



Servicio  
Meteorológico  
Nacional

# Pronósticos a muy corto plazo en el apoyo meteorológico a los JJOO de la Juventud Buenos Aires 2018

Nota Técnica SMN 2019-54

**Gabriela Ishikame<sup>1</sup>, Pedro Lohigorry<sup>1</sup>, Pablo Irurzun<sup>1</sup>, Laura Pappalardo<sup>1</sup>, Germán Russian<sup>1</sup>, Manuela Sánchez Marino<sup>1</sup>, Ramón de Elía<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *División Vigilancia por sensores remotos, Centro Meteorológico nacional, Gerencia Servicios a la comunidad*

<sup>2</sup> *Departamento de Investigación y Desarrollo, Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación*

Abril 2019

### *Información sobre Copyright*

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

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

## Resumen

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) firmó un convenio de colaboración con la Unidad de Proyectos Especiales, la cual estuvo a cargo de organizar los Juegos Olímpicos de la Juventud que se llevaron a cabo en la Ciudad de Buenos Aires en octubre de 2018. En el presente trabajo se discute la elaboración del producto del pronóstico a muy corto plazo (nowcasting) diseñado especialmente para asesorar a los organizadores del evento. Los pronósticos realizados durante los JJOO son verificados contrastándolos contra mediciones de estaciones oficiales y otras fuentes. Por último, se discuten las lecciones aprendidas y los desafíos identificados.

## Abstract

The Servicio Meteorológico Nacional (SMN) signed an agreement with the Special Project Unit in charge of organising the Youth Olympic Games (YOG) that took place in Buenos Aires, Argentina, in October 2018. The design of the very short term forecasting product (nowcasting) is discussed. The forecasts delivered during the YOG are verified against SMN weather stations and other sources. Challenges and lessons learnt during the project are discussed.

**Palabras clave:** Verificación, Juegos Olímpicos de la Juventud, radar, satélite

## Citar como:

Ishikame, G., Lohigorry, P., Irurzun, P., Pappalardo, L., Sanchez Marino, M., Russian, G. y de Elía, R., 2019: Pronósticos a muy corto plazo en el apoyo meteorológico a los JJOO de la Juventud Buenos Aires 2018. Nota Técnica SMN 2019-54.

## 1. INTRODUCCION

El Servicio Meteorológico Nacional firmó un convenio con la Unidad de Proyectos Especiales (UPE) del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (GCABA) en el año 2017, en el cual el SMN se comprometió a brindar apoyo meteorológico a los JJOO de la Juventud, los cuales se desarrollaron del 6 al 18 de Octubre de 2018. La coordinación general del proyecto fue realizada por el área de Meteorología y Sociedad realizando el nexo con los organizadores del evento y articulando las distintas áreas del SMN: el Centro Meteorológico Nacional, el área de Tecnología de la Información y la Comunicación, Prensa y Comunicación, Investigación y Desarrollo, entre otros.

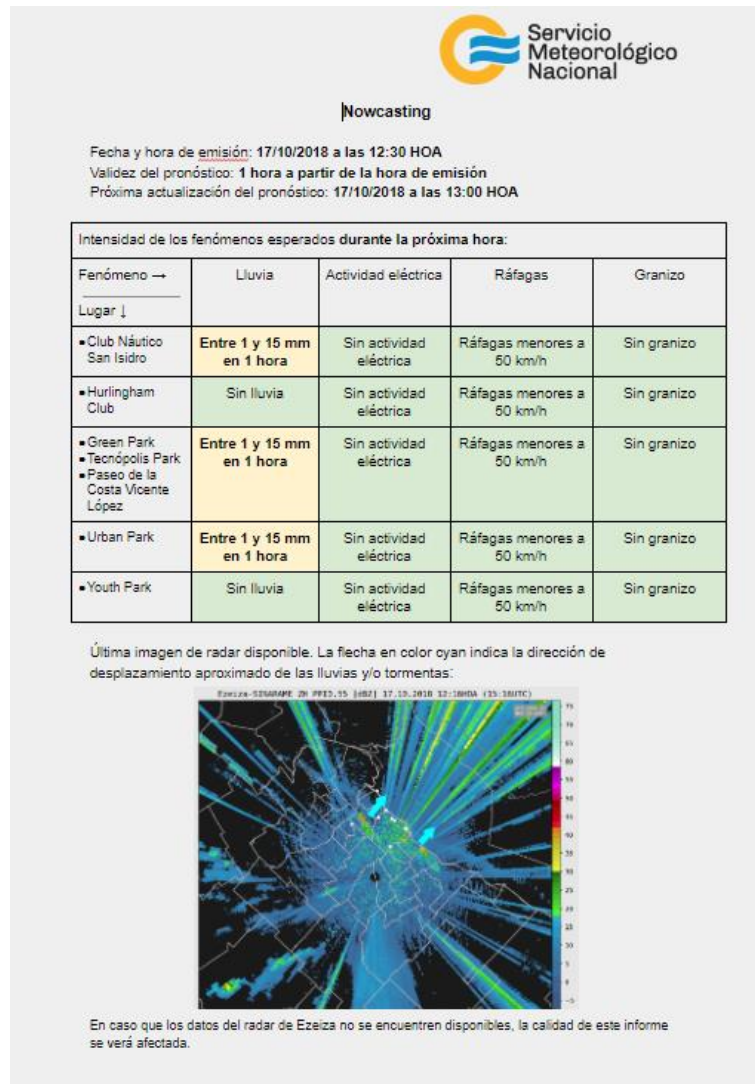
En una reunión llevada a cabo en enero de 2018 con los referentes deportivos de cada una de las disciplinas que participaron en los JJOO de la Juventud, se les consultó sobre cómo los distintos fenómenos meteorológicos afectan las actividades que realizan. Se encontró que el grado de impacto dependía fuertemente de la disciplina y del fenómeno meteorológico. Por ejemplo, una parte de la competencia de esgrima estaba prevista para realizarse al aire libre, y como los sensores electrónicos del traje del esgrimista son sensibles a la lluvia (aún una llovizna), la actividad no podría realizarse en esas situaciones. Por lo tanto, este tipo de pronóstico a muy corto plazo representó un desafío para la División Vigilancia Meteorológica por Sensores Remotos (DVMSR), debido a que se especializa en pronosticar eventos fuertes o severos mediante la emisión de los Avisos meteorológicos a muy Corto Plazo (ACP; ver Lohigorry y otros 2018).

Luego de analizar la información recibida en la reunión, se generó un informe detallando el pronóstico a muy corto plazo (conocido como nowcasting en la jerga meteorológica) de manera que el usuario pueda tomar decisiones tales como cancelar, suspender o reanudar una actividad. Este producto fue consensuado con los usuarios, es decir, con el personal del GCABA a cargo de coordinar los JJOO, y se establecieron los fenómenos a pronosticar y sus correspondientes umbrales según la disciplina. En el diseño del producto se tuvieron en cuenta las limitaciones del pronóstico a muy corto plazo. Por ejemplo, al nivel actual del desarrollo técnico-científico, no es posible determinar si en una hora va a llover en un sitio dado y en otro sitio no, estando ambos a 1 km de distancia.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El horario de emisión del producto se acordó con los organizadores de los JJOO, siendo el primer envío a las 7:30 Hora Oficial Argentina (HOA). El plazo de validez de cada producto era de una hora, y su actualización estaba sujeta a las condiciones meteorológicas. Si no se esperaban lluvias, tormentas ni ráfagas de viento superiores a los 50 km/h, entonces el producto se actualizaba cada una hora. En cambio, si se esperaban que ocurrieran algunos de los fenómenos anteriores, el producto se actualizaba cada treinta minutos, manteniéndose el período de validez de una hora. De esta manera, había una superposición de los pronósticos, aunque los mismos podrían cambiar ya que las situaciones meteorológicas en la escala de los 10 km varían rápidamente. Por lo tanto, cada vez que se emitía un producto nuevo, el pronóstico emitido media hora antes dejaba de tener validez.

El objetivo de generar un pronóstico cada una hora en situaciones de cielos despejados es la de generar confianza con los usuarios de que siempre los pronosticadores están vigilando la situación. Además, en caso de pronóstico de lluvias, si un usuario ve nubes oscuras y se pregunta si va a llover en unos minutos, sabe que puede ver el producto de nowcasting para despejar esa duda.



**Figura 1.** Ejemplo de producto nowcasting terminado para el día 17 de octubre de 2018 a las 12:30 Hora Oficial Argentina (HOA).

En la Figura 1 se muestra un ejemplo del producto generado. En este ejemplo, que corresponde al informe generado el día 17 de octubre de 2018 a las 12:30 HOA, se detallan los fenómenos esperados para la próxima hora en las distintas sedes de los JJOO (ver Figura 2). Algunas de las sedes fueron agrupadas para facilitar la generación del pronóstico dada la cercanía entre ellas. A su vez, se distinguen cuatro tipos de fenómenos para cada una de las sedes: lluvia, actividad eléctrica, granizo y ráfagas de viento (ver Tabla 1). Para cada uno de esos fenómenos se crearon cuatro escalas de intensidad, relacionados también con distintos colores: verde, amarillo, naranja y rojo. Las diferentes escalas de intensidad fueron generadas teniendo en cuenta la información provista tanto por los organizadores de los JJOO (UPE) así como del ya nombrado encuentro con los referentes deportivos. Los colores corresponden al clásico semáforo utilizado en sistemas de alerta temprana: verde significa sin riesgo; amarillo corresponde a riesgo leve, naranja a riesgo moderado y rojo a riesgo alto.



Figura 2. Sedes de los JJOO georreferenciados en una imagen de radar.

Cabe mencionar que para el caso de la precipitación se diferencié el caso del alerta color naranja en dos situaciones: un evento con lluvias entre 15 mm y 30 mm en una hora y otro con la posibilidad de chaparrones intensos de corta duración (10 mm en 10 minutos o intensidades promedio superiores). Además para las ráfagas de viento, se tomaron rangos de velocidades que se solapaban para facilitar el manejo de la incertidumbre y agilizar la decisión del pronosticador. Por ejemplo, si durante un evento de tormentas el pronosticador debe emitir un pronóstico para 5 regiones distintas cada 30 minutos, en algunas situaciones puede resultar difícil pronosticar si las ráfagas serán exactamente mayores o menores a 60 km/h.

Tabla 1. Umbrales escogidos para eventos de precipitación, actividad eléctrica, ráfagas y granizo.

Sin lluvia	Entre 1 y 15 mm en 1 hora	Entre 15 y 30 mm en 1 hora	Más de 30 mm en 1 hora
		Chaparrones intensos de corta duración (aprox. 10 mm en 10 minutos)	
Sin actividad eléctrica	Actividad eléctrica baja	Actividad eléctrica moderada	Actividad eléctrica alta
Ráfagas menores a 50 km/h	Ráfagas entre 50 y 80 km/h	Ráfagas entre 70 y 100 km/h	Ráfagas superiores a 90 km/h
Sin granizo	Granizo inferior a 1 cm	Granizo entre 1 y 3 cm	Granizo superior a 3 cm

Los organizadores de los JJOO de la Juventud disponían del producto de Nowcasting a través de una página web especialmente generada para el evento. En dicha página, los tomadores de decisión también podían acceder al pronóstico diario y a las alertas y avisos meteorológicos a muy corto plazo en vigencia.

### 3. EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de pronosticadores de la DVMSR que estuvo dedicado al apoyo meteorológico de los JJOO estaba conformado por seis profesionales, los cuales se ofrecieron a participar voluntariamente en el proyecto. Dada la demanda para generar el informe de Nowcasting con el mejor detalle posible, se garantizó la presencia de un pronosticador para esta tarea, más otro profesional de reserva para apoyar las operaciones de una situación meteorológica demandante. Este segundo profesional era convocado o no al turno unas 48 horas antes (y en ocasiones, se confirmaba su participación el día anterior) en base a lo previsto por la División Pronóstico para ese día.

### 4. HERRAMIENTAS UTILIZADAS

El pronóstico a muy corto plazo que se enfoca en las próximas dos horas se basa principalmente en los datos medidos. Estos datos provienen de distintas fuentes tales como instrumentos meteorológicos o de reportes de particulares en redes sociales. Es importante notar que los instrumentos meteorológicos no producen las observaciones de forma instantánea y eso impacta en la calidad de los pronósticos. En el caso de los sensores remotos, tanto el radar como el satélite presentan una demora (latencia) entre la observación misma y la llegada de esta al pronosticador. Esta demora es una suma de varios factores: el tiempo de ejecución del escaneo donde se observan las diferentes regiones; el tiempo de transferencia de la información desde el instrumento hasta el SMN; el tiempo de procesamiento de los datos hasta generar los productos; y, por último, el tiempo de demora en actualizar la información en el software de visualización que utiliza el pronosticador.

Para realizar los pronósticos explicados en este trabajo se utilizaron las siguientes fuentes de información:

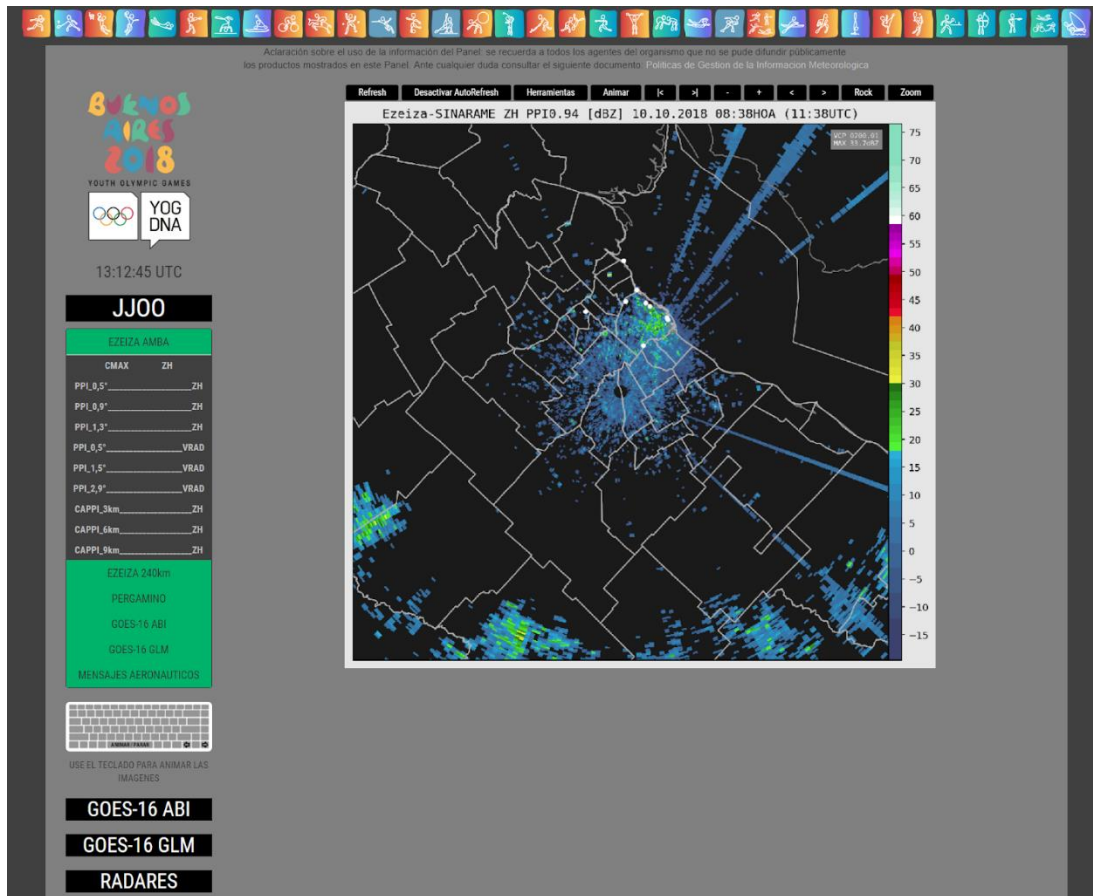
- Radar Meteorológico Banda C Doppler de doble polarización ubicado en Ezeiza perteneciente a la Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda de la Nación (ver de Elía y otros 2017). La estrategia de escaneo utilizada tenía un ciclo de 9 minutos, combinando dos volúmenes: uno para medir reflectividad y datos de doble polarización y otro enfocado la velocidad radial (además de también medir las variables anteriores). La latencia de los productos de radar era entre 14 y 29 minutos.
- Satélite Meteorológico GOES 16 (actualmente llamado GOES Este) de la Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera (NOAA por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos. Se utilizaron tanto los datos medidos por el instrumento ABI (del inglés Advanced Baseline Imager) como por el GLM (Geostationary Lightning Mapper). Del instrumento ABI se analizaron canales individuales tales como el canal 2 (visible de 500 m de resolución) como el canal 13 (infrarrojo térmico en la “ventana limpia”). También fueron utilizados combinaciones RGB como “masa de aire”, “color natural”, etc. Los productos generados con los datos medidos por el sensor ABI tenían una frecuencia de actualización de 15 minutos para la región de Argentina. La latencia para este sensor era de 30 a 50 minutos. En cambio, los productos del GLM utilizados tenían una frecuencia de actualización de 5 minutos y una latencia de 10 a 20 minutos.

- Observaciones de las estaciones meteorológicas de superficie del SMN, que medían y reportaban las condiciones del tiempo cada una hora.
- Sondeos atmosféricos realizados por el SMN en el Aeropuerto Internacional “Ministro Pistarini” ubicado en Ezeiza a las 9 y 21 HOA.
- Estaciones meteorológicas automáticas de varias fuentes (SMN, ACUMAR, particulares). Estas estaciones reportaban los datos medidos cada 10 minutos aproximadamente. Sobre la mayoría de las estaciones utilizadas no se tenía un conocimiento sobre la calibración de los instrumentos ni sobre cómo fueron instaladas. Por lo tanto, estos datos fueron utilizados de manera cualitativa.
- Reportes de redes sociales. Se utilizó principalmente los reportes de Twitter ya que permite realizar búsquedas por palabras claves y por zona geográfica. Dada la gran cantidad de información, se utilizaron técnicas de minado de datos con reglas booleanas (condiciones Y y O). Para el fenómeno lluvia, por ejemplo, se buscaron palabras claves como “lluvia”, “llueve”, “diluvia”, etc. También se buscaron hashtags popularizados por medios de comunicación para indicar la presencia de lluvia (por ejemplo, #llueveen).

El área de Investigación y Desarrollo (I+D) generó productos específicos con el radar de Ezeiza para este proyecto. Los productos consistían en un recuadro centrado en el radar de Ezeiza con 160 km en la orientación este-oeste y 160 km en la orientación norte-sur. Los productos seleccionados fueron: PPI de las elevaciones 0,5°, 0,9° y 1,3° de las variables reflectividad horizontal; PPI de las elevaciones 0,5°, 1,5° y 2,9° de la velocidad Doppler; CAPPI a 3, 6 y 9 km de altura y un COLMAX, estos últimos de la variable reflectividad. Los productos del GOES Este que ya se nombraron se generan de manera rutinaria para la tarea diaria de los pronosticadores. Todos los productos fueron puestos a funcionar las 24 horas del día desde el área de Tecnologías de la Información (TIC).

Además se generó una página web para poder visualizar y explorar ágilmente todos los productos generados. Esta página web utilizó tecnologías Java Script; HTML5 y Bootstrap y contaba con funcionalidades como: animar 1, 6, 12 o 24 imágenes; realizar zoom sobre las imágenes, actualización automática o forzada de las imágenes, generar símbolos sobre la imagen (con esta herramienta se generaron las flechas que mostraba el desplazamiento de las tormentas). En la Figura 3 se muestra una captura de pantalla del panel web utilizado.





**Figura 3.** Ejemplo de imagen del radar de Ezeiza con zoom en AMBA en el panel web generado para los JJOO. Los puntos blancos sobre la imagen de radar indican la ubicación de los sitios donde se realizaron actividades deportivas. Notar la cercanía de los sitios en comparación con el dominio de la imagen de radar.

## 5. VERIFICACIONES

Para analizar la calidad de los pronósticos enviados se realizó una verificación de lluvias y de puntualidad de envío de los informes. Para la verificación de precipitaciones, se consideraron los sitios cercanos a alguna estación meteorológica del SMN, por lo que sólo se procedió a comparar Club Náutico San Isidro con la estación San Fernando (que están separados por 6 km), Hurlingham Club con la estación de El Palomar (cuya distancia es de aproximadamente 4 km) y los parques de Green Park, Tecnópolis Park y Paseo de la Costa Vicente López con las estaciones Aeroparque y Observatorio Central de Buenos Aires (OCBA, en Villa Ortúzar; entre 2 y 6,5 km de distancia con el punto de observación más cercano). De los 12 días que duraron los JJOO de la Juventud, sólo fueron 4 días en los que se registraron lluvias durante la jornada diurna, emitiéndose 82 informes de Nowcasting entre los días 11, 12, 17 y 18 de octubre. Esto da una totalidad de 246 pronósticos a verificar, para lo cual se utilizaron los reportes SYNOP de las estaciones de Aeroparque, OCBA, Dorrego, San Fernando y El Palomar; datos de Estaciones Meteorológicas Automáticas; y reportes de redes sociales y de meteorólogos que estaban cerca de los sitios. En los casos que se pronosticaba lluvia y alguna de las fuentes de información reportaba precipitación y/o se había pronosticado un evento de no lluvia y no se observó, se consideraron como aciertos. Por el contrario, si se pronosticaba lluvia y esto no se cumplía se determinaba que era una falsa alarma. El caso de una sorpresa ocurría si se observaba precipitación y no

se había pronosticado dicho fenómeno. Los resultados de esta verificación fueron volcados en una tabla de contingencia según la locación del sitio y el total de los pronósticos, mostrados en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Tabla de contingencia de los pronósticos y observaciones para los distintos sitios y para la totalidad de los informes. Se muestra el porcentaje que representa cada categoría.

Club Náutico San Isidro	Observado		Hurlingham Club	Observado	
	Sí	No		Sí	No
Pronosticado			Pronosticado		
Sí	19 (23%)	11 (13%)	Sí	13 (16%)	10 (12%)
No	8 (10%)	44 (54%)	No	4 (5%)	55 (67%)
Green Park, Tecnópolis Park y Paseo de la Costa Vicente López	Observado		Total	Observado	
	Sí	No		Sí	No
Pronosticado			Pronosticado		
Sí	20 (24,5%)	6 (7%)	Sí	52 (21%)	27 (11%)
No	2 (2,5%)	54 (66%)	No	14 (6%)	153 (62%)

**Tabla 3.** Índices obtenidos para ver el desempeño de los pronósticos para cada sitio y para el total de los pronósticos.

	Valor de puntuación perfecta	Club Náutico San Isidro	Hurlingham Club	Green Park, Tecnópolis Park y Paseo de la Costa Vicente López	Total
Percent Correct (PC)	1	0,77	0,83	0,90	0,83
Probability Of Detection (POD)	1	0,70	0,76	0,91	0,79
False Alarm Ratio (FAR)	0	0,37	0,43	0,23	0,34
Bias Score (BS)	1	1,11	1,35	1,18	1,20
Threat Score (TS)	1	0,50	0,48	0,71	0,56
Success Ratio (SR)	1	0,63	0,57	0,77	0,66

De la Tabla 3 puede verse que el 83% de las observaciones fueron correctamente pronosticadas, ya sea tanto porque se pronosticó y se observó como porque no había pronóstico de precipitaciones y no llovió (índice PC). El 17% de los pronósticos no fueron acertados -con una mayor tasa de falsas alarmas según la Tabla 2- dado que especialmente las situaciones de los días 11 y 12 de octubre fueron dominadas por nubosidad estratiforme en niveles bajos, con lloviznas aisladas, siendo muy difícil de pronosticar debido a que no

necesariamente los ecos de radar que se veían en la imagen llegaban a superficie, o al revés, los ecos eran tan débiles y cercanos al suelo que se perdían entre los ecos de terreno debidos a la gran cantidad de edificios, torres, etc. que hay en el Área Metropolitana de Buenos Aires. También algunos ecos se desplazaban más rápido de lo esperado y por este motivo se podrían haber producido algunas sorpresas.

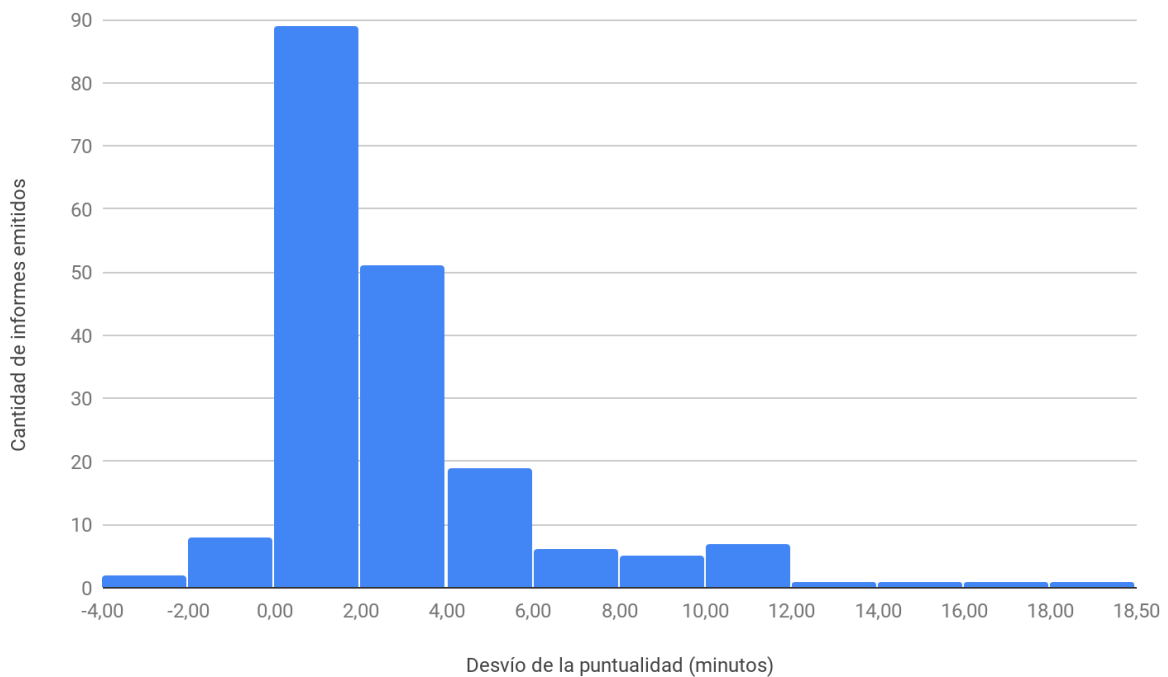
Del total de los aciertos, el 25% se debió a que se pronosticó y se observó lluvia. Este valor refleja la necesidad de contar con una mayor cantidad de observaciones para poder realizar una verificación más rigurosa, dado que la distribución espacial de la precipitación es muy variable y puede ser que algunas de las falsas alarmas se deban a que la distancia entre la estación meteorológica y el sitio sea demasiado grande (en algunos sitios hay hasta casi 7 km de separación). Además está la dificultad de evaluar una situación estratiforme de una época interestacional, con algunos inconvenientes técnicos como la demora del procesamiento de las imágenes de radar, siendo mayor a 20 minutos en algunos casos desde que se midió el dato de radar hasta que fue analizado por el pronosticador.

Por otra parte, puede observarse que casi un 80% de los eventos de lluvia que fue observada fueron pronosticados correctamente (índice POD), siendo el sitio aglomerado como Green Park, Tecnópolis Park y Paseo de la Costa Vicente López el de mejor desempeño, con un 91% de probabilidad de detección. Es posible que esto se deba a que al considerarse un sitio más extenso y al tener más observaciones para comparar se haya acertado más. También puede verse que en este sitio la tasa de falsas alarmas es mínima, siendo fallidos casi una cuarta parte de los pronósticos. Es importante notar que dado el pequeño tamaño de la muestra, las bondades de este sitio por sobre los otros puede ser en parte un producto del azar.

En general, la tendencia del pronóstico fue sobre-ponosticar la precipitación, dado que el índice Bias Score fue superior a 1. El sitio que tuvo mayor sobreestimación de precipitación fue Hurlingham Club, en donde también se obtuvieron los índices SR (que mide qué fracción de los pronósticos de lluvias fueron observados) y de TS (que mide la correspondencia entre los pronósticos de lluvias y su efectiva observación) más bajos, por lo que el desempeño en este sitio no fue tan bueno. Vale la pena aclarar que en la verificación de precipitación sólo se tomaron los cuatro días que hubo lluvias, ya que si consideráramos todo el período que abarcaron los JJOO, el índice PC daba aún mejor que el calculado anteriormente.

## 6. PUNTUALIDAD DE LOS INFORMES

Para analizar la puntualidad en la emisión de los productos de nowcasting, se tomó la hora a la cual se transfirió el informe. Esta hora estaba disponible en el servidor que mostraba los productos a los usuarios. En la Figura 4 se muestra un histograma con la demora y el adelanto en minutos (se redondearon los segundos al minuto más cercano). Los valores positivos indican que el producto se emitió antes de la hora pautada, mientras que los valores negativos significan una demora en la emisión del pronóstico. En los doce días que duraron los JJOO, se realizaron 191 informes de pronóstico, en donde el 89.0% de los productos fueron enviados dentro de los diez minutos antes de la hora de envío, mientras que un 5,8% de los pronósticos que se enviaron con más antelación a diez minutos se correspondieron a días con buen tiempo, sin fenómenos significativos para reportar. En cambio, sólo 10 productos (5,2%) se mandaron con atraso, de los cuales algunos fueron causados por problemas técnicos como la demora inhabitual en respuesta de la computadora utilizada para analizar la información y generar los productos, o por motivos meteorológicos como el tiempo que se espera hasta la actualización de la imagen de radar más reciente para que el informe sea más certero.

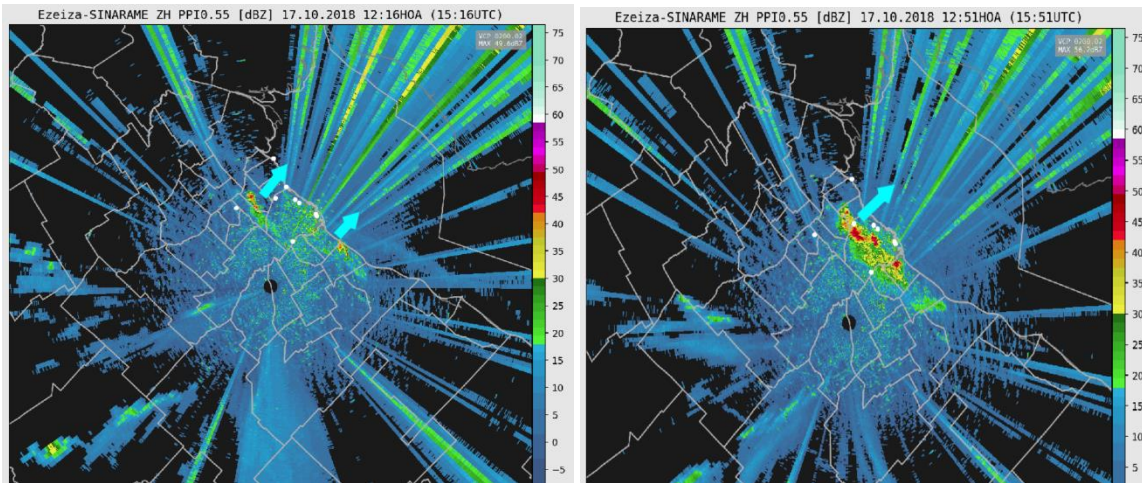


**Figura 4.** Histograma de la cantidad de pronósticos enviados según la puntualidad de envío del informe (en minutos). Los minutos positivos indican que el producto fue emitido con antelación, mientras que los minutos negativos indican que los productos se emitieron con demora.

## 7. ANÁLISIS DE UN DÍA EN PARTICULAR

Si bien en el pronóstico de las 6:00 HOA del 16 de octubre no preveían precipitaciones para el día siguiente, en la actualización de las 18:00 HOA hubo un cambio significativo en el pronóstico, ya que ahora se esperaban lluvias entre las 7:00 y las 10:00 HOA del 17 de octubre, con un mejoramiento temporario durante la tarde y luego nuevamente precipitaciones hacia la noche. Dado que la situación meteorológica era complicada, ya que tanto a la mañana como a la noche había probabilidad de tormentas, se convino que haya dos pronosticadores para ese día.

Durante la mañana el 17 de octubre no se produjeron fenómenos significativos. Pero hacia el mediodía se comenzaron a generar chaparrones sobre el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), por lo que el pronóstico de nowcasting de las 12:30 así lo indicó (ver Figura 1). Cabe señalar que esta es la peor situación para el nowcasting porque desde que el radar meteorológico mide el inicio del chaparrón hasta que el pronosticador ve el producto hay una demora de, al menos, 10 minutos. En la Figura 5 se pueden observar las imágenes de radar incluidas en los productos de las 12:30 y 13:00 HOA, en las que se infiere la intensificación de las celdas convectivas y su desplazamiento hacia el noreste del AMBA.



**Figura 5.** Imágenes de radar incluidas en el pronóstico de nowcasting de las 12:30 HOA (izquierda) y de las 13:00 HOA (derecha). Se puede observar que los chaparrones se generan sobre el AMBA, entre los sitios donde se realizaron actividades.

Es por este motivo que en el producto de las 13:00 HOA se elevó la intensidad de la lluvia al nivel naranja para el Green Park. Sin embargo, no se pronosticó actividad eléctrica aunque la misma sí ocurrió sobre dicho parque, según lo informado por el representante del Comité Organizador durante una reunión posterior a los JJOO. Fue llamativo que el producto GLM basado en el GOES 16 no mostró dicha actividad eléctrica.

Este hecho fue avisado al área de I+D y gracias a una revisión de éste sobre el producto de actividad eléctrica basado en el GLM se identificó el origen del problema: los datos recibidos y procesados por la estación receptora satelital se generaban con algoritmos desactualizados. El reclamo a la empresa proveedora para obtener la actualización de dichos algoritmos solucionó el problema.

## 8. CONCLUSIONES

Luego de la finalización de los doce días de actividad deportiva, personal del SMN de las áreas participantes del proyecto participaron en una reunión con una parte del Comité Organizador de los Juegos Olímpicos, llevada a cabo el 19 de octubre de 2018. Este equipo del Comité Organizador se encargaba de recibir los productos a través de la página web diseñada por el SMN para el evento y de transmitir esta información meteorológica a los referentes de cada sitio, para que luego tomaran la decisión de realizar o no una actividad deportiva. Esta comisión expresó que utilizaron el informe enviado por la División Pronóstico para prever los fenómenos esperados durante el día, y luego hicieron hincapié en el uso del producto de nowcasting como una herramienta confiable para seguir la situación, ya que les resultó útil la distinción del pronóstico por sitio. Además, no les pareció excesivo el envío del producto a cada hora en días sin fenómenos significativos, sino que, por el contrario, contar con esta información respaldaba las buenas condiciones de tiempo pronosticadas. En esta reunión recalcaron la importancia del pronóstico de las ráfagas de viento, ya que les perjudicaba en la colocación de carteles publicitarios. El impacto de este fenómeno no había sido discutido con anterioridad, por lo que de haberlo tenido en cuenta el diseño del nowcasting podría haber sido modificado. Además, el umbral mínimo de 50 km/h fue posiblemente demasiado alto para este uso. Es importante tener en cuenta, no obstante, que el producto de velocidad radial del radar Doppler era poco confiable y que podría haber sido difícil obtener mayor precisión para determinar la intensidad de las ráfagas. En lo que respecta a umbrales, también se concluyó que a futuro habría que evaluar las categorías del caso de las lluvias con mayor detalle.

A pesar de esto, en los días en los que se esperaban lluvias, tener el nowcasting cada media hora fue de gran ayuda para los organizadores, ya que en base a esto decidían posponer alguna actividad o reanudarla, pero durante las jornadas no tuvieron que cancelar ningún evento. La satisfacción del Comité Organizador quedó plasmada en una nota de agradecimiento enviada a la Directora del SMN y firmada por el Director de Planificación y por el Director Ejecutivo de la organización de los JJOO, y refuerza el 83.3% de acierto obtenido en la verificación objetiva.

Una lección aprendida de este evento es que un aumento en la cantidad de personal dedicado a la generación de pronósticos a muy corto plazo permite un aumento en la calidad de los pronósticos generados, así como en el detalle espacial y temporal de los mismos (usualmente dos pronosticadores emiten ACP para 6 radares, entre otras tareas; en este proyecto dos pronosticadores emitían pronósticos para un área mucho menor). El trabajo en conjunto de dos pronosticadores también resulta en una mayor rapidez en la generación de dichos pronósticos al igual que una mayor confianza en la toma de decisión, ya que la misma puede ser discutida y consensuada. También se notó que se disminuye el estrés que genera prestar atención a una situación meteorológica durante 12 horas seguidas ya que se distribuye el trabajo.

Otra de las lecciones aprendidas es que para poder hacer una verificación rigurosa de la situación también es necesario que la observación sea tan detallada como el pronóstico, dado que se debió pautar muchas consideraciones a la hora de evaluar los aciertos y los errores. En cuanto a la parte técnico-científica, una oportunidad de mejora identificada es la necesidad de minimizar la latencia en la generación de los productos. En la mayoría de los casos los productos de nowcasting se generaban en base a información que tenía entre 14 y 50 minutos de demora, perdiéndose un tiempo muy importante que está en el mismo orden de magnitud que la duración del pronóstico. Esta demora se podría reducir si se optimiza y potencia la generación de los productos.

En síntesis, la experiencia del apoyo meteorológico a los JJOO fue muy enriquecedora para todas las personas involucradas en el proyecto. En particular para los pronosticadores de la División Meteorológica por Sensores Remotos (DVMSR) significó realizar pronósticos a muy corto plazo en una escala temporal y espacial menor a la que usualmente se trabaja. Se espera que la experiencia ganada en este proyecto redunde en un mejor desempeño de la DVMSR y en una mayor comprensión de los desafíos que implica realizar pronóstico a muy corto plazo para lugares puntuales.

## 9. REFERENCIAS

de Elía R., Vidal L., Lohigorry P., Mezher R., Rugna M., 2017: Red de radares meteorológicos de Argentina. Nota Técnica SMN 2017-39.

Lohigorry, P., de Elía, R., Russian, G., 2018: Pronósticos a muy corto plazo en el Servicio Meteorológico Nacional. Nota Técnica SMN 2018-46.

## Instrucciones para publicar Notas Técnicas

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

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

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

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