



Servicio  
Meteorológico  
Nacional

# Sistema de Alerta Temprana por Olas de Calor y Salud (SAT-OCS)

Nota Técnica SMN 2018-50

**Natalia Herrera<sup>1</sup>, María de los Milagros Skansi<sup>1</sup>, Miguel Ángel Berón<sup>2</sup>, Claudia Campetella<sup>3</sup>, Alicia Cejas<sup>4</sup>, Julia Chasco<sup>5</sup>, Francisco Chesini<sup>6</sup>, Ernesto de Titto<sup>6</sup>, Mauricio Gatto<sup>7</sup>, Marcos Saucedo<sup>4</sup> y Martina Suaya<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Departamento Climatología, Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación, SMN

<sup>2</sup> Departamento de Sistemas, Gerencia de Teleprocesamiento, SMN

<sup>3</sup> Gerencia de Servicios a la comunidad, SMN

<sup>4</sup> Centro Meteorológico Nacional, Gerencia de Servicios a la comunidad, SMN

<sup>5</sup> Departamento Meteorología y Sociedad, Gerencia de Servicios a la comunidad, SMN

<sup>6</sup> Ministerio de Salud de la Nación

<sup>7</sup> Departamento Procesos Automatizados, Gerencia de Teleprocesamiento, SMN

Septiembre 2018



Ministerio de Defensa  
Presidencia de la Nación

### *Información sobre Copyright*

*Este reporte ha sido producido por empleados del Servicio Meteorológico Nacional con el fin de documentar sus actividades de investigación y desarrollo. El presente trabajo ha tenido cierto nivel de revisión por otros miembros de la institución, pero ninguno de los resultados o juicios expresados aquí presuponen un aval implícito o explícito del Servicio Meteorológico Nacional.*

*La información aquí presentada puede ser reproducida a condición que la fuente sea adecuadamente citada.*

## Resumen

Las olas de calor son una amenaza natural para la salud humana. En un escenario donde los fenómenos climáticos extremos -en especial las olas de calor- serán más frecuentes e intensos, es indispensable contar con un sistema de alerta temprana, que pueda advertir a la población acerca de la llegada de olas de calor (o temperaturas muy elevadas) y a los sistemas de salud, con el fin de aplicar políticas de promoción y protección de la salud. A partir del verano 2017-2018 se implementó en el Servicio Meteorológico Nacional el Sistema de Alerta Temprana por Olas de Calor y Salud (SAT-OCS). Este sistema funciona de manera automatizada para 57 localidades del país, emite un alerta diario y se encuentra disponible desde el primer día de octubre de cada año hasta el 31 de marzo en [https://www.smn.gov.ar/smn\\_alertas/olas\\_de\\_calor](https://www.smn.gov.ar/smn_alertas/olas_de_calor). El objetivo es que tanto la población como los organismos de protección civil puedan tomar las medidas de prevención, mitigación y de respuesta adecuadas a cada nivel de alerta. En esta Nota Técnica se describe la metodología utilizada y se ilustra su funcionamiento con resultados del primer verano en uso.

## Abstract

The Heat Waves are a natural threat to human health. In a scenario where extreme weather events will be more frequent and intense -especially heat waves- it is essential to have an early warning system, which can warn the population about the arrival of heat waves (or very high temperatures) and to health systems, in order to implement health promotion and protection policies. From summer 2017-2018, the Early Warning System of Heat Waves and Health (SAT-OCS in spanish) was implemented in the argentinian National Meteorological Service. This system works in an automated way for 57 localities in the country, issues a daily alert and is available from the first day of October of each year until March 31 at [https://www.smn.gov.ar/smn\\_alertas/olas\\_de\\_calor](https://www.smn.gov.ar/smn_alertas/olas_de_calor). The objective is that both the population and civil protection organizations can take appropriate prevention, mitigation and response measures at each level of alert. In this Technical Note the methodology used is described and its operation is illustrated with results of the first summer in use.

**Palabras clave:** olas de calor, Argentina, alerta temprana, mortalidad

## Citar como:

Herrera, N., M.M. Skansi, M.A. Berón, C. Campetella, A. Cejas, J. Chasco, F. Chesini, E. de Titto, M. Gatto, M. Saucedo y M. Suaya, 2018: Sistema de Alerta Temprana por Olas de Calor y Salud (SAT-OCS). Nota Técnica SMN 2018-50.

## 1. INTRODUCCION

Las olas de calor son una amenaza natural para la salud humana. El significativo impacto sanitario de las olas de calor ha sido documentado en diversas oportunidades, y entre los casos más notables podemos mencionar: la ola de calor ocurrida en julio de 1995 en Chicago, que causó un incremento de 147% de las muertes (739 casos registrados) (Whitman y otros, 1997); la del verano de 2003 en Europa, que fue responsable de un aumento de las tasas de mortalidad de 4 a 5 veces y causa estimada de 70.000 muertes (Oudin Åström y otros, 2011; OMS y OMM, 2012); y más recientemente la ocurrida en 2010 en la Federación Rusa, con una duración de 44 días y 10.000 muertes en exceso en Moscú (Shaposhnikov y otros, 2014).

Las personas que presentan mayor vulnerabilidad frente a las olas de calor son los adultos mayores, los niños, los enfermos crónicos y las personas que trabajan en ambientes expuestos (D'Ippoliti y otros, 2010; McGregor y otros, 2015). Estudios realizados en Europa y Estados Unidos pusieron de manifiesto el incremento en las hospitalizaciones y en la mortalidad por todas las causas durante olas de calor, con incrementos en el riesgo relativo en enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares, respiratorias, enfermedad renal y fallo renal agudo (D'Ippoliti y otros, 2010; Smith y otros, 2014; McGeehin y otros, 2001). Aunque todos los individuos están potencialmente expuestos a la ola de calor, los niveles de riesgo pueden ser modificados por otros factores tales como vivir en grandes ciudades, condiciones socioeconómicas, género, comportamiento e incluso el consumo de fármacos (McGeehin y otros, 2001; McGregor y otros, 2015).

Aunque no existe una definición universal de ola de calor, este fenómeno es comprendido como un período prolongado de tiempo meteorológico inusualmente caluroso, generalmente con un apreciable impacto en los sistemas humanos y naturales. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) define como ola de calor al período en el cual las temperaturas máximas y mínimas igualan o superan, por lo menos durante 3 días consecutivos y en forma simultánea, el percentil 90, calculado a partir de los datos diarios durante los meses de octubre a marzo (semestre cálido en el hemisferio sur) del período 1961-2010 (<https://www.smn.gov.ar/caracterización-estadísticas-de-largo-plazo>). En ese período (1961-2010) se ha incrementado la frecuencia de olas de calor en el norte y este del país, encontrando una pronunciada variabilidad decadal, aunque el mayor número de olas de calor se observaron en el período 2001-2010 (Rusticucci y otros, 2015).

La definición de una ola de calor es sitio específica, por tanto los umbrales son calculados para cada una de las localidades alcanzadas por el sistema de alerta temprana. Por ejemplo las temperaturas que pueden significar ola de calor en Salta (18.2°C y 31.8°C de temperatura mínima y máxima respectivamente) pueden no serlo en La Rioja (23.5°C y 38.7°C) o Catamarca (24.5°C y 37.6°C).

En la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (<https://www.argentina.gob.ar/ambiente/sustentabilidad/cambioclimatico/comunicacionnacional/tercera>) se indica que, tanto para el futuro cercano (2015-2039) como lejano (2075-2099) y bajo distintos escenarios de emisión de gases de efecto invernadero analizados, habrá un aumento en los días con ola de calor en la mayoría de las regiones del país. El aumento proyectado en el número de días con ola de calor sería mayor en el norte y especialmente en el noroeste del país.

A partir de las evidencias del incremento de la frecuencia de las olas de calor y de sus impactos sobre la salud de la población, se pone de manifiesto la importancia de contar con un sistema de alerta temprana por

olas de calor y salud que contribuya a reducir los impactos de las mismas sobre la población. Desde el verano 2009-2010 el SMN puso en funcionamiento un sistema de alerta por ola de calor en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires que en 2013-2014 se replicó en Rosario (Almeira y otros, 2016). Desde el verano 2017-2018 este sistema se readaptó, tanto las condiciones a partir de las cuales se emiten las alertas, como la zona de influencia, pasando a cubrir de 2 localidades a 57 localidades, distribuidas en el centro y norte del país. El nuevo sistema se llama Sistema de Alerta Temprana por Olas de Calor y Salud (SAT-OCS) y se presenta con detalle en esta Nota Técnica.

## 2. SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR OLAS DE CALOR Y SALUD (SAT-OCS)

El SAT-OCS fue implementado por primera vez en el verano 2017-2018. El Sistema ha sido desarrollado para funcionar de manera automatizada para cada una de las 57 localidades que lo componen. Por las características del fenómeno que se alerta, el sistema no se aplica en la región patagónica ni en las localidades situadas por encima de los 1500 metros sobre el nivel del mar.

Este Sistema se basa en los resultados del proyecto de investigación “Mortalidad por olas de calor en el semestre cálido 2013-2014 en las regiones del centro y norte de la República Argentina. Estudio ecológico”, realizado por un equipo interdisciplinario conformado por profesionales de las ciencias de la salud, de las ciencias sociales y de las ciencias de la atmósfera, entre los cuales se contó con integrantes de Ministerio de Salud de la Nación y del Servicio Meteorológico Nacional (ver de Titto y otros, 2017). En este proyecto de investigación se analizaron y caracterizaron los efectos de las olas de calor del semestre cálido 2013-2014 (octubre de 2013 a marzo de 2014) sobre la mortalidad diaria en la región centro-norte de la Argentina, evidenciando un aumento significativo de la mortalidad bajo las olas de calor. Se analizó la mortalidad por sexo, por grupos de edad y por las principales causas de defunción. Dicho verano fue particularmente cálido, se registraron tres períodos de olas de calor de gran extensión, duración e intensidad. La caracterización de la mortalidad ocurrida durante estas olas de calor puso de manifiesto los incrementos tanto en valores absolutos como relativos en la mortalidad general.

### Niveles de alerta y efectos sobre la salud:

El SAT-OCS tiene una clasificación de 4 niveles de alerta con su asociado efecto en la salud (Figura 1). Se puede encontrar más información acerca de los efectos sobre la salud, las medidas de prevención, la adecuada conservación de los alimentos, los servicios de salud y las recomendaciones antes y durante el evento en <https://www.argentina.gob.ar/salud/desastres/cuidados-oladecalor>.

<p><b>VERDE:</b> Sin efecto sobre la salud Sin peligro sobre la salud de la población.</p>
<p><b>AMARILLO:</b> Efecto leve-moderado Pueden ser peligrosas, sobre todo para los grupos de riesgo: bebés y niños pequeños, mayores de 65 años y enfermos crónicos.</p>
<p><b>NARANJA:</b> Efecto moderado-alto Pueden ser muy peligrosas, especialmente para los grupos de riesgo.</p>
<p><b>ROJO:</b> Efecto alto-extremo Muy peligrosas. Pueden afectar a todas las personas saludables.</p>

**Fig. 1:** Niveles de alerta del SAT-OCS y sus efectos sobre la salud. Fuente: Secretaría de Gobierno de Salud.

El SAT-OCS emite un alerta diario para cada una de las 57 localidades a las 19 horas. Dicho alerta tiene una validez de 24 horas. Para definir las alertas se tienen en cuenta para cada localidad las temperaturas máximas y mínimas observadas en los días previos, las estimaciones de la temperatura máxima del día que se emite el alerta y los pronósticos de las temperaturas en los tres días posteriores. En la Tablas I, II y III se describen las condiciones necesarias para que se activen los niveles de alerta ya mencionados (en el Apéndice se muestra qué indica cada parámetro). Durante el verano 2017-2018 se decidió no emitir alertas rojas por la falta de consenso con todos los actores que deberían intervenir. A partir del verano 2018-19 se emitirán alertas rojas en caso que se cumpla el criterio meteorológico (Tabla III), y a futuro se trabajará con los actores correspondientes para definir el cambio a alerta rojo por cuestiones no meteorológicas.

**Tabla I:** Condiciones necesarias para que se active el alerta amarillo. Notar que el mismo alerta puede estar declarado para situaciones diferentes.

ALERTA AMARILLO		
Caso 1. Hay pronóstico de ola de calor para los próximos tres días.	<p>Prono(24hs) <math>\geq</math> P90</p> <p>Prono(48hs) <math>\geq</math> P90</p> <p>Prono(72hs) <math>\geq</math> P90</p>	<p>Prono_Tmin(24hs) <math>\geq</math> P90_Tmin</p> <p>Prono_Tmax(24hs) <math>\geq</math> P90_Tmax</p> <p>Prono_Tmin(48hs) <math>\geq</math> P90_Tmin</p> <p>Prono_Tmax(48hs) <math>\geq</math> P90_Tmax</p> <p>Prono_Tmin(72hs) <math>\geq</math> P90_Tmin</p> <p>Prono_Tmax(72hs) <math>\geq</math> P90_Tmax</p>
Caso 2. Se observa un día con condiciones de ola de calor y hay pronóstico de ola de calor para los próximos dos días.	<p>Obs(0) <math>\geq</math> P90</p> <p>Prono(24hs) <math>\geq</math> P90</p> <p>Prono(48hs) <math>\geq</math> P90</p>	<p>Obs_Tmin(0) <math>\geq</math> P90_Tmin</p> <p>Obs_Tmax(0) <math>\geq</math> P90_Tmax</p> <p>Prono_Tmin(24hs) <math>\geq</math> P90_Tmin</p> <p>Prono_Tmax(24hs) <math>\geq</math> P90_Tmax</p> <p>Prono_Tmin(48hs) <math>\geq</math> P90_Tmin</p> <p>Prono_Tmax(48hs) <math>\geq</math> P90_Tmax</p>
Caso 3. Se observan dos días con condiciones de ola de calor y	<p>Obs(-1) <math>\geq</math> P90</p>	<p>Obs_Tmin(-1) <math>\geq</math> P90_Tmin</p> <p>Obs_Tmax(-1) <math>\geq</math> P90_Tmax</p> <p>Obs_Tmin(0) <math>\geq</math> P90_Tmin</p>

hay pronóstico de ola de calor para el día siguiente.	$Obs(0) \geq P90$ $Prono(24hs) \geq P90$	$Obs\_Tmax(0) \geq P90\_Tmax$ $Prono\_Tmin(24hs) \geq P90\_Tmin$ $Prono\_Tmax(24hs) \geq P90\_Tmax$
Caso 4. Se observan dos días con condiciones de ola de calor, un día cerca de tener condiciones de ola de calor (hoy) y hay pronóstico de ola de calor para el día siguiente.	$Obs(-2) \geq P90$ $Obs(-1) \geq P90$ $Obs(0)+1^{\circ}C \geq P90$ $Prono(24hs) \geq P90$	$Obs\_Tmin(-2) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-2) \geq P90\_Tmax$ $Obs\_Tmin(-1) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-1) \geq P90\_Tmax$ $Obs\_Tmin(0) + 1^{\circ}C \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(0) + 1^{\circ}C \geq P90\_Tmax$ $Prono\_Tmin(24hs) \geq P90\_Tmin$ $Prono\_Tmax(24hs) \geq P90\_Tmax$
Caso 5. Se observan tres días con condiciones de ola de calor y hay pronóstico de temperatura mínima extrema para el día siguiente.	$Obs(-2) \geq P90$ $Obs(-1) \geq P90$ $Obs(0) \geq P90$ $Prono(24hs) \geq P90\_Tmin$	$Obs\_Tmin(-2) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-2) \geq P90\_Tmax$ $Obs\_Tmin(-1) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-1) \geq P90\_Tmax$ $Obs\_Tmin(0) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(0) \geq P90\_Tmax$ $Prono\_Tmin(24hs) \geq P90\_Tmin$

**Tabla II:** Condiciones necesarias para que se active el alerta naranja. Notar que el mismo alerta puede estar declarado para situaciones diferentes.

ALERTA NARANJA		
Caso 1. Se observan dos días con condiciones de ola de calor y hay pronóstico de ola de calor para el día siguiente, con condición de que para la temperatura máxima sea superior al P99.	$Obs(-1) \geq P90$ $Obs(0) \geq P90$ $Prono(24hs) \geq P90\_Tmin$ $Prono(24hs) \geq P99\_Tmax$	$Obs\_Tmin(-1) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-1) \geq P90\_Tmax$ $Obs\_Tmin(0) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(0) \geq P90\_Tmax$ $Prono\_Tmin(24hs) \geq P90\_Tmin$ $Prono\_Tmax(24hs) \geq P99\_Tmax$
Caso 2. Se observan tres días con condiciones de ola de calor y hay pronóstico de ola de calor para el día siguiente.	$Obs(-2) \geq P90$ $Obs(-1) \geq P90$ $Obs(0) \geq P90$ $Prono(24hs) \geq P90$	$Obs\_Tmin(-2) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-2) \geq P90\_Tmax$ $Obs\_Tmin(-1) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-1) \geq P90\_Tmax$ $Obs\_Tmin(0) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(0) \geq P90\_Tmax$ $Prono\_Tmin(24hs) \geq P90\_Tmin$ $Prono\_Tmax(24hs) \geq P90\_Tmax$
Caso 3. Se observan cuatro días con condiciones de ola de calor y hay pronóstico de temperatura mínima extrema para el día	$Obs(-3) \geq P90$ $Obs(-2) \geq P90$	$Obs\_Tmin(-3) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-3) \geq P90\_Tmax$ $Obs\_Tmin(-2) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-2) \geq P90\_Tmax$ $Obs\_Tmin(-1) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-1) \geq P90\_Tmax$

siguiente.	$Obs(-1) \geq P90$  $Obs(0) \geq P90$  $Prono(24hs) \geq P90\_Tmin$	$Obs\_Tmin(0) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(0) \geq P90\_Tmax$ $Prono\_Tmin(24hs) \geq P90\_Tmin$
------------	---	--

**Tabla III:** Condiciones necesarias para que se active el alerta rojo. Notar que el mismo alerta puede estar declarado para situaciones diferentes.

ALERTA ROJO		
<p>Caso 1. Se observan tres días con condiciones de ola de calor extrema, superando en temperatura máxima al P95, y hay pronóstico de ola de calor para el día siguiente, con condición de que para la temperatura máxima sea superior al P99.</p>	$Obs(-2) \geq P95\_Tmax$  $Obs(-1) \geq P95\_Tmax$  $Obs(0) \geq P95\_Tmax$  $Prono(24hs) \geq P90\_Tmin$  $Prono(24hs) \geq P99\_Tmax$	$Obs\_Tmin(-2) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-2) \geq P95\_Tmax$ $Obs\_Tmin(-1) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-1) \geq P95\_Tmax$ $Obs\_Tmin(0) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(0) \geq P95\_Tmax$ $Prono\_Tmin(24hs) \geq P90\_Tmin$ $Prono\_Tmax(24hs) \geq P99\_Tmax$
<p>Caso 2. Se observan cuatro días con condiciones de ola de calor y hay pronóstico de ola de calor para el día siguiente, con condición de que para la temperatura máxima sea superior al P99.</p>	$Obs(-3) \geq P90$  $Obs(-2) \geq P90$  $Obs(-1) \geq P90$  $Obs(0) \geq P90$  $Prono(24hs) \geq P90\_Tmin$  $Prono(24hs) \geq P99\_Tmax$	$Obs\_Tmin(-3) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-3) \geq P90\_Tmax$ $Obs\_Tmin(-2) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-2) \geq P90\_Tmax$ $Obs\_Tmin(-1) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(-1) \geq P90\_Tmax$ $Obs\_Tmin(0) \geq P90\_Tmin$ $Obs\_Tmax(0) \geq P90\_Tmax$ $Prono\_Tmin(24hs) \geq P90\_Tmin$ $Prono\_Tmax(24hs) \geq P99\_Tmax$

## Casos especiales:

Una vez que se emite alerta naranja, es prácticamente un hecho que la ola de calor está instalada, y si los pronósticos siguen indicando persistencia de altas temperaturas, la única forma de bajar el nivel de alerta (a verde) es una vez que se superó la situación de calor. Por eso es que:

- Si ayer se emitió alerta naranja y hoy se calculó alerta amarillo, el resultado es alerta naranja.
- Si ayer se emitió alerta rojo y hoy se calculó alerta amarillo o naranja, el resultado es alerta rojo.
- El cambio de nivel de alerta a rojo es solo con criterios meteorológicos (Tabla III). A futuro también va a poder contemplar condiciones locales tales como falta de agua, falta de electricidad u otras, que

combinadas con los criterios meteorológicos mencionados arriba (presencia de una ola de calor y con pronóstico de continuidad en las altas temperaturas) resulten en un cambio de nivel de alerta a rojo.

Como los pronósticos tienen su grado de error, y no se quiere subestimar la posible ocurrencia de una ola de calor, a todos los pronósticos de temperatura se les adiciona 1°C (es decir, si el pronóstico de temperatura mínima y máxima a 24hs es 20°C y 31°C respectivamente, el sistema considera que el pronóstico es de 21°C y 32°C).

### 3. VISUALIZACIÓN DE LAS ALERTAS

Todos los días aproximadamente a las 19 horas se actualiza el mapa de las alertas (Figura 2). El mismo presenta un círculo de color blanco, verde, amarillo, naranja o rojo para cada una de las 57 localidades que lo componen. Los colores de los círculos coinciden con los de la escala descrita arriba, y el círculo blanco indica que, por algún inconveniente en la medición, carga o transmisión de los datos, el sistema no ha podido calcular el nivel de alerta correspondiente a ese punto/localidad.



**Fig. 2:** Ejemplo del mapa de alertas publicado el 18 de febrero de 2018.

## 4. TOMA DE DECISIÓN Y ACCIONES DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

El SAT-OCS cuenta con dos áreas usuarias de la información: la Secretaría de Gobierno de Salud (SGS) del Ministerio de Salud y Desarrollo Social y la Secretaría de Protección Civil (SPC) del Ministerio de Seguridad.

En el caso de la SGS esta información es recibida por la Dirección Nacional de Emergencias Sanitarias y por la Dirección Nacional de Epidemiología y Análisis de Situación de Salud. Cada una de las áreas remite las alertas a sus contrapartes provinciales para la realización de acciones de prevención en los sistemas de salud pública. Asimismo, la Dirección de Información Pública y Comunicación de la SGS comunica a través del sitio web y otros medios de comunicación las recomendaciones de acciones a realizar antes y durante un evento de olas de calor para la población en general.

Por otro lado, se trabajó con la SPC en el envío de la información para la toma de decisión especialmente en lo que refiere a las consecuencias del evento mencionado. En este sentido, la SPC toma la información emitida por el SAT-OCS para monitorear posibles cortes de energía y poblaciones vulnerables afectadas. Asimismo la SPC toma contacto con las áreas provinciales de Defensa Civil y locales en el caso de que fuera necesario.

Para la difusión de la información a las áreas de Defensa Civil, el Departamento de Meteorología y Sociedad del SMN contactó previamente a cada una de las provincias abarcadas por el SAT-OCS para notificarlos del lanzamiento del sistema y envió un instructivo para una utilización e interpretación óptima del mismo. Se decidió que SAT-OCS sea enviado de manera diaria vía e-mail a las áreas provinciales de Defensa Civil y por tanto se construyó una base de datos para el envío segmentado. Es decir que, cada tomador de decisión recibe solo la información de los municipios de su provincia.

## 5. ALGUNOS EJEMPLOS DEL SAT-OCS EN EL VERANO 2017-2018

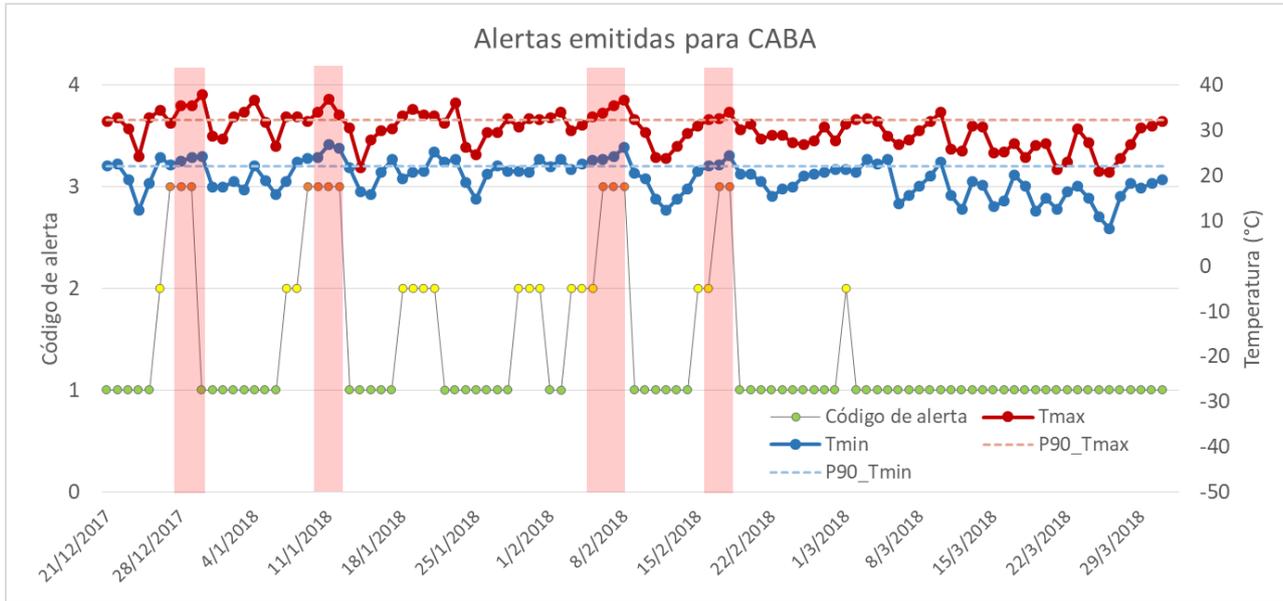
Para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) los valores umbrales (percentil 90) de la temperatura mínima y máxima son 22.0°C y 32.3°C, respectivamente. En la Tabla IV se muestran las olas de calor ocurridas en el semestre cálido octubre 2017-marzo 2018 para CABA.

**Tabla IV:** Olas de calor observadas en el semestre cálido octubre 2017-marzo 2018 en CABA.

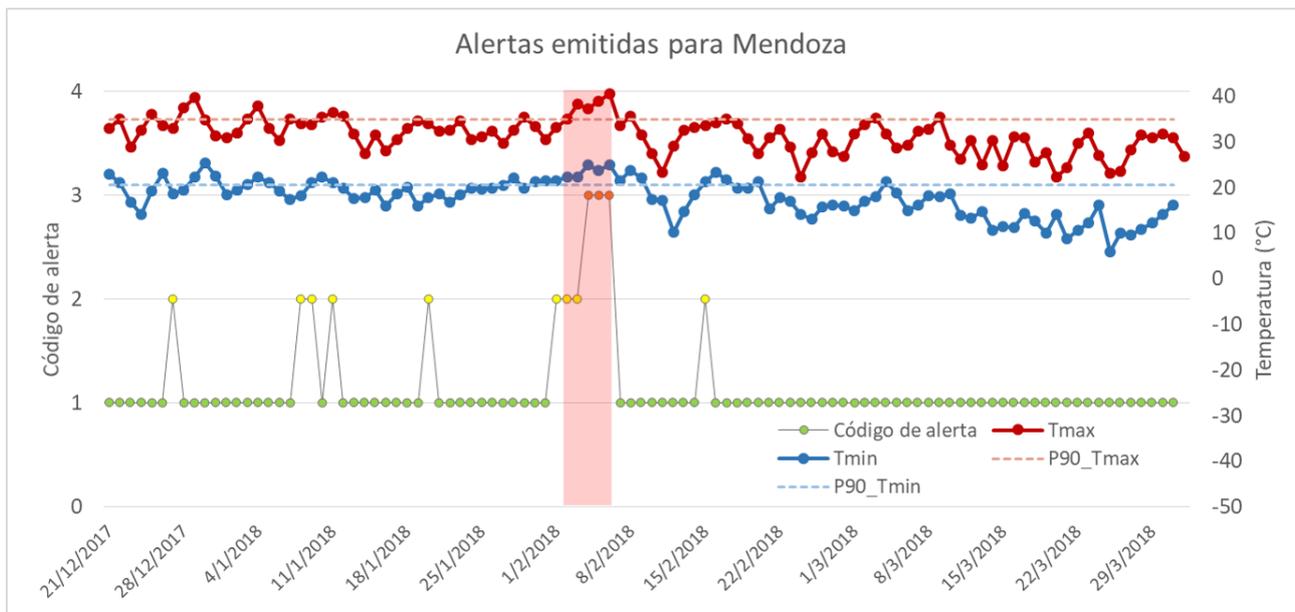
<b>Duración (días)</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha fin</b>
3	28/12/2017	30/12/2017
3	10/01/2018	12/01/2018
4	05/02/2018	08/02/2018
3	16/02/2018	18/02/2018

La Figura 3 muestra las alertas emitidas para CABA, desde el 21 de diciembre de 2017 -día en que inició el SAT-OCS- hasta el 31 de marzo de 2018. Las olas de calor fueron precedidas por alertas amarillas o naranjas, dejando claro que en este ejemplo el sistema SAT-OCS pudo detectarlas previamente. También se puede observar que existieron alertas amarillas que no concluyeron en ola de calor, pero sí se observa en los días siguientes valores de temperatura mínima (Tmin) y de temperatura máxima (Tmax) elevadas que oscilaron en torno al valor de los percentiles o incluso lo superaron en algunos días indicando que hubo un período con temperaturas elevadas aunque no llegara a definirse como ola de calor.

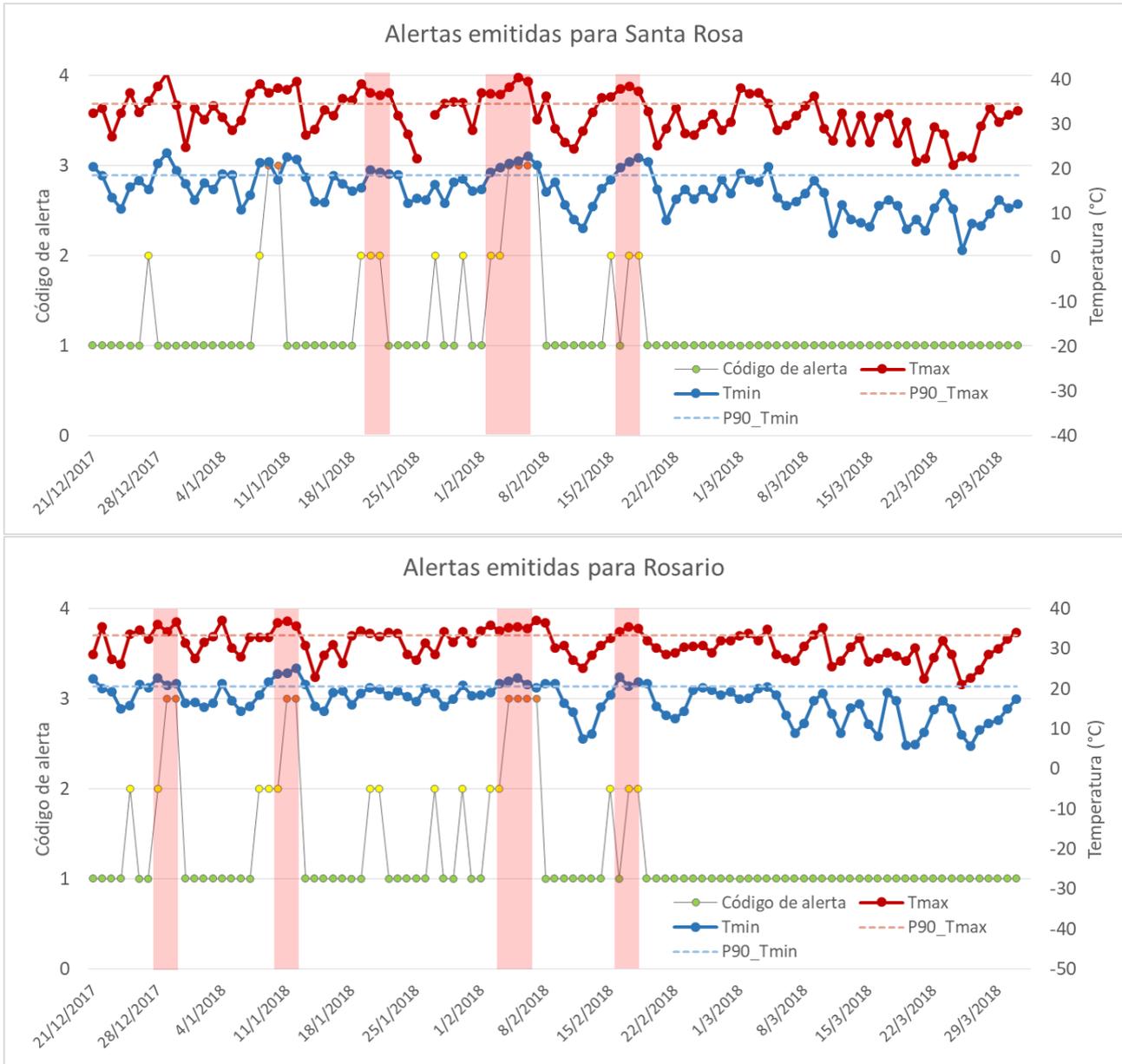
En la Figura 4 se observan otros ejemplos del funcionamiento del SAT-OCS en el verano 2017-2018 para las localidades de Mendoza, Santa Rosa y Rosario.



**Fig. 3:** SAT-OCS para CABA. Olas de calor observadas en el verano 2017-2018 en CABA. Los niveles de alerta son 0 si no se puede calcular (blanco), 1 si es verde, 2 si es alerta amarillo, 3 si es alerta naranja y 4 si es alerta rojo. Las olas de calor observadas, descritas en la Tabla 4 se muestran sombreadas de rojo. En líneas con punto de color rojo y azul se muestran las temperaturas máximas y mínimas diarias, respectivamente. El percentil 90 de ambas temperaturas se muestra en línea punteada con el color correspondiente.



**Fig. 4:** Idem Figura 3 para Mendoza, Santa Rosa y Rosario.



**Fig. 4:** (continuación).

## 6. CONCLUSIONES

El SAT-OCS es el primer sistema automatizado de alerta temprana por olas de calor y salud en Argentina, que abarca a 57 localidades, cubriendo la mayor parte del país. Este Sistema se basa en la definición de ola de calor como el período en el cual las temperaturas máximas y mínimas igualan o superan el percentil 90 por lo menos durante 3 días consecutivos y en forma simultánea, debido a que con esta definición un estudio previo (de Titto y otros, 2017) evidenció un aumento significativo de la mortalidad.

Hay varios aspectos que se pueden reevaluar de este Sistema, entre los más importantes se destacan:

- El Sistema excluye del análisis la región patagónica y las localidades situadas por encima de los 1500 metros sobre el nivel del mar, debido a que los valores umbrales del percentil 90 de la temperatura mínima de estas localidades es inferior a los 18°C. En un futuro se espera poder evaluar si en estas localidades aumenta la mortalidad con temperaturas máximas superiores al percentil 90, aún con valores relativamente bajos de temperatura mínima. Un ejemplo de una localidad que se encuentra en esta situación es Neuquén, cuyos valores umbrales son 34.4°C y 17.6°C para las temperaturas máxima y mínima respectivamente.
- Se podría evaluar si existiera un aumento significativo de la mortalidad disparado por algún umbral de temperatura específico, sin la necesidad de estar bajo condiciones estrictas de ola de calor.
- El Sistema pretende anticipar a la población sobre la llegada de una ola de calor, a través de pronósticos y temperaturas observadas. Para esto utiliza estimaciones, las cuales se podrían ajustar para cada localidad y así evaluar si hay una mejora en el Sistema. Por ejemplo, la temperatura máxima del día que se emite el alerta se estima sumándole 1°C a la temperatura horaria más alta. Pero puede ser que para alguna localidad el valor más correcto sea 2°C y para otra localidad 0.5°C. De esta manera se estaría subestimando o sobreestimando la temperatura máxima absoluta. A partir de un análisis más exhaustivo se puede estimar este valor para cada localidad y cada mes.
- Se podría evaluar la posibilidad de agregar más criterios para la definición de las alertas. Por ejemplo si los pronósticos de temperatura a 4 días tienen alta predictibilidad, se puede considerar la posibilidad que los pronósticos a 48, 72 y 96 hs de ola de calor activen el alerta amarillo.
- Coordinación con la Secretaría de Gobierno de Salud y la Secretaría de Protección Civil sobre la activación del alerta rojo por cuestiones que no sean meteorológicas (condiciones locales tales como falta de agua, falta de electricidad u otras).

## 7. TRABAJOS FUTUROS

Ya nos encontramos trabajando en evaluar la mortalidad asociada a bajas temperaturas. El estudio está siendo llevado a cabo con el proyecto “Análisis de la mortalidad asociada a bajas temperaturas en la república argentina en el período 2005-2015”, que surge del programa de Becas Salud Investiga “Abraam Sonis” 2018. En caso de encontrar relaciones significativas entre la mortalidad y las bajas temperaturas se creará un Sistema similar al SAT-OCS pero adaptado a condiciones frías.

## 8. APÉNDICE

### Definiciones de las abreviaturas utilizadas:

*Prono\_Tmin(24hs) / Prono\_Tmin(48hs) / Prono\_Tmin(72hs)*: Pronóstico de temperatura mínima a 24 / 48 / 72 hs.

*Prono\_Tmax(24hs) / Prono\_Tmax(48hs) / Prono\_Tmax(72hs)*: Pronóstico de temperatura máxima a 24 / 48 / 72 hs.

*P90\_Tmin*: percentil 90 de la temperatura mínima.

*P90\_Tmax / P95\_Tmax / P99\_Tmax*: percentil 90 / 95 / 99 de la temperatura máxima.

*Obs\_Tmax(0)*: temperatura máxima estimada para el día observadas el día de hoy. Debido a que el dato de temperatura máxima se obtiene a las 21 hs, la misma en el "día 0" se estima con las temperaturas horarias, sumándole 1°C a la temperatura horaria más alta.

*Obs\_Tmin(0) / Obs\_Tmin(-1) / Obs\_Tmin (-2) / Obs\_Tmin (-3)*: temperaturas mínimas observadas hoy a la mañana / hace un día / hace dos días / hace tres días.

*Obs\_Tmax(-1) / Obs\_Tmax (-2) / Obs\_Tmax (-3)*: temperaturas máximas observadas hace un / dos / tres días.

## 9. REFERENCIAS

Almeira G., M. Rusticucci, M. Suaya, 2016: Relación entre mortalidad y temperaturas extremas en Buenos Aires y Rosario. *Meteorológica*, 41(2): 65-79.

de Titto E., F. Chesini, S. Fontán y F. Savoy, 2017: Mortalidad por olas de calor en el semestre cálido 2013-2014 en las regiones del centro y norte de la república argentina. Estudio ecológico. Informe final presentado ante la Dirección de Investigación para la Salud. Ministerio de Salud de la Nación.

D'Ippoliti D., P. Michelozzi, C. Marino, F. de'Donato, B. Menne and K. Katsouyanni, 2010: The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project. *Environmental Health*, 9:37: 1-9.

McGeehin M.A. and M. Mirabelli, 2001: The Potential Impacts of Climate Variability and Change on Temperature-Related Morbidity and Mortality in the United States. *Environ Health Persp*, 109: 185-189.

McGregor G.R., P. Bessemoulin, K. Ebi and B. Menne, 2015: Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development. Geneva: World Meteorological Organization y World Health Organization.

Organización Mundial de la Salud y Organización Meteorológica Mundial, 2012: Atlas del Clima y la Salud. Ginebra. Disponible en: <http://www.who.int/globalchange/publications/atlas/report/en/>

Oudin Åström D., B. Forsberg and J. Rocklöv, 2011: Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: A review of recent studies. *Maturitas*, 69: 99-105.

Rusticucci M., J. Kyselý, G. Almeira and O. Lhotka, 2015: Long-term variability of heat waves in Argentina and recurrence probability of the severe 2008 heat wave in Buenos Aires. *Theor Appl Climatol*. DOI 10.1007/s00704-015-1445-7.

Shaposhnikov D., B. Revich, T. Bellander, G.B. Bedada, M. Bottai and T. Kharkova, 2014: Mortality Related to Air Pollution with the Moscow Heat Wave and Wildfire of 2010. *Epidemiology*, 25(3): 359–364.

Smith K.R., A. Woodward, D. Campbell-Lendrum, D.D. Chadee, Y. Honda and Q. Liu, 2014: Human Health: Impacts, Adaptation, and Co-Benefits. In Field CB, Barros V, Dokken D, et al. editors. *Climate Change, Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge UK: Cambridge University Press.

Whitman S., G. Good, E.R. Donoghue, N. Benbow, W. Shou and S. Mou, 1997: Mortality in Chicago Attributed to the July 1995 Heat Wave. Am J Public Health, 87(9): 1515-1518.

## Instrucciones para publicar Notas Técnicas

En el SMN existieron y existen una importante cantidad de publicaciones periódicas dedicadas a informar a usuarios distintos aspectos de las actividades del servicio, en general asociados con observaciones o pronósticos meteorológicos.

Existe no obstante abundante material escrito de carácter técnico que no tiene un vehículo de comunicación adecuado ya que no se acomoda a las publicaciones arriba mencionadas ni es apropiado para revistas científicas. Este material, sin embargo, es fundamental para plasmar las actividades y desarrollos de la institución y que esta dé cuenta de su producción técnica. Es importante que las actividades de la institución puedan ser comprendidas con solo acercarse a sus diferentes publicaciones y la longitud de los documentos no debe ser un limitante.

Los interesados en transformar sus trabajos en Notas Técnicas pueden comunicarse con Ramón de Elía ([rdelia@smn.gov.ar](mailto:rdelia@smn.gov.ar)), Luciano Vidal ([lvidal@smn.gov.ar](mailto:lvidal@smn.gov.ar)) o Martin Rugna ([mrugna@smn.gov.ar](mailto:mrugna@smn.gov.ar)) de la Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación, para obtener la plantilla WORD que sirve de modelo para la escritura de la Nota Técnica. Una vez armado el documento deben enviarlo en formato PDF a los correos antes mencionados. Antes del envío final los autores deben informarse del número de serie que le corresponde a su trabajo e incluirlo en la portada.

La versión digital de la Nota Técnica quedará publicada en el Repositorio Digital del Servicio Meteorológico Nacional. Cualquier consulta o duda al respecto, comunicarse con Melisa Acevedo ([macevedo@smn.gov.ar](mailto:macevedo@smn.gov.ar)).