

CAPÍTULO 2

Calor extremo: estrategia de gestión y medidas de adaptación para la Región Metropolitana de Santiago

MAGDALENA GIL

Escuela de Gobierno UC y Cigiden

KENZO ASAHI

Escuela de Gobierno UC, Núcleo Milenio sobre Movilidad Intergeneracional (Mmovi) y Cedeus

RAYANA PALHARINI

Universidad Tecnológica Metropolitana y Cigiden

EDUARDO A. UNDURRAGA

Escuela de Gobierno UC y Cigiden

Calor extremo: estrategia de gestión y medidas de adaptación para la Región Metropolitana de Santiago

INVESTIGADORES

MAGDALENA GIL

Escuela de Gobierno UC y Cigiden

KENZO ASAHI

Escuela de Gobierno UC, Núcleo Milenio sobre Movilidad Intergeneracional (Mmovi) y Cedeus

RAYANA PALHARINI

Universidad Tecnológica Metropolitana y Cigiden

EDUARDO A. UNDURRAGA

Escuela de Gobierno UC y Cigiden

Resumen¹

Este capítulo destaca que el aumento sostenido de eventos de calor extremo, exacerbados por la crisis climática, representa un riesgo significativo para la salud, la economía y la seguridad de las personas en la Región Metropolitana de Santiago. La situación es más crítica en algunas zonas y para algunos grupos particularmente vulnerables, como personas de la tercera edad, enfermos crónicos, mujeres embarazadas, niños y quienes tienen problemas de salud mental. A pesar de lo anterior, se evidencia la ausencia de políticas públicas enfocadas a la gestión de emergencias o un plan de adaptación con medidas urbanas, económicas y sociales orientadas a la resiliencia. A partir de un análisis comprehensivo del riesgo asociado al calor extremo para el Gran Santiago y un estudio de políticas públicas comparadas en 17 ciudades con desafíos similares, se propone que la Región Metropolitana cuente con un plan para la prevención y gestión de la amenaza del calor extremo que incorpore un sistema de alerta temprana, planes de acción específicos para distintas instituciones, y una hoja de ruta a mediano y largo plazo para mejorar la resiliencia urbana y social de

¹ Esta propuesta fue presentada por sus autores en un seminario organizado por el Centro de Políticas Públicas UC, realizado el 29 de noviembre de 2023, en el cual participaron como panelistas Camilo Grez, jefe de la Unidad de Gestión de Riesgos y Emergencias del Ministerio del Interior y Seguridad Pública, y Patricia Pastén, encargada de Resiliencia y Calor Extremo del Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. Agradecemos el valioso apoyo de Diego Neira, Sofía de los Reyes y Nicolás Valdés en el desarrollo de este capítulo, los comentarios y sugerencias del equipo del Centro de Políticas Públicas UC, y de los asistentes tanto al taller de avances del proyecto como al seminario final. Una versión extendida de este reporte está disponible en la web <https://www.olasdecalor.cl/>

la ciudad. Con esto, se busca crear una gobernanza efectiva, asignando responsabilidades claras y proporcionando recursos adecuados para políticas públicas proactivas y adaptativas para enfrentar el calor extremo, mitigando sus efectos adversos en la población y el entorno.

1. Introducción

El planeta se está calentando. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), la temperatura del planeta ha aumentado 1,07 °C desde los inicios de la era preindustrial (1850-1900). La causa principal es la creciente emisión de gases de efecto invernadero producida por los humanos (IPCC, 2023). Este calentamiento genera un desequilibrio en los ecosistemas, con enormes desafíos para los Estados, que deben lidiar con amenazas de estrés permanente, como la sequía, y de estrés agudo, como tormentas y huracanes (IPCC, 2021; Pörtner y Roberts, 2022). En este informe, nos centramos en el calor extremo².

Durante la última década, Chile y el mundo han registrado un aumento sostenido de eventos de calor extremo que impactan sustantivamente los ecosistemas, incluyendo su flora, fauna y la vida de las personas (Stillman, 2019; Barriopedro et al., 2023). Si bien el cuerpo humano es un buen termorregulador, manteniendo mayormente una temperatura estable entre 36,5 y 37,5 °C, las altas temperaturas pueden tener efectos severos en la salud, incluyendo agotamiento, síncope o la muerte por golpe de calor, incluso en personas sanas (Capon et al., 2019; Bouchama et al., 2022). Esto ocurre cuando llegamos a temperaturas como las registradas en 2022: los 45 °C que afectaron por varias semanas a India y Pakistán; los 40 °C de Sevilla y otras 47 localidades españolas; o los más de 41 °C en San Felipe y Llay Llay (Copernicus, 2022). Durante el verano de ese mismo año, se estiman más de 60.000 muertes por calor en Europa, en una temporada estival con temperaturas sobre la media todas las semanas, aunque ya no pueden considerarse excepcionales (Ballester et al., 2023). Solo en España ocurrieron alrededor de 4.600 defunciones (WMO, 2023c), mientras que, en Estados Unidos, podrían esperarse al menos 8.500 muertes anuales como consecuencia de este fenómeno (Atlantic Council, 2021). Actualmente el calor extremo cobra más vidas a nivel mundial que cualquier otro evento climático extremo (Mucke, 2021; Roth et al., 2018; Burkart et al., 2021).

Sucesos de menor magnitud también pueden significar un peligro para la salud y el bienestar de las personas, sobre todo para aquellos con dificultades para mantenerse hidratados. Por ejemplo, en el año 2021, hubo 569 víctimas asociadas al calor en Vancouver (Canadá), con temperaturas máximas de

² El calor extremo es considerado un evento de estrés agudo. El aumento de temperaturas también puede generar estrés permanente en los territorios donde las medias han cambiado.

35 °C³. Este evento llenó titulares globalmente, pero es solo parte del impacto conocido del calor extremo. La descompensación de personas vulnerables, como aquellas que son mayores, con enfermedades crónicas, o con trastornos de salud mental es más común durante estos incidentes que la mortalidad (Woodward et al., 2014; Wang et al., 2009; Vaneckova y Bambrick, 2013). Adicionalmente, hay evidencia creciente de que el calor extremo afecta la economía, a través de disminuciones en la productividad (Dell et al., 2012; Zhang et al., 2018), aprendizaje (Zander et al., 2015) y el impacto a la salud. Finalmente, el calor está asociado a un aumento significativo en conductas antisociales, criminalidad o incluso conflictos de gran magnitud (Burke et al., 2015; Koubi, 2019; Berman, 2020). En resumen, los impactos del calor son variados y múltiples, lo que resulta preocupante si consideramos que, incluso en las proyecciones más optimistas, se calcula que nuestra exposición a estos eventos va a aumentar sustantivamente en las próximas décadas debido a la crisis climática global (Watts et al., 2018; Pörtner y Roberts, 2022; Barriopedro et al., 2023; IPCC, 2023).

Chile no es ajeno a esta situación. Nuestro país está considerado dentro de los territorios más vulnerables al cambio climático (Creden, 2016) y se espera que el calor extremo sea cada vez un riesgo más relevante. Según el Atlas de Riesgos Climáticos (Arclim) del Ministerio de Medioambiente (MMA), entre los años 1980 y 2010 las olas de calor aumentaron en casi todo el país, especialmente en Antofagasta, Tarapacá, la Región Metropolitana y del Biobío. En el caso de Santiago, la ciudad ha tenido históricamente un clima mediterráneo templado cálido, con cortos inviernos lluviosos y largos veranos secos de temperaturas máximas de alrededor de los 30 °C (Sarricolea et al., 2017). Sin embargo, este clima está cambiando. Según la Dirección Meteorológica de Chile (DMCh), la capital ha experimentado un aumento continuo de la temperatura media, a razón de 0,14 °C por década desde el año 1914, lo que se traduce en una semana más de temperatura sobre 30 °C cada 10 años (DMCh, 2020b). Esto ha sido evidenciado como problemático al menos desde el año 2017, cuando se registraron cinco olas de calor con temperaturas sobre los 35 °C, alcanzando un récord de 37,4 °C el 25 de enero. En el año 2019, ese récord se rompió nuevamente, llegando a 38,3 °C el 27 de enero. La ola de calor del 3 al 13 de diciembre de 2022 fue la más extensa del verano meteorológico desde que se tiene registro. En resumen, existe evidencia contundente de que la temperatura media y los eventos de calor extremo han aumentado en la Región Metropolitana, con potencial riesgo para las personas.

A pesar de esto, la amenaza del calor extremo no ha tenido mayor relevancia en políticas asociadas al riesgo de desastre en nuestro país (Gil et al.,

3 Datos oficiales del Gobierno de British Columbia. Disponible en: <https://news.gov.bc.ca/releases/2021PSSG0071-001523>

2021). Esto podría explicarse porque el calor extremo es un importante factor para la generación de incendios forestales, que han concentrado los esfuerzos del Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres durante los veranos. Por otro lado, las políticas de adaptación al cambio climático han mencionado al calor extremo entre las amenazas relevantes, ligándolas con la planificación y el ordenamiento territorial (MMA, 2014, 2017). Sin embargo, estos documentos no incluyen el manejo de posibles emergencias generadas por el calor. Existe, además, limitada coordinación entre las políticas de gestión de desastre y adaptación al cambio climático, con insuficiente claridad sobre las responsabilidades y atribuciones asociadas al calor extremo. Varios reportes han destacado la necesidad urgente de mejorar las políticas asociadas a este fenómeno, destacando la importancia de sistemas de alerta y respuesta temprana (McGregor et al., 2015; Gil et al., 2021; Palmeiro-Silva et al., 2022; Palmeiro-Silva et al., 2023).

El **objetivo** de este proyecto es **proponer estrategias de adaptación para la gestión y mitigación de los riesgos asociados a eventos de calor extremo en Chile**. Buscamos aportar a la adaptación al calor tanto en el corto (gestión de emergencias) como en el mediano y largo plazo (mitigación de impactos).

Reconociendo que el cambio climático es un problema global, pero que requiere también de gestión local, nos concentraremos en la Región Metropolitana, especialmente en las zonas urbanas del Gran Santiago (32 comunas urbanas; 78% de la población regional) que presentan mayor riesgo asociado al calor.

La metodología utilizada consistió en: i) generar un análisis comprehensivo del riesgo asociado al calor extremo en la región, considerando la mejor evidencia disponible para cada uno de los elementos del riesgo: amenaza, exposición, vulnerabilidad y capacidades; y ii) un análisis de políticas públicas comparadas en 17 ciudades de ocho países diferentes con desafíos similares a Santiago, buscando generar propuestas adecuadas para mejorar la resiliencia de la ciudad.

Como resultado, proponemos que la Región Metropolitana cuente con un plan para la prevención y gestión de la amenaza del calor extremo que incorpore un sistema de alerta temprana, planes de acción específicos, y una hoja de ruta para mejorar la resiliencia urbana y social de la ciudad. Es decir, proponemos avanzar paralelamente en propuestas para el manejo de eventos críticos (gestión de emergencias) y estrategias de adaptación urbana (reducción de riesgos). Este plan incorpora las iniciativas ya existentes asociadas al calor en el país y la región, pero también sugiere nuevos componentes, así como una gobernanza adecuada para una buena gestión de riesgos asociados a este fenómeno.

2. Antecedentes

2.1 Olas de calor y calor extremo

Meteorológicamente, se denomina ola de calor cuando la temperatura ambiental supera un umbral histórico por varios días consecutivos (DMCh, 2020a; WMO, 2023a). Este umbral toma como base el periodo entre 1981 y 2010, considerando el percentil (valor por debajo del cual se encuentra un porcentaje específico de observaciones) 90, 95, 98 o 99, y una duración de dos a cinco días, dependiendo de la fuente. En Chile, la DMCh considera una duración de tres días y un percentil histórico de 90.

Las olas de calor pueden ocurrir en cualquier momento del año, presentando un riesgo directo para los ecosistemas (Stillman, 2019; Barriopedro et al., 2023). Sin embargo, no todas afectan directamente al ser humano. Para ello, es necesario que la sensación térmica ambiental sea lo suficientemente extrema. Una definición epidemiológica de la amenaza “calor” (condiciones meteorológicas a partir de las que el daño para los humanos aumenta de forma significativa) debe considerar el impacto en la sensación térmica de la humedad ambiental, condiciones de ventilación y las características del ambiente construido. También son importantes las temperaturas mínimas, la duración de la ola de calor, la contaminación ambiental y si es la primera ola de calor del año (Anderson et al., 2018; Barriopedro et al., 2023). Esto lleva a que, en muchos casos, los umbrales estadísticos que definen una ola de calor no coinciden con los considerados dañinos para los humanos (Boni, 2020). Por ejemplo, en España se calcula que los umbrales de calor establecidos por el Ministerio de Sanidad están por debajo la definición de calor de la Agencia Estatal de Meteorología el 64% de las veces (Linares y Díaz, 2023).

Si bien para comprender la amenaza del calor se necesita un análisis basado en diferentes variables climáticas y escenarios, la temperatura máxima diaria sigue siendo el principal factor para explicar su impacto, seguido por su duración y las temperaturas máximas nocturnas (Zuo et al., 2015). El calor puede ser dañino para la salud humana cuando supera umbrales entre los 29 y 35 °C, dependiendo del estudio, pero no existe un estándar único (Zuo et al., 2015; Boni, 2020). Esto se explica parcialmente por las características demográficas y climáticas de los territorios en los que se basa cada investigación. Por ejemplo, Wang et al. (2009) encontraron que dos días con más de 37 °C predecían la mayor mortalidad en Brisbane (Australia), mientras que Nitschke et al. (2016) considera que 35 °C por tres días es el umbral significativo para Adelaide (Australia). Algo similar ocurre con otros impactos, como ingresos hospitalarios. Ye et al. (2012) encontraron que desde los 28,9 °C se observa un aumento en admisiones por problemas respiratorios en Nueva York, mientras que, en Londres, Kovats et al. (2004) sugiere un umbral de 23 °C.

Esta variación plantea importantes desafíos para la definición de un umbral epidemiológico, que depende del territorio, daño y costos considerados. Es probable que los umbrales cambien también en la medida que el clima vaya variando. Una definición epidemiológica de calor extremo no puede depender de la noción de anomalía estadística, sino que debe referirse al calor extremo para los cuerpos humanos (Boni et al., 2023). Sin embargo, las variaciones de umbral dependiendo de territorio y daño considerado presentan importantes desafíos para definir un parámetro universal. Se concluye que este es específico para cada territorio y debe ser actualizado periódicamente.

2.2 Impactos del calor extremo en la salud de las personas

Las funciones fisiológicas se alteran en condiciones de temperatura extrema (Braian et al., 2018). El cuadro más grave es el golpe de calor, que ocurre con temperaturas corporales sobre 40 °C, incluso en personas sanas, pero que además puede suceder con temperaturas menores en adultos mayores o personas con preexistencias. Altas temperaturas corporales pueden ocasionar daños en el cerebro, corazón, riñones, intestinos, hígado y pulmones, pudiendo mantenerse incluso al enfriar el cuerpo y aumentar el riesgo de muerte décadas después de la exposición (Bouchama y Knochel, 2002; Wallace et al., 2007). Los factores de riesgo para la muerte por calor incluyen variables de comportamiento (como consumo de alcohol, drogas y medicamentos), vivir solo, movilidad reducida, trastornos mentales y actividades deportivas en temperaturas extremas (Semenza et al., 1996; Hajat et al., 2010; Hosokawa et al., 2019).

Los eventos de calor extremo imponen una carga sustantiva a los sistemas de salud más allá de las defunciones. La mayor cantidad de ingresos hospitalarios durante olas de calor no se debe a golpes de calor, sino al agravamiento de patologías preexistentes, fundamentalmente cardiovasculares, respiratorias y cerebrovasculares (Woodward et al., 2014; Wang et al., 2009; Vaneckova y Bambrick, 2013; Wang y Lin, 2014). Durante las olas de calor se incrementan las consultas y hospitalizaciones de emergencia asociadas a estas patologías (Vaneckova y Bambrick, 2013; Gronlund et al., 2014; Wang y Lin, 2014) y a otras relacionadas con el embarazo (Chersich et al., 2020), salud mental (Mullins y White, 2019) y lesiones y accidentes (Ebi et al., 2017). Finalmente, se ha documentado un aumento de casos de diarrea y enfermedades de la piel (Singh et al., 2021).

Aún cuando todos estamos expuestos al calor extremo, las personas de menores ingresos suelen tener una mayor vulnerabilidad ante las olas de calor (Green et al., 2019) que las de más ingresos. Esto se explica principalmente por factores de riesgo como residencia en viviendas o asentamientos que exacerbaban temperaturas extremas, empleos al aire libre y acceso limitado a atención médica y a información de advertencia durante las olas de calor (IFRC, 2019; Burkart et al., 2021; Pörtner y Roberts, 2022). Los ba-

rios socioeconómicamente vulnerables a menudo disponen de menos recursos para enfrentar las temperaturas extremas, como agua potable (Huanget et al., 2011; Burkart et al., 2021).

Las poblaciones urbanas son sustantivamente más vulnerables al calor extremo que las rurales, debido a que las temperaturas se incrementan por el transporte vehicular y la concentración de calor en edificaciones, fenómenos conocido como “isla de calor urbano” (Ebi et al., 2021; Burkart et al., 2021; IFRC, 2019). Las temperaturas altas son mayores también por la menor vegetación, que modera el efecto de la isla de calor y la presencia de superficies no evaporativas como el concreto y el asfalto. Esto genera que los impactos negativos de las olas de calor sobre la salud humana se amplifiquen (Zuo et al., 2015; Woodward et al., 2014), lo que explica la asociación entre urbanización y mortalidad (Green et al., 2019; Huang et al., 2011).

La mayoría de los estudios que exploran la relación entre las olas de calor y la salud humana se han realizado en países de altos ingresos del hemisferio norte (Campbell et al., 2018; Green et al., 2019b; Kephart et al., 2022). Es urgente mejorar la cantidad y calidad de la investigación en países de ingresos bajos y medios, que podrían verse más afectados por su ubicación geográfica y mayor vulnerabilidad física y social (Field et al., 2014; Levy et al., 2017; Campbell et al., 2018; Murray et al., 2020).

En Chile existe una incipiente pero sustantiva evidencia de este impacto, aun cuando existen vacíos relevantes por la falta de datos y recursos (Palmeiro-Silva et al., 2023; Cepal, 2021). Según el más reciente *Lancet Countdown* (2022), la mortalidad anual de personas mayores de 65 años asociada al calor en el periodo 2017 a 2021 fue un 225% mayor que entre los años 2000 a 2004 (566 versus 174 muertes) (Palmeiro-Silva et al., 2022). Un análisis realizado por Palmeiro et al. (2024) estimó 585 y 245 muertes en exceso para los eventos de 2017 y 2019, respectivamente. Este impacto es especialmente relevante para personas mayores de 65 años. Respecto a este mismo grupo, un estudio de 6.652 pacientes mayores que se atienden en centros Bupa de la región muestra que las altas temperaturas aumentan la probabilidad de atención médica por enfermedades cardiovasculares (Cifuentes et al., 2023). Finalmente, la Cepal (2021) calcula un exceso esperado de 1.095 decesos asociados a temperaturas extremas (frío y calor) en la zona central y un aumento sustantivo en hospitalizaciones asociadas al calor para 2050.

En resumen, aun cuando el impacto del calor extremo es un tema de investigación emergente en Chile, la evidencia sugiere que el calor se posiciona como una de las amenazas naturales más relevantes para la Región Metropolitana⁴.

4 Cabe hacer notar que los 566 casos fatales por calor estimados por Palmeiro et al. (2023) superan al total provocado por el terremoto y tsunami del año 2010.

2.3 Impactos del calor extremo en la seguridad de las personas

El calor extremo y prolongado puede también afectar factores psicológicos y fisiológicos, resultando en un aumento del conflicto y/o violencia (Heilmann y Kahn, 2019; Koubi, 2019; Berman et al., 2020). La evidencia al respecto proviene principalmente de Estados Unidos, donde se ha encontrado una asociación entre temperatura extrema y conductas agresivas en partidos de fútbol (Craig et al., 2016), tasas de agresión simple y agravada (Box, 2016), lesiones físicas en delitos cometidos al aire libre (Cruz et al., 2023), e incluso en mensajes de odio en redes sociales (Stechemesser et al., 2022). Evidencia del Reino Unido sugiere que temperaturas altas están relacionadas con admisiones hospitalarias de emergencia causadas por agresiones (Lemon y Partridge, 2017). Existe también evidencia de un aumento en hechos de violencia de género (Zuo et al., 2015; Pörtner y Roberts, 2022; Romanello et al., 2022). Por ejemplo, un estudio en España sugiere un incremento en el riesgo de femicidio y de violencia de pareja asociado a las olas de calor (Sanz-Barbero et al., 2018). En Rusia, una investigación concluyó que la tasa de homicidio de mujeres aumenta más que la de hombres durante olas de calor extremas (Otrachshenko et al., 2021).

La relación entre calor y violencia podría explicarse por el estrés, irritación, incomodidad y hostilidad, asociados al calor extremo (Hsiang et al., 2013; Baysan et al., 2019; Huang et al., 2020). Independiente del mecanismo causal, existe una correlación consistente entre comportamiento violento y olas de calor. Si bien no encontramos evidencia empírica en Chile o Latinoamérica sobre ello, no hay razón para suponer que no ocurren conductas similares, con un umbral de temperatura desconocido.

3. Marco conceptual para el análisis

La ocurrencia de un evento natural extremo no es suficiente para que observar un impacto. El riesgo de daño asociado depende de cuatro componentes: amenaza, exposición, vulnerabilidades y capacidades (Figura 1). La amenaza, en este caso calor extremo, constituye una condición necesaria pero no suficiente para que ocurra un desastre, entendido como daños o pérdidas asociadas a esta amenaza:

Figura 1. Componentes del riesgo de desastre

$$\text{Riesgo} = \frac{\text{Amenaza} \times \text{exposición} \times \text{vulnerabilidad}}{\text{Capacidades}}$$

Fuente: elaboración propia a partir de Undrr, 2021.

El segundo componente es la exposición, entendido como la población, las propiedades, los sistemas u otros elementos presentes en las zonas donde existen amenazas y que, por consiguiente, están expuestos a experimentar sus efectos, y potenciales daños o pérdidas (Undrr, 2021).

No toda persona o infraestructura es igualmente susceptible a sufrir daño en un evento. A esto se refiere la vulnerabilidad, “las características y las circunstancias de una comunidad o sistema que los hacen particularmente susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza particular” (Undrr, 2021). Estas características y circunstancias pueden estar relacionadas con factores biológicos (como preexistencias), económicos (condiciones materiales de vivienda), sociales (por ejemplo, redes de apoyo). El entorno construido puede amplificar o mitigar los efectos del calor en las personas.

Finalmente, las capacidades, la combinación de las fortalezas, atributos y recursos disponibles en una comunidad, sociedad u organización pueden utilizarse para gestionar el riesgo (Undrr, 2021). Este componente es muchas veces olvidado en los análisis, fundiéndose con las vulnerabilidades como un elemento “social” del riesgo. Es importante diferenciar vulnerabilidades y capacidades, ya que nos permite pensar en estrategias complementarias que apuntan a objetivos distintos: reducir vulnerabilidades y aumentar capacidades. Este componente del riesgo es esencial ya que muchos impactos del calor extremo son gestionables con estrategias de preparación y mitigación.

4. Análisis de componentes del riesgo asociados a calor extremo

4.1 Caracterización de la amenaza

Para el Gran Santiago, consideramos una ola de calor meteorológica cuando hay temperaturas máximas diarias superiores a aproximadamente 31 °C en diciembre, 33 °C en enero y febrero, y mayores a 31 °C en marzo, durante tres o más días seguidos⁵.

Muchos informes asociados a olas de calor en la Región Metropolitana usan un umbral de 30 °C para diciembre-febrero, debido a que hasta el año 2020 la base climatológica para el cálculo de las temperaturas normales era 1961-1990. Hoy, la base climatológica es 1981-2010 (6), lo que significa que la declaración de una ola de calor meteorológica requiere temperaturas más altas que hace 10 años⁶.

En las últimas décadas los días con temperaturas mayores a 30 °C han aumentado siete días por década, en promedio. Si entre 1961 y 1990 había

5 Estas medidas son aproximadas, ya que la DMCh utiliza la media diaria, no la mensual.

6 Cambio en concordancia con lo recomendado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) que busca reflejar los “nuevos normales” de cada territorio.

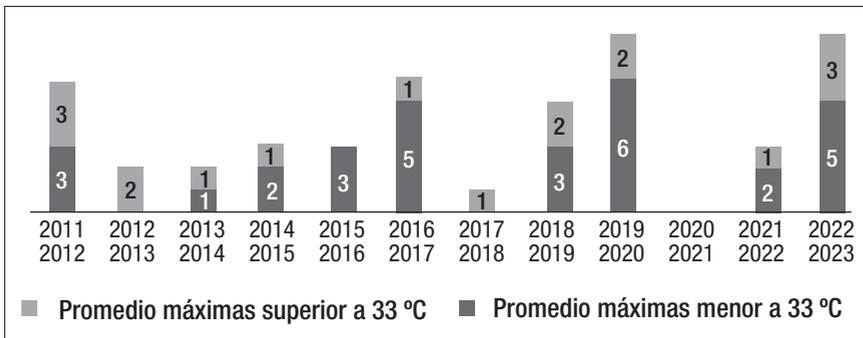
en promedio 55 días al año con temperatura sobre 30 °C, hoy tenemos 79 (DMCh, 2022).

La Figura 2 muestra la cantidad de olas de calor usando la definición meteorológica actual (base 1981 a 2010). Observamos un aumento de estos eventos, a pesar de algunos años sin extremos. También vemos un aumento en las olas de calor sobre 33 °C, umbral considerado de alto riesgo para grupos vulnerables.

La Figura 3 muestra los días con temperaturas mayores a 33 °C entre noviembre y marzo desde 2011. Enero es el mes con más días de calor extremo, llegando a 16 días con más de 33 °C en el año 2017. Es preocupante observar altas temperaturas en noviembre y diciembre, llegando hasta 2,7 °C de anomalía sobre la línea base. La ola de calor del 3 al 13 diciembre del 2022 fue la más extensa registrada, llegando a 36,7 °C.

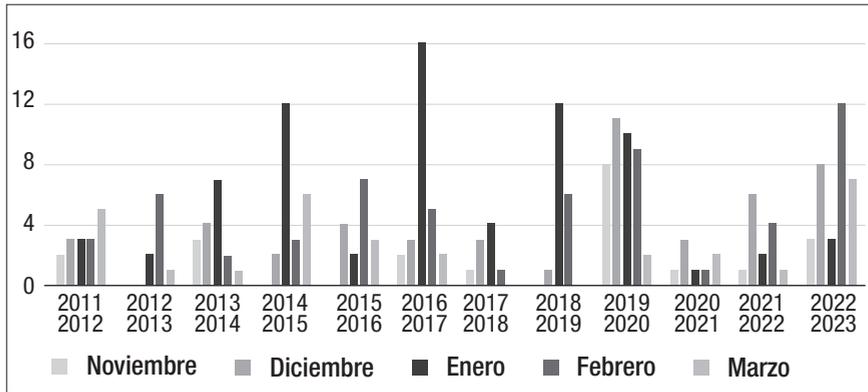
Comprender cuándo estos eventos constituyen un riesgo para la salud y seguridad de las personas es más complejo que contar olas de calor meteorológicas, dado que el umbral dañino para la salud depende de otras variables climáticas (como la humedad), de cómo medimos el efecto en la salud (si con hospitalizaciones o muertes) y de las condiciones de infraestructura disponibles.

Figura 2. **Olas de calor declaradas en la Región Metropolitana por temporada (noviembre a marzo)**



Fuente: elaboración propia con datos de la Dirección Meteorológica de Chile (Quinta Normal).

Figura 3. **Días entre noviembre y marzo con temperatura mayor a 33 °C en la Región Metropolitana**

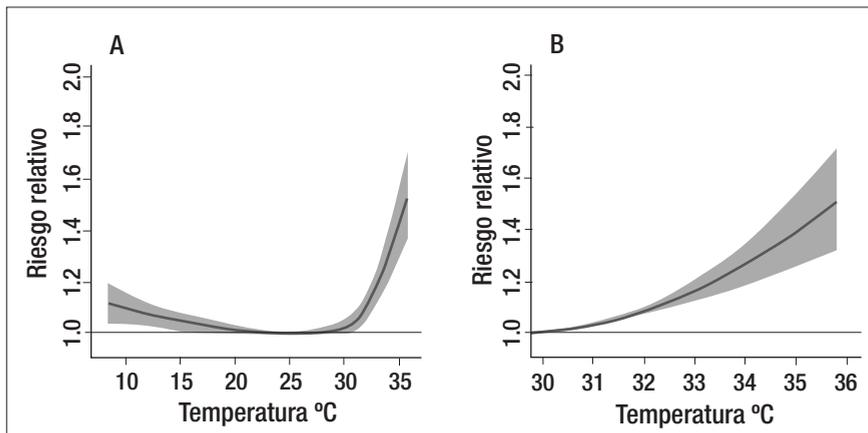


Fuente: elaboración propia con datos de la Dirección Meteorológica de Chile (Quinta Normal).

Usando datos del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) para los años 2009 a 2018, la Figura 4 ilustra el riesgo relativo en salud, medido en mortalidad cruda, de un aumento en las temperaturas en la Región Metropolitana. De esta manera, se compara con una temperatura de mínimo efecto (temperatura con riesgo mínimo de efectos adversos) de alrededor de 25 °C (A) y 30 °C (B). Desde los 30 °C se produce un aumento progresivo en el riesgo de muerte, que aumenta 20% a los 33 °C y 40% con 35 °C comparado a días con 30 °C.

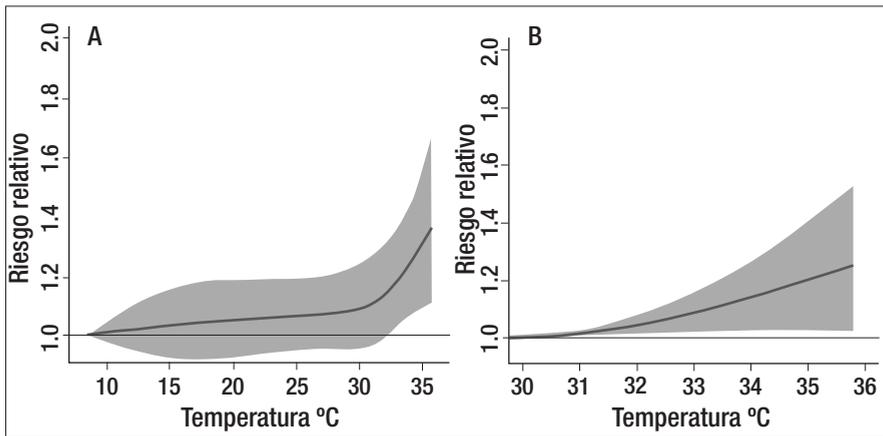
La Figura 5 muestra el riesgo relativo de ingresos hospitalarios, donde observamos un aumento de eventos adversos a partir de los 31 °C. A los 35 °C es un 40% más alto el riesgo que a los 10 °C y el doble que a los 30 °C.

Figura 4. **Riesgo relativo de mortalidad con relación a máximas diarias, usando 25 °C (A) y 30 °C (B) como temperatura de mínimo efecto**



Fuente: elaboración propia con datos del DEIS.

Figura 5. **Riesgo relativo de ingreso hospitalario con relación a máximas diarias, usando 10 °C (A) y 30 °C (B) como temperatura de mínimo efecto**



Fuente: elaboración propia con datos del DEIS.

Es importante considerar las temperaturas mínimas diarias durante estos periodos de olas de calor, ya que el fenómeno de las “noches cálidas” (mínimas mayores a aproximadamente 13,4 °C para enero, equivalente al percentil 90) o “noches tropicales” (mínimas superiores a alrededor de 20 °C) puede amplificar el impacto de olas de calor diurnas debido a que los cuerpos no logran descansar del calor. Sin embargo, no se encontró evidencia de que las temperaturas mínimas diarias influyan en la mortalidad asociada a olas de calor en la Región Metropolitana. Esto puede deberse a que no se han alcanzado aún mínimas superiores a los 20 °C. El récord es 19,5 °C la noche del 26 de febrero del año 2017.

Finalmente, debemos considerar cómo las altas temperaturas influyen en la calidad del aire. La Región Metropolitana tiene un buen monitoreo de gases contaminantes, incluido el ozono troposférico. La evidencia muestra que tiene alta contaminación por ozono en verano y más en días de calor extremo (Feron et al., 2023). En el año 2019, la estación meteorológica de Las Condes marcó 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de ozono sobre el nivel considerado seguro, lo que probablemente contribuyó a la mortalidad de adultos mayores de 65 años durante esa ola de calor.

4.2 Identificación de grupos de mayor vulnerabilidad

Esta sección busca mostrar la presencia de grupos vulnerables al calor extremo en la Región Metropolitana. Para ello combinamos distintas fuentes, incluyendo datos administrativos del Ministerio de Salud, datos primarios de la Encuesta Nacional de Salud (ENS 2016-2017), de la Encuesta Nacional de Caracterización (Casen 2017) e información secundaria del Gobierno Metropolitano y la Secretaría Regional Ministerial de Salud.

Personas mayores. Destacan por sus altos niveles de mortalidad, morbilidad y lesiones relacionadas con el calor (Romanello et al., 2022; Kephart et al., 2022). Quienes están en la tercera edad pueden presentar alteraciones en los mecanismos termorreguladores (Worfolk, 2000; Fu et al., 2018) y tiene mayor prevalencia de enfermedades crónicas que aumentan su riesgo (IFRC, 2019; Bunker et al., 2016; Hajat y Kosatky, 2010). Las personas mayores que viven solas y tienen movilidad reducida presentan más vulnerabilidad, porque se exacerban sus dificultades para el autocuidado (como la hidratación) (Kenney et al., 2014; Vandentorren et al., 2006; Bunker et al., 2016).

La población de Santiago lleva varias décadas envejeciendo. Según Casen, un 17,4% (n=1.255.000) de los alrededor de siete millones de habitantes de la región tiene sobre 60 años, un aumento de 7,5% respecto a 1990 (Gajardo, 2019). Más de la mitad tiene entre 60 y 70 años (52%). Un 37,0% de este grupo trabaja y 12,6% reporta algún tipo de dependencia funcional. El 80,8% está afiliado al sistema público de salud (Fonasa) y casi el 10% vive solo (Gajardo, 2019).

Enfermos crónicos. La principal causa de mortalidad durante las olas de calor se debe al efecto de la deshidratación en personas con enfermedades cardiovasculares, condición altamente expandida entre los habitantes de la Región Metropolitana (151,79 por 100.000 habitantes de acuerdo a ENS). El riesgo aumenta con preexistencias como diabetes o hipertensión, ambas enfermedades con una prevalencia regional por sobre el promedio nacional (Gajardo, 2019). La prevalencia de hipertensión en la población adulta alcanza un 33% en hombres. Según la Encuesta Nacional de Salud (ENS-2016-17) factores de riesgo como el tabaquismo (23,3%) y estrés son más altos en esta zona que en gran parte del país (Seremi Salud RM, 2014). Quienes tienen enfermedades respiratorias no responden adecuadamente al aumento de demanda de oxígeno a nivel celular producida por el calor, lo que se acrecienta por deshidratación. La ciudad presenta altas concentraciones de contaminantes atmosféricos que están asociados a una mala salud respiratoria, y que interactúan con el calor extremo afectando el riesgo (WMO, 2023b). No existen datos regionales de enfermedades respiratorias crónicas (EPOC), pero Chile presenta una prevalencia de 24,5% a nivel nacional.

Mujeres embarazadas. Son vulnerables al calor, ya que disminuye su capacidad de termorregulación (Samuels et al., 2022). Este grupo es más vulnerable a golpes de calor, trastornos respiratorios e incluso resultados adversos en el embarazo como parto prematuro, bajo peso al nacer y mortinatos (Zhang et al., 2017; Chersich et al., 2020; Yang et al., 2022). Este impacto se ha encontrado en distintas cohortes de mujeres, independiente de la edad, el nivel educativo y la raza o etnia (Basu et al., 2010).

Recién nacidos, niños y niñas. Son vulnerables al calor extremo, presentando diferentes efectos desde dermatológicos hasta renales (Xu et al., 2014). Esto se debe, principalmente, a que tienen menor capacidad de termorregulación y menor autonomía en el autocuidado, comparado con los adultos. Los bebés, niños y niñas en edad temprana no tienen el conocimiento ni la autonomía para tomar acciones como mantenerse a la sombra, evitar la agitación y mantenerse hidratados.

Personas con problemas de salud mental. Las dolencias psicológicas o mentales pueden exacerbarse significativamente debido al calor extremo (Kephart et al., 2022; Zuo et al., 2015; Obradovich et al., 2018). Los cambios climáticos bruscos aumentan el riesgo de desencadenar emergencias psicopatológicas, como episodios de psicosis (Settineri et al., 2016), lesiones autoinfligidas (Kubo et al., 2021), suicidio (Dixon y Kalkstein, 2018; Dixon et al., 2014), e ingresos hospitalarios por trastornos de salud mental (Crank et al., 2023; Hansen et al., 2008). Los mecanismos no están totalmente claros, pero hipótesis posibles incluyen alteraciones en la capacidad termorreguladora por el uso de medicamentos antidepresivos, falta de sueño o incluso una relación directa entre la serotonina y la temperatura corporal (Löhmus, 2018; Ebi et al., 2021). En Chile no existen estudios que examinen esta relación.

Personas que viven solas. Vivir solo aumenta el riesgo de efectos del calor en la salud. Esto fue establecido luego de la ola de calor de Chicago del año 1995, en que la mayoría de las muertes ocurrió en personas que vivían solas (Klinenberg, 2002). Los resultados fueron confirmados en la ola de calor de Canadá del año 2021, especialmente entre hombres mayores de 60 años. En la Región Metropolitana, se estima que casi el 10% de los adultos mayores viven solos (Gajardo, 2019). Según el Censo 2017, las comunas donde se encuentran más personas mayores viviendo solas son Santiago (4.962), Las Condes (4.375), Ñuñoa (3.707), Providencia (3.285), La Florida (3.231), Puente Alto (2.990) y Maipú (2.937).

Personas con movilidad reducida. Pueden tener dificultades para hidratarse. Según Senadis (2015), un 20,3% de la población adulta de Región Metropolitana vive en situación de discapacidad, 12% leve a moderada y 8,4%, severa (Senadis 2017). El 37,9% de las personas sobre 60 años vive esta situación.

Personas en situación de calle. Vivir en la calle es un factor de riesgo para la salud, incluyendo vulnerabilidad ante olas de calor. Según el Registro Social de Calle (2022), de las 19.342 personas en situación de calle en Chile, un 43% es mayor de 50 años (Observatorio Envejecimiento UC), un 42% vive en la Región Metropolitana, y la mayoría de ellas en Santiago, Estación Central, San Bernardo y Puente Alto. Existen varios programas enfocados en esta población para frío extremo, pero no existen para olas de calor.

Personas sin acceso a agua potable. El acceso a agua potable es un factor de vulnerabilidad. La cobertura urbana de agua potable en la región universal, con más de 100 sistemas de agua potable rural (SISS 2020). Según el Catastro Nacional de Campamentos (2022-2023) de Techo-Chile, la mayoría de las familias en asentamientos irregulares tiene acceso irregular al agua potable, un 44% accede al agua potable mediante “pinchazos” a la red pública y otro 30,5% se abastece mediante camiones aljibes (Techo, 2023).

Personas que trabajan o realizan actividades laborales en espacios abiertos. Debido a su mayor exposición al calor extremo, realizar trabajos a la intemperie, especialmente aquellos que requieren alto gasto energético, es también una condición de vulnerabilidad. Típicamente estas labores incluyen al sector limpieza, jardinería, construcción y agricultura. No existen datos claros sobre la cantidad de personas que se dedican a ello en la Región Metropolitana.

4.3 Exposición: distribución espacial del riesgo

En ciudades expandidas y con alta diferenciación socioespacial como el Gran Santiago, la temperatura no está homogéneamente distribuida. Las condiciones locales de cada barrio pueden influir en sus condiciones ambientales (Mendes et al., 2020). La altura y orientación de edificaciones, por ejemplo, puede obstruir la ventilación, necesaria para mitigar el calor y mejorar la calidad del aire (Mendes et al., 2020). El arbolado urbano, por otro lado, protege de los rayos del sol y puede mantener sectores con 1 a 4 °C menos de temperatura que espacios urbanos sin árboles, o incluso 8 °C en el caso de algunas ciudades europeas (Schwaab et al., 2021).

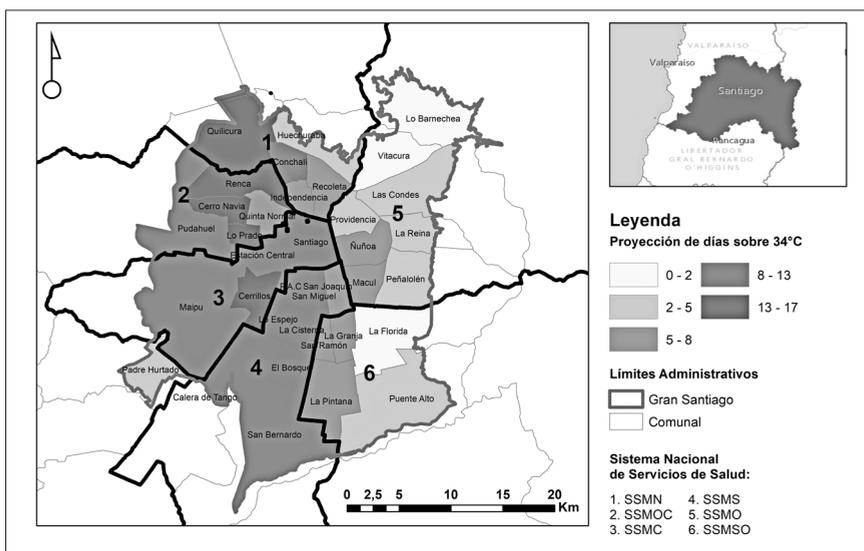
En el caso de Chile, las diferencias de temperatura en distintas zonas han sido documentadas principalmente con el uso de imágenes satelitales. Comparando la evolución de temperaturas superficiales en los años 2000 y 2019, se observa un aumento considerable en las temperaturas superficiales, dada la sustitución de coberturas naturales por zonas impermeabilizadas. Señalan Mendes et al. (2020) que en las áreas más frías la temperatura superficial varía entre 25 y 30 °C, mientras que, en las más cálidas, los suelos expuestos registraron hasta 50 °C. Dado que la temperatura depende en gran parte de las áreas verdes y en particular del arbolado urbano, las comunas ubicadas al oriente de la ciudad, como Vitacura, Las Condes y Lo Barnechea y la parte norte de Providencia son las con menores temperaturas superficiales. Otros estudios presentan resultados similares, dando cuenta de cómo la forestación es un elemento esencial para mitigar el calor urbano (Romero et al., 2008; Smith y Romero, 2016; Sepúlveda, 2006; Romero, et al., 2010; Montaner-Fernández et al., 2020).

Caracterizar la distribución de las temperaturas ambientales también es relevante para identificar efectos del calor extremo. Utilizando los datos del Atlas de Cambio Climático (Arclim) buscamos identificar los días con tem-

peraturas por sobre los 34 °C registrados y proyectados para cada comuna, y servicios metropolitanos de salud. Como no existen estaciones meteorológicas en todas las comunas, presentamos estimaciones usando modelos climáticos utilizados por el Arclim⁷. Observamos que las zonas cordilleranas, coincidentes con el cono de altos ingresos de la ciudad, son aquellas con menos días superando el umbral de los 34 °C. Por el contrario, las comunas pertenecientes a los Servicios de Salud Metropolitano Norte (1) y Occidente (2) presentan la mayor prevalencia de días con altas temperaturas.

Utilizando también los datos proporcionados por Arclim, la Figura 6 presenta el mapa de comunas con la proyección de días con temperaturas sobre 34 °C para el mediano plazo. Se observa un aumento proyectado significativo en general, pero especialmente en las zonas urbanas asociadas a los servicios de salud antes mencionados.

Figura 6. Cantidad de días con temperatura sobre 34 °C (proyección a futuro) por comuna y servicio de salud



Fuente: elaboración propia en base a Atlas de Cambio Climático, Arclim.

Exposición voluntaria: Finalmente, en cuanto a la exposición, debemos considerar también que existe exposición voluntaria de parte de la población cuando nos ponemos en situaciones de mayor riesgo de manera deliberada. Dos ejemplos de esto son las actividades deportivas –efectuadas en la capital a cualquier hora del día, incluso en verano– y los eventos masivos al aire

⁷ Los modelos utilizados pueden revisarse en: https://arclim.mma.gob.cl/media/learning/Datos_Climaticos.pdf

libre. Según nuestro conteo para la temporada 2023-2024 (diciembre a marzo) existen al menos cuarenta eventos promocionados en la región, considerando los culturales (conciertos u otros) y deportivos, incluso dos maratones de 42 km. A la fecha, no existe claridad sobre qué medidas se le pueden exigir a estos eventos en caso de calor extremo.

4.4. Capacidades: situación actual en la Región Metropolitana

Según el análisis realizado en base al Índice de Gobernabilidad y Políticas Públicas en Gestión del Riesgo de Desastres (Igopp), los eventos de calor extremo no están identificados como una amenaza en ningún plan relacionado con la gestión de riesgo, al manejo de emergencias ni a la reducción del riesgo (Gil et al., 2021). Estos planes existen en Chile para otro tipo de eventos extremos, como los terremotos, incendios, aluviones, presentando lineamientos y responsabilidades para una serie de actores públicos en términos de anticipación, mitigación y gestión de emergencias. En contraste, el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (Senapred, ex Onemi) solamente menciona el calor extremo como variable relevante en el contexto plan de incendios (Gil et al., 2021). El Plan Regional para la Reducción del Riesgo de Desastres desarrollado por Senapred para la Región Metropolitana no contempla el calor extremo entre las nueve amenazas consideradas.

El marco institucional asociado al cambio climático ha desarrollado elementos importantes, como la inclusión de la amenaza de calor extremo en la Contribución Determinada de Nivel Nacional (NDC) de Chile en el Acuerdo de París, y una caracterización inicial de la amenaza y sus riesgos en Arclim. Este plan tiene un foco específico asociado al sector salud que menciona a las olas de calor como fenómeno relevante, pero no tiene un plan en particular. Concluye que en Chile no existen las capacidades institucionales, presupuestales ni técnicas para la gestión del riesgo asociado al calor. La principal razón es que no se ha considerado como una amenaza relevante ni se encuentran identificados sus impactos en la salud humana o la vida social (Gil et al., 2021). La excepción es para el sector de la agricultura, donde existen políticas de mitigación, transferencia del riesgo y manejo de emergencias asociadas a este fenómeno. En contraste, el análisis realizado por Gil et al. (2021) evidencia que en Chile no se encuentran asignadas responsabilidades de gestión ni asistencia técnica para asegurar que los diversos sectores y unidades de gestión territorial (municipalidades y gobernaciones) desarrollen capacidades. Asimismo, la adaptación al cambio climático, en general, y olas de calor, en particular, no se ha incorporado de manera sistemática y comprensiva en sectores muy relevantes de la política pública como salud, trabajo y seguridad.

Uno de los componentes de la gestión del riesgo con mayores falencias es la caracterización del riesgo asociado a eventos de calor extremo (Gil et al., 2021). El Portal de Climatología de la DMCh posee un sistema de monitoreo

de olas de calor diurnas que puede ser revisado en línea y cuyos datos de todas las estaciones climatológicas en el territorio nacional se encuentran disponibles para investigación⁸. Sin embargo, queda mucho por avanzar. Por ejemplo, no se ha establecido un umbral de riesgo epidemiológico para generar medidas de reducción y gestión del riesgo. Un impedimento es la ausencia de un organismo técnico oficialmente designado para generar las alertas y alarmas. La DMCh alerta sobre olas de calor meteorológicas, pero no existe claridad sobre qué organismo puede generar una alerta epidemiológica o ambiental asociada a olas de calor.

A pesar de esto, el Gobierno Metropolitano lanzó en diciembre de 2022 un protocolo de acción para calor extremo llamado Código Rojo. Este es un sistema de alertas que activan recomendaciones para la ciudadanía⁹. Es el primero del país y es un avance significativo en comunicación del riesgo de calor extremo y generación de conciencia en la ciudadanía. De hecho, establece principalmente una campaña comunicacional que permite al Gobierno de Santiago alertar a las personas respecto a la amenaza de calor extremo (Tabla 1), pero no define atribuciones ni obligaciones para los distintos organismos públicos involucrados. Profundizar y mejorar este plan resulta imperativo si consideramos que las alertas tempranas asociadas al calor han sido evaluadas como altamente efectivas, sobre todo cuando están vinculadas a medidas que superan lo comunicacional (Toloo et al., 2013; Boeckmann y Rohn, 2014).

Tabla 1. Protocolo Código Rojo del Gobierno Regional Metropolitano, año 2022

Activación	Medidas principales
<p>Alerta Roja Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 35 °C</p>	<p>Recomendar la suspensión de las actividades al aire libre. Evaluar con la Delegación Presidencial la suspensión de eventos. Suspender faenas si hay peligro para la salud y seguridad de las y los trabajadores, es una facultad de la Dirección del Trabajo. Recomendar la suspensión de actividades deportivas en establecimientos educacionales. Preparación de la red asistencial pública y privada para atender golpes de calor.</p>

8 Disponible en: <http://climatologia.meteochile.gob.cl/application/diario/mapaRecienteOlaDeCalor/>

9 Disponible en: <https://www.gobiernosantiago.cl/gobierno-regional-presenta-protocolo-de-accion-para-proteger-la-salud-de-los-ciudadanos-en-dias-de-calor-extremo-en-la-rm/>

<p>Alerta Amarilla Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 34 °C</p>	<p>Difundir alerta para evitar actividades al aire libre. Fiscalizar los puntos de hidratación de grandes eventos. Preparación y respuesta de la red asistencial pública y privada. Fiscalizar resguardo de la salud y seguridad de trabajadores al aire libre. Reforzar medidas de autocuidado con foco en grupos vulnerables al calor extremo. Recomendar ajustar horario de actividades deportivas en escuelas.</p>
<p>Alerta verde Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 33 °C</p>	<p>Difundir medidas preventivas de autocuidado. Entregar artículos de protección a trabajadores en riesgo. Comunicar medidas de autocuidado con foco en grupos vulnerables. Enviar a establecimientos educacionales orientaciones de autocuidado.</p>

Fuente: elaboración propia con base en Gobierno Regional Metropolitano, Protocolo de acción para proteger la salud de los ciudadanos en días de calor extremo.

El Gobierno de Santiago está desarrollando también un Plan de Adaptación al Cambio Climático para la región, que menciona el calor extremo entre los desafíos a tomar en cuenta¹⁰. Entre ellas se contempla la creación de un sistema de monitoreo para el cambio climático, que permita mejorar los datos con los que se hace investigación territorialmente situada en la región. Sin embargo, este importante plan aún no se encuentra aprobado por el Consejo Regional, ni existe claridad respecto al nivel de su financiamiento y cuán vinculantes podrían ser las medidas propuestas, o su coordinación con los municipios. Esto podría llevar a un falso sentido de respuesta institucional a los desafíos, que quedarían en lo nominativo.

Se concluye que la institucionalidad asociada al riesgo de calor extremo en Chile es limitada, mayormente asociada a las políticas de adaptación al cambio climático y no a la gestión de riesgo de desastre y que existe un marcado interés del Gobierno Regional por avanzar en este tema.

Tabla 2. **Amenaza de calor extremo en la propuesta del Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Región Metropolitana**

Medidas	Aporte a la mitigación del calor extremo
<p>Medida 1: Sistema de Monitoreo para el cambio climático – WebGIS.</p>	<p>Permite recolectar y proporcionar información sobre amenazas climáticas. Está incluido explícitamente calor extremo.</p>
<p>Medida 2: Factor de verde en los nuevos desarrollos públicos y comerciales.</p>	<p>Se menciona específicamente que busca moderar el efecto urbano de islas de calor.</p>

¹⁰ Propuesta Plan de Adaptación al Cambio Climático Disponible en: https://www.gobiernosantiago.cl/wpcontent/uploads/2014/doc/estudios/Propuesta_Plan_CAS.pdf

Medida 4: Programa para la Implementación de Techos Ecológicos.	Entre los beneficios se menciona expresamente la disminución de la temperatura en como mínimo 2 °C.
Medida 5: Manejo y creación de áreas verdes urbanas a través de participación ciudadana.	No menciona el calor como objetivo, pero el arbolado urbano es claramente un aporte en mitigación.
Medida 6: Programa Técnicas de enfriamiento pasivo para hogares de bajos recursos.	La medida se orienta a mejorar el confort térmico de la vivienda mediante el uso de tecnologías de enfriamiento pasivo. Entre los beneficios se encuentran la disminución de las temperaturas internas de la vivienda.

Fuente: elaboración propia con base en: Gobierno Regional Metropolitano, Propuesta de Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Región Metropolitana.

5. Análisis de políticas públicas comparadas

Se utilizó un enfoque de Políticas Públicas Comparadas para conocer cómo se está enfrentando el desafío del calor extremo en 17 ciudades con climas similares al Gran Santiago. Estas ciudades se distribuyen en nueve países que son: Australia (Adelaida y Perth), Argentina (Mendoza y Córdoba), España (Madrid, Sevilla, Granada, Córdoba y Valencia), Estados Unidos (San Diego y Los Ángeles), Grecia (Atenas), Israel (Tel Aviv), México (Monterrey y CDMX), Sudáfrica (Capetown) y Turquía (Estambul)¹¹.

5.1 Análisis estrategias a nivel país

El análisis a nivel de país se enfocó en comprender la gobernanza de la amenaza. Se buscó establecer la existencia de un plan nacional para el manejo de estas emergencias e identificar las instituciones que lo gestionan. La mayoría de los países revisados son federales, lo que lleva a equilibrios nacionales y subnacionales diferentes en términos de gestión del riesgo de calor. A continuación, resumimos algunas conclusiones significativas sobre cómo diversos países gestionan emergencias relacionadas con el calor extremo.

La mayoría de los países analizados cuentan con directrices específicas para abordar situaciones de calor extremo, ya sea a nivel nacional o estatal. Los planes no solo operan a nivel nacional, sino que también proporcionan apoyo a los planes territoriales de Estados, provincias o comunidades autónomas. Además, sirven como referencia para los planes de ciudades. Participan activamente de ellos instituciones relacionadas con salud, medioambiente,

¹¹ La búsqueda de información se realizó en internet, basada en la información oficial de cada municipio, gobernación y país. En el caso de Grecia, Israel y Turquía se utilizó Deep Translate para generar búsquedas en griego, hebreo y turco. Luego, se usó el mismo software para traducir la información recopilada. Para más información, se puede consultar el informe extendido y sus anexos en: <https://www.olasdec calor.cl/>, donde encontrará información y links a los documentos más importantes de cada país y ciudad.

meteorología y seguridad nacional (gestión de emergencias). En todos los países consultados, el servicio meteorológico o similar es el encargado del monitoreo de la amenaza. Sin embargo, existe variabilidad en cuanto a qué organismo emite la alerta, desarrolla estrategias y/o activa protocolos. Por ejemplo, en Australia, el Estado de South Australia designa a la Oficina de Emergencias del Estado como líder en la gestión de amenazas, mientras que West Australia señala al Departamento de Salud en un rol similar. A pesar de las diferencias, se observa una tendencia general, donde el sector salud asume un papel de liderazgo fundamental.

Los planes de gestión de emergencia más integrales incluyen estrategias específicas de intervención en sectores como educación y transporte, dirigidas a grupos particularmente vulnerables, como las personas mayores, o a sectores industriales específicos, como trabajadores agrícolas o de la construcción. Ejemplos de esta práctica se encuentran en California y España. No encontramos estrategias específicas asociadas a la gestión de la violencia, crimen u otras conductas antisociales en el contexto de los planes de emergencia por calor extremo.

En relación con la reducción del riesgo a largo plazo, se observa que la mayoría de los países cuenta con planes de adaptación al cambio climático, que incluyen acciones de mitigación frente a la amenaza de calor extremo. No obstante, persiste la incertidumbre sobre la traducción concreta de estos planes en acciones de inversión efectivas en los territorios.

5.2 Análisis de estrategias a nivel ciudad

Se observa que en los lugares donde existen fuertes planes a nivel regional (Australia) o nacional (España), las ciudades tienen sus propias bajadas territoriales. Estos planes de ciudades permiten contar con:

- Planes comunicacionales complementarios al gobierno central, con información territorial específica, considerando las particularidades del territorio y de la población que lo habita.
- Mejorar la coordinación de servicios sociales y sanitarios a nivel local.
- Identificación y disponibilidad de los llamados Centros de Enfriamiento, que corresponden a lugares donde las personas pueden estar con aire acondicionado durante un tiempo determinado.
- Estrategias para aseguramiento de agua potable en plazas y otros espacios públicos del territorio.

Además, se observa que las ciudades cuentan en paralelo con planes de adaptación al cambio climático que contemplan la amenaza de calor extremo. Rescatamos las siguientes medidas implementadas:

- Plan de arborización y bosques urbanos.
- Priorización de proyectos verdes en inversión urbana.

- Incorporación de calor en la normativa de diseño de viviendas y obras.
- Prohibición de trabajo en la intemperie a empleados municipales o subcontratados por esta, bajo condiciones de calor extremo.

6. Propuesta

Proponemos abordar el desafío de la adaptación al calor extremo con un Plan para la Gestión y Mitigación de Eventos de Calor Extremo que incorpore:

- Reformar el protocolo de calor extremo de la Región Metropolitana Código Rojo respecto a umbrales, comunicación de riesgo y medidas asociadas.
- Generar una serie de medidas complementarias al protocolo regional, que mejoren la gestión de emergencias y propicien la adaptación al calor extremo de distintos sectores.
- Generar planes de emergencia comunales, que permitan reaccionar asegurando la salud y seguridad de la población más vulnerable.
- Además de lo anterior, para mitigar los efectos del calor extremo con mirada de futuro, se plantea la necesidad de contar con una hoja de ruta, complementaria al Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Región (aun en estado de propuesta), con programas y medidas concretas que ayudarán a la adaptación urbana de la ciudad al calor extremo en el mediano y largo plazo.

Tanto el análisis de la institucionalidad actual en Chile como el análisis comparado han demostrado que la gobernanza de esta amenaza tiende a estar liderada por los sectores de salud o medioambiente, y no por los sistemas de gestión de emergencias. Una de las razones que explican esto es que típicamente las oficinas de gestión de desastres se enfocan en amenazas geológicas o climáticas que suelen ser impredecibles y con alto impacto en infraestructura. Además, en Chile como en otros lados, que estas agencias se encuentran enfocadas en controlar la amenaza de incendios forestales durante el mismo periodo que el calor extremo pone en riesgo las ciudades. El modelo a seguir, entonces, es más bien el del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana, vigente desde el año 1996.

6.1 Propuesta de reforma al Código Rojo

El protocolo llamado Código Rojo cumple una función muy relevante en términos de comunicación de riesgo y educación respecto al calor extremo para la población en general. Se debe resguardar esta función de comunicación tomando las siguientes medidas:

- Siguiendo lineamientos internacionales se propone cambiar las alertas de verde-amarilla-roja a amarilla-naranja-roja. El verde no es un color que esté asociado a ningún tipo de emergencia, ni en Chile ni en el extranjero. Asimismo, se propone adoptar el lenguaje de los Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (PPDA) que decreta Alerta Temprana

Preventiva, Preemergencia y Emergencia Ambiental. Se considera que la ciudadanía aún no se ha habituado al Código Rojo actual como para que este cambio genere algún tipo de confusión. Por otro lado, la ciudadanía se encuentra ya familiarizada con la lógica de los PPDA, lo que constituye una ventaja. Pensando en el futuro, se propone sumar un nivel de alerta “magenta”.

- Respecto a las medidas asociadas, se propone separar aquellas que están dirigidas a la población y son parte de una estrategia comunicacional de prevención (recomendar, difundir, reforzar) de aquellas acciones que están dirigidas a instituciones públicas y para las cuales se requiere de un protocolo o lineamiento específico. Se propone dejar en el Código Rojo solo aquellas orientadas a dar indicaciones a la población.
- Se debe incluir también información educativa sobre los riesgos para la salud asociados a las temperaturas extremas. Proporcionar información sobre prácticas seguras y comportamientos saludables durante condiciones climáticas adversas, así como aquellas que es necesario evitar.

Además de lo anterior, se propone reformular también los umbrales de temperatura máxima de acuerdo con los datos analizados de impacto en la región e incorporar la duración de los eventos. No se considera agregar las temperaturas mínimas en la comunicación del riesgo a la población, pero sí tenerlo en cuenta para tomar medidas de mitigación durante episodios críticos.

Tabla 3. **Propuesta de reforma de los umbrales del Código Rojo de la Región Metropolitana**

Protocolo actual	Propuestas
	Alerta Magenta / Crisis Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 38 °C , al menos un día.
Alerta Roja Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 35 °C	Alerta Roja / Emergencia Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 35 °C , al menos un día.
Alerta Amarilla Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 34 °C	Alerta Naranja / Preemergencia Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 33 °C , al menos dos días seguidos.
Alerta verde Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 33 °C	Alerta Amarilla / Alerta temprana preventiva Cuando la temperatura pronosticada sea igual o superior a 31 °C , por al menos tres días consecutivos.

Fuente: elaboración propia.

6.2 Medidas complementarias

A continuación, detallamos las medidas complementarias al Código Rojo con las que debe contar un plan de gestión y adaptación al calor extremo de la región. Cabe mencionar que todas estas medidas dependen de que funcione el monitoreo y el sistema de alerta temprana asociado a eventos de calor extremo.

a. Fortalecer las capacidades del sector salud con preparativos para la respuesta, específicos para esta amenaza

Antecedentes	El calor extremo impacta los sistemas de salud, aumentando las visitas a urgencias. Es una amenaza relativamente nueva en la Región Metropolitana, por lo que el sistema de salud necesita generar nuevas capacidades.
Acciones propuestas	Generar un protocolo específico para los servicios de salud en todos los niveles para enfrentar emergencias generadas por el calor.
Instituciones involucradas	Ministerio de Salud, Seremi Salud, servicios de salud metropolitanos, establecimientos hospitalarios (atención terciaria), establecimientos de atención secundaria para pacientes ambulatorios, servicios de atención primaria en salud.
Más información	El protocolo debe incluir al menos: <ul style="list-style-type: none"> - Capacitaciones al personal de salud para la prevención, detección, diagnóstico y tratamiento oportuno de efectos sobre la salud ocasionadas por el calor, con foco en grupos vulnerables. - Establecer capacidades de atención médica adicionales durante periodos de calor extremo. - Establecer protocolos de coordinación con otros servicios de emergencia, hospitales y organizaciones comunitarias. - Establecer planes de atención a domicilio durante eventos extremos para asegurar la salud de aquellos que no pueden salir de sus hogares.

b. Asegurar medidas para la prevención y el manejo de olas de calor en establecimientos de larga estadía para adultos mayores (Eleam)

Antecedentes	Las personas mayores constituyen uno de los principales grupos de riesgo. Los Eleam constituyen dispositivos sociosanitarios donde las personas mayores pueden residir de manera prolongada.
Acciones propuestas	Desarrollar protocolos con medidas para la prevención y el manejo de olas de calor en establecimientos de larga estadía para adultos mayores.

Instituciones involucradas	Subsecretaría de Salud Pública, Oficina de Salud Integral para Personas Mayores, Departamento de Ciclo Vital (Diprece), División de Políticas Públicas (Dipol)- Servicio Nacional del Adulto Mayor (Senama)- Eleam.
Más información	<p>Este protocolo debe considerar medidas de prevención/mitigación en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rutinas: corresponde a aquellas medidas que evitan el aumento de calor en los cuerpos como evitar exposición al sol, mantener hidratación, evitar digestiones pesadas, mantener el espacio fresco y ventilado, vestir ropa ligera, etc. - Infraestructura: corresponde a aquellas medidas que permiten evitar o mitigar el impacto del calor extremo al interior del Eleam ya sea porque reducen temperatura interior (persianas, árboles, aire acondicionado) o mejoran la sensación térmica (ventilación). <p>Además, debe considerar medidas de gestión de emergencias ante un golpe de calor en residentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacitación de directores técnicos y equipos de Atención Directa de Personas Mayores Residentes en Eleam.

c. Asegurar medidas para la prevención y el manejo del calor en establecimientos educacionales

Antecedentes	Los niños, niñas y adolescentes son un grupo con alta vulnerabilidad. Los establecimientos educacionales constituyen espacios donde pasan una gran cantidad de su tiempo, aprenden de autocuidado y realizan actividades potencialmente riesgosas durante las olas de calor.
Acciones propuestas	Instructivo dirigido a directores/as de establecimientos educacionales para restringir las prácticas de actividad física, deportiva y recreativa en casos de alerta, preemergencia y emergencia asociadas al calor extremo.
Instituciones involucradas	Ministerio de Educación, Seremi Metropolitano de Educación, Subsecretaría de Salud Pública, establecimientos educacionales preescolares, escolares y de educación superior.
Más información	<p>Este protocolo debe considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Medidas de prevención/mitigación asociadas a la actividad física –deportiva o recreativa– que hacen los y las estudiantes, tanto al aire libre como en espacios cerrados, con o sin aire acondicionado. - La suspensión de estas actividades para eventos de emergencia y alerta, priorizando actividades que no requieran un mayor consumo energético y asegurando la hidratación. - Medidas de emergencia en caso que un estudiante o funcionario sufra un golpe de calor.

d. Regular las condiciones de trabajo a la intemperie durante olas de calor extremo

Antecedentes	Las personas que deben realizar sus trabajos al aire libre tienen una mayor exposición al calor extremo. El artículo 184 del Código del Trabajo dispone que el empleador estará obligado a tomar todas las medidas necesarias para proteger eficazmente la vida y salud de los trabajadores, manteniendo las condiciones adecuadas de higiene y seguridad.
Acciones propuestas	Generar recomendaciones específicas para mitigar el efecto del calor extremo en la salud de los y las trabajadoras, con foco en aquellos que trabajan en la intemperie. Estas recomendaciones deben eventualmente convertirse en normativa, para lo cual proponemos generar una mesa de trabajo intersectorial que las defina.
Instituciones involucradas	Dirección del Trabajo, Ministerio del Trabajo, Instituto de Salud Pública, Departamento Salud Ocupacional del Ministerio de Salud.
Más información	Entre las recomendaciones se deben incluir modificaciones al horario, turnos, espacios de trabajo y medidas orientadas a grupos particularmente vulnerables. Los lineamientos deben considerar las particularidades de cada sector productivo y su capacidad de mitigar el efecto del calor.

e. Incluir la violencia de género en los protocolos

Antecedentes	Existe evidencia internacional que apunta a un aumento de eventos domésticos violentos en episodios de calor extremo.
Acciones propuestas	Informar a directivos y personal de apoyo vinculados al Programa de Prevención de Violencia contra las Mujeres sobre los efectos del calor extremo en las conductas violentas, a modo de que esta información pueda ser incluida en el diseño de iniciativas y programas de prevención. Informar a redes de monitoreo comunitario para identificar signos de problemas de salud mental y física relacionados con las temperaturas extremas.
Instituciones involucradas	Servicio Nacional de la Mujer y la Equidad de Género, ONG nacionales relacionadas con violencia de género, policías, guardias municipales, Red Chilena Contra la Violencia Doméstica y Sexual.
Más información	Una mejor comprensión del riesgo asociado a eventos de calor extremo permite una adecuada gestión de estos días críticos. Por ello, se considera relevante formar respecto a la amenaza del calor extremo a quienes trabajan en los 31 Centros de la Mujer asociados al programa de Prevención de Violencia contra las Mujeres de la RM, quienes trabajan en el Servicio de Atención telefónica Sernam, Casas de Acogida, Centros de Reeducción de Hombres, entre otros.

6.3 Planes de emergencia a nivel municipal

Para tener una buena gestión de riesgo de la amenaza de ola de calor resulta imperativa la gestión local. En Chile, los municipios son actualmente las instituciones que tienen mayor conocimiento de las necesidades del territorio, así como una mayor capacidad de despliegue territorial. Resulta imperativo asegurar que la amenaza del calor extremo sea considerada por estos como una amenaza relevante.

Antecedentes	La Ley N° 21.364 del año 2021 señala la obligación de los municipios de contar con Planes comunales para la Reducción del Riesgo de Desastres, Planes comunales de Emergencia y una Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres.
Acciones propuestas	Asegurar que todos los municipios altamente expuestos al calor extremo cuenten con un plan de emergencia asociado e incluyan al calor como una amenaza relevante en sus planes de reducción de riesgo de desastre.
Instituciones involucradas	Municipios, alcaldes, consejos municipales, corporaciones municipales, Gobierno Regional Metropolitano.
Más información	<p>Los planes deben contar, al menos, con los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estrategias comunicacionales específicas para el territorio, considerando de manera diferenciada los distintos perfiles poblacionales de la comuna: urbano/rural, personas mayores, madres de lactantes, entre otros. - Estrategias para asegurar agua potable en plazas y otros espacios públicos de la comuna. Esto es especialmente relevante en aquellas comunas con alto número de población flotante, es decir, que visita solo durante el día, como Santiago Centro, Providencia y Las Condes. - Lugares de enfriamiento disponibles para la población, especialmente personas mayores. Estos deben contar con aire acondicionado y permitir a las personas quedarse un tiempo relativamente prolongado (tres horas). Existen distintos espacios públicos o de acceso público que pueden funcionar como tales: cines, centros comerciales, establecimientos educacionales, bibliotecas, entre otros. Algunas recomendaciones pueden encontrarse en el siguiente documento https://www.cdc.gov/climateandhealth/docs/UseOfCoolingCenters.pdf - Transporte adecuado: la literatura ha establecido que los centros de enfriamiento son altamente efectivos para evitar golpes de calor. Sin embargo, el transporte de las personas hacia estos lugares puede resultar un desafío. Un buen plan de emergencia ante el calor debe contar también con estrategias de movilización de la población vulnerable hacia estos espacios. - Identificación de la población vulnerable de la comuna, especialmente aquellas personas mayores que viven solos, o quienes tienen ciertas enfermedades crónicas o problemas de consumo de sustancias (drogas). - Educación de la población sobre el riesgo del calor extremo, con foco en grupos relevantes.

6.4 Acciones de mitigación de mediano y largo plazo para ser incluidas en el futuro Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Región

Finalmente, consideramos que las acciones enfocadas a un mejor manejo de la emergencia deben estar sostenidas en un plan regional a mediano y largo plazo, que permita mitigar el impacto del calor extremo en la ciudad. Si bien se establecieron algunas medidas existentes en el futuro Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Región, estas son insuficientes considerando el desafío existente. Se proponen, entonces, las siguientes acciones complementarias.

a. Fortalecer monitoreo olas de calor

Antecedentes	Actualmente, la Dirección Meteorológica de Chile cuenta con un portal de monitoreo de olas de calor diurna basado en tres estaciones meteorológicas en la Región Metropolitana, lo que resulta insuficiente para una buena proyección de eventos y su distribución en la región.
Acciones propuestas	Fortalecer las capacidades de predecir y proyectar los eventos de calor extremo, de modo que permitan mejorar la toma de decisiones, antes, durante y después de un evento.
Instituciones involucradas	Dirección Meteorológica de Chile, Ministerio del Medio Ambiente, Senapred.
Más información	<p>El fortalecimiento del sistema de monitoreo de calor extremo debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adquirir y actualizar equipos de monitoreo meteorológico de última generación. - Implementar sistemas de sensores distribuidos estratégicamente para una cobertura amplia y precisa. - Establecer plataformas de integración de datos que faciliten la recopilación, análisis y distribución eficiente de información meteorológica. - Integrar datos climáticos con información demográfica y de vulnerabilidad de la población. - Realizar evaluaciones posteriores a eventos de calor extremo para analizar la precisión de las proyecciones. <p>Esto permitirá:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conocer umbrales de riesgo adaptados al territorio. - Mejorar protocolos de alerta temprana.

b. Implementación de vigilancia sanitaria

Antecedentes	No existen datos oficiales sobre el impacto de las olas de calor en la salud de la población, lo que dificulta la toma de decisión en este aspecto.
Acciones propuestas	Implementación de un sistema eficiente de información y vigilancia sanitaria para monitorear la mortalidad atribuible al calor, permitiendo una respuesta rápida y efectiva ante eventos de calor extremo.
Instituciones involucradas	Ministerio de Salud, Subsecretaría de Salud Pública, Departamento de Gestión de Riesgos en Emergencias y Desastres, Instituto de Salud Pública.
Más información	<p>Desarrollar un sistema integral de información que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bases de datos actualizadas y accesibles para estudios científicos. - Establecimiento de indicadores específicos y criterios claros para la mortalidad atribuible al calor, considerando variables como la edad, comorbilidades y condiciones socioeconómicas. <p>Esto permitirá:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar grupos de población particularmente vulnerables a eventos adversos para orientar intervenciones específicas. - Mejorar la comunicación de riesgo hacia las autoridades de salud, profesionales médicos y público en general, sobre el impacto del calor extremo.

c. Plan de arbolado urbano

Antecedentes	Los árboles permiten bajar la temperatura del suelo, la sensación térmica y también mejoran la calidad de aire. Existe un déficit de arbolado en la mayoría de las comunas del Gran Santiago.
Acciones propuestas	Desarrollo de un plan de aumento, mejoramiento y mantenimiento del arbolado urbano de la región.
Instituciones involucradas	Gobierno Metropolitano, municipios de la Región Metropolitana, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, organizaciones privadas ejecutoras del proyecto.
Más información	El mejoramiento del arbolado urbano ha sido incluido ya en el Plan de Adaptación del Gobierno Metropolitano, pero no se encuentra asociado directamente a la amenaza del calor.

d. Adaptación de viviendas

Antecedentes	Existen diversos planes y fondos para el mejoramiento de viviendas, pero están distribuidos en distintos programas e instituciones. Algunos de los programas no incluyen mejoramientos asociados a la amenaza del calor extremo.
Acciones propuestas	Estrategia de adaptación de viviendas de la región a través de una “ventanilla única” que permita acceder a los distintos programas de mejoramiento.
Instituciones involucradas	Ministerio de Vivienda y Urbanismo, municipios, Ministerio de Salud, Ministerio del Medio Ambiente.
Más información	Se propone diseñar una “ventanilla única” donde las personas puedan identificar aquellos programas que serían aplicables a su vivienda. Esto permitirá acceder a financiamiento para: <ul style="list-style-type: none"> - Construcción y renovación de viviendas con tecnologías que faciliten la regulación térmica, como aislamiento adecuado y sistemas de ventilación eficientes. - Promover el uso de materiales de construcción que ayuden a mantener una temperatura interior confortable. - Desarrollar estrategias específicas para proteger viviendas donde habitan grupos más vulnerables, como personas mayores, niños pequeños y aquellas con condiciones médicas preexistentes.

7. Conclusión y orientaciones de implementación

A partir de los análisis realizados se concluye que la amenaza del calor extremo es una sumamente relevante para la ciudad de Santiago, pese a que no estamos debidamente preparados. Si bien es de entender que la ciudad no tenga una amplia experiencia gestionando una amenaza que es relativamente nueva, urge avanzar rápidamente en la materia. Para ello, se evidencia la necesidad de dotar el tema de una gobernanza adecuada y explícita, designando responsables, otorgando atribuciones y generando presupuesto adecuado para ello.

Tomando en cuenta los antecedentes nacionales, pero también la experiencia internacional, lo que se propone en este informe no considera imperativo la existencia de un Plan Específico de Emergencia por variable de riesgo asociada a calor extremo en el formato establecido por Senapred, y existente para otras amenazas naturales (incendios, terremotos, etc.). Si bien la existencia de este plan podría ser beneficiosa como marco orientador para el Código Rojo de la región, nuestra propuesta considera que el organismo líder para el manejo de esta amenaza debe ser el Ministerio de Salud, vía las Seremis correspondientes y en coordinación con el Gobierno Regional.

Además, consideramos que resulta imperativo avanzar en paralelo con las medidas complementarias y los planes de mitigación. Ante ello, la gobernanza que se propone sigue la lógica del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) de la región, tanto en su gobernanza, gestión y con relación a los actores que deben tomar liderazgo en la materia¹². Tomando en cuenta también que el calor es un fenómeno atmosférico, y que la contaminación ambiental interactúa de manera negativa con él, consideramos adecuado construir la estrategia de la región para la amenaza del calor extremo siguiendo las formas y el lenguaje del PPDA.

Referencias

- Anderson, G.B., Oleson, K.W. y Jones, B.,** 2018. Classifying heatwaves: developing health-based models to predict high-mortality versus moderate United States heatwaves. *Climatic Change*, 146(3–4), pp. 439-453. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1776-0>
- Atlantic Council,** 2021. Extreme heat: the economic and social consequences for the United States. Washington, DC: Atlantic Council.
- Ballester, J, Quijal-Zamorano, M, Turrubiates, RFM, Pegenaute, F, Herrmann, F, Robine, J-M, Basagaña, X, Tonne, C, Antó, JM y Achebak, H,** 2023. Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. *Nature Medicine*, 29(7), pp. 1857-1866. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02419-z>
- Barriopedro, D., R. Garcia-Herrera, C. Ordóñez, D. G. Miralles, and S. Salcedo-Sanz,** 2023. Heat Waves: Physical Understanding and Scientific Challenges. *Reviews of Geophysics*, 61(2), p. e2022RG000780. <https://doi.org/10.1029/2022RG000780>
- Basu, R., Malig, B. y Ostro, B.,** 2010. High Ambient Temperature and the Risk of Preterm Delivery. *American Journal of Epidemiology*, 172(10), pp. 1108-1117. <https://doi.org/10.1093/aje/kwq170>
- Baysan, C, Burke, M, González, F, Hsiang, S y Miguel, E,** 2019. Non-economic factors in violence: Evidence from organized crime, suicides and climate in Mexico. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 168, pp. 434-452. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2019.10.021>
- Berman, J.D., Bayham, J. y Burkhardt, J.,** 2020. Hot under the collar: A 14-year association between temperature and violent behavior across 436 U.S. counties. *Environmental Research*, 191, p. 110181. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110181>
- Boeckmann, M. y Rohn, I.,** 2014. Is planned adaptation to heat reducing heat-related mortality and illness? A systematic review. *BMC Public Health*, 14(1), p. 1112. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-1112>

¹² Contenido en el DS N°31/2017 del Ministerio del Medio Ambiente y disponible en: <https://ppda.mma.gob.cl/region-metropolitana/ppda-region-metropolitana/>

- Boni, R.B.D.**, 2020. Websurveys nos tempos de COVID-19. *Cadernos de Saúde Pública*, 36(7), p. e00155820. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00155820>
- Boni, Z, Bie-kowska, Z, Chwałczyk, F, Jancewicz, B, Marginean, I y Serrano, P.Y.**, 2023. "What Is a Heat (Wave)? An Interdisciplinary Perspective." *Climatic Change* 176 (9): 129. <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03592-3>.
- Bouchama, A, Bisher, A, Lehe, C, Laitano, O, Jay, O, O'Connor, F.G., y Leon, L.R.**, 2022. Classic and exertional heatstroke. *Nature Reviews Disease Primers*, 8(1), p. 8. <https://doi.org/10.1038/s41572-021-00334-6>
- Bouchama, A. y Knochel, J.P.**, 2002. Heat Stroke. *New England Journal of Medicine*, 346(25), pp. 1978-1988. <https://doi.org/10.1056/NEJMra011089>
- Box, S.**, 2016. Average daily temperature and simple and aggravated assaults in Charlotte-Mecklenberg County, North Carolina. *Southern Illinois University Cabrondale*. Disponible en: <https://opensiu.lib.siu.edu/theses/2033>
- Braian M, Beker, Cervellera, C, Vito A, y Musso, CG**, 2018. Human Physiology in Extreme Heat and Cold. *International Archives of Clinical Physiology*, 1(1). <https://doi.org/10.23937/iacph-2017/1710001>
- Bunker, A, Wildenhain, J, Vandenberg, A, Henschke, N, Rocklöv, J, Hajat, S y Sauerborn, R**, 2016. Effects of Air Temperature on Climate-Sensitive Mortality and Morbidity Outcomes in the Elderly; a Systematic Review and Meta-analysis of Epidemiological Evidence. *eBioMedicine*, 6, pp. 258-268. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.02.034>
- Burkart, K, Bräuer, M, Aravkin, AY, Godwin, WW, Hay, SI, He, J, Iannucci, VC, Larson, SL, Lim, SS, Liu, J, Murray, CJL, Zheng, P, Zhou, M y Stanaway, JD**, 2021. Estimating the cause-specific relative risks of non-optimal temperature on daily mortality: a two-part modelling approach applied to the Global Burden of Disease Study. *The Lancet*, 398(10301), pp. 685-697. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01700-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01700-1)
- Burke, M., Hsiang, S.M. y Miguel, E.**, 2015. Climate and Conflict. *Annual Review of Economics*, 7(1), pp. 577-617. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080614-115430>
- Campbell, SL, Remenyi, TA, White, CJ y Johnston, FH**, 2018. Heatwave and health impact research: A global review. *Health & Place*, 53, pp. 210-218. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2018.08.017>
- Capon, A, Jay, O, Ebi, KL y Lo, S**, 2019. Heat and health: a forthcoming Lancet Series. *The Lancet*, 394(10198), pp. 551-552. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31759-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31759-3)
- Cepal**, 2021. Evaluación de los Costos de la Inacción Frente al Cambio Climático en Chile. Ministerio del Medio Ambiente; Cepal; Centro de Cambio Global UC. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48880-costos-asociados-la-inaccion-frente-al-cambio-climatico-chile-sintesis>
- Chersich, M, Pham, MD, Areal, A, Haghghi, MM, Manyuchi, AE, Swift, CP, Wernecke, B, Robinson, M, Hetem, RS, Boeckmann, M y Hajat, S**, 2020. Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: systematic review and meta-analysis. *BMJ*, p. m3811. <https://doi.org/10.1136/bmj.m3811>

- Cifuentes, L., Salas, C. y Bañados, A.,** 2023. Nuevas consecuencias del cambio climático en salud. Segunda Etapa. Centro Cambio Global UC.
- Copernicus,** 2022. *Heatwaves grip parts of Europe, Asia and North America in the first half of 2022*. Copernicus Climate Change Service. Disponible en: <https://climate.copernicus.eu/heatwaves-grip-parts-europe-asia-and-north-america-first-half-2022>
- Craig, CM, Overbeek, RW, Condon, MV y Rinaldo, SB,** 2016. A relationship between temperature and aggression in NFL football penalties. *Journal of Sport and Health Science*, 5(2), pp. 205-210. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.01.001>
- Crank, P.J., Hondula, D.M. y Sailor, D.J.,** 2023. Mental health and air temperature: Attributable risk analysis for schizophrenia hospital admissions in arid urban climates. *Science of The Total Environment*, 862, p. 160599. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160599>
- Creden,** 2016. *Estrategia Nacional de I+D+i para la Resiliencia ante Desastres de Origen Natural*. Santiago, Chile: Comisión Nacional para la Resiliencia frente a Desastres de Origen Natural, Creden. Disponible en: <http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/12/CREDEN-27122016-2.pdf>
- Cruz, E., D'Alessio, S.J. y Stolzenberg, L.,** 2023. The Effect of Maximum Daily Temperature on Outdoor Violence. *Crime & Delinquency*, 69(6-7), pp. 1161-1182. <https://doi.org/10.1177/0011128720926119>
- Dell, M., Jones, B.F. y Olken, B.A.,** 2012. Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), pp. 66-95. <https://doi.org/10.1257/mac.4.3.66>
- Dixon, P, Sinyor, M, Schaffer, A, Levitt, AJ, Haney, CR, Ellis, KN y Sheridan, SC,** 2014. Association of Weekly Suicide Rates with Temperature Anomalies in Two Different Climate Types. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(11), pp. 11627-11644. <https://doi.org/10.3390/ijerph111111627>
- Dixon, P.G. y Kalkstein, A.J.,** 2018. Where are weather-suicide associations valid? An examination of nine US counties with varying seasonality. *International Journal of Biometeorology*, 62(5), pp. 685-697. <https://doi.org/10.1007/s00484-016-1265-1>
- DMCh,** 2020a. *Informe Técnico: Olas de Calor en Chile. Una nueva metodología para el estudio y monitoreo de los eventos de altas temperaturas*. Santiago, Chile: Oficina de Servicios Climatológicos. Dirección Meteorológica de Chile (DMCh). Disponible en: <https://climatologia.meteochile.gob.cl/publicaciones/olasDeCalor/informeOladecalorMetodologia.pdf>
- DMCh,** 2020b. *Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile*. Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/ReporteClimatico2020-edmay2021.pdf>
- DMCh,** 2022. *Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile*. Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/05/reporteEvolucionClima2022.pdf>

- Ebi, KL, Ogden, NH, Semenza, JC y Woodward, A**, 2017. Detecting and Attributing Health Burdens to Climate Change. *Environmental Health Perspectives*, 125(8), p. 085004. <https://doi.org/10.1289/EHP1509>
- Ebi, KL, Capon, A, Berry, P, Broderick, C, De Dear, R, Havenith, G, Honda, Y, Kovats, S, Ma, W, Malik, A, Morris, NB, Nybo, L, Seneviratne, SI, Vanos, J y Jay, O**, 2021. Hot weather and heat extremes: health risks. *The Lancet*, 398(10301), pp. 698-708. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01208-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01208-3)
- Féron, S, Cordero, R, Damiani, A, Oyola, P, Ansari, T, Pedemonte, JC, Wang, C, Ouyang, Z & Gallo, V**, 2023. Compound climate-pollution extremes in Santiago de Chile. *Scientific Reports*, 13(1), p. 6726. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33890-w>
- Field, C, Barros, V, Jon Dokken, D, Mach, K, y Mastrandrea, M, eds. (eds)**, 2014. Human Health: Impacts, Adaptation, and Co-Benefits, En: *Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 709-754. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415379.016>
- Fu, SH, Gasparrini, A, Rodriguez, PS y Jha, P**, 2018. Mortality attributable to hot and cold ambient temperatures in India: a nationally representative case-crossover study. *PLOS Medicine*, 15(7), p. e1002619. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002619>
- Gajardo, S.**, 2019. *Región Metropolitana de Santiago Adultos Mayores: Resultados Encuesta CASEN 2017*. Área de Estudios e Inversiones, Seremi de Desarrollo Social y Familia RM. Disponible en: https://www.desarrollo-socialyfamilia.gob.cl/storage/docs/DOCUMENTO_ADULTO_MAYOR_RMS_CASEN_2017.pdf
- Gil, M, Palmeiro-Silva, Y, Murúa, R, Padilla, A, Saavedra, K, y Silva, M**, 2021. Olas de Calor en Chile: Análisis y recomendaciones para fortalecer la gestión de riesgo de desastre con foco en las capacidades. Disponible en: *UC Propone 2021*. Centro de Políticas Públicas UC.
- Green, H, Bailey, J, Schwarz, L, Vanos, J, Ebi, KL y Benmarhnia, T**, 2019. Impact of heat on mortality and morbidity in low and middle income countries: A review of the epidemiological evidence and considerations for future research. *Environmental Research*, 171, pp. 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.010>
- Gronlund, CJ, Zanobetti, A, Schwartz, J, Wellenius, GA y O'Neill, MS**, 2014. Heat, Heat Waves, and Hospital Admissions among the Elderly in the United States, 1992–2006. *Environmental Health Perspectives*, 122(11), pp. 1187-1192. <https://doi.org/10.1289/ehp.1206132>
- Hajat, S. y Kosatky, T.**, 2010. Heat-related mortality: a review and exploration of heterogeneity. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 64(9), pp. 753-760. <https://doi.org/10.1136/jech.2009.087999>
- Hajat, S., O'Connor, M. y Kosatsky, T.**, 2010. Health effects of hot weather: from awareness of risk factors to effective health protection. *The Lancet*, 375(9717), pp. 856-863. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61711-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61711-6)

- Hansen, A. Bi, P, Nitschke, M, Ryan, P, Pisaniello, D y Tucker, G**, 2008. The Effect of Heat Waves on Mental Health in a Temperate Australian City. *Environmental Health Perspectives*, 116(10), pp. 1369-1375. <https://doi.org/10.1289/ehp.11339>
- Heilmann, K. y Kahn, M.E.**, 2019. The Urban Crime and Heat Gradient in High and Low Poverty Areas. *NBER Working Paper* No. w25961. <https://papers.ssrn.com/abstract=3406479>
- Hosokawa, Y, Casa, DJ, Trtanj, J, Belval, LN, Deuster, PA, Giltz, SM, Grundstein, A, Hawkins, MD, Huggins, RA, Jacklitsch, BL, Jardine, JF, Jones, H, Kazman, JB, Reynolds, M, Stearns, RL, Vanos, J, Williams, AL y Williams, WJ**, 2019. Activity modification in heat: critical assessment of guidelines across athletic, occupational, and military settings in the USA. *International Journal of Biometeorology*, 63(3), pp. 405-427. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01673-6>
- Hsiang, S.M., Burke, M. y Miguel, E.**, 2013. Quantifying the Influence of Climate on Human Conflict. *Science*, 341(6151), p. 1235367. <https://doi.org/10.1126/science.1235367>
- Huang, G., Zhou, W. y Cadenasso, ML.**, 2011. Is everyone hot in the city? Spatial pattern of land surface temperatures, land cover and neighborhood socioeconomic characteristics in Baltimore, MD. *Journal of Environmental Management*, 92(7), pp. 1753-1759. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.02.006>
- Huang, J, Gates, A.J., Sinatra, R, y Barabási, A**, 2020. Historical comparison of gender inequality in scientific careers across countries and disciplines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(9), pp. 4609–4616. <https://doi.org/10.1073/pnas.1914221117>
- IFRC**, 2019. *Heatwave guide for cities*. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. Disponible en: <https://www.climatecentre.org/downloads/files/IFRCGeneva/RCCC%20Heatwave%20Guide%202019%20A4%20RR%20ONLINE%20copy.pdf>
- IPCC**, 2023. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- Kenney, W.L., Craighead, D.H. y Alexander, L.M.**, 2014. Heat Waves, Aging, and Human Cardiovascular Health. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(10), p. 1891. <https://doi.org/10.1249/MSS.00000000000000325>
- Kephart, J.L., Sánchez, B.N, Moore, J, Schinasi, L.H., Bakhtsiyarava, M, Ju, Y, Gouveia, N, et al.**, 2022. City-level impact of extreme temperatures and mortality in Latin America. *Nature Medicine*, 28(8), pp. 1700-1705. <https://doi.org/10.1038/s41591-022-01872-6>
- Klinenberg, K.**, 2002. *Heat Wave: A Social Autopsy of Disaster in Chicago*. Chicago: University of Chicago Press.
- Koubi, V.**, 2019. Climate Change and Conflict. *Annual Review of Political Science*, 22(1), pp. 343-360. <https://doi.org/10.1146/annurev-polisci-050317-070830>

- Kovats, R S.**, 2004. “Contrasting Patterns of Mortality and Hospital Admissions during Hot Weather and Heat Waves in Greater London, UK.” *Occupational and Environmental Medicine* 61 (11): 893–98. <https://doi.org/10.1136/oem.2003.012047>.
- Kubo, R, Ueda, K, Seposo, X, Honda, A y Takano, H**, 2021. Association between ambient temperature and intentional injuries: A case-crossover analysis using ambulance transport records in Japan. *Science of The Total Environment*, 774, p. 145511. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145511>
- Lemon, D.J. y Partridge, R.**, 2017. Is weather related to the number of assaults seen at emergency departments?. *Injury*, 48(11), pp. 2438-2442. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.08.038>
- Levy, B.S., Sidel, V.W. y Patz, J.A.**, 2017. Climate Change and Collective Violence. *Annual Review of Public Health*, 38(1), pp. 241-257. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044232>
- Linares, C. y Diaz, J.**, 2023. ¿Es lo mismo una ola de calor en salud que una ola de calor en meteorología?. Science Media Center. Disponible en: <https://sciencemediacentre.es/es-lo-mismo-una-ola-de-calor-en-salud-que-una-ola-de-calor-en-meteorologia#:~:text=Por%20otro%20lado%2C%20las%20olas,un%20periodo%20de%20tres%20d%C3%ADas>
- Lõhmus, M.**, 2018. Possible Biological Mechanisms Linking Mental Health and Heat-A Contemplative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), p. 1515. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071515>
- McGregor, Glenn R., Pierre Bessemoulin, Kristie L. Ebi, y B. Menne, (eds)**, 2015. *Heatwaves and health: guidance on warning-system development*. Geneva: World Meteorological Organization - World Health Organization.
- Mendes, FH, Romero, H, y Ferreira Da Silva Filho, D**, 2020. “Cambio Climático Adverso Provocado Por La Urbanización Sin Planificación Ni Evaluación Ambiental En Santiago de Chile”. *Revista de Geografía Norte Grande*, no. 77 (December): 191–210. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022020000300191>.
- MMA**, 2014. *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Elaborado en el marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático*. Ministerio de Medioambiente. Gobierno de Chile. Disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf>
- MMA**, 2017. *Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022*. Disponible en: <https://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/1422>
- Montaner-Fernández, D, Morales-Salinas, L, Sobrino, JA, Cárdenas-Jirón, LA, Huete, A, Fuentes-Jaque, G, Pérez-Martínez, W & Cabezas, J**, 2020. Spatio-Temporal Variation of the Urban Heat Island in Santiago, Chile during Summers 2005–2017. *Remote Sensing*, 12(20), p. 3345. <https://doi.org/10.3390/rs12203345>
- Mucke**, 2021. *World Risk Report*. Bündnis Entwicklung Hilft, Ruhr University Bochum – Institute for International Law of Peace and Armed Conflict (IFHV). Disponible en: https://weltrisikobericht.de/wp-content/uploads/2021/09/WorldRiskReport_2021_Online.pdf

- Mullins, J.T. y White, C.**, 2019. Temperature and mental health: Evidence from the spectrum of mental health outcomes. *Journal of Health Economics*, 68, p. 102240. <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2019.102240>
- Murray, CJL, Aravkin, A, Zheng, P, Abbafati, C, Abbas, K, Abbasi-Kangevari, M, Abd-Allah, F, et al.**, 2020. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10258), pp. 1223-1249. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2)
- Nitschke, M. Tucker, G., Hansen, A., Williams, S., Zhang, Y., Bi, P.**, 2016. "Evaluation of a heat warning system in Adelaide, South Australia, using case-series analysis", *BMJ Open*, 6(7), p. e012125. Available at: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-012125>.
- Obradovich, N, Migliorini, R, P. Paulus, M, y Rahwan, I**, 2018. Empirical evidence of mental health risks posed by climate change. Proceedings of the *National Academy of Sciences*, 115(43), pp. 10953–10958. <https://doi.org/10.1073/pnas.1801528115>
- Otrachshenko, V., Popova, O. y Tavares, J.**, 2021. Extreme Temperature and Extreme Violence: Evidence from Russia. *Economic Inquiry*, 59(1), pp. 243–262. <https://doi.org/10.1111/ecin.12936>
- Palmeiro-Silva, Y; Bocher, M; Chandler, R.; Valdivia, G; Cifuentes, L.**, 2024. *Impacto de las olas de calor en la salud en Chile: evidencia y recomendaciones*. Centro de Políticas Públicas UC.
- Palmeiro-Silva, Y.K., Melo, O. y Achondo, B.**, 2022. *The Lancet Countdown on Health and Climate Change: Resumen de políticas para Chile*. Centro de Políticas Públicas UC.
- Palmeiro-Silva, YK., Yglesias-González, M, Blanco-Villafuerte, L, Canal-Solis, K, Castillo Neyra, R, Fernández-Guzmán, D, Helo Sarmiento, J, et al.**, 2023. The Lancet Countdown South America: increasing health opportunities by identifying the gaps in health and climate change research. *The Lancet Regional Health - Americas*, p. 100605. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2023.100605>
- Peng, Z, Deschênes, O, Meng, KC & Zhang, J.** 2018. Temperature effects on productivity and factor reallocation: Evidence from a half million chinese manufacturing plants. *Journal of Environmental Economics and Management*, 88, pp. 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2017.11.001>
- Pörtner, O. y Roberts, D.**, 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Working Group II - Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponible en: https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf
- Romanello, Marina, Claudia Di Napoli, Paul Drummond, Carole Green, Harry Kennard, Pete Lampard, Daniel Scamman, et al.**, 2022. The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels. *The Lancet*, 400(10363), pp. 1619-1654. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01540-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01540-9)
- Romero Aravena, H. y Molina, M.**, 2008. Relación espacial entre tipos de usos y coberturas de suelos e islas de calor en Santiago de Chile. *Anales Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas*, Vol.1, N° 1; 2008, pp. 223-230. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/117775>

- Romero, H., Salgado, M. y Smith, P.,** 2010. Cambios climáticos y climas urbanos: Relaciones entre zonas termales y condiciones socioeconómicas de la población de Santiago de Chile. *Revista INVI*, 25(70). <https://doi.org/10.4067/S0718-83582010000300005>
- Roth, Gregory A, Degu Abate, Kalkidan Hassen Abate, Solomon M Abay, Cristiana Abbafati, Nooshin Abbasi, Hedayat Abbastabar, et al.,** 2018. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 392(10159), pp. 1736-1788. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32203-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32203-7)
- Sanz-Barbero, B, Linares, C, Vives-Cases, C, González, JL, López-Ossorio, JJ y Diaz, J,** 2018. Heat wave and the risk of intimate partner violence. *Science of The Total Environment*, 644, pp. 413–419. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.368>
- Sarricolea, P., Herrera-Ossandon, M. y Meseguer-Ruiz, Ó.,** 2017. Climatic regionalisation of continental Chile. *Journal of Maps*, 13(2), pp. 66-73. <https://doi.org/10.1080/17445647.2016.1259592>
- Schwaab, J, Meier, R, Mussetti, G, Seneviratne, SI, Bürgi, C y Davin, EL,** 2021. The role of urban trees in reducing land surface temperatures in European cities. *Nature Communications*, 12(1), p. 6763. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26768-w>
- Semenza, JC, Rubin, C, Falter, KH, Selanikio, JD, Flanders, WD, Howe, HL y Wilhelm, J,** 1996. Heat-Related Deaths during the July 1995 Heat Wave in Chicago. *New England Journal of Medicine*, 335(2), pp. 84-90. <https://doi.org/10.1056/NEJM199607113350203>
- Sepúlveda, O.,** 2006. Islas de Calor en el centro de Santiago: El efecto de los edificios forrados en vidrios. *Boletín de Geografía UMCE*, 24.
- Seremi Salud RM,** 2014. *Diagnóstico de Salud Region Metropolitana 2014*. Disponible en: <https://www.gobiernosantiago.cl/wp-content/uploads/2014/12/Seremi-de-Salud-Regi%C3%B3n-Metropolitana-Diagn%C3%B3stico-de-Salud-de-la-Regi%C3%B3n-Metropolitana-2014-Diciembre-2014.pdf>
- Salvatore, S, Mucciardi, M, Leonardi, V, Schlesinger, S, Florio, MG, Famà, F, Muscatello, MRA y Mento, C,** 2016. Meteorological conditions and psychiatric emergency visits in Messina, Italy. *International Journal of Psychological Research*, 9(1), pp. 72-82. <https://doi.org/10.21500/20112084.2103>
- Singh, N, Mall, RK, Banerjee, T y Gupta, A,** 2021. Association between climate and infectious diseases among children in Varanasi city, India: A prospective cohort study. *Science of The Total Environment*, 796, p. 148769. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148769>
- Smith, P. y Romero, H.,** 2016. Factores explicativos de la distribución espacial de la temperatura del aire de verano en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, (63), pp. 45-62. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022016000100004>
- Stechemesser, A., Levermann, A. y Wenz, L.,** 2022. Temperature impacts on hate speech online: evidence from 4 billion geolocated tweets from the USA. *The Lancet Planetary Health*, 6(9), pp. e714-e725. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00173-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00173-5)

- Stillman, J.H.**, 2019. Heat Waves, the New Normal: Summertime Temperature Extremes Will Impact Animals, Ecosystems, and Human Communities. *Physiology*, 34(2), pp. 86-100. <https://doi.org/10.1152/physiol.00040.2018>
- Toloo, GS, FitzGerald, G, Aitken, P, Verrall, K y Tong, S**, 2013. Are heat warning systems effective?. *Environmental Health*, 12(1), p. 27. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-27>
- Vandentorren, S., P. Bretin, A Zeghnoun, L. Mandereau-Bruno, A. Croisier, C. Cochet, J. Ribéron, I. Siberan, B. Declercq, and M. Ledrans**, 2006. August 2003 Heat Wave in France: Risk Factors for Death of Elderly People Living at Home. *European Journal of Public Health*, 16(6), pp. 583-591. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckl063>
- Vaneckova, P. y Bambrick, H.**, 2013. Cause-Specific Hospital Admissions on Hot Days in Sydney, Australia. *PLoS ONE*, 8(2), p. e55459. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055459>
- Wallace, RF, Kriebel, D, Punnett, L, Wegman, DH y Amoroso, PJ**, 2007. Prior heat illness hospitalization and risk of early death. *Environmental Research*, 104(2), pp. 290–295. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2007.01.003>
- Wang, XY, Barnett, A, Hu, W y Tong, S**, 2009. Temperature variation and emergency hospital admissions for stroke in Brisbane, Australia, 1996-2005. *International Journal of Biometeorology*, 53(6), pp. 535-541. <https://doi.org/10.1007/s00484-009-0241-4>
- Wang, Y.-C. and Lin, Y.-K.**, 2014. Association between Temperature and Emergency Room Visits for Cardiorespiratory Diseases, Metabolic Syndrome-Related Diseases, and Accidents in Metropolitan Taipei. *PLoS ONE*, 9(6), p. e99599. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099599>
- Watts, N, Amann, M, Arnell, N, Ayeb-Karlsson, S, Belesova, K, Berry, H, Bouley, T, et al.**, 2018. The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change: shaping the health of nations for centuries to come. *The Lancet*, 392(10163), pp. 2479-2514. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32594-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32594-7)
- WMO**, 2023a. *Definition and Monitoring of Extreme Weather and Climate Events*. World Meteorological Organization. Disponible en: https://library.wmo.int/viewer/58396?medianame=1310_Guidelines_on_DEWCE_en_#page=3&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=
- WMO**, 2023b. *Heatwaves worsen air quality and pollution*. Disponible en: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-bulletin-heatwaves-worsen-air-quality-and-pollution>.
- WMO**, 2023c. *State of the Global Climate 2022*. World Meteorological Organization.
- Woodward, K.R, D Campbell-Lendrum, D.D Chadee, Y, Honda, y Q Liu**, 2014. Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. En: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press., pp. 709-754.

- Worfolk, J.B.**, 2000. Heat Waves: Their Impact on the Health of Elders. *Geriatric Nursing*, 21(2), pp. 70-77. <https://doi.org/10.1067/mgn.2000.107131>
- Xu, Z, Sheffield, P, Su, H, Wang, X, Bi, Y y Tong, S**, 2014. “The Impact of Heat Waves on Children’s Health: A Systematic Review.” *International Journal of Biometeorology* 58 (2): 239–47. <https://doi.org/10.1007/s00484-013-0655-x>.
- Yang, H.-Y., Lee, J.K.W. y Chio, C.-P.**, 2022. Extreme temperature increases the risk of stillbirth in the third trimester of pregnancy. *Scientific Reports*, 12(1), p. 18474. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23155-3>
- Ye, X, Wolff, R, Yu, W, Vaneckova, P, Pan, X y Tong, S**, 2012. Ambient Temperature and Morbidity: A Review of Epidemiological Evidence. *Environmental Health Perspectives*, 120(1), pp. 19-28. <https://doi.org/10.1289/ehp.1003198>
- Zhang, Y., Yu, C. y Wang, L.**, 2017. Temperature exposure during pregnancy and birth outcomes: An updated systematic review of epidemiological evidence. *Environmental Pollution*, 225, pp. 700-712. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.066>
- Zuo, J, Pullen, S, Palmer, J, Bennetts, H, Chileshe, N y Ma, T**, 2015a. Impacts of heat waves and corresponding measures: a review. *Journal of Cleaner Production*, 92, pp. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.078>

CÓMO CITAR ESTE CAPÍTULO:

Gil, M., Asahi, K., Palharini R., Undurraga, E. (2024). Calor extremo: estrategia de gestión y medidas de adaptación para la Región Metropolitana de Santiago. En: Centro de Políticas Públicas UC (ed), *Propuestas para Chile. Concurso Políticas Públicas 2023*. Pontificia Universidad Católica de Chile, pp. 49-88.



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE