



## Precipitaciones

Año 09 | N° 4

Octubre 2017

ISSN en línea: 2591-4812

## Climatología

Oscilaciones: el mundo en movimiento

P.52

## Tecnología Satelital

GOES - 16

P.24

## Fierros

Radars meteorológicos

P.38

# METEOROS<sup>o</sup>



## Precipitaciones

Año 09 | N° 4  
Octubre 2017

Revista de Meteorología  
STAFF

**AUTORIDADES**  
**Directora del Servicio Meteorológico Nacional**  
Dra. Celeste Saulo

**Edición General**  
Mariela de Diego  
Sofía Corazza

**Comité Editorial**  
Luciano Vidal  
Carolina Cerrudo  
Julia Chasco  
Mariela de Diego  
Sofía Corazza  
Maria Alejandra Salles  
Marcos Saucedo  
Laura Aldeco  
Maria Eugenia Bontempi

**Diseño**  
Sebastián Carrasco  
Nicolás Glikson  
Guadalupe Cruz Díaz

**Fotografía**  
Agustina Sánchez

**Impreso en:**  
Instituto Geográfico Nacional

ISSN en línea: 2591-4812



Tecnología Satelital  
GOES - 16

# Centinela del cielo

Un satélite geostacionario flota en el espacio. Se trata de una tecnología de punta que multiplicará varias veces la información disponible sobre la atmósfera. Entrevistamos a Steve Goodman, Director Científico del programa de satélites de la NOAA.

- Argentina y el GOES-16

## P.24



## P.06

### Agro Meteorología

Corrimiento de frontera agrícola y el clima asociado, en Santiago del Estero.

## P.22

Poster

### Eventos meteorológicos destacados

Infografía completa con los eventos meteorológicos destacados del 2017.



## P.52

### Climatología Oscilaciones, el mundo en movimiento

Introducción a algunas oscilaciones en la escala estacional e intraestacional y sus impactos.

## P.12

### Nubes Argentinas y sus fenómenos asociados

Galería de fotos. Una selección de las mejores nubes argentinas.

## P.40

Monitoreo

### Proyecto Relámpago

Un estudio para entender por qué en Argentina se producen las tormentas más intensas del Planeta. Entrevista a Steve Nesbitt.

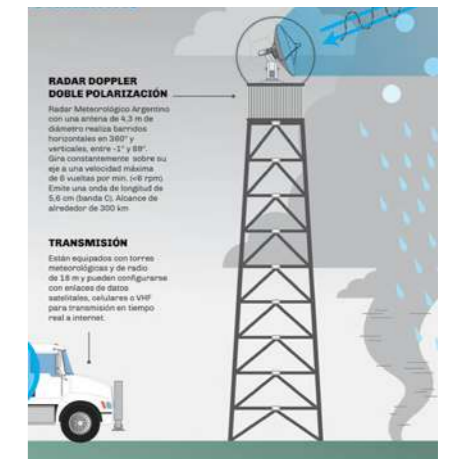
## P.62/64/66

### Ficha técnica: productos SMN Hacelo vos mismo Sección lúdica

## P.16

### Alerta Hidrometeorológica

Alerta temprana de eventos hidrometeorológicos.



## P.38

Fierros

### Radars meteorológicos

Infografía: ¿cómo ve la lluvia un radar?



## Editorial Celeste Saulo

Es un honor para mí escribir una Editorial para la revista Meteoros. Sin lugar a dudas, es la revista más antigua del país, editada por el Servicio Meteorológico Nacional y dedicada exclusivamente a los temas de interés de las Ciencias de la Atmósfera y afines. Su primer número data del año 1951. Sin embargo, y a pesar de la imprescindible tarea de dar a conocer a una comunidad más amplia los avances y los aportes disciplinares, la revista se sostuvo por un tiempo muy breve, hasta el año 1955.

Acontecieron muchas cosas en la disciplina, en el país y en el organismo desde aquél entonces. Un hecho que contribuye a explicar la reaparición de la Meteoros es el retorno del Servicio Meteorológico Nacional al ámbito civil como Organismo Descentralizado del Ministerio de Defensa, lo cual sucedió el 1 de enero de 2007, tal como consta en el Decreto 1689/2006. Así, en 2012, se reabre el Segundo Ciclo de Meteoros, en el cual se inscribe esta nueva edición que es la número 4. Podríamos considerar que son pocos números en relación a la historia transcurrida. Pero, pese a ello, y tal vez como claro emergente de una vocación de servicio que ha atravesado varias generaciones, el espíritu permanece nítido: contribuir a la divulgación de la meteorología y las ciencias afines mediante el aporte de una mirada que busca integrar disciplinas, compartir los desafíos científicos en la materia y dar a conocer cuál es el rol del Servicio Meteorológico Nacional en ese contexto.

Recorriendo las páginas de este número, los lectores descubrirán algunos de los temas que hoy desvelan a meteorólogos operativos, a científicos, a técnicos, a tomadores de decisiones y a comunicadores. Es que hoy, la meteorología, lejos de quedar reducida a la toma de datos y al pronóstico –que son en sí mismos retos inmensos tanto tecnológicos como científicos– tiene que asumir el compromiso de trabajar en el día a día con un conjunto complejo de actores que demandan productos específicos, que requieren información sofisticada y adaptada a su problema de toma de decisiones. Es difícil saber con objetividad si todas las ciencias hoy son tan fuertemente interpeladas por la sociedad como lo es la meteorología. Sin necesidad de hacer un ranking, podríamos concluir que debe estar entre las más interpeladas. Bastaría con contabilizar las veces que, en medios de comunicación o en redes sociales, se mencionan las palabras “pronóstico”, “clima”, “cambio climático”, “Servicio Meteorológico Nacional” a la par que se esperan datos e información para definir desde cuestiones triviales hasta otras mucho más críticas, como la preservación de la seguridad de personas y bienes. Una de las búsquedas de esta revista es constituirse en un espacio para abordar algunas de esas interpelaciones.

La diversidad de demandas, sin dudas, tiene que ver con la amplia variedad de fenómenos que nos ocupan, los que a su vez impactan de modo directo sobre la sociedad. Si quisiéramos analizarlo desde el punto de vista de las dimensiones físicas o el tamaño de los objetos de estudio, podríamos empezar, en el extremo más pequeño, con la formación de gotitas de nube, cuyo tamaño es de aproximadamente  $10^{-6}$  metros –o sea una millonésima de metro– hasta llegar, por ejemplo, a un ciclón tropical o extratropical,

que son sistemas cuya escala horizontal es del orden de  $10^6$  metros o 1000 kilómetros. Evidentemente, desde los instrumentos para medir tales objetos de estudio hasta el cuerpo teórico que se aplica para entender su comportamiento, se puede advertir que el tema es muy complejo y variado. Entre tanto, cuando nos proponemos evaluar las escalas temporales que están implícitas en esta disciplina, nos encontramos con procesos que ocurren en algunos segundos o minutos y podríamos llegar, casi sin darnos cuenta, hasta los cientos de años, si es que deseamos incluir el problema del cambio climático. Más aún si agregamos el análisis del impacto de esos fenómenos sobre las personas, entonces tenemos una complejidad todavía mayor.

Por eso, entendemos que es importante compartir este desafío con toda la sociedad. Y la primera manera de compartirlo es contándolo en un lenguaje que sea accesible para todos. Meteoros está concebida para todo tipo de público y persigue la finalidad de acercar la disciplina a las aulas, a los debates, a los tomadores de decisiones, a los curiosos, etc. Queremos abrir una puerta más, que complementa otros espacios de intercambio que mantenemos a través de medios periodísticos, redes sociales, congresos, talleres y charlas. Porque somos conscientes que es fundamental que trabajemos juntos. Porque hay saberes y perspectivas que debemos entrelazar para lograr un servicio mejor.

Hoy, los Servicios Meteorológicos tenemos la responsabilidad de hacer una transición desde un sistema que está centrado en la información, hacia un sistema que debe estar centrado en las personas. ¿Qué significa eso? Que debemos combinar información técnica-disciplinaria, como por ejemplo “la probabilidad de que llueva 60 mm o más, mañana en Paraná, Entre Ríos, es de un 60%” con datos que indiquen más claramente cómo afectaría a la población la ocurrencia de ese fenómeno. Pero, para eso, es necesario incorporar nuevas variables en el análisis. Variables sobre las que, en muchos casos, no contamos con información sistemática. Preguntas tales como: ¿cuál es el estado de los suelos y/o de los ríos en la región?, ¿hay poblaciones más vulnerables a este fenómeno en la zona? o ¿hay alguna actividad extraordinaria programada para ese día que aumente el grado de exposición? Todos son interrogantes que requieren de un fuerte trabajo interdisciplinario e interinstitucional para encontrar respuestas que conduzcan a mejores decisiones. En la base de todas las preguntas y de las respuestas está el conocimiento. Todos necesitamos conocer mejor los problemas. Todos necesitamos encontrar las mejores soluciones. Y todos también sabemos que esto es algo sumamente dinámico, no hay reglas escritas sobre rocas. Cada grupo puede dar con estrategias distintas a partir de un problema semejante. Lo importante es ser conscientes y estar abiertos a estas particularidades. Meteoros es una invitación a conocer e intercambiar, con el fin último de construir un sistema de provisión de servicios meteorológicos que se centre en las personas. Para eso, debemos caminar juntos. Gracias por acompañarnos.

---

**Celeste Saulo**  
Directora del Servicio  
Meteorológico Nacional  
Profesora Asociada de la  
Universidad de Buenos Aires  
Investigadora Independiente  
CONICET

# EL CLIMA ASOCIADO A LA EXPANSIÓN AGRÍCOLA EN SANTIAGO DEL ESTERO



AGRO  
METEOROLOGÍA

*Las actividades agropecuarias se encuentran estrechamente condicionadas por factores que escapan al control humano, como el clima y el tiempo. Tradicionalmente, se pensaba que la respuesta a estos condicionamientos se daba en un solo sentido. Es decir, que dadas las condiciones climáticas, y su variabilidad intrínseca determinante del tiempo diario, se definía la actividad agropecuaria. Pero hoy sabemos que en realidad existe una fuerte reciprocidad, y así como los factores meteorológicos, hidrológicos, los cambios en los suelos y aspectos biológicos, afectan a la producción agropecuaria, también reciben el impacto de estas actividades y responden con modificaciones en los sistemas.*

[WMO-134 "Guide to Agricultural Meteorological Practices - 2010 edition"]

---

#### Autoras

Sofía Corazza  
M. Eugenia Bontempi

Así, se puede explicar con mayor claridad cómo los cambios registrados en los regímenes climáticos de algunas regiones favorecieron el desarrollo de cultivos no tradicionales, que a su vez, determinaron modificaciones en los ecosistemas, en la estructura de los suelos y en la disponibilidad de humedad en el sistema suelo-atmósfera. Este es el caso paradigmático de la provincia de Santiago del Estero. Entender estas interacciones con el medio ambiente es responsabilidad de la Meteorología Agrícola. Esta, es llamada a prestar asistencia en la toma de decisiones del sector productivo, en la elección de las prácticas agrícolas que resulten sustentables y beneficiosas en el futuro.

---

## La movilidad de la frontera agrícola en Argentina

---

La frontera agrícola se define como aquella línea que se ubica entre las tierras agrícola-ganaderas y los ecosistemas naturales que las rodean. Según un estudio realizado por la Universidad de Buenos Aires, en el orden mundial nuestro país ocupa el octavo lugar en cuanto a superficie de tierras cultivadas (35.750.000 ha.); el tercero en relación a tierras cultivadas per cápita (1.12 ha.); y el decimoquinto en superficie bajo riego. "Esto ha influido en la instalación permanente de frentes dinámicos de la frontera agrícola", generando todo tipo de transformaciones socioeconómicas y ambientales en diferentes regiones del territorio nacional. Un ejemplo que está a la vista de todos, son las zonas



Fotografía  
La Nación

comprendidas entre el Chaco y Santiago del Estero, que se sumaron a esa dinámica a partir de varios factores entre los cuales se destaca el incremento de precipitaciones como tendencia que permitió la siembra de cultivos de secano en áreas en las cuales, antes, sólo era imaginable bajo riego.

La situación descrita da cuenta de la importancia central que guardan determinados parámetros y variaciones climáticas y meteorológicas para explicar transformaciones ocurridas en la estructura productiva de los territorios. También nos dice algo acerca de los desafíos que, en este orden de cosas, tiene la meteorología en nuestro país.

## El escenario de expansión de la frontera agrícola en Santiago del Estero

La expansión de la frontera agrícola, en especial de cultivos como la soja y el algodón, sobre márgenes semiáridos en sectores del noroeste argentino, responde a varios factores entre los que se destacan dos motivos centrales. Por un lado, al aumento mundial de la demanda de ciertos granos,

y por el otro, al corrimiento temporal hacia el oeste de las áreas con precipitaciones suficientes para el desarrollo de cultivos de secano.[1]

Existen estudios que señalan que el régimen anual de precipitaciones en la provincia de Santiago del Estero se modificó significativamente entre la primera mitad del siglo XX y los últimos 40 años, con un período de transición de fuerte crecimiento entre 1955 y 1975, dando lugar a un incremento del promedio anual del 25%. Según estas investigaciones (Minetti et al, 2004), y siguiendo la clasificación climática de Thornthwaite (1948), la región pasó de tener un clima semiárido a uno subhúmedo-seco, con el desplazamiento de la precipitación hacia el oeste. Esta transformación, que generó un evidente cambio en la aptitud agropecuaria, fue acompañada por la incorporación de nuevas técnicas y el alza de la demanda internacional de granos en los últimos años, dando lugar a una expansión desmesurada de la actividad agrícola. Tal expansión, en el caso de la provincia de Santiago del Estero, alcanzó casi 1 millón de nuevas hectáreas sembradas.

“Al finalizar el período seco de comienzos de la década de 1970, la provincia contaba con una superficie agrícola de secano con oleaginosas de 850 hectáreas. Al final de la fase lluviosa, la superficie había ascendido a 35.650 hectáreas (1983-84). En los años subsiguientes, el predominio de sequías no frenó ese crecimiento, la campaña de 1995-96 arrojó una superficie cultivada de 111 mil hectáreas. En la actualidad ese número representa alrededor del millón de nuevas hectáreas bajo siembra.” (Minetti et al, 2004)

## La eliminación del bosque nativo y un necesario balance hídrico: los desafíos de la alerta temprana

Otros trazos gruesos se pueden construir en relación al aumento de las precipitaciones como tendencia transformadora en la región. Toda transformación profunda, como es de imaginarse, viene acompañada de cambios y consecuencias ambientales. En este caso, la mejora en las condiciones para la siembra, debido a la mayor amplitud agrometeorológica, y la expansión de la frontera agrícola conllevó un cambio radical en los suelos producto del desmonte. El avance de la frontera acarrió una rápida eliminación del bosque xerófito, o nativo, lo cual modificó la morfología de los suelos impactando en el balance hídrico y en el manejo de las cuencas hidrográficas, es decir de agua definidas como el territorio delimitado por los escurrimientos superficiales que convergen en un mismo cauce de río.

Naturalmente, el aumento de las precipitaciones conlleva a un aumento en la descarga de los ríos. Sin embargo, hace ya

algunos años se ha observado, particularmente en la región de la Cuenca del Plata, a la que pertenece la provincia, que el aumento porcentual en la descarga de los ríos es mayor a la que debería ser considerando únicamente la precipitación media de la región.

Esta característica puede atribuirse a la deforestación y a los cambios en la agricultura que generan un aumento en el escurrimiento y, de esta manera, provocan el incremento de fenómenos de impacto hidrológico como son las inundaciones. Como así también la pérdida de capacidad de retención de la humedad en los suelos, que puede desencadenar un proceso de desertificación de difícil reversibilidad.

Estos efectos de las precipitaciones sobre la disponibilidad de agua en las cuencas son complejos y están fuertemente influenciados por la cobertura del suelo.

“El aporte por parte de la agrometeorología en este sentido tendrá que ver con la realización de estudios que permitan desarrollar modelos de balance hídrico más representativos de las propiedades de los distintos suelos.” Sostuvo el Lic. Gonzalo Díaz, del área de hidrometeorología del SMN.

La situación del desmonte producto del movimiento de la frontera agrícola, se retroalimenta con el aumento en las precipitaciones ya referido. La hidrometeorología tiene, en este punto, el desafío de describir más profundamente estos procesos y brindar pronósticos y herramientas a la población que se adecúen a las nuevas condiciones que atraviesa la provincia.

En la medida en que se avance en la comprensión de estos sistemas se podrán desarrollar modelos hidrológicos adaptados a las características propias del lugar, que junto a un monitoreo



Fotografía  
Jorgelina Silva

integral de las variables ambientales, podrán contribuir en un futuro a mejorar los sistemas de alerta en la región.

## Conocer a la comunidad para brindarle soluciones

Esta transformación radical en el uso de los suelos y en la matriz productiva de la provincia devela la importancia de entender la interacción entre las actividades humanas y el medio ambiente para un buen uso de los recursos por parte de las comunidades. Este es un desafío al que estamos llamados como humanidad a nivel global.

En este sentido es que el Servicio Meteorológico Nacional desarrolló en septiembre de 2016, una serie de seminarios itinerantes con el apoyo de la Organización Meteorológica Mundial, que se había propuesto que los servicios meteorológicos del mundo se acerquen a la actividad productiva de las poblaciones más vulnerables. De esta manera, un equipo de ese organismo nacional, recorrió durante seis días la provincia y visitó las localidades de Nueva Esperanza, San José de Boquerón y Sacháyoj. Tras contactar con referentes locales, que sirvieron como intermediarios, se convocó a productores para la realización de los talleres.

Para estos actores, la agrometeorología aporta herramientas que permiten planificar y mejorar las prácticas de manejo y la toma de decisiones en situaciones de riesgo. Los participantes

de los seminarios, pudieron acceder a conceptos generales de la meteorología y el uso de productos ofrecidos por el SMN que pueden ser aplicados a la producción local. El vínculo con el territorio y el intercambio directo con la población fueron fundamentales para este tipo de articulación.

Con estas actividades, se busca impulsar la interacción con pequeños productores, fomentando la concientización de la importancia del desarrollo de acciones de impacto positivo en el medio ambiente, que permitan además, alcanzar la independencia económica de las familias que las practican. La finalidad es que ellos vayan logrando un uso responsable y sostenido de los recursos naturales en la nueva escena planteada por la expansión de la frontera agrícola en la provincia y por el aumento de eventos meteorológicos severos, mediante la adecuada gestión de herramientas meteorológicas y climáticas.

**El desafío que toca la puerta de la meteorología y sus aplicaciones hidrológicas y agrarias, es la mejora del monitoreo, el pronóstico y la comunicación de herramientas que ayuden a que las comunidades hagan un uso sostenible y sustentable del planeta.**

### Fuentes Bibliográficas

- 1 - Libro de "El cambio climático en la Cuenca del Plata". Editores: Vicente Barros, Robin Clarke y Pedro Silva Dias.
- 2 - Libro de "Inundaciones urbanas y cambio climático. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2015).
- 3 - [1] Minetti y Sierra, 1988, Sierra et al. 1994. Hoffmann, 1988; Minetti et al. 1998; Minetti et al. 2004)
- 4 - [2] Minetti et al. 2004.
- 5 - Di Paola, María M. -Expansión de la Frontera Agropecuaria, Revista Apuntes Agroeconómicos, FAUBA, Universidad de Buenos Aires.

**"EL APORTE POR PARTE DE LA AGROMETEOROLOGÍA EN ESTE SENTIDO TENDRÁ QUE VER CON LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS QUE PERMITAN DESARROLLAR MODELOS DE BALANCE HÍDRICO MÁS REPRESENTATIVOS DE LAS PROPIEDADES DE LOS DISTINTOS SUELOS."**

Lic. Gonzalo Díaz, del área de hidrometeorología del SMN.



GALERÍA

# Selección de fotos del concurso "Nubes argentinas"

---

---

Sofía Prado



---

Patricia Zonzoni



---

**Nicolasa Lai**



---

**Guillermo Abramson**

---

**Julietta Donoso**







# EL TODO ES MÁS QUE LA SUMA DE LAS PARTES



HIDRO  
METEOROLOGÍA

La gestión de los recursos hídricos es transversal a múltiples áreas institucionales. Sus capacidades deben ser articuladas y coordinadas para una eficaz reducción del riesgo de desastre.

Por este motivo el Servicio Meteorológico Nacional trabaja junto a otros organismos en la elaboración de productos y protocolos de acción frente a las inundaciones.

**Entre enero y mayo de 2017 ocurrieron numerosos eventos meteorológicos que produjeron inundaciones en la mayor parte del país [ver mapa central].**

**En Argentina, las inundaciones son una problemática recurrente y tienen considerables impactos sobre la vida de la población y el sistema socio económico. Pueden deberse a precipitaciones intensas de corta duración o persistentes en el tiempo, el desborde de un río o a la falla de alguna estructura hidráulica.**

**Autora**

Carolina Cerrudo

## Alerta temprana

Pueden deberse a precipitaciones intensas de corta duración o persistentes en el tiempo, el desborde de un río o a la falla de alguna estructura hidráulica. Se deben tener en cuenta otros ingredientes que influyen en la ocurrencia de inundaciones, como por ejemplo la capacidad de absorción de los suelos, la insuficiente capacidad de descarga de los cursos de agua y la pendiente del terreno. Todos estos factores hacen necesario un abordaje interdisciplinario del problema, el cual debe articular en forma eficiente la componente hidrológica, meteorológica y de gestión de los recursos hídricos.

La implementación de sistemas de alerta temprana es una de las medidas utilizadas para minimizar los impactos provocados por las inundaciones. La Organización Meteorológica Mundial recomienda el trabajo conjunto entre los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales, así como también el establecimiento de alianzas con los sectores que tienen responsabilidad directa en la seguridad de la población.

Por este motivo, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) trabaja en la planificación y el desarrollo de proyectos orientados a facilitar la toma de decisión en la gestión de los recursos hídricos. Un ejemplo de esto son los que desarrolla junto al Instituto Nacional del Agua (INA) y a la Universidad Nacional de Luján (UNLu). Estos proyectos se basan en contribuir, desde distintas perspectivas, en el diseño de sistemas de alerta temprana hidrometeorológicos y se están llevando a cabo en las cuencas de los ríos Areco, Luján y Matanza.

El diseño de un sistema de alerta temprana es una de las medidas que integran a la gestión del riesgo de desastre. Se llama riesgo de desastre a la probabilidad de daño en una sociedad debido a la ocurrencia de un fenómeno natural y depende de la relación entre la amenaza y la vulnerabilidad de la población. El Departamento de Hidrometeorología del SMN trabaja junto al INA en la elaboración de productos específicos de monitoreo hidrometeorológico útiles para el manejo del riesgo hídrico, con el objetivo de facilitar la tarea del tomador de decisión.

La inundación es uno de los problemas ambientales más serios de las áreas urbanas argentinas y es necesaria la adopción de mecanismos orientados a fortalecer la prevención temprana. Se trata de estar más preparados para enfrentar las inundaciones. “La experiencia de los últimos años nos desafía y nos obliga a encarar en forma conjunta la problemática de cuencas más chicas y pasos de tiempo inferior a las 24 horas”, indicó el Ing. Juan Borús, a cargo de la Dirección de Sistemas de Información y Alerta Hidrológico del INA, Ezeiza.

El sistema de alerta debe ajustarse a los recursos humanos, materiales y de información disponibles para lograr la mayor eficiencia posible a la hora de enfrentar eventos severos. “No hay dos sistemas de alerta iguales y la impronta diferente la impone la Protección Civil local con sus procedimientos y planes de contingencia”, aseguró Borús.



**Fotografía.**  
Luján  
Nicolás Stulberg

Uno de los objetivos principales de un sistema de alerta temprana es capacitar a las personas y a las comunidades para que respondan de manera oportuna y adecuada ante una amenaza. Dentro de las componentes de un sistema de alerta se encuentran: el conocimiento del riesgo, las redes de monitoreo y pronóstico meteorológico e hidrológico, la comunicación y divulgación, y la capacidad de respuesta ante la emergencia.

El trabajo colaborativo SMN – INA está orientado a reforzar la componente de monitoreo y pronóstico, con el desarrollo de productos a partir de sensores remotos como los satélites y radares, la puesta a punto de modelos hidrológicos y la elaboración de pronósticos meteorológicos de alta resolución.

**“Una expectativa importante a futuro es tener la posibilidad de definir escenarios de corto plazo basados en la elaboración de pronósticos por conjuntos”,** subrayó Borús.

Los pronósticos por conjuntos permitirán medir el margen de error de las previsiones a través de la generación de un conjunto de pronósticos, donde cada uno parte de un diagnóstico inicial ligeramente diferente. El INA por su parte está trabajando en la adaptación de metodologías para el seguimiento de las condiciones de los suelos y su potencial de escurrimiento a paso horario.

La cuenca del río Areco fue la elegida para la prueba piloto, como apoyo a las ciudades de Chacabuco, Carmen de Areco, San Andrés de Giles y San Antonio de Areco. Esta cuenca tiene una extensión apropiada para realizar el trabajo, una hidrografía bien definida y experticias locales de Protección Civil, según explicó el ingeniero.

Para advertir sobre una posible amenaza es necesario tomar conocimiento de las características propias de cada lugar. Así es como profesionales de hidrometeorología del SMN, del INA y personal de Defensa Civil de San Antonio de Areco participaron de la navegación de un tramo significativo del río y analizaron las experiencias vividas en las inundaciones de 2009, 2014 y 2015. Además el municipio posee una sala de situación con facilidades ya instaladas para la interacción propuesta por el SMN – INA y Borús destacó la atención que las autoridades municipales están dando a la capacitación en el monitoreo.



## Inundaciones urbanas

La presencia humana en las ciudades no se puede aislar de la ocurrencia del desastre cuando hablamos de inundaciones. La superficie pavimentada y las edificaciones producen un aumento del escurrimiento superficial y una disminución de la infiltración, concentrando el agua en calles y avenidas. En muchos casos la decisión de “ganar” terreno al río y ocupar áreas inundables a través de la construcción de canales, entubamientos y terraplenes genera condiciones de vulnerabilidad de la población.

Para minimizar los efectos provocados por las inundaciones es necesario complementar las obras de infraestructura con la adopción de medidas no estructurales. Dentro de estas medidas se encuentran la planificación y ordenamiento territorial, el diseño de planes de contingencia y la implementación de sistemas de alerta temprana. El SMN colabora y participa en dos proyectos que contribuyen al desarrollo de medidas no estructurales en cuencas con características urbanas, como son las del río Luján y Matanza.

Poder anticiparse a fenómenos de crecidas ribereñas, inundaciones o anegamientos, y así mitigar el riesgo, es el espíritu del “Sistema de Monitoreo Hidrometeorológico y Alerta Temprana para la cuenca del Río Luján”, un proyecto liderado por La Universidad Nacional de Luján (UNLu). Este se centra en el monitoreo de variables

meteorológicas e hidrológicas, con el objetivo final de construir un sistema de pronóstico hidrometeorológico. A un año y medio de aprobado el proyecto se está concluyendo la etapa de adquisición del equipamiento necesario para hacerlo realidad: tres estaciones meteorológicas, siete pluviométricas, seis hidrométricas y un perfilador caudalímetro, con el que se mide el caudal del río.

**“La integración de actores con diferentes roles y capacidades es clave para el buen funcionamiento del sistema”,**

Dijo María José De Negri, doctora en ciencias aplicadas de la UNLu.

Desde la concepción del proyecto se trabajó de manera conjunta y coordinada con el SMN, el INA, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Luján y el Ministerio de Agroindustria.

Los roles están bien definidos en el proyecto coordinado por la UNLu. El SMN proveerá pronósticos de precipitación en tiempo real, avisos a corto plazo y alertas meteorológicas. Brindará asesoramiento para la instalación de la red de medición y se encargará de su mantenimiento, así como también de concentrar y transmitir las observaciones. El INA ajustará los modelos hidrológicos, generando pronósticos de altura y duración de las crecidas del río, mientras que el INTA por su parte, retransmitirá los avisos

# “LA INFORMACIÓN DE HASTA DÓNDE PUEDE LLEGAR EL AGUA Y CUÁNTO PERMANECERÁ NO SÓLO ES IMPORTANTE PARA LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA, SINO TAMBIÉN PARA DIMENSIONAR OPERATIVOS POST-INUNDACIÓN Y APORTAR A LA MEJORA DE LA TOMA DE DECISIONES EN CADA HOGAR DE UNA ZONA INUNDABLE”

Mariano Re, investigador del Programa de Hidráulica Computacional del Laboratorio de Hidráulica del INA.

a las zonas rurales. Los cuerpos de Bomberos Voluntarios colaborarán en el control de las estaciones que se coloquen en sus destacamentos, además de ser el actor principal que actúa ante la emergencia.

“Apuntamos a que los primeros productos puedan estar disponibles en 2018, pero consideramos que la implementación definitiva va a llevar mucho más tiempo.”

“El sistema de alerta podrá ser ejecutado una vez que todo el equipamiento esté funcionando de manera correcta, los modelos hidrológicos hayan sido calibrados y validados, las vías de comunicación hayan sido determinadas y el protocolo de trabajo para situaciones de emergencia haya sido discutido y consensuado”. Advirtió De Negri.

## Investigar para mitigar

La creación de un sistema de alerta temprana no es la única manera de contribuir a la implementación de medidas no estructurales para mitigar inundaciones. El equipo integrado por el ingeniero civil Mariano Re investiga con el objetivo de comprender la dinámica del agua durante una inundación en una zona densamente urbanizada, a través del modelado de procesos hidrológicos e hidráulicos. Los investigadores del Laboratorio de Hidráulica del INA realizan sus estudios para la cuenca de los arroyos Sarandí y Santo Domingo (en la zona sur de la Región

Metropolitana de Buenos Aires) y la cuenca del arroyo Dupuy en La Matanza (tributario del río Matanza).

La altura y duración de la inundación en cada esquina de la cuenca son los principales resultados que brindan los modelos numéricos.

“La información de hasta dónde puede llegar el agua y cuánto permanecerá no sólo es importante para los sistemas de alerta temprana, sino también para dimensionar operativos post-inundación y aportar a la mejora de la toma de decisiones en cada hogar de una zona inundable”, enfatizó Re, investigador del Programa de Hidráulica Computacional del Laboratorio de Hidráulica del INA.

Lo que queda claro es que sin la articulación entre instituciones y organismos este trabajo no sería posible. El equipo de investigadores del INA elaboró la topografía de las cuencas junto al Instituto Geográfico Nacional, mientras que analizaron las obras de desagües pluviales junto a la Dirección Provincial de Obras Hidráulicas, lo cual expresa la potencialidad del trabajo interinstitucional. En este sentido, los investigadores caracterizaron eventos de tormenta de alto impacto con el Departamento de Hidrometeorología del SMN y a través del proyecto “Anticipando la Crecida”, se vincularon con el área de Meteorología y Sociedad de ese Organismo, con quienes colaboran desde hace ya varios años.

El acercamiento hacia el municipio y su predisposición son acciones claves para llevar adelante la investigación, como es el caso de Florencio Varela, donde los especialistas del Laboratorio de Hidráulica del INA han instalado un pluviómetro, o bien el municipio de Quilmes, en donde van a instalar un pluviómetro y un sensor de nivel.



**Fotografía.**  
Luján  
Nicolás Stulberg

El ingeniero Re, destacó también la importancia de la relación con los vecinos en su territorio:

**“Colaboramos con los Vecinos Inundados del Arroyo Dupuy en Laferrere y el Barrio La Paz en Quilmes”**

## En camino

La gestión del riesgo por inundaciones es un proceso continuo y constante. Es necesario un monitoreo permanente de la condición hidrometeorológica de la cuenca y la ampliación de las redes de medición de las variables ambientales, así como también la incorporación de me-

didias no estructurales como los planes de contingencia, los cuales son un complemento indispensable de los sistemas de alerta.

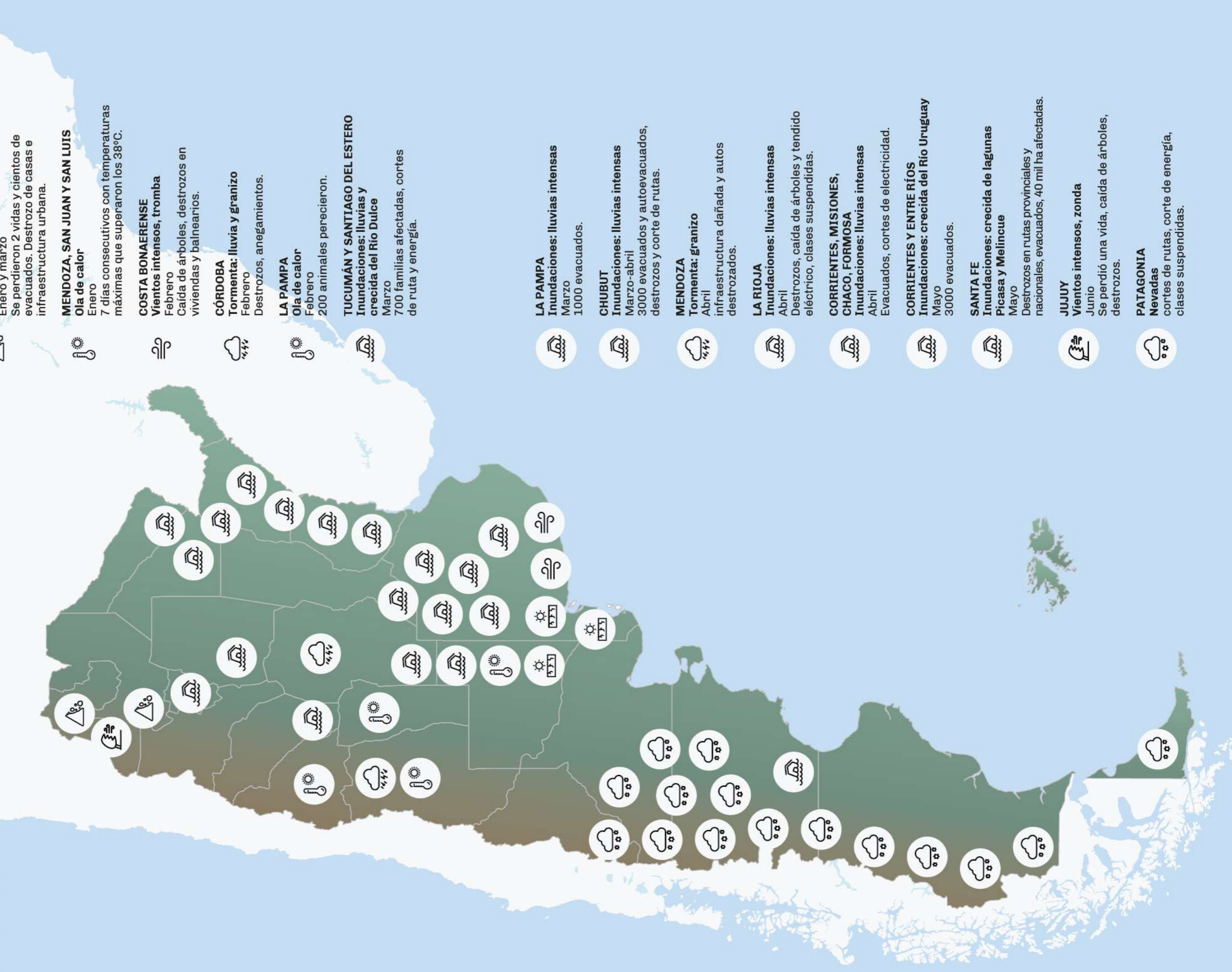
La mitigación de desastres depende tanto de los avances técnicos y científicos, como de las relaciones que se establecen entre las instituciones y actores sociales implicados. Es fundamental reforzar la cooperación transversal entre los organismos involucrados en la emergencia y servicios a la comunidad, y establecer marcos regulatorios para el trabajo interinstitucional. El SMN comenzó a transitar ese camino junto a otras instituciones como el INA y la UNLu. Aunque falta mucho por hacer, hacia allí vamos.

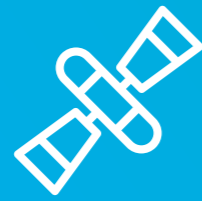
### Fuente Consultada

Inundaciones urbanas y cambio climático. Recomendaciones para la gestión. Secretaría de Ambiente y desarrollo sustentable de la Nación, 2015.

# Algunos eventos de alto impacto documentados por SMN

## DIC 2016 – JUN 2017





# CENTINELA DEL CIELO

*La humanidad sube otro escalón en la misión de observar y entender lo que pasa en la atmósfera.*

---

En noviembre, el satélite GOES-16 pasará a fase operativa, inaugurando una nueva generación de tecnología satelital. Con más resolución espectral, temporal y espacial, multiplicará varias veces la información disponible hasta ahora.

Conversamos en exclusiva con Steve Goodman, Director Científico del programa de satélites de la NOAA, que nos explica los beneficios que traerá el flamante dispositivo.





Fotografía NASA

**Autora**  
Mariela de Diego



TECNOLOGÍA

Mientras leemos esta nota, sobre la pequeña porción de espacio que ocupa nuestro cuerpo, y a 35 mil kilómetros de altura, circula un nuevo aparato construido por el hombre, que mide los detalles de la atmósfera y de la columna de aire que respiramos. Y lo hace con una precisión inédita y quirúrgica.

Se trata del último satélite ambiental operacional geoestacionario, más conocido como GOES-R (por sus siglas en inglés) que la NASA (Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio) y la NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica) lanzaron el 19 de noviembre de 2016, y que pasará a fase operativa en noviembre próximo, momento en que adoptará oficialmente el nombre de GOES-16.

Son muchos los que esperan este hito. Los meteorólogos, que celebran un salto enorme en el monitoreo y la comprensión de lo que ocurre en la atmósfera; los gobiernos y organismos de protección civil, que podrán perfeccionar sus sistemas de alerta temprana, para salvar vidas y evitar pérdidas económicas; y los ciudadanos, que aunque no lo sepan, amplían un poco más sus chances de caminar por la calle sin que los sorprenda una lluvia inesperada. Porque, como dice Steve Goodman “Ahora vemos cosas que antes no veíamos”.

## La física tiene onda

Todos los cuerpos de este planeta emiten energía. Lo hacen en forma de ondas electromagnéticas, que se propagan a través de cualquier medio ambiental e incluso del vacío. Esta propagación de energía se llama radiación. Cada cuerpo (el Sol, el agua, las nubes, la vegetación, por ejemplo) emite su mayor cantidad de energía en una longitud de onda distinta, que depende, principalmente, de su temperatura. Así, por ejemplo, la superficie del Sol, que tiene una temperatura superior a los 6 mil grados Celsius, emite su máximo de energía en onda corta. Los objetos más fríos (la Tierra, el agua) emiten radiación, pero en otras longitudes de onda, más largas.

El espectro electromagnético abarca longitudes de onda que van desde los rayos gamma y rayos X, hasta las ondas de radio, pasando por el ultravioleta, el visible y el infrarrojo. El ojo humano solo está adaptado para ver una cierta porción de este espectro, denominado “visible”, y por eso vemos algunas cosas y no otras, como las microondas y los rayos ultravioletas.

Uno de los objetivos de la observación satelital es precisamente captar la radiación que emiten los cuerpos que hay en nuestro planeta, desde la superficie, el agua, las nubes, los aerosoles. Así entonces, cuanto mayor cantidad de sensores disponga el satélite, más longitudes de onda podrá discriminar, y más información habrá para elaborar distintos productos.

Hasta ahora, con el satélite GOES-13, los meteorólogos han contado con cinco bandas espectrales que permitían ver los canales “visible”, “infrarrojo cercano”, “infrarrojo térmico”, “infrarrojo lejano” y “vapor de agua”. Si bien aportaba información abundante, aún quedaban muchísimos detalles por medir. Y a eso ha venido el GOES-16.

## Ver para creer

Steve Goodman ha pasado los últimos 38 años buscando la manera de poner en órbita instrumentos capaces de medir las tormentas con precisión. Y todo indica que acaba de cumplir su objetivo.

*Él mismo afirma: “ahora podemos ver más profundo en la atmósfera”.*

El GOES-16 lleva un conjunto de seis instrumentos que multiplican varias veces la cantidad de información disponible

y que miden desde la atmósfera y la superficie terrestre hasta las partículas solares y las tormentas electromagnéticas.

El instrumento principal para la meteorología es el generador de imágenes llamado **Advanced Baseline Imager**, o simplemente ABI. El ABI cuenta con 16 bandas espectrales (comparadas con las 5 del GOES actual), e incluye dos canales visibles, cuatro canales en el infrarrojo cercano y diez canales infrarrojos.

Y eso no es todo. “Además, ahora tendremos tres canales de vapor de agua. La mayoría de la humedad está en la parte más baja de la atmósfera, que es donde se originan las tormentas. Con los canales de vapor de agua y la mayor resolución temporal, podremos ver los gradientes más fuertes de la humedad y ver cuán rápido eso va cambiando, lo que nos ayudará a saber dónde está la inestabilidad de la atmósfera”, explica Goodman.

Sumado a la mayor resolución espectral, el ABI aumenta cuatro veces la resolución temporal, ya que puede generar imágenes de disco completo del planeta cada **15 minutos** e incluso puede configurarse para mostrar una región determinada cada 5 minutos. Esto es una mejora sustancial respecto del intervalo de tres horas del sistema anterior.

Como si esto fuera poco, también incrementa la resolución espacial. “Pasamos de 1 kilómetro en la banda visible, a 500 metros. O sea que podremos ver mucho mejor los fenómenos de mesoescala (es decir, los más pequeños). La diferencia es realmente asombrosa” dice orgulloso Goodman.

Significa que será posible observar con mayor detalle, por ejemplo, los forzantes atmosféricos asociados al desarrollo de los sistemas convectivos profundos; monitorear las propiedades microfísicas y las tasas de enfriamiento de los toques nubosos para determinar la severidad potencial de las tormentas, los cambios que ocurren dentro de las nubes en relación con la formación del granizo, vientos severos y tornados.

### COMPARACIÓN SERIE GOES-R ABI vs GOES ACTUAL

CARACTERÍSTICA	ABI	IMAGER
<b>Cobertura espectral</b>	16 bandas	5 bandas
<b>Resolución espacial</b>		
Visible 0.64um	0,5 km.	~ 1,0 km.
Otros VIS / IR cercano	1,0 km.	No disponible
Bandas (>2um)	2,0 km.	~ 4,0 km.
<b>Cobertura espacial</b>		
Disco completo	Cada 15 minutos (4 por hora)	Cada 3 horas (programado)
EE.UU. continental	Cada 5 minutos (12 por hora)	Cada 15 minutos (4 por hora)
Mesoescala	30 segundos	No disponible

## Fotografía

NASA

19 de noviembre de 2016



De esta manera, se podrán mejorar los pronósticos a muy corto plazo frente a fenómenos severos que puedan afectar a la población. Se estima que esta mejor comprensión de los sistemas de tormenta, representará un beneficio económico del orden de los cuatro mil millones de dólares anuales (Fuente: NOAA/GOES-R). ¿Se puede esperar más de esta maravilla tecnológica? Pues sí. Mucho más.

## Rayos y centellas

En Estados Unidos, todos los años unas 100 personas mueren y otras tantas resultan heridas a causa de descargas atmosféricas (rayos). Solamente en la actividad aeronáutica, las pérdidas relacionadas con las descargas eléctricas se calculan en dos mil millones de dólares anuales. “La complejidad de la actividad eléctrica parecía no ser bien entendida por los pronosticadores. Ahora todo será más preciso”, sintetiza Goodman.

La actividad eléctrica es un gran indicador de la intensidad de la tormenta y de cuál será su evolución. El **Geostationary Lightning Mapper**, o GLM, es otro de los instrumentos innovadores del GOES-16 y se ocupa justamente de detectar la actividad eléctrica dentro de las nubes y de mapear todos los rayos de una tormenta, tanto

los que ocurren dentro de la nube como los que se dan entre la nube y la tierra.

Goodman explica que se trata de un instrumento completamente nuevo. “Hasta ahora, con las redes en tierra, podíamos ver los rayos caer en diferentes lugares y pensar que se trataba de rayos distintos. Pero resulta que no. Que se trata de un mismo rayo que descarga en varios lugares”.

El GLM no solo apunta a las celdas de tormenta más intensas, sino también a la propagación horizontal de la actividad eléctrica, desde la línea principal de tormenta. Esto tiene grandes implicancias en las zonas marítimas, donde no hay radares, y beneficia significativamente a la aeronáutica, especialmente en los vuelos transoceánicos.

*“El relámpago que a simple vista se ve a varios kilómetros de distancia, quizá se esté propagando sobre nuestras cabezas sin que nos demos cuenta. Ahora podremos ver eso y advertir a la población que corre un riesgo, aunque la tormenta parezca lejana”, explica el científico.*

El GLM toma una imagen cada dos milisegundos, con lo cual registra 1.800.000 imágenes por hora, y 1296 millones de imágenes por mes. Lo que se hace es compararlas permanentemente e identificar si hay diferencias que indiquen actividad eléctrica en el tope de la nube. Esa información, que es indispensable para uso operativo, es la que se envía a los usuarios.

## Modelos a seguir

Para que sepamos cómo estará el tiempo mañana y qué ropa conviene ponernos, los meteorólogos de todo el mundo elaboran el pronóstico basándose en los famosos modelos numéricos. Si alguna vez nos maravillamos por las capacidades de la informática actual, volveremos a estarlo cuando veamos de qué se tratan estos prodigios que combinan la matemática, la física y la computación, y que también se verán favorecidos por el nuevo satélite.

Los modelos numéricos son herramientas que representan la física de la atmósfera y su posible evolución a través de ecuaciones matemáticas. A partir de los datos actuales, los modelos calculan cómo va a estar el tiempo en las siguientes horas en un determinado punto. Estamos hablando de millones de datos de distintas fuentes de observación, y de

miles de millones de cálculos matemáticos, que necesitan de una gigantesca capacidad de cómputo para ser procesados (o, en la jerga meteorológica, para “correr los modelos”).

Los modelos se alimentan de los datos de observación sinóptica y además incorporan la información satelital, transformada en datos. Existen modelos globales, como el GFS (Global Forecast System) y existen los modelos regionales, como el WRF (Weather Research Forecast), que calculan el pronóstico para áreas más limitadas.

Las capacidades del GOES-16 también vienen a mejorar estas herramientas de pronóstico, que hoy por hoy son indispensables para todos los meteorólogos del mundo.

A partir de la información satelital se elaboran lo que se denomina vectores de movimiento atmosférico: se utilizan los campos de humedad y de las nubes, se toman las series de imágenes y, en base a cómo evolucionan estos campos, se estiman variables como la dirección y la velocidad del viento. Obviamente, cuantas más imágenes haya disponibles, mejor se estimará qué está pasando.

Sin embargo, “si tenemos un vector de movimiento, pero no sabemos a qué altura ubicarlo, no tenemos mucho que ofrecerle al modelo numérico. Gracias a que la resolución espacial será cuatro veces mayor, podremos ver con precisión la altura de las nubes y ubicar esos vectores en la altura correcta”, explica Goodman.

Este input es valioso en varios niveles. Porque como en la atmósfera no existen las fronteras, lo que está ocurriendo

## Vuelta por el universo

en un lugar puede influir a miles de kilómetros, en otro país o en otro hemisferio. Los modelos regionales toman, como condición de contorno, la información provista por los modelos globales. Por lo tanto, en palabras de Goodman, “Si mejoramos los globales, automáticamente se verán mejorados los modelos regionales”.

*Así, entre el generador de imágenes –ABI- y el mapeador de rayos –GLM- “por los próximos 25 años, vamos a ayudar a salvar la vida y los bienes de la población”*

Ese es, en definitiva, el propósito de toda la investigación y el desarrollo científico y tecnológico de la humanidad. Y hoy estamos asistiendo a un hito histórico en el camino para alcanzar esa meta.

Los registros históricos cuentan que, entre el 29 de agosto y el 2 de septiembre de 1859, las auroras boreales se vieron sobre el territorio de Estados Unidos, Roma, Madrid e incluso en Colombia; que las cortinas de luz en plena noche hicieron creer a muchos que ya era de día; y que los sistemas de telégrafos entraron en cortocircuito y generaron numerosos incendios.

Había ocurrido la tormenta solar más intensa de la que se tenga registro, que pasó a la historia como el “Evento Carrington”, por el nombre del astrónomo que la describió desde su observatorio. Si no tuvo consecuencias más trágicas fue porque los sistemas de comunicación de la humanidad aún no estaban muy desarrollados.

Pero hoy el escenario es distinto. Las comunicaciones de esta era son sofisticadas, y de ellas depende el funcionamiento normal del mundo y de la vida en él. El colapso de nuestro sistema de comunicaciones sería tan caótico, que bien valen los esfuerzos de la ciencia para monitorear y medir los eventos solares y su influencia en el campo magnético de la Tierra.

Algunos de los instrumentos a bordo del GOES-16 también cumplen esa función. Los equipos se completan con sensores que captan variables en la atmósfera superior, la magnetósfera, e incluso la actividad del Sol.

Efectivamente, el instrumento EXIS (Extreme Ultraviolet and X-ray Irradiance Sensor) se ocupa de monitorear la radiación solar en la atmósfera superior, o sea, la potencia y el efecto de la radiación electromagnética del Sol. Es capaz de detectar las llamaradas solares que pueden afectar a satélites, aerolíneas de gran altitud y redes eléctricas en la Tierra.

“Estaremos tomando imágenes del Sol y mirando sus efectos sobre nosotros, las explosiones solares, llamaradas solares, las erupciones de masa coronal que afectan nuestras comunicaciones en el planeta” explica Goodman.

Por su parte, el SUVI (Solar Ultraviolet Imager), observará el comportamiento de la energía solar en el rango de longitudes de onda ultravioleta extrema (EUV). Podrá compilar imágenes solares de disco lleno, observará y caracterizará las regiones activas del Sol, bengalas solares y las erupciones de filamentos solares que pueden dar lugar a eyecciones de masa coronal. Dependiendo del tamaño y la trayectoria de las erupciones solares, los posibles efectos sobre el espacio cercano y la magnetósfera de la Tierra, pueden causar tormentas geomagnéticas que interrumpan los servicios de energía, los sistemas de comunicación y navegación y pueden causar daños de radiación a la órbita de los satélites y en la Estación Espacial Internacional.

# “ESTAREMOS TOMANDO IMÁGENES DEL SOL Y MIRANDO SUS EFECTOS SOBRE NOSOTROS, LAS EXPLOSIONES SOLARES, LLAMARADAS SOLARES, LAS ERUPCIONES DE MASA CORONAL QUE AFECTAN NUESTRAS COMUNICACIONES EN EL PLANETA”

Dr. Steve Goodman, Investigador principal en el programa de la serie GOES-R, líder del equipo científico del “Geostationary Lightning Mapper”





#### DR. STEVE GOODMAN

Dr. Steve Goodman es Investigador principal en el programa de la serie GOES-R, y es el líder del equipo científico del “Geostationary Lightning Mapper” (GLM). Después de 20 años de carrera en la NASA y antes de unirse a la Oficina del Programa GOES-R, se desempeñó como el Director Adjunto de la Oficina de Investigación y Aplicación de Satélites de NESDIS (National Environmental Satellite Data and Information System) y como Director del Centro Conjunto de Asimilación de Datos por Satélites. Ha recibido la medalla de NASA por sus excepcionales logros científicos en cuanto a sus investigaciones sobre tormentas severas.

La foto fue tomada el 1ro. de junio de 2016, durante su visita al Servicio Meteorológico Nacional.



La magnetósfera es la región alrededor de la Tierra que está controlada por el campo magnético del planeta y que lo protege del viento solar constante. El viento solar es una corriente de partículas cargadas que libera la atmósfera superior del Sol y que interactúan con el campo magnético de la Tierra. El instrumento **MAG (Magnetometer)** medirá el campo magnético en la porción externa de la magnetósfera. MAG medirá las partículas cargadas que se encuentran en el área externa de la magnetósfera que constituyen peligros de radiación para las naves espaciales y los vuelos espaciales humanos.

Y por último, el instrumento **SEISS (Space Environment In-situ Suite)** se compone de cuatro sensores para monitorear los flujos de protones, electrones e iones pesados en órbita geosincrónica. La información proporcionada por SEISS es crítica para evaluar el riesgo de descarga electrostática y el peligro de radiación para los astronautas y los satélites.

Estos instrumentos vienen a aportar información a un campo de conocimiento relativamente nuevo, llamado “Space Weather” o “Meteorología del Espacio”. Recién en 2016 la Organización Meteorológica Mundial acordó el uso de este término para coordinar las actividades de investigación relacionadas con esta temática en todo el planeta.

Básicamente, la Meteorología del Espacio busca entender la forma en la que se interrelacionan los fenómenos que se desarrollan en la alta atmósfera, la magnetósfera, junto con las emisiones provenientes del Sol. Y con el GOES-16, la nueva disciplina suma un nuevo aliado. **“Aunque la gente tienda a pensar que sólo mide la atmósfera cercana a la Tierra, es mucho más que eso. Es un satélite ambiental”** aclara Goodman.

## A cielo abierto

La ciencia no tiene techo. Avanza, alcanza metas, celebra hitos. Pero, como el cielo, no tiene final. Es una de las tantas paradojas que atraviesan al hombre. Y la meteorología también vive en esa encrucijada. Buscando obstinadamente algo que sabe que nunca va a encontrar: el pronóstico perfecto para cada punto del espacio y del tiempo.

Esta verdad no obstaculiza su avance firme y decidido. Y entonces, desde el espacio, el GOES-16 verá el lanzamiento del GOES-S (GOES-17) en marzo de 2018. Luego vendrá, en 2020, el GOES-T (GOES-18). Y en 2025 llegará el GOES-U (GOES-19).

Porque siempre habrá más enigmas que descifrar, nuevos interrogantes que responder. Y volveremos a maravillarnos con noticias como ésta; nuevos capítulos en el milenario deseo del hombre por entender los misterios de la naturaleza.

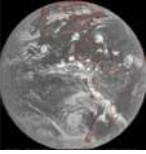

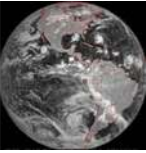
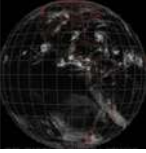
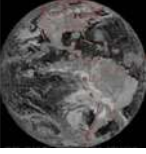
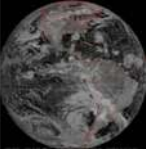

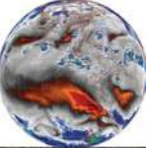
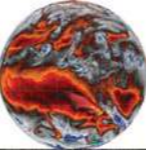
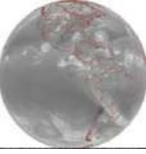

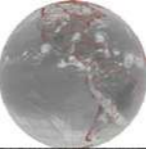
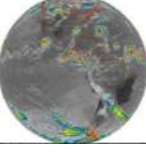
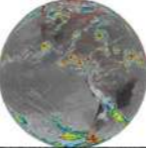
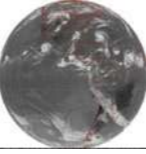
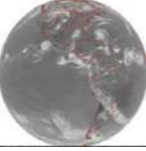
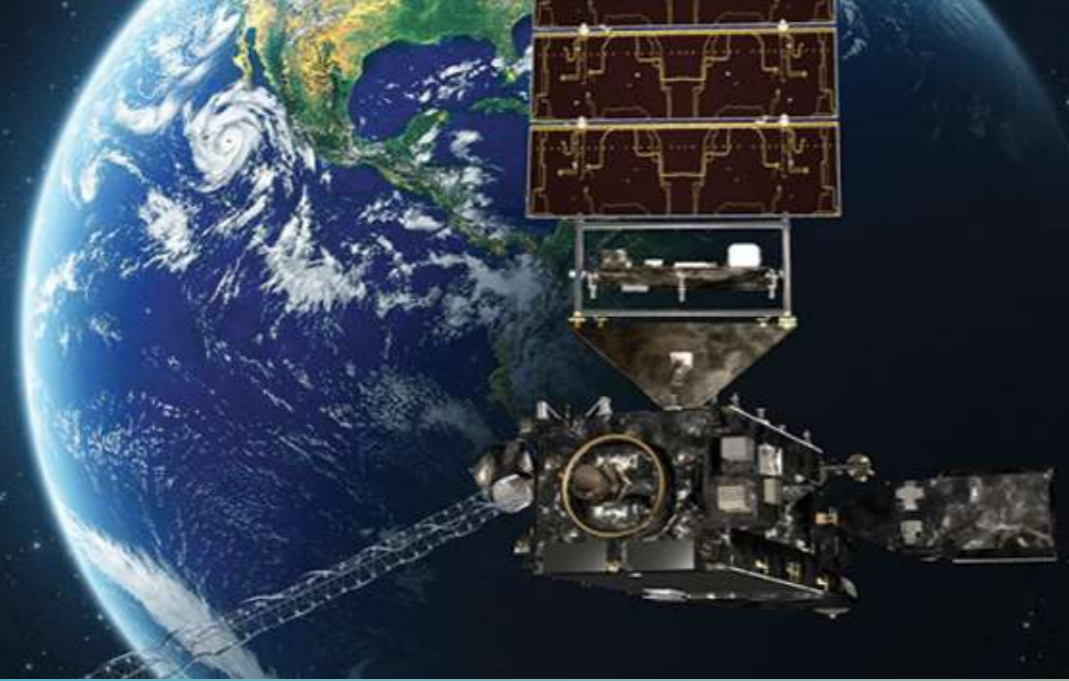
IMAGEN	CANAL	RES.	USOS PRINCIPALES
	#1 VIS@0,47µm "Azul"	1 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo de nubes, polvo, bruma y humo durante el día.</li> <li>• Simulación de imagen de la Tierra en color natural, combinando este canal con un canal "verde" y uno "rojo".</li> </ul>
	#2 VIS@0,64µm "Rojo"	0,5 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detección de nieblas y nubes bajas, estimación de la insolación solar y características de las nubes durante el día.</li> <li>• Se llama "Rojo" porque la longitud de onda central de este canal está cerca de la parte roja del espectro visible.</li> </ul>
	#3 NIR@0,86µm "Vegetación"	1 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo de nubes, nieblas y aerosoles durante el día.</li> <li>• Cálculo de índice de vegetación (NDVI). De ahí su apodo de "vegetación" (O "veggie band").</li> <li>• Evaluación de las características del suelo y su potencial de inundación, luego de un incendio.</li> </ul>
	#4 NIR@1,37µm "Cirrus"	2 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detección de nubes cirrus muy pequeñas durante el día.</li> <li>• Distinguir entre nubes bajas y altas.</li> <li>• Bajo ciertas condiciones, detección de humo y cenizas volcánicas en suspensión (pluma).</li> </ul>
	#5 NIR@1,6µm "Nieve/Hielo"	1km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distinguir, en combinación con otras bandas, nubes de superficies cubiertas de nieve y/o hielo.</li> <li>• Permite estimar cobertura total de nubosidad y topes nubosos.</li> <li>• Detección de humo de incendios leves (con bajas tasa de combustión).</li> </ul>
	#6 NIR@2,3µm "Tamaño de partículas nubosas"	2km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En combinación con otras bandas, permite estimar el tamaño de las partículas de los topes nubosos (indicador de la intensidad de las corrientes ascendentes).</li> <li>• Estimación del tamaño de la partícula de aerosol, detección de puntos calientes (incendios/volcanes) y nieve.</li> </ul>
	#7 IR@3,9µm "Ventana de onda corta"	2km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo de nubes bajas, nieblas y neblinas de noche</li> <li>• Monitoreo de incendios y puntos calientes, erupciones volcánicas y detección de cenizas.</li> </ul>
	#8 IR@6,2µm "Vapor de agua en niveles altos"	2km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo del vapor de agua troposférico de niveles altos (~300hPa).</li> <li>• Estimación de vectores de movimiento atmosféricos en niveles altos.</li> <li>• Identificación de la posición de las corrientes en chorro de niveles altos.</li> <li>• Detección de regiones con turbulencia (ej: ondas de montaña)</li> <li>• Las radiancias de esta banda, en combinación con otras, se utilizan directamente en los modelos numéricos de pronóstico.</li> </ul>

IMAGEN	CANAL	RES.	USOS PRINCIPALES
	#9 IR@6,9µm "Vapor de agua en niveles medios"	2 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo del vapor de agua troposférico de niveles medios (~500hPa).</li> <li>• Estimación de vectores de movimiento atmosférico en niveles medios.</li> <li>• Detección de regiones con turbulencia (ej: ondas de montaña).</li> <li>• Ayuda para el pronóstico de tormentas y tiempo severo.</li> <li>• Estimación de perfiles verticales de humedad.</li> </ul>
	#10 IR@7,3µm "Vapor de agua en niveles bajos"	2 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo del vapor de agua troposférico de niveles bajos (~700hPa).</li> <li>• Estimación de vectores de movimiento atmosférico en niveles medios.</li> <li>• Detección de regiones con turbulencia (ej: ondas de montaña).</li> <li>• Ayuda para el pronóstico de tormentas y tiempo severo.</li> <li>• Estimación de perfiles verticales de humedad.</li> </ul>
	#11 IR@8,4µm "Fase de topes de nubes"	2 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayuda a determinar las propiedades microfísicas de las nubes en combinación con otros canales.</li> <li>• Ayuda a distinguir con más precisión el hielo y el agua en el tope de las nubes, tanto de día como de noche.</li> </ul>
	#12 IR@9,6µm "Ozono"	2 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporciona información, tanto de día como noche, sobre la dinámica de la atmósfera cerca de la tropopausa.</li> </ul>
	#13 IR@10,3µm "Ventana de onda larga (limpia)"	2km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimación de la temperatura de los topes nubosos.</li> <li>• Estimación del tamaño de partículas en los topes de nubes.</li> <li>• Realizar correcciones de humedad atmosférica en imágenes.</li> <li>• En combinación con otros canales permite caracterizar la severidad de las tormentas.</li> </ul>
	#14 IR@11,2µm "Ventana de onda larga"	2km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entender los procesos atmosféricos asociados con ciclones extra tropicales y sistemas convectivos de mesoescala.</li> <li>• En combinación con otros canales permite caracterizar la severidad de las tormentas.</li> </ul>
	#15 IR@12,3µm "Ventana de onda larga (sucia)"	2km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En combinación con otros canales, permite estimar mejor humedad en niveles bajos, presencia de ceniza volcánica, polvo o arena en suspensión, temperatura de la superficie del mar y tamaño de las partículas en los topes de las nubes.</li> </ul>
	#16 IR@13,3µm "CO2"	2km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimación de temperatura del aire en la troposfera media.</li> <li>• Delimitar la tropopausa</li> <li>• Estimación de la altura de topes nubosos.</li> <li>• Detectar presencia de ceniza volcánica y estimar altura de la pluma.</li> </ul>



ARGENTINA Y EL NUEVO SATÉLITE

# LA REVOLUCIÓN DEL GOES-16

**El SMN adquirió la receptora que le permitirá tener imágenes satelitales provenientes del moderno dispositivo cada 15 minutos.**

Durante varios meses, los científicos de la NOAA y la NASA debatieron sobre la posición definitiva que tendría el GOES-16. Las dos ubicaciones posibles eran los 137°O (conocida como “GOES OESTE”) o 75°O (también llamada “GOES ESTE”). Para Argentina no daba lo mismo, ya que si se posicionaba hacia el oeste, no alcanzaría a tomar la superficie de nuestro país en su totalidad y además lo haría con una baja resolución.

Pero finalmente, el 25 de mayo, mientras por estas latitudes celebrábamos un nuevo aniversario de nuestra gesta independentista, la NOAA emitió el comunicado que informaba al mundo la ubicación definitiva que tendría el satélite: “GOES-16 will go east” decía el título, y abajo anunciaba que se ubicará en los 75°O.

Pedro Lohigorry esperaba este anuncio muy ansioso y no es para menos. Él está a cargo de la División Vigilancia Meteorológica por Sensores Remotos (DVMSR) del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), y junto a su equipo es responsable de la emisión de Avisos Meteorológicos a Muy Corto Plazo (Ver nota “Ficha técnica”). Se trata de los avisos a la población sobre fenómenos severos que ocurrirán en plazos inferiores a las tres horas. Nada más y nada menos.

Para emitir estos avisos, la DVMSR se basa fundamentalmente en la información de radares meteorológicos y satélites. Por lo tanto, los avances que ocurran en estas tecnologías impactan directamente en su trabajo diario y en los servicios de alerta temprana que elabora el SMN.

*“Hasta ahora, con el GOES-13 veíamos una imagen del centro y norte de Argentina cada media hora, y una imagen de la Patagonia cada tres horas. Ahora tendremos imágenes de todo el territorio cada 15 minutos”, explica Lohigorry.*

Tener imágenes con mayor frecuencia y resolución espacial permitirá distinguir las tormentas severas con mayor facilidad y rapidez y así elaborar mejores pronósticos de cómo será su evolución. “Con la cantidad de canales espectrales incluidos en el ABI se podrán realizar múltiples combinaciones de bandas. Podemos decir que pasaremos de ver en blanco y negro con el GOES-13, a ver en colores con el GOES-16. Vamos a tener 60 veces más información que antes. Es muchísimo”, amplía el especialista.

El Servicio Meteorológico Nacional apuesta a maximizar los beneficios provistos por el satélite. En términos tecnológicos, está invirtiendo seis millones de pesos en la receptora satelital que le permitirá tener todos los datos del satélite en tiempo real, para elaborar sus pronósticos y alertas.

Respecto a la capacitación de los profesionales, un equipo de especialistas tradujo y adaptó las capacitaciones que la NOAA brindó a sus pronosticadores, para que los profesionales del SMN puedan realizarlas en una plataforma virtual. Además, un miembro del equipo de la DVMSR viajó en julio a la conferencia sobre satélites de la NOAA en Nueva York, para asistir a los cursos de capacitación del GOES-16.

## Cenizas volcánicas

A pocos metros de la División de Vigilancia Meteorológica por Sensores Remotos, en el Servicio Meteorológico Nacional, funciona el Centro de Avisos de Ceniza Volcánica de Buenos Aires (VAAC por sus siglas en inglés). Es una de las nueve oficinas mundiales responsables de monitorear y alertar sobre la dispersión de las cenizas volcánicas luego de la erupción de un volcán. Es fácil imaginar la importancia que este servicio reviste para la aeronáutica, pero también para el transporte en general, la agricultura, la ganadería y todas las actividades de la sociedad.

Los integrantes de la VAAC saben que su trabajo se verá potenciado con el nuevo satélite. Así lo expresa su responsable, Gabriel Damiani: “La mayor resolución del satélite nos permitirá detectar erupciones pequeñas o de menor magnitud. Al tener tanta cantidad de canales dentro del espectro electromagnético, se pueden hacer muchas combinaciones de bandas para lograr detectar ceniza, cantidad de masa, altura de la pluma y otros detalles importantes. Además permitirá observar estos fenómenos en condiciones más complejas, como cielo cubierto”.

Ximena Calle, que también integra la VAAC, anticipa el impacto que tendrá el satélite en términos operativos: “Como veremos más detalles, podremos emitir mayor cantidad de avisos sobre la dispersión de las cenizas. En definitiva, brindar un servicio más preciso y exhaustivo”.

TECNOLOGÍA

# RADAR METEOROLÓGICO

TECNOLOGÍA PARA OBSERVAR LAS TORMENTAS

## OFICINA MÓVIL

A través de las pantallas el meteorólogo tiene una visión 3D en tiempo real de la tormenta.



## RADAR DOPPLER ON WHEELS (DOW)

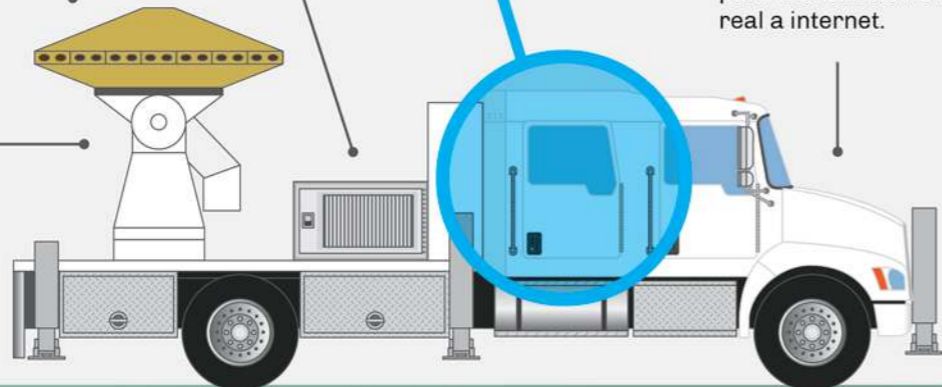
Pertenece al Centro para Investigaciones de Tiempo Severo (CSWR) es un radar de exploración rápida de doble polarización. Tiene un alcance de aproximadamente 40 km.

## ESCANEO

Tiene una antena de 2,44 m de diámetro. Permite escanear hasta 50° por segundo. Generando imágenes cada 7 segundos para un mismo ángulo de elevación (8.5 rpm).

## BANDA

Trabajan en la banda X (3 cm) emitiendo a 9 GHz de forma moderada, penetrando lluvias intensas.



## RADAR DOPPLER DOBLE POLARIZACIÓN

Radar Meteorológico Argentino con una antena de 4,3 m de diámetro realiza barridos horizontales en 360° y verticales, entre -1° y 89°. Gira constantemente sobre su eje a una velocidad máxima de 6 vueltas por min. (<6 rpm). Emite una onda de longitud de 5,6 cm (banda C). Alcance de alrededor de 300 km

## TRANSMISIÓN

Están equipados con torres meteorológicas y de radio de 18 m y pueden configurarse con enlaces de datos satelitales, celulares o VHF para transmisión en tiempo real a internet.



## DISDRÓMETRO

Mide distribución de gotas y permite estimar variables del radar para contraste y calibración.





# SAFARI DE TORMENTAS EN ARGENTINA

---

*Nuestro país será escenario de RELAMPAGO, un proyecto para el estudio de la iniciación, pronóstico e impacto de las tormentas severas en las Sierras de Córdoba y en Mendoza, en el que participarán especialistas de los Estados Unidos, Argentina, Brasil y Chile.*



MONITOREO

#### Autores

Sofía Corazza  
Luciano Vidal

Lluvias torrenciales con inundaciones repentinas, vientos destructivos acompañados de tornados, granizo de gran diámetro, intensa actividad eléctrica, son algunos de los fenómenos meteorológicos característicos de la zona conocida como SESA (Sudeste de Sudamérica), identificada como una de las regiones con las tormentas más severas de todo el planeta.

“Queremos saber por qué las tormentas son tan intensas en Argentina” se preguntó Steve Nesbitt, profesor en Ciencias de la Atmósfera de la Universidad de Illinois y responsable del Proyecto RELAMPAGO (por sus siglas en inglés: Remote sensing of Electrification, Lightning, And Mesoscale/microscale Processes with Adaptive Ground Observations). Tal vez la mayoría de los argentinos no lo sepa, pero la zona central de nuestro país es un entorno casi perfecto para el desarrollo de las más intensas tormentas alrededor del globo. Quizá estemos más familiarizados con las imágenes de tornados que arrastran todo a su paso en las planicies norteamericanas, esos que se muestran a diario en la televisión siendo captados por algún cazador de tormentas, sin embargo, el territorio argentino es escenario de fenómenos, en ocasiones, mucho más intensos y de mayor duración. Pero, ¿por qué no lo sabíamos? Porque pese a su fuerza y su gran impacto, estos sistemas de tormentas han sido escasamente monitoreados, comprendidos y pronosticados en nuestra región.

RELAMPAGO es una campaña de investigación internacional que traerá instalaciones, equipamiento y especialistas para estudiar las características únicas de las tormentas argentinas con recursos de diferentes agencias estadounidenses como la National Science Foundation (NSF), la NASA, la NOAA, en cooperación con agencias e instituciones meteorológicas y científicas de Latinoamérica y que representará un monto

de inversión de 30 (treinta) millones de dólares por parte de la NSF (EEUU) y un millón de dólares por parte de la Argentina.

RELAMPAGO es un proyecto de interés internacional, ya que no solamente traerá beneficios a los países sudamericanos, sino que contribuirá al conocimiento científico sobre tormentas extremas que afectan a otras partes del mundo (incluyendo a las llanuras de EEUU) y sobre las relaciones entre los sistemas de tormentas y el entorno en que se desarrollan. Además, aportará nuevas conexiones científicas y educativas entre Latinoamérica y los EEUU. Así, se espera lograr una mejora en los pronósticos de estos fenómenos a nivel global.

**“Argentina es un socio muy importante en este proyecto, obviamente. Esperamos poder usar esto como una oportunidad para continuar fortaleciendo la colaboración científica entre los Estados Unidos y la Argentina, pero también con el resto de la comunidad que tiene tiempo severo alrededor del mundo.”**

Sostuvo Nesbitt, quien se dedica a estudiar tormentas severas hace casi 20 años.

# EN LOS ÚLTIMOS 30 AÑOS, LAS INUNDACIONES FUERON EL DESASTRE NATURAL MÁS DESTRUCTIVO EN ARGENTINA, IMPACTANDO A 13 MILLONES DE PERSONAS Y CAUSANDO, AL MENOS, 8.9 BILLONES DE DÓLARES EN DAÑOS MATERIALES.

## Centro de Argentina, un laboratorio natural

La hipótesis que motiva este gran despliegue es que el escenario meteorológico y geográfico que se extiende entre la Cordillera de los Andes mendocinos y la región pampeana, incluyendo a las provincias de San Luis y Córdoba, provee mecanismos únicos para la iniciación, intensificación y crecimiento a gran escala de tormentas severas. Estos factores contribuyen al desarrollo de fenómenos convectivos únicos que rigen los eventos meteorológicos de alto impacto en Sudamérica. Por eso, según Nesbitt, impulsor de RELAMPAGO:

“La comunidad científica tiene un especial interés en estudiar las características de las tormentas en Argentina porque es un laboratorio natural. Estoy muy interesado en RELAMPAGO, porque nos permitirá revelar, potencialmente, algunos de los misterios de por qué las tormentas argentinas se vuelven tan severas.”

La humedad es el combustible de las tormentas. La región del SESA tiene lo que los especialistas llaman Corriente en Chorro en Capas Bajas de Sudamérica, una área de vientos localmente más intensos, que se desarrolla hasta aproximadamente los 2 mil metros de altura (la atmósfera tiene 17 km), es decir en las capas bajas, y que es el responsable de transportar

aire rico en humedad y caracterizado por altas temperaturas. Éste suele combinarse con mecanismos de escala regional o local -como las brisas de montaña y valle que se dan en presencia de las Sierras de Córdoba o el pasaje de frentes provenientes del Océano Pacífico Sur- que, sumados a la inestabilización de la atmósfera, favorecen la activación de las tormentas al elevar esa humedad y conformar las nubes. Este conjunto de elementos, junto con las complejas características que presenta el territorio en la región, por ser zona de montañas, sierras y valles, constituyen a la región de RELAMPAGO en un escenario ideal para la convección profunda (de gran desarrollo vertical) y de larga duración. Por ese motivo, las zonas elegidas para el estudio intensivo son las regiones de Mendoza y las Sierras de Córdoba, donde el modo convectivo (tipos de tormentas) y los impactos meteorológicos e hidrometeorológicos son diferentes.

En contraste con otras partes del globo, en especial con las grandes planicies de los EEUU, donde las tormentas se desarrollan en mayores extensiones horizontales y han sido profundamente estudiadas, la región de SESA presenta una geografía única y fenómenos convectivos que dan lugar, sobre un área geográfica más acotada, a las más intensas tormentas del Planeta. El objetivo es explicar por qué se dan estos sistemas de tormentas tan intensos y estimar este tipo de fenómenos, ya que pese a su intensidad y a los eventos meteorológicos de alto impacto que generan sobre la cuenca del Plata, donde viven 16 millones de personas, han sido escasamente estudiados. De allí el interés en poner a disposición de la campaña un complejo de equipamientos e investigadores abocados a la tarea de monitorear para tener una estimación más exacta, una radiografía sobre la cantidad, las características y la intensidad de las tormentas en la región central de nuestro país.

Fotografía  
Alejandro Franco

## Zona de desastres

En los últimos 30 años, las inundaciones fueron el desastre natural más destructivo en Argentina, impactando a 13 millones de personas y causando, al menos, 8.9 billones de dólares en daños materiales. Un relevamiento reciente, realizado en medios gráficos, publicado por Rasmussen y otros (2014), muestra que durante la primavera y el verano, las regiones más afectadas por inundaciones, entre 1998 y 2013, se ubican en la zona de Sierras de Córdoba y en Mendoza.

La provincia de Mendoza reporta alrededor de 35 tormentas severas por verano y es famosa a nivel mundial por la frecuencia de caída de granizo destructivo.

En total, el 10 % de la producción agrícola mendocina se pierde debido a este fenómeno meteorológico. La estadística estimada sugiere que granizó el 8% de los días desde el 15 de octubre al 31 de marzo, entre 2000 y 2003. El granizo hace tanto daño al valor de los viñedos que la provincia había iniciado actividades de mitigación ya en 1958. En menor medida, Córdoba también sufre tormentas de granizo, pero en la región de las Sierras, la provincia es más notable por la ocurrencia de tornados. La frecuencia de reportes de este tipo de fenómeno (368 tornados entre 1930-1979; Altinger de Schwarzkopff y Rosso, 1982) es significativamente menor a la de EEUU. Sin embargo, la región tiene una escasa cobertura de radar por lo que los números son estimativos. Además, en Argentina estas tormentas son de aún más difícil reporte, ya que rara vez son vistas por la población, al estar ésta concentrada en las grandes ciudades y haber inmensas extensiones de zonas rurales deshabitadas.

Los eventos meteorológicos de este tipo en la zona del SESA están mucho menos estudiados que en otros lugares, en especial EEUU y Europa. A pesar de su escaso monitoreo, comprensión y estudio, la información satelital permite estimar que la región del SESA tiene las siguientes particularidades: 1) las tormentas con mayor desarrollo vertical de la Tierra; 2) los rayos más intensos por tormenta; 3) la más alta densidad de granizo del mundo. Por eso el interés internacional en estudiar la región.

## Contexto institucional y objetivos generales

La National Science Foundation de EEUU, junto a otros organismos de ese país, traerán a la Argentina equipamiento y recursos humanos para la campaña que tendrá lugar entre agosto de 2018 a abril de 2019 y que contará con un período de medición más intensivo de noviembre a diciembre de 2018. Toda la campaña reunirá a más de 100 participantes entre investigadores, ingenieros y estudiantes provenientes de los países involucrados.

“Será una campaña de investigación para estudiar las características únicas de las tormentas que se producen en la Argentina. Vamos a traer una gran cantidad de instrumentos desde los Estados Unidos y también utilizaremos equipos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional y algunas universidades”, sostuvo Nesbitt.

El proyecto es considerado un nuevo hito en la coope-



ración científica y educativa entre Estados Unidos y Latinoamérica. Además de ser un banco de prueba para el programa de Eventos Meteorológicos de Alto Impacto (HIWEATHER) de la Organización Meteorológica Mundial, ya que permitirá evaluar la capacidad que tienen ciertas herramientas para el pronóstico de este tipo de fenómenos que tienen alto impacto sobre las comunidades.

La referente local del proyecto, Dra. Paola Salio – investigadora del CONICET –, manifestó que desde el punto de vista de la Argentina se vuelve esencial este tipo de cooperación tecnológica ya que:

**“Los experimentos de este tipo en la Argentina no son usuales, al requerir de una enorme inversión económica.”**

Además resaltó que los beneficios que podría traer para los sistemas de pronóstico y alerta temprana a nivel nacional son importantes. “El desafío actual es medir más, entender más y pronosticar mejor. Hay preguntas científicas que requieren de tecnologías muy superiores a las operativas. Argentina ostenta el título de tener las tormentas más intensas del mundo. RELAMPAGO pretende traer instrumentos de distintos lugares del mundo, se trata de un experimento internacional para medir las tormentas en nuestro país.”

## Fierros

Para los amantes de los fierros, entre el equipamiento desplegado y a utilizar durante el experimento se podrá encontrar el radar de doble polarización y doble frecuencia NCAR SPOLKa; radares de mira vertical DOE AMF-1 (que operan en banda C, Ka y W); perfiladores (que trabajan en una frecuencia de 1.4 MHz); tres radares móviles montados en camiones CSWR-DOW (Center for Severe Weather Research Doppler on Wheels) - los famosos que aparecían en la película Twister y en documentales de Discovery Channel -; estaciones meteorológicas móviles POD (CSWR Mesonet Mobile); estaciones meteorológicas móviles a bordo de camionetas (CSWR Mesonet Mobile); un radar móvil brasilero XPOL, del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil (INPE); y por supuesto, se hará uso de los radares de la red operativa de Argentina (SINARAME, SMN, INTA y DACC) y se lanzarán globos sonda con instrumentos de medición de presión atmosférica, temperatura y humedad en lugares fijos y otros móviles.

Según los expertos, con los radares móviles se obtienen mejores resultados.

“El equipamiento que traeremos a Argentina realmente



**“EL EQUIPAMIENTO QUE TRAEREMOS A ARGENTINA REALMENTE CONSTITUYE MUCHO DE LO QUE USTEDES PUEDEN VER EN PELÍCULAS DE CAZADORES DE TORMENTAS. ES EL MISMO SISTEMA QUE SE EMPLEA EN ESTADOS UNIDOS PARA ESTUDIAR TORNADOS. CADA DÍA TENDREMOS UN PRONÓSTICO Y PONDREMOS NUESTRO EQUIPO EN LA RUTA PARA UBICAR EL LUGAR DONDE SE INICIA LA TORMENTA Y ESTUDIAR TODO SU CICLO DE VIDA, DESDE EL NACIMIENTO HASTA EL MOMENTO CULMINANTE”.**

Steve Nesbitt, profesor en Ciencias de la Atmósfera de la Universidad de Illinois y responsable del Proyecto RELAMPAGO

**Fotografía**  
National Science Foundation

constituye mucho de lo que ustedes pueden ver en películas de cazadores de tormentas. Es el mismo sistema que se emplea en Estados Unidos para estudiar tornados. Cada día tendremos un pronóstico y pondremos nuestro equipo en la ruta para ubicar el lugar donde se inicia la tormenta y estudiar todo su ciclo de vida, desde el nacimiento hasta el momento culminante”. Comentó Nesbitt.

Los resultados de esta campaña serán utilizados por nuestro país a través de sus investigadores y el Servicio Meteorológico Nacional para comprender mejor las tormentas que se producen en su territorio, y así avizorar sus mecanismos de iniciación y alcanzar estimaciones más precisas sobre su intensidad y modalidad de desarrollo. Esto redundará en una potencial mejora de los sistemas de pronóstico y en la apertura de nuevas líneas de investigación que permitan afrontar este tipo de eventos meteorológicos severos que, con cada vez más frecuencia, generan daños entre la población.

**Agencias que participan de RELAMPAGO**

-National Science Foundation (EEUU) -Departamento de Energía (EEUU) -NASA (EEUU) -Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (EEUU) -Servicio Meteorológico Nacional (Argentina) -CONICET (Argentina) -Gobierno de la Provincia de Córdoba (Argentina) -Gobierno de la Provincia de Mendoza (Argentina) -Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (Brasil) -Consejo Nacional de Desenvolvimento Científico y Tecnológico (Brasil) -Universidad de San Pablo (Brasil) -Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de San Pablo (Brasil) -CONICYT (Chile) -Universidad de San Pablo (Brasil).

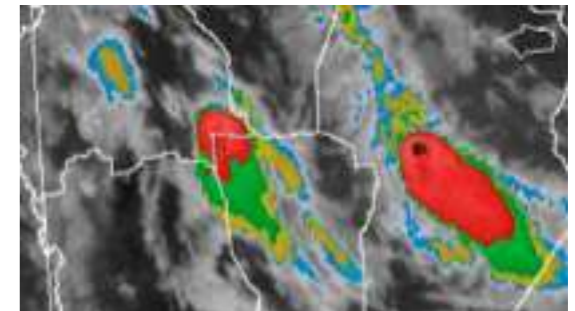
\*RELAMPAGO (por sus siglas en inglés: Remote sensing of Electrification, Lightning, And Mesoscale/microscale Processes with Adaptive Ground Observations)

¿Quieres saber más y participar? Seguí al proyecto en Twitter: @RELAMPAGO2018 o @SMN\_Argentina

**GRUPOS/TEMAS DE INVESTIGACIÓN DE RELAMPAGO**



- 1) Iniciación de la convección (tormentas)**
- Determinar los procesos medioambientales que conducen al inicio de la convección en terreno complejo.
  - Estudiar las diferencias en la iniciación y su relación con el tipo de topografía: Mendoza (Andes) vs. Sierras de Córdoba.
  - Analizar las implicancias relacionadas con su predictibilidad (pronóstico).



- 2) Intensificación y crecimiento de la convección**
- Identificar los procesos cinemáticos, termodinámicos y microfísicos que conducen al desarrollo y crecimiento de la convección en cercanías de terreno complejo.
  - Contrastar dichos procesos con los relacionados al desarrollo de convección en cercanías de los Andes en Mendoza y en terreno más bajo al este de las Sierras de Córdoba.
  - Estudiar la relación entre la presencia de frentes de ráfagas, el desarrollo de nuevas celdas convectivas y el ciclo de vida de las tormentas.



- 3) Desarrollo de fenómenos convectivos severos**
- Observar los procesos asociados a la ocurrencia de granizo, vientos fuertes y tornados en cercanías de los Andes y de montañas más bajas al este de la cordillera principal en la provincia de Córdoba.
  - Estudiar las diferencias geográficas en dichas condiciones del entorno en el que se desarrollan las tormentas severas.





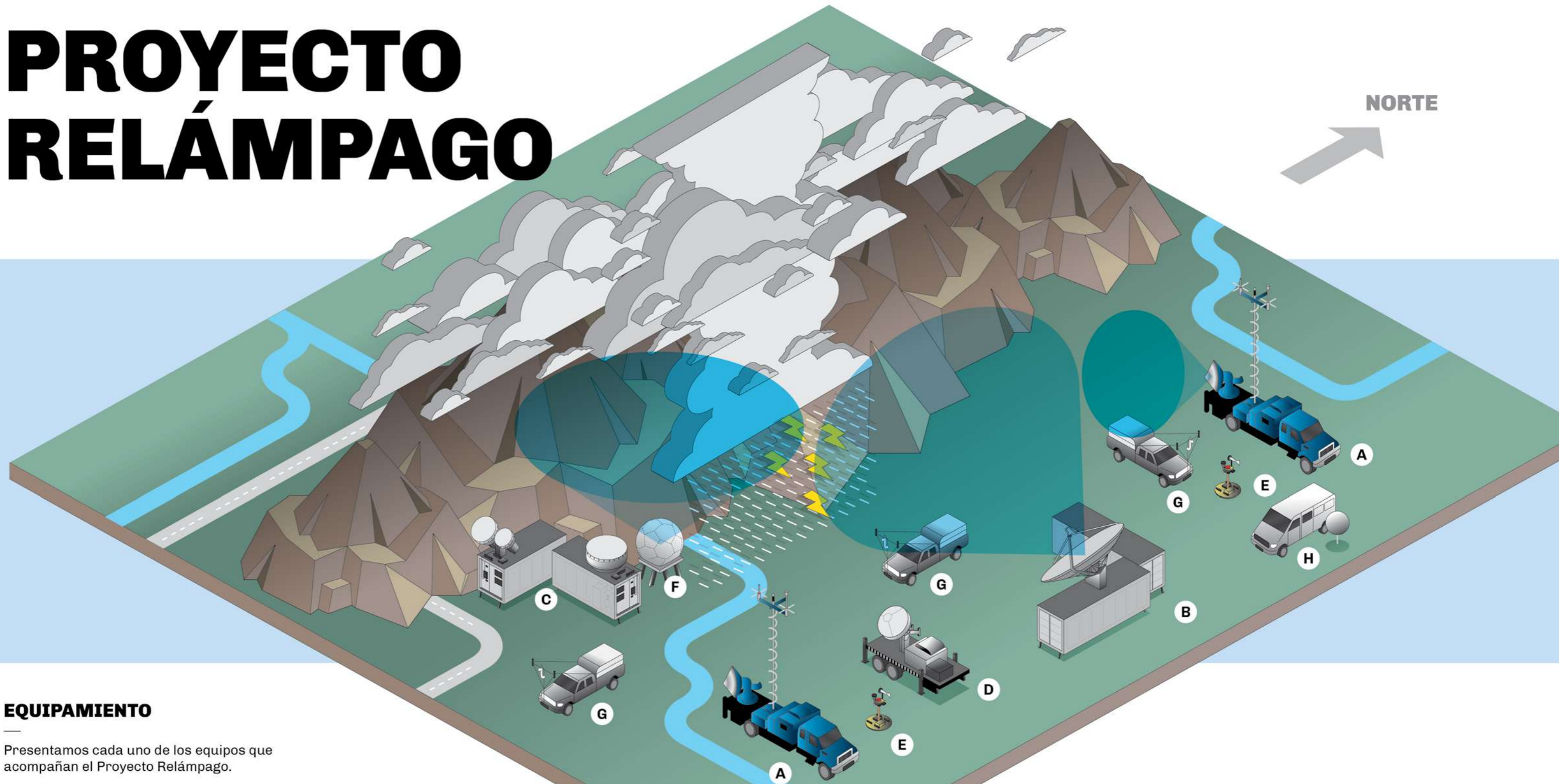
FIERROS

# Doppler on wheels, Cazador de tormentas

Fotografía  
Ryan McGinnis

# PROYECTO RELÁMPAGO

NORTE



## EQUIPAMIENTO

Presentamos cada uno de los equipos que acompañan el Proyecto Relámpago.



**A.** Radar Móvil Banda X Dopplet On Wheels (DOW).



**B.** Radar Transportable SPolka.



**C.** Radares KAZR (mira vertical) y X/Ka-SACR.



**D.** Radar Móvil INPE X-POL.



**E.** Estación meteorológica desplegable POD.



**F.** Radar C-SAPR2



**G.** Estación meteorológica Móvil CSWR Mesonet.



**H.** Estación Meteorológica Móvil SMN.



# OSCILACIONES: EL MUNDO EN MOVIMIENTO

Esta primavera se cumplen 20 años de uno de los eventos de precipitación más intensos registrados en la Mesopotamia Argentina.

**En el trimestre septiembre-octubre-noviembre de 1997, en Misiones y Corrientes llovieron casi 500 milímetros por encima de los valores normales. Ese episodio -junto con el anterior, ocurrido entre 1982 y 1983- consagró a El Niño como uno de los fenómenos de mayor interés, tanto para la comunidad meteorológica local como para el público general, porque sus impactos fueron devastadores en varios lugares de América Latina.**

---

#### **Autora**

Mariela de Diego

Sin embargo, El Niño no estuvo solo. Y, en efecto, pocas veces lo está. Hay otros fenómenos que ocurren en escalas menores de tiempo (en la escala llamada intraestacional), cuya combinación puede potenciar o inhibir el comportamiento de las precipitaciones y las temperaturas en diferentes regiones del planeta.

Lo que ocurre en los distintos niveles de la atmósfera, en su interacción con el mar, con la tierra, e incluso con el espacio, es un entramado de relaciones, de causas y efectos, en las que es prácticamente imposible identificar un origen, un único disparador. El estudio y entendimiento de este sistema caótico, en el que distintos fenómenos de mayor o menor escala componen una compleja red de teleconexiones e influencias mutuas, es la razón de vivir de los meteorólogos alrededor del mundo.

A continuación, apuntamos los reflectores sobre esos actores que disputan un lugar en las marquesinas de la fama meteorológica. Los especialistas nos explican cuáles son y de qué se tratan.

---

## **El Niño: ENSO**

Cuenta la leyenda que ya por el año 1750 los pescadores de la costa de Perú notaron que algunas temporadas de pesca eran malas. Los peces se morían dentro del agua extrañamente caliente del Océano Pacífico y la escasez de alimentos avanzaba sobre las poblaciones tierra adentro, dañando las economías regionales y causando hambre.

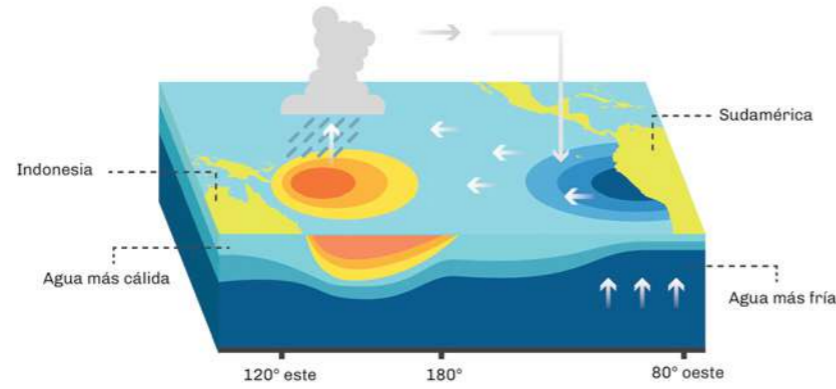
Estas temporadas adversas no se daban todos los años. Aparecían intermitentemente, pero siempre cerca de la Navidad. Por eso, a esta época de calentamiento anormal del agua, los pescadores peruanos la bautizaron como “El Niño”, en referencia al niño Jesús.

Así quedó nombrado para siempre el fenómeno meteorológico que se ha consagrado en la tapa de todos los diarios por la potencia de sus efectos. Más de dos siglos después, la ciencia lo ha investigado y comprendido y hoy sabemos mucho más acerca de sus características y sus efectos severos en diferentes regiones del mundo.

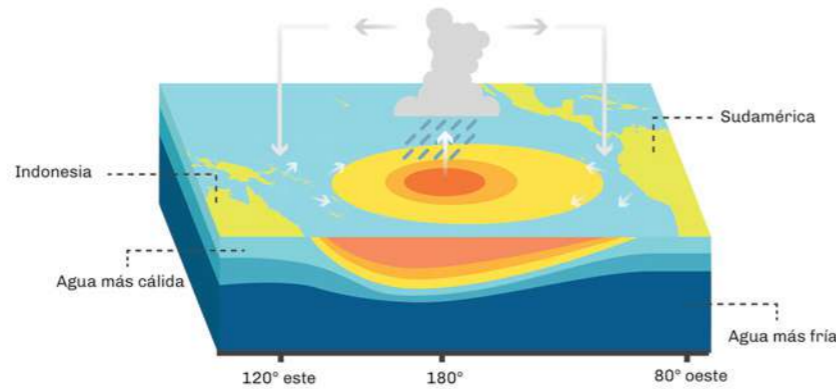
El Niño es uno de los patrones más importantes de la llamada variabilidad climática interanual, que incluye fenómenos o patrones que pueden durar desde varios meses a pocos años.

“El océano Pacífico tiene la particularidad de ocupar casi la mitad del planeta, por lo cual allí pueden darse fenómenos

### Condiciones normales



### Condiciones Niño



que no se dan en otros océanos del mundo”, introduce Carolina Vera, Doctora en Ciencias de la Atmósfera que ha investigado El Niño por más de 20 años.

En condiciones normales, en esa enorme pileta de agua que en el ecuador ocupa unos 19 mil kilómetros de costa a costa, el agua más caliente alcanza los 28 grados y se encuentra del lado oeste, es decir en las costas sudestes de Asia y norte de Australia. Esta porción cálida del océano es conocida como “pileta de agua caliente del Pacífico Oeste”. Semjante cantidad de agua caliente funciona como una hornalla que libera energía a la atmósfera en forma de calor. Este calor favorece la convección, por lo que, en condiciones normales, esta zona se caracteriza por ascenso del aire, baja presión, formación de nubes y precipitaciones. Hacia la costa de Sudamérica (Pacífico Este), en condiciones normales, el aire desciende, inhibiendo la formación de nubosidad. Como vemos en la figura, la circulación del viento ocurre en sentido horario, y se la conoce como Celda de Walker.

Sin embargo, algunos años el calentamiento de las aguas se produce sobre la zona central y este del Pacífico y alcanza la costa de Perú. Es decir que se expande y se desplaza. Cuando este calentamiento anómalo iguala o supera los 0,5 grados centígrados durante cinco meses consecutivos o más, se considera oficialmente que estamos en presencia de un fenómeno de El Niño.

El nombre “El Niño” se refiere a lo que ocurre en el agua.

El nombre completo del fenómeno es El Niño Oscilación del Sur, o ENSO, por sus siglas en inglés. Esas dos últimas letras -S y O- remiten a lo que pasa ya no en el agua, sino en la atmósfera. Vale decir, la “Oscilación del Sur” se refiere a los cambios de presión que se dan entre las porciones oeste y este de la cuenca. O sea que ENSO se refiere a la manera en que interactúan el océano y la atmósfera.

“Cuando hay un Niño, la diferencia de temperatura del agua entre la porción oeste (Australia) y este (América) del Pacífico disminuye, y hasta en algunos casos se invierte. Esto genera que también varíen las presiones y que por lo tanto, los vientos del este que generalmente prevalecen sobre el Pacífico, se debiliten”, explica Vera.

En la porción occidental (Australia) se ven favorecidos los vientos del oeste y esto, combinado con que los alisios (vientos del este) ya no tienen la fuerza necesaria como para seguir avanzando, hace que la convección se vea favorecida en el Pacífico Central.

“El clima del Pacífico oscila entre dos estados. Uno tipo Niño que tiene el agua más caliente en el Pacífico central y el otro llamado normal o Niña, con el agua más caliente en el pacífico oeste y más fría hacia el centro y este de la cuenca oceánica.” explica Carolina Vera.

Pero, ¿cómo es posible que un calentamiento del agua en una zona tan remota sea capaz de generar la cantidad de fenómenos extremos que se dieron, por ejemplo, en Argentina?

**“EL CLIMA DEL PACÍFICO OSCILA ENTRE DOS ESTADOS. UNO TIPO NIÑO QUE TIENE EL AGUA MÁS CALIENTE EN EL PACÍFICO CENTRAL Y EL OTRO LLAMADO NORMAL O NIÑA, CON EL AGUA MÁS CALIENTE EN EL PACÍFICO OESTE Y MÁS FRÍA HACIA EL CENTRO Y ESTE DE LA CUENCA OCEÁNICA.”**

Dra. Carolina Vera, Doctora en Ciencias de la Atmósfera que ha investigado El Niño por más de 20 años.



**Fotografía**  
Télam  
Bariloche, 16 de julio, 2017

En las latitudes medias del hemisferio sur continuamente se desarrollan ciclones y anticiclones que se desplazan de oeste a este, incidiendo en las condiciones de temperatura y lluvias. “Lo que hace El Niño es alterar la trayectoria de estos sistemas meteorológicos. Para entenderlo, podemos imaginar que ellos están embebidos en un río que fluye de oeste a este (los famosos vientos del oeste). Pero El Niño favorece que en el ecuador se libere gran cantidad de energía a la atmósfera, lo que altera la presión fuera de esa zona, y ésto a su vez modifica las trayectorias de los ciclones y anticiclones. Uno de los resultados de estas condiciones es una mayor frecuencia de eventos de lluvia en algunas regiones de Argentina” detalla la especialista.

Esto fue lo que pasó en el último episodio de El Niño, que comenzó a insinuarse en mayo de 2015 y se confirmó oficialmente en agosto de ese año. En este episodio, el aumento de la temperatura del agua del pacífico ecuatorial alcanzó los 3 grados centígrados por encima del valor normal, constituyéndose en uno de los Niños más fuertes de la historia y el responsable de muchos de los fenómenos extremos que ocurrieron en la Cuenca del Plata durante el 2015 y parte del 2016: lluvias intensas e inundaciones en la Mesopotamia argentina, y graves sequías en el norte de Brasil.

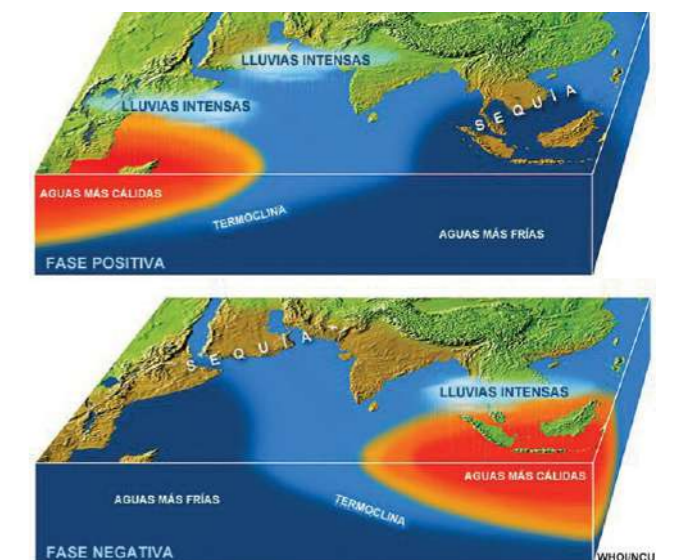
## El Dipolo del Océano Índico

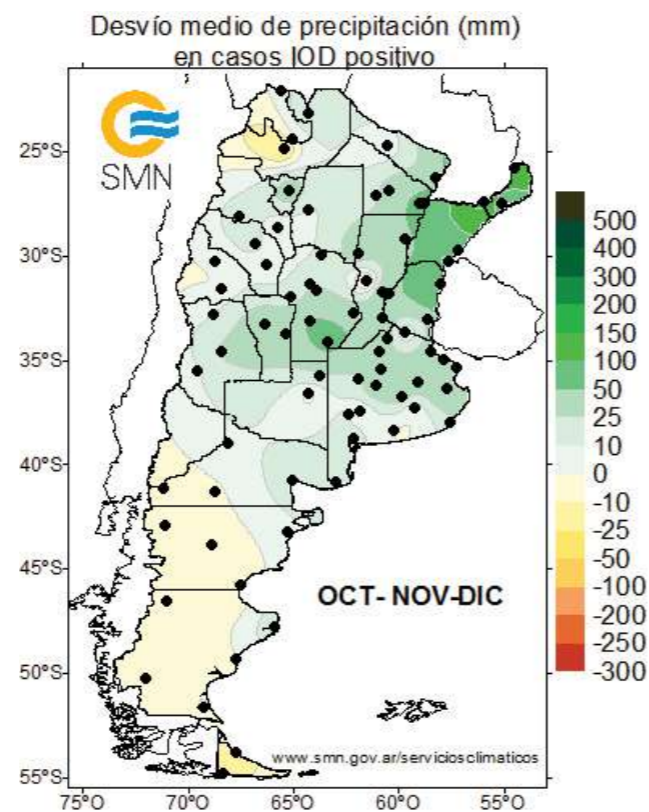
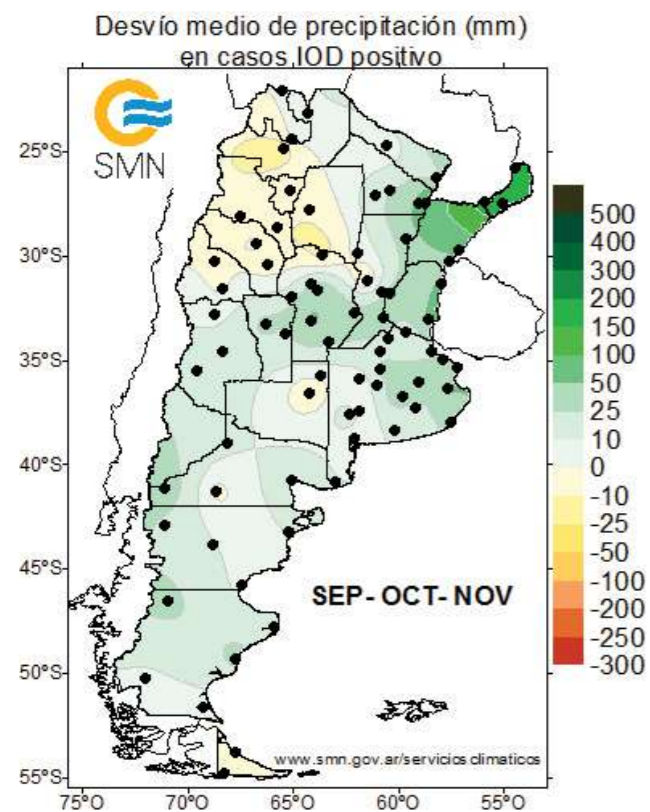
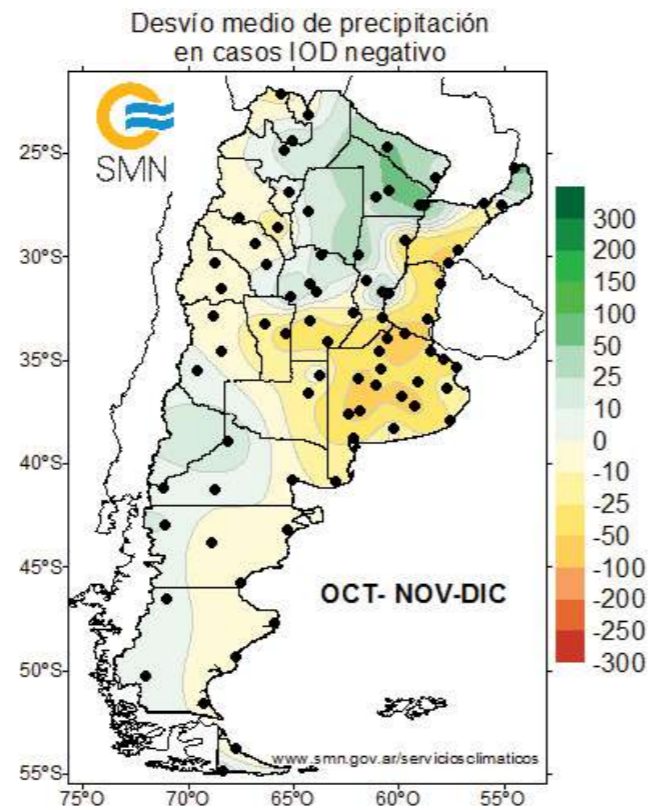
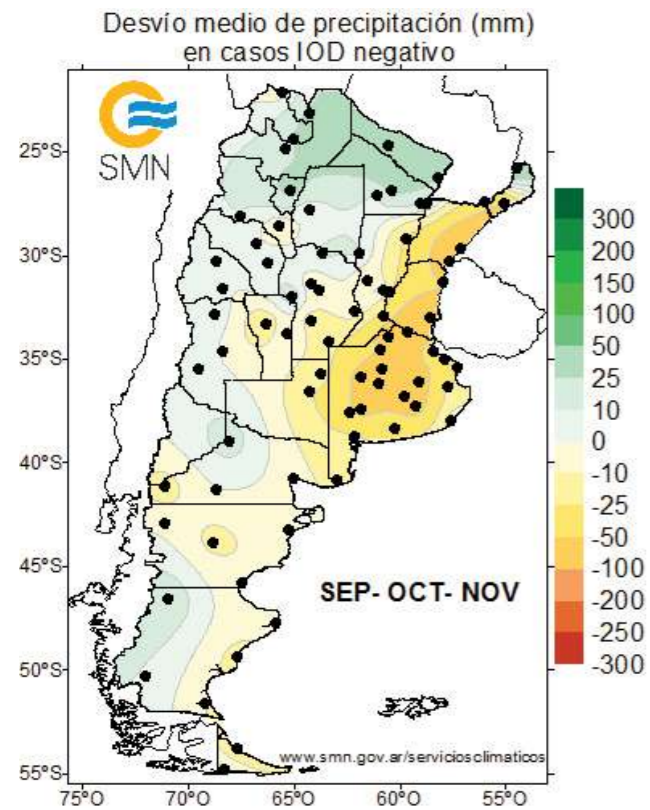
De forma análoga a como ocurre en el Pacífico ecuatorial central con El Niño, se produce un fenómeno similar en el Océano Índico ecuatorial, entre la costa este de África y el norte de Australia e Indonesia. El Dipolo del Océano Índico (IOD por sus siglas en inglés) es un fenómeno acoplado océano-atmósfera que también tiene dos fases, según en qué zona de la superficie del agua se den las anomalías de temperaturas. Estos cambios en los patrones de variabilidad repercuten de múltiples maneras en zonas distantes, tanto tropicales como extratropicales de nuestro planeta.

Cuando se presentan anomalías positivas en la temperatura del mar sobre el oeste de la cuenca (o sea, hacia la costa de África) y anomalías negativas de temperatura en el este, se dice que el Dipolo se encuentra en fase positiva. De modo inverso, cuando las anomalías positivas de temperatura del agua se dan en el este y las negativas en el oeste, la fase es negativa.

El proceso físico que se da entre el mar y la atmósfera es similar al de El Niño. El aumento de temperatura del agua inyecta calor y energía a la atmósfera, y allí entonces se desarrolla mayor convección y por lo tanto, un aumento

Esquema de las fases positiva y negativa del Dipolo del Océano Índico. Fuente: WHOI (Institución Oceanográfica de Woods Hole) - MetEd-COMET Program (Programa Cooperativo para Meteorología Operativa, Educación y Entrenamiento)





en las precipitaciones. La contracara de este fenómeno ocurre al otro lado de la cuenca, donde predominan los déficits de lluvia.

“Estas fases tienen su teleconexión en la excitación de las ondas desde la zona del Índico central, que por los procesos de movimiento y circulación de la atmósfera, van a repercutir en las precipitaciones en las zonas tropicales y extratropicales” explica José Luis Stella, climatólogo del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Los estudios han demostrado que la mayor teleconexión del IOD en el sur de Sudamérica se da durante nuestra primavera, entre septiembre y noviembre. “Se sabe que la fase positiva del Dipolo favorece las precipitaciones en la cuenca del Plata: el litoral de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Y al contrario, cuando está en fase negativa, tiende a inhibir las precipitaciones en esa región”, explica Stella.

El IOD también tiene impactos en la temperatura. Con Dipolo positivo, se favorecen temperaturas superiores a lo normal en el norte del país e inferiores en el sur. Con Dipolo negativo se favorecen -aunque no en forma tan significativa- temperaturas inferiores a las normales en el norte del país.

En 1997, mientras se estaba dando un evento de Niño fuerte, el Dipolo pasó a fase positiva. O sea que, al aumento de las precipitaciones que de por sí traía El Niño en nuestra región, se sumó el Dipolo en fase positiva. Los resultados de esta combinación quedaron en la memoria colectiva de los habitantes del litoral: la crecida de los ríos Paraná y Uruguay generaron miles de evacuados, la economía regional paralizada por el avance implacable del agua, y millones en pérdidas económicas.

A la hora de hacer pronósticos, los meteorólogos analizan qué forzantes pueden estar actuando en distintos puntos del planeta, para intentar determinar si se deben esperar más o menos lluvias. “También se puede dar el caso de que, con un fenómeno de Niño, el Dipolo en fase negativa incida inhibiendo las precipitaciones. Hay que ver quién gana. Por eso, a la hora de pronosticar, miramos cómo se encuentran los fenómenos en todas las escalas.” finaliza el especialista.

## Modo Anular Austral

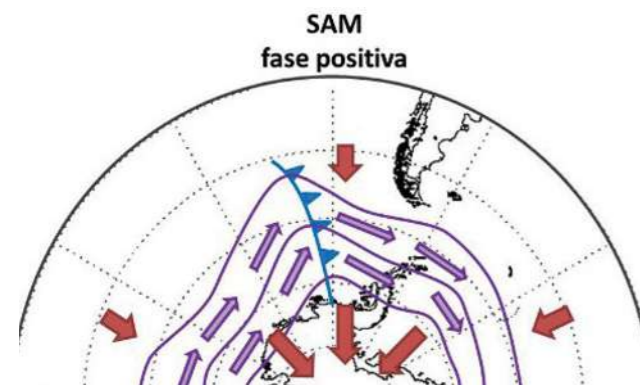
Todos recordarán que el domingo 16 de julio de este año, la noticia en todos los medios de comunicación del país fue que Bariloche había alcanzado la temperatura mínima más baja de toda su historia. 24,5 grados bajo cero. Jamás se había registrado tanto frío.

Sin embargo, esta irrupción de aire polar, que con el correr de las horas alcanzó la totalidad del territorio argentino, se dio en medio de un invierno que fue el segundo más cálido en la historia de los registros del país. De hecho, varios meteorólogos de la TV hablaron de una sucesión atípica de “Veranitos de San Juan”.

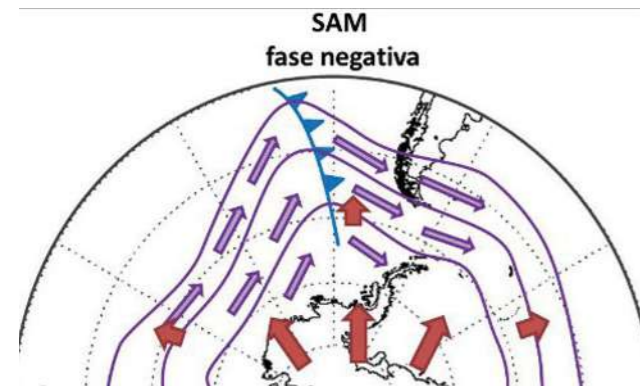
¿A qué se debió una ola polar tan intensa en medio de un invierno cálido? En este caso entró en juego la influencia de otro actor: el Modo Anular Austral, más conocido entre los meteorólogos como “la SAM”. A diferencia del Niño y el Dipolo del Océano Índico, la SAM no tiene que ver con cambios en la temperatura del océano, sino con variaciones en la presión atmosférica en la Antártida, que generan cambios en la circulación de los vientos. Y, al igual que el Niño y el Dipolo, la SAM también tiene fases positivas y negativas asociadas a los cambios en los campos de presión.

Cuando ocurren anomalías negativas de presión sobre el polo sur (o sea que la presión es más baja que lo normal), se dice que la SAM está en fase positiva. Esta disminución de presión en la Antártida favorece la circulación ciclónica, lo que significa que los vientos del oeste se contraen hacia el sur. Esto tiene efectos por nuestras latitudes. “La SAM en fase positiva inhibe la penetración de frentes fríos en latitudes medias o bajas y eso tiende a generar condiciones más estables en el centro y norte de Argentina, o sea predominio de buen tiempo. Es decir que las anomalías negativas de presión en el polo tienden a

asociarse a anomalías positivas de temperatura y menores precipitaciones en latitudes medias” explica María de los Milagros Skansi, responsable del Departamento de Climatología del SMN.



En la fase negativa de la SAM ocurre lo contrario: las anomalías positivas de presión en la Antártida (es decir, presión alta), debilitan la circulación de los vientos oestes. Esto hace que los sistemas de baja presión lleguen con mayor libertad y frecuencia a las latitudes medias, y así favorezcan las lluvias o nevadas en la zona cordillerana y la Patagonia.



*“Con una fase negativa de la SAM, los oestes se debilitan y permiten el ingreso de los frentes fríos hacia el norte del país, lo que favorece la ocurrencia de mayores precipitaciones y menores temperaturas. Si bien a lo largo de todo el año se monitorea este patrón, la mayor influencia en las precipitaciones corresponde a la primavera”, agrega Skansi.*

La fase en que se encuentre la SAM también incide en los efectos que puedan tener otras oscilaciones. Por ejemplo,

si se está dando un fenómeno Niño y la SAM se encuentra en fase negativa, aumentan las probabilidades de lluvias muy por encima de lo normal, porque la SAM en esta fase potencia este escenario. Pero también puede ocurrir lo contrario. En el verano 2015/2016, en medio de El Niño más fuerte de la historia, se esperaban precipitaciones abundantes. Sin embargo, la SAM cambió a una fase positiva intensa y persistente, con lo cual inhibió los efectos de El Niño, y terminó siendo un enero seco.

Ocurrió lo contrario en el otoño de 2016. Si bien El Niño se estaba debilitando, la SAM pasó a fase negativa y favoreció la ocurrencia de precipitaciones abundantes. Por eso, en abril de 2016 se batieron varios récords de días de lluvias y hubo inundaciones en todo el litoral. Fue un ejemplo de cómo se pueden potenciar dos fenómenos que ocurren en distintas escalas de tiempo.

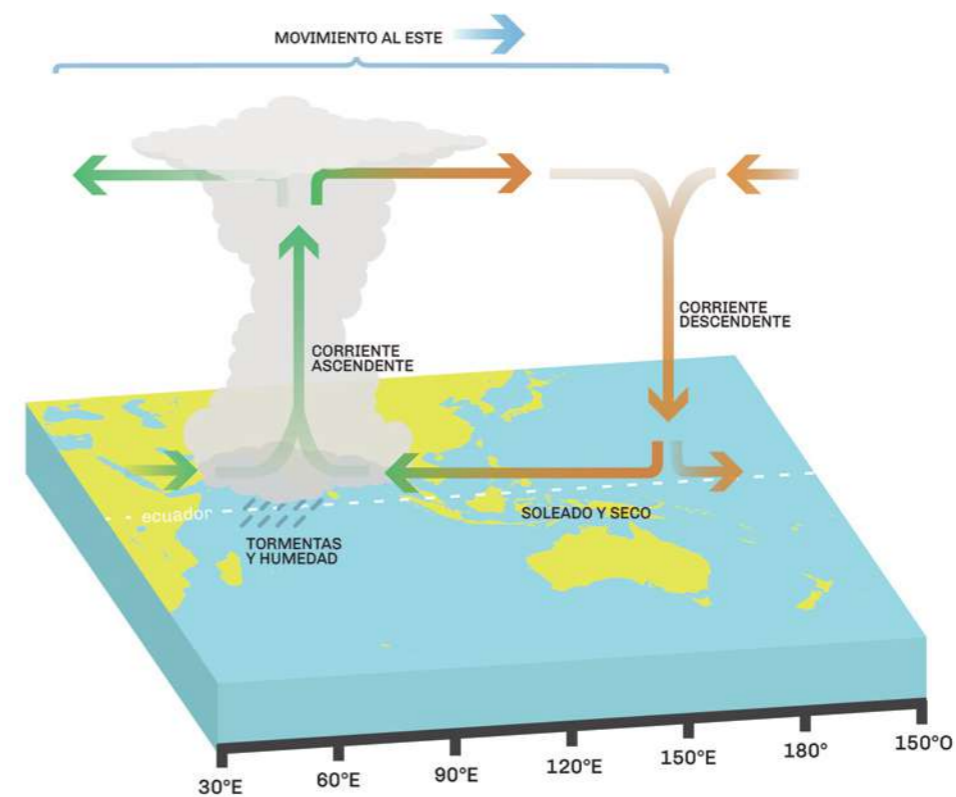
Para los meteorólogos, analizar en qué fase se encuentra la SAM y su potencial interacción con otras oscilaciones, es indispensable a la hora de pronosticar. “La SAM tiene un estado neutral, pero uno focaliza en los extremos y en la persistencia de las fases. Cuando una fase persiste, puede generar condiciones de bloqueo de la atmósfera, que se sabe que puede provocar eventos extremos (mucho o poca lluvia, bajas o altas temperaturas). Por eso es fundamental monitorear la fase y persistencia”, aclara Skansi.

Cuando no hay otro fenómeno de mayor escala que esté teniendo incidencia, la SAM adquiere mucha relevancia porque modula la temperatura. En el invierno de 2017 se dio esta situación: no hubo Niño ni Niña y el Dipolo estuvo neutral. Entonces todos los ojos estuvieron puestos en el comportamiento de la SAM. En el otoño de 2016, la SAM estuvo en fase negativa y eso generó un otoño muy frío debido al ingreso constante de los frentes desde la Antártida.

La gran desventaja que tiene la SAM es que su pronóstico no va más allá de los 15 días, es decir que pertenece a una escala del tiempo sinóptica. El peor escenario para que los meteorólogos elaboren un pronóstico es cuando ninguna oscilación presenta una señal clara y dinámica, porque entonces no hay nada que anticipe claramente qué puede llegar a ocurrir.

## Madden Julian (MJO)

Las maravillas que ocurren en los trópicos no se agotan. Es el turno ahora de la oscilación de Madden-Julian, o MJO, que, como El Niño, también es una oscilación del sistema acoplado mar-atmósfera. Esta oscilación fue descubierta a principio de los años 70, cuando los doctores estadounidenses Roland Madden y Paul Julian estaban estudiando los patrones tropicales de presión y de viento



Oscilación Madden - Julian

y observaron oscilaciones regulares en los vientos entre Singapur y la isla Canton, en el Pacífico ecuatorial del oeste central.

Efectivamente, en la MJO se produce un movimiento hacia el este de las nubes, lluvias, vientos y presión que atraviesa el planeta entre los trópicos y regresa a su punto de partida luego de transcurridos entre los 30 y los 60 días, es decir que pertenece a la escala intraestacional, y tiene impactos a nivel global.

La oscilación MJO consiste en dos partes: la primera es la fase de precipitación potenciada -o fase convectiva, de ascenso, de lluvias- y la segunda es la fase de precipitación inhibida, que es la compensación física de la primera, donde el aire desciende y predomina la escasez de precipitaciones. Esta circulación se va moviendo hacia el este, a través de todo el globo entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio.

A lo largo de su recorrido por el planeta, los meteorólogos identifican ocho fases, que se corresponden con la ubicación de la rama convectiva, que es la que se toma como referencia para identificar la fase. Por ejemplo, en las fases 2 y 3, la rama convectiva está en la zona del Océano Índico.

“Lo que se estudia y se monitorea es dónde se ubica la zona de mayor convección, o sea la zona de tormentas. Esa zona después se va desplazando, siempre de oeste a este, hasta volver a su posición inicial, entre 30 y 60 días después. Hay pronósticos que muestran, a 15 días, dónde va a estar la rama convectiva, y uno puede saber dónde puede llegar a afectar” explica Laura Aldeco, del Departamento de Climatología del SMN.

Las ondas de la atmósfera hacen que este patrón de onda se vaya desplazando y afecte tanto en zonas tropicales como en zonas extratropicales, como el sudeste de Sudamérica.

“Lo que se ha estudiado es que, cuando la fase convectiva aparece en el Atlántico norte, se genera una zona de descenso en el noreste de Argentina y sur de Brasil, que puede inhibir las lluvias en nuestra región. Pero hay que decir que no en todas las épocas del año impacta igual”, agrega Aldeco.

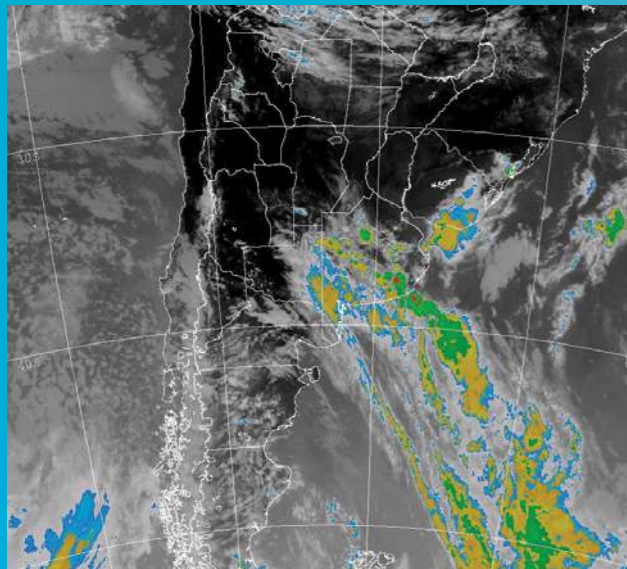
## Todo se transforma

Así, El Niño, el Dipolo, la SAM y la MJO son sólo algunos de los fenómenos que los meteorólogos argentinos y de todo el mundo monitorean para poder pronosticar qué se puede esperar del tiempo en las próximas semanas y meses. Queda claro que son tantos y tan diversos, que la tarea de la predicción reviste una complejidad enorme. Sin embargo ellos no se rinden y siguen analizando la atmósfera, que aunque tiene fama de caótica, posee sin duda sus leyes y sus lógicas.

# AVISO METEOROLÓGICO A MUY CORTO PLAZO

## Aviso a muy Corto Plazo, para acciones de corto plazo.

El Servicio Meteorológico Nacional, a través de herramientas y productos, alerta a la población, en el muy corto plazo, ante la posibilidad de ocurrencia de eventos meteorológicos de fuerte impacto. El desafío es que cada vez más personas conozcan este tipo de avisos para estar más preparados.



### DEFINICIÓN GENERAL

Advertencia sobre fenómenos meteorológicos asociados con tormentas fuertes o severas que pueden poner en riesgo la vida de la población y sus bienes.

#### Se realizan avisos de corto plazo por tormentas.

Avisos sobre fenómenos como vientos fuertes, lluvias intensas y/o caída de granizo, asociados a tormentas que pueden poner en riesgo la vida y/o los bienes de la población.

#### Se realizan alarmas meteorológicas por viento.

Avisos sobre vientos fuertes asociados al pasaje de frentes fríos o sistemas de baja presión (ciclones extra tropicales) que pueden afectar la vida y los bienes de la población.

### ¿CUÁNDO SE EMITEN?

Quando en un área determinada se observa, en radar, la ocurrencia de una tormenta que evidencia signos de severidad, como lluvias intensas, ráfagas fuertes y/o caída de granizo.

### FENÓMENOS QUE CONTEMPLA

- Ráfagas superiores a los 60 km/h.
- Granizo de cualquier tamaño.
- Lluvias intensas que pueden producir inundaciones.

### ENTE EMISOR

Los ACP son emitidos por meteorólogos de la División Vigilancia Meteorológica por Sensores Remotos del Centro Meteorológico Nacional del SMN. Dicha división trabaja los 365 días del año, durante 24 horas, vigilando la atmósfera y manteniendo informada a la población.

### NO ES UN ALERTA METEOROLÓGICO (AM)

A diferencia de los avisos a muy corto plazo, las AM se emiten para un amplio abanico de fenómenos y para todo el país, cubriendo zonas extensas que pueden contemplar a varias provincias. Además la AM tiene una duración máxima de 24 horas y se actualizan cada 6 horas. La extensión y duración de los avisos a muy corto plazo es mucho más precisa y su extensión y duración más acotadas.

### ÁREA DE COBERTURA

Se emiten para la zona de influencia de los radares de Ezeiza, Pergamino, Paraná, Anguil y Mendoza. Para emitir los ACP se utiliza información proveniente de muchas fuentes (radares, satélites, sensores de actividad eléctrica, estaciones de superficie, etc.), aunque la información fundamental proviene de los radares meteorológicos.

Los radares tienen un modo de medición que alcanza los 480 km a su redonda. Pero el área de cobertura óptima para este tipo de productos es de 240 kilómetros.

#### Ampliación del área de cobertura

A partir de la puesta en servicio y operatividad de nuevos radares.

### TECNOLOGÍA RADAR

Los radares son la principal fuente de información que utilizan los especialistas para elaborar los avisos de corto plazo. El proyecto SINARAME (Sistema Nacional de Radares Meteorológicos) ya finalizó su primera fase que consistió en la fabricación de dos radares meteorológicos por parte de la empresa estatal INVAP. El primero, prototípico, está instalado en el aeropuerto de Bariloche, mientras que un segundo se instaló en Córdoba capital, ambos están en etapa de prueba. Actualmente está en ejecución la fase II del proyecto SINARAME, que incluye la instalación de 10 nuevos radares. Algunos ya se encuentran emplazados pero no operativos: Resistencia (Chaco), Las Lomitas (Formosa). El resto está en proceso de fabricación y será instalado en los próximos dos años.

### DURACIÓN

Este tipo de avisos tienen una vigencia de 3 horas desde el momento de su emisión. Esa duración depende de cuánto se espera que dure el fenómeno. No se renuevan pero sí pueden emitirse nuevos avisos que involucren una parte del área anterior debido a que las tormentas suelen desplazarse u otras tormentas pueden generarse dentro de la misma zona. Próximamente, este aviso tendrá una validez que puede variar de 1 a 3 horas. Cuando las tormentas fuertes se aproximan al borde de la zona delimitada por el aviso de corto plazo, se emite otro aviso que involucre al área vecina. De esta manera se busca que el tiempo de preaviso no sea inferior a los 30 minutos.

### DESTINATARIOS DEL ACP

Medios de prensa; tomadores de decisión; población en general.

#### Múltiples plataformas de emisión

- Se publican en la página web del SMN mientras estén en vigencia
- Se envían por fax a tomadores de decisión nacionales y provinciales.
- Se envían por correo electrónico a tomadores de decisión nacionales, provinciales y municipales.
- Se publican en las cuentas oficiales del SMN de Facebook y Twitter.
- Se envían por correo electrónico al sistema de medios de comunicación.
- Se difunden internamente a todas las oficinas meteorológicas del SMN del país.

### DATOS CURIOSOS

#### En otros países

En Australia existe un solo producto para este servicio, llamado "warning". En Estados Unidos, un producto para tormentas severas por granizo o ráfagas, y otro, "flash flood", que refiere a la ocurrencia de inundaciones repentinas.

En Argentina, los avisos de corto plazo se emiten desde 2007, este año cumplen 10 años. Al principio, sólo en base al radar de Ezeiza, unos años más tarde se sumó el de Pergamino; luego Paraná y Anguil. Es decir, el área cubierta por los radares se amplió y proporcionalmente aumentaron los avisos a muy corto plazo emitidos.

**2723 ACP** Emitidos en la historia argentina desde 2007.

**512 avisos** Emitidos durante el 2016.

**475 avisos** Emitidos en lo que va de 2017 (hasta el 8 de mayo).

#### ¿Qué cambios se esperan a futuro?

En el futuro, los ACP pasarán a denominarse alarmas meteorológicas, a fin de ajustarse a la ley de gestión integral de riesgo n° 27287, que denomina alarma a toda señal que indique una situación de peligro real o inminente, como puede ser una tormenta.



# HACÉ TU PROPIO PLUVIÓMETRO!

## APRENDÉ A MEDIR LA LLUVIA

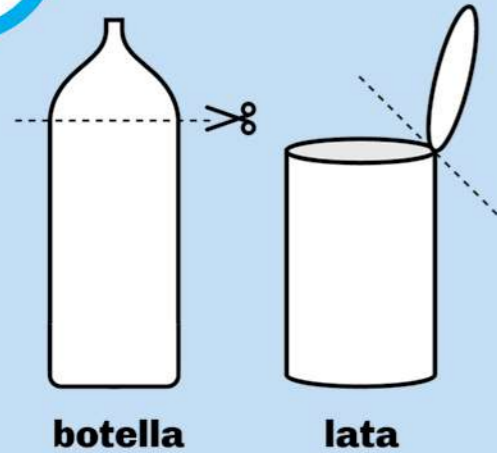
### MATERIALES QUE VAMOS A USAR

Con materiales fáciles de conseguir vamos a construir un medidor de lluvia y una tabla para llevar el registro de la precipitación diaria.

**¡MANOS A LA OBRA!**

- Botella de plástico o recipiente que no tenga irregularidades en sus paredes y un fondo plano. Pueden ser una lata de duraznos, botellas de cloro, etc.
- Tijeras
- Regla
- Lápiz o lapicera
- Cinta adhesiva

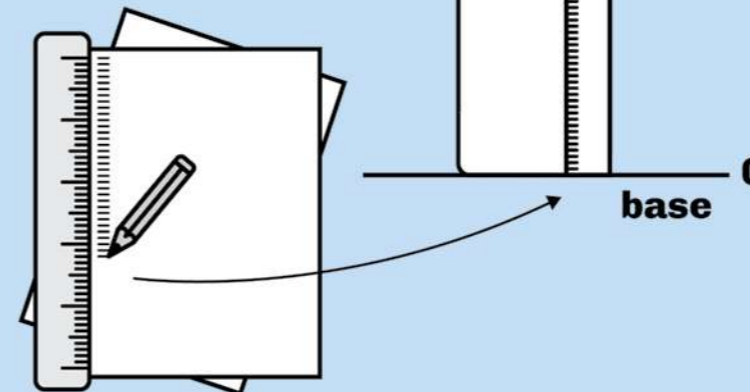
**1**



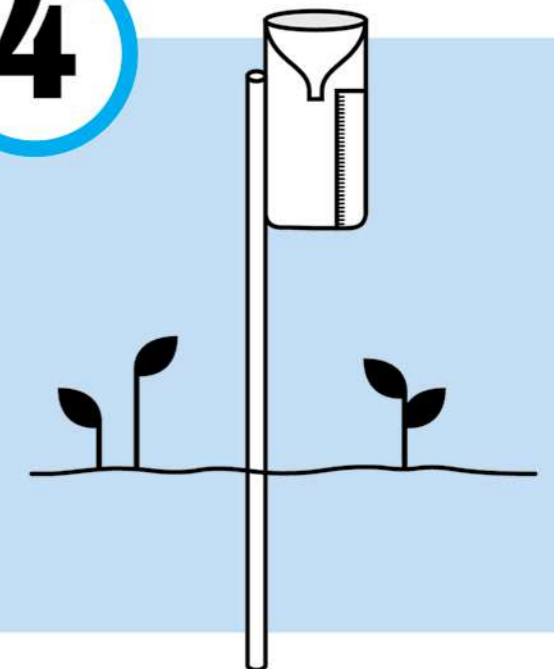
**2**



**3**



**4**



## Pasos

**1.** Si tenemos una botella de plástico, cortamos aproximadamente a dos tercios desde la base. En el caso de la lata nos aseguramos de sacar toda la parte superior con un abrelatas.

**2.** Giramos la parte superior de la botella boca abajo y la colocamos dentro de la parte inferior. Cuando esté bien derecho lo fijamos en su lugar con la cinta adhesiva. Se debe dejar medio lado sin pegar para poder vaciar el contenido luego de la lluvia.

**3.** Hacemos una escala en milímetros sobre un trozo de papel usando una regla y la pegamos en un lado de la botella. El cero de la escala debe estar sobre la base del recipiente.

**4.** En la lata (o si la botella no es transparente) pegamos la escala del lado de adentro con el 0 sobre el fondo. Luego la cubrimos con cinta para hacerla impermeable y no se rompa con el agua.

**¡Listo! Ya tenés tu pluviómetro para empezar a registrar la lluvia.**

## Tips

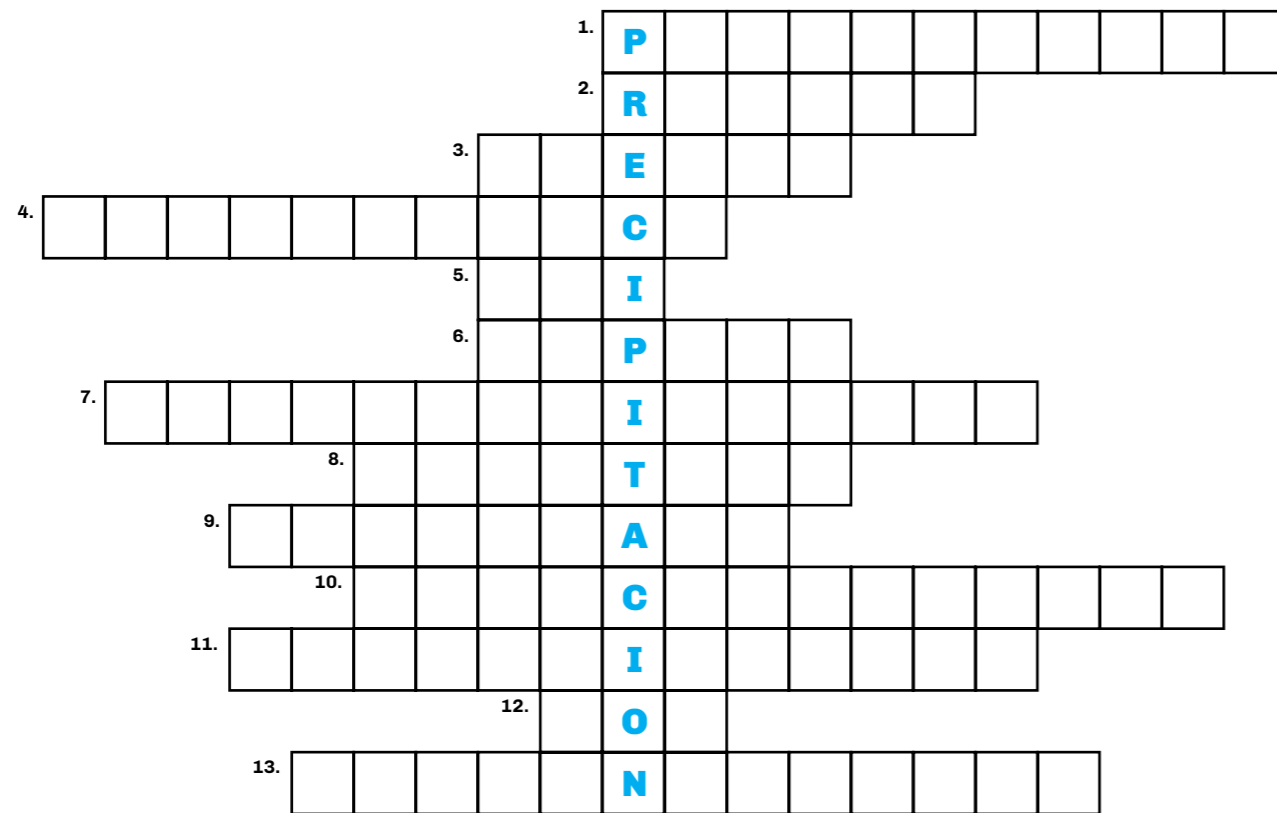
- Encontrá un lugar afuera para poner tu pluviómetro. Debe estar a cielo abierto y alejado de los árboles y paredes.
- La boca del pluviómetro debe estar horizontal, nunca inclinada para un correcto registro
- La medición va a ser más precisa si se coloca al menos a un metro de altura así evitamos que las gotas que llegan al suelo salpiquen dentro del instrumento.
- Para que no se vuele puedes fijarlo a un palo enterrado bien profundo en el suelo.
- Comprá el pluviómetro todos los días en el mismo horario y medí la cantidad de lluvia recogida. Luego vacía el recipiente.
- No olvides anotar la cantidad de lluvia recogida en tu tabla meteorológica.

- Los pluviómetros que realizan mediciones oficiales se colocan de tal forma que la boca del instrumento esté a 1,5 metros de altura. Las mediciones son cada 24h y el registro es de 9 de la mañana hasta las 9 de la mañana del otro día. El dato observado corresponde a la “precipitación acumulada en las últimas 24 horas”

Año:			
Mes	Día	Cantidad de Precipitación (mm)	Observaciones
08	01	12	Lluvia
	02	0	
	03	35	Lluvia y granizo
	04	0	

# CRUCIGRAMA TEMÁTICO

Para los más chicos



1. Instrumento que se utiliza para medir la precipitación acumulada.
2. Probabilidad de daño en una sociedad frente a la presencia de una amenaza.
3. Nombre que adoptará el nuevo satélite GOES-R a partir de su puesta operativa en noviembre próximo.
4. Tipo de modelado que simula los procesos que sufre el agua al pasar de la superficie terrestre hacia la atmósfera y viceversa
5. Siglas en inglés del nombre del generador de imágenes a bordo del satélite GOES-R/16.
6. Fenómeno que ocurre en la temperatura del agua del mar del océano Índico.
7. Tipo de órbita del nuevo satélite GOES-R/16.
8. Definición: Línea que se ubica entre las tierras agrícola-ganaderas y los ecosistemas naturales que la rodean.
9. Experimento de campo que se realizará en las Sierras de Córdoba hacia fines de 2018 para estudiar las tormentas más intensas del planeta.
10. Efectos remotos del fenómeno ENOS en diferentes partes del mundo
11. Instrumento que se utiliza para medir el caudal del río.
12. Siglas del nombre en inglés del radar móvil a bordo de camiones que se utilizaran durante el experimento RELAMPAGO.
13. Oscilación de escala intraestacional que tiene un ciclo de 30-60 días, propagándose hacia el este alrededor de los trópicos.

Respuestas: 1 - Pluviómetro / 2 - Riesgo / 3 - Goes16 / 4 - Hidrológico / 5 - ABI / 6 - Dipo / 7 - Geostacionaria / 8 - Frontera / 9 - Relampago / 10 - Telecomunicaciones / 11 - Caudalímetro / 12 - DOW / 13 - Madden y Julian

EL TIEMPO  
DE LOS  
ARGENTINOS

---

***Seguinos en nuestras  
redes sociales:***

