



Servicio
Meteorológico
Nacional

Análisis del sistema Aerorayos para la situación del 9 de Julio de 2017 en el Aeroparque “Jorge Newbery”

Nota Técnica SMN 2018-48

Nicolás Rivaben^{1,2}, María Gabriela Nicora³ y Juan Lucas Bali^{4,5}

¹ *Departamento de Meteorología Aeronáutica, Gerencia de Servicios a la Comunidad – SMN.*

² *Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de La Plata*

³ *CEILAP – UMI-IFAECI-CNRS 3351 UNIDEF (MINDEF - CONICET)*

⁴ *Departamento de Modelado y Manejo de Crisis – CITEDEF*

⁵ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

Marzo 2018



Ministerio de Defensa
Presidencia de la Nación

Información sobre Copyright

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

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

Resumen

Durante el día 9 de Julio de 2017 se produjo un episodio largo e intenso de tormentas eléctricas sobre el área metropolitana de Buenos Aires, asociado a la interacción entre un frente estacionario y una masa de aire inestable. En particular, este evento generó demoras y cancelaciones en el Aeroparque “Jorge Newbery” (AD SABE) que concluyó con la caída de un rayo que impactó en la casilla meteorológica e inhabilitó el sistema automático AWOS SABE.

En este sentido, desde fines del año 2016, se encuentra habilitado el sistema “Aerorayos”, un proyecto en conjunto ANAC-CITEDEF para la demostración de tecnología en la detección de actividad eléctrica en aeropuertos. Esta herramienta posee 3 fuentes de información: la red ENTLN (provista por *Weather Decision Technologies, Inc*), la red OSIDERA (provista por INVAP S.E.) y el medidor de campo eléctrico “Ginkgo” (Nicora y otros, 2016) ubicado en el predio de CITEDEF (Villa Martelli, provincia de Buenos Aires). Las tres herramientas se contrastaron con la información provenientes de mensajes METAR/SPECI e imágenes satelitales y de radar para el evento estudiado. Los instrumentos detectaron la actividad eléctrica peligrosa, aunque con diferencias. De los tres, el más adecuado fue el medidor “Ginkgo” debido a su alta tasa de detección y velocidad en la transmisión de la información, exponiendo la utilidad del mismo de ser instalado en el predio del SMN-Dorrego. De este trabajo también se concluye que la información del proyecto resulta vital para la toma de decisiones en condiciones marginales de actividad eléctrica, de manera poder garantizar la seguridad operacional en el aeropuerto de mayor movimiento del país.

Abstract

A large and strong thunderstorm episode occurred on 9 July 2017 over Buenos Aires metropolitan area. It was generated between unstable mass and stationary front causing a large number of delays and cancellation were causes at Aeroparque “Jorge Newbery” (AD SABE). In addition, a stroke hit in the weather office breaking AWOS’s wire system.

“Aerorayos” is a technology demonstration ANAC-CITEDEF- project. It has three sources: ENTLN net, OSIDERA net and a Mills measurement called “Ginkgo”. It has been in CITEDEF (near 8 milles from AD SABE). Ginkgo had the best performance due to high-speed response in this event. Because of its great precision, this sensor would be deployed in Aeroparque for better results. The project proved Ginkgo as highly useful and decision makers should take this information into account.

Palabras clave: Actividad eléctrica, tormenta, aeronáutica, alarma, seguridad operacional.

Citar como:

Rivaben N., Nicora M. G., Bali J. L., 2018: Análisis del sistema Aerorayos para la situación del día 9 de Julio de 2017 en el Aeroparque “Jorge Newbery”. Nota Técnica SMN 2018-48.

1. INTRODUCCION

El incremento de la actividad aérea en la República Argentina ha requerido en los últimos años una considerable reducción de los tiempos “muertos” y un aumento de la eficiencia en los servicios de plataforma. Uno de los tiempos “muertos” más significativos en las operaciones de los aeropuertos del área metropolitana de Buenos Aires son las pérdidas de tiempo asociadas a la presencia de actividad eléctrica (rayos).

La ausencia de un protocolo claro y definido para la transmisión de la información así como la dependencia exclusiva de los informes de actividad eléctrica a partir de la sola percepción subjetiva de un observador meteorológico en la estación meteorológica aeronáutica (EMA) ha generado controversias y cuestionamiento en las aerolíneas comerciales. Numerosas demoras en la provisión de combustible y su correspondiente conflicto en el uso de mangas así como operaciones de personal de rampa con exposición a rayos, plantean la necesidad de rever los protocolos de actividad eléctrica y establecer un sistema de detección de actividad eléctrica para la navegación aérea.

En este sentido, se desarrolla el proyecto “Aerorayos” entre las entidades ANAC-CITEDEF-INVAP S.E. para la demostración de tecnología en la detección de actividad eléctrica en el Aeroparque “Jorge Newbery” (Nicora *et al*, 2017). El mismo se basa en 3 componentes:

- Red de detección de descargas “ENTLN” (*Earth Networks Total Lightning Network* por sus siglas en inglés) provista en acuerdo con CITEDEF
- Red de detección de descargas “OSIDERA” provista por INVAP S.E.
- Medición de campo eléctrico “Ginkgo” en el campo de prueba de CITEDEF. Este sensor está contrastado con el sensor de campo eléctrico *Campbell Scientific Model CS110 Serial Number 1518*.

El sistema de descargas distingue alertas en el momento del evento, cuya duración mínima es 30 minutos:

- Alerta amarilla: Si la descarga detectada está en un radio entre 10 km y 30 km de Aeroparque y/o la medición de campo eléctrico, en valor absoluto, es mayor o igual a 0.5 kV/m.
- Alerta roja: Si la descarga detectada está en un radio menor a 10 km de Aeroparque y/o la variación del campo eléctrico medido en menos de un minuto es mayor o igual 1 kV/m.

El sistema publica las alertas por medio de una web (<http://aerorayos.citedef.gov.ar> y <http://aerorayos.smn.gob.ar>), una aplicación móvil y de un sistema de envíos de mensajes por mail y Twitter.

Para verificar el funcionamiento del sistema, en este trabajo se investiga un evento relacionado con el impacto de un rayo del día 9 de Julio 2017 en la estación meteorológica de Aeroparque (EMA AER), con el objeto de verificar el funcionamiento del sistema y analizar los tiempos informados para la toma de decisiones en el suministro de combustible de aeronaves en rampa de ese día.

2. DATOS

Para el análisis de datos del evento de actividad eléctrica se analizaron las variables fundamentales del sistema “Aerorayos”: magnitud de cambio del campo eléctrico en el predio CITEDEF y posición/ tiempo de las descargas dentro de un radio de 10 km al AD SABE. También se analizaron los reportes de actividad eléctrica para la aeroestación Shell ubicada a 100 m de pista y los reportes escritos en la libreta meteorológica de la EMA AER.

Para el análisis meteorológico del evento se usaron datos reticulados de 0.5° obtenidos del modelo global GFS para el día 9 de Julio de 2017 a las 12 UTC y 18 UTC para todo el Cono Sur, datos de superficie provistos por la base ORACLE-SMN y mensajes METAR/SPECI provenientes de los bancos OPMET. Además se utilizaron imágenes del satélite meteorológico GOES-13 y del radar Enterprise DWSR-2500C propiedad del Servicio Meteorológico Nacional ubicado en el predio del Instituto de Formación Ezeiza de la Fuerza Aérea Argentina.

3. METODOLOGÍA

Para el análisis del sistema Aerorayos durante el día 9 de Julio 2017 se tomaron únicamente las siguientes alarmas: por descarga, es decir cuando cae un rayo a una distancia menor a 10 km del AD SABE; y por campo eléctrico, es decir cuando el cambio del campo eléctrico sea mayor a 1 kV en menos de un minuto.

Para el análisis de cada una de las alarmas, se contrastaron con los mensajes METAR y SYNOP hora a hora, y mensajes SPECI minuto a minuto, separando por variable y umbrales. Los criterios utilizados en los mensajes METAR/SPECI como actividad eléctrica sobre la vertical del aeropuerto son la inclusión de los siguientes fenómenos significativos relacionados con tormentas: “TS”, “±TSRA” y “±TSGR”. Esto indica que sólo se tomaron los fenómenos en que el observador meteorológico ubicado en la estación meteorológica aeronáutica (EMA) escucha al menos un trueno en el período de 10 minutos anteriores a la observación. Los truenos que fueron escuchados durante la última hora, codificados como “RETS” o “RETSRA” no fueron tenidos en cuenta en este análisis.

Se compararon además los tiempos de corte de provisión de combustible de la aeroestación “Shell” de AD SABE para la validación de los informes de Aerorayos y su verificación en el momento de caída del rayo. También se utilizaron los reportes anotados por la EMA AER para informar el instante preciso de caída de rayo en dicha instalación.

4. RESULTADOS

Descripción sinóptica

Durante el fin de semana del 8-9 de Julio se mantenían condiciones inestables en noreste de la provincia de Buenos Aires y sur de las provincias de Córdoba y Santa Fe debido a la presencia de un frente estacionario con orientación NO-SE. El mismo oscilaba cerca de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, donde interactuaba con una corriente en chorro de niveles bajos que advectaba una masa de aire templada y muy húmeda (figura 1a).

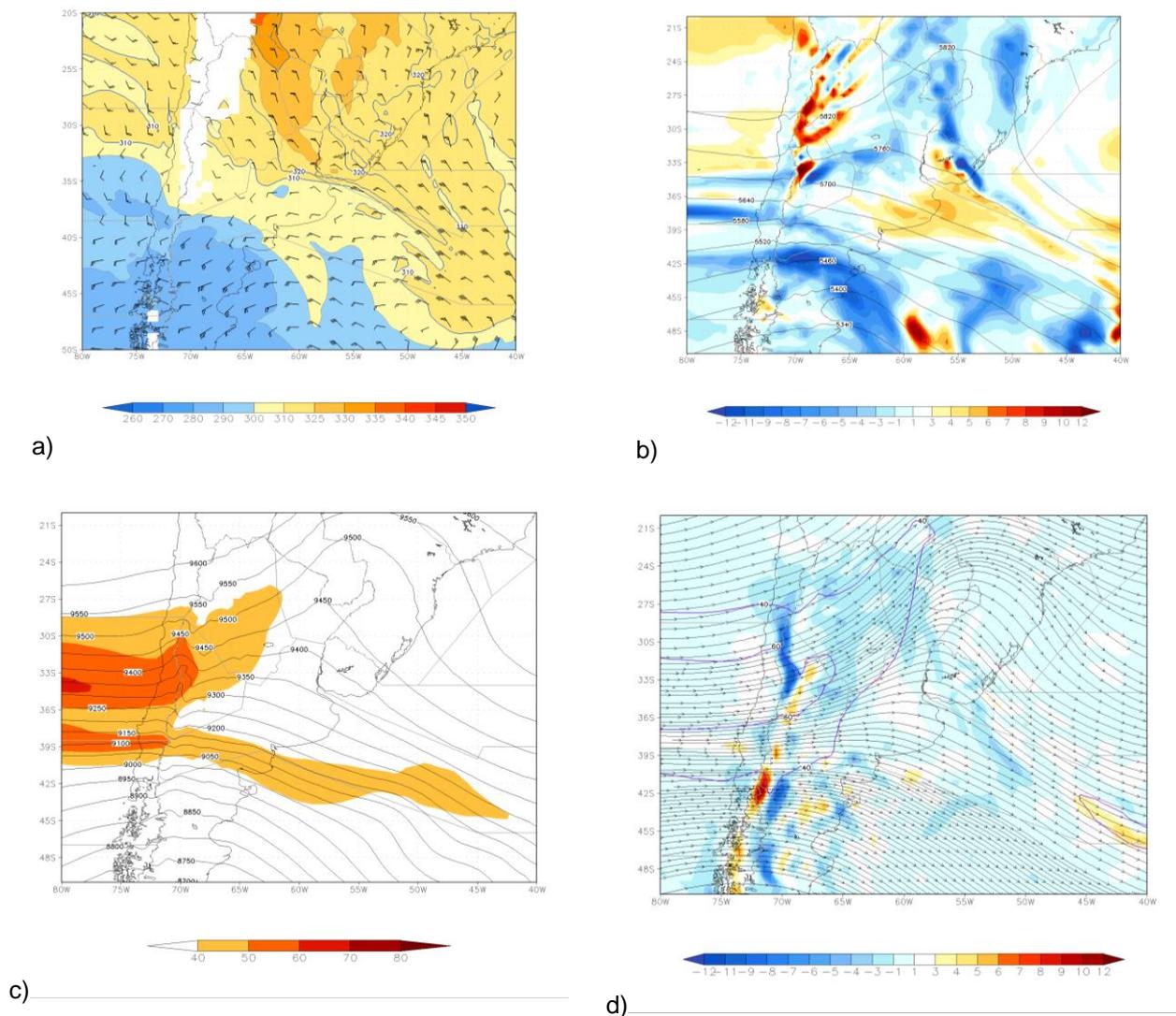


Figura 1. Campos obtenidos del modelo GFS para las 12:00 UTC del día 09/07/2017. **a)** Temperatura potencial equivalente $c/10K$ (sombreado y contornos) y viento $c/5m/s$ (barbas) en 850 hPa. **b)** Altura Geopotencial $c/60mgp$ (cont.) y vorticidad relativa $\cdot 10^{-5} \cdot s^{-1}$ (somb.) **c)** Altura Geopotencial $c/50mgp$ (cont.) y magnitud del viento superior a 40m/s (somb.) en 500 hPa **d)** Función corriente (líneas de corriente) y divergencia $\cdot 10^{-5} \cdot s^{-1}$ (somb.) en 200 hPa.

Durante la mañana del domingo 9 de Julio, el frente había cruzado la ciudad de Buenos Aires, manteniendo condiciones de inestabilidad marginal sobre la región. En niveles altos se observaba un mínimo de vorticidad asociada a una onda corta inmersa en una vaguada de onda larga en el Océano Pacífico frente a la costa central de Chile (figura 1b). En 200 hPa se mantenía una corriente en chorro difluente perpendicular a la Cordillera de los Andes (figura 1c). El modelo GFS no reconocía patrones de divergencia en estos niveles favorables para convección a las 12:00 UTC (figura 1d).

Hacia el mediodía del día domingo 9 de Julio el frente estacionado comenzaba a retroceder como cálido, donde la masa de aire templada y húmeda comenzaba a interactuar con la onda corta proveniente desde el Océano Pacífico (figura 1c) generando lluvias y chaparrones en la región central del país (figuras 2a y 2b).

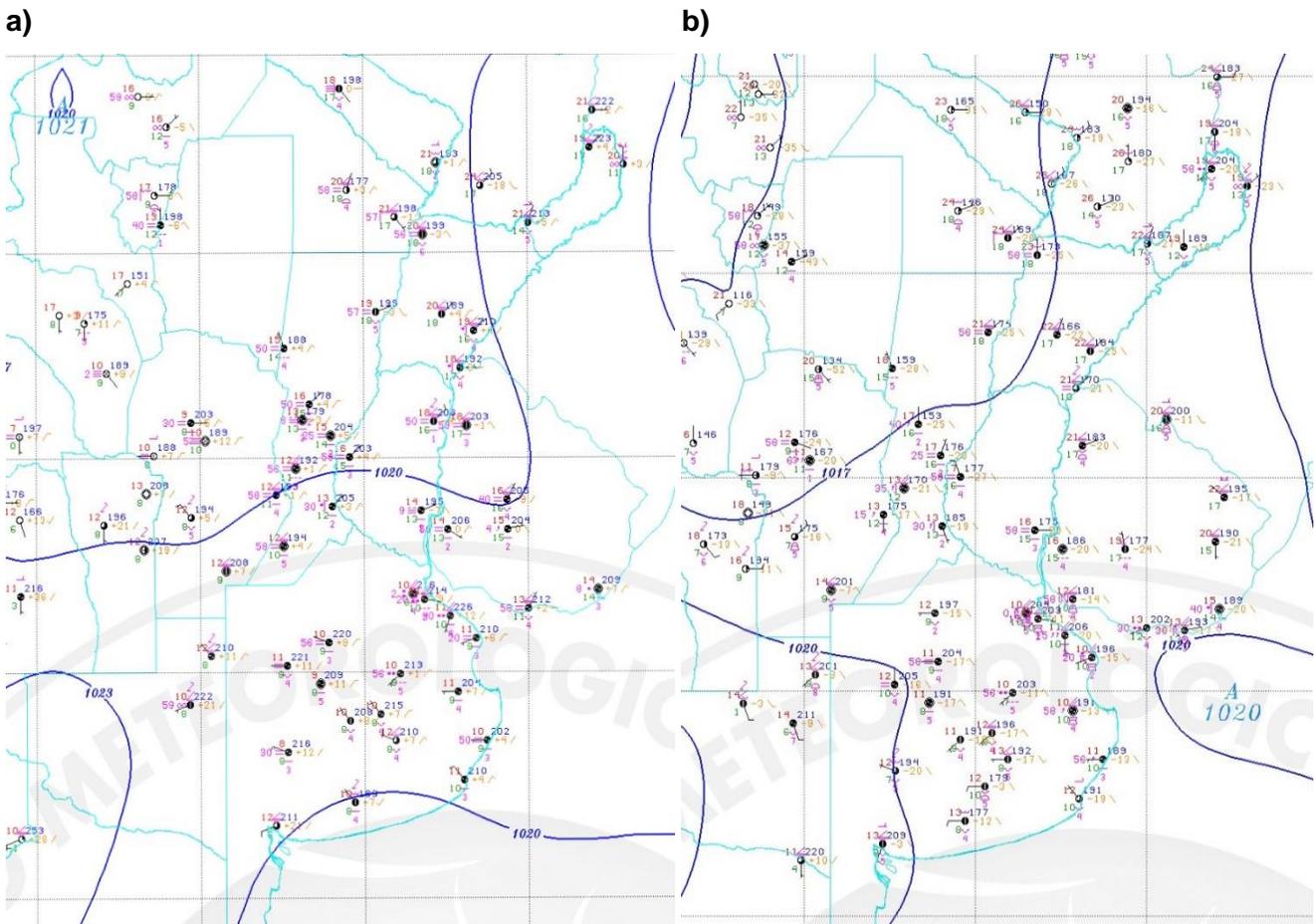
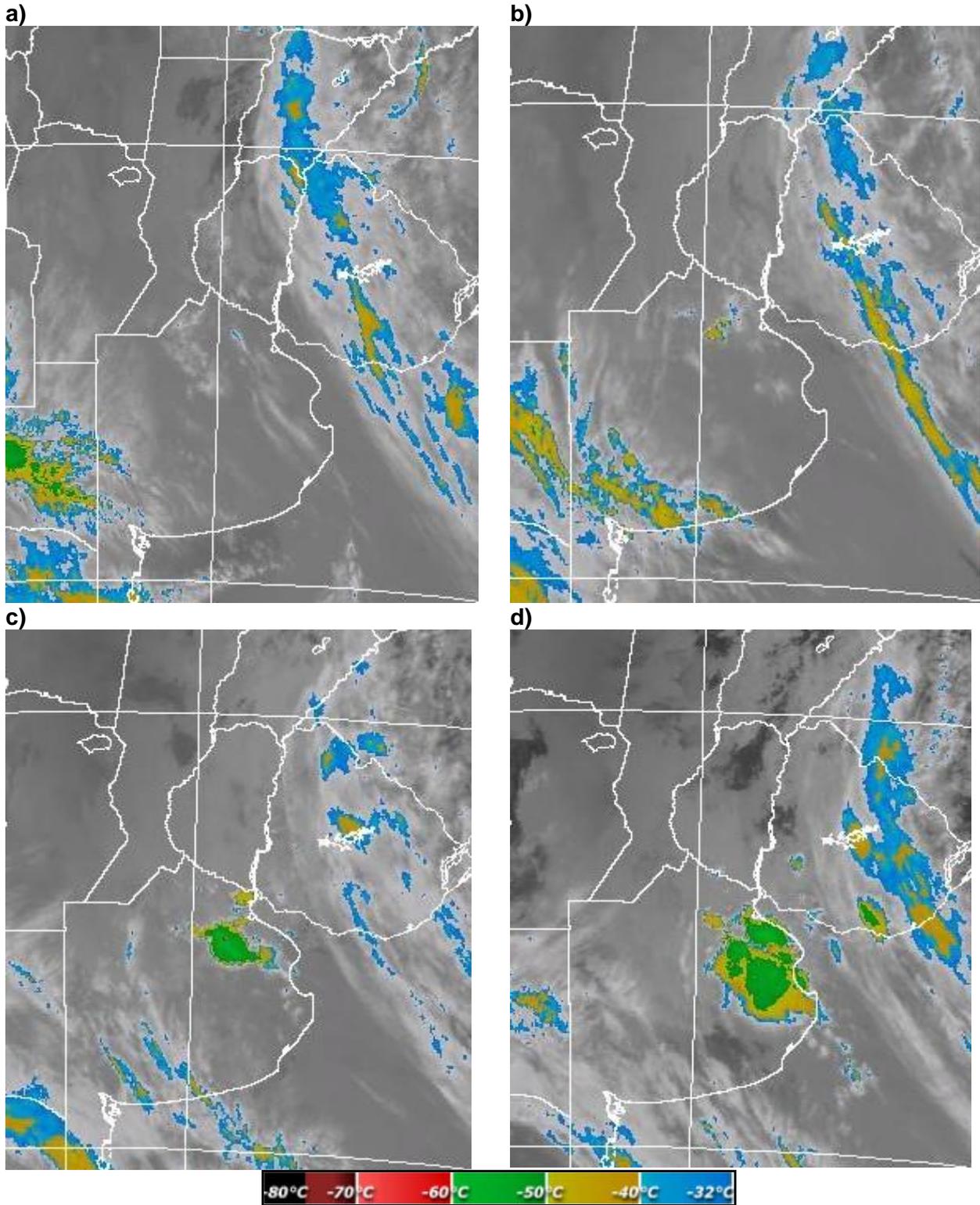
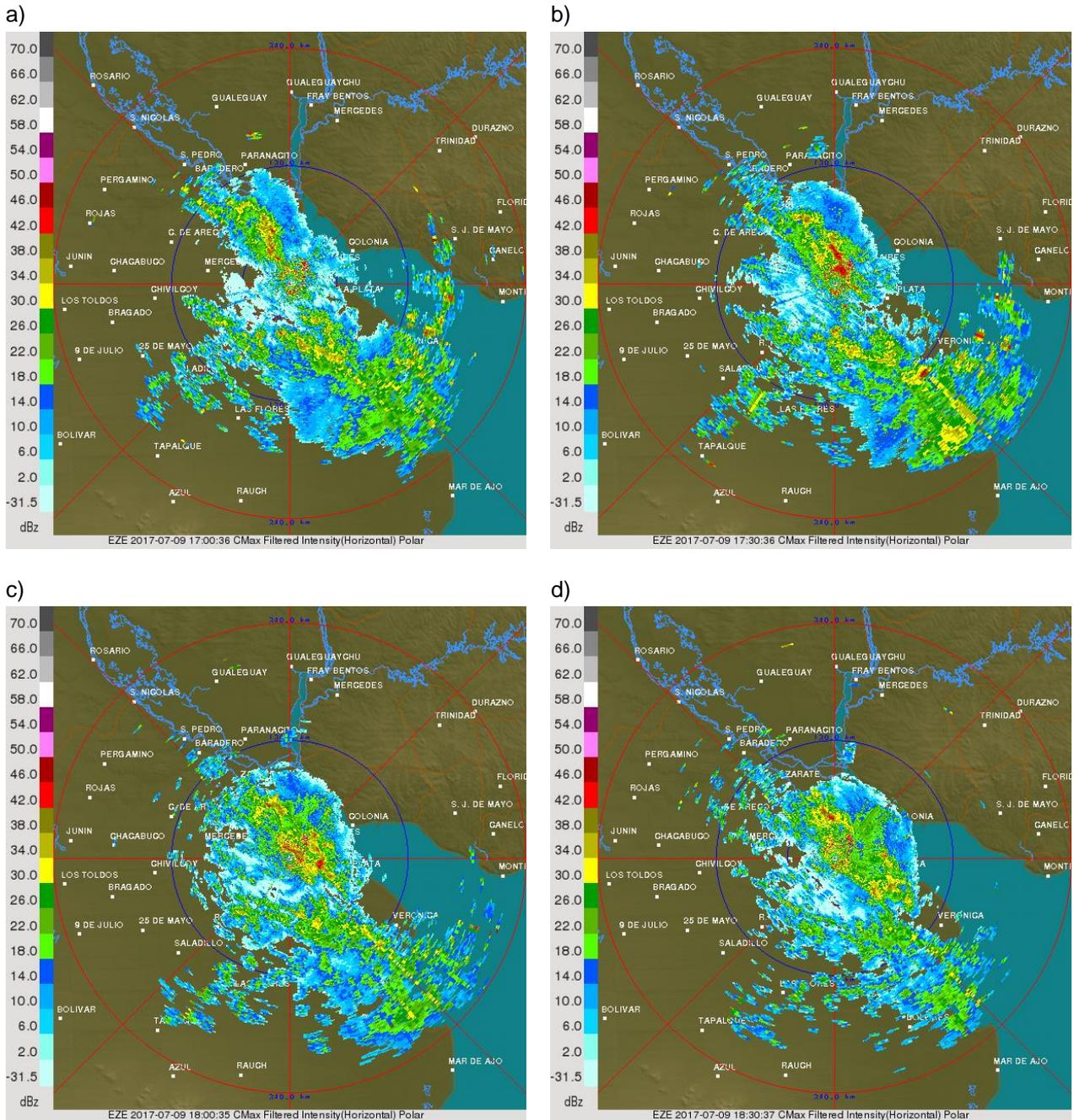


Figura 2. Cartas ploteadas para el día 9 de Julio. a) 15 UTC. b) 18 UTC. Fuente: DPA-SMN.



Figuras 3. Imágenes de Temperatura de Topes nubosos del satélite GOES-13. a) 06:38UTC b) 09:38UTC c) 12:38UTC d) 14:45UTC. Fuente: VMSR –SMN.

La masa de aire del lado cálido se caracterizaba por estar cerca de la saturación, con temperaturas de punto de rocío superiores a 15°C, mientras que en el sector frío se presentaba mucho más seca con valores por debajo de los 8°C.



(Continuación)

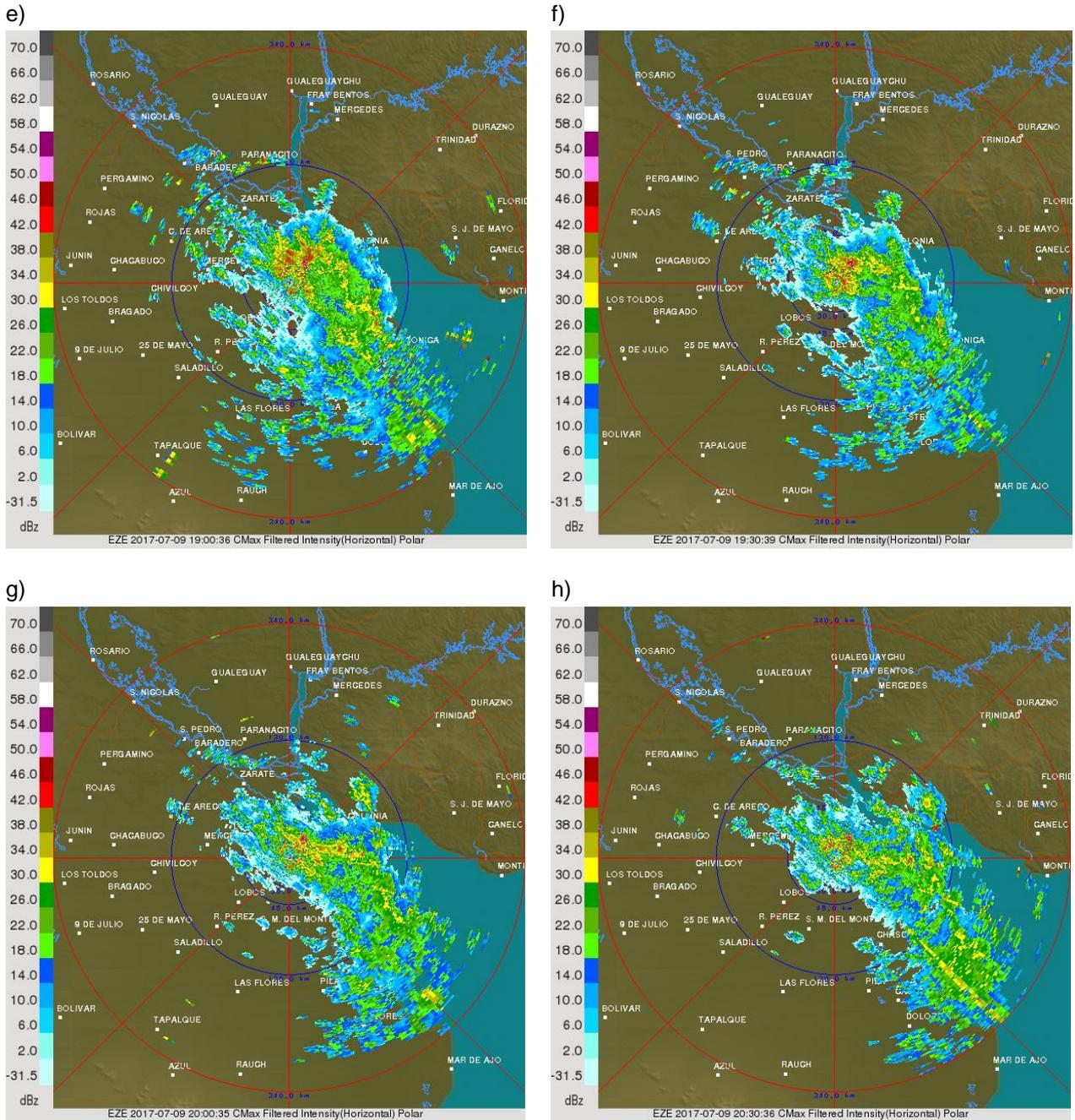


Figura 4. Imágenes COLMAX del radar de Ezeiza para el día 09 de Julio. **a)** 17:00UTC **b)** 17:30UTC **c)** 18:00UTC **d)** 18:30UTC **e)** 19:00UTC **f)** 19:30UTC **g)** 20:00UTC **h)** 20:30UTC. Fuente: VMSR – SMN.

Esta interacción entre las masas también dio lugar a desarrollos convectivos embebidos en la nubosidad estratiforme, al sur de la ciudad de Buenos Aires, asociada a la presencia de un frente cálido desde la mañana del domingo, como se aprecia en las imágenes satelitales de topos nubosos (figuras 3a, b, c, y d).

Análisis de la actividad convectiva del día 9 de Julio 2017

Durante la mañana del día 9 de Julio comenzó a desarrollarse convección al sudoeste de la ciudad de Buenos Aires como se aprecia en las figuras 3 a), b). Hacia las 17:00 UTC la actividad se generaliza, formando nuevos desarrollos convectivos al noroeste del aeropuerto debido al avance de la onda corta (figura 3d).

Hacia las 17:00 UTC la nubosidad estratiforme comienza a avanzar desde el NO con lluvias y chaparrones como se aprecia en la secuencia de imágenes de radar de la figura 4. Esta nubosidad se empieza a transformar con el surgimiento de actividad convectiva embebida (figura 4b) en dirección a Aeroparque (AD SABA). Hacia las 18:00 UTC se observa nuevos desarrollos convectivos sobre AD SABA, atenuados por la precipitación en el radomo del radar de Ezeiza.

Luego, durante las 2 horas siguientes, diferentes celdas convectivas ordinarias cruzan el aeropuerto para finalmente retirarse las mismas hacia las 20:30 UTC, manteniéndose condiciones de lluvias y chaparrones débiles hasta las 21:00 UTC.

Análisis de la actividad eléctrica durante el evento entre las 17:00 y 20:00UTC

Las componentes del Sistema Aerorayos detectaron en gran parte la actividad eléctrica en su máximo, entre las 18:30 y 19:30 UTC del día 9 de Julio (figura 5).

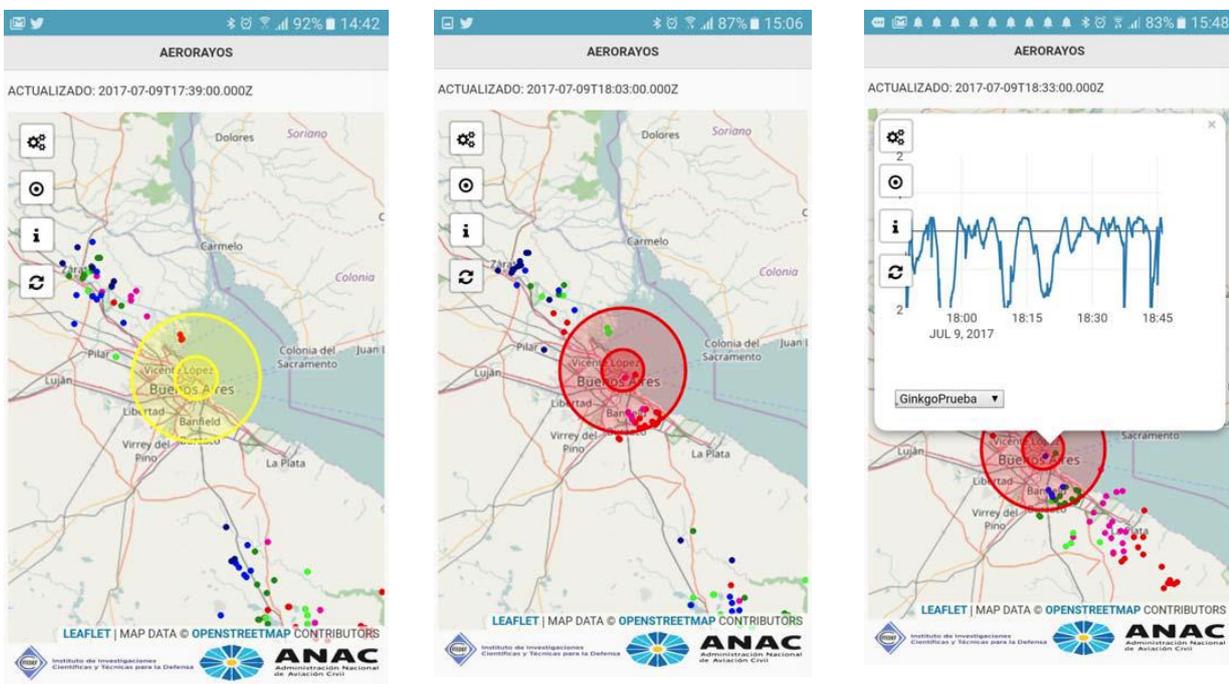


Figura 5. Campo de rayos detectados por la red ENTLN y la medición del campo eléctrico durante la tarde del 9 de Julio 2017. **a)** 17:39UTC **b)** 18:03UTC **c)** 18:33UTC. Fuente: Aerorayos App.

En la figura se observa la aplicación de Aerorayos en celulares con Android, donde integra las distintas componentes. Hacia las 17:39 UTC el sistema estaba en alerta amarilla y a las 18:03 UTC en alerta roja por la caída de dos rayos en la zona Recoleta/Aeroparque. A las 18:33 UTC se mantenía el alerta roja con grandes variaciones en el campo eléctrico medido por Ginkgo CITEDEF. No obstante existen disparidades en su detección descriptas a continuación.

En la figura 6 se observa la evolución de los mensajes METAR/SPECI contra las componentes del sistema Aerorayos. El primer mensaje relevante comienza a las 17:35 UTC con la emisión de un mensaje SPECI por condiciones de lluvia en el AD. Luego, se emite otro SPECI a las 17:45 UTC informando tormentas con lluvia. A las 18:00 UTC se emite METAR indicando el mismo fenómeno. A las 18:55 UTC se produce la caída del rayo sobre la EMA AER y se produce el corte de telecomunicaciones, impidiendo la transmisión de la observación de las 19:00 UTC: Finalmente se emite el METAR de las 20:00 UTC por vías alternativas informando que hay lluvia moderada con tormenta en la hora anterior. A las 21:00 UTC se mantenía la lluvia débil e intermitente sobre el AD.

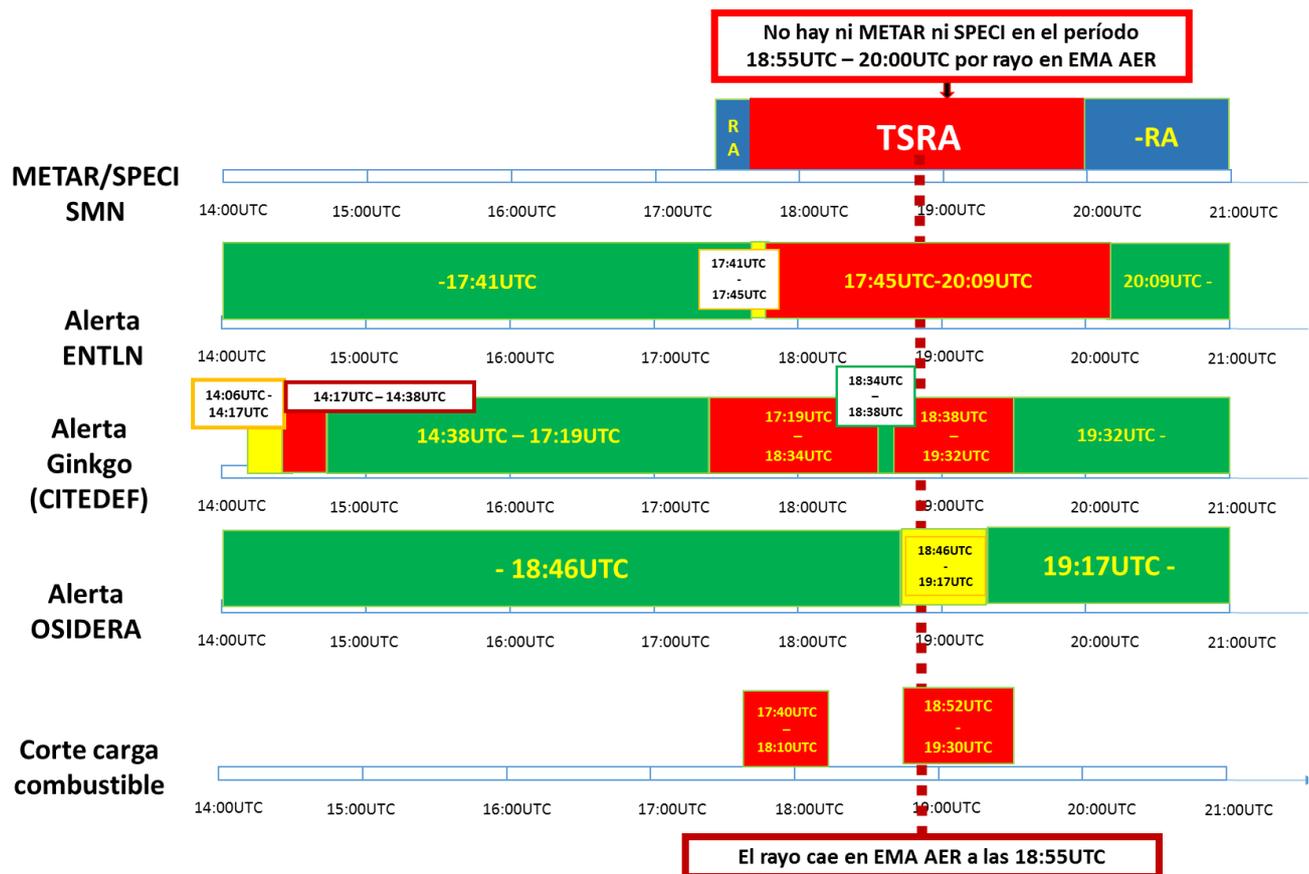


Figura 6. Esquema comparativo de los distintos sistemas de alertas de Aerorayos vs METAR/SPECI y corte de carga de combustible realizado en Aeroparque en el período 14:00 UTC – 21:00 UTC del día 9 de Julio 2017

Por otro lado, el sistema de alerta de descarga ENTLN (CITEDEF), mantiene el alerta verde de descarga eléctrica hasta las 17:41 UTC. Luego, mantuvo hasta las 17:45 UTC la alerta amarilla para saltar luego a alerta roja durante el período 17:45 UTC – 20:09 UTC. A partir de esta última hora, se mantiene el alerta verde.

El sistema de alertas por campo eléctrico Ginkgo CITEDEF muestra un patrón diferente a ENTLN. Este sistema obtenido por medición de campo, al estar *in-situ* presenta variaciones más importantes y es más sensible a los pasajes de celdas convectivas sobre la vertical del predio de CITEDEF. Entre las 14:06 UTC y 14:17 UTC presenta alerta amarilla así como alerta roja de las 14:17 UTC – 14:38 UTC. Luego se mantienen alerta verde desde las 14:38 UTC hasta las 17:19 UTC, hora que da inicio a la alerta roja por campo eléctrico hasta las 18:34 UTC. Luego se mantiene una breve alerta verde hasta las 18:38 UTC, momento de inicio de otro período de alerta roja que prevalecerá hasta las 19:32 UTC (figura 6).

Por otra parte, el sistema OSIDERA (INVAP SE) tiene un comportamiento más limitado y presenta sorpresa ante el evento. Solamente emite una alerta amarilla entre las 18:46 UTC y las 19:17 UTC. Fuera de este período mantiene el alerta verde.

Finalmente, el corte de carga de combustible es una alerta interna de AD SABE para evitar incendios asociados a estática y rayos. El mismo se efectúa por medio del consenso entre las herramientas propuestas, la experiencia del observador meteorológico aeronáutico y la toma de decisión del Jefe de operaciones del aeropuerto. Sólo se mantuvieron dos cortes de combustible ese día: durante el período 17:40 UTC – 18:10 UTC y el período 18:52 UTC – 19:30 UTC. En particular este último es efectuado 3 minutos antes del impacto del rayo en la estación meteorológica (figura 6).

5. CONCLUSIONES

El sistema de Aerorayos consta de 3 componentes: Alerta por descargas ENTLN (CITEDEF), Alerta por campo eléctrico Ginkgo (CITEDEF) y Alerta por descarga OSIDERA (INVAP SE). El sistema emite alertas por web, Twitter y e-mails.

En la tarde del día 9 de Julio de 2017, se presentaban lluvias y chaparrones intermitentes en la región NE de la provincia de Buenos Aires asociado a la interacción de un frente estacionario y una vaguada de onda corta. Esta última genera desarrollos convectivos inmersos en un manto estratiforme al NO de Aeroparque. A partir de las 17:00 UTC se producen celdas convectivas que avanzan hacia AD SABE. Hacia las 18:55 se produce la caída de un rayo que genera diversos daños en equipos electrónicos de la estación meteorológica. Finalmente la actividad convectiva se retira de la región después de las 21:00 UTC.

El sistema Aerorayos constituyó una gran ayuda para el observador meteorológico y pudo avisar con tres minutos de anticipación la caída de un rayo en el aeródromo y mantuvo un período de tiempo relativamente

corto en comparación a los mensajes METAR/SPECI. No obstante, se sugiere mejorar las distintas alertas como la instalación del sensor Ginkgo en el predio del SMN Dorrego y así como el aumento de la precisión del sistema de alertas OSIDERA.

6. REFERENCIAS

Nicora M.G., Bali J.L., Villabona O., Abregu R., y N. Rivaben, 2017: AeroRayos primer herramienta de evaluación de riesgo por Actividad Eléctrica en aeropuertos de Argentina. *XXVIII Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas* en la ciudad de La Plata, Argentina

Nicora, M., Sacco M., Bali J.L., D'Elía R., Martín Vasquez P., Acquesta A., Ávila E. y N. Rivaben, 2017: *AeroRayos first tool for risk assessment by electric activity at airports in Argentina*. 141-144. 10.1109/SIPDA.2017.8116914.

Nicora M.G., Bali J.L., Vasques P., Avila E.E., Saucedo M., Vidal L., 2016: *GeoRayos Project: Lightning warning in Argentina - World Meteorological Organization Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation TECO-2016*. España. Madrid.

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), Luciano Vidal (lvidal@smn.gov.ar) o Martín Rugna (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).