia de aves y mamíferos en los lugares de estudio en regiones seleccionadas de California. Estos lugares se volvieron a inspeccionar para documentar los cambios del hábitat y de las especies a lo largo del siglo pasado. En la actualidad, ciertas aves y mamíferos se encuentran a diferentes alturas en la Sierra Nevada (Lassen, Yosemite y Sequoia y King's Canyon) en comparación con un siglo antes. Se observaron **cambios en el área de distribución** de casi el 75 % de las especies de pequeños mamíferos y más del 80 % de las especies de aves estudiadas. En el desierto de Mojave, que se ha vuelto más cálido y seco durante el último siglo, se ha producido un colapso generalizado de las comunidades de aves. Las poblaciones de halcones de pradera, buitres, gorriones, palomas huilotas y otras aves han disminuido. Por el contrario, las poblaciones de pequeños mamíferos han permanecido estables. A medida que las condiciones del desierto se volvieron más cálidas y secas, la deshidratación fue un factor importante en la disminución de las poblaciones de aves.

Los cambios en las condiciones del agua dulce y del océano, influidos por el clima, amenazan la supervivencia del salmón chinook en los ríos del norte de California. Los salmones chinook son legendarios por migrar desde los arroyos donde nacieron hasta el océano, viajando hasta mil millas, solo para regresar a los mismos arroyos para desovar. **La abundancia del salmón chinook** en todo el estado ha disminuido históricamente debido a las presas y otras influencias humanas que restringen el paso de los peces.

El momento de la migración de los adultos desde el océano hasta el arroyo en el que nacieron define las "migraciones" del salmón. La mayor parte de las poblaciones de salmón chinook de California se encuentran en el Valle Central, en las cuencas de los ríos Sacramento y San Joaquin, y en la cuenca del Klamath, en los ríos Klamath y Trinity y sus afluentes, incluido el río Salmón. Las poblaciones de las migraciones de primavera del río Salmón han sufrido un enorme declive, con recuentos extremadamente bajos en los últimos cinco años. Por ello, se las ha designado como especie amenazada. Estos recuentos reflejan una clara señal de los impactos del cambio climático en el salmón, dada la mínima influencia humana en la cuenca del río Salmón.

Abundancia del salmón chinook en el Salmon River: migración de primavera



En el río Salmón, el número de migraciones de primavera ha caído en picada durante la última década. Los recuentos en cada uno de los últimos cinco años han oscilado entre unos 90 (en 2021) y 170 (en 2018), muy por debajo del promedio a largo plazo (570 peces).

El río Sacramento alberga cuatro migraciones de salmón: la de invierno, la de primavera, la de otoño y la de finales de otoño. Cuando las condiciones ambientales amenazan la supervivencia del salmón, los criaderos y diques de agua fría de las presas ayudan a mantener y recuperar las poblaciones de peces.

Estas prácticas fueron especialmente importantes durante la sequía de 2012 a 2016, que provocó la reducción de los caudales en la cuenca, el aumento de la temperatura del agua y la disminución de la disponibilidad de presas. La migración de invierno, la menos abundante de las migraciones, ha tenido periodos de números alarmantemente bajos y está catalogada como especie amenazada. Esta especie desova en los meses de verano, cuando las temperaturas del agua son más cálidas, y ha persistido en gran medida gracias a las descargas de agua fría y a la adición de peces de criadero.

Los indicadores de los **impactos del cambio climático en la vida silvestre** también muestran lo siguiente:

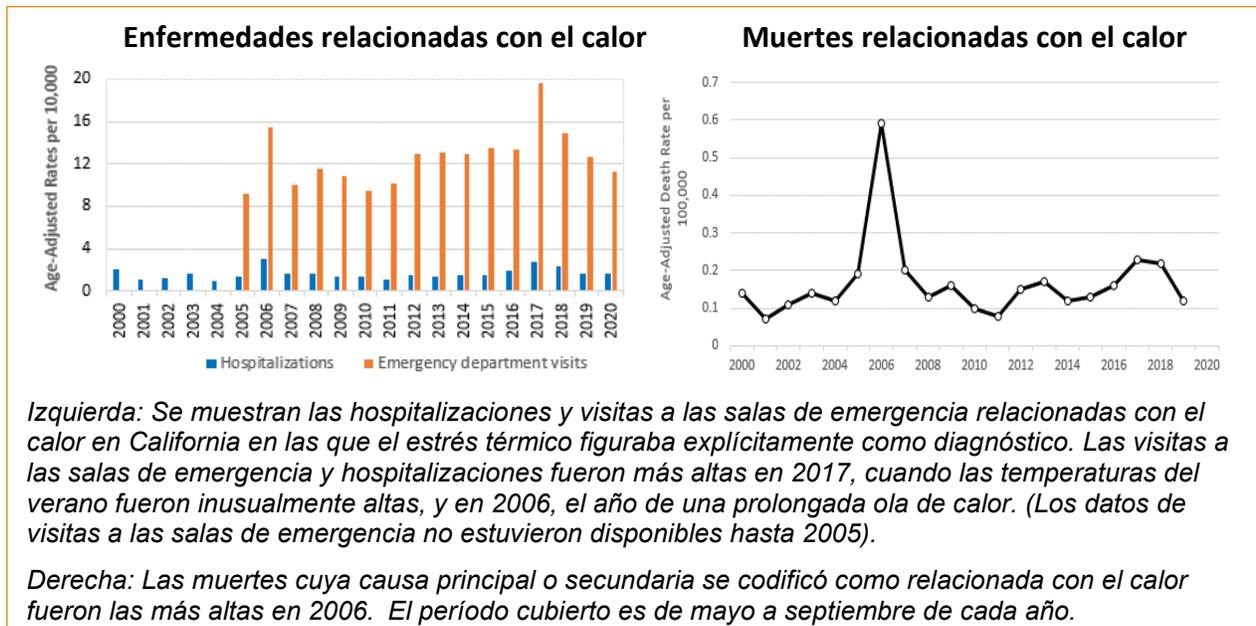
- Las **poblaciones de copépodos** en la corriente de California fluctúan, reflejando la variabilidad de las condiciones oceánicas que responden a los cambios de temperatura y de las corrientes oceánicas. Las aguas frías del norte transportan especies de copépodos con mayor valor nutricional que las transportadas por las aguas cálidas de los trópicos. Durante el período de condiciones oceánicas inusualmente cálidas de 2015 a 2016, la comunidad de copépodos estuvo dominada por especies de aguas cálidas. Los copépodos se encuentran en la base de la cadena alimentaria, y cuando los copépodos de agua fría son abundantes, también lo son otras especies, en particular el salmón y los pequeños peces que depredan.
- Las respuestas de las especies a las condiciones cambiantes del océano han sido, entre otras, las siguientes:
 - Menos nacimientos de **crías de león marino de California**, mayor mortalidad y malas condiciones de las crías en la isla de San Miguel, frente a Santa Barbara, durante los años en que las temperaturas de la superficie del mar son inusualmente cálidas en su área de cría. En estos años, los peces de los que se alimentan son menos abundantes y las madres lactantes deben viajar más lejos para obtener alimento o comer presas menos nutritivas.
 - La expansión hacia el norte del área de distribución de una babosa marina **nudibranchia**, *Phidiana hiltoni*, desde la península de Monterrey hasta la bahía de Bodega, desde mediados de los setenta, una distancia de casi doscientas millas.
 - Variabilidad en el éxito reproductivo del **mérgulo sombrío**, una especie de ave acuática en la isla de Farallón del Sureste [Southeast Farallon Island] cerca de San Francisco, asociada a la disponibilidad fluctuante de krill y otras presas en las aguas oceánicas cercanas.
- En los últimos 50 años, varias **especies de mariposas del Valle Central** han aparecido más temprano en la primavera, un cambio correlacionado con condiciones más cálidas y secas en la región. Los cambios en el calendario estacional entre las especies que interactúan, por ejemplo, las mariposas y sus fuentes de alimentación vegetal, podrían alterar la dinámica de las poblaciones de las especies animales y vegetales.
- Las respuestas observadas entre las aves migratorias incluyen el cambio de los patrones de **llegada de las aves migratorias** en primavera y otoño en Point Reyes National Seashore, en el norte de California, y los desplazamientos hacia el norte y más cerca de la costa de las **especies de aves que pasan el invierno** en todo el estado.



Impactos en la salud humana

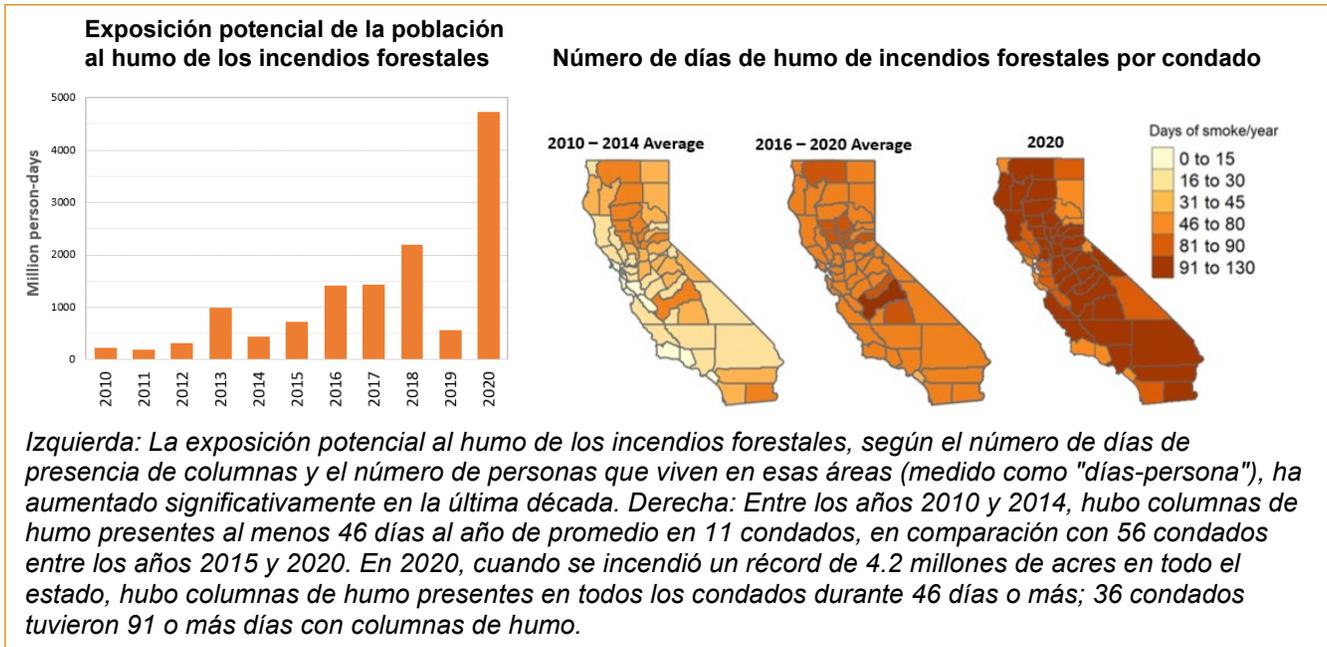
El cambio climático afecta directamente a la salud humana por la exposición al calor, las inundaciones y otros fenómenos meteorológicos. Además, afecta indirectamente a la salud al exacerbar las amenazas a través de niveles más altos de contaminantes atmosféricos, la degradación de la calidad del agua y el aumento de las poblaciones de vectores de enfermedades.

El calor causa más muertes al año en promedio que cualquier otro peligro meteorológico en los Estados Unidos, aunque las enfermedades y muertes relacionadas con el calor son generalmente prevenibles. Los sarpullidos por calor, los calambres por calor, el golpe de calor y la insolación se ajustan a la definición clásica de caso de enfermedad relacionada con el calor. Sin embargo, la exposición al calor puede producir otros efectos sobre la salud y agravar un amplio abanico de enfermedades. Con el aumento de las temperaturas, las visitas a los servicios de urgencias por enfermedades relacionadas con el calor están aumentando en California. Las hospitalizaciones y las muertes se disparan en los años en que las temperaturas son especialmente altas en verano. Cabe destacar que **las enfermedades y muertes relacionadas con el calor** suelen pasar desapercibidas y no se informan, por lo que es probable que el número real de víctimas sea considerablemente mayor.



A medida que el cambio climático aumenta la frecuencia, el tamaño y la duración de los incendios forestales en el estado, la salud de los californianos se ve cada vez más amenazada por la exposición al **humo de los incendios forestales**. El humo de los incendios forestales está formado por material particulado fino (MP2.5) y otros compuestos peligrosos que pueden irritar los ojos, la nariz y los pulmones. Además, empeoran las enfermedades cardíacas y respiratorias crónicas. El humo de los incendios forestales también puede afectar la salud mental. Según las imágenes satelitales, la estimación de la exposición potencial de las personas en áreas donde había columnas de humo de incendios forestales ("días-persona") ha ido aumentando desde 2010. En promedio, hubo menos días al año con columnas de humo presentes entre 2010 y 2014, en comparación con los años entre 2016 y 2020. El último quinquenio incluye el año 2020, el peor año registrado en materia de incendios forestales. Ese año, la temporada de incendios estuvo marcada por varios grandes incendios forestales que se produjeron al mismo tiempo, con columnas de humo presentes en todos los condados durante al

menos 46 días. Según el índice de calidad del aire, los niveles máximos diarios de MP2.5 en varias áreas del estado se mantuvieron en niveles peligrosos durante semanas.



Los indicadores de los **impactos del cambio climático** en la salud humana también muestran lo siguiente:

- **Las enfermedades ocupacionales relacionadas con el calor** reportadas por los trabajadores de California aumentaron entre 2000 y 2017 de una tasa de alrededor de 3.5 a 10 por cada 100,000. Los empleados de los servicios de protección (bomberos y policías) y los trabajadores agrícolas tuvieron las tasas de enfermedad más altas.
- Con el calentamiento de las temperaturas y los cambios en las precipitaciones, aumenta el número de mosquitos (conocidos como "vectores") portadores del virus del Nilo Occidental [West Nile]. Este es solo un ejemplo de los patrones de **enfermedades transmitidas por vectores** en California que se ven afectados por el cambio climático. El virus del Nilo Occidental representa actualmente la mayor amenaza de enfermedad transmitida por mosquitos en el estado. El aumento de las temperaturas acorta el tiempo que tarda el mosquito en completar su ciclo vital (de huevo a adulto) y en multiplicarse el virus en el mosquito. Como resultado, hay un mayor número de mosquitos infectados que pueden infectar a los humanos.
- La incidencia de **fiebre del valle** [Valley fever] ha aumentado en los últimos 20 años en California. La fiebre del valle es causada por la inhalación de esporas del hongo *Coccidioides* que es endémico en el suelo de las regiones del estado del Valle Central y la costa central. Aunque las razones del aumento de los casos son probablemente multifactoriales, la sequía, las condiciones de sequedad del suelo y otros cambios relacionados con el clima desempeñan un papel importante en la proliferación del hongo y la diseminación de las esporas, y en la eventual infección humana y animal con la fiebre del valle.



Impactos en las tribus de California

El cambio climático supone una amenaza para las tribus de California por sus impactos en los ecosistemas en los que viven y están conectados, ya que la salud de una tribu está ligada a la salud del medio ambiente. Las tribus de California son los biólogos, historiadores, climatólogos y científicos originales de esta tierra. Los conocimientos de las tribus, adquiridos a lo largo de su larga historia de interacción con la tierra, son un componente clave para avanzar en la comprensión plena del cambio climático y hacer frente a sus impactos.

Cuando las tribus hablan de la naturaleza, se incluyen a sí mismas. La tierra proporciona

alimentos, medicinas, fibras y materiales ceremoniales que están integrados en los sistemas culturales, sociales, espirituales, económicos y políticos y en la vida cotidiana de las tribus. El conocimiento de las interacciones únicas entre las especies y su hábitat proporciona la base para las acciones tribales de gestión del paisaje.

El cambio climático está afectando a todas las Tribus de California. El aumento de las temperaturas, los cambios en los patrones de precipitación y la intensificación de las sequías han aumentado la dependencia de las aguas subterráneas, han degradado el hábitat acuático, han estresado la vegetación y han disminuido la vida silvestre que antes era abundante. A medida que el medio ambiente se ve afectado por el cambio climático, la salud de las tribus sufre. Desde las tierras tribales de Owens Valley,

donde las emisiones del lago Owens, ahora seco, lo convierten en la mayor fuente de partículas (MP10) de Estados Unidos, hasta el aumento de las temperaturas en el sur de California, las tribus están experimentando una amplia gama de impactos. Han visto reducirse los alimentos autóctonos y las plantas y animales culturalmente importantes. Además de la exposición a la MP10, las elevadas concentraciones de ozono en los días más cálidos y



Crédito: L'eaux Stewart

La ruta de las Sierras del Este hacia las Palisades, parte del territorio tradicional de la Tribu Big Pine Paiute Tribe del Owens Valley



Crédito: Joe Ferreira (UCD), Richard Macedo (CDFG); CDFW, 2021
Las especies culturalmente importantes incluyen (en el sentido de las agujas del reloj desde la izquierda): El pez cachorrillo de Owens Valley, la lavinia del lago Clear Lake y el borrego cimarrón.

la mayor frecuencia de días con humo de incendios forestales suponen un riesgo para la salud de las Tribus. Las toxinas producidas por las floraciones de algas nocivas amenazan la alimentación y el agua, y merman su capacidad para utilizar los lagos y los ríos. La salud física, cultural y espiritual de las tribus se resiente a medida que se intensifica el cambio climático.

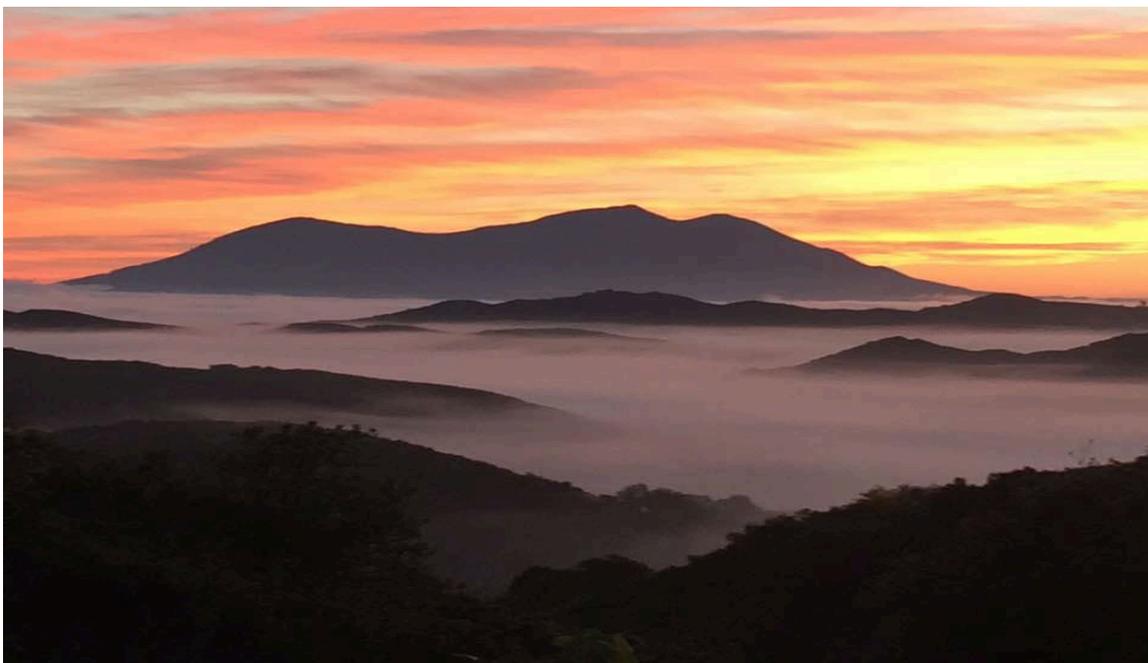
Las Tribus costeras han sido testigos del aumento del nivel del mar, junto con la pérdida de los bosques de algas, lo que ha hecho que algunas partes de la costa sean más vulnerables a la erosión y que los artefactos culturales queden expuestos. Los bosques de algas, que solían proporcionar una protección a la costa, se están derrumbando a lo largo de partes de la costa debido en parte a los impactos en cascada del calentamiento de las aguas oceánicas. Las tribus costeras señalan que el acceso a los lugares tradicionales a lo largo de la costa es más difícil con estos impactos. Esto dificulta la capacidad de la tribu para transmitir los conocimientos a las generaciones más jóvenes.



Crédito: Karuk Tribe

Uno de los 22 indicadores culturales de la tribu Karuk, el Púfpuuf, o salamandra gigante del Pacífico, se camufla con su entorno.

Las tribus de California están actuando para proteger a sus comunidades de los efectos adversos del cambio climático. Un clima habitable es fundamental para proteger la soberanía tribal, la cultura y la cohesión de la comunidad. Las tribus están trabajando activamente para gestionar y proteger sus tierras y limitar el impacto que el cambio climático está teniendo en su derecho a cazar, pescar, recolectar y continuar con sus prácticas culturales (actividades que son integrales para su salud, bienestar y sustento).



Crédito: Middleton Rancheria of Pomo Indians of California

El amanecer en el Mount Konocti, Condado de Lake



Problemas emergentes del cambio climático

Los cambios e impactos en el medio ambiente de California que plausiblemente estarían influenciados por el cambio climático, aunque todavía no están establecidos, se identifican en el informe como «cuestiones emergentes». Hipótesis, modelos o datos limitados científicamente defendibles apoyan la afirmación de que ciertos cambios observados o previstos se deben en parte al cambio climático.

Entre las cuestiones emergentes descritas en este informe se encuentran las siguientes:

- La reducción de la duración y extensión de las nieblas en la costa y el Valle Central, que desempeñan un papel vital en sus respectivos ecosistemas.
- El aumento de la actividad eléctrica en las tormentas con el calentamiento de las temperaturas del aire.
- El aparente aumento de la frecuencia y la extensión de las floraciones de algas nocivas en las masas de agua dulce, y en qué medida es atribuible al cambio climático frente a los vertidos de nutrientes y otros factores antropogénicos.
- La transmisión de la lengua azul, una enfermedad vírica del ganado ovino, caprino y bovino transmitida por mosquitos que pican.
- El cambio de las condiciones climáticas que permite que especies de plagas agrícolas invasoras, como la mosca oriental de la fruta, prosperen en lugares donde antes no podían sobrevivir.
- La influencia de los cambios de temperatura y precipitaciones en los descensos registrados en las poblaciones de abejorros a nivel mundial y en California, a la luz de otros factores como los insecticidas, las infecciones por patógenos y la pérdida de hábitat.
- El aumento de los niveles de plantas aeroalérgicas y moho, que desencadenan el asma y la fiebre del heno.
- El aumento de los riesgos de infecciones transmitidas por los alimentos y el agua debido a los cambios en el clima.
- El aumento de la transmisión de enfermedades zoonóticas, es decir, enfermedades infecciosas compartidas entre humanos y animales.