

Documentación de Métodos del CalHeatScore

Autor: Agencia de Protección Ambiental de California, Oficina de Evaluación de Riesgos para la Salud Ambiental, Sección de Desarrollo del Sistema de Clasificación del Calor Extremo

Publicado el: 4 de febrero de 2025

Tabla de Contenidos

Introducción	2
Métodos	3
Clima	3
Datos	3
Cálculos	3
Salud Humana.....	4
Datos	4
Modelo Calor-Salud.....	5
Umbrales de Temperatura	6
Datos Complementarios.....	8
Centros de Enfriamiento	8
Previsiones Meteorológicas y Clima Histórico.....	8
Demografía de la Población	9
Referencias.....	11
Apéndice.....	13
Zonas Climáticas.....	13
Diccionario de Datos para Datos Complementarios	14
Métodos de Análisis Complementarios	14
Identificación del Código Postal.....	14
Valores Cero y Tamaño Promedio de Población Asociado.....	15

Introducción

California, como la mayoría de las regiones del planeta, está experimentando un aumento de la frecuencia, duración e intensidad de los eventos de calor extremo en comparación con las condiciones climáticas históricas (IPCC, 2021; USGCRP, 2023). Las olas de calor ponen a las personas en riesgo de efectos adversos para la salud, incluidas enfermedades graves relacionadas con el calor e incluso la muerte (Ebi *et al.*, 2021). En respuesta, California ha estado explorando la mejor forma de prepararse para el aumento de las cargas asociadas a estos eventos de calor extremo. En 2021, el Grupo de Trabajo de Seguros Climáticos del Departamento de Seguros de California publicó un informe exhaustivo sobre los eventos climáticos notables recientes, los efectos asociados en las comunidades y las recomendaciones para mejorar la resiliencia climática a los incendios forestales, las inundaciones y el calor extremo (California, 2021b). Siguiendo lo establecido en este informe, la legislatura y el Gobernador de California firmaron una nueva ley, el Proyecto de Ley de la Asamblea 2238 (L. Rivas, 2022), para establecer un sistema estatal de clasificación del calor extremo llamado CalHeatScore. El AB2238 exige que el sistema de clasificación CalHeatScore esté en funcionamiento y a disposición del público para el 1 de enero de 2025.

En respuesta al AB2238, en nombre de la Agencia de Protección Ambiental de California, la Oficina de Evaluación de Riesgos para la Salud Ambiental (OEHHA) ha dirigido el desarrollo de CalHeatScore. La misión de la OEHHA es proteger y mejorar la salud de la población y el ambiente de California mediante evaluaciones científicas que informen, apoyen y guíen las acciones reguladoras y otras acciones. El desarrollo de CalHeatScore se llevó a cabo en colaboración con agencias estatales: la Oficina de Servicios de Emergencia de California, el Departamento de Seguros, el Departamento de Salud Pública y la Oficina de Uso del Suelo e Innovación Climática del Gobernador. En consulta con la OEHHA, el Centro de Soluciones Climáticas Saludables de la Universidad de California en Los Ángeles desarrolló el modelo subyacente usado en CalHeatScore con colaboradores de la Universidad Estatal de Oregón y Applied Climatologists, Inc.

CalHeatScore (CHS) es una herramienta web que usa un sistema de clasificación de calor-salud para proporcionar información sobre eventos locales y regionales de calor extremo en California. El objetivo de CHS es ayudar a las personas y a las comunidades a prepararse para el calor extremo y, en última instancia, reducir los efectos del calor en la salud de las personas más vulnerables. CHS traduce la información meteorológica en puntuaciones de calor fáciles de entender que van de 0 a 4 para indicar los niveles de riesgo para la salud humana, de bajo a grave. Estas puntuaciones son mostradas en la herramienta web junto con información comunitaria y demográfica complementaria. CHS es actualizada diariamente, incorporando las previsiones de temperatura actuales para indicar la gravedad de los próximos eventos de calor extremo basándose en las respuestas de salud históricas al calor. Los rangos de las puntuaciones de calor son calculados para códigos postales individuales, ya que los datos de salud históricos están disponibles a nivel de código postal.

Este documento proporciona descripciones de los métodos usados para desarrollar el enfoque de clasificación de CHS e información complementaria sobre la pantalla principal de la herramienta. Las siguientes secciones incluyen descripciones de las fuentes de datos climáticos y de salud usadas; la ecuación de regresión principal usada para cuantificar los impactos del calor en la salud con el fin de informar el esquema de clasificación; e información detallada sobre las fuentes de datos comunitarios y demográficos complementarios, como la ubicación de los centros de enfriamiento, incorporados a la herramienta. Este documento

también proporciona un breve análisis de las futuras áreas de investigación relevantes para el desarrollo continuo de la herramienta web.

Puede acceder a la versión actual de la herramienta web aquí: [Herramienta CalHeatScore](#).

Métodos

El sistema de clasificación de CHS se basa en las relaciones históricas estimadas entre las condiciones climáticas y la salud humana en toda California. Los conjuntos de datos sobre el clima y la salud que se describen a continuación son usados para cuantificar estas relaciones a nivel de código postal de California. Los rangos de temperatura basados en estas relaciones son utilizados después para establecer clasificaciones que describen diferentes niveles de riesgos para la salud relacionados con el calor.

Clima

Datos

Los conjuntos de datos climáticos usados para el desarrollo y las operaciones del sistema de clasificación de CHS incluyen datos climáticos históricos y previsiones meteorológicas. A continuación, se ofrecen más detalles sobre los conjuntos de datos usados.

Clima Histórico

Para representar las condiciones climáticas históricas en ubicaciones de California, CHS usa GridMET, que es un conjunto de datos meteorológicos de superficie cuadrículados con una resolución diaria de $1/24^\circ$ grado (~ 4 km) que proporciona datos desde 1979 hasta casi la actualidad (Abatzoglou, 2013). En el cálculo de la temperatura aparente máxima diaria histórica se usan la temperatura y la humedad relativa del aire cercanas a la superficie diarias. Se puede encontrar más información sobre GridMET en el [sitio web del proveedor del conjunto de datos de GridMET](#).

Previsiones Meteorológicas

CHS lee en forma de cuadrícula las previsiones de la Base de Datos Nacional de Previsiones Digitales (NDFD) del Servicio Meteorológico Nacional (NWS) para cada código postal de California. La NWS NDFD proporciona previsiones digitales en forma de cuadrícula de 2.5 km de resolución procedentes de las oficinas locales de previsión meteorológica del NWS en colaboración con una mezcla nacional de modelos de previsión (Glahn and Ruth, 2003). La temperatura aparente por hora es usada en el cálculo de la temperatura aparente máxima diaria prevista. Se puede acceder a más información sobre los datos de la NDFD en la [página web de la NOAA NDFD](#).

Cálculos

Las condiciones climáticas históricas a nivel de código postal y las previsiones meteorológicas son recuperadas de la celda de cuadrícula más cercana al centroide geométrico o ponderado por población del código postal. Estos centroides se basan en una combinación de los centroides ponderados por población del código postal de Vivienda y Desarrollo Urbano de 2023 (HUD, 2023; [Sitio de Datos Abierto del HUD](#), accedido en enero de 2024), los polígonos

ZCTA del censo de EE. UU. de 2020 (Census, 2020; [2020 TIGER/Line® Shapefiles](#), accedido en septiembre de 2024) y los polígonos de código postal del geoportal del estado de CA, actualizado por última vez en 2021 (California, 2021a; [Geoportal del Estado de California](#)), accedido en septiembre de 2024). Los centroides ponderados por población son usados siempre que es posible en función de la calidad y la disponibilidad, y los centroides geométricos son usados para los códigos postales restantes. Los centroides de códigos postales que estaban sesgados por tener al menos un 20 por ciento de solapamiento con el océano se trasladaron a la celda cuadrículada interior más cercana. La lista final consiste en un centroide por código postal.

La temperatura aparente (AT) máxima es usada para caracterizar las condiciones de calor diarias a nivel de código postal. La AT, a la que se suele referir como índice de calor en condiciones cálidas, cuantifica cómo percibe el cuerpo humano las condiciones actuales de temperatura. La AT considera variables meteorológicas como la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento. En función de estas variables, la AT puede ser superior o inferior a la temperatura del aire ambiente. La implementación actual de CHS usa la [implementación de la AT de la NOAA NWS](#) (el índice de calor).

Salud Humana

Datos

Visitas al Departamento de Emergencias (ED)

El Departamento de Información y Acceso a la Atención Médica (HCAI) de California mantiene un conjunto de datos de los ED de los hospitales autorizados a proporcionar servicios médicos de emergencia en todo el estado. Este conjunto de datos incluye los historiales médicos de los pacientes junto con otra información de salud personal, como datos demográficos y detalles del seguro de salud, y por lo tanto está sujeto a las disposiciones de la Ley de Portabilidad y Responsabilidad del Seguro de Salud (HIPAA). Por ello, estos datos solo están disponibles para determinadas entidades tras un exhaustivo proceso de revisión.

Analizamos las visitas a ED en California obtenidas del conjunto de datos de los Departamentos de Emergencias del HCAI usando registros de 2016-2018. Es importante señalar que cuando un encuentro en un ED conduce a un ingreso en el mismo hospital, ese registro se mantiene como un registro de hospitalización y no se incluye en el conjunto de datos de visitas a ED. Por lo tanto, solo se incluyen los encuentros que comenzaron y terminaron en ED. Este conjunto de datos es usado para calcular el número diario de visitas a ED en California debido a enfermedades relacionadas con el calor (HRI), por código postal. Las HRI son definidas con los siguientes códigos de diagnóstico de ICD10: deshidratación (E86); insuficiencia renal aguda y crónica (N17-N19); y enfermedad por calor y golpe de calor (T67) (Basu *et al.*, 2012). La definición de HRI puede ampliarse en futuras versiones de CHS. Para cada código postal de California, se usa el código postal residencial de cada paciente de ED y las estimaciones de población específicas del código postal para calcular la tasa diaria de enfermedades relacionadas con el calor por cada 10,000 personas.

Modelo Calor-Salud

Para determinar los umbrales de temperatura específicos de cada código postal, CHS emplea un modelo de regresión de Poisson espaciotemporal desarrollado por el Centro de Soluciones Climáticas Saludables de la Universidad de California en Los Ángeles y colaboradores de la Universidad Estatal de Oregón y Applied Climatologists, Inc.¹ El modelo se basa en datos históricos sobre el clima y la salud, así como en otras covariables, entre las que se incluyen:

- Zonas climáticas²: para incorporar al modelo las similitudes históricas de las condiciones climáticas a nivel de código postal;
- Año: para tener en cuenta la variación anual;
- Día del año: para captar las tendencias estacionales; y
- Día de la semana: para tener en cuenta las diferencias en las tendencias que pueden deberse al día de la semana en que se produce un evento.

La relación calor-salud se representa como:

$$\log(\lambda_i) = \beta_{0,z_i} + f(cz) + year.fct_i + f(doy_i) + dow.fct_i + \beta_{1,z_i}heat_i + f(heat_i)$$

λ_i : Número esperado de visitas a ER para observación i ;

β_{0,z_i} : Intercepción (referencia de la tasa de visitas a ED), con suavizado espacial³, para observación i en el código postal z ;

$f(cz)$: Efecto aleatorio no estructurado⁴ en zonas climáticas con modelo independiente idénticamente distribuido;

$year.fct_i$: Efecto⁵ fijo para el año;

$f(doy_i)$: Recorrido aleatorio⁶ de orden 1 para captar las tendencias estacionales a lo largo del año;

$dow.fct_i$: Efecto fijo categórico para el día de la semana;

$\beta_{1,z_i}heat_i$: Interacción entre el código postal y el calor (AT máxima diaria) para modelar el efecto de la exposición al calor con suavizado espacial;

$f(heat_i)$: Recorrido aleatorio sobre el calor (AT máxima diaria) para captar las tendencias temporales.

¹ La regresión de Poisson es usada cuando la variable de resultado es un conteo, como el número esperado de visitas a ED. Este modelo de regresión asume que el número de visitas diarias a ED tiene una distribución de Poisson.

² Se construyeron treinta zonas climáticas a lo largo de California basándose en la temperatura aparente media diaria de los datos de mayo-octubre de 2021-2022 del conjunto de datos del Reanálisis v5 del ECMWF (Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo) (ERA5) (Hersbach et al. 2020). Para más detalles, vea la Figura A1 del Apéndice.

³ El suavizado espacial es un enfoque que usa valores vecinos para suavizar los valores y reducir el ruido debido al pequeño tamaño de la población o a la baja disponibilidad de datos.

⁴ Los efectos aleatorios son usados para incorporar ampliamente las variaciones y diferencias entre grupos en los modelos estadísticos.

⁵ Los efectos fijos son usados para tratar factores específicos como constantes en modelos estadísticos.

⁶ Los recorridos aleatorios son procesos estocásticos que pueden describir factores con cambios graduales (por ejemplo, visitas a ED).

Este modelo calor-salud cuantifica la relación entre la AT máxima diaria (°F) ($heat_i$) y el número diario de visitas diarias a ED (λ_i). Usando los resultados del modelo, se calcula el Riesgo Relativo (RR), describiendo el cambio relativo en la tasa de visitas a ED para un día y un código postal determinados en comparación con las condiciones promedio.

Para calcular el RR de un día y un código postal determinados, la tasa de visitas a ED modelada para ese día (λ_{day_i, z_i}) se divide por la tasa promedio de visitas a ED modelada para todos los días del período de estudio

($\overline{\lambda_{day_i, z_i}}$):

$$Relative\ Risk = \frac{\lambda_{day_i, z_i}}{\overline{\lambda_{day_i, z_i}}}$$

Si no hay diferencia entre las tasas modeladas de visitas diarias y promedio a ED, entonces $RR = 1$. Los valores de RR superiores a 1 indican un mayor riesgo relativo de visitas a ED relacionadas con el calor, mientras que los valores de RR inferiores a 1 indican un menor riesgo relativo de visitas a ED. Los RR inferiores a 1 pueden producirse cuando las visitas a ED observadas caen por debajo del número esperado de visitas para cualquier día y código postal determinados.

En resumen, obtuvimos un valor RR y un valor AT máximo correspondiente para cada día dentro del marco temporal del análisis (mayo-octubre de 2016-2018) para cada código postal.

Umbral de Temperatura

Usando los valores históricos de RR descritos anteriormente, se desarrollaron relaciones a nivel de código postal entre los RR diarios y los valores máximos de temperatura aparente. Para todos los códigos postales, la relación entre las temperaturas aparentes máximas y los valores de RR fue modelada con una ecuación polinómica cuártica ajustada. Después, se usaron los valores máximos de temperatura aparente correspondientes a los valores específicos de RR de la ecuación ajustada para delinear los distintos rangos de CHS para cada código postal. A continuación, la **Figura 1** muestra un ejemplo de los valores de RR y temperatura aparente para un código postal individual.

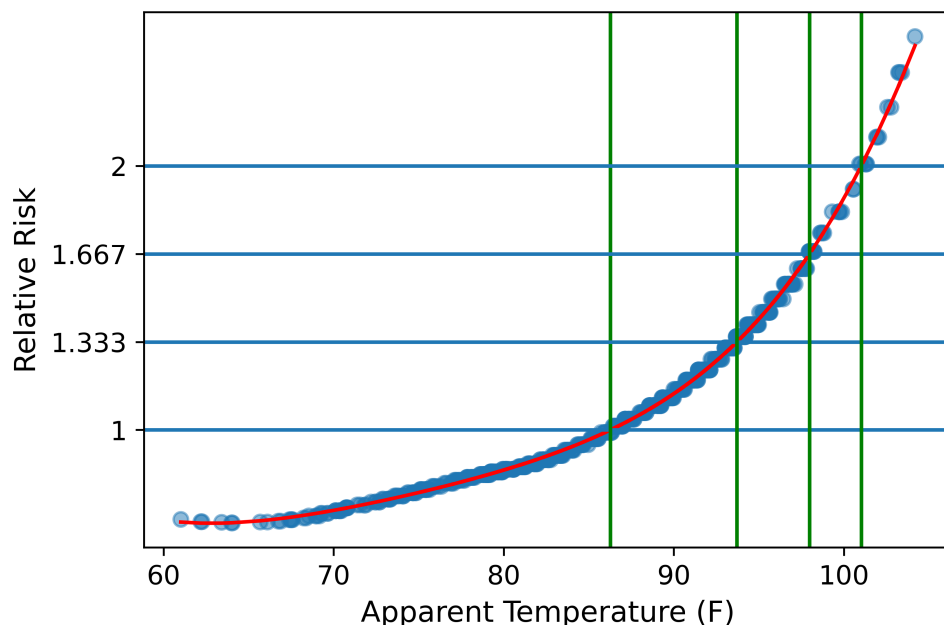


Figura 1. Relación entre la temperatura aparente y el riesgo relativo para un código postal de ejemplo. Los valores para cada día entre mayo-octubre 2016-2018 son mostrados como puntos y la ecuación polinómica ajustada es mostrada en rojo. Las líneas azules horizontales indican el RR es 1, 1.333, 1.667 y 2. Las líneas verticales verdes indican la temperatura aparente máxima correspondiente a esos valores de RR.

CHS usa aumentos relativos de 33.3% ($RR = 1.333$), 66.7% ($RR = 1.667$) y 100% ($RR = 2.0$) en las tasas de visitas a ED para dividir las condiciones de calor diarias en diferentes rangos. A continuación, la **Tabla 1** describe los valores de RR que corresponden a CHS de 0-4.

Tabla 1. Rangos de CalHeatScore y valores de riesgo relativo (RR) correspondientes.

Rango de CalHeatScore (CHS)	Rangos RR correspondientes
CHS 0	$0 < RR \leq 1$
CHS 1	$1 < RR \leq 1.333$
CHS 2	$1.333 < RR \leq 1.667$
CHS 3	$1.667 < RR \leq 2$
CHS 4	$2 < RR$

Con los correspondientes umbrales de temperatura aparente específicos del código postal, CHS traduce la AT máxima diaria a su rango correspondiente. Cada código postal tiene umbrales de AT únicos que reflejan la climatología del área local.

En el caso de los códigos postales con pocos o ningún dato de población o sin modelos definitivos de relación calor-salud, CHS usa la ponderación de distancia inversa para interpolar los umbrales de temperatura basándose en los códigos postales más cercanos disponibles. La ponderación de distancia inversa es una forma de estimación espacial en la que los valores disponibles son ponderados en función de la distancia desde el punto de interés. Los cuantiles de temperatura de los códigos postales relevantes asociados con el

período de climatología de la NOAA 1991-2020 son usados para interpolar los cuantiles del código postal de interés y, después, son traducidos nuevamente como valores de temperatura usando el mismo periodo de climatología. Todos los valores de CHS son mostrados usando los polígonos de códigos postales del geoportal del estado de CA (California, 2021a; [Códigos Postales de California | Geoportal del Estado de California](#), accedido en septiembre de 2024).

Datos Complementarios

Además del CalHeatScore diario, la herramienta web de CHS también proporciona información y recursos relevantes locales que pueden ayudar a los californianos a prepararse y adaptarse al calor extremo que se avecina.

Centros de Enfriamiento

La herramienta de mapeo de CHS incluye capas de características disponibles localmente de centros de enfriamiento ubicados a lo largo de California. Estas capas de características son creadas y publicadas por entidades externas (normalmente, condados de California) en ArcGIS Online, y no son mantenidas por la Oficina de Evaluación de Riesgos para la Salud Ambiental. El mapa incluye capas que están disponibles para el público y han sido actualizadas en los últimos 12 meses. La herramienta CHS accede a cada capa de características usando la URL publicada de la capa, lo que garantiza que cualquier actualización de las capas de características alojadas sea actualizada automáticamente en el mapa. Estas capas de características no son exhaustivas y pueden tener inconsistencias con respecto a la información actualmente disponible.

Los centros de enfriamiento son importantes recursos comunitarios que proporcionan un entorno fresco donde el público puede reunirse durante un evento de calor extremo. Los condados designan sus propios centros de enfriamiento, que pueden incluir bibliotecas, centros comunitarios o de personas mayores, instalaciones gubernamentales, piscinas públicas y zonas de juegos de agua, o cualquier otro lugar que determinen los funcionarios del condado. Es posible que algunos centros de enfriamiento solo estén abiertos o tengan un horario ampliado durante los eventos de calor extremo. Por lo tanto, es importante ponerse en contacto directamente con la instalación para determinar su estado de funcionamiento actual. Dependiendo de la fuente de la capa de características, pueden estar disponibles detalles adicionales del centro de enfriamiento, como el nombre de la instalación, la dirección y el horario de funcionamiento.

Previsiones Meteorológicas y Clima Histórico

Cuando un usuario de la herramienta CHS hace clic en un código postal específico que aparece en el mapa, un panel lateral muestra la previsión meteorológica para ese día y otra información climática histórica. Estos datos proceden de la previsión meteorológica del NWS y del conjunto de datos climáticos históricos de gridMET descritos en la sección Métodos Climáticos.

Los datos mostrados incluyen:

- Temperatura máxima diaria prevista: La temperatura máxima diaria del aire prevista para la fecha actual o para otra fecha.

- Previsión diaria de la "sensación térmica": La temperatura máxima aparente diaria prevista para la fecha actual o para otra fecha.
- Temperatura máxima histórica: La temperatura máxima del aire más alta del día calendario actual desde 1979 hasta casi el día actual.
- Temperatura promedio histórica: La temperatura máxima promedio diaria del aire del día calendario actual desde 1979 hasta casi el día actual.

Demografía de la Población

Varias estimaciones de población específicas de código postal son derivadas usando [datos del Censo de EE. UU. \(sitio web\)](#) de la Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense (ACS; Bureau, 2024) de 2022 y un [conjunto de datos de correspondencia cruzada de USPS](#) de sección censal a código postal (PD&R, 2023)⁷ para obtener estimaciones a nivel de código postal. Las estimaciones de población son calculadas inicialmente a nivel de sección censal usando los datos de la ACS de 2022 y después se estiman a nivel de código postal utilizando las proporciones del conjunto de datos de correspondencia.

Cuando un usuario de la herramienta CHS hace clic en un código postal específico del mapa, aparece información demográfica sobre la población local en un panel lateral. Esta información demográfica se presenta visualmente con infografías que muestran el conteo y la tasa estimados de estos subgrupos en relación con la población total (u otro denominador definido en el Apéndice). A continuación, se puede encontrar información sobre las siguientes variables demográficas. Esta lista de variables demográficas no es exhaustiva y se están desarrollando métodos para identificar subgrupos de interés.

Población Total

Utilizamos los datos de la tabla ACS DP05 para calcular una estimación de la población total asociada a todos los tipos de direcciones, incluidas las residenciales, comerciales y de otros tipos.

Edad

Los grupos de edad más jóvenes y más mayores son más vulnerables a los eventos de calor extremo (Basu *et al.*, 2012; Benmarhnia *et al.*, 2015; Forsyth and Solan, 2022; Knowlton *et al.*, 2009; Meade *et al.*, 2020; Ou *et al.*, 2023; Schapiro *et al.*, 2024). Por lo tanto, utilizando los datos de la tabla ACS DP05, calculamos las estimaciones de la población total desglosada por grupos de edad relevantes: menores de 5 años, 5-17 años, 18-64 años y 65 años o más.

Raza y Etnia

El impacto del calor extremo en la salud varía según los grupos raciales y étnicos (Basu *et al.*, 2017; Dialesandro *et al.*, 2021). Esto puede deberse a muchos factores, entre los que se incluyen las variaciones ambientales naturales y construidas, como la cobertura de los árboles, el efecto isla de calor y el acceso a espacios con aire acondicionado. Estos factores se ven influenciados por factores sistémicos como la exclusión histórica y las disparidades económicas

⁷ Utilizamos la tabla TRACT_ZIP_122023 en la Correspondencia Cruzada de Códigos Postales de HUD-USPS de diciembre de 2023. Esta tabla proporciona estimaciones de la proporción de la población de la Sección Censal especificada que coincide con los límites del código postal en el momento de la publicación de la correspondencia cruzada HUD-USPS.

(Wilson, 2020). Utilizando los datos de la tabla ACS DP05, calculamos las estimaciones de la población total desglosada por grupos raciales y étnicos mutuamente excluyentes: hispanos o latinos, blancos, negros, asiáticos, indios americanos / nativos de Alaska (AIAN) y otros / múltiples. Para estos análisis, se agrupan todas las personas que se identifican como étnicamente hispanos o latinos, independientemente de su raza, y no se incluyen en ningún otro grupo racial. Para más detalles sobre estas agrupaciones, vea el Apéndice.

Aislamiento Lingüístico

Un hogar lingüísticamente aislado se define como cualquier hogar sin un miembro de al menos 14 años que hable bien inglés. Esto puede repercutir en la comprensión y el cumplimiento de las advertencias de salud pública por parte de los hogares, dejándolos vulnerables a la hora de prepararse y responder a los eventos de calor extremo (CalBRACE, 2016, Uejio *et al.*, 2010). Utilizamos los datos de la tabla ACS S1602 para calcular la proporción de hogares de cada código postal que están lingüísticamente aislados.

Trabajadores Exteriores

La exposición prolongada al calor extremo, como el que pueden experimentar las personas que trabajan en el exterior, puede causar estrés térmico ocupacional y dar como resultado enfermedades, lesiones e incluso la muerte (Abokhashabah *et al.*, 2021; Kjellström *et al.*, 2019). Utilizamos los datos de la tabla ACS S2401 para calcular la proporción de trabajadores de cada código postal que trabajan en el exterior.

Sin Seguro

Cuando se experimenta una enfermedad o lesión relacionada con el calor, puede ser necesario buscar tratamiento médico. Las personas sin seguro de salud pueden ser reacias a buscar atención médica durante las primeras fases de la enfermedad por calor, cuando el tratamiento es más eficaz y menos costoso (Abokhashabah *et al.*, 2021; Schmeltz *et al.*, 2016). Si hay un retraso en la atención médica, los síntomas de salud pueden ser graves y puede ser necesaria la atención médica de emergencia, lo que podría conducir a peores resultados de salud. Utilizamos los datos de la tabla ACS S2701 para calcular la proporción de personas de cada código postal que no tienen seguro de salud.

Referencias

Abatzoglou JT (2013). Development of gridded surface meteorological data for ecological applications and modelling. *International Journal of Climatology* **33**(1):121-31.

Abokhashabah T, Jamoussi B, Summan AS, Abdelfattah E, I. A (2021). Effects of Heat Stress Exposure and Climate Change on Health and Safety of Outdoor Workers. *Curr World Environ* **16**(3).

Basu R, Chen H, Li DK, Avalos LA (2017). The impact of maternal factors on the association between temperature and preterm delivery. *Environ Res* **154**:109-14.

Basu R, Pearson D, Malig B, Broadwin R, Green R (2012). The effect of high ambient temperature on emergency room visits. *Epidemiology* **23**(6):813-20.

Benmarhnia T, Deguen S, Kaufman JS, Smargiassi A (2015). Vulnerability to Heat-related Mortality: A Systematic Review, Meta-analysis, and Meta-regression Analysis. *Epidemiology* **26**(6):781-93.

Bureau USC (2024). United States Census Bureau Data: United States Census Bureau.

CalBRACE (2016). California Building Resilience Against Climate Effects (CalBRACE) Project: Percent of households with no one aged ≥ 14 years speaking English': California Department of Public Health and University of California, Davis.

California DoE (2021a). California Zip Codes: California Department of Education.

California DoI (2021b). *Protecting Communities, Preserving Nature and Building Resiliency*.

Census US (2020). 2020 TIGER/Line Shapefiles. United States Census Bureau.

Dialesandro J, Brazil N, Wheeler S, Abunnasr Y (2021). Dimensions of Thermal Inequity: Neighborhood Social Demographics and Urban Heat in the Southwestern U.S. *Int J Environ Res Public Health* **18**(3).

Ebi KL, Vanos J, Baldwin JW, Bell JE, Hondula DM, Errett NA, *et al.* (2021). Extreme Weather and Climate Change: Population Health and Health System Implications. *Annu Rev Public Health* **42**:293-315.

Forsyth N, Solan T (2022). It's getting hot in here: heat stroke in children and young people for paediatric clinicians. *Paediatrics and Child Health* **32**(12):471 – 5.

Glahn HR, Ruth DP (2003). The New Digital Forecast Database of the National Weather Service. *Bulletin of the American Meteorological Society* **84**(2):195-202.

HUD (2023). Zip Code Population Weighted Centroids.

IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* V Masson-Delmotte, P Zhai, A Pirani, SL Connors, C Péan, S Berger, N Caud, Y Chen, L Goldfarb, MI Gomis, M Huang, K Leitzell, E Lonnoy, JBR Matthews, TK Maycock, T Waterfield, O Yelekçi, R Yu and B Zhou, ed. (Vol. In Press). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

Kjellström T, Maître N, Saget C, Otto M, Karimova T (2019). *Working on a warmer planet: The effect of heat stress on productivity and decent worked.*: International Labour Organization.

Knowlton K, Rotkin-Ellman M, King G, Margolis HG, Smith D, Solomon G, *et al.* (2009). The 2006 California heat wave: impacts on hospitalizations and emergency department visits. *Environ Health Perspect* **117**(1):61-7.

Meade RD, Akerman AP, Notley SR, McGinn R, Poirier P, Gosselin P, *et al.* (2020). Physiological factors characterizing heat-vulnerable older adults: a narrative review'. *Environ Int* **144**.

Ou Y, Wang F, Zhao J, Deng Q (2023). Risk of heatstroke in healthy elderly during heatwaves: a thermoregulatory modeling study. *Building and Environment* **237**.

PD&R (2023). HUD USPS ZIP Code Crosswalk Files: United States Department of Housing and Urban Development Office of Policy Development and Research.

Rivas L (2022). Assembly Bill No. 2238. Extreme heat: statewide extreme heat ranking system.

Schapiro LH, McShane MA, Marwah HK, Callaghan ME, Neudecker ML (2024). Impact of extreme heat and heatwaves on children's health: a scoping review. *The Journal of Climate Change and Health* **19**.

Schmeltz M, Petkova E, Gamble J (2016). Economic Burden of Hospitalizations for Heat-Related Illnesses in the United States, 2001–2010. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **13**(9):894.

Uejio CK, Wilhelmi OV, Golden JS, Mills DM, Gulino SP, Samenow JP (2010). Intra-urban societal vulnerability to extreme heat: The role of heat exposure and the built environment, socioeconomics, and neighborhood stability. *Health & Place* **17**(2):498-507.

USGCRP (2023). *Fifth National Climate Assessment* AR Crimmins, CW Avery, DR Easterling, KE Kunkel, BC Stewart and TK Maycock, ed. Washington, DC, USA: U.S. Global Change Research Program.

Wilson B (2020). Urban Heat Management and the Legacy of Redlining. *Journal of the American Planning Association* **86**(4):443-57.

Apéndice

Zonas Climáticas

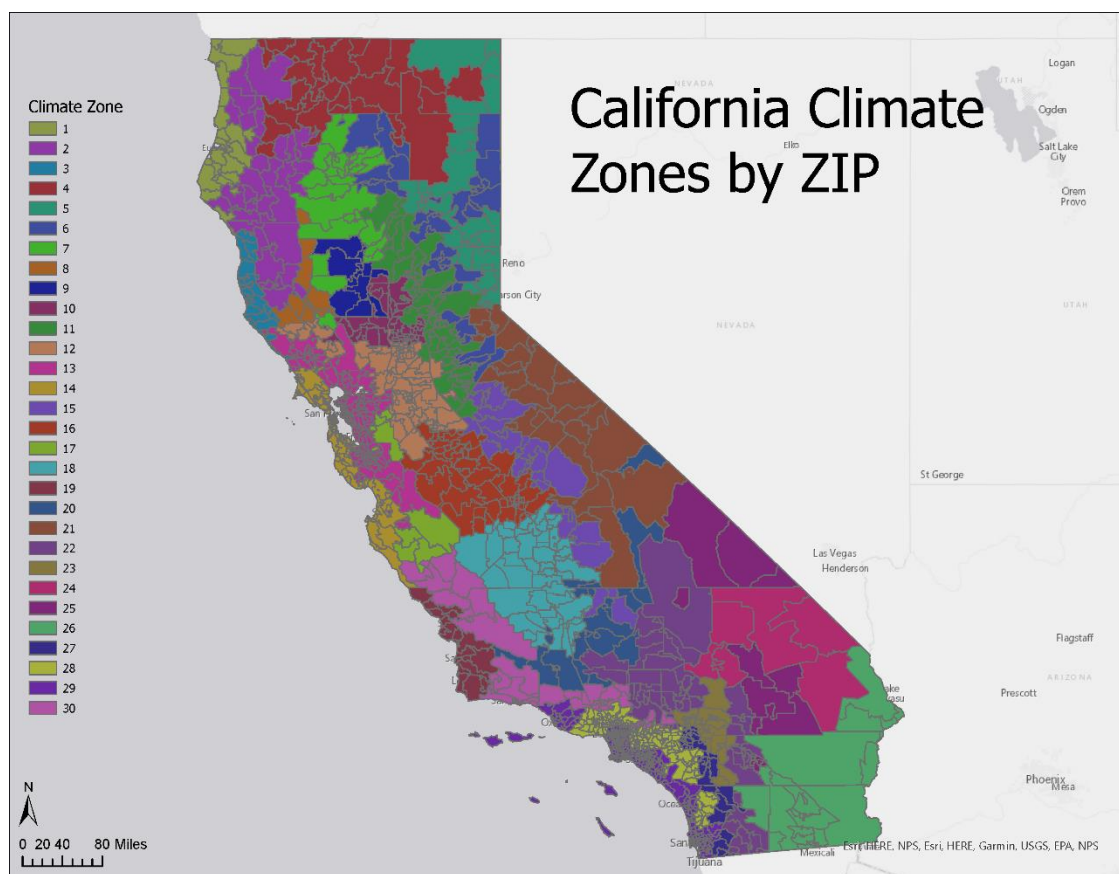


Figura A1. Zonas climáticas de California. A cada código postal de California se le asigna una designación de zona climática basada en la ubicación del centroide de población del código postal. Para los códigos postales que se encuentran entre regiones climáticas, se usa una evaluación adicional de la elevación de cada código postal y las estadísticas climáticas anuales para clasificar los códigos postales en regiones climáticas. Estas zonas fueron desarrolladas por Climatólogos Aplicados para su uso en el modelo de regresión calor-salud.

Diccionario de Datos para Datos Complementarios

Todas las estimaciones de población para los datos complementarios son derivadas usando la Correspondencia Cruzada de Códigos Postales de HUD-USPS de diciembre de 2023 (TRACT_ZIP_122023), que proporciona estimaciones de la proporción de la población de la Sección Censal especificada que se solapa con los límites del código postal en el momento de la publicación de la correspondencia cruzada de HUD-USPS. La estimación de la población de cada campo y Sección Censal es identificada inicialmente en las tablas asociadas de estimaciones de 5 años de la ACS de 2022 y, luego, se estima a nivel de código postal con las proporciones de la Correspondencia Cruzada de Códigos Postales de HUD-USPS. La tabla del diccionario de datos con información detallada sobre cada variable de datos complementarios y la fuente de datos asociada puede ser consultada aquí – [Diccionario de Datos para Datos Complementarios](#).

Métodos de Análisis Complementarios

Identificación del Código Postal

El Servicio Postal de Estados Unidos (USPS) actualiza periódicamente los códigos postales ajustando los límites de los códigos postales existentes, y añadiendo o eliminando nuevos códigos postales a medida que cambia la población y las necesidades de servicios postales. Debido a la naturaleza dinámica de los códigos postales a lo largo del tiempo, no todos los mapas de límites cubren las mismas regiones geográficas y poblaciones. CalHeatScore obtiene los límites de los códigos postales a partir de diversas fuentes. Tal como se ha descrito anteriormente, las estimaciones de población son derivadas de la aplicación de la [relación cruzada HUD-USPS](#) de sección censal a código postal de diciembre de 2023 a las [estimaciones de población por sección censal de la ACS de 2022](#). Para los cálculos climáticos y meteorológicos, descritos anteriormente, se usaron [polígonos ZCTA](#), [polígonos de código postal](#) y [centroides ponderados por población](#) de códigos postales. A continuación, se detalla la exhaustividad y discrepancia de los códigos postales identificados y las estimaciones de población.

Se identificaron 2,425 códigos postales de California usando la [correspondencia cruzada HUD-USPS](#) para estimar la población total a nivel de código postal a partir de los datos de las secciones censales de la ACS de 2022 del [sitio web de datos del Censo de EE. UU.](#) Los [polígonos de códigos postales](#) del geoportal del estado de California usados para CHS identificaron 1,721 códigos postales. De ellos, 32 códigos postales no tienen población, según las estimaciones de 2017, y empiezan con tres ceros a la izquierda (es decir, "000").

De los 1,689 códigos postales poblados restantes, 1,662 códigos postales coincidían con la correspondencia cruzada HUD-USPS de diciembre de 2023 usada para las estimaciones de población. 763 códigos postales fueron identificados por la correspondencia cruzada HUD-USPS pero no estaban en el geoportal del estado de CA. El geoportal del Estado de CA identificó un código postal, el 93519, pero no estaba en la correspondencia cruzada HUD-USPS.

Valores Cero y Tamaño Promedio de Población Asociado

CHS presenta estimaciones de población para diversos grupos demográficos relevantes, como edad, raza/etnia, trabajadores exteriores, hogares lingüísticamente aislados y personas sin seguro médico. Debido a la variación en las estimaciones de población total y las distribuciones de población de los subgrupos, puede haber códigos postales que no tengan un tamaño de población estimado para uno de los subgrupos. En estos casos, la población estimada del subgrupo es cero. Para proporcionar una imagen más clara de la relevancia de estos valores cero, las tablas siguientes presentan tanto el número de códigos postales con valores cero para el grupo dado, como las estimaciones promedio de población de los códigos postales asociados.

Edad

	Niños < 5 años	Niños 5-17 años	18-64 años	65+ años
# Códigos postales con valor Cero	56	14	1	22
Tamaño promedio de la población ⁸	420.2	2.7	0.4	552.1

Raza y Etnia

	Latino	Blanco	Negro	Asiático	AIAN	Otros / Múltiple
# Códigos postales con valor Cero	10	2	149	83	264	45
Tamaño promedio de la población	3.5	4.4	1021.4	575.4	5482.3	1204.4

Trabajadores Exteriores

	Total de Trabajadores	Trabajadores Exteriores	Trabajadores No Exteriores
# Códigos postales con valor Cero	2	53	3
Tamaño promedio de la población	0.80	614.1	4.4

Hogares Lingüísticamente Aislados

	Hogares	Sin Aislamiento Lingüístico	Aislamiento Lingüístico
# Códigos postales con valor Cero	2	3	184
Tamaño promedio de la población	0.8	95.4	1146.8

Seguro de Salud

	Civiles No Institucionalizados ⁹	Con Seguro de Salud	Sin Seguro de Salud
# Códigos postales con valor Cero	1	1	34
Tamaño promedio de la población	0.4	0.4	301.5

⁸ El tamaño promedio de la población se mide por el número de personas.

⁹ Personas mayores de 15 años que vivan en Estados Unidos o en el Distrito de Columbia y que no sean militares en servicio activo ni estén en instituciones (como residencias de ancianos, centros de salud mental o instituciones penales).