



Guía para la vigilancia  
sindrómica de efectos en la salud  
**relacionados con el calor**  
en América del Norte

Citar como:

CCA (2017), *Guía para la vigilancia sindrómica de efectos en la salud relacionados con el calor en América del Norte*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 52 pp.

La presente publicación fue elaborada por la Junta de Salud Pública de los condados de Kingston, Frontenac y Lennox, y Addington (*KFL&A Public Health*) para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. La información que contiene es responsabilidad del autor y no necesariamente refleja los puntos de vista de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos o México.

Edición al cuidado del Departamento de Comunicación y Difusión Pública del Secretariado de la CCA.

Se permite la reproducción de este material sin previa autorización, siempre y cuando se haga con absoluta precisión, su uso no tenga fines comerciales y se cite debidamente la fuente, con el correspondiente crédito a la Comisión para la Cooperación Ambiental. La CCA apreciará que se le envíe una copia de toda publicación o material que utilice este trabajo como fuente.

A menos que se indique lo contrario, el presente documento está protegido mediante licencia de tipo “Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada”, de Creative Commons.



© Comisión para la Cooperación Ambiental, 2017

ISBN: 978-2-89700-215-2 (versión electrónica)

*Available in English* – ISBN: 978-2-89700-213-8 (*electronic version*)

*Disponible en français* – ISBN: 978-2-89700-214-5 (*version électronique*)

Depósito legal: Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2017

Depósito legal: Library and Archives Canada, 2017

#### Detalles de la publicación

*Categoría del documento:* publicación de proyecto

*Fecha de publicación:* junio de 2017

*Idioma original:* inglés

*Procedimientos de revisión y aseguramiento de la calidad:*

*Revisión final de las Partes:* mayo de 2017

QA 291

*Proyecto:* Plan Operativo 2015-2016: *Por la adaptación de las comunidades de América del Norte al cambio climático: sistema piloto de vigilancia sindrómica ante el calor extremo*

Si desea más información sobre ésta y otras publicaciones de la CCA, dirjase a:



#### Comisión para la Cooperación Ambiental

393 rue St-Jacques Ouest, bureau 200

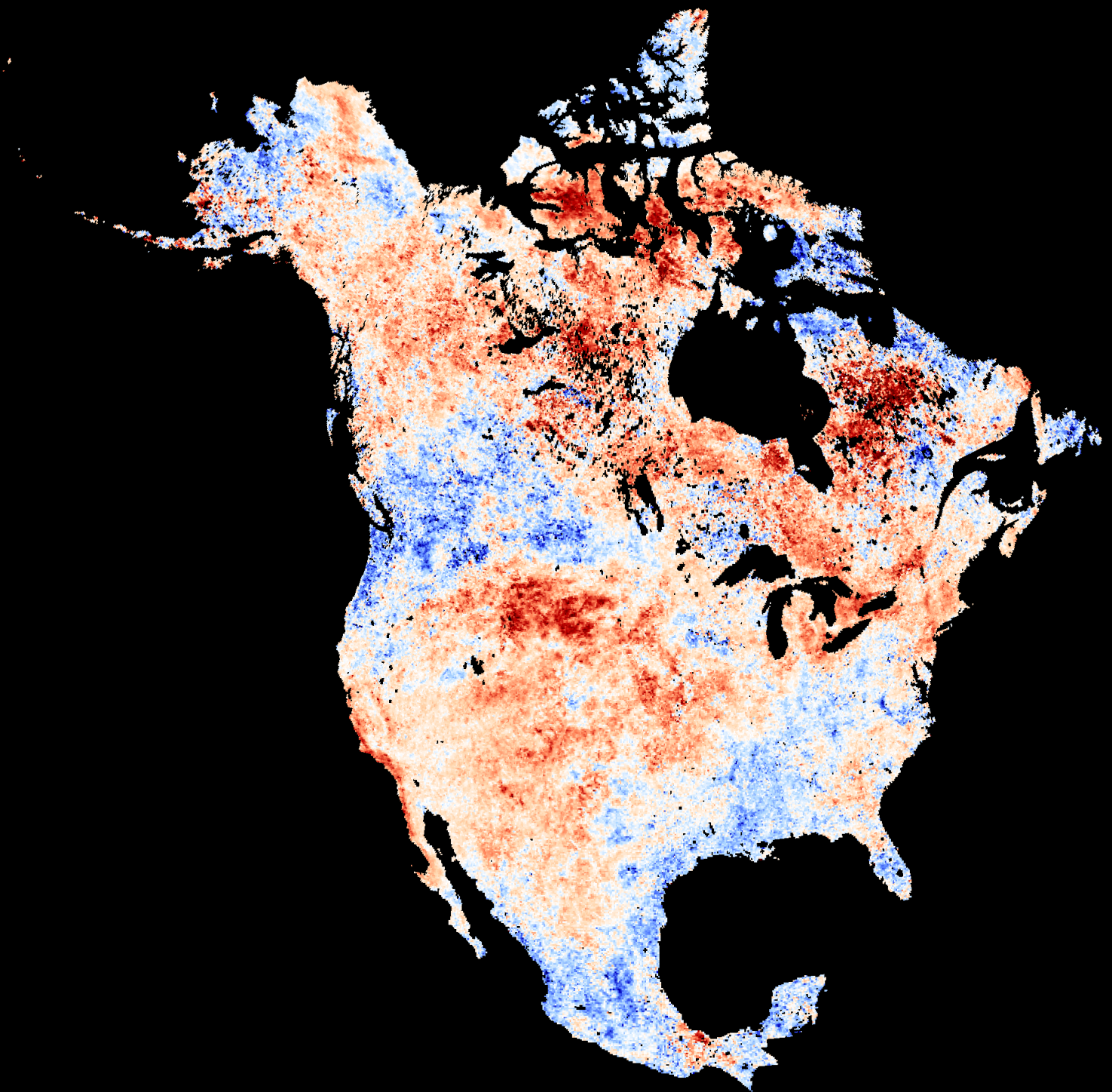
Montréal (Québec), Canada, H2Y 1N9

Tel.: 514.350.4300 - fax: 514.350.4314

info@cec.org / www.cec.org



Guía para la vigilancia  
sindrómica de efectos en la salud  
**relacionados con el calor**  
en América del Norte



Mapa de anomalías de temperatura en la superficie terrestre en el periodo del 17 al 24 de junio de 2016. Las áreas rojas presentan temperaturas superiores al promedio de 2001-2010, mientras que aquellas en azul corresponden a temperaturas más bajas.

*Fuente:* Observaciones de la Tierra por la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA Earth Observations: NEO, 2016).

# Índice

Sinopsis	vii
Resumen ejecutivo	viii
Agradecimientos	x
Introducción	1
Principios elementales de la vigilancia sindrómica	3
Métodos de vigilancia sindrómica para monitorear eventos de calor extremo	15
Estudio des casos	19
Conclusiones	33
Fuentes de información en línea	35
Referencias	36

## Lista de cuadros

Cuadro 1. Características de la vigilancia tradicional de la salud pública y la vigilancia sindrómica	4
Cuadro 2. Fuentes de datos no clínicos y clínicos para labores de vigilancia sindrómica	6
Cuadro 3. Poblaciones que podrían estar en mayor riesgo de mortalidad y morbilidad relacionadas con el calor	10
Cuadro 4. Alertas de calor en las regiones de Ontario: condiciones y duración asociadas	11
Cuadro 5. Palabras clave para síndromes en el Sistema de Vigilancia Sindrómica de Michigan	25
Cuadro 6. Fuentes de datos del Sistema de Vigilancia Sindrómica ante Eventos de Calor Extremo de Ottawa	32

## Lista de gráficas

Gráfica 1. Cronología y oportunidad de la detección con la aplicación de vigilancia sindrómica en comparación con la vigilancia tradicional de salud pública	3
Gráfica 2. Resultados de la búsqueda (vía Google Académico) del término “vigilancia sindrómica” en artículos publicados	4
Gráfica 3. Número de publicaciones por año que contienen la frase “vigilancia sindrómica” (en el título o el resumen), según resultados de búsqueda con Embase y MEDLINE de Ovid	5
Gráfica 4. Porcentaje de sistemas de vigilancia sindrómica que, además de efectos en la salud derivados de ECE, monitorean los de otros eventos meteorológicos relacionados con el cambio climático	9
Gráfica 5. Mapa de regiones en Ontario afectadas por el calor	12
Gráfica 6. Protocolo de comunicación en procesos de alerta de calor para ECCC, las unidades de salud pública locales y los aliados comunitarios	13
Gráfica 7. Espectro de efectos del calor en la salud	15
Gráfica 8. Componentes básicos de la arquitectura de un sistema de vigilancia sindrómica	17
Gráfica 9. Arquitectura del sistema SUPREME	18
Gráfica 10. Mortalidad debida al calor extremo en entidades federativas mexicanas para 2015	20
Gráfica 11. Tablero de control de vigilancia sindrómica de Hermosillo para enfermedades relacionadas con el calor	22
Gráfica 12. Periodos de cálculos de los valores de referencia para la definición de reglas de generación de alertas con base en sumas acumuladas (CuSum) 1, 2 y 3	27
Gráfica 13. Protocolo de respuesta ante una alerta por anomalías	28
Gráfica 14. Página principal del <i>Public Health Information Management System</i> [Sistema de Manejo de Información sobre Salud Pública]	31

## Siglas, acrónimos y abreviaturas

<b>ACES</b>	Vigilancia Mejorada de Unidades de Cuidado Intensivo ( <i>Acute Care Enhanced Surveillance</i> )
<b>CCA</b>	Comisión para la Cooperación Ambiental
<b>CDC</b>	Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades ( <i>Centers for Disease Control and Prevention</i> )
<b>CHSSW</b>	Grupo de Trabajo sobre Cambio Climático y Vigilancia Sindrómica de la Salud ( <i>Climate and Health Syndromic Surveillance Workgroup</i> )
<b>Coesprisson</b>	Comisión Estatal de Protección contra Riesgos Sanitarios del Estado de Sonora
<b>Cofepris</b>	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
<b>CSTE</b>	Consejo de Epidemiólogos Estatales y Territoriales ( <i>Council of State and Territorial Epidemiologists</i> )
<b>CuSum</b>	suma acumulada (del inglés: <i>cumulative sum</i> )
<b>EARS</b>	Sistema de Notificación Temprana de Aberraciones ( <i>Early Aberration Reporting System</i> )
<b>ECCC</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá ( <i>Environment and Climate Change Canada</i> )
<b>ECE</b>	evento de calor extremo
<b>ERC</b>	enfermedad relacionada con el calor
<b>ESSENCE</b>	Sistema de Vigilancia Electrónica para la Notificación Temprana de Epidemias Comunitarias ( <i>Electronic Surveillance System for the Early Notification of Community-based Epidemic</i> )
<b>HL7</b>	Norma sanitaria Health Level 7
<b>ISDS</b>	Sociedad Internacional para la Vigilancia de Enfermedades ( <i>International Society for Disease Surveillance</i> )
<b>MDHHS</b>	Departamento de Salud y Servicios Humanos de Michigan ( <i>Michigan Department of Health and Human Services</i> )
<b>MSSS</b>	Sistema de Vigilancia Sindrómica de Michigan ( <i>Michigan Syndromic Surveillance System</i> )
<b>NDVI</b>	Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada ( <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> )
<b>OPH</b>	Junta de Salud Pública de Ottawa ( <i>Ottawa Public Health</i> )
<b>OSSEH</b>	Vigilancia Sindrómica ante Eventos de Calor Extremo de Ottawa ( <i>Ottawa Syndromic Surveillance for Extreme Heat</i> )
<b>PLN</b>	procesamiento de lenguajes naturales (del inglés: <i>natural language processing</i> )
<b>RODS</b>	vigilancia en tiempo real de brotes y enfermedades (del inglés: <i>Real-time Outbreak and Disease Surveillance</i> )
<b>SIG</b>	sistema de información geográfica
<b>Sinave</b>	Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, México
<b>SMN</b>	Servicio Meteorológico Nacional, México
<b>SUPREME</b>	Sistema de Vigilancia y Prevención de los Efectos de Eventos Meteorológicos Extremos ( <i>Surveillance and Prevention of the Impacts of Extreme Meteorological Events</i> )
<b>SurSaUD</b>	Sistema francés de vigilancia sindrómica ( <i>French Syndromic Surveillance System</i> )





## Sinopsis

Parte de un proyecto de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) para el ciclo 2015-2016, la presente guía describe los pasos requeridos para crear o mejorar un sistema de vigilancia sindrómica destinado al monitoreo de eventos de calor extremo (ECE), y pone de relieve las experiencias de tres comunidades piloto participantes de Canadá, Estados Unidos y México. Un sistema de vigilancia sindrómica eficaz recurre a fuentes de datos previos al diagnóstico para monitorear signos tempranos de efectos en la salud, a fin de facilitar una respuesta de salud pública oportuna. Cinco son los pasos clave a seguir en la creación (o mejoramiento) de un sistema de vigilancia sindrómica para el monitoreo de ECE: 1) identificar las fuentes de datos (lo que supone evaluar la idoneidad, disponibilidad, oportunidad y calidad de la información); 2) diseñar la arquitectura del sistema; 3) definir un síndrome con base en el cual puedan registrarse o consignarse las enfermedades relacionadas con el calor (ERC); 4) establecer reglas para la generación de alertas del sistema, y 5) integrar efectos en la salud con datos relacionados con condiciones meteorológicas (por ejemplo, la temperatura). La ciudad de Hermosillo, Sonora, México, creó un sistema de vigilancia sindrómica desde cero, con el objetivo de permitir que la vigilancia de la salud pública municipal incluyera ERC; el estado de Michigan, Estados Unidos, hizo más precisa su definición de síndrome por calor al añadir palabras clave y optimizar los métodos estadísticos empleados para determinar los protocolos de generación de alertas; la ciudad de Ottawa, Canadá, modernizó su actual sistema de vigilancia sindrómica para ERC mediante la adición de datos en tiempo casi real obtenidos de un servicio de atención telefónica con consejos de enfermería y la posibilidad de visualizar los efectos en la salud conjuntamente con datos sobre condiciones meteorológicas en un tablero de control de base cartográfica. Las experiencias de las comunidades piloto participantes aportan numerosos aprendizajes que otras comunidades, con distintos niveles de recursos y climas diversos, podrán adquirir conforme desarrollen su propia capacidad de vigilancia sindrómica.

# Resumen ejecutivo

La Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) invitó a tres comunidades de América del Norte —una de Canadá, una de Estados Unidos y una de México— a participar como comunidades piloto en el proyecto *Por la adaptación de las comunidades de América del Norte al cambio climático: sistema piloto de vigilancia sindrómica ante el calor extremo* de su Plan Operativo 2015-2016. El proyecto tiene como objetivo principal ayudar a cada una de las comunidades piloto a desarrollar un sistema de vigilancia sindrómica funcional y en tiempo real ante eventos de calor extremo (ECE). En la presente guía se describen las experiencias de las comunidades piloto —con énfasis en las lecciones aprendidas— y se identifican cinco pasos clave conducentes a la creación de un sistema de vigilancia sindrómica que permita monitorear ECE, y de pertinencia para cualquier comunidad en América del Norte que esté considerando llevar a cabo una empresa similar.

Los actuales modelos climáticos predicen ECE cada vez más severos que pueden suponer un riesgo para la salud humana; por ello, resulta necesario formular métodos que nos permitan entender con mayor claridad los efectos del calor en la salud a fin de facilitar adaptaciones necesarias frente a estos eventos, mediante la adopción de políticas y la generación de respuestas de prevención y protección de la salud pública. La vigilancia sindrómica amplía la observación tradicional de la salud pública al utilizar datos de diagnóstico previo más oportunos para monitorear efectos en la salud. Numerosas autoridades de salud pública en los tres países de América del Norte, por ejemplo, monitorean la influenza estacional utilizando sistemas de vigilancia sindrómica con base en fuentes de información que incluyen, entre otros, datos emanados de procesos de triaje de unidades de cuidado intensivo, así como de ventas de productos farmacéuticos en mostrador (sin receta), o bien obtenidos de registros de ausentismo escolar.

Esta guía presenta un panorama histórico de la vigilancia sindrómica, y describe los cinco pasos clave necesarios para crear (o mejorar) un sistema destinado a monitorear ECE. A fin de demostrar de manera más fehaciente los métodos a emplear y los desafíos a enfrentar, se incluyen, como parte del paso correspondiente, las experiencias y aprendizajes adquiridos por cada una de las tres comunidades piloto seleccionadas de los tres países de América del Norte: la ciudad de Ottawa, en Canadá; el estado de Michigan, en Estados Unidos, y la ciudad de Hermosillo, en México.

Los cinco pasos clave identificados se describen a continuación:

1. identificar las fuentes de datos;
2. diseñar la arquitectura del sistema de vigilancia sindrómica;
3. definir un síndrome por calor (con base en el cual puedan registrarse o consignarse las enfermedades relacionadas con el calor);
4. establecer reglas para la generación de alertas en caso de detección de brotes;
5. integrar datos sobre efectos en la salud junto con aquellos relacionados con las condiciones meteorológicas en un sistema de vigilancia sindrómica.

Puesto que la efectividad de la vigilancia depende de las características de los datos empleados, el primer paso para crear (o mejorar) un sistema de vigilancia sindrómica consiste en identificar las fuentes de información adecuadas al propósito, y evaluarlas: identificar su idoneidad y disponibilidad. ¿Aportan los datos indicadores cuantitativos de enfermedades relacionadas con el calor? Los efectos en la salud relacionados con el calor pueden ir desde una leve sensación de incomodidad hasta la muerte, y en algunos casos, los profesionales del cuidado de la salud no llegan a detectar los síntomas como directamente relacionados con el calor extremo (la deshidratación, por ejemplo, suele incluirse en la etiología de numerosas enfermedades). El análisis de la disponibilidad de los datos incluye cuestiones relacionadas con derechos de propiedad y confidencialidad. Para la vigilancia sindrómica, el carácter oportuno de la transferencia de datos es un elemento preponderante. Por ejemplo, es necesario disponer de la información tan pronto como se genera, o muy poco después, a fin de monitorear los efectos en la salud en tiempo real o casi real. Por último, es preciso considerar la calidad de los datos, lo que comprende la integridad, precisión y representatividad de los mismos.

El segundo paso consiste en diseñar la arquitectura que permita un sistema con capacidad de alcanzar los objetivos para el sistema de vigilancia sindrómica. Por arquitectura se entiende el marco técnico de componentes electrónicos, incluidos hardware, software y redes necesarios. En relación con este paso, la ciudad de Hermosillo integró una base de

datos sobre enfermedades relacionadas con el calor (ERC), en dos centros médicos que facilitaron medidas eficaces de seguridad y privacidad, mientras personal de las áreas de epidemiología y salud pública cotejaban los datos recabados con fines de análisis y evaluación. Gracias a los datos recogidos con este sistema se logró en Hermosillo una mayor comprensión de los efectos del calor extremo en la salud pública de la localidad, además de que ahora estos datos sirven de base para ampliar los informes epidemiológicos actuales sobre enfermedades infecciosas y otras de notificación obligatoria. El equipo del proyecto espera poder expandir la actual base de datos nueva y aplicarla en otros centros médicos para generar mayor concientización de la situación en casos de enfermedades relacionadas con el calor en Hermosillo, amén de nutrir políticas de prevención y protección en materia de salud pública.

El tercer paso implica definir un síndrome por calor. En la mayoría de los sistemas de vigilancia sindrómica, se utilizan algoritmos estadísticos para clasificar casos recogidos a partir de fuentes de datos y agruparlos de acuerdo con síntomas o síndromes pertinentes en términos médicos. Por cuanto al calor extremo, el síndrome se define a partir de los casos en que se presentan síntomas que apuntan a una enfermedad relacionada con el calor (ERC). Dependiendo de la capacidad del sistema creado (o mejorado), esto podría significar la necesidad de definir algoritmos que permitan asociar un caso a un síndrome específico por calor, o crear búsquedas de datos con ayuda de palabras clave especiales. El Sistema de Vigilancia Sindrómica de Michigan (*Michigan Syndromic Surveillance System, MSSS*) participó en este proyecto con el mejoramiento del síndrome definido para ERC: el equipo del proyecto aumentó con términos adicionales relacionados con el calor la lista de palabras clave empleadas para clasificar los casos emanados de los principales motivos de consulta registrados en el proceso de triaje. Asimismo, se crearon nuevos métodos estadísticos que permiten alcanzar una mayor precisión en la detección de aberraciones de conteos de casos previstos. Las lecciones adquiridas por la comunidad piloto de Michigan resultan de particular pertinencia para las comunidades que utilizan sistemas de vigilancia sindrómica con definiciones de síndromes previamente especificadas y establecidas.

El cuarto paso para crear un sistema de vigilancia sindrómica destinado a monitorear ECE consiste en formular o definir reglas para la generación de alertas que permitan identificar conteos de casos que resulten aberrantes —o por encima de lo esperado— y que, por lo tanto, merezcan una respuesta de salud pública. Se describen distintos métodos para determinar conteos aberrantes, entre los que se incluyen el sencillo método visual al que pueden recurrir analistas experimentados, y métodos estadísticos con base en valores de referencia anteriores o históricos. Por ejemplo, las sumas acumuladas son un método común de alerta que se basa en valores de referencia calculados a partir de conteos de datos de días previos (que varían según la sensibilidad de la detección deseada), y de umbrales que a su vez pueden también variarse a fin de ajustar la sensibilidad. En los protocolos de respuesta a alertas, es preciso definir reglas para su generación: idealmente tales protocolos deberán prepararse en colaboración con sectores interesados de la comunidad, y en ellos habrá que delinear las acciones a tomar y las responsabilidades correspondientes al generarse una alerta a partir de los datos.

El último paso, según lo definido en esta guía, consiste en integrar datos sobre efectos en la salud con datos meteorológicos. Un sistema de vigilancia sindrómica ideal para monitorear ECE permitirá realizar una evaluación con base en elementos cartográficos y en tiempo real de los efectos en la salud relacionados con condiciones meteorológicas. Dicho sistema permitirá generar una respuesta de salud pública en regiones geográficas de mayor riesgo o más necesitadas, además de aportar conocimientos sobre la situación de un evento en tiempo real. Esta información es esencial para evaluar prácticas y políticas vigentes, lo mismo durante un evento que después de ocurrido, y podrá contribuir a la toma de decisiones en tiempo real con miras a mejorar el estado de salud de la población durante un evento. En la ciudad de Ottawa se creó un tablero de control reservado a la integración de datos sobre los efectos en la salud y las condiciones meteorológicas: así, el sistema de Vigilancia Sindrómica ante Eventos de Calor Extremo de Ottawa (*Ottawa Syndromic Surveillance for Extreme Heat, OSSEH*) ofrece a los profesionales de la salud pública acceso inmediato a información obtenida de unidades de cuidado intensivo y de servicios de atención telefónica con consejos de enfermería, sumada a datos obtenidos de servicios meteorológicos, a fin de mejorar los tiempos de respuesta durante ECE.

Las fortalezas y limitaciones de la vigilancia sindrómica de ECE con base en fuentes de datos para ERC son similares a las observadas en otros sistemas de vigilancia sindrómica. Puesto que la vigilancia sindrómica se basará en datos

previos al diagnóstico, deberá validarse en forma retrospectiva comparándola con los datos de diagnóstico para asegurar la eficacia del sistema. Los aprendizajes obtenidos por las comunidades piloto seleccionadas para este proyecto revisten particular importancia, ya que las comunidades representan diversos niveles de capacidad para efectuar la vigilancia sindrómica: desde el caso de una ciudad sin vigilancia sindrómica activa (es decir, Hermosillo) hasta el de una ciudad con un sistema adecuadamente establecido y validado, junto con un tablero de control que integra datos sobre los efectos en la salud y las condiciones meteorológicas (léase Ottawa). Sin importar el punto de partida en cada caso, en las tres comunidades piloto se lograron mejoras importantes en los respectivos sistemas de vigilancia sindrómica. Por ejemplo, una de las experiencias comunes a todas las comunidades es que la identificación de las fuentes de datos y la cuidadosa recopilación de los mismos resultan elementos indispensables a efecto de crear una base de datos efectiva para la vigilancia sindrómica. De igual manera, se observa que la recopilación de datos emanados de la vigilancia sindrómica representa una valiosa forma de identificar poblaciones o regiones geográficas vulnerables al calor extremo. Por último, se reconoce la necesidad de realizar trabajo ulterior para formular indicadores combinados de salud y condiciones meteorológicas, a efecto de mejorar los planes de respuesta y los protocolos de atención de urgencias en eventos de calor.

## Agradecimientos

La Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) desea extender su sincero agradecimiento a Nancy VanStone y Paul Belanger, de la Junta de Salud Pública de los condados de Kingston, Frontenac y Lennox, y Addington (*KFL&A Public Health*), quienes guiaron el trabajo de preparación de la presente guía y coordinaron las aportaciones de expertos de Canadá, Estados Unidos y México.

Además de su valioso asesoramiento a lo largo del proceso, los integrantes del comité directivo del proyecto aportaron su conocimiento experto en la revisión de la guía. Nuestro agradecimiento a: Abderrahmane Yagouti, del ministerio de Salud de Canadá (*Health Canada*); Shubhayu Saha, de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (*Centers for Disease Control and Prevention*, CDC) de Estados Unidos, y Matiana Ramírez Aguilar y José Jesús Heraclio Herrera, de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris) de México.

Asimismo, la CCA desea reconocer las valiosas contribuciones de las comunidades piloto participantes en el proyecto, que compartieron información y aprendizajes adquiridos en relación con la instrumentación de sus sistemas de vigilancia sindrómica y los estudios de caso presentados en esta guía. Agradecemos a las siguientes personas y sus respectivos equipos: Jay Fiedler y Fatema Mamou, del Departamento de Salud y Servicios Humanos de Michigan (*Michigan Department of Health and Human Services*, MDHHS); John Christensen, del Instituto Altarum; Martha Robinson y Cameron McDermaid, de la Junta de Salud Pública de Ottawa (*Ottawa Public Health*, OPH), y Hugo Francisco Medina, Verónica Bernal Aguilar y Pascual Axel Soto, de la Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios del Estado de Sonora (Coesprisson).

La CCA desea también dar las gracias a los revisores especialistas quienes compartieron su experiencia, conocimientos y observaciones en torno al contenido de la presente publicación: Lauren Thie, del Departamento de Salud y Servicios Humanos de Carolina del Norte (*North Carolina Department of Health and Human Services*), y Matthew Roach, del Departamento de Servicios de Salud de Arizona (*Arizona Department of Health Services*).

Por último, la Comisión reconoce la labor de los miembros del personal del Secretariado cuya participación permitió llevar a buen término este proyecto, a saber: Orlando Cabrera Rivera, gerente de programa; Heidy Rivasplata Maldonado, coordinadora de proyecto; Erika Hercules, asistente de programa; el equipo editorial de la CCA: Douglas Kirk, Jacqueline Fortson y Johanne David, y Gray Fraser, diseñador gráfico.



## Introducción

El cambio climático presenta nuevos desafíos a la salud pública y al sistema de salud en general. Gracias a modelos climáticos de alcance mundial y regional es posible predecir que los eventos meteorológicos extremos se incrementarán tanto en frecuencia como en gravedad y duración en las próximas décadas; se espera que los eventos de calor extremo (ECE) —ondas (u olas) de calor— se intensifiquen en forma particular (IPCC, 2014). Los riesgos para la salud humana están cambiando debido al aumento en la temperatura y los factores de presión meteorológicos, combinados con el deterioro asociado en la calidad del aire, mayores riesgos de contaminación en alimentos y agua, y cambios en los patrones de transmisión de las enfermedades infecciosas. Los índices de morbilidad y mortalidad resultantes de la exposición al calor extremo van en aumento: por ejemplo, las ondas de calor registradas en 2003 en Europa y en 2010 en Rusia produjeron 70 mil y 55 mil fallecimientos, respectivamente (Barriopedro *et al.*, 2011; Robine *et al.*, 2008). La aplicación de nuevos métodos para mejorar la vigilancia tradicional de la salud pública en aras de optimizar los tiempos de respuesta ante un caso de emergencia podría redundar en una mayor resiliencia de la comunidad ante los efectos del cambio climático.

La vigilancia sindrómica permite a las autoridades de salud pública monitorear brotes de enfermedades a partir de fuentes de datos que ofrecen acceso en tiempo real (o casi real) a información en materia sanitaria. Mediante las acciones que buscan implementar o mejorar sistemas de

vigilancia sindrómica de efectos en la salud derivados de la exposición al calor extremo, es posible entender tales impactos con mayor claridad, además de respaldar las respuestas de emergencia y salud pública con información fáctica y una mayor concientización de la situación durante olas de calor. Las enfermedades relacionadas con el calor (ERC) incluyen urticaria, golpe de calor, calambres e insolación; la exposición al calor extremo también puede exacerbar enfermedades crónicas (Hajat, O'Connor y Kosatsky, 2010). Numerosas autoridades sanitarias en América del Norte ya incorporan la vigilancia sindrómica en sus prácticas rutinarias de vigilancia de salud pública para detectar, por ejemplo, el inicio de la temporada anual de influenza, o para monitorear casos locales de asma. Mejorar los sistemas de vigilancia sindrómica de que se dispone o crear nuevos sistemas para el monitoreo de ECE puede ayudar a las autoridades de salud en sus empeños por apoyar las medidas de adaptación de la población al cambio climático.

Esta guía sirve de base en la preparación de sistemas de vigilancia sindrómica para monitorear ECE en América del Norte, y describe los pasos necesarios para crear un sistema donde no se cuente con un programa preexistente de vigilancia sindrómica, o bien mejorar un sistema ya en operación para ERC. El ímpetu detrás de la guía tiene su origen en un proyecto auspiciado por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), en colaboración con las autoridades federales de salud de Canadá, Estados Unidos y México, orientado a apoyar la vigilancia sindrómica en



comunidades piloto seleccionadas de los tres países. En la guía se incluyen estudios de caso preparados por las respectivas autoridades sanitarias para poner de relieve los aprendizajes adquiridos al incorporar la vigilancia sindrómica para el monitoreo de ECE en las prácticas de vigilancia de salud pública de las comunidades participantes. En la ciudad de Hermosillo, Sonora, México, se delineó un sistema para registrar ERC —desde el concepto teórico hasta su instrumentación—; el Sistema de Vigilancia Sindrómica de Michigan (*Michigan Syndromic Surveillance System*, MSSS) replanteó su definición de síndrome por calor en aras de mejorar la especificidad en la detección en dicha entidad, y en la ciudad de Ottawa, Ontario, Canadá, se optimizó el Sistema de Vigilancia Mejorada de Unidades de Cuidado Intensivo (*Acute Care Enhanced Surveillance*, ACES) con la adición de fuentes de datos y datos meteorológicos simultáneos en tiempo real.

La guía comienza con una descripción de los principios elementales de la vigilancia sindrómica, que ilustra su historia y sus aplicaciones; enseguida se presenta un resumen de los resultados emanados de un estudio llevado a cabo en torno a los sistemas de Canadá y Estados Unidos, incluida una descripción de plataformas de vigilancia sindrómica utilizadas con mayor frecuencia. Asimismo, se distinguen cinco pasos clave en apoyo de las autoridades de salud pública para desarrollar e implementar sistemas de vigilancia sindrómica en casos de calor extremo, a saber:

1. identificar las fuentes de datos;
2. diseñar la arquitectura del sistema de vigilancia sindrómica;

3. definir un síndrome por calor;
4. establecer alertas en caso de detección de brotes;
5. integrar datos relacionados con efectos en la salud con datos meteorológicos en un sistema de vigilancia sindrómica.

Cada uno de los pasos ha sido analizado para integrar los contenidos de esta guía, haciendo referencia a las experiencias de las comunidades participantes y las autoridades de salud correspondientes, según el caso. Se incluye una lista de recursos para quien desee consultar información más detallada. Se espera que la guía se lea bajo la premisa de que un sistema de vigilancia sindrómica debe crearse o mejorarse en función de los conjuntos de datos disponibles y en conformidad con las características y el nivel de vulnerabilidad de la población local, toda vez que la resiliencia y capacidad de adaptación al calor varían de una población a otra. Por ejemplo, todos los habitantes de una comunidad pueden ser vulnerables al calor debido a factores geográficos locales (una alta concentración de superficie asfaltada con sombra y vegetación limitadas, entre otros) y socioeconómicos (por ejemplo, deficiente calidad de los materiales de construcción de las viviendas y acceso limitado a aire acondicionado), pero probablemente los más vulnerables sean los adultos mayores y la población infantil, que podrían encontrarse en riesgo por limitaciones de índole fisiológica. De igual forma, las implicaciones regionales del cambio climático variarán de un sitio a otro en América del Norte. Así, esta guía alude a casos representativos de una diversidad de climas y poblaciones con el propósito de destacar los distintos métodos que pueden utilizarse para adoptar sistemas de vigilancia sindrómica eficaces.

# Principios elementales de la vigilancia sindrómica

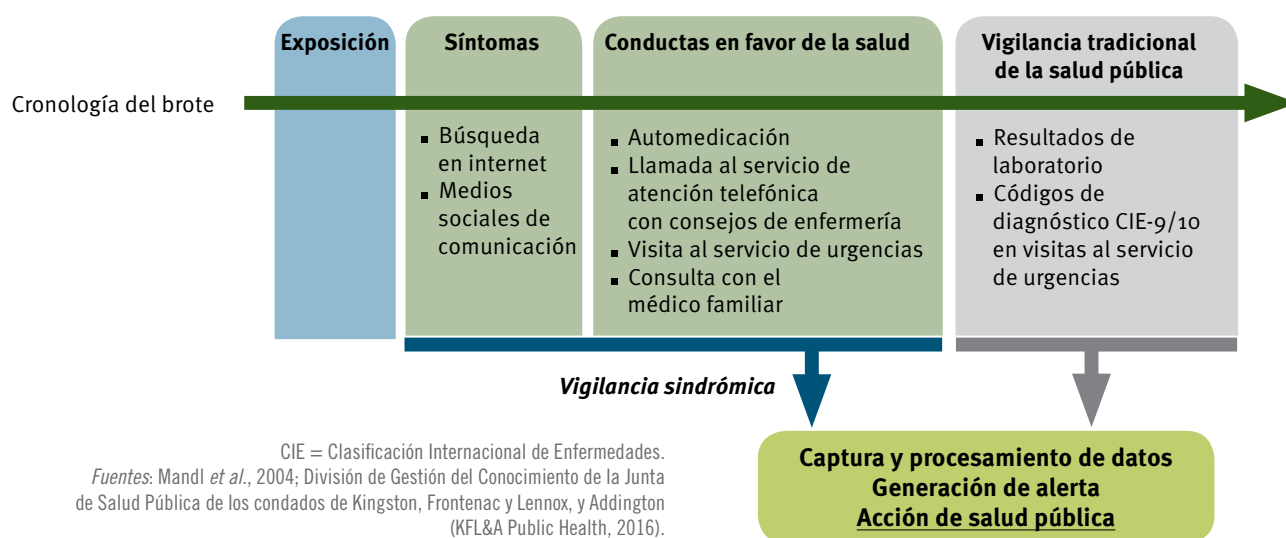
## Breve resumen histórico

La vigilancia tradicional de la salud pública consiste en la recopilación, el análisis y la diseminación continuos y sistemáticos de datos relacionados con la salud a fin de reducir la morbilidad y la mortalidad mediante la orientación de acciones en materia de salud pública (German *et al.*, 2001). La vigilancia sindrómica consiste en la observación de la salud pública con base en datos en tiempo real (o casi real) previos a un diagnóstico, así como en herramientas estadísticas para detectar patrones o indicios inusuales en la salud, con el propósito de reducir el tiempo transcurrido entre la detección y la respuesta a brotes que supondrán una preocupación en materia de salud pública (ISDS, 2007a). Un síndrome es una agrupación predefinida de síntomas (o indicadores de salud) que pueden señalar un diagnóstico clínico o un efecto concreto en la salud, pero que no requieren diagnóstico de laboratorio para su confirmación (por ejemplo, ausentismo escolar durante la temporada de influenza). La fortaleza de la vigilancia sindrómica estriba en su carácter oportuno: una respuesta temprana de salud pública puede reducir el impacto de un brote gracias a la asignación de recursos específicos y la oportuna prestación de servicios de emergencia. En la gráfica 1 se observan mejoras posi-

bles en la cronología de la detección utilizando algunas fuentes de datos típicas. En el cuadro 1 se muestran las características tanto de la vigilancia tradicional de salud pública como de la vigilancia sindrómica. Dependiendo de la oportunidad de los datos utilizados, el potencial de las acciones de prevención o protección en materia de salud pública puede aumentar considerablemente con el uso de la vigilancia sindrómica.

La vigilancia de la salud pública no se centra en casos individuales, sino que más bien explora las tendencias en materia de efectos en la salud de la población (Thacker, 2000). Los primeros métodos de vigilancia parecidos a los de vigilancia sindrómica aparecieron en la década de 1980, en países en desarrollo donde no se disponía de exámenes de diagnóstico que confirmaran la presencia de enfermedades infecciosas o éstos demoraban considerablemente (por ejemplo, Jacob John *et al.*, 1998). El interés de la investigación en sistemas tempranos de alerta no basados en datos de diagnóstico, sino que más bien pudieran anticipar con precisión brotes de enfermedades, surgió a principios del siglo XXI con el objetivo de monitorear la amenaza doble del bioterrorismo y los brotes pandémicos (por ejemplo, la epidemia del síndrome respiratorio agudo grave o SRAG, o las epidemias

**Gráfica 1. Cronología y oportunidad de la detección con la aplicación de vigilancia sindrómica en comparación con la vigilancia tradicional de salud pública**



**Cuadro 1. Características de la vigilancia tradicional de la salud pública y la vigilancia sindrómica**

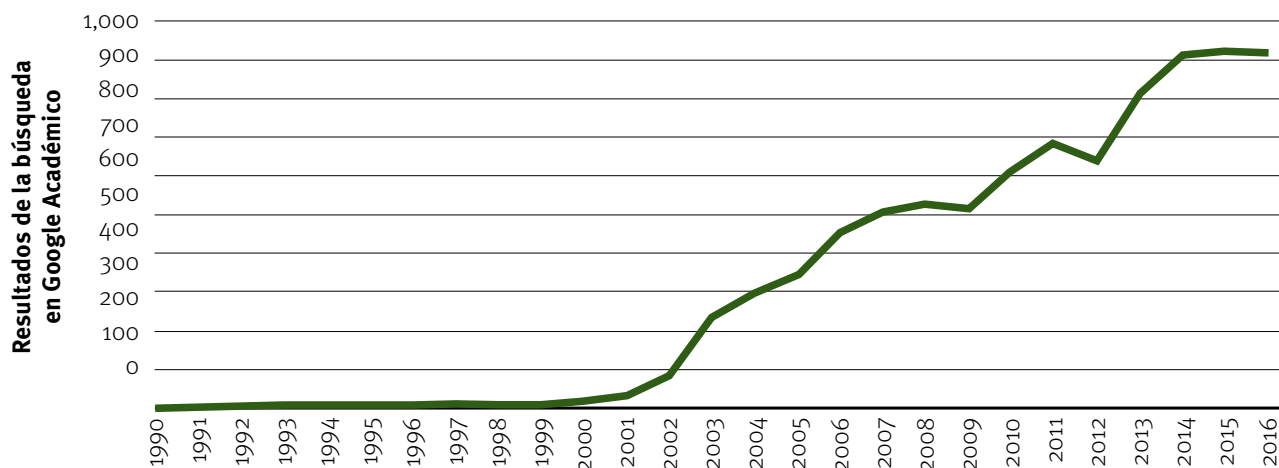
	Vigilancia tradicional de la salud pública	Vigilancia sindrómica
<b>Fuente de datos</b>	Datos de diagnóstico de informes de caso presentados por proveedores de cuidados de la salud e informes de laboratorio.	Datos previos al diagnóstico recogidos con otros fines (por ejemplo, informes de triaje de unidades de cuidado intensivo, y registros de ventas farmacéuticas sin receta médica y de ausentismo escolar).
<b>Oportunidad</b>	De días a semanas.	Inmediata (en tiempo real) o por hora o día (en tiempo casi real).
<b>Objetivo</b>	Detectar e investigar casos individuales o agregados, o una actividad imprevista.	Detectar conteos elevados o distribuciones inusuales de casos, y destacar actividades aberrantes para investigaciones ulteriores de salud pública.
<b>Aplicación</b>	Monitoreo de enfermedades de notificación obligatoria y vigilancia rutinaria de la salud pública.	Atención inicial en la detección de bioterrorismo; luego reorientada hacia métodos para monitorear temporadas de influenza o gripe, actividad de asma, casos de envenenamiento por monóxido de carbono, etcétera.
<b>Métodos de transferencia de datos</b>	Transferencia de registros por teléfono o fax y registros en papel.	Trasferencia de datos electrónica automatizada.

Fuente: Sociedad Internacional para la Vigilancia de Enfermedades (ISDS, 2007a).

de influenza H1N1 y H5N1). Los resultados de una búsqueda en Google Académico (en inglés: *Google Scholar*) del término “vigilancia sindrómica” en artículos revisados por especialistas, informes de investigación de los sectores gubernamental o privado, disertaciones y resúmenes de conferencias, muestran que el interés en el tema aumentó marcadamente después del 11 de septiembre de 2001 y luego de la epidemia de SRAG que tuvo lugar en 2002-2003 (véase la gráfica 2).

Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de las tendencias recientes en materia de publicaciones utilizando los buscadores de Embase y MEDLINE, de Ovid (véase la gráfica 3). Embase es una base de datos biomédica y MEDLINE recopila información relacionada con la biomedicina y las ciencias de la vida. Ambas bases de datos se consultaron en busca de artículos revisados por especialistas con la frase clave “vigilancia sindrómica” en el título o el resumen. Se observa, una vez más, que el aumento en el interés de la

**Gráfica 2. Resultados de la búsqueda (vía Google Académico) del término “vigilancia sindrómica” en artículos publicados**



Fuente: División de Gestión del Conocimiento de la Junta de Salud Pública de los condados de Kingston, Frontenac y Lennox, y Addington (KFL&A Public Health, 2016).



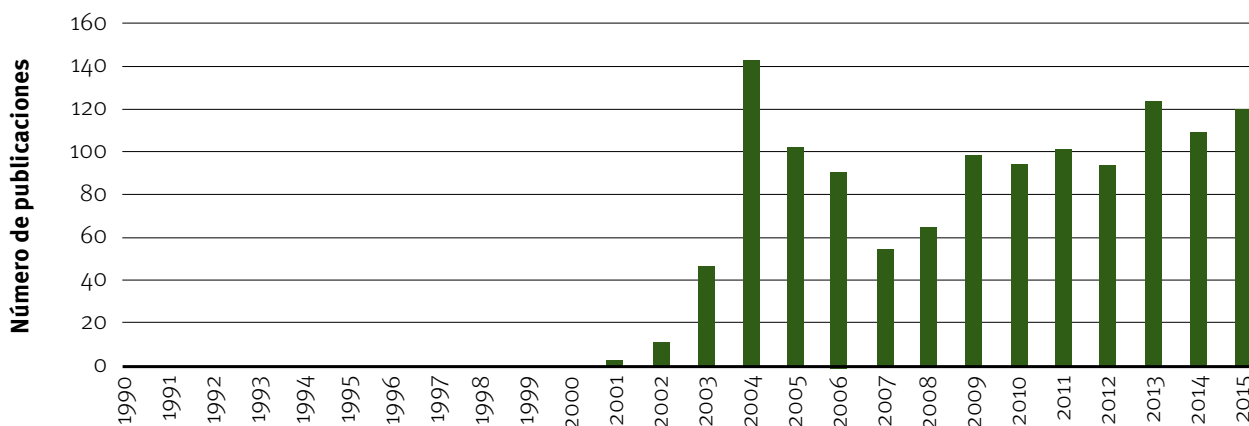
investigación se correlaciona con los acontecimientos del 11 de septiembre de 2001 y también con la epidemia de SRAG, aunque un estudio de los sistemas descritos en dichos artículos muestra la muy amplia gama de aplicaciones (por ejemplo, casos de enfermedades infecciosas como la influenza estacional, el dengue o el virus del Nilo Occidental; asma; infecciones de transmisión sexual; mordeduras de arácnidos; concientización de la situación en casos de concentraciones masivas o emergencias de salud pública como ataques terroristas o desastres naturales, y brotes de enfermedades gastrointestinales). Cerca de 20 por ciento de los artículos consultados describe sistemas de vigilancia sindrómica en el campo veterinario, y casi la mitad describe estudios de Europa, lo cual refleja un sistema paneuropeo relativamente maduro en materia de vigilancia sindrómica (proyecto Triple-S [del inglés: *Syndromic Surveillance Systems*]; disponible en: <[www.syndromicsurveillance.eu/](http://www.syndromicsurveillance.eu/)> [de acceso restringido]).

## Aplicaciones de la vigilancia sindrómica

La formulación de métodos y sistemas variados de vigilancia sindrómica refleja su adaptabilidad: desde sistemas simplistas de poca demanda tecnológica hasta complejos sistemas computarizados. Un sistema sencillo puede consistir en la transmisión periódica de informes predeterminados de síntomas o síndromes a una base de datos centralizada. Un sistema computarizado complejo

presentará extracción automatizada de datos, al igual que algoritmos para clasificar registros individuales en síndromes predefinidos, métodos estadísticos para determinar aberraciones a partir de valores esperados, y procesos de comunicación automatizados con sectores interesados. La disponibilidad de datos previos al diagnóstico es un requisito para garantizar el carácter oportuno inherente a la vigilancia sindrómica, ya que la motivación fundamental estriba en ofrecer estrategias de tratamiento o protección con la mayor oportunidad posible en caso de presentarse un evento relacionado con la salud. Un sistema de vigilancia sindrómica ideal no se basa en datos de entrada activos o nuevos, sino más bien en una vigilancia pasiva cuyos datos ya se están recopilando con otros fines sanitarios. El cuadro 2 enumera las distintas fuentes de datos utilizadas, clasificadas en fuentes no-clínicas y clínicas. Es importante reiterar que estos datos previos al diagnóstico se utilizan para evaluar la salud de la población y no se pretende que sirvan para la detección de casos clínicos. Las fuentes de datos que aparecen en el cuadro 2 no se enumeran ordenadas en función del carácter oportuno o grado de actualidad de los datos; sin embargo, los medios sociales de comunicación y las búsquedas en internet podrían resultar las fuentes de datos más oportunas. De igual forma, el carácter oportuno de los expedientes médicos en formato electrónico dependerá de la frecuencia de la entrada y la transferencia de datos. Asimismo, las fuentes de datos varían en términos de calidad y alcance de la información que pueden ofrecer: por ejemplo, los expedientes médicos electrónicos podrían incluir edad, sexo y otros datos demográficos.

**Gráfica 3. Número de publicaciones por año que contienen la frase “vigilancia sindrómica” (en el título o el resumen), según resultados de búsqueda con Embase y MEDLINE de Ovid**



Fuente: División de Gestión del Conocimiento de la Junta de Salud Pública de los condados de Kingston, Frontenac y Lennox, y Addington (KFL&A Public Health, 2016).

**Cuadro 2. Fuentes de datos no clínicos y clínicos para labores de vigilancia sindrómica**

Fuente de datos no clínicos	Fuentes de datos clínicos
Publicaciones de síntomas en redes sociales (Twitter y Facebook, entre otros)	Servicios de atención telefónica con consejos de enfermería
Búsquedas en internet relacionadas con síntomas y temas de salud	Registros electrónicos de enfermería escolares
Ventas de productos farmacéuticos sin receta	Registros de llamadas telefónicas a centros de control toxicológico
Ventas de otros artículos relacionados con el cuidado de la salud (por ejemplo, humidificadores)	Expedientes médicos en formato electrónico de médicos familiares, centros de atención ambulatoria y clínicas de atención de urgencias
Registros de ausentismo laboral o escolar	Registros de procesos de triaje en servicios de urgencias en el ámbito hospitalario (principales motivos de consulta y notas de enfermería)
Datos de envíos de ambulancia	Órdenes de exámenes de laboratorio
Datos sobre vigilancia de enfermedades zoonóticas (la rabia por mordedura de perro, por ejemplo)	Ventas de medicamentos con receta
	Registros de consulta externa

Fuente: Sociedad Internacional para la Vigilancia de Enfermedades (ISDS, 2007a).

Normalmente, la vigilancia sindrómica se utiliza para monitorear enfermedades infecciosas y patógenos. Por ejemplo, la plataforma del Sistema de Vigilancia Electrónica para la Notificación Temprana de Epidemias Comunitarias (*Electronic Surveillance System for the Early Notification of Community-based Epidemic*, ESSENCE, anteriormente denominado “BioSense”), creada por la Universidad Johns Hopkins, se utiliza en numerosas jurisdicciones de todo Estados Unidos. Se trata de un sistema en la nube que recoge registros de triaje de servicios hospitalarios de urgencias y clasifica cada consulta en diez síndromes estandarizados utilizando palabras y frases clave frecuentes encontradas en los motivos principales de consulta. Esos síndromes son: 1) de apariencia similar al botulismo; 2) por exposición; 3) febriles; 4) gastrointestinales; 5) hemorrágicos; 6) con síntomas parecidos a los de la influenza; 7) por lesión; 8) neurológicos; 9) de erupción cutánea, y 10) otros. Los síndromes reflejan el interés registrado en el pasado por utilizar la vigilancia sindrómica para el monitoreo de posibles ataques bioterroristas, así como la eficacia del método para rastrear la gripe o influenza, monitorear desastres y detectar enfermedades de origen alimentario. ESSENCE incluye, además, otras búsquedas predefinidas: por ejemplo, se dispone de una búsqueda de “calor excesivo” que puede afinarse en función de la localidad para monitorear ERC (Patel y Hoferka, 2014; White, Goodin y Berisha, 2015). Además de la vigilancia tradicional de enfermedades infecciosas, se recurre cada vez más a la vigilancia sindrómica

para monitorear enfermedades crónicas o lesiones. Los resultados de un cuestionario aplicado a usuarios de sistemas de vigilancia sindrómica de Estados Unidos (en su mayoría usuarios de ESSENCE) indican que los cinco principales síndromes monitoreados fueron: 1) con síntomas parecidos a los de la influenza; 2) gastrointestinales; 3) respiratorios; 4) de síntomas relacionados con el calor, y 5) por agentes de bioterrorismo (Roach, 2016).

## Sistemas de vigilancia sindrómica para monitorear eventos de calor extremo

En 2015, con el apoyo del Consejo de Epidemiólogos Estatales y Territoriales (*Council of State and Territorial Epidemiologists*, CSTE) de Estados Unidos, el Grupo de Trabajo sobre Cambio Climático y Vigilancia Sindrómica de la Salud (*Climate and Health Syndromic Surveillance Workgroup*, CHSSW) —iniciativa conjunta de dependencias de salud pública de Canadá y Estados Unidos— realizó una encuesta entre usuarios de la vigilancia sindrómica en ambos países en torno al uso de sistemas de vigilancia sindrómica para monitorear efectos en la salud relacionados con el calor, así como enfermedades y lesiones en general asociadas a ECE y al fenómeno de cambio climático.

En Canadá, además de la morbilidad y la mortalidad relacionadas con el calor, los efectos del cambio climático en la salud susceptibles de prevenirse incluyen daños provocados por el derretimiento del permafrost; la expansión de hábitats de vectores (como el de la garrapata que transmite la borreliosis de Lyme); impactos en la salud ocasionados por tormentas; condiciones de manejo peligrosas, y cambios en la calidad y cantidad del agua, así como repercusiones en la seguridad alimentaria por cambios en la distribución animal. El ministerio de Salud de Canadá (*Health Canada*), de alcance federal, apoya el uso de un modelo conjunto para el desarrollo de la capacidad con miras a fortalecer la resiliencia comunitaria ante los efectos del cambio climático en la salud, con información fáctica para respaldar la toma de decisiones. Por ejemplo, Health Canada apoyó la elaboración de detonadores comunitarios del calor en la salud con base en datos de efectos en la salud de la población y temperaturas observadas para cada provincia (MOHLTC, 2016). Hoy día, los datos de salud relacionados con efectos del calor en la salud se recogen en sistemas independientes y no existen normas comunes para el acopio de información ni se dispone de un sistema nacional en tiempo real para recoger información sobre efectos en la salud relacionados con el cambio climático.

En el otoño de 2015, el cuestionario aplicado por el CHSSW se distribuyó a una lista de conocidos administradores y usuarios de sistemas de vigilancia sindrómica en Canadá y Estados Unidos. En Canadá, todos los participantes informaron del uso de vigilancia sindrómica en curso para rastrear efectos en la salud durante ECE. Dos de los participantes dijeron utilizar el Sistema de Vigilancia y Prevención de los Efectos de Eventos Meteorológicos Extremos (*Surveillance and Prevention of the impacts of Extreme Meteorological Events*, SUPREME), que monitorea llamadas en la modalidad de telemedicina, consultas a unidades de cuidado intensivo y los servicios prestados por ambulancias en la provincia de Quebec. SUPREME permite el monitoreo simultáneo (es decir, en el mismo tablero de control) tanto de variables meteorológicas como de efectos en la salud. Tres de las personas encuestadas utilizan el Sistema de Vigilancia Mejorada de Unidades de Cuidado Intensivo (*Acute Care Enhanced Surveillance*, ACES), con sede en Ontario, que utiliza datos de triaje de los servicios de urgencias de la mayoría de los hospitales provinciales. Los administradores de ACES ofrecen una herramienta de concientización de la situación en la web —el Sistema de Manejo de Información sobre Salud

Pública (*Public Health Information Management System*, PHIMS)—, que reúne datos alimentados de múltiples fuentes, entre otras: de meteorología (en tiempo real y pronósticos), transporte, gestión de emergencias, demografía poblacional y efectos agregados en la salud para síndromes específicos derivados del sistema ACES. El PHIMS apoyó la concientización de la situación para los Juegos Panamericanos y Parapanamericanos de verano de 2015, en Toronto, Ontario: se definió un síndrome ambiental, que incluyó enfermedades relacionadas con el calor, y se sometió a pruebas piloto durante los Juegos en apoyo del monitoreo de los efectos de la exposición al calor extremo.

En Estados Unidos, la vigilancia de los efectos del cambio climático en la salud a escala nacional corre a cargo de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (*Centers for Disease Control and Prevention*, CDC). Entre los objetivos de los CDC se incluye identificar poblaciones vulnerables a los efectos del cambio climático en la salud y prestar apoyo a dependencias locales para la prevención de efectos en la salud anticipados y la adaptación a los ya manifestados, en apoyo de lo cual los CDC concibieron la iniciativa “Por una mayor resiliencia frente a los efectos del cambio climático” (*Building Resilience Against Climate Effects*, BRACE). Este marco comprende ciclos continuos para: 1) pronosticar efectos y evaluar vulnerabilidades; 2) proyectar cargas de morbilidad; 3) determinar intervenciones de salud pública; 4) preparar e instrumentar planes de adaptación, y 5) evaluar el impacto de programas y mejorar su calidad (Manangan *et al.*, 2015). Puesto que las diferencias geográficas y meteorológicas locales influyen significativamente en los efectos del cambio climático en la salud, resulta lógico tener distintos umbrales de temperaturas regionales para los riesgos asociados. Una adecuada comprensión de tales riesgos es, pues, de vital importancia para orientar las respuestas de salud pública.

Iniciativa auspiciada por los CDC, la Red Nacional de Rastreo Ambiental y de Salud Pública (*National Environmental Public Health Tracking Network*) facilita el análisis de datos históricos (es decir, no en tiempo real) sobre la salud relacionados con calor extremo, así como el análisis de la vulnerabilidad por región geográfica, lo que permite determinar regiones vulnerables y formular políticas para atender a esas poblaciones. Los sistemas de alerta temprana, como la vigilancia sindrómica, permiten una intervención sanitaria eficaz en función de costos para efectos del calor en la salud. Éstos

funcionarán particularmente bien cuando el sistema incluye pronósticos meteorológicos que se calibran para distintos niveles de temperatura en función de los efectos en la salud, con el objetivo de atender a poblaciones vulnerables —por ejemplo, personas que trabajan al aire libre y atletas extramuros— con la emisión de los mensajes correspondientes. Los CDC disponen de diversos documentos de orientación técnica en relación con los efectos del calor en la salud, lo que incluye la determinación de poblaciones vulnerables y cargas de morbilidad asociadas (ejemplos en Hess *et al.*, 2016; Manangan *et al.*, 2015).

La vigilancia sindrómica en Estados Unidos varía por jurisdicción, amén de carecer de un sistema universal federal en marcha; sin embargo, los CDC y la Sociedad Internacional para la Vigilancia de Enfermedades (*International Society for Disease Surveillance*, ISDS) apoyan la adopción de la plataforma ESSENCE, a escalas regional y estatal, como modelo de propiedad comunitaria con la capacidad para intercambiar datos con fines de concientización de la situación en los ámbitos regional y nacional. Las jurisdicciones que deseen adoptar la plataforma ESSENCE podrán recurrir a la Ley de Reinversión y Recuperación de Estados Unidos de 2009 (*American Recovery and Reinvestment Act of 2009*), que ofrece apoyo financiero para *hacer uso significativo* de expedientes médicos en formato electrónico y permitir una mayor integración entre la salud pública y los servicios de cuidados de la salud. Puesta en marcha en 2003, la plataforma ESSENCE es gratuita y se beneficia del acceso fácil a recursos que respaldan su adopción y aplicación. ESSENCE opera a partir de registros de admisión de servicios hospitalarios y de urgencias; los síndromes se basan en búsquedas de palabras clave predefinidas en los principales motivos de consulta registrados en el proceso de triaje, y el sistema incluye procesos integrados de análisis y búsqueda de síndromes, pero es compatible con herramientas de procesamiento de datos como las aplicaciones SAS (del inglés: *Statistical Analytics Software*). Asimismo, incluye una búsqueda de síndromes específicos de calor que puede adaptarse en función de diferencias regionales, como sería el caso del uso de términos en español.

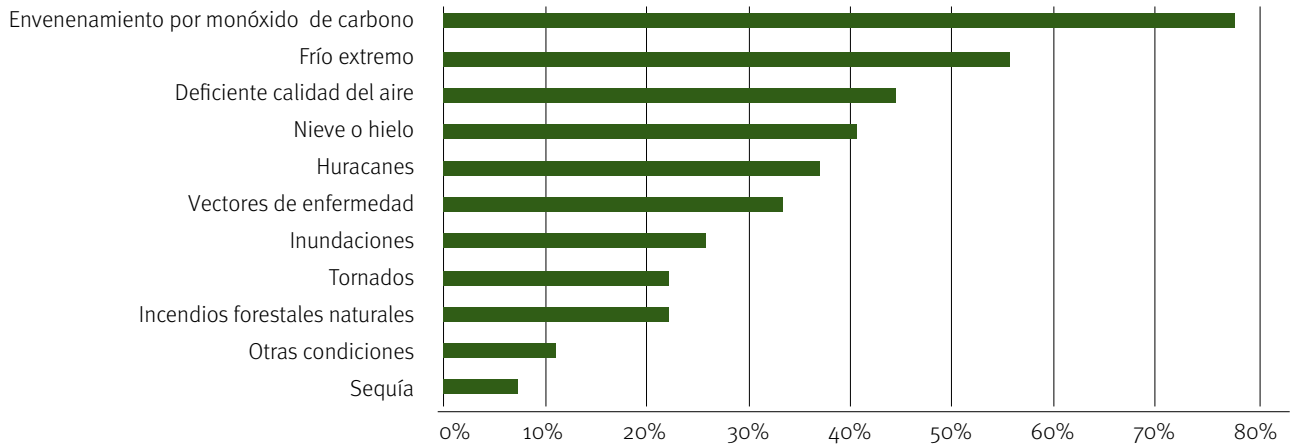
Para el cuestionario del CHSSW distribuido en 2015 entre usuarios de la vigilancia sindrómica y sectores interesados en Estados Unidos, se obtuvieron 40 respuestas de 36 dependencias individuales, todas en

representación de dependencias estatales o territoriales de salud pública. De entre éstas, ESSENCE resultó ser la plataforma más común; otras plataformas incluyen Epi-Center (sistema albergado por Health Monitoring Systems, Inc.) y distintos sistemas exclusivos de una región; por ejemplo, el estado de Nueva York utiliza el Sistema Electrónico de Vigilancia Sindrómica (*Electronic Syndromic Surveillance System*), servicio interno basado en datos sobre los motivos principales de consulta de los servicios hospitalarios de urgencias. Todos los participantes en el cuestionario envían sus respuestas electrónicamente y 57 por ciento de éstos actualizan datos diariamente. Asimismo, todos ellos tuvieron la posibilidad de modificar definiciones de síndromes. Aproximadamente 60 por ciento de los encuestados dijeron utilizar la vigilancia sindrómica para monitorear ECE; de éstos, la mayoría recurre a la vigilancia sindrómica para monitorear otros eventos meteorológicos afectados por el cambio climático (véase la gráfica 4). Un tema que se incluyó fue el envenenamiento por monóxido de carbono, ya que los índices de exposición normalmente son más elevados durante apagones ocasionados por eventos de tormenta (o por una demanda excesiva de la red eléctrica cuando se presenta una ola de calor); la exposición puede darse, por ejemplo, al hacerse un mal uso de generadores de electricidad o estufas a gas.

En México, la Secretaría de Salud dispone del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (Sinave), que exige a los proveedores de cuidados de la salud informar en forma rutinaria síntomas predefinidos para numerosos síndromes y enfermedades de notificación obligatoria; estos informes de vigilancia se reúnen y publican semanalmente, y ahora se expanden para monitorear efectos en la salud de eventos de calor extremo. El Sinave, sin embargo, no permite el acopio ni la transferencia en tiempo real o casi real de los datos necesarios para permitir, durante un ECE, la detección temprana de enfermedades relacionadas con el calor y la concientización respecto de la situación, así como la consecuente respuesta oportuna de salud pública.

La autoridad normativa encargada en México de la regulación, el control y la aplicación de la legislación aplicable para proteger la salud pública, específicamente en lo relacionado a los efectos nocivos de los factores ambientales en la salud, es la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris), dependencia federal perteneciente a la Secretaría de Salud. Uno de los

**Gráfica 4. Porcentaje de sistemas de vigilancia sindrómica que, además de efectos en la salud derivados de ECE, monitorean los de otros eventos meteorológicos relacionados con el cambio climático**



Fuente: Matthew Roach, 2016.

principales objetivos de la Cofepris es fortalecer la resiliencia de comunidades mexicanas al calor mediante la creación de un sistema para registrar, analizar y comunicar riesgos epidemiológicos y ambientales en el Atlas Nacional de Riesgos Sanitarios. Ya en vigor, este sistema se aplica hoy día en casos de riesgos que afectarían la calidad del agua, y están pendientes planes para expandirlo a impactos en la salud por el cambio climático. De hecho, entre 2010 y 2016 se observaron índices de morbilidad y mortalidad al alza debido al calor extremo. La Cofepris ha identificado algunos desafíos a estos objetivos como la falta de un sistema de registro integral; estándares comunes para la recolección de datos; métodos para diferenciar la exposición laboral frente a la doméstica, y estrategias para comunicar a la ciudadanía en forma efectiva los riesgos del calor en la salud.

Allende América del Norte, en Europa se han estado utilizando sistemas de vigilancia sindrómica para identificar efectos en la salud durante numerosos episodios recientes de olas de calor de gran intensidad, que han provocado cifras elevadas de fallecidos y altos índices de ERC. Por ejemplo, se estima que un ECE de gran alcance ocurrido en el verano de 2003 ocasionó la muerte de más de 70 mil personas en Europa (Pirard *et al.*, 2005; Robine *et al.*, 2008). En marcha desde 2004, el Sistema Francés de Vigilancia Sindrómica (SurSaUD) permite detectar y monitorear eventos imprevistos en la salud pública, al igual que eventos conocidos. SurSaUD tiene la capacidad de emitir alertas a las autoridades de salud pública en caso de presentarse numerosos episodios

relacionados con el cambio climático utilizando indicadores meteorológicos y biometeorológicos, como golpe de calor, hipertermia, deshidratación e hiponatremia. Este sistema se utiliza en forma rutinaria para evaluar los efectos en la salud cuando se presentan olas de calor (Caserio Schönemann *et al.*, 2015). En forma parecida, se utilizan de manera colectiva tres sistemas de vigilancia sindrómica con base en el Reino Unido que, en forma independiente, monitorean expedientes de consultas médicas, registros de consultas médicas fuera del horario normal de atención, al igual que registros de las salas de urgencias en el ámbito hospitalario, con el propósito de monitorear el uso de los servicios de atención sanitaria durante ECE (Smith, Alex J. Elliot, *et al.*, 2016a; Smith, Alex J. Elliot *et al.*, 2016b).

### Uso de la vigilancia sindrómica en apoyo de la respuesta de salud pública

El objetivo general de la vigilancia sindrómica de ERC estriba en reducir la morbilidad y mortalidad asociadas con eventos de calor extremo. Los gobiernos de Canadá, Estados Unidos y México han apoyado la formulación de políticas y planes de acción encaminados a mitigar los efectos del cambio climático en la salud. Se dispone de distintos documentos de orientación para apoyar la creación de sistemas de alerta y respuesta en casos de calor; los pasos generales que integran la metodología

para formular estas estrategias incluyen: 1) evaluar la vulnerabilidad de la población local ante las repercusiones del calor en la salud; 2) definir umbrales y protocolos para la emisión de alertas de calor; 3) preparar planes de respuesta, y 4) optimizar el sistema mediante ciclos de evaluación (Health Canada, 2012). La educación y los mensajes de los riesgos del calor para la salud son componentes esenciales de la comunicación de los riesgos para la salud asociados con ECE y motivan los cambios de comportamiento necesarios para mitigar los efectos en la salud.

En general, las poblaciones que enfrentan el mayor riesgo de efectos en la salud relacionados con el calor son aquellas que también se consideran vulnerables en virtud de los principales determinantes sociales de la salud. En el cuadro 3 se muestran las poblaciones que podrían correr el mayor riesgo de efectos en la salud relacionados con el calor; los riesgos aumentan para personas con múltiples factores de riesgo (por ejemplo, un adulto mayor con múltiples enfermedades crónicas que vive solo en vivienda social). A fin de evaluar la vulnerabilidad de la población frente al calor, se emplean métodos epidemiológicos, como las medidas recomendadas

que aparecen en el documento de orientación de los CDC, *Assessing Health Vulnerability to Climate Change: A Guide for Health Departments* [Determinación de la vulnerabilidad en la salud ante el cambio climático: Guía para los departamentos de salud] (Manangan *et al.*, 2015), a saber:

1. definir las áreas y cronologías de interés para efectuar la evaluación correspondiente, y reunir los datos correspondientes a la exposición al clima (por ejemplo, datos de temperatura, humedad y precipitación diarias) y efectos en la salud (índices de ERC, lesiones o enfermedades crónicas, entre otros);
2. identificar, para el análisis de los efectos en la salud, todos los factores de riesgo conocidos, como los demográficos y ambientales;
3. cotejar los efectos en la salud con los factores de riesgo en la unidad administrativa geográfica más pequeña posible de que se disponga (un código postal, por ejemplo);
4. evaluar la capacidad de adaptación de la población o la capacidad del sistema para atender o reducir el riesgo para la salud, con recursos financieros,

**Cuadro 3. Poblaciones que podrían estar en mayor riesgo de mortalidad y morbilidad relacionadas con el calor**

Poblaciones vulnerables al calor
Geográficamente aisladas (es decir, con acceso limitado a servicios de atención sanitaria)
Lactantes y niños en edad preescolar (por ejemplo, con una respuesta de protección fisiológica reducida)
Personas recién llegadas y con estancia transitoria (por ejemplo, inmigrantes y turistas)
Adultos mayores (por ejemplo, con una respuesta de protección fisiológica reducida)
Trabajadores al aire libre (por ejemplo, agricultores y trabajadores de la construcción)
Personas acostumbradas a climas normalmente fríos (por ejemplo, los eventos de calor extremo pueden tener un mayor impacto en climas septentrionales)
Personas que consumen medicamentos que interfieren con procesos de regulación térmica
Personas físicamente activas (atletas, entre otros)
Enfermos crónicos (por ejemplo, personas con movilidad limitada a causa de la obesidad)
Personas con discapacidad física (por ejemplo, con movilidad limitada)
Personas socialmente desfavorecidas (por ejemplo, personas sin hogar o adultos mayores que viven solos)
Personas en situación de desventaja desde el punto de vista material (personas de bajos ingresos y aquellas sin acceso a un hogar digno, entre otras)
Habitantes de zonas urbanas (por ejemplo, con exposición a altas temperaturas debido al "efecto isla urbana de calor")

Fuentes: Health Canada, 2011, 2012; Kenny *et al.*, 2010; Kravchenko *et al.*, 2013; Voogt, 2004.

- infraestructura sanitaria, tecnología y políticas de adaptación (por ejemplo, siembra de árboles), y
- determinar la vulnerabilidad utilizando métodos cuantitativos (por ejemplo, análisis de regresión espacial) y cualitativos (análisis de la calidad de los recursos disponibles, entre otros).

El uso de métodos basados en sistemas de información geográfica (SIG) mejorará significativamente el análisis espacial de la vulnerabilidad, ya que las capas de información podrán compararse directamente y será posible inferir relaciones utilizando técnicas espaciales. El marco temporal de la exposición habrá de ser un elemento a considerar también, ya que para algunas poblaciones los efectos en la salud podrían ser de mayor gravedad a principios del verano que hacia el final de la estación (Lee *et al.*, 2014).

Con base en un entendimiento empírico de la vulnerabilidad de la población local al calor, es posible definir umbrales de calor. Hoy día, numerosas jurisdicciones en Canadá, Estados Unidos y México disponen de sistemas de alerta en caso de calor, utilizados por las autoridades meteorológicas o sanitarias respectivas para notificar a la ciudadanía sobre la necesidad de modificar conductas en aras de reducir los riesgos para la salud relacionados con el calor. Las dependencias en cada uno de los tres países con la responsabilidad de emitir estas alertas de calor son el ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá (*Environment and Climate Change Canada*, ECCCC); la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (*National Oceanic and Atmospheric*

*Administration*, NOAA) de Estados Unidos, y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de México, y en cada país se utilizan distintos métodos para determinar los umbrales de calor y comunicar los riesgos asociados. Sin embargo, las alertas de calor ofrecen el mayor grado de protección a la comunidad cuando se basan en observaciones por región específica (Hajat *et al.*, 2010). Las autoridades federales y provinciales de salud en Canadá han producido protocolos de alertas de calor por regiones específicas. El Ministerio de Salud y Cuidados de Largo Plazo (*Ministry of Health and Long-Term Care*, MOHLTC) de Ontario, por ejemplo, ha definido tres detonadores de alertas de calor específicos para la provincia basados en la relación específica para la región entre mortalidad, temperatura atmosférica (o *humidex*: escala canadiense para indicar los niveles de calor y humedad en condiciones meteorológicas presentes), contaminación atmosférica y características climatológicas y poblacionales. Cada una de las dependencias locales de salud pública en Ontario es responsable de administrar el protocolo de alerta de calor al interior de sus fronteras (MOHLTC, 2016). En el cuadro 4 se muestran alertas de calor específicas para cada región y las regiones correspondientes se ilustran en la gráfica 5. Las alertas de calor se emiten ante eventos de dos días de duración; las alertas extendidas se emiten ante eventos de calor de más de dos días de duración.

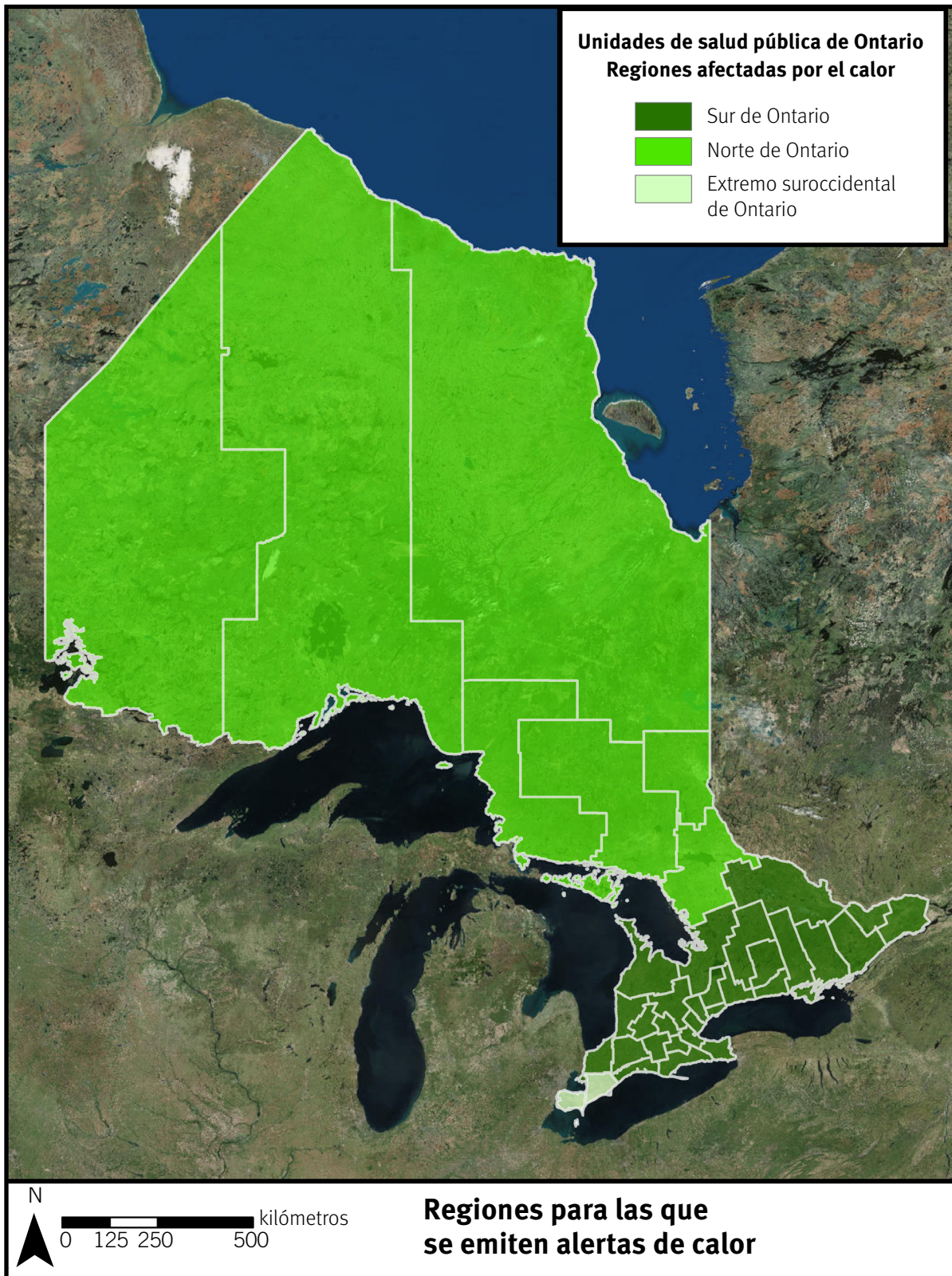
Los protocolos de alerta de calor y planes de respuesta en el ámbito regional deben formularse en colaboración con aliados o socios comunitarios y sectores interesados, entre los que se incluyen servicios meteorológicos,

**Cuadro 4. Alertas de calor en las regiones de Ontario: condiciones y duración asociadas**

Región a la que corresponde la alerta de calor	Condición	Duración
Extremo suroccidental	Temperatura máxima diaria mayor que <b>31 °C</b> y temperatura mínima diaria superior a <b>21 °C</b>	Más de dos días
Sur	Temperatura máxima diaria mayor que <b>31 °C</b> y temperatura mínima diaria superior a <b>20 °C</b>	Más de dos días
Norte	Temperatura máxima diaria mayor que <b>29 °C</b> y temperatura mínima diaria superior a <b>18 °C</b>	Más de dos días

Fuente: Ministerio de Salud y Cuidados de Largo Plazo de Ontario (MOHLTC, 2016).

Gráfica 5. Mapa de regiones en Ontario afectadas por el calor



Fuente: Ministerio de Salud y Cuidados de Largo Plazo de Ontario (MOHLTC, 2016).

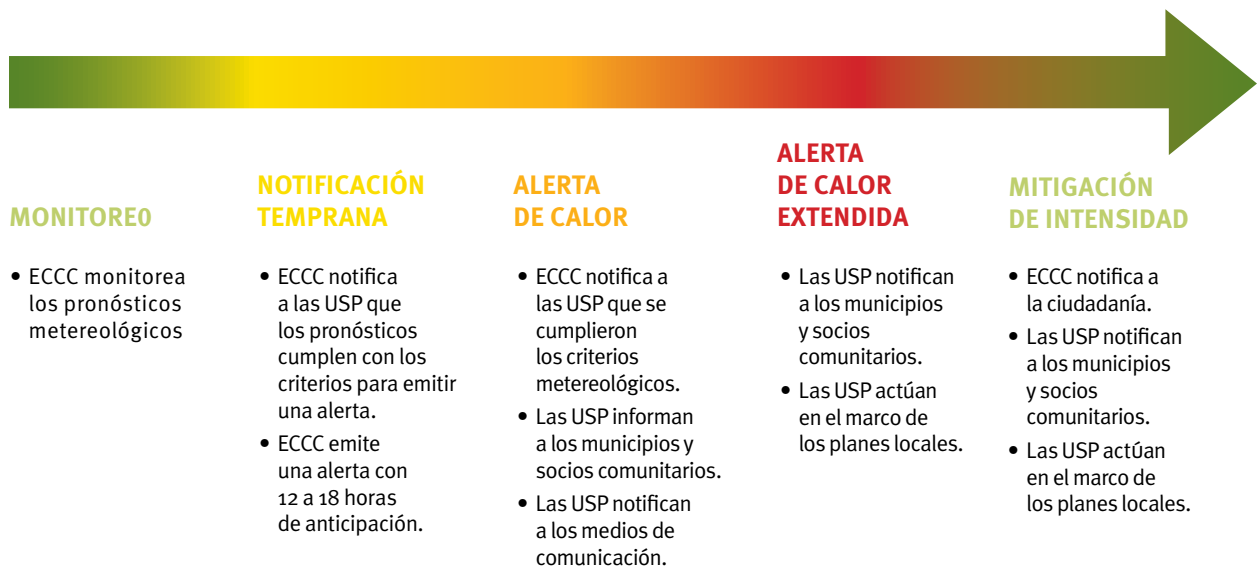




autoridades de salud pública, servicios médicos (unidades de cuidado intensivo y servicios médicos de urgencia), así como otros grupos de interés comunitarios y de gestión de emergencias. Los protocolos de respuesta comprenden las instrucciones de las medidas a adoptarse cuando se pronostican o experimentan umbrales de alertas de calor, que normalmente incluyen los datos de los funcionarios a contactar y las acciones a

emprender para iniciar un plan de respuesta. Los planes de respuesta toman en cuenta las necesidades específicas de la comunidad, considerando estrategias concretas para los diferentes escenarios posibles; en estos casos, habrá de prestarse atención especial a los miembros más vulnerables al calor. La protección de una comunidad ante los agentes de presión por calor requiere un esfuerzo concertado; por ejemplo, las bibliotecas y otros

**Gráfica 6. Protocolo de comunicación en procesos de alerta de calor para ECCC, las unidades de salud pública locales y los aliados comunitarios**



*Fuente:* Ministerio de Salud y Cuidados de Largo Plazo de Ontario (MOHLTC, 2016).

edificios municipales con aire acondicionado pueden servir muchas veces como centros para refrescarse; los paramédicos pueden ayudar a usuarios incapacitados, y enfermeras de salud pública pueden distribuir agua en barrios vulnerables. La gráfica 6 muestra un protocolo para comunicar alertas de calor. El protocolo de comunicación entre ECCC, las unidades de salud pública (USP en la gráfica) y distintos aliados comunitarios deberá tenerse presente en todas las etapas de la emisión de alertas de calor.

Es preciso que los planes de respuesta incluyan estrategias de comunicación encaminadas a optimizar los mensajes dirigidos a la ciudadanía para su máxima asimilación. Las estrategias de comunicación deben cumplir con los siguientes requisitos: 1) crear mayor conciencia a largo plazo sobre los riesgos del calor en la salud y generar un conocimiento más preciso de las acciones de protección a emprender y los recursos disponibles antes de que se presente un ECE, y 2) abordar los peligros inmediatos, de corto plazo, cuando se está presentando un ECE. El recurso *Communicating the Health Risks of Extreme Heat Events: Toolkit for Public Health and Emergency Management Officials* [Comunicación de los riesgos de eventos de calor extremo para

la salud: conjunto de herramientas para funcionarios responsables de la salud pública y la gestión de emergencias] presenta un análisis exhaustivo de los mensajes por enviar a la ciudadanía, incluidos los pasos para evaluar las campañas de comunicación en aras de emitir mensajes más eficaces (Health Canada [ministerio de Salud de Canadá], 2011).

La vigilancia sindrómica puede respaldar estos métodos en distintas formas, al aportar, entre otros elementos:

- indicios de los efectos en la salud de un ECE;
- pruebas de los efectos de un ECE en la salud de poblaciones vulnerables;
- datos para determinar los umbrales de calor en el ámbito local;
- datos para validar los umbrales de calor locales;
- información en tiempo real de los efectos en la salud de un ECE en apoyo de la distribución de recursos de salud pública, e
- información en tiempo real de los efectos en la salud con el fin de evaluar métodos de comunicación utilizados para emitir alertas de calor.



# Métodos de vigilancia sindrómica para monitorear eventos de calor extremo

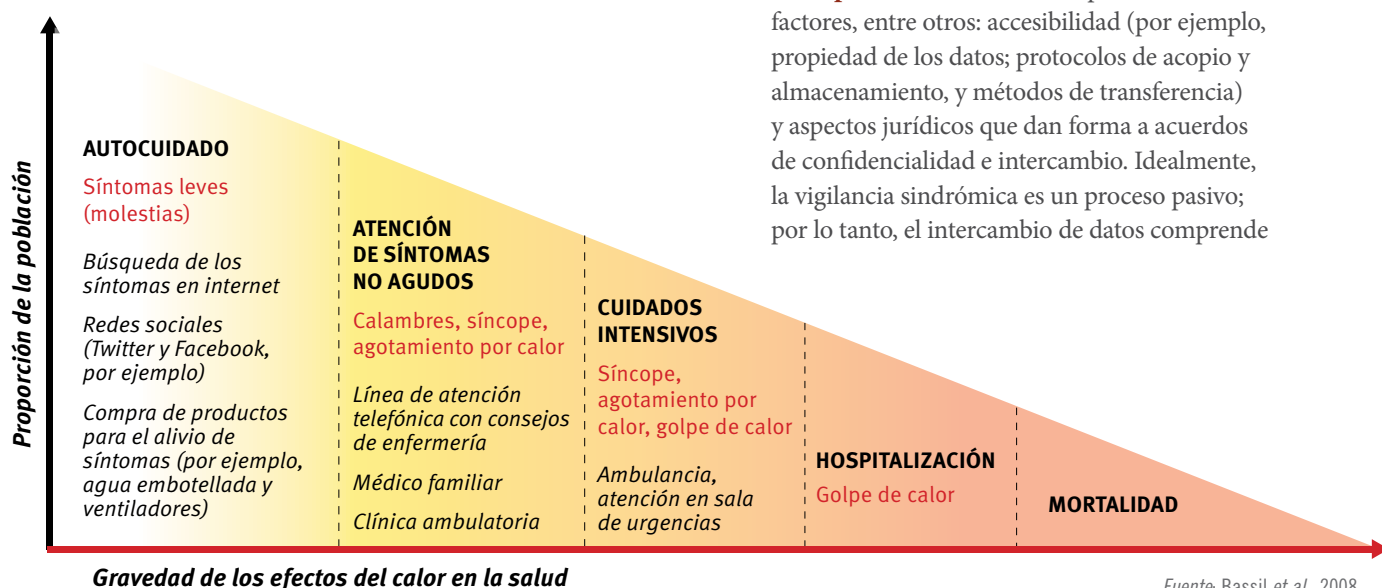
## 1. Identificación de fuentes de datos

La efectividad de un sistema de vigilancia sindrómica estriba, en primer lugar, en la calidad y las fuentes de los datos que lo integran; el uso de datos pasivos, o pre-existentes, es una opción que contribuye a reducir costos y no supone trabajo adicional para los trabajadores y profesionales del sector de cuidados de la salud. El uso de múltiples fuentes de datos puede mejorar la vigilancia sindrómica al aumentar la representatividad del sistema respecto de su población y sensibilidad en general. Los elementos a considerar para identificar las fuentes de datos a utilizar en la vigilancia sindrómica son: 1) idoneidad, 2) disponibilidad, 3) oportunidad y 4) calidad. Estos cuatro requisitos se analizan a continuación en el contexto de una vigilancia sindrómica ante ECE y enfermedades relacionadas con el calor:

1. La **idoneidad** se refiere a cuán aptos resultan los datos para aportar indicadores cuantitativos de ERC para una población dada. Los efectos en la salud pueden ir desde una leve molestia

hasta la muerte. La proporción de la población que experimenta efectos en la salud relacionados con el calor disminuye con la gravedad del efecto (véase la gráfica 7). El uso de indicadores de conductas que ocurren en forma más próxima al inicio de la exposición al calor extremo permitirá la detección más temprana, pero éstos pueden no ser representativos de ERC únicamente. Por ejemplo, una búsqueda de palabras clave utilizadas en publicaciones de Twitter puede incluir las palabras “ola de calor” u “onda de calor”; los tuits pueden ser indicio de signos tempranos de incomodidad, pero no necesariamente. Este ejemplo ilustra la diferencia entre sensibilidad y especificidad: la búsqueda en las redes sociales puede ser un indicador sensible de las personas que comunican sobre eventos de calor, pero no es un estimador específico de ERC. En el extremo opuesto del espectro, los decesos ocasionados por ECE aportan especificidad, pero, dada su rareza relativa, no sirven como indicadores sensibles de los efectos del calor en la salud. La selección de fuentes de datos adecuados supone hallar un equilibrio entre sensibilidad, especificidad y disponibilidad.

Gráfica 7. Espectro de efectos del calor en la salud



Fuente: Bassil et al., 2008.

2. La **disponibilidad de datos** depende de numerosos factores, entre otros: accesibilidad (por ejemplo, propiedad de los datos; protocolos de acopio y almacenamiento, y métodos de transferencia) y aspectos jurídicos que dan forma a acuerdos de confidencialidad e intercambio. Idealmente, la vigilancia sindrómica es un proceso pasivo; por lo tanto, el intercambio de datos comprende

los costos de configurar y operar la transferencia de los mismos. En algunos casos, por cuestiones de confidencialidad, sólo es posible compartir datos agregados. Se invita al lector a consultar las políticas locales en materia de información sanitaria: en Canadá, la protección de la información de salud corresponde a la Oficina del Comisionado de Privacidad de Canadá (*Office of the Privacy Commissioner of Canada*); en Estados Unidos, la confidencialidad de la información de salud está sujeta a las políticas aplicables del Departamento de Salud y Servicios Humanos (*Department of Health and Human Service*, DHHS), y en México los expedientes clínicos de los pacientes quedan bajo el resguardo de la Secretaría de Salud.

3. La detección temprana requiere plazos rigurosos. Si bien la **oportunidad** puede medirse de muchas formas, generalmente se fija a partir de la primera exposición de la ciudadanía hasta los diversos puntos temporales que pueden medirse posteriormente, como:
  - i. inicio de los síntomas;
  - ii. conductas medibles (por ejemplo, búsqueda de síntomas en internet, consultas a los servicios de cuidados de la salud);
  - iii. captura de registros de datos;
  - iv. transferencia de datos al sistema de vigilancia sindrómica;
  - v. aplicación de algoritmos de detección, o
    - i. generación de alertas automatizadas.

En cualquiera de estas coyunturas, puede presentarse una demora en la transferencia de datos, lo que alteraría su carácter oportuno.

4. Los indicadores de la **calidad de los datos** incluyen integridad (por ejemplo, espacios en blanco o elementos de datos faltantes), precisión (errores en el registro de la información, por ejemplo) y representatividad (¿son los datos representativos de la población?).

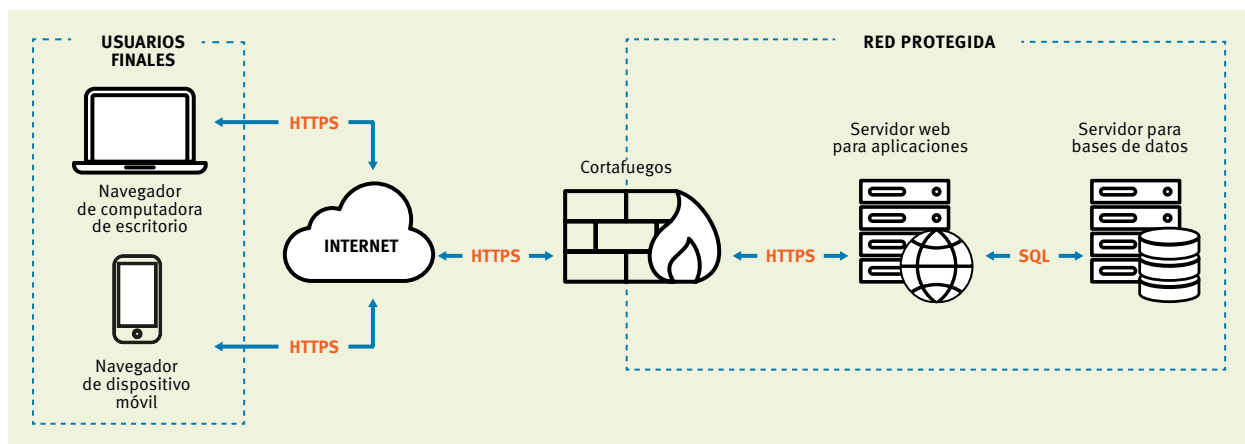
La identificación de las fuentes de datos se aborda nuevamente en el estudio de caso “Intensificación de la vigilancia sindrómica para, en tiempo real, crear conciencia sobre la situación ante eventos de calor extremo en Ottawa, Canadá”.

## 2. Arquitectura del sistema

La arquitectura del sistema describe el marco técnico de los distintos componentes computacionales, entre otros: el hardware, el software y las redes necesarias para todas las funciones del sistema mismo. El diseño de la arquitectura debe tomar en cuenta la seguridad; la autenticación del usuario; la entrada, integración y transferencia de los datos, así como paquetes de funciones estadísticas o aplicaciones de apoyo a algoritmos. La gráfica 8 lo ilustra con un diagrama sencillo: los datos se ingresan a través de un explorador conectado a internet y después se transfieren a una red protegida mediante una aplicación web hacia un sistema de cómputo centralizado, para luego transferirse a una base de datos para su almacenamiento. La aplicación web tendría capacidad para visualizar y manipular los datos, además de permitir aplicar técnicas de detección de aberraciones definidas por el usuario o ya incorporadas para procedimientos de emisión de alertas (véase *infra* el apartado 4. Reglas para la emisión de alertas). Puede consultarse un análisis detallado de la arquitectura de sistemas en el informe *Architectures and Transport Mechanisms for Health Information Interchange of Clinical EHR Data for Syndromic Surveillance* [Arquitecturas y mecanismos de transporte para el intercambio de información de salud de datos emanados de expedientes clínicos en formato electrónico para vigilancia sindrómica] (Arzt, 2012), publicado por la Sociedad Internacional para la Vigilancia de Enfermedades (ISDS).

Para los sistemas de vigilancia sindrómica que integran información meteorológica con datos sobre efectos en la salud, la visualización de los datos se logra gracias a la aplicación de métodos SIG que admiten numerosas capas de datos y se actualizan en tiempo real (o casi real).

**Gráfica 8. Componentes básicos de la arquitectura de un sistema de vigilancia sindrómica**



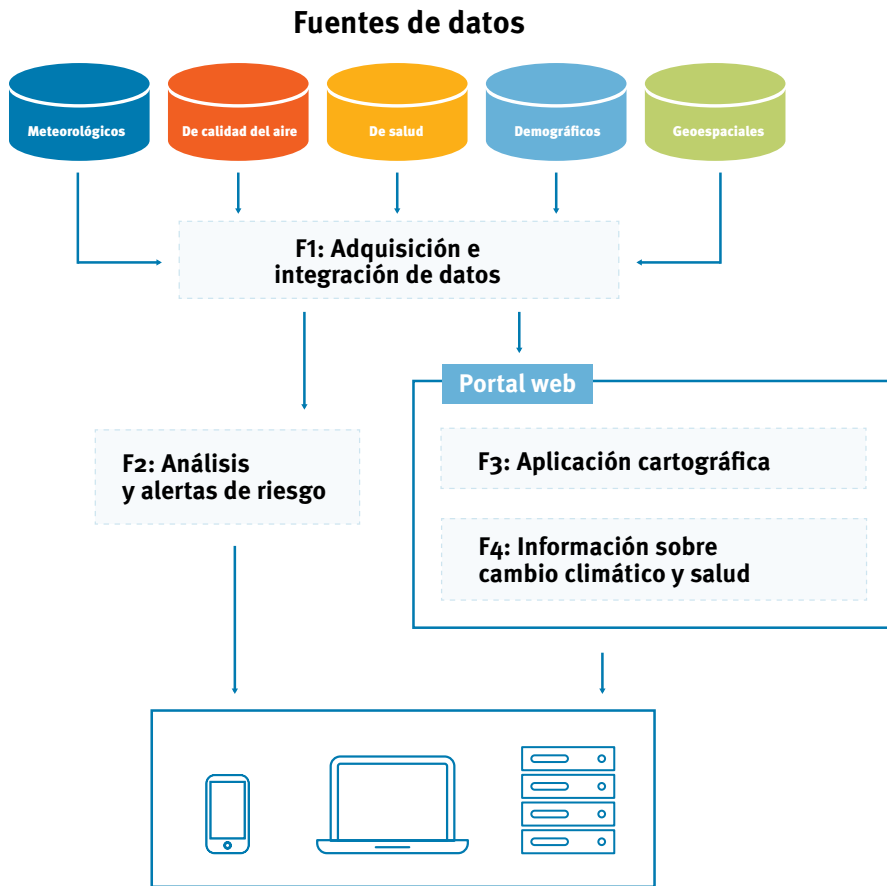
*Fuente:* División de Gestión del Conocimiento de la Junta de Salud Pública de los condados de Kingston, Frontenac y Lennox, y Addington (KFL&A Public Health, 2016).

Por ejemplo, además de monitorear llamadas telefónicas recibidas en centros de atención telefónica con consejo de enfermería, consultas a unidades de cuidado intensivo y servicios prestados por ambulancias en la provincia de Quebec, el sistema SUPREME puede monitorear, al mismo tiempo, tanto variables meteorológicas como efectos en la salud. Obsérvese que los datos de múltiples fuentes —meteorológicos, de calidad del aire, de salud, demográficos y geoespaciales— se recogen todos por separado y que, gracias a su arquitectura (véase la gráfica 9) el sistema adquiere e integra los conjuntos de datos en una plataforma común para análisis posteriores. Los cuatro componentes principales de la arquitectura SUPREME incluyen:

1. adquisición e integración de datos (F1) que se extraen de todas las fuentes de datos a integrarse;
2. análisis y alertas de riesgos (F2), en cuyo caso procesos estadísticos automatizados calculan conteos de referencia y aberraciones para dar inicio a procesos de alerta por medio de mensajes de correo electrónico y servicio de mensajes cortos (mensajes de texto o SMS, por sus siglas en inglés) a sectores interesados;
3. aplicación cartográfica que permite la visualización de los datos en mapas (F3), y
4. acceso a información relacionada con el cambio climático y la salud (F4).

Los componentes F3 y F4 comprenden el portal web al que tiene acceso el público y que permite a los usuarios mostrar e interpretar datos. SUPREME se basa en un marco de software de fuente abierta que responde a inquietudes tanto de costos como de intercambio de datos (Toutant *et al.*, 2011).

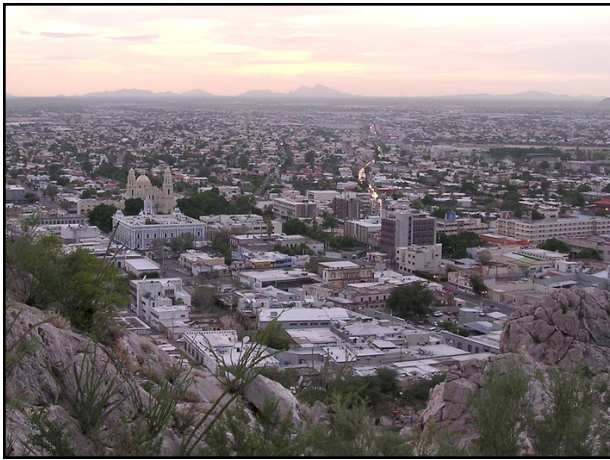
Gráfica 9. Arquitectura del sistema SUPREME



Fuente: Toutant *et al.*, 2011.

## ESTUDIO DE CASOS





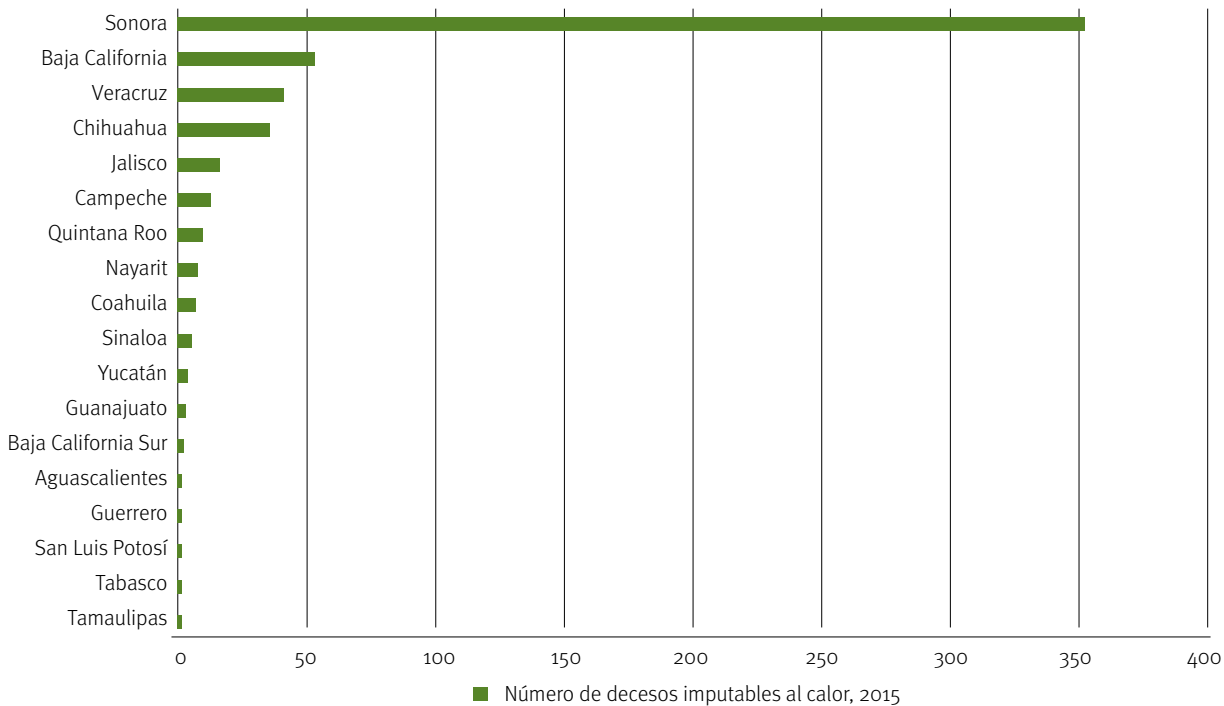
**ESTUDIO DE CASO:**  
**La ciudad de Hermosillo, en México,**  
**captura información sobre enfermedades**  
**relacionadas con el calor en centros**  
**médicos utilizando bases de datos nuevas**

**Problema**

La amenaza del cambio climático en el estado de Sonora genera graves preocupaciones en torno a la protección de la salud humana, ya que a menudo se registran temperaturas máximas diarias de más de 44 °C y se espera que las condiciones empeoren. El estado de Sonora presenta un clima desértico, caracterizado por una baja precipitación, una elevada exposición al sol y calor extremo. Aproximadamente 60 por ciento

de los casos de mortalidad relacionados con el calor observados en México en 2015 ocurrieron en dicha entidad federativa (véase la gráfica 10). Los elevados índices de mortalidad motivaron a todos los órdenes de gobierno y autoridades sanitarias a respaldar medidas de protección y prevención ante la exposición al calor en la región. Aunque en la vigilancia epidemiológica de rutina de la región se incluyen enfermedades de notificación obligatoria, no se coteja información sobre ERC ni se reporta a autoridades centrales de

**Gráfica 10. Mortalidad debida al calor extremo en entidades federativas mexicanas para 2015**



Fuente: Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica en México (Sinave, 2015).



salud. Además, aunque en hospitales y otros centros médicos en Hermosillo, ciudad capital del estado de Sonora, se reúnen expedientes médicos electrónicos, para los análisis epidemiológicos prevalecen los expedientes en papel.

## Solución

En colaboración con la Cofepris, la Secretaría de Salud y la CCA, la Comisión Estatal de Protección contra Riesgos Sanitarios del Estado de Sonora (Coesprisson) —autoridad sanitaria de la entidad— estableció numerosos objetivos encaminados a crear un sistema de vigilancia sindrómica en tiempo real para la ciudad de Hermosillo, como parte de un proyecto piloto sobre vigilancia sindrómica en 2016 que permitiría la identificación oportuna de efectos en la salud debidos a temperaturas extremas y la formulación de políticas basadas en datos objetivos con miras a reducir los índices de mortalidad y morbilidad. Estos objetivos incluyen los siguientes:

- realizar un análisis de los índices de ERC en la región;
- diseñar e instrumentar una plataforma computarizada para recibir y almacenar datos en tiempo real relacionados con los efectos en la salud y correlacionarlos con información meteorológica y demográfica;
- impulsar un trabajo coordinado entre los propietarios de los datos (es decir, dependencias meteorológicas y sanitarias), y
- adoptar medidas coordinadas conducentes a la instrumentación de una estrategia de prevención y protección de la salud durante ECE.

La frecuencia de calor extremo en esta región dificulta generar adhesión a medidas de protección ante eventos de ese tipo; por ello, para evitar la “fatiga por alertas”, es necesario que los mensajes emitidos se dirijan a las poblaciones más vulnerables.

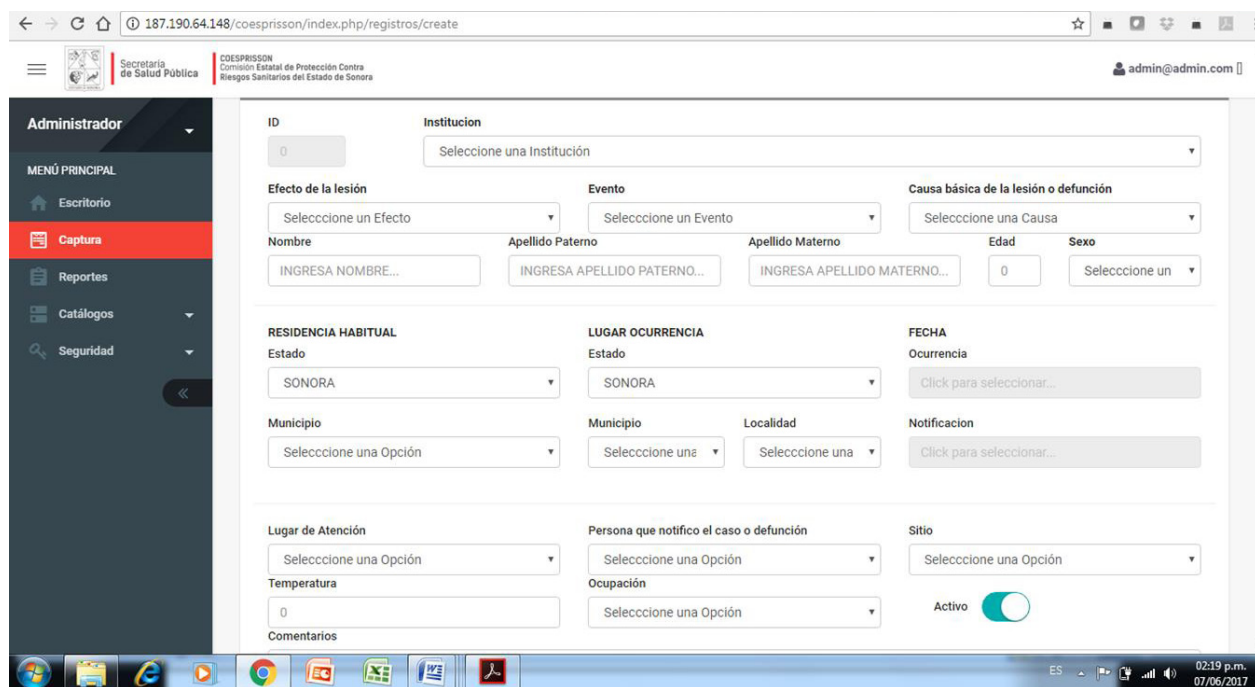
Cuatro de las enfermedades más frecuentes producidas por el exceso de calor se detectaron en los centros médicos de Hermosillo, a saber: 1) deshidratación; 2) golpe de calor o hipertermia; 3) insolación, y 4) eritema solar. Las causas de la exposición al calor en la mayoría de los casos identificados se atribuyeron a exposición laboral (trabajadores agrícolas y mineros, entre otros). La vigilancia

epidemiológica en marcha consistía en la presentación de boletines semanales por centros médicos locales de enfermedades de notificación obligatoria, pero la Coesprisson tenía la intención de diseñar un sistema en tiempo real que incluyera la vigilancia sindrómica de ERC. El equipo abordó el problema con la contratación de seis miembros de personal (dos estudiantes de medicina, tres enfermeras y un paramédico) a integrarse en dos hospitales de Hermosillo para buscar activamente casos de ERC y registrar los detalles en una base de datos de reciente creación (véase la gráfica 11). Con la observación de los aspectos de seguridad y confidencialidad correspondientes, el equipo estableció las bases de un sistema de vigilancia sindrómica específicamente para calor, instrumentado en dos hospitales, pero con capacidad para expandirse a más centros hospitalarios o abarcar efectos en la salud, según lo permitan los recursos disponibles. Por ejemplo, como una de las medidas para proteger la seguridad de los datos y la confidencialidad del paciente, únicamente los administradores del sistema tienen acceso a todos los expedientes médicos, además de que el personal encargado de introducir los datos tiene acceso a los expedientes únicamente durante el proceso de captura en la base de datos.

El sistema de vigilancia sindrómica busca reunir información relativa tanto a detalles de los casos como a las causas de las enfermedades relacionadas con el calor. Los datos se recogen en tiempo real para los casos de ERC e incluyen los siguientes elementos:

- centro médico que emite el informe;
- domicilio del centro médico;
- efecto de la lesión (es decir, síntomas y enfermedades, o la muerte);
- causa básica de la lesión o del deceso (es decir deshidratación, golpe de calor, choque térmico o eritema solar);
- información demográfica (nombre del paciente, edad, sexo, domicilio particular);
- lugar de la exposición o incidente;
- fecha de la exposición y fecha de la notificación;
- nombre del miembro del equipo que notifica el caso;
- sitio donde se realiza el estudio de vigilancia sindrómica;
- temperatura ambiental al momento de la exposición, y
- fecha y hora de captura de la información.

**Gráfica 11. Tablero de control de vigilancia sindrómica de Hermosillo para enfermedades relacionadas con el calor**



Fuente: Hugo Medina, 2016.

Hoy día, aunque la temperatura se captura en la base de datos al mismo tiempo que la información sobre el paciente, se busca introducir automáticamente datos meteorológicos con la colaboración del Servicio Meteorológico Nacional.

## Aprendizajes

Uno de los principales desafíos que enfrentó la Coesprisson en el proyecto piloto fue el asunto de la fatiga por alertas. La comunidad está habituada a hacer su vida diaria en un ambiente constantemente caliente, y vive con el riesgo cotidiano de exposición a temperaturas extremas. Por ello es necesario formular, en coordinación con las poblaciones en riesgo, estrategias educativas y adoptar políticas dirigidas a los distintos sectores (por ejemplo, lugares de trabajo, planteles escolares, etc.) que sean sensibles a las capacidades de adaptación de cada sector en específico. En la formulación de políticas en colaboración deberá garantizarse que los mensajes y las estrategias de adaptación sean pertinentes para la población a que van dirigidas. Por ejemplo, los datos iniciales emanados de este proyecto indican que la mayoría de las enfermedades relacionadas con el calor se deben a exposición laboral. En ese sentido, es preciso

que las estrategias de prevención y protección incluyan comentarios y sugerencias de empleadores, trabajadores y autoridades de salud laboral. Podría considerarse la participación de especialistas en seguridad para sectores laborales específicos a fin de garantizar que las políticas y estrategias educativas se apliquen en forma debida y resulten eficaces. Los datos reunidos con el sistema de vigilancia sindrómica en Hermosillo se utilizarán para demostrar el mayor riesgo que experimentan determinados grupos laborales locales con el propósito de crear una política de protección. Los datos recogidos en el curso del proyecto piloto 2016 indican que el paciente típico con ERC que se presentó en alguno de los centros médicos participantes corresponde a una persona del sexo masculino (42 de los 58 casos) expuesta al calor extremo por actividades laborales (35 de los 58 casos) o deshidratación (44 de los 58 casos).

Muchas veces se dan casos en que no se dispone de fuentes de datos electrónicos y los investigadores necesitan crear oportunidades para reunir la información requerida. En Hermosillo, la base de datos creada por la Coesprisson para recoger datos sobre ERC permite a investigadores y autoridades de salud pública analizar y visualizar los efectos en la salud en tiempo casi real bajo circunstancias en que no se dispone de

expedientes médicos en formato electrónico para este fin. Este sistema es un ejemplo de vigilancia activa, cuya precisión y efectividad dependen de las prácticas de entrada del personal responsable de notificar los casos de ERC. En todo caso, se requerirían más miembros del personal para expandir la vigilancia sindrómica piloto hacia otros centros médicos, así como capacitación al personal adicional y mejoramiento a la base de datos para poder operar con múltiples usuarios en forma simultánea. Cabe la posibilidad, además, de que una ulterior simplificación de la aplicación corra en sistemas operativos para teléfonos celulares y de que puedan utilizarse tecnologías para tabletas a fin de optimizar los protocolos de notificación de la vigilancia sindrómica piloto. Este sistema de vigilancia sindrómica podría fácilmente expandirse para abarcar otras ERC de notificación obligatoria, al igual que otros síndromes de interés médico (por ejemplo, lesiones y exposición a sustancias químicas, relacionadas con el trabajo), con lo que aumentaría el valor de la base de datos para la formulación de estrategias de vigilancia de la salud pública en Hermosillo.

### 3. Definición de un síndrome por calor

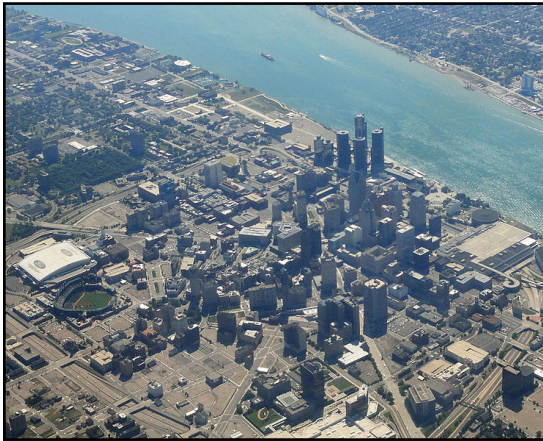
Los datos previos al diagnóstico recogidos de las distintas fuentes deben procesarse y clasificarse en síndromes médicamente pertinentes a fin de derivar información epidemiológica. A efectos de generar agrupaciones sindrómicas, es preciso analizar los expedientes electrónicos y clasificarlos mediante un clasificador de síndromes con base estadística, cuya selección dependerá de los datos utilizados. Por ejemplo, si el sistema de vigilancia sindrómica se basa en información de texto libre sobre los motivos principales de consulta, emanada de registros de unidades de cuidado intensivo, el clasificador operará con base en agrupaciones de palabras o frases clave. Si los datos consisten en códigos previos al diagnóstico, el clasificador funcionará entonces con tales códigos o grupos de códigos específicos, lo cual resulta de pertinencia para sistemas de vigilancia sindrómica basados en datos de hospitales que recurren a la codificación desplegable y predefinida para registrar el motivo de la consulta hospitalaria, en vez de utilizar información de texto libre sobre los motivos principales de consulta.



A fin de definir síndromes, diferentes sistemas de vigilancia sindrómica emplean distintas estrategias. Algunas se basan en técnicas de aprendizaje automático y de procesamiento de lenguajes naturales (PLN), en las que se aplican algoritmos de clasificación a datos textuales para enseñar al sistema a clasificar correctamente palabras y frases (o códigos) en agrupaciones de interés médico. De la misma forma en que funciona un detector de correos no deseados en una aplicación de correo electrónico, un clasificador de síndromes podrá reconocer texto en un expediente clínico con probabilidades variables de estar relacionado con síntomas específicos que, a su vez, pueden ser indicio de determinadas enfermedades (o síndromes). Para permitir al sistema reconocer los distintos síndromes de interés, es necesario someter el sistema a pruebas con un extenso conjunto de datos conformado por expedientes clínicos de pacientes cuyo destino final, en el estudio, es conocido. Si desea consultarse una descripción detallada de estos procesos, consúltense las distintas metodologías descritas en *Using chief complaints for syndromic surveillance: A review of chief*

*complaint-based classifiers in North America* [Uso de información sobre los motivos principales de consulta para la vigilancia sindrómica: revisión de clasificadores con base en esta información en América del Norte] (Conway, Dowling y Chapman, 2013).

La aplicación de estos métodos a enfermedades relacionadas con el calor presenta desafíos: por lo general, la etiología de estas afecciones no es específica y los síntomas presentes pueden ser interpretados o clasificados erróneamente en otros síndromes. Sin embargo, se dispone de distintas metodologías para resolver este problema: por ejemplo, algunos sistemas pueden clasificar un mismo expediente en numerosos síndromes distintos, y podría otorgarse prioridad a un síndrome de una ERC cuando las temperaturas lleguen a niveles superiores a los umbrales predeterminados. La metodología utilizada dependerá de los objetivos del sistema de vigilancia sindrómica, así como de la calidad de las fuentes de datos. El estudio de caso de Michigan ilustra tanto la metodología empleada para definir un síndrome que comprenda las ERC como los desafíos asociados a dicho proceso.



## ESTUDIO DE CASO: Optimización de la vigilancia sindrómica de enfermedades relacionadas con el calor en Michigan, con una definición mejorada de síndrome por calor

### Problema

El Sistema de Vigilancia Sindrómica de Michigan (*Michigan Syndromic Surveillance System, MSSS*) rastrea en tiempo real datos de los motivos principales de consulta de unidades de cuidado intensivo (es decir, 103 servicios hospitalarios de urgencias y seis clínicas de atención ambulatoria de urgencias leves) en el estado de Michigan. El sistema permite monitorear para efectos de vigilancia sindrómica las tendencias sintomáticas de amenazas a la

salud pública que podrían presentarse en la comunidad y requerir intervención. Epidemiólogos del Departamento de Salud y Servicios Humanos de Michigan (*Michigan Department of Health and Human Services, MDHHS*) reciben alertas en tiempo real del MSSS cuando se presentan síntomas poco frecuentes; miembros del personal verifican estas alertas y, si el caso lo amerita, se ponen en contacto con dependencias locales de salud pública y otros sectores interesados en los cuidados de la salud para adoptar medidas de prevención y protección. Para

facilitar la transferencia de información, el MSSS utiliza datos cuyo formato corresponde a los lineamientos de la norma Health Level 7 (HL7), conjunto de estándares de uso común en el sector salud. Los datos recibidos de los distintos centros sanitarios incluyen información sobre el paciente (edad y sexo, por ejemplo), la consulta (por ejemplo, fecha y hora) y el motivo principal de la consulta.

El MSSS se basa en un paquete de software de fuente abierta del Sistema de Vigilancia de Brotes y Enfermedades en Tiempo Real (*Real-time Outbreak and Disease Surveillance*, RODS) de la Universidad de Pittsburgh. Para cada expediente del servicio hospitalario de urgencias, el sistema clasifica los síndromes en una de nueve categorías, utilizando un algoritmo basado en palabras clave contenidas en el motivo principal de consulta. El algoritmo codificador de los motivos principales de consulta (*complaint coder*) es un clasificador bayesiano

que categoriza los datos vinculando frases clave con uno de los nueve síndromes predefinidos. Los expedientes que no pueden ser asignados se clasifican dentro de la categoría de síndrome “predeterminado”. En el cuadro 5 se muestran los síndromes y ejemplos de palabras clave utilizados para la clasificación descrita. En forma resumida, los nueve síndromes son 1) gastrointestinales; 2) inespecíficos; 3) respiratorios; 4) exantemáticos; 5) hemorrágicos; 6) botulínicos; 7) neurológicos; 8) otros, y 9) predeterminados.

Sin un síndrome específico por enfermedades relacionadas con el calor, podrían llevarse a cabo búsquedas con palabras clave, según el caso, de palabras relacionadas con estas afecciones, pero no sería en tiempo real para aportar conocimiento sobre la situación durante un ECE ni se tendrían capacidades de emisión de alertas automatizadas en caso de registrarse más consultas de lo esperado. Con

**Cuadro 5. Palabras clave para síndromes en el Sistema de Vigilancia Sindrómica de Michigan**

Síndromes	Palabras clave
<i>Gastrointestinales</i>	Abdominal, estomacal, epigástrico, gástrico, gastritis, enteritis, apendicitis, diarrea, vómito, náusea, abdomen, enfermedad de Crohn, dieta para pacientes con reflujo gastroesofágico, diverticulitis, gastroenteritis, emesis, hiperemesis, envenenamiento, intoxicación, úlcera péptica, péptico, cuadrante superior derecho, cuadrante inferior izquierdo, cuadrante superior izquierdo, nv (náusea y vómito), nvd (náusea, vómito y diarrea)
<i>Inespecíficos</i>	Fiebre, astenia, cansancio, mareo, mareado, temperatura, gripe, sensación de mareo leve, aturdimiento, escalofríos, letargo, fatiga, débil, sudor, aletargado, febril
<i>Respiratorios</i>	Tos, tórax, caja torácica, respiración, sibilancias, laringitis, faringitis, respiratorio, garganta, taquicardia sinusal, congestión, insuficiencia, costilla, amigdalitis, garganta, resfriado, catarro, bronquitis, neumonía, enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, asma, disnea, anginas, seno, sinusitis, rinofaringitis, vías respiratorias altas, falta de aire, dificultad para respirar, pulmonía, pleural, pleuresía, pleuritis, vías respiratorias, dolor de garganta, acceso de tos, constipación, congestión nasal, nariz congestionada
<i>Exantemáticos</i>	Exantema, erupción cutánea, sarpullido, salpullido, urticaria, roncha, habón, granos, petequias, púrpura, hiedra venenosa, zumaque, dermatitis, pústula, sarna, manchas, pecas
<i>Hemorrágicos</i>	Epistaxis, hemorragia, hemoptisis, hematuria, hematemesis, sangre, sangrar, hematoquecia, rectorragia, hemorrágico
<i>Botulínicos</i>	Balbuceo, problemas de dicción, diplopía, disfagia, fotofobia, disartria, habla, deglución, vista borrosa, vista nublada
<i>Neurológicos</i>	Jaquecas, migraña, memoria, cefalea, desorientado, desorientación, perder el conocimiento, síncope, parálisis, desmayo, lipotimia, hormigueo, epilepsia, convulsiones, dolor de cabeza, cefalalgia, ictus, apoplejía, accidente cerebrovascular, accidente isquémico transitorio, desmayado, pérdida del conocimiento, mental, vértigo, meningitis, entumecimiento, adormecimiento, entumecido, adormecido, confundido, confusión, demencia, reflejo ausente, ausencia de respuesta a estímulo, mareo, inconsciente, mareado
<i>Otros</i>	Desgarro, trauma, traumático, fractura, roto, esguince, abeja, lesión, inyección, mordedura, cuerpo extraño, excoriación, rozadura, herida, sutura, crisis, lesionado, conmoción, exploración física, reconocimiento médico, eritema solar, presión, tensión, compresión, caída, azúcar, herida por arma de fuego, herida de bala, monóxido
<i>Predeterminados</i>	Cualquier otro término (categoría por omisión)

Fuente: Instituto Altarum, 2016.

El objetivo de impulsar el fortalecimiento de la resiliencia de la población al calor y la capacidad de resistir los efectos del cambio climático, el MDHHS y la CCA se asociaron para realizar mejoras al MSSS e incluir síndromes específicos por ERC.

## Solución

El nuevo síndrome se denomina *Heat* para reflejar que sólo se activa con palabras clave relacionadas única y exclusivamente con este fenómeno (es decir, quedan excluidas aquellas relacionadas con el frío u otras condiciones “estacionales”) en los datos de los motivos principales de consulta. Para ello se integró una lista de palabras clave de inclusión (de una o dos unidades léxicas). También se definieron los términos de exclusión en apoyo del algoritmo de clasificación; los resultados de la clasificación se mejoraron utilizando estos términos como palabras clave para el síndrome *Otro (Other)*, más que como términos de exclusión para el síndrome *Heat*. Los términos de exclusión son los siguientes: *ataque, sofoco, palpitaciones, ritmo, latidos acelerados, sofocos, almohadilla, compresa y conductor*. La eliminación de estos términos permite generar datos de buena calidad, al distinguir errores de ortografía y excluir del síndrome por calor los sofocos y las quemaduras causadas por almohadillas, compresas y conductores.

La versión definitiva del síndrome *Heat* incluye los términos clave siguientes [36 en inglés, incluidas palabras con faltas de ortografía, listados aquí en traducción libre]:

*deshidratación, deshidratado, deshidratar, deshidrat, deshidratacion, calor, golpe de calor, sobrecalentamiento, sobrecalentado, caliente, calentado, sol, insolación, insolado, quemaduras de sol, quemado por el sol, quemazón, hipertermia, erupción, erupciones, urticaria, sarpullido, salpullido, agotamiento por calor, agotamiento térmico, choque térmico, postración por el calor, postración térmica, exposición al sol, acoloramiento, termoplejía, relacionado con el calor, calor excesivo, calambres por calor, problemas inducidos por el calor, trastornos relacionados con el calor, eritema solar, dermatitis actínica aguda, quemadura solar, ampolla, flictena, quemadura, fiebre térmica, eccema, eczema, reacción al sol, lipotimia térmica, lipotimia por el calor, calor extenuante*

El MSSS aplica una técnica de ponderación para estimar la importancia relativa que las distintas palabras clave tienen para ayudar a que el algoritmo clasifique entre distintos posibles síndromes. A lo largo del proyecto, las primeras ponderaciones de las distintas palabras clave se probaron y afinaron dos veces para ajustar las clasificaciones resultantes. Por ejemplo, tomando en cuenta que la deshidratación es síntoma de numerosas enfermedades, después de revisar los resultados preliminares, el MDHHS decidió conservar para el síndrome *Heat* palabras clave relacionadas con la deshidratación, pero la ponderación se modificó de 0.05 a 0.02 para reducir la clasificación errónea.

A fin de determinar los excesos por arriba de los conteos esperados, el MSSS formuló reglas de alerta para el síndrome *Heat*. El MSSS calcula valores de referencia para los demás síndromes como la media de los 120 días anteriores; por excesos se consideran los conteos correspondientes a un día que equivalen a más de una desviación estándar mayor que la media de 120 días. Sin embargo, este tipo de cálculo de referencia no funciona para el síndrome *Heat* debido a los cambios de temperatura estacionales; por ejemplo, con este método se compararían los conteos de junio con un valor de referencia calculado a partir de las consultas a unidades de cuidado intensivo efectuadas entre febrero y mayo. En vez de ello se determinó un valor de referencia a partir de una colección de varios años de datos históricos obtenidos para cada condado de Michigan y para el estado en su conjunto. El MSSS emplea sus algoritmos de alerta para notificar a personal de salud pública cuando las consultas relacionadas con eventos de calor rebasan los valores de referencia calculados —lo mismo a escala estatal que por condados individuales— de la misma forma que responde para los demás síndromes.

## Aprendizajes

El ejercicio del MDHHS de definición del nuevo síndrome *Heat* para monitorear ERC aportó varias lecciones relevantes:

- se formularon métodos que pudieran aplicarse a otros sistemas de vigilancia sindrómica con base en el enfoque RODS para evitar los límites propios de cada sistema en cuanto al número de síndromes que pueden analizarse en forma simultánea;

- se crearon métodos que permitieran el uso de términos de exclusión para facilitar la clasificación de un nuevo síndrome, y
- se estableció una solución para definir valores de referencia de síndromes estacionales.

La lección final sucedió mientras el MDHHS examinaba el desafío planteado por los síndromes estacionales para calcular valores de referencia significativos: se emplearán datos correspondientes al mismo periodo de años previos para comparar conteos presentes y aplicar la detección de aberraciones.

#### 4. Reglas para la emisión de alertas

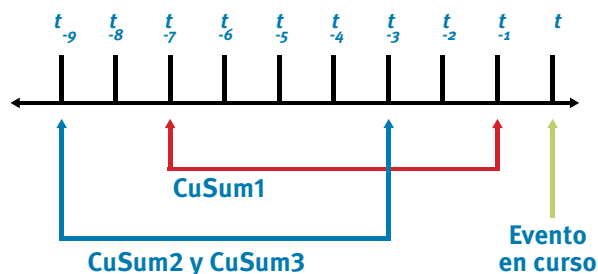
La vigilancia sindrómica tiene por objetivo identificar grupos de enfermedades (o estados de salud) atípicos mediante la detección temprana basada en datos previos a un diagnóstico que, de otra manera, no serían detectables utilizando métodos de vigilancia tradicionales. Estos grupos, o aberraciones de los conteos de referencia esperados, se presentan cuando un conteo (es decir, la cifra total correspondiente a un día o un periodo predefinido) excede un valor o comportamiento determinado en forma tal que no cabe posibilidad alguna de que hubiera ocurrido por azar únicamente. Las reglas de emisión de alertas varían de un sistema de vigilancia sindrómica a otro y pueden aplicarse reglas distintas a los diferentes síndromes dentro del mismo sistema (por ejemplo, el MSSS emplea para el síndrome *Heat* reglas distintas de las utilizadas para los demás síndromes). Entre los ejemplos de métodos de alerta se incluyen los siguientes:

- inspección visual elemental de los datos diarios (generalmente de precisión sólo para analistas muy familiarizados con los datos);
- desviación estadística de los valores de referencia calculados a partir de marcos temporales predefinidos (por ejemplo, 120 días);
- desviación estadística de los valores de referencia calculados a partir de los mismos marcos temporales de años o eventos anteriores (es decir, valores de referencia históricos), y
- algoritmos basados en otros métodos con base en umbrales (por ejemplo, el método de suma acumulada CuSum, descrito más adelante).

En el estudio de caso del MSSS se abordan los métodos de desviación estadística. La familia de alertas basada en la suma acumulada o CuSum (del inglés: *cumulative sum*) parte de los algoritmos desarrollados por el Sistema de Notificación Temprana de Aberraciones (*Early Aberration Reporting System*, EARS) de los CDC en versiones anteriores de la plataforma ESSENCE-BioSense, y es sumamente socorrida por una amplia diversidad de autoridades sanitarias en Canadá y Estados Unidos. El EARS se creó para detectar sucesos anómalos en torno a un evento discreto (los Juegos Olímpicos, por ejemplo) para los que se dispone de muy pocos datos de referencia, y los valores de referencia pueden calcularse con sólo siete días de conteos. Tres algoritmos del EARS se definen con distintos niveles de sensibilidad: CuSum1 basa su detección de aberraciones en los datos de los siete días anteriores; CuSum2 y CuSum3 trasladan el cálculo del valor de referencia a los siete días precedentes al valor de referencia de CuSum1 (véase la gráfica 12). Si desea consultar información más detallada sobre las reglas y prácticas para la generación de alertas, la Sociedad Internacional para la Vigilancia de Enfermedades (*International Society for Disease Surveillance*, ISDS) compiló una lista de numerosos recursos con descripciones de estudios de caso que incluyen protocolos de generación de alertas específicos (<[www.syndromic.org/resources](http://www.syndromic.org/resources)>).

No todos los conteos con aberraciones justifican la emisión de una alerta dirigida a las autoridades de salud pública. Es necesario definir con toda claridad protocolos de respuesta a alertas a fin de asegurar que se tomen las medidas adecuadas. Los protocolos de respuesta incluyen las reglas para la emisión de alertas y

**Gráfica 12. Periodos de cálculos de los valores de referencia para la definición de reglas de generación de alertas con base en sumas acumuladas (CuSum) 1, 2 y 3**



Fuente: División de Gestión del Conocimiento de la Junta de Salud Pública de los condados de Kingston, Frontenac y Lennox, y Addington (KFL&A Public Health, 2016).

las excepciones aceptadas para cada síndrome; las funciones y responsabilidades del personal involucrado en la respuesta, incluida una lista de notificaciones, y las acciones a emprender en caso de emitirse una alerta. Los protocolos de respuesta deben someterse a pruebas y actualizaciones periódicas para reflejar cambios en la población y la disponibilidad de recursos.

La ISDS produjo un curso de capacitación en línea, el *Syndromic Surveillance 101* [Vigilancia sindrómica 101], que incluye un módulo donde se describen los pasos clave en un protocolo de respuesta eficaz (ISDS, 2007b). En forma concisa, la gráfica 13 presenta un ejemplo de protocolo de respuesta ante anomalías. En él, un analista de datos es el primero en intervenir luego de la alerta: resulta necesario evaluar la anomalía de acuerdo con lo que se espera y considerar qué eventos podrían estar sucediendo en el área para causar dicha anomalía; también es posible validar la alerta mediante la verificación de otras fuentes de datos, o si se están presentando episodios similares en zonas aledañas. Una vez analizadas las condiciones y validada la alerta, el siguiente paso corresponde a tomar una decisión respecto del nivel de respuesta requerida, a saber:

- respuesta nula: si la anomalía no se considera una amenaza, no habrá intervención;
- respuesta pasiva: si la amenaza a la salud pública se considera mínima o de bajo riesgo,

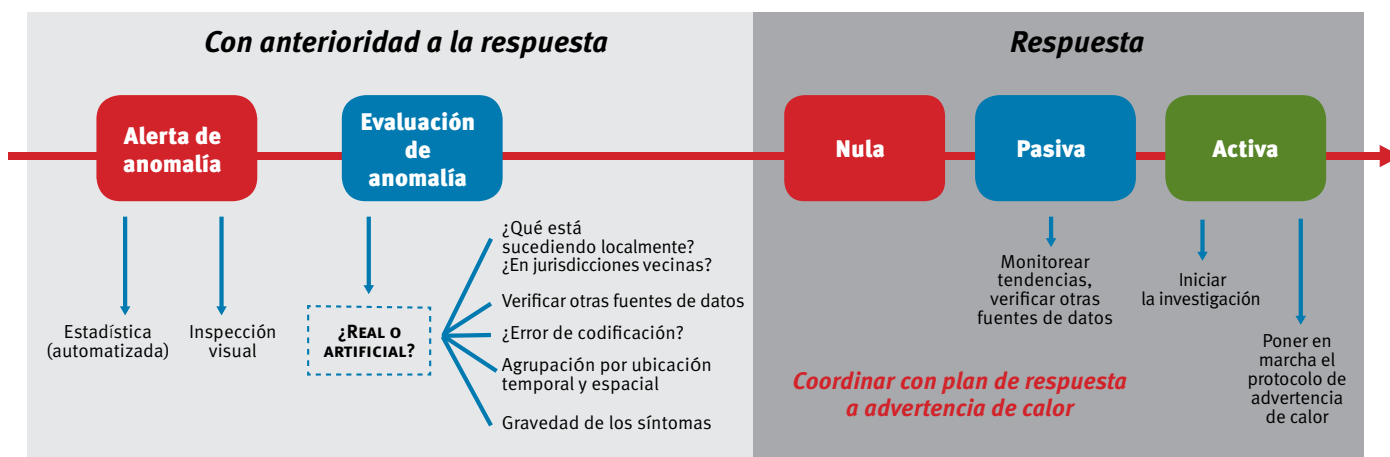
el analista podrá decidir si continuar monitoreando la situación, y

- respuesta activa: si la anomalía se considera un riesgo de salud pública, deberá iniciarse la investigación del brote y ponerse en marcha el protocolo de advertencia pertinente.

Los protocolos de respuesta a alertas por ERC deberán nutrirse con advertencias de calor derivadas de datos meteorológicos, según lo analizado en el apartado “Aplicación de la vigilancia sindrómica en apoyo de la respuesta de salud pública” (*supra*). Es poco probable que se presenten alertas para síndromes asociados con ERC en ausencia de condiciones de altas temperaturas; una anomalía detectada en estas condiciones probablemente amerite una evaluación del sistema de vigilancia sindrómica. Es importante destacar que ello podría no aplicarse en climas cálidos. En el estado de Sonora, por ejemplo, con regularidad se registran ERC incluso ante la ausencia de condiciones de alerta. Independientemente, la alerta de un síndrome o su gravedad pueden aportar información muy valiosa a autoridades de salud pública durante un evento de calor extremo. Una alerta puede, por ejemplo:

- aportar pruebas para identificar a poblaciones (o barrios) vulnerables;
- facilitar la localización geoespacial de poblaciones vulnerables para la asignación de recursos;

**Gráfica 13. Protocolo de respuesta ante una alerta por anomalías**



Fuente: Sociedad Internacional para la Vigilancia de Enfermedades (ISDS, 2007b).





- aportar datos con los cuales determinar la eficacia de las estrategias de comunicación de riesgos, y
- presentar indicios de la gravedad de la respuesta a la exposición al calor para la salud.

La ausencia de una alerta durante un ECE puede aportar información sobre la sensibilidad de los protocolos de alerta ante tales fenómenos (lo que incluye umbrales, educación y estrategias de comunicación) que tal vez deban someterse a una reevaluación. Las alertas de síndromes asociados con ERC siempre deberán considerarse vinculadas a condiciones meteorológicas.

## 5. Integración de efectos en la salud e información meteorológica

Un sistema ideal de vigilancia sindrómica para ERC, según lo ya analizado, combina protocolos de alerta ante calor extremo y sensibilización de la situación sobre las condiciones meteorológicas con el monitoreo estadístico de los efectos en la salud utilizando la vigilancia sindrómica. El sistema SUPREME, utilizado en la provincia de Quebec,

Canadá, integra información de fuentes de datos meteorológicos, de calidad del aire, de salud, demográficos y geoespaciales para el análisis de riesgos y la visualización cartográfica de los datos en tiempo real (véanse *supra* el apartado 2. Arquitectura del sistema, y la gráfica 9). El sistema SUPREME tiene por objetivo proporcionar un marco estándar a seguir para la creación de nuevos sistemas, según lo descrito a continuación (Toutant *et al.*, 2011):

- ofrecer una representación en mapas de condiciones meteorológicas, lo que incluye indicadores en tiempo real, alertas y pronósticos;
- proporcionar una descripción geoespacial de las poblaciones vulnerables al calor;
- generar indicadores cartográficos sobre la situación de la salud de la población, como parámetros de calidad del aire y pronósticos de ECE, y
- ofrecer indicadores cartográficos sobre efectos en la salud con el objeto de: 1) respaldar la concientización sobre la situación para emprender acciones sobre salud pública, y 2) efectuar una evaluación retrospectiva de los efectos de ECE en la salud.



## ESTUDIO DE CASO: Intensificación de la vigilancia sindrómica para, en tiempo real, crear conciencia sobre la situación ante eventos de calor extremo en Ottawa, Canadá

### Problema

La ciudad de Ottawa tiene un clima continental húmedo, caracterizado por cuatro estaciones distinguibles con importantes variaciones en la temperatura; por lo general, los veranos son cálidos y húmedos, y los inviernos son fríos con nieve duradera. Las ciudades localizadas en climas septentrionales enfrentan la amenaza particular de ECE, con graves efectos en la salud como consecuencia de aclimatación y adaptación limitadas. La Junta de Salud Pública de Ottawa (*Ottawa Public Health*, OPH) monitorea los efectos del calor extremo en la salud utilizando el Sistema de Vigilancia Mejorada de Unidades de Cuidado Intensivo (*Acute Care Enhanced Surveillance*, ACES). Además de facilitar a la provincia vigilancia sindrómica con base en datos de triaje obtenidos de más de 80 por ciento de los hospitales con unidades de cuidado intensivo en Ontario, el sistema ACES muestra datos específicos para la región de la ciudad de Ottawa obtenidos de sus cinco hospitales participantes. El sistema ACES emplea métodos de procesamiento de lenguajes naturales (PLN) para clasificar, en tiempo real, información de texto libre sobre los motivos principales de consulta en aproximadamente 80 síndromes; el síndrome *Enviro* (ambiental) para ERC captura palabras y frases clave relacionadas directamente con estas afecciones, como deshidratación, exposición al sol, quemadura solar, síncope por calor y golpe de calor. El síndrome *Enviro* se valida retrospectivamente con códigos de diagnóstico de ERC de los centros hospitalarios de atención a enfermedades agudas (es decir, los mismos códigos de diagnóstico utilizados en las unidades de cuidado intensivo).

Para la ciudad de Ottawa, la adaptación al cambio climático es ya una prioridad de salud pública. En colaboración con la CCA y el ministerio de Salud de Canadá, la OPH busca alcanzar un mayor entendimiento acerca de las enfermedades relacionadas con el calor, así como mejorar su capacidad para proteger a los ciudadanos más vulnerables al aumentar la sensibilidad del síndrome *Enviro* y permitir la integración de fuentes de datos meteorológicos y sobre efectos en la salud para impulsar la concientización sobre la situación en tiempo real.

### Solución

A fin de mejorar la sensibilidad de ACES, se procuraron nuevas fuentes de datos que pudieran aportar datos previos al diagnóstico en forma más oportuna que los datos emanados de los procesos de triaje utilizados actualmente (véase *supra*, como ejemplo, la gráfica 1). En específico, se negoció un convenio para el intercambio de datos con Telehealth Ontario, servicio de atención telefónica con consejos de enfermería. En comparación con los datos de triaje de hospitales, los registros de llamadas a Telehealth pueden representar un conjunto de datos más oportuno (y posiblemente mayor) en torno a las ERC. Algunas características positivas, como la idoneidad, disponibilidad, oportunidad y calidad, hacen que estos datos resulten ideales para respaldar tendencias observadas en los datos disponibles, y podrían mejorar la oportunidad del sistema utilizado para enfermedades relacionadas con el calor. Otras fuentes de datos de interés (y que podrían incluirse en fechas posteriores) corresponden a registros de despacho de ambulancias, y numerosos medios sociales de comunicación y fuentes noticiosas.

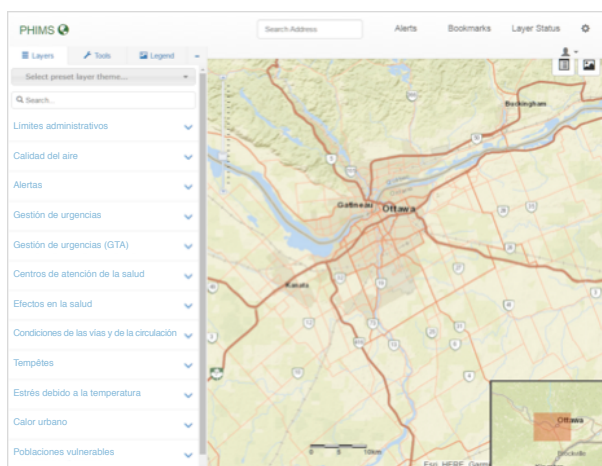
Con el propósito de integrar datos sobre los efectos en la salud con datos meteorológicos, se reestructuró el Sistema de Manejo de Información sobre Salud Pública (*Public Health Information Management System*, PHIMS), herramienta para la concientización de la situación, para uso de la Junta de Salud Pública de Ottawa. Este nuevo sistema recibe el nombre de Vigilancia Sindrómica ante Eventos de Calor Extremo de Ottawa (*Ottawa Syndromic Surveillance for Extreme Heat*, OSSEH). El PHIMS permite visualizar cartográficamente, en línea, datos tanto en tiempo real como estáticos de pertinencia para la gestión de emergencias y la salud pública. La gráfica 14 muestra la pantalla principal del PHIMS con el menú del lado derecho, donde aparecen las distintas categorías de información que pueden visualizarse en el momento. Las fuentes de datos que ya se visualizan en el PHIMS, y las fuentes de datos adicionales integradas para el nuevo OSSEH, se muestran en el cuadro 6. Los datos disponibles en el sistema van desde información estática —como los límites administrativos de la ciudad de Ottawa y la autoridad de salud pública local, junto con las divisiones por código postal— hasta la visualización de datos actualizados en tiempo real (por ejemplo, efectos en la salud, temperatura y parámetros de calidad del aire). Para el sistema OSSEH, no se realizaron cambios al protocolo de recolección de datos de triaje de las unidades de cuidado intensivo, ni tampoco a los algoritmos del procesamiento de lenguajes naturales empleados para crear el síndrome *Enviro*. En Ontario,

las poblaciones más vulnerables al calor son los adultos mayores, niños, nuevos inmigrantes, trabajadores extra-muros y personas que se ejercitan al aire libre, así como personas aisladas socialmente y con privaciones materiales (Bassil y Cole, 2010; Harlan *et al.*, 2013), para quienes los indicadores de vulnerabilidad pueden evaluarse utilizando los datos demográficos disponibles de datos censales recogidos por la Oficina de Estadísticas de Canadá (*Statistics Canada*). Los índices de privación se calculan a partir de datos demográficos de los censos nacionales agregados por código postal como indicador sustituto del estatus socioeconómico (Pampalon *et al.*, 2009).

Uno de los desafíos del OSSEH fue la visualización de datos sobre efectos en la salud dentro de los parámetros de confidencialidad que debían observarse. En el caso del sistema ACES, los efectos en la salud se visualizan en forma agregada y anónima para demarcaciones geográficas o administrativas específicas (es decir, dependencias locales de salud pública y subdivisiones geográficas a partir de los tres primeros dígitos del código postal [*forward sortation area*] en Canadá). Los datos de Telehealth se transfieren en forma de elementos anónimos; éstos se visualizan como conteos de llamadas y se clasifican como relacionados con el calor.

Gracias a imágenes de satélite, es posible derivar numerosos parámetros pertinentes relacionados con la carga térmica y la transferencia de calor en un entorno edificado y natural. Imágenes del satélite Landsat 8 de fuente abierta —provenientes de la NASA— se procesarán para definir las áreas locales donde puede registrarse un posible aumento de estrés por calor. El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index*, NDVI) corresponde a una de esas fuentes de información derivadas de imágenes por satélite, además de ser una estimación de la cantidad relativa de vegetación. En combinación con la temperatura de la superficie del suelo, el NDVI puede utilizarse para definir áreas que representan puntos críticos localizados dentro de una región. En las ciudades, estas áreas tienden a ser entornos altamente edificados con una vegetación mínima y superficies impermeables. El efecto “isla urbana de calor” describe el calor excesivo característico de zonas urbanas en comparación con las rurales. Entender la variación regional en temperaturas en relación con los patrones residenciales reviste vital importancia para determinar el posible impacto del calor, sobre todo en poblaciones vulnerables con acceso

**Gráfica 14. Página principal del *Public Health Information Management System* [Sistema de Manejo de Información sobre Salud Pública]**



*Fuente:* División de Gestión del Conocimiento de la Junta de Salud Pública de los condados de Kingston, Frontenac y Lennox, y Addington (KFL&A Public Health, 2016), en: <[www.phims.ca](http://www.phims.ca)>.

**Cuadro 6. Fuentes de datos del Sistema de Vigilancia Sindrómica ante Eventos de Calor Extremo de Ottawa**

Origen de los datos	Fuente	Tipo de información	Detalles
Triaje de unidades de cuidado intensivo	ACES	Sobre efectos en la salud	Los datos incluyen fecha y hora, edad, sexo, texto libre sobre el motivo principal de consulta, gravedad y destino del paciente
Parámetros de calidad del aire de estaciones locales de monitoreo	ECCC	Geofísica	Los datos incluyen indicadores del Índice de Calidad del Aire para la Salud ( <i>Air Quality Health Index</i> , AQHI) —PM <sub>2.5</sub> , O <sub>3</sub> y NO—, así como NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> y SO <sub>2</sub>
Datos demográficos	Oficina de Estadísticas de Canadá	Pronóstico	Indicadores sustitutos para estatus socioeconómicos derivados de datos censales
Datos de estaciones meteorológicas locales	ECCC	Geofísica	Los datos incluyen temperatura atmosférica en intervalos por hora y día, humedad, humidex, volúmenes de precipitación, y dirección y velocidad del viento
Alertas meteorológicas	ECCC	Pronóstico	Información geoespacial y detalles de texto
<b>Fuentes de datos adicionales:</b>			
Servicio de atención telefónica con consejos de enfermería	Telehealth Ontario	Sobre efectos en la salud	Síndrome por calor de Telehealth: los datos incluyen fecha y hora, edad y sexo
Advertencia de calor de la OPH	OPH	Pronóstico	Advertencias específicas por región
Imágenes por satélite	NASA, División de Gestión del Conocimiento	Geofísica	Imágenes estáticas de la temperatura superficial y espacios verdes

Fuente: División de Gestión del Conocimiento de la Junta de Salud Pública de los condados de Kingston, Frontenac y Lennox, y Addington (KFL&A Public Health, 2016).

limitado a aire acondicionado y con viviendas con materiales de construcción de calidad inferior.

El sistema OSSEH ofrece una herramienta de concientización de la situación y para la toma de decisiones en tiempo real para la ciudad de Ottawa. Las múltiples fuentes de datos que aparecen en conjunto permiten a personal de salud pública visualizar los diferentes datos durante un episodio. Hoy día, esta plataforma podría hacer realidad el análisis para la generación de indicadores, como la relación entre la temperatura y los efectos en la salud en tiempo real. En su formato actual, el OSSEH ofrece a la ciudad de Ottawa una herramienta integral con base cartográfica, que permite una concientización mejorada de la situación en apoyo de la distribución de recursos para emprender acciones de salud pública, al igual que la capacidad de realizar evaluaciones posteriores de los efectos de ECE en la salud.

## Aprendizajes

Uno de los mayores desafíos de un sistema de vigilancia sindrómica, como el OSSEH, tiene que ver con la aplicación de nuevas tecnologías. El OSSEH ofrece una gran cantidad de información que puede influir sobre tomas de decisiones de salud pública en todos los órdenes: desde determinaciones de vulnerabilidad hasta evaluaciones de las acciones a emprender para reducir la exposición durante un evento de calor extremo. La OPH ofrecerá seminarios web y capacitación a empleados pertinentes para mejorar la adopción del OSSEH en tareas de evaluación y triaje por personal de primera línea (es decir, personal que atiende las llamadas a Telehealth y enfermeras responsables del triaje) para mejorar el reconocimiento de la sintomatología y el tratamiento de ERC.

# Conclusiones

## Ventajas y limitaciones de la vigilancia sindrómica para monitorear eventos de calor extremo

La vigilancia sindrómica de enfermedades relacionadas con el calor comparte fortalezas y limitaciones similares a las observadas en la vigilancia de otros efectos en la salud, como las afecciones infecciosas (la influenza estacional, por ejemplo). La vigilancia sindrómica puede ofrecer un indicio oportuno de cambios en la salud de la población. Al integrar datos demográficos se obtiene información valiosa sobre la vulnerabilidad, de gran utilidad para las acciones de divulgación de dependencias de salud pública. En la observación de los efectos en la salud ocasionados por la exposición al medio ambiente, la vigilancia sindrómica permite monitorear, en tiempo real, los avances del episodio. En casos de eventos de calor extremo, la vigilancia sindrómica, aunada al monitoreo simultáneo de información meteorológica, facilita la gestión de emergencias mediante la concientización de la situación, además de generar información de utilidad tanto para apoyar la distribución de los recursos como para evaluar los episodios y la intervención correspondiente.

Asimismo, es necesario entender la vigilancia sindrómica en el contexto de la vigilancia tradicional de la salud pública. Lejos de buscar reemplazar métodos tradicionales, como datos de diagnóstico de expedientes médicos en formato electrónico e informes de laboratorio, la vigilancia sindrómica no pretende sino mejorar estas fuentes de información. Una investigación de salud pública sobre una alerta de vigilancia sindrómica no corresponde a una de carácter clínico: brotes menores o casos aislados de una enfermedad no son las aplicaciones a las que está dirigida la vigilancia sindrómica.

La recolección pasiva de datos previos al diagnóstico ofrece numerosos beneficios para el acopio de datos de diagnóstico asociados con la vigilancia tradicional de salud pública: los costos asociados con la adquisición de datos podrían resultar menores que la configuración de sistemas para su recolección, además de que el uso de múltiples fuentes puede mejorar la representatividad de los datos para la población, y los sistemas pasivos automatizados no requieren trabajo adicional de los proveedores de cuidados de la salud. En

contraste, los datos previos a un diagnóstico pueden resultar poco concluyentes en lo que se refiere a efectos en la salud y pueden no ser representativos de los reales en una población; por ejemplo, si determinada población no tiene acceso a cuidados de la salud, los datos recogidos no incluirán a esta población ni los efectos en su salud.

Por cuanto a los estudios de caso descritos en la presente guía, la implementación de la vigilancia sindrómica de ERC en cada una de las comunidades seleccionadas ha puesto de relieve las ventajas y limitaciones de estos sistemas. En todos los casos, la vigilancia sindrómica de ERC representa una oportunidad para monitorear los efectos del calor extremo en la salud, lo que resultaría prácticamente imposible de otra forma. Si bien cada uno de los tres casos estudiados representa un mejoramiento de la vigilancia hasta entonces prevalente en las respectivas comunidades, lo cierto es que en todos se presentan limitaciones derivadas de los datos disponibles o que pueden recogerse. Por ejemplo, datos preliminares de la vigilancia sindrómica en Hermosillo indican que los hombres de entre 18 y 65 años de edad representan la población más vulnerable al calor, aunque muchas personas en otros grupos por edad también se encuentran en riesgo. Otra limitación de la vigilancia sindrómica es que no recoge información sobre los efectos indirectos de ERC (por ejemplo, mayores tasas de delincuencia, un mayor número de incidentes por ahogamiento y la exacerbación de enfermedades crónicas). Los métodos para monitorear en tiempo real los efectos indirectos pueden contribuir a la identificación de todas las poblaciones vulnerables al calor; sin embargo, la etiología de las ERC dificulta distinguir los efectos en la salud exacerbados por el calor extremo.

## Aprendizajes resumidos

Para crear un sistema de vigilancia sindrómica, o mejorar uno ya en operación, con el objetivo de monitorear efectos en la salud relacionados con el calor extremo, es necesario llevar a cabo los cinco pasos clave siguientes:

1. identificar las fuentes de datos, lo que supone evaluar la idoneidad, disponibilidad, oportunidad y calidad de los datos;

2. definir la arquitectura del sistema en relación con los recursos y objetivos;
3. instrumentar métodos para definir síndromes de ERC;
4. aplicar reglas para el establecimiento de alertas significativas del sistema;
5. integrar información sobre efectos en la salud con la relacionada con condiciones meteorológicas.

Se presentan estudios de caso para las tres comunidades piloto seleccionadas. Hermosillo, en el estado de Sonora,

México, ofreció una descripción de la preparación de un sistema de vigilancia sindrómica propio, con base en la vigilancia activa de ERC en dos unidades de cuidado intensivo. Este estudio de caso se destaca en el apartado relacionado con el diseño de la arquitectura del sistema. En cuanto a la comunidad piloto de Estados Unidos, las experiencias del Sistema de Vigilancia Sindrómica de Michigan (Michigan Syndromic Surveillance System, MSSS) se describen en el apartado relativo a la definición de síndromes. Por último, la experiencia de la comunidad piloto de Ottawa, Canadá, ilustra la integración de la vigilancia sindrómica y datos meteorológicos.

### Los aprendizajes adquiridos por estas comunidades piloto son los siguientes:

- La identificación de las fuentes de datos y un acopio minucioso de éstas son elementos fundamentales en la creación de una base de datos para vigilancia sindrómica.
- Es posible integrar sistemas de vigilancia sindrómica funcionales sin recurrir a expedientes médicos electrónicos, con la aplicación de técnicas de vigilancia activa.
- Los datos recogidos de la vigilancia sindrómica pueden emplearse para identificar poblaciones o regiones geográficas vulnerables al calor extremo.
- En comunidades donde la exposición laboral al calor es una causa importante de ERC, deben formularse estrategias para la elaboración de mensajes en coordinación con empleadores, trabajadores y autoridades responsables de la salud en el trabajo.
- En el caso de sistemas de vigilancia sindrómica en climas cálidos, la fatiga por alertas es un factor a considerar; en ese sentido, deben prepararse estrategias convenientes para la elaboración de mensajes a fin de aumentar la asimilación de información.
- La elaboración de mensajes podría estar coordinada con la detección de aberraciones a fin de mejorar su asimilación y reducir riesgos.
- Los sistemas basados en la vigilancia en tiempo real de brotes y enfermedades (*Real-time Outbreak and Disease Surveillance*, RODS) que utilizan métodos fijos para definir síndromes pueden modificarse para albergar un mayor número de síndromes.
- De igual forma, es posible definir nuevos síndromes en sistemas de vigilancia sindrómica basados en el enfoque RODS.
- Han de emplearse métodos estadísticos creativos para establecer valores de referencia ante eventos estacionales esporádicos, como los ECE en climas templados.
- Para los sistemas de vigilancia sindrómica que integran información meteorológica con la relacionada con efectos en la salud, la capacitación de los usuarios del sistema reviste fundamental importancia para la adopción de la tecnología.
- Es preciso llevar a cabo trabajo ulterior que defina las relaciones estadísticas entre el calor y la salud a fin de formular indicadores sanitarios o meteorológicos (o uno combinado) con el propósito de mejorar los planes de respuesta y los protocolos de emergencia ante eventos de calor.

## Fuentes de información en línea

Vigilancia Mejorada de Unidades de Cuidado Intensivo (*Acute Care Enhanced Surveillance*, ACES, en: <<https://aces.kflaphi.ca/#/>>).

Documento de orientación sobre calor del Consejo de Epidemiólogos Estatales y Territoriales (*Council of State and Territorial Epidemiologists*, CSTE); disponible en: <[http://c.ymcdn.com/sites/www.cste.org/resource/resmgr/pdfs/pdfs2/CSTE\\_Heat\\_Syndrome\\_Case\\_Defi.pdf](http://c.ymcdn.com/sites/www.cste.org/resource/resmgr/pdfs/pdfs2/CSTE_Heat_Syndrome_Case_Defi.pdf)>.

Directrices para la elaboración de mensajes de la Red de Información de Salud Pública (*Public Health Information Network*) de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (*Centers for Disease Control and Prevention*, CDC); disponibles en: <[ww.cdc.gov/phn/resources/phinguides.html](http://www.cdc.gov/phn/resources/phinguides.html)>.

Plataforma ESSENCE-BioSense, en: <[www.cdc.gov/nssp/biosense/](http://www.cdc.gov/nssp/biosense/)>.

*HL7 Implementation Guide* [Guía para la implementación de la norma HL7]; disponible en: <[www.hl7.org/implement/standards/product\\_brief.cfm?product\\_id=398](http://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=398)>.

Curso de capacitación en línea “Syndromic Surveillance 101” [Vigilancia sindrómica 101], módulos 1 a 4, de la Sociedad Internacional para la Vigilancia de Enfermedades (*International Society for Disease Surveillance*, ISDS); disponible en: <[www.syndromic.org/resources](http://www.syndromic.org/resources)>.

Oficina del Comisionado de Privacidad de Canadá (*Office of the Privacy Commissioner of Canada*), en: <[www.priv.gc.ca/en](http://www.priv.gc.ca/en)>.

Advertencias de calor de la Junta de Salud Pública de Ottawa (*Ottawa Public Health*, OPH), en: <<http://ottawa.ca/en/residents/public-health/hot-weather>>.

Sistema de Manejo de Información sobre Salud Pública (*Public Health Information Management System*, PHIMS), en: <<http://phims.ca/auth/login>>.

Políticas de confidencialidad de la información de salud del Departamento de Salud y Servicios Humanos (*Department of Health and Human Service*, DHHS) de Estados Unidos, en: <<http://www.hhs.gov/hipaa/>>.

## Referencias

- Arzt, Noam H. (2012), *Architectures and Transport Mechanisms for Health Information Interchange of Clinical EHR Data for Syndromic Surveillance*, informe de la Sociedad Internacional para la Vigilancia de Enfermedades (*International Society for Disease Surveillance*, ISDS); disponible en: <[www.syndromic.org/storage/Architecture\\_Report\\_ISDS\\_Final.pdf](http://www.syndromic.org/storage/Architecture_Report_ISDS_Final.pdf)>.
- Barriopedro, David, Erich M. Fischer, Jürg Luterbacher, Ricardo M. Trigo y Ricardo García Herrera (2011), “The hot summer of 2010: Redrawing the temperature record map of Europe”, *Science*, núm. 332(6026), pp. 220-224.
- Bassil, Kate L. *et al.* (2008), “Development of a surveillance case definition for heat-related illness using 911 medical dispatch data”, *Canadian Journal of Public Health*, núm. 99(4), pp. 339-343.
- Bassil, Kate L. y Donald C. Cole (2010), “Effectiveness of public health interventions in reducing morbidity and mortality during heat episodes: A structured review”, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, núm. 7, pp. 991-1001.
- Caserio Schönemann, Céline *et al.* (2015), “Impact of the 2015 July heat waves in France on heat-related causes”, *Online Journal of Public Health Informatics*, núm. 8(1), p. 96.
- Conway, Mike, John N. Dowling y Wendy W. Chapman (2013), “Using chief complaints for syndromic surveillance: A review of chief complaint-based classifiers in North America”, *Journal of Biomedical Informatics*, núm. 46(4), pp. 734-743.
- German, Robert R. *et al.* (2001), “Updated guidelines for evaluating public health surveillance systems”, *MMWR*, núm. 50(RR13), pp. 1-35.
- Hajat, S., M. O’Connor y T. Kosatsky (2010), “Health effects of hot weather: From awareness of risk factors to effective health protection”, *Lancet*, núm. 375, pp. 856-863.
- Harlan, Sharon L., Juan H. Deplet Barreto, William L. Stefanov y Diana B. Petitti (2013), “Neighborhood effects on heat deaths: Social and environmental predictors of vulnerability in Maricopa County, Arizona”, *Environmental Health Perspectives*, núm. 121(2), pp. 197-204.
- Health Canada (2011), *Communicating the Health Risks of Extreme Heat Events: Toolkit for Public Health and Emergency Management Officials*, ministerio de Salud de Canadá, Ottawa.
- Health Canada (2012), *Heat Alert and Response Systems to Protect Health: Best Practices*, ministerio de Salud de Canadá, Ottawa.
- Hess, Jeremy J. *et al.* (2016), *Projecting Climate-Related Disease Burden: A Guide for Health Departments*, Atlanta, Georgia.
- ISDS (2007a), “Module 1: Syndromic surveillance definitions, uses, data types, and syndrome groupings”, *Syndromic Surveillance 101*, International Society for Disease Surveillance [Sociedad Internacional para la Vigilancia de Enfermedades]; disponible en: <[www.syndromic.org/resources/syndromic-surveillance-101](http://www.syndromic.org/resources/syndromic-surveillance-101)> (consulta realizada el 28 de noviembre de 2016).



- ISDS (2007b), "Module 3: Response algorithms, data display, and websites", *Syndromic Surveillance 101*, International Society for Disease Surveillance [Sociedad Internacional para la Vigilancia de Enfermedades]; disponible en: <[www.syndromic.org/resources/syndromic-surveillance-101](http://www.syndromic.org/resources/syndromic-surveillance-101)> (consulta realizada el 28 de noviembre de 2016).
- IPCC (2014), "Cambio Climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad; volumen I: Aspectos mundiales y sectoriales", contribución del Grupo de Trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, Christopher B. Field *et al.* (eds.), Cambridge University Press, Cambridge y Nueva York.
- Jacob John, T., Reuben Samuel, Vinohar Balraj y Rohan John (1998), "Disease surveillance at district level: A model for developing countries", *The Lancet*, núm. 352(9121), pp. 58-61.
- Kenny, G. P., J. Yardley, C. Brown, R. J. Sigal y O. Jay (2010), "Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases", *Canadian Medical Association Journal*, núm. 182(10), pp. 1053-1060.
- KFL&A Public Health (2016), *Knowledge Management Division* [División de Gestión del Conocimiento], Kingston, Frontenac, Lennox and Addington Public Health [Junta de Salud Pública de los condados de Kingston, Frontenac y Lennox, y Addington].
- Kravchenko, Julia, Amy P. Abernethy, Maria Fawzy y H. Kim Lyerly (2013), "Minimization of heat wave morbidity and mortality", *American Journal of Preventive Medicine*, núm. 44(3), pp. 274-282.
- Lee, Mihye *et al.* (2014), "Acclimatization across space and time in the effects of temperature on mortality: A time-series analysis", *Environmental Health*, núm. 13, p. 89.
- Manangan, Arie Ponce *et al.* (2015), *Assessing Health Vulnerability to Climate Change: A Guide for Health Departments*, Atlanta, Georgia.
- Mandl, Kenneth D. *et al.* (2004), "Implementing syndromic surveillance: A practical guide informed by the early experience", *Journal of the American Medical Informatics Association*, núm. 11(2), pp. 141-150.
- MOHLTC (2016), *A Harmonized Heat Warning and Information System for Ontario (HWIS): Standard Operating Practice*, Ministry of Health and Long-Term Care [Ministerio de Salud y Cuidados de Largo Plazo de Ontario], Toronto.
- NEO (2016), *Land Surface Temperature Anomaly (8 day: week June 17-24, 2016)* [Anomalías de temperatura de la superficie terrestre (8 días: del 17 al 24 de junio de 2016)], National Aeronautics and Space Administration (NASA) Earth Observations [Observaciones de la Tierra por la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio]; imagen obtenida el 31 de mayo de 2017 en: <[https://neo.sci.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=MOD\\_LSTAD\\_E&date=2016-06-01](https://neo.sci.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=MOD_LSTAD_E&date=2016-06-01)>.
- Pampalon, R., D. Hamel, P. Gamache y G. Raymond (2009), "A deprivation index for health planning in Canada", *Chronic diseases in Canada*, núm. 29(4), pp. 178-191.
- Patel, Megan T. y Stacey Hoferka (2014), "An evaluation of heat-related emergency department visits based on differences in heat syndrome definitions in northern Illinois", *Online Journal of Public Health Informatics*, núm. 6(1):2579; disponible en: <[www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4050804/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4050804/)>.

- Pirard, P. *et al.* (2005), “Summary of the mortality impact assessment of the 2003 heat wave in France”, *European Communicable Disease Bulletin*, núm. 10(7), pp. 153-156.
- Roach, Matthew (2016), “Preliminary results from a public health agency survey on the use of syndromic surveillance for climate and health hazards”, presentación en torno al proyecto 2 de la CCA: *Por la adaptación de las comunidades de América del Norte al cambio climático: sistema piloto de vigilancia sindrómica ante el calor extremo*, dada en la reunión presencial del comité directivo y comunidades relacionadas con el proyecto que tuvo lugar el 26 de octubre de 2016, en la sede del Secretariado de la CCA en Montreal, Canadá.
- Robine, Jean Marie *et al.* (2008), “Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003”, *Comptes Rendus – Biologies*, núm. 331(2), pp. 171-178.
- Smith, Sue, Alex J. Elliot *et al.* (2016), “Estimating the burden of heat illness in England during the 2013 summer heat wave using syndromic surveillance”, *Journal of Epidemiology and Community Health*, núm. 70(5), pp. 459-465.
- Smith, Sue, Alex J. Elliot *et al.* (2016), “The impact of heat waves on community morbidity and healthcare usage: A retrospective observational study using real-time syndromic surveillance”, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, núm. 13(1), doi: 10.3390/ijerph13010132; disponible en: <[www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26784214](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26784214)>.
- Thacker, Stephen B. (2000), “Historical Development”, en: *Principles and Practice of Public Health Surveillance*, Steven M. Teutsch y R. Elliot Churchill (eds.), Oxford University Press, pp. 1-16.
- Toutant, Steve, Pierre Gosselin, Diane Bélanger, Ray Bustinza y Sonia Rivest (2011), “An open-source web application for the surveillance and prevention of the impacts on public health of extreme meteorological events: The SUPREME System”, *International Journal of Health Geographics*, núm. 10:39, doi: 10.1186/1476-072X-10-39; disponible en: <[www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21612652](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21612652)>.
- Voogt, James (2004), “Urban heat islands: Hotter cities”, en: <[www.actionbioscience.org/environment/voogt.html](http://www.actionbioscience.org/environment/voogt.html)> (consulta realizada el 18 de diciembre de 2015).
- White, Jessica R., Kate Goodin y Vjollca Berisha (2015), “Evaluating the biosense syndrome for heat-related illness in Maricopa County, Arizona”, *Online Journal of Public Health Informatics*, núm. 8(1), p. 174.



**Comisión para la Cooperación Ambiental**

393 rue St-Jacques Ouest, bureau 200

Montréal (Québec), Canada, H2Y 1N9

Tel.: 514.350.4300 - fax: 514.350.4314

info@cec.org / www.cec.org