

INFORME DE ANÁLISIS DEL EVENTO HIDROLÓGICO OCURRIDO DEL 15 AL 17 DE MAYO EN LA REGIÓN NORESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

2025

AUTORIDADES

Presidente

Ing. Damián Costamagna

Vicepresidente

Arq. Martin Reibel Maier

Vocales

Mg. Máximo Lanzetta

Lic. Oscar Deina

Dirección Provincial de Planes Hídricos, Monitoreo y Alerta

Ing. Maximiliana Muller

Dir. Monitoreo Hidrometeorológico

Ing. Valeria Redolatti

Dir. de Planificación Hídrica

Mg. Verónica Guerrero Borges

EQUIPO TÉCNICO

Mg. Lucía de Antueno

Ing. Alejandro Montealegre

Lic. Maximiliano Fabiano

Sr. Francisco Leguizamón

Coordinación: Mg. Verónica Guerrero Borges

ada.gba.gov.ar

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ÁREA DE ESTUDIO	2
3. PRECIPITACIONES: Caracterización histórica y del evento	5
3.1 Lluvias registradas SMN	7
3.2 Lluvias registradas INTA	13
3.3 Información Radar	14
4. IMÁGENES SATELITALES	15
4.1 Persiann	16
4.2 VIIRS	20
4.3 Sentinel	22
5. GEOMORFOLOGÍA Y HUMEDAD DEL SUELO	30
5.1 Descripción geomorfológica	30
5.2 Humedad del suelo previa al evento	32
6. RED DE MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES	34
6.1 Monitoreos provinciales - ADA	34
6.2 Sistema Nacional de Información Hídrica	36
7. CONCLUSIONES	38

1. INTRODUCCIÓN

Los eventos climáticos extremos acontecidos entre los días 15, 16 y 17 de mayo del corriente año, afectaron fundamentalmente en las regiones hídricas del Noreste, AMBA y parte de la subregión B1 del río Salado, provincia de Buenos Aires. Estos eventos han provocado inundaciones y anegamientos ocasionando la pérdida de vidas, 3.000 evacuados e importantes daños materiales. Según el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), el evento fue clasificado como de tipo extremo (alerta roja), siendo uno de los más severos desde 1985.

La Autoridad del Agua de la provincia de Buenos Aires presenta este informe cuyo objetivo es analizar las condiciones que propiciaron los acontecimientos descritos, aportando información pertinente que permita contribuir a la evaluación de los impactos que se desencadenaron, y brindar apoyo para incrementar la resiliencia en ciudades de la Provincia de Buenos Aires.

En este informe se presenta el análisis del régimen de lluvias, de caudales y niveles de agua a partir de datos propios de la ADA, información provista por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), por el Sistema Información y gestión Agrometeorológica del INTA y por la red del Sistema Nacional de Información Hídrica. Se estudiaron especialmente los meses de abril y mayo de 2025 y la evolución del fenómeno pluvial ocurrido. Se analizó la dinámica hídrica superficial tanto de forma local, como regional, en conjunto con las variaciones en las mareas.

Se analizaron imágenes y productos satelitales SAOCOM, provistos por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) e imágenes de radar del SMN. Se estudiaron los servicios y modelos obtenidos de PERSIANN-CCS-CDR (Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks-Cloud Classification System-Climate Data Record) con datos de precipitación de alta resolución espacial (específicamente el producto PDIR-NOW). Se utilizaron imágenes de sensores satelitales como los son el sensor óptico Sentinel-3 (con sus instrumentos OLCI y SLSTR), imágenes del sensor Sentinel-2 (con su instrumento MSI) y el producto VIIRS Flood Detection Map (conocido como VIIRS NOAA&GMU Flood Version 1.0 - VNG Flood V1.0).

Descriptores temáticos: precipitación extraordinaria – inundación – caracterización pluvial histórica.

Descriptores geográficos: Región Noreste – Arroyo Del Medio – Arroyo Arrecifes – Río Areco – Arroyo De La Cruz – Arroyo Ramallo – Arroyo Las Hermanas – Arroyo Los Cueros – Arroyo Espinillo - Provincia de Buenos Aires.

2. ÁREA DE ESTUDIO

La zona afectada se encuentra principalmente en las regiones hídricas del Noreste, AMBA y parte de la subregión B1 del río Salado, provincia de Buenos Aires, Figura 2.1.

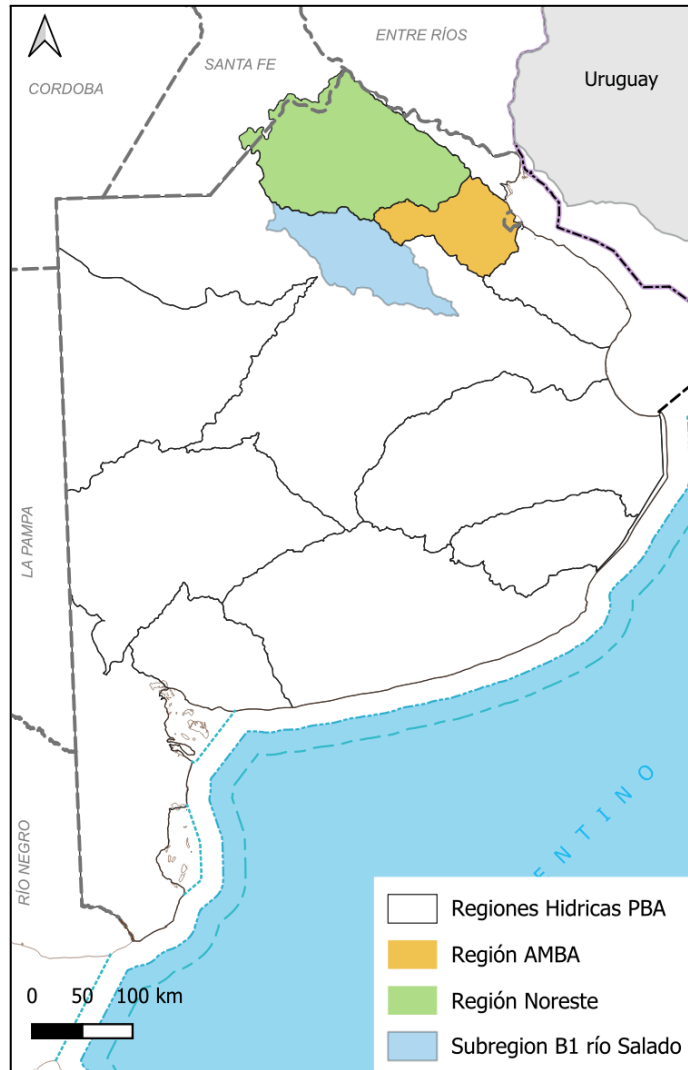


Figura 2.1. Ubicación de la Región Noreste. Fuente: ADA.

La región hídrica Noreste drena sus aguas hacia el río Paraná en su brazo denominado Paraná de Las Palmas, color verde en Figura 2.1. y presenta una superficie total de 19.990 km², de los cuales 691 km² se encuentran en la provincia de Santa Fe (Figura 2.2). La región Noreste se encuentra dividida en 11 subregiones: arroyo Del Medio, arroyo Ramallo, Zanjón Ramallo, arroyo Las Hermanas, arroyo De Los Cueros, arroyo Espinillo, Cuencas Menores, río Arrecifes, río Areco, Vertientes Menores y arroyo De La Cruz.

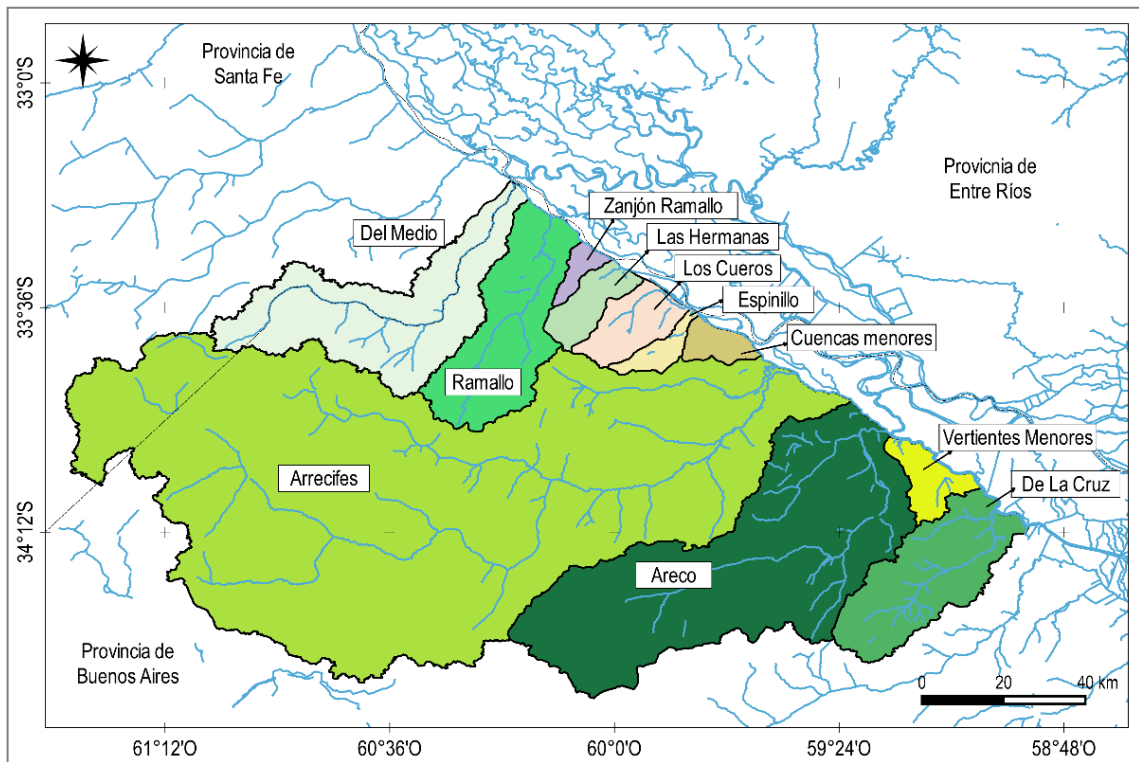


Figura 2.2. Región Noreste y subregiones asociadas. Fuente: ADA.

La Región Hídrica del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), color naranja en la Figura 2.1, comprende el sistema de recursos hídricos que abastece, drena y regula ambientalmente al conglomerado urbano que incluye a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y a los partidos del conurbano bonaerense. Se trata de una zona densamente urbanizada y altamente intervenida, con 7.378 km² de extensión sobre una llanura de muy escasa pendiente, siendo el receptor final del escurrimiento superficial el Río de la Plata.

La Región AMBA, Figura 2.3, se encuentra dividida en 5 subregiones: la del río Matanza-Riachuelo, la del Río Reconquista, la compuesta por cuencas menores costeras que incluyen arroyos urbanos como el Maldonado, Vega y Medrano, entre otros; la del río Luján. Estas cuencas, muchas de ellas con cursos de agua canalizados o entubados, presentan un régimen de escurrimiento predominantemente fluvial, con fuerte respuesta ante lluvias intensas debido a la alta impermeabilización del suelo urbano. A su vez, el sistema hídrico subterráneo está representado principalmente por el Sistema Acuífero Pampeano-Puelche, principal fuente de agua para consumo humano y uso industrial.

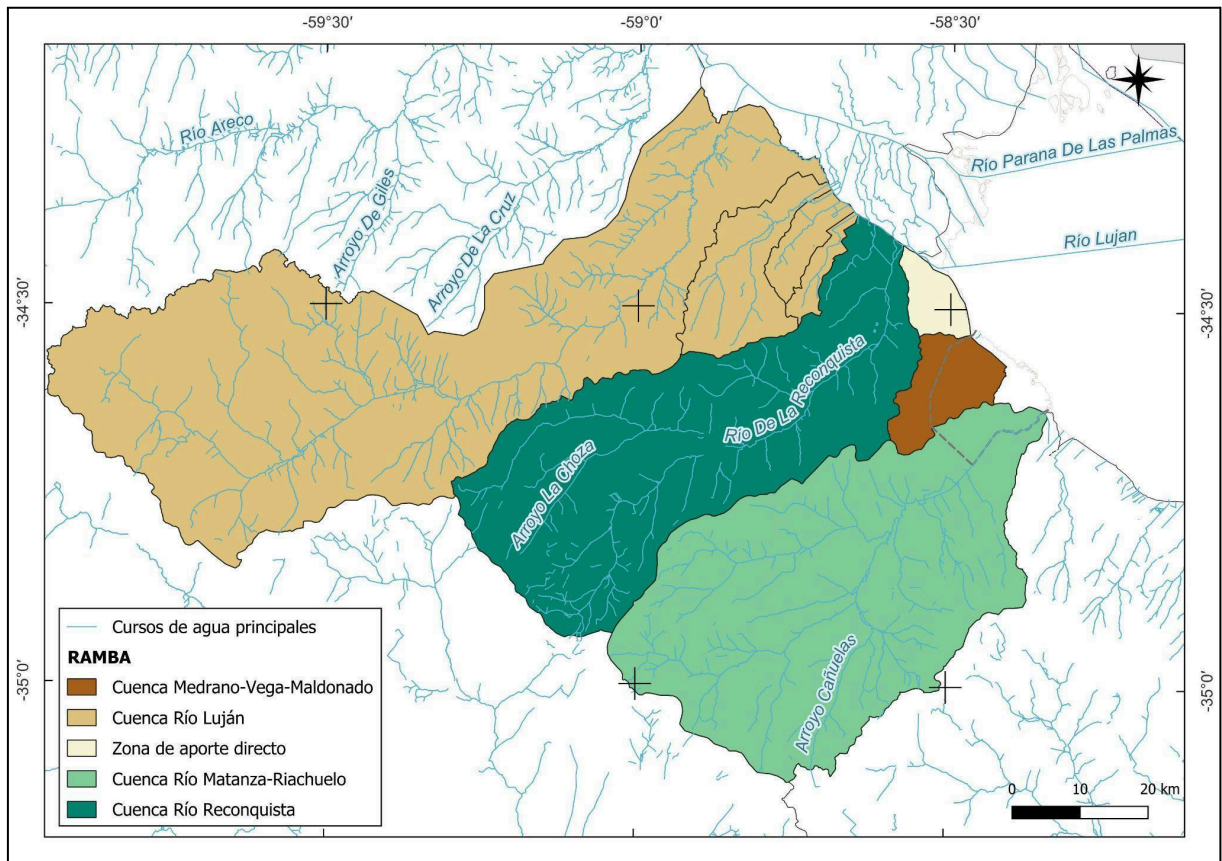


Figura 2.3. Región Amba y subregiones asociadas. Fuente: ADA.

La Región Hídrica B1 del Río Salado azul en la Figura 2.1, con 9018 km² de extensión, corresponde al sector superior de la cuenca del río Salado y comprende principalmente los cursos de agua y subcuencas que alimentan el tramo alto del río Salado, antes de su ingreso en las zonas de llanura más deprimidas. Se extiende sobre áreas del centro-noroeste bonaerense, abarcando partidos como Junín, Chacabuco, Chivilcoy y Alberti, entre otros. El relieve es de transición entre las lomas pampeanas y la cuenca baja, con pendientes moderadas que favorecen el escurrimiento superficial en épocas normales, aunque pueden derivar en anegamientos si se producen lluvias intensas o prolongadas. Desde el punto de vista hidrológico, la región se caracteriza por una red de cursos fluviales de tipo meandriforme y escasa pendiente, cuyo régimen es principalmente pluvial.

Zonas afectadas

Las zonas afectadas abarcan 27 municipios de la RMBA y a los municipios pertenecientes al ángulo norte y noroeste provincial. La síntesis es la siguiente¹:

- Municipios del noreste de la provincia: Salto, Arrecifes, San Antonio de Areco, Capitán Sarmiento, Chivilcoy, Chacabuco, Suipacha, General Alvear, General Arenales, Colón, General Rodríguez y Ameghino.

1

<http://observatorioconurbano.ungs.edu.ar/pdf/Inundaciones-2025-en-la-Provincia-de-Buenos-Aires-version-final-en-proceso.pdf>

- Municipios de la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA): Moreno (especialmente la localidad de Cuartel V y parte de Trujui), Quilmes, Avellaneda (particularmente Villa Inflamable y los sectores ribereños), parte de La Matanza, Luján, Merlo, Marcos Paz, Pilar, Vicente López, Lomas de Zamora, Tigre, Escobar, Campana y Zárate.

Además, hubo numerosas rutas con corte total o anegamientos, entre las que se destacan las siguientes:

- Ruta Provincial N° 51 entre Arrecifes y Carmen de Areco.
- Ruta Provincial N° 191 entre Arrecifes y Salto.
- Ruta Provincial N° 31 en Salto y Rojas.
- Ruta Provincial N° 32 entre Salto y Pergamino.
- Acceso a Villa Lía por Ruta Provincial N° 41, San Antonio de Areco.
- Ruta Nacional N° 8 (Km 98 al 168) – corte total.
- Ruta Nacional N° 9 (Baradero – Campana) – corte total.
- Corte total del Puente Zárate Brazo Largo.

3. PRECIPITACIONES: Caracterización histórica y del evento

Con el objetivo de realizar una caracterización pluvial histórica de la zona afectada, se utilizaron como soporte analítico los registros de las estaciones meteorológicas Junín Aero, Campo de Mayo Aero, Mariano Moreno Aero y San Fernando Aero del SMN, ubicadas en las proximidades de la región en estudio. Adicionalmente, también se analizaron los datos de las estaciones Villa Ramallo, San Pedro, Río Tala, Lima, Ferre, Arrecifes y Alfonso, pertenecientes a la red del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), también emplazadas dentro del área en estudio.

En la Figura 3.1 se exhibe la ubicación de todas las estaciones mencionadas previamente, mientras que en la Tabla 3.1 se muestra un resumen de la ubicación, período de registro, organismo al que pertenecen y período de registro utilizado.

Es importante mencionar que, si bien los datos de la estación Mariano Moreno fueron analizados, sus resultados no se consideraron de relevancia y no se muestran en el presente informe debido a la cantidad de datos faltantes (posee más registros faltantes que valores observados).

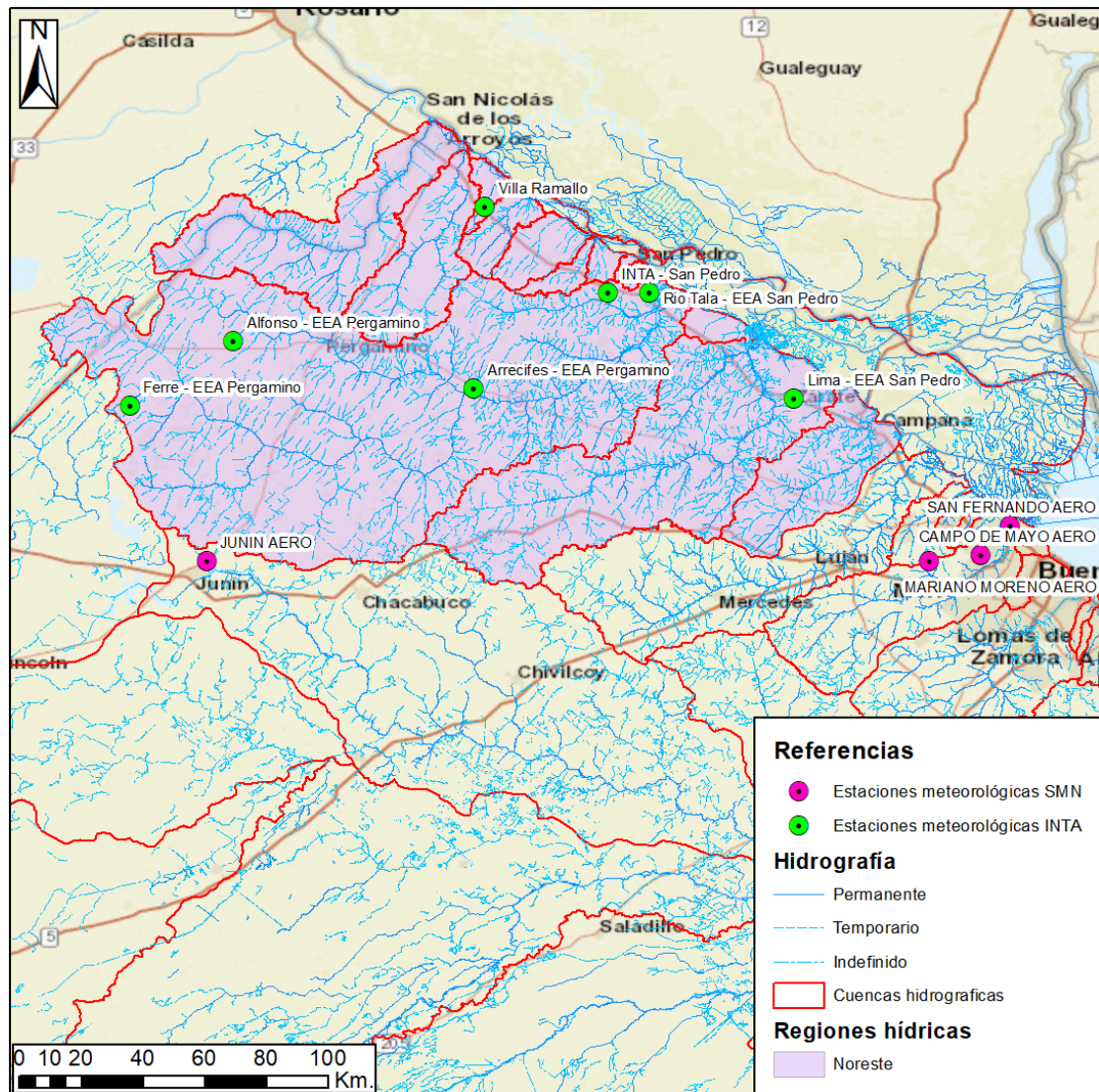


Figura 3.1. Estaciones meteorológicas analizadas.

Tabla 3.1. Estaciones meteorológicas analizadas.

Estación	Fuente	Latitud	Longitud	Altitud [msnm]	Período de registro utilizado
Campo de Mayo Aero	SMN	-34,53	-58,67	26	2018-2024
Junín Aero	SMN	-34,55	-60,92	81	1961-2024
Mariano Moreno Aero	SMN	-34,55	-58,82	32	2001-2024
San Fernando Aero	SMN	-34,45	-58,58	3	1996-2024
Villa Ramallo	INTA	-33,52	-60,11	-	2021-2024
San Pedro	INTA	-33,74	-59,80	26	2012-2024
Río Tala	INTA	-33,77	-59,63	29	2010-2024
Lima	INTA	-34,08	-59,21	28	2010-2024
Ferre	INTA	-34,10	-61,14	103	2011-2024
Arrecifes	INTA	-34,05	61,14	36	2010-2024
Alfonso	INTA	-33,91	-60,84	80	2010-2024

3.1 Lluvias registradas SMN

Inicialmente se analizaron los valores mensuales de las lluvias ocurridas para todo el periodo, posteriormente, se obtuvieron los promedios mensuales y anuales y, finalmente, el acumulado anual junto a una media móvil de cinco años. Cabe destacar que, debido a la proximidad geográfica entre dos de las estaciones (San Fernando Aero y Campo de Mayo Aero), su análisis se realizó de manera conjunta, presentando los resultados en un único gráfico. En cambio, para la estación Junín Aero, dado su emplazamiento más alejado, los resultados se presentan por separado. (Figuras 3.2 a 3.7).

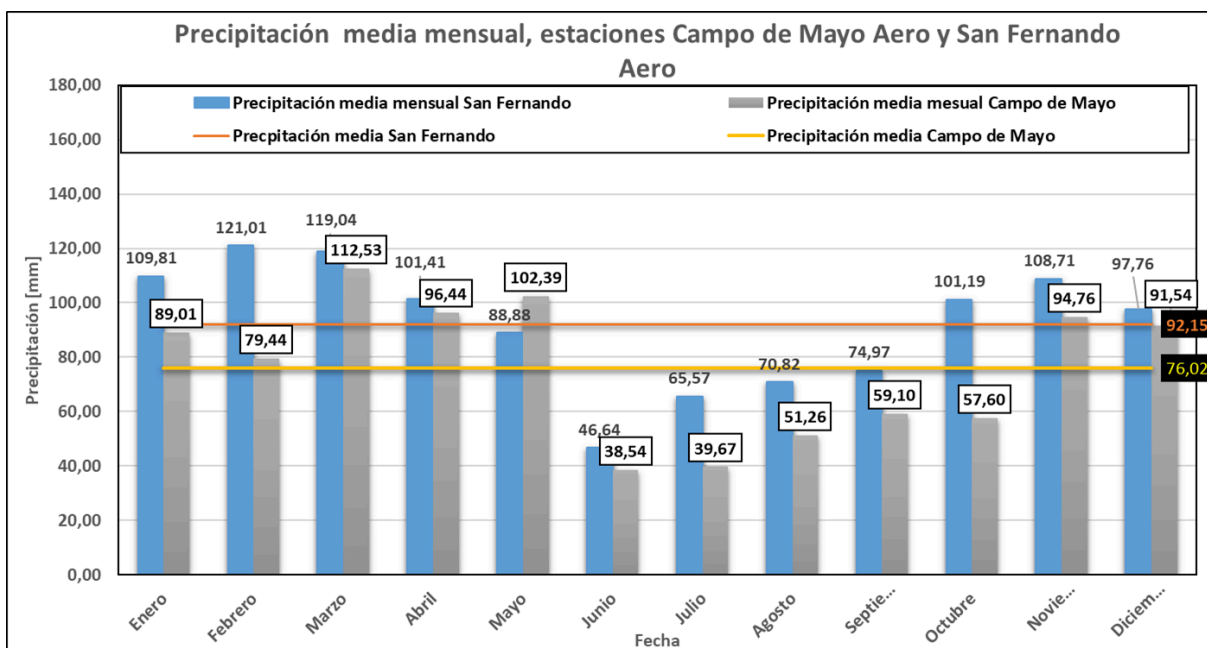


Figura 3.2. Precipitación media mensual, San Fernando y Campo de Mayo.

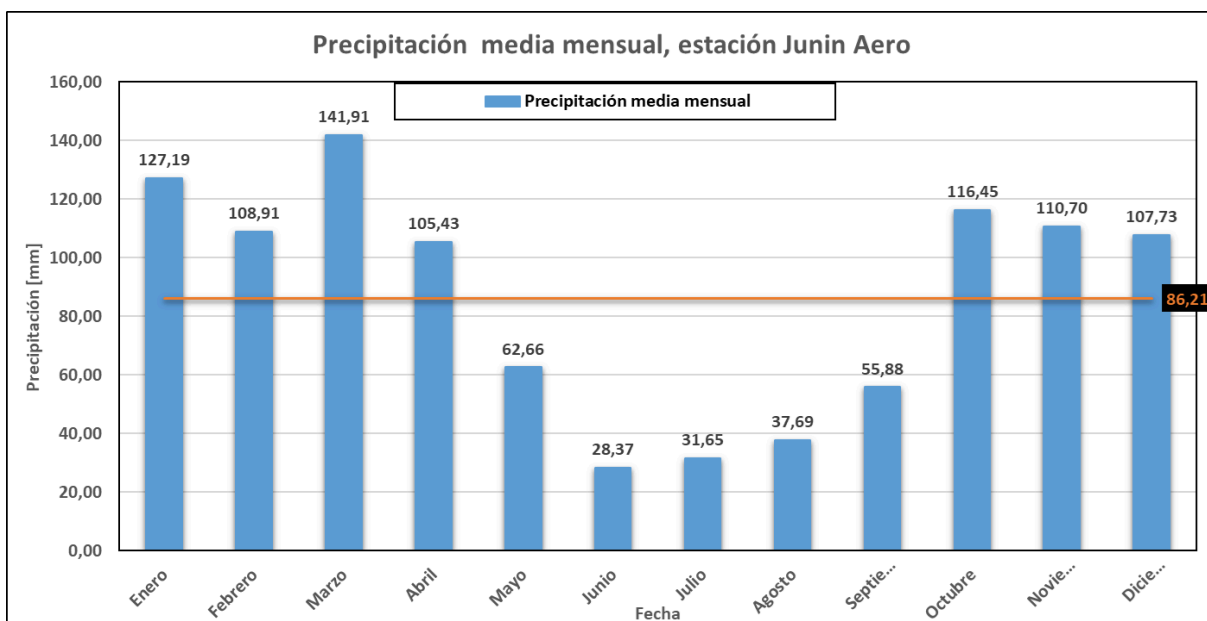


Figura 3.3. Precipitación media mensual, Junín Aero (SMN) 1961 – 2024.

Para las estaciones Campo de Mayo Aero y San Fernando Aero (Figura 3.2) se identifica un régimen estacional, con precipitaciones medias máximas en los meses de febrero y marzo, y mínimas en junio. Si bien existen algunas diferencias entre los registros de ambas estaciones, las tendencias generales son similares, al igual que los valores medios mensuales (76,02 mm en Campo de Mayo y 92,15 mm en San Fernando). Cabe señalar que la estación Campo de Mayo cuenta con un registro más limitado, de solo 6 años, mientras que la estación San Fernando dispone de una serie más extensa, de 28 años.

Por otra parte, para el caso de la estación Junín Aero, puede concluirse que también se trata de un régimen estacional de lluvias con un pico en el mes de enero y otro en el mes de marzo, de 127,2 mm y 141,9 mm, respectivamente. (Figura 3.2). Por su parte, los valores medios mínimos se observan en los meses de junio y julio, próximos a los 30 mm. Finalmente, se obtuvo el valor medio mensual de lluvia para todo el período de registro, siendo de 82,6 mm.

Según los datos presentados, para el caso de las estaciones Campo de Mayo Aero y San Fernando Aero se obtuvo que el año más húmedo fue el 2014, con una precipitación acumulada de 1.943,0 mm, es decir, un 79% más que el promedio (1.086,9 mm), mientras que el más seco fue el 2008 con una precipitación media mensual de 586,7 mm, un 54% por debajo del promedio.

Para la estación Junín Aero, se obtuvo que el año más húmedo fue el 2001 con una precipitación acumulada de 1.786 mm, es decir, un 74% más que el promedio (1.027,1 mm), mientras que el año más seco fue el 2022 con una precipitación media mensual de 595,2 mm, 58% por debajo del promedio.

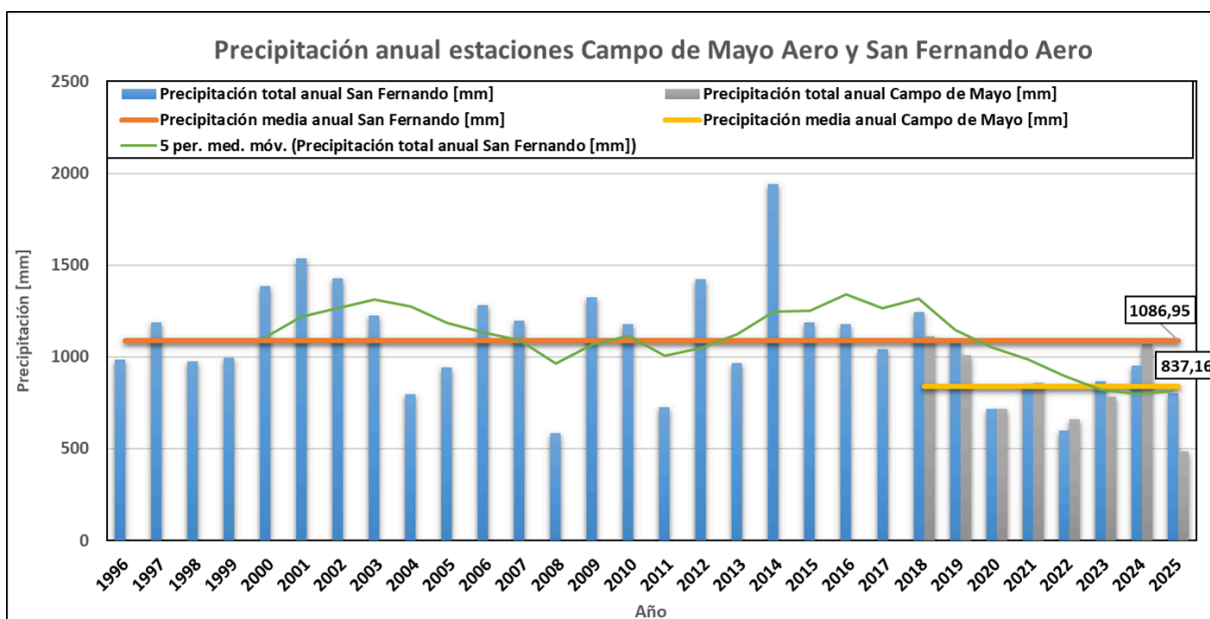


Figura 3.4. Precipitación anual acumulada y media móvil de 5 años, Campo de Mayo Aero y San Fernando Aero (SMN).

Analizando la Figura 3.5, se observa que, de los últimos 5 años (2020-2024), ninguno alcanza la media anual, tratándose de un período seco, con precipitaciones relativamente bajas. Además de lo ya mencionado con respecto al año 2022, se observa que en dicho período también se registró el segundo año histórico de menor precipitación (2021, 644,1 mm). Algo similar ocurre analizando la estación San Fernando Aero, ya que, desde el 2020, no se observan registros que alcancen la media.

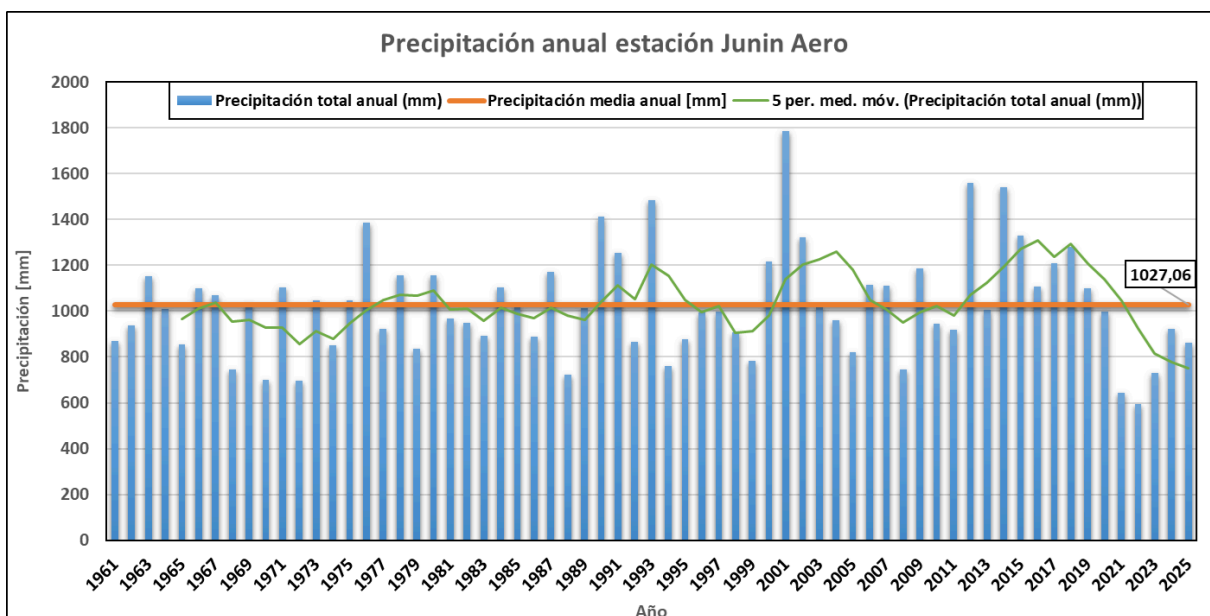


Figura 3.5. Precipitación anual acumulada y media móvil de 5 años, Junín Aero (SMN).

Adicionalmente a los análisis previamente mencionados, se buscó caracterizar los eventos de máxima precipitación acumulada en 24 horas en cada año, para la totalidad del registro,

incluyendo el período enero-mayo 2025. En las Figuras 3.6 y 3.7, se exhiben los resultados de dicho análisis.

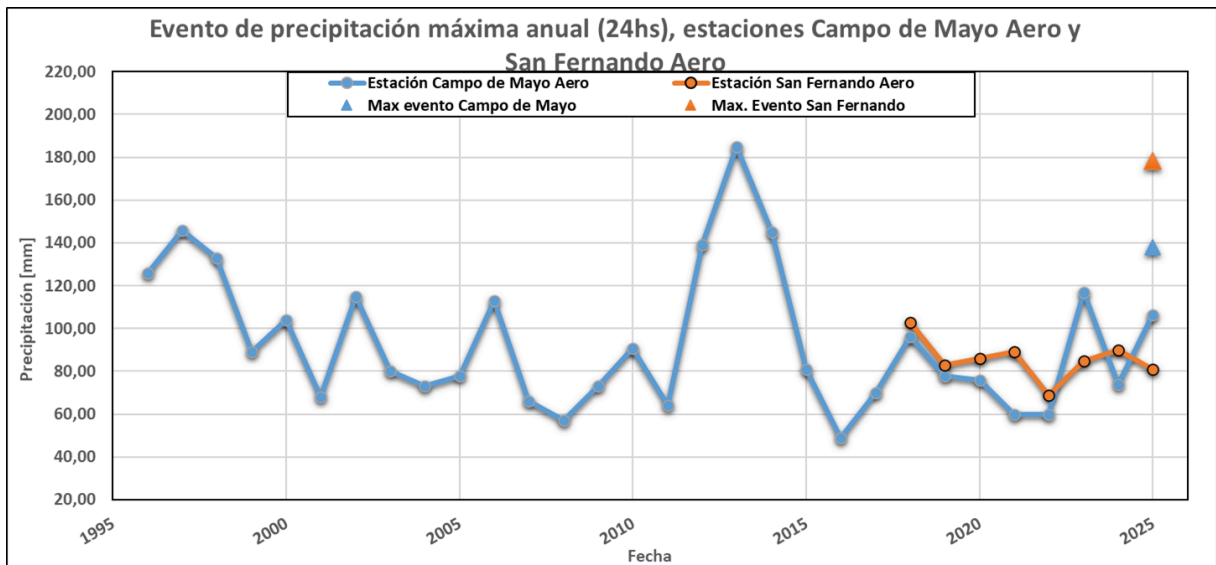


Figura 3.6. Precipitación máxima diaria por año, Junin Aero (SMN).

Como puede observarse en la Figura 3.7, si bien la lluvia registrada el 15 de mayo del 2025 fue de una magnitud considerable (117 mm), no se encuentra entre los diez de mayor intensidad de todo el período analizado. Sin embargo, al contabilizar el evento completo (las precipitaciones ocurridas durante los días 15, 16 y 17), este se transforma en el tercero de mayor magnitud en los últimos 65 años (punto naranja).

Por otra parte, la precipitación acumulada durante las 72 horas representa casi un 20% de la precipitación media anual acumulada.

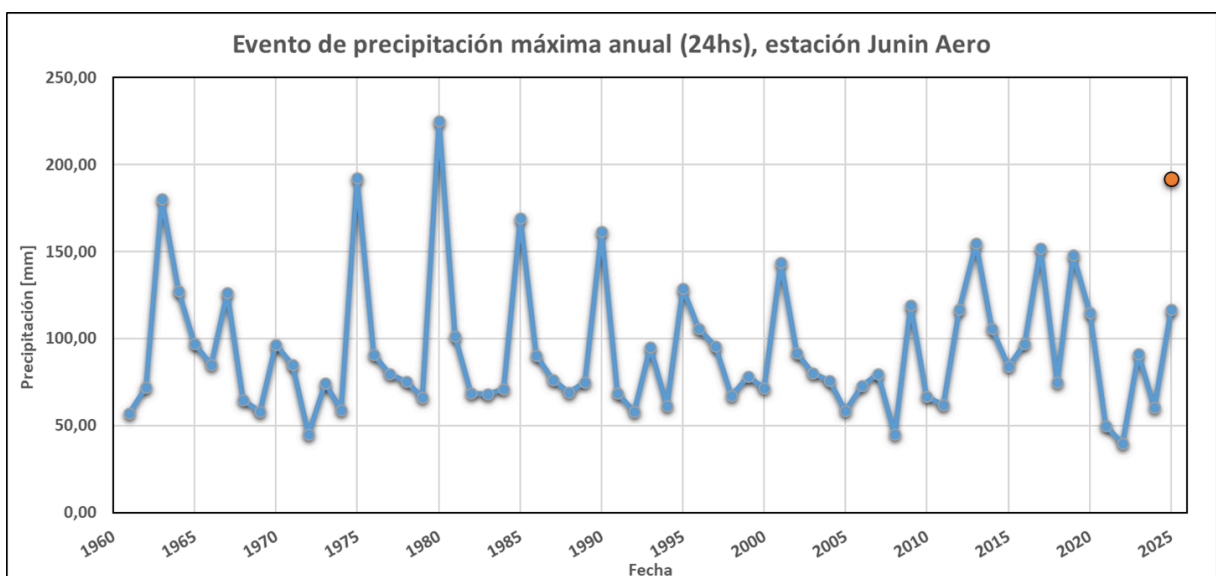


Figura 3.7. Precipitación máxima diaria por año, Junin Aero (SMN).

Algo similar se observa en la Figura 3.6. En el caso de la estación San Fernando Aero, al considerar los tres días del evento, este se convierte en el de mayor magnitud de toda la serie histórica (2018–2025). Por su parte, en la estación Campo de Mayo, al incluir también los tres días, el evento se ubica entre los cinco más significativos del período 1995–2025.

Por otra parte, en la Figura 3.8, se presentan las precipitaciones medias mensuales previamente exhibidas en la Figura 3.1, junto con los registros correspondientes a enero, febrero y marzo del 2025. Como puede observarse, en enero de 2025 se registraron precipitaciones sustancialmente inferiores a la media histórica (aproximadamente un 50%). En contraste, en febrero se produjo un incremento del orden del 100% con respecto a la media mensual y, finalmente, en el caso de marzo de 2025, las precipitaciones acumuladas en ese período alcanzan aproximadamente el 50% de la media mensual.

Esto indica que, además de la ocurrencia de un evento extraordinario de precipitaciones, ya en el mes previo se registraron lluvias significativamente superiores a lo habitual. Esta situación pudo haber influido en factores como la humedad del suelo, los volúmenes de agua acumulados en áreas bajas y los caudales de ríos y arroyos, afectando tanto el escurrimiento superficial como la capacidad de infiltración.

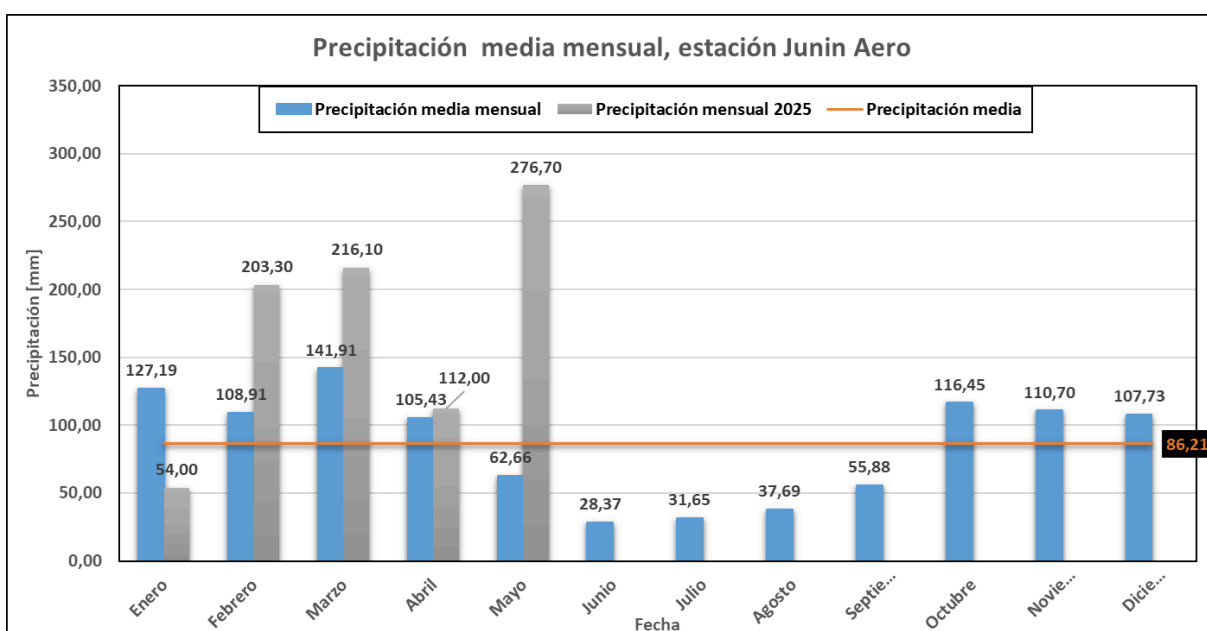


Figura 3.8. Precipitación media mensual y precipitación mensual 2025.

Por último, en la Figura 3.9 se exhiben los registros pluviométricos de todas las estaciones para todo el mes de mayo del 2025, mientras que la Figura 3.10 presenta un detalle de los 3 días en los que se desarrollaron las precipitaciones más intensas (15, 16 y 17 del mismo mes).

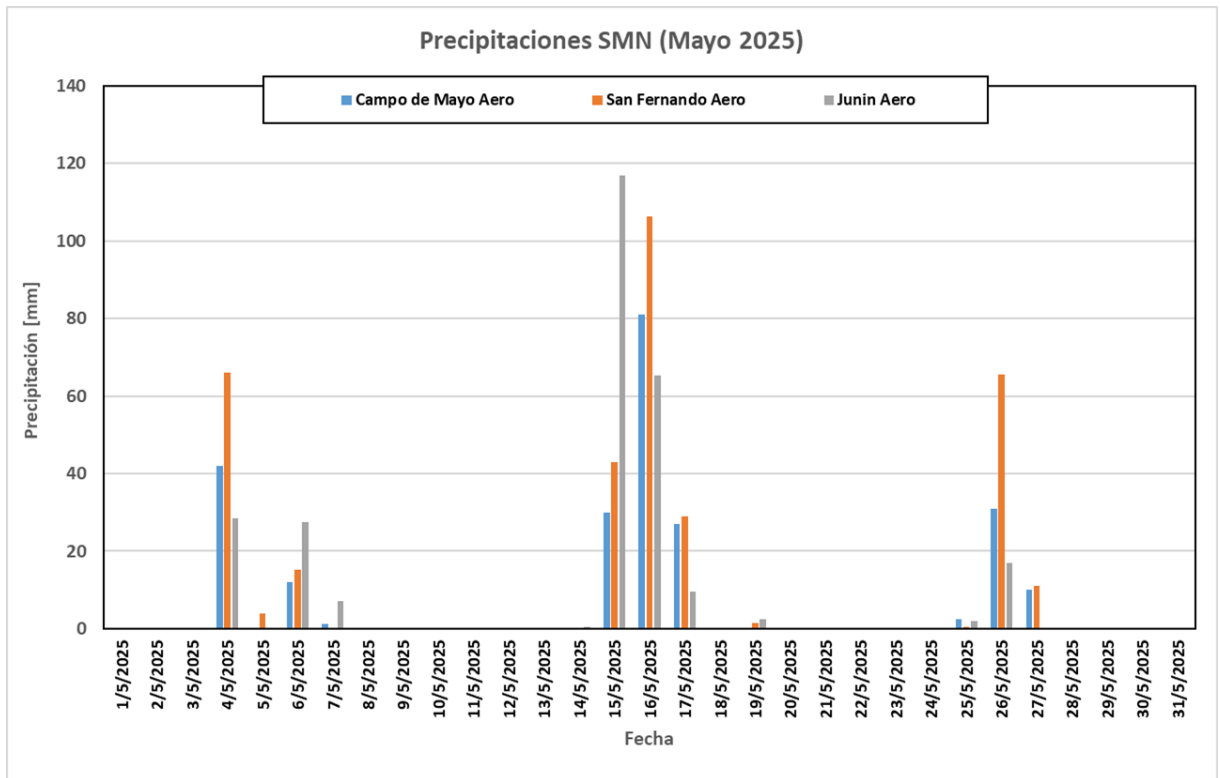


Figura 3.11. Registros pluviométricos diarios, mayo 2025. Fuente: SMN.

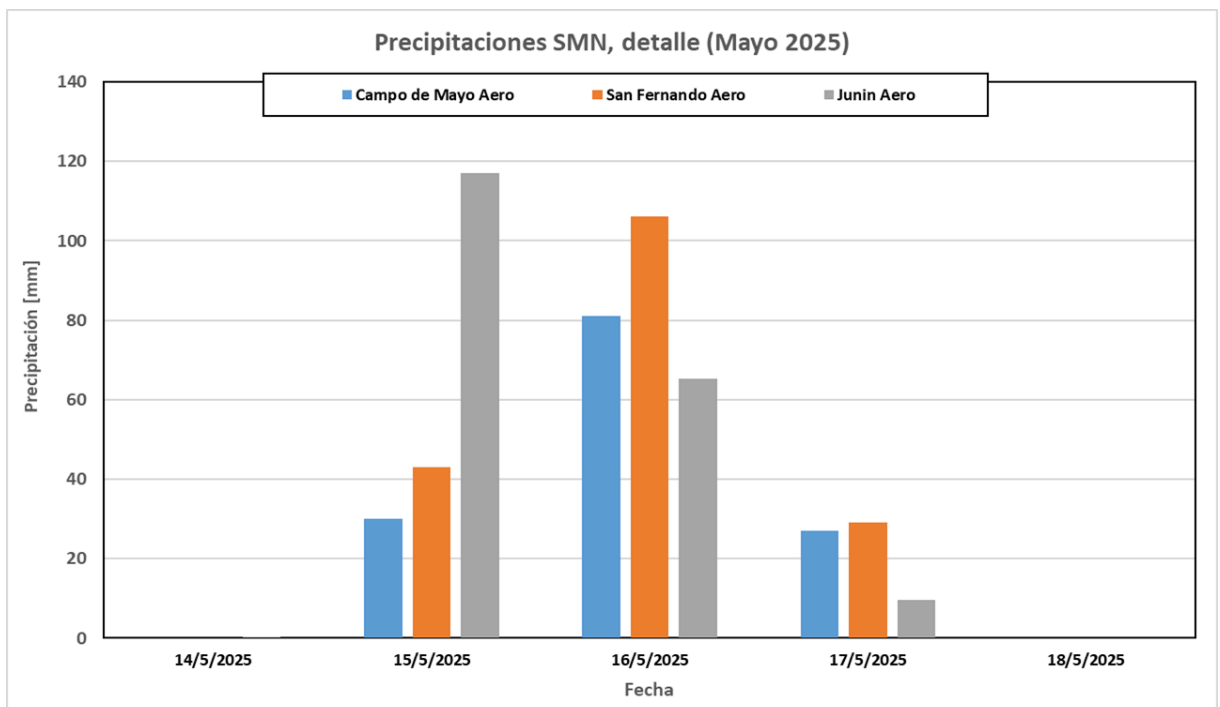


Figura 3.12. Registros pluviométricos, mayo 2025, detalle. Fuente: SMN.

De lo expuesto anteriormente se observa que las máximas precipitaciones se registraron en la estación Junín Aero, con unos 115 mm para el 15-5-2025. Asimismo, se observan valores

similares en la estación San Fernando Aero para el día siguiente (106,2 mm). Por otra parte, si se compara el acumulado de los 3 días (15, 16 y 17), las precipitaciones para las tres estaciones varían entre los 138,1 mm y los 192,3 mm.

3.2 Lluvias registradas INTA

Para el caso de las estaciones del INTA, si bien no se realizó un análisis de medias mensuales, se estudiaron los datos pertenecientes al mes de mayo del 2025, con el objetivo de simplemente cuantificar las precipitaciones ocurridas durante el evento en análisis. De manera análoga a lo realizado sobre el final del capítulo 3.1, la Figura 3.11 exhibe los registros pluviométricos de todas las estaciones para todo el mes, mientras que la Figura 3.12 presenta un detalle de los 3 días en los que se desarrollaron las precipitaciones más intensas (15, 16 y 17 de mayo).

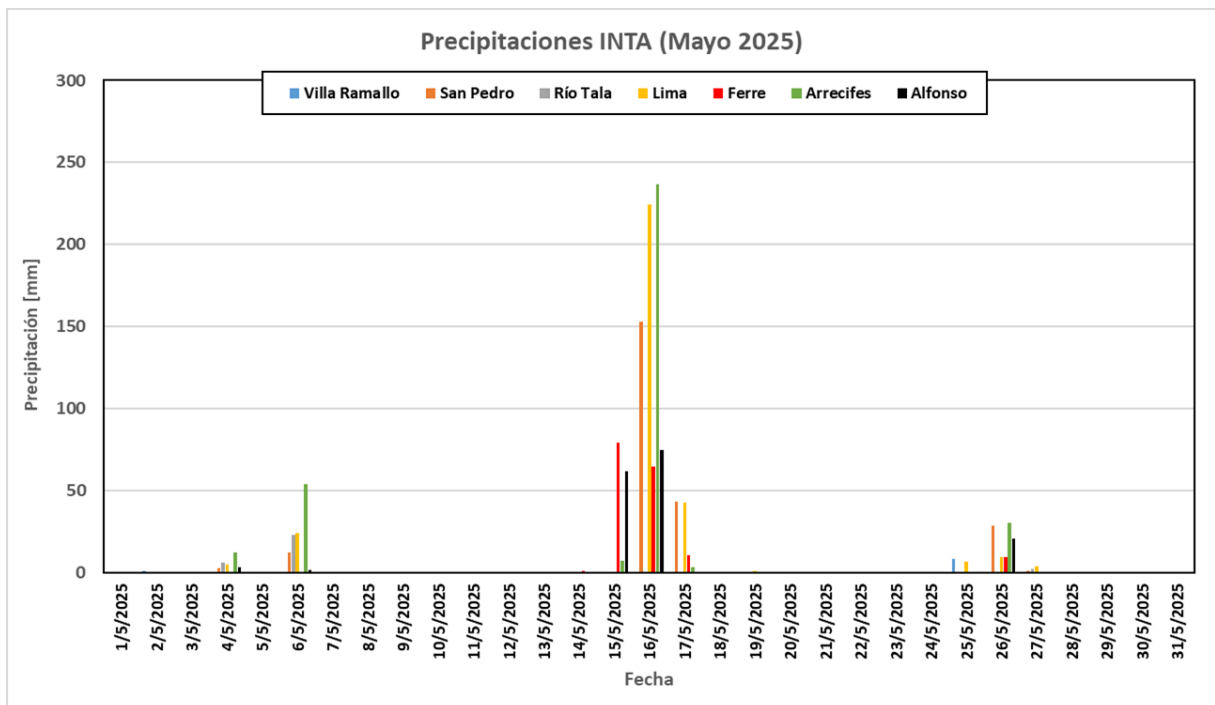


Figura 3.11. Registros pluviométricos, mayo 2025. Fuente: INTA.

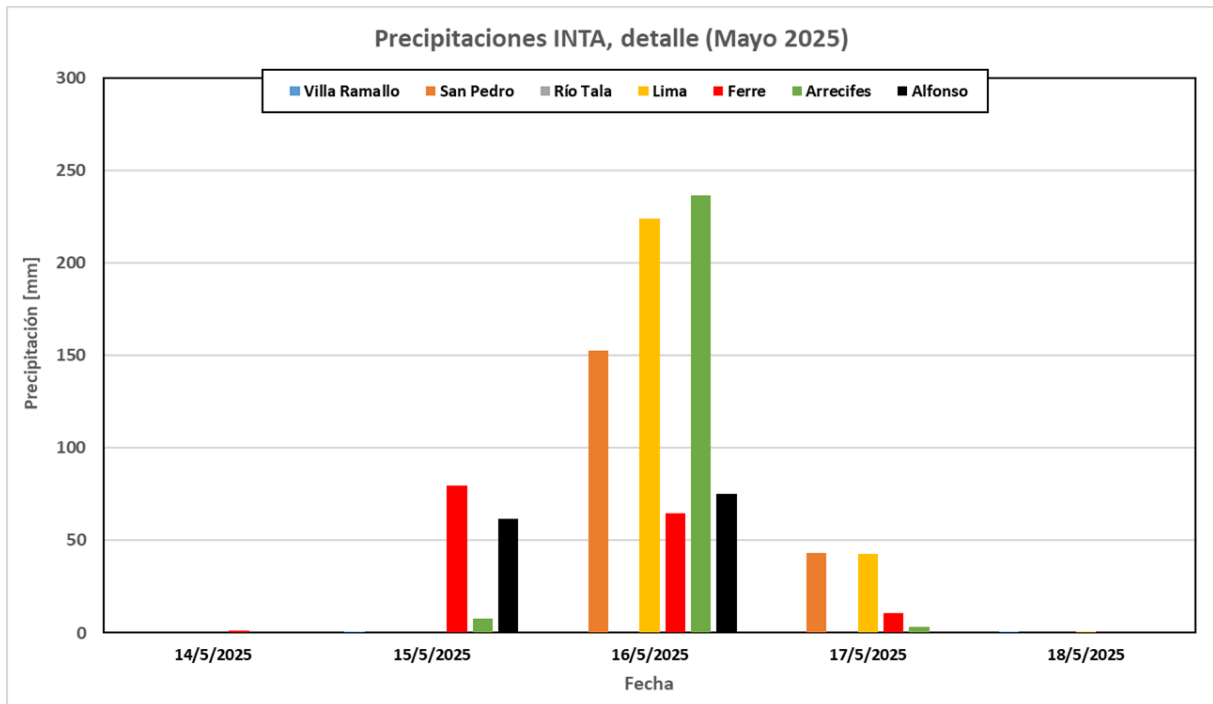


Figura 3.12. Registros pluviométricos, mayo 2025, detalle. Fuente: INTA.

De lo expuesto anteriormente se observa que las máximas precipitaciones se registraron en la estación Arrecifes, con más de 236 mm para el 16-5-2025. Además,, se observan valores similares en la estación Lima para el mismo día (224,25 mm). Por otra parte, si se compara el acumulado de los 3 días (15, 16 y 17), las precipitaciones para las estaciones San Pedro, Lima, Ferre, Arrecifes y Alfonso, varían entre los 130 y los 267 mm. Finalmente, en contrapartida, se observa que las estaciones Villa Ramallo y Río Tala no acusan registros de precipitaciones para el mismo período de tiempo.

3.3 Información Radar

En la Figura 3.8 se presenta una imagen del 19 de mayo a las 11.00hs, del radar meteorológico del SINARAME ubicado en la ciudad de La Plata. En la imagen se observa la distribución de la tormenta para ese momento, con un frente Noroeste-Sudeste que avanza hacia el río Paraná, al Noreste de la provincia de Buenos Aires.

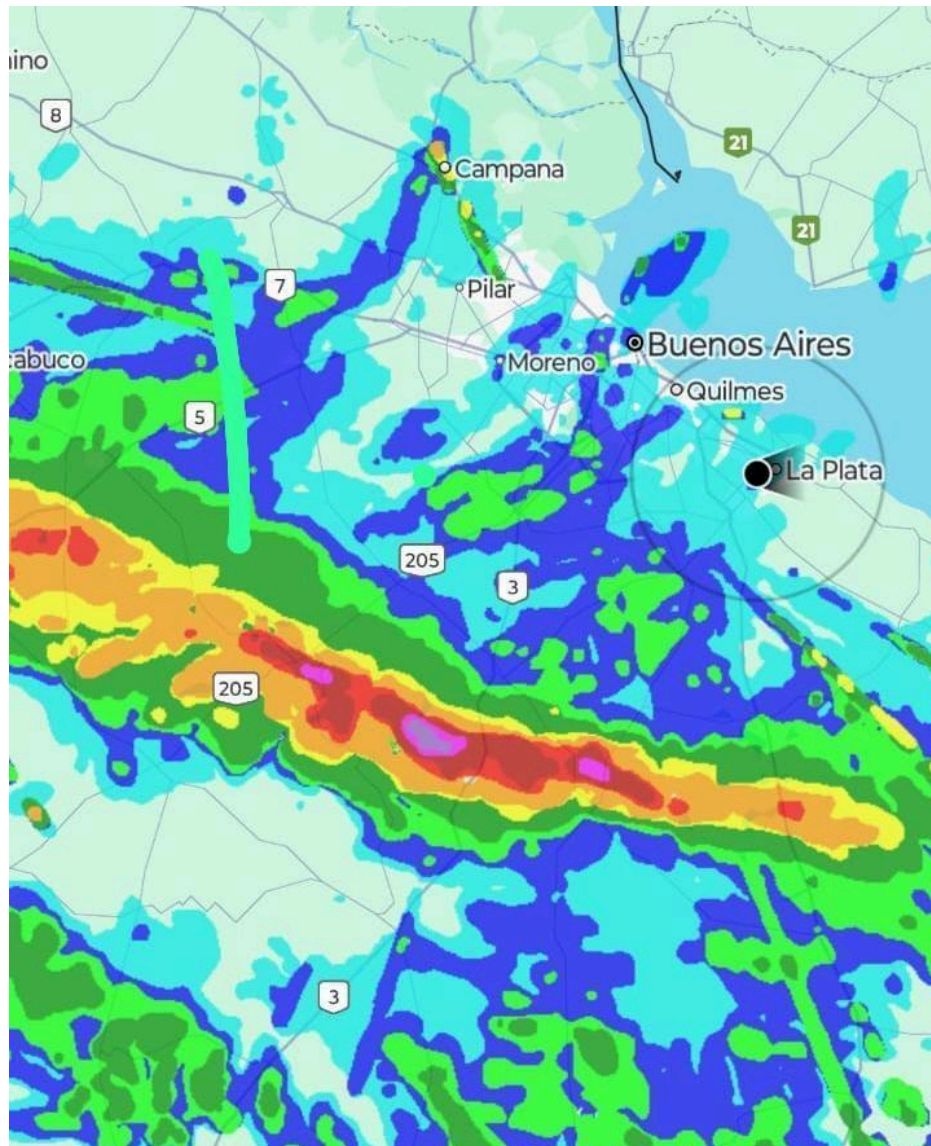


Figura 3.8. Imagen del radar de 19 de mayo de 2025,. Fuente: SMN.

4. IMÁGENES SATELITALES

Con el propósito de evaluar el comportamiento del fenómeno climático en estudio a una escala regional, se analizaron diferentes productos e imágenes de sensores remotos satelitales, con el fin de identificar visualmente y por medio de índices, la distribución espacial de la precipitación en los días de registro de la emergencia, excesos hídricos o manchas de inundación y la presencia de agua en superficie, después de la evento de precipitación extremo.

A continuación, se expondrán los productos e imágenes de las misiones satelitales que tiene presencias en el área de estudio, considerados para analizar el comportamiento de evento de en cuestión.

4.1 Persiann

Durante los días 15 al 17 de mayo de 2025, se registró un evento de precipitación extrema que afectó a distintas regiones de la provincia de Buenos Aires, provocando anegamientos, crecidas súbitas y situaciones de emergencia en áreas urbanas y rurales. Ante la necesidad de evaluar con precisión la magnitud, distribución espacial y temporal de este fenómeno, se recurrió al análisis de productos de precipitación satelital proporcionados por el sistema PERSIANN (Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks), particularmente el producto PDIR-NOW. Los productos satelitales fueron descargados desde el portal de acceso libre de CHRS Data Portal (<https://chrsdata.eng.uci.edu/>).

PERSIANN-PDIR-NOW es un sistema de monitoreo de precipitación en tiempo casi real desarrollado por el Center for Hydrometeorology and Remote Sensing (CHRS) de la Universidad de California, Irvine. Este producto ofrece estimaciones de precipitación cada 30 minutos, combinando datos de temperatura del canal infrarrojo de satélites geoestacionarios con técnicas de aprendizaje automático. Para este estudio, se descargaron imágenes de precipitación acumulada diaria, así como compuestos horarios cada 6 y cada 3 horas, abarcando el periodo del evento.

El análisis multitemporal y multiescala de estos productos satelitales permitió construir mapas de precipitación clave para identificar las zonas más afectadas, comprender la evolución temporal del fenómeno y generar insumos objetivos para los informes de emergencia y la planificación de medidas de respuesta.

Inicialmente se generaron mapas de precipitación acumulada diaria los tres días clave del evento. Estos mapas permiten identificar de forma rápida las áreas que recibieron los mayores volúmenes de lluvia durante cada jornada. Su importancia radica en que permiten evaluar la severidad del evento día por día, facilitando la comparación espacial entre distintos sectores de la provincia. Estos mapas estiman los impactos a escala regional, contribuyendo a la relación de la distribución de la precipitación con las alertas meteorológicas, reportes de emergencia y registros pluviométricos in situ. En la Figura 4.1 se muestran las imágenes de los días 15, 16, 17 de mayo de 2025, donde se registra el acumulado de las precipitaciones por el día, encontrándose que el día 16 fue el mayor registro de precipitación acumulada, el cual requiere más detalle con las imágenes satelitales por hora.

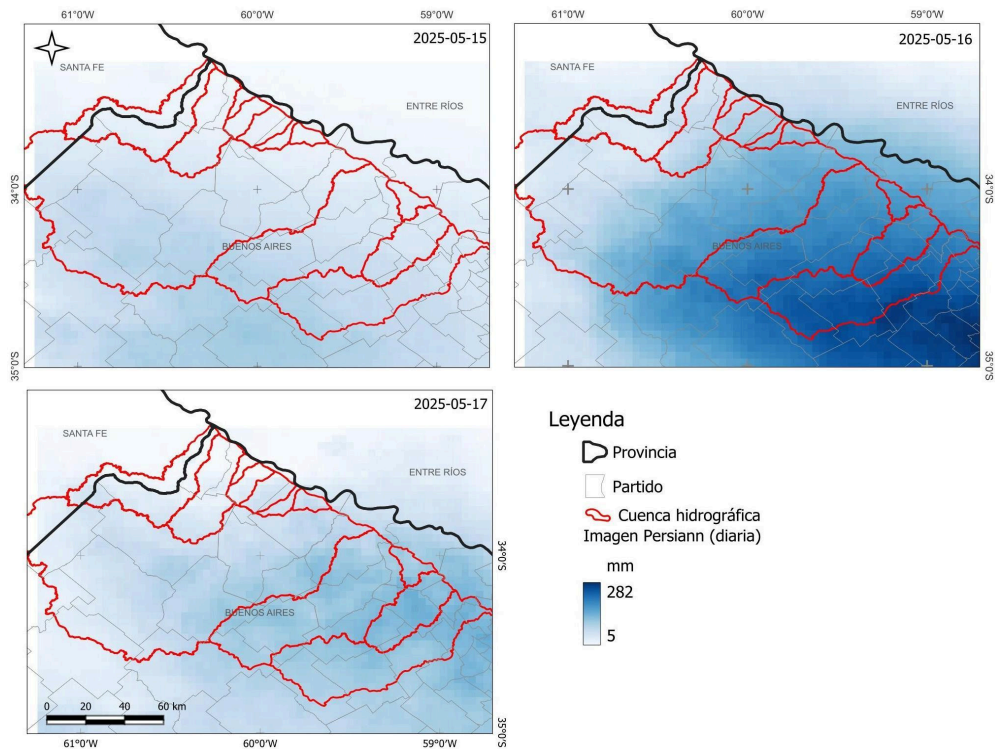


Figura 4.1 Imágenes de precipitación diaria Persiann.

Paso seguido, se construyeron mapas que agrupan la precipitación acumulada cada 6 horas. Esto permitió observar la evolución subdiaria del evento, evidenciando pulsos de mayor intensidad que no son fácilmente detectables en los promedios diarios.

Este nivel de resolución temporal es especialmente útil para identificar las ventanas horarias de mayor riesgo, detectar la ocurrencia de núcleos convectivos y evaluar si el evento fue continuo o si se presentó en forma de varios pulsos intensos. Es una escala clave para la toma de decisiones operativas y para el análisis hidrológico de respuesta rápida de cuencas. En la Figura 4.2 se logra ver estas imágenes y como las que corresponden al medio día del 16 de mayo en adelante contiene una mayor cantidad de precipitación acumulada.

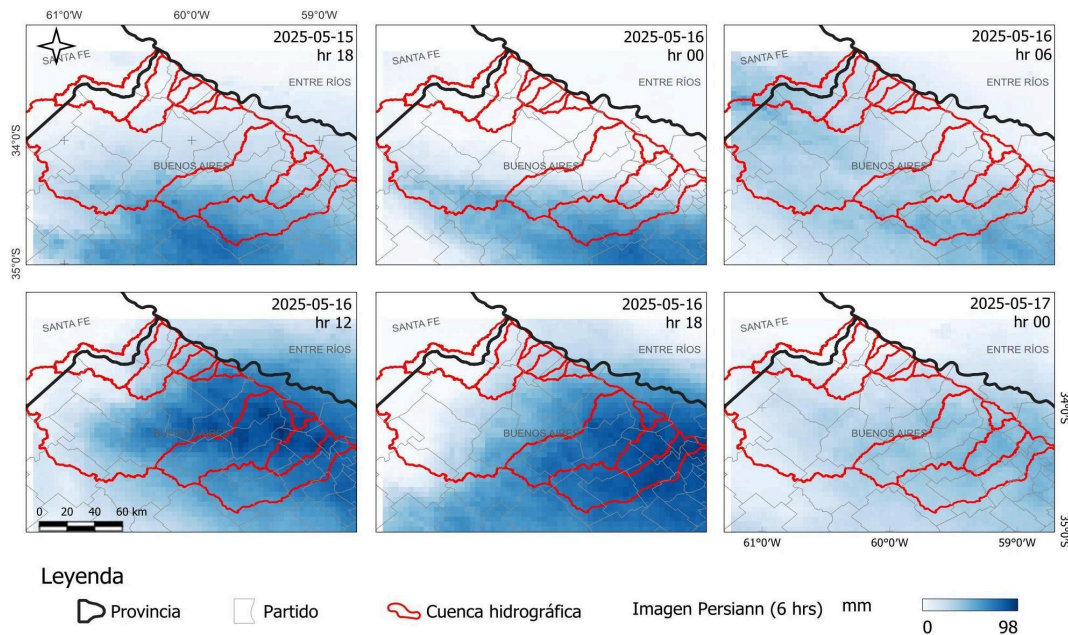


Figura 4.2 Imágenes de precipitación Persiann cada 6 horas del 15,16 y 17 de mayo.

Finalmente, se procesaron mapas con resolución temporal de 3 horas, alcanzando un mayor nivel de detalle. Esta escala permitió identificar variaciones muy rápidas en la intensidad y localización de la precipitación, lo cual es especialmente útil para evaluar eventos súbitos o de tipo convectivo. Los mapas horarios en ventanas de 3 horas son cruciales para el análisis de eventos extremos de corta duración. Permiten correlacionar el desarrollo de tormentas localizadas con reportes de campo, inundaciones repentinas y para validar modelos de predicción hidrometeorológica. Además, aportan un insumo detallado que mejora la precisión de los informes de emergencia y las acciones de respuesta. En la Figura 4.3 se exponen estas imágenes, encontrando las precipitaciones más fuertes aproximadamente a las 15 horas del día 16 de mayo, de igual forma se nota como la tormenta se va desplazando de oeste a este.

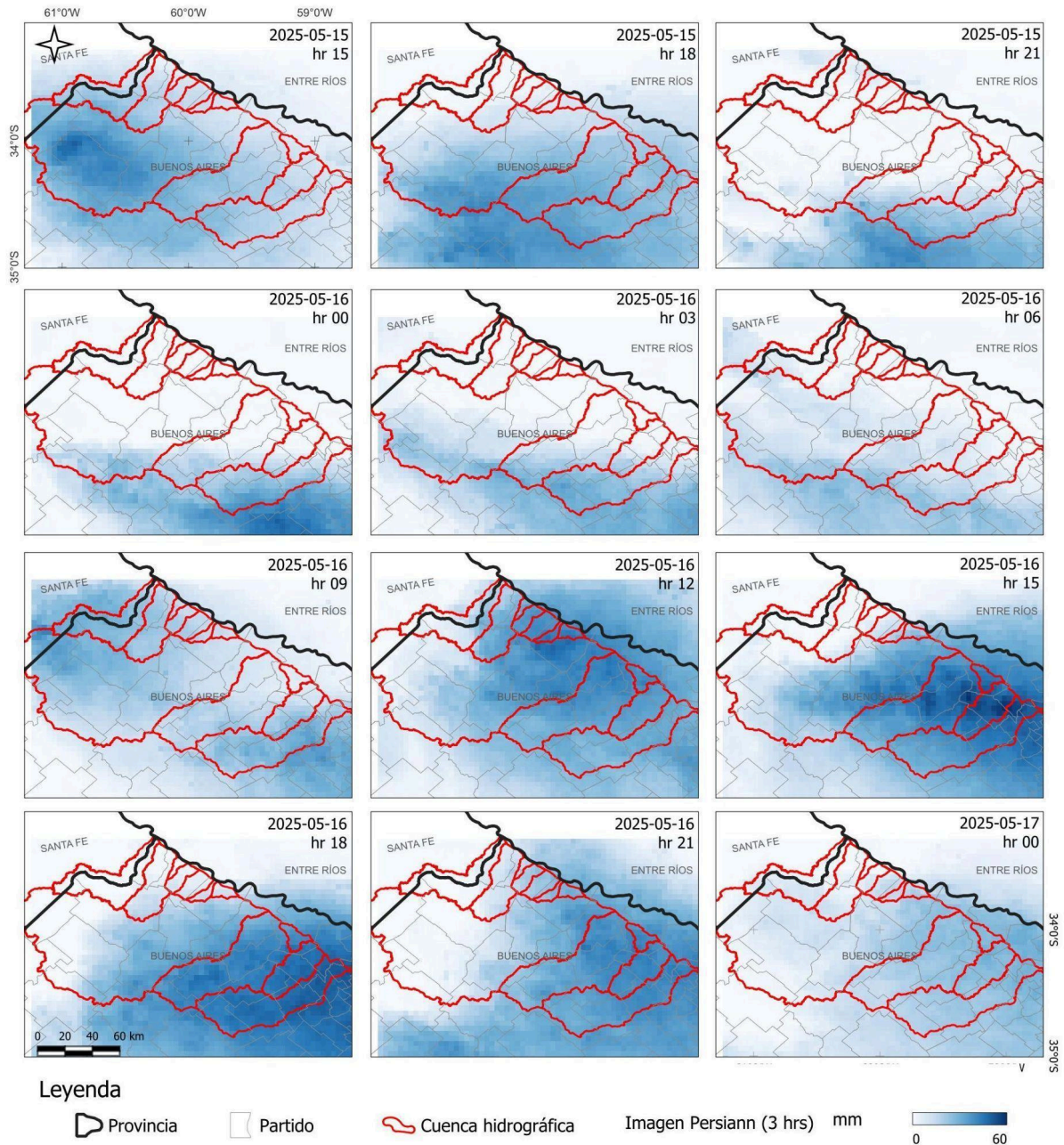


Figura 4.3. Imágenes de precipitación Persiann cada 3 horas del 15, 16 y 17 de mayo.

El uso del producto PDIR-NOW de la misión PERSIANN permitió realizar un seguimiento detallado del evento de precipitación desde múltiples escalas temporales. Esto no sólo permitió identificar las zonas más afectadas, sino también caracterizar la dinámica temporal del evento, incluyendo los horarios de mayor intensidad. Este tipo de información es importante para poder comprender los mecanismos que generaron el evento, corroborar alertas y reportes de emergencia, estimar la respuesta de las cuencas hidrográficas y aportar insumos para modelos hidrológicos de simulación fortaleciendo los sistemas de alerta temprana y planificación territorial.

4.2 VIIRS

El producto VIIRS Flood Detection Map (conocido como VIIRS NOAA&GMU Flood Version 1.0 - VNG Flood V1.0) es un producto de extensión de inundación derivado de imágenes diurnas del satélite Suomi-NPP/VIIRS. Fue suministrado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) de la República Argentina, ya que se solicitó productos satelitales después de que se activó la emergencia por el evento de precipitación extrema. Proporciona capacidades avanzadas para el monitoreo de recursos hídricos superficiales mediante productos derivados de alta resolución temporal. Para este caso se utilizó un producto diario de fracción de agua superficial por pixel, con resolución espacial de 375 metros, correspondiente al 18 de mayo de 2025.

Se basa en algoritmos que combinan observaciones en múltiples bandas espectrales para determinar el porcentaje de superficie cubierta por agua dentro de cada pixel, lo que proporciona una medida más precisa y granular del impacto del evento que una simple clasificación binaria (inundado/no inundado). Esta metodología permite una cuantificación objetiva de la extensión de inundaciones y constituye una herramienta valiosa para la evaluación rápida de emergencias hídricas, evaluación de daños, estimación de volúmenes de agua y contribuye a la planificación de la recuperación.

Se generaron dos niveles de análisis: un mapa regional abarcando toda la región noreste (Figura 4.2.1) y un análisis detallado a nivel de partido, focalizándose en Salto debido a los severos reportes de inundación registrados en esta jurisdicción (Figura 4.2.2). Esta aproximación multiescala permite tanto la comprensión regional del fenómeno como el análisis detallado de impactos locales.

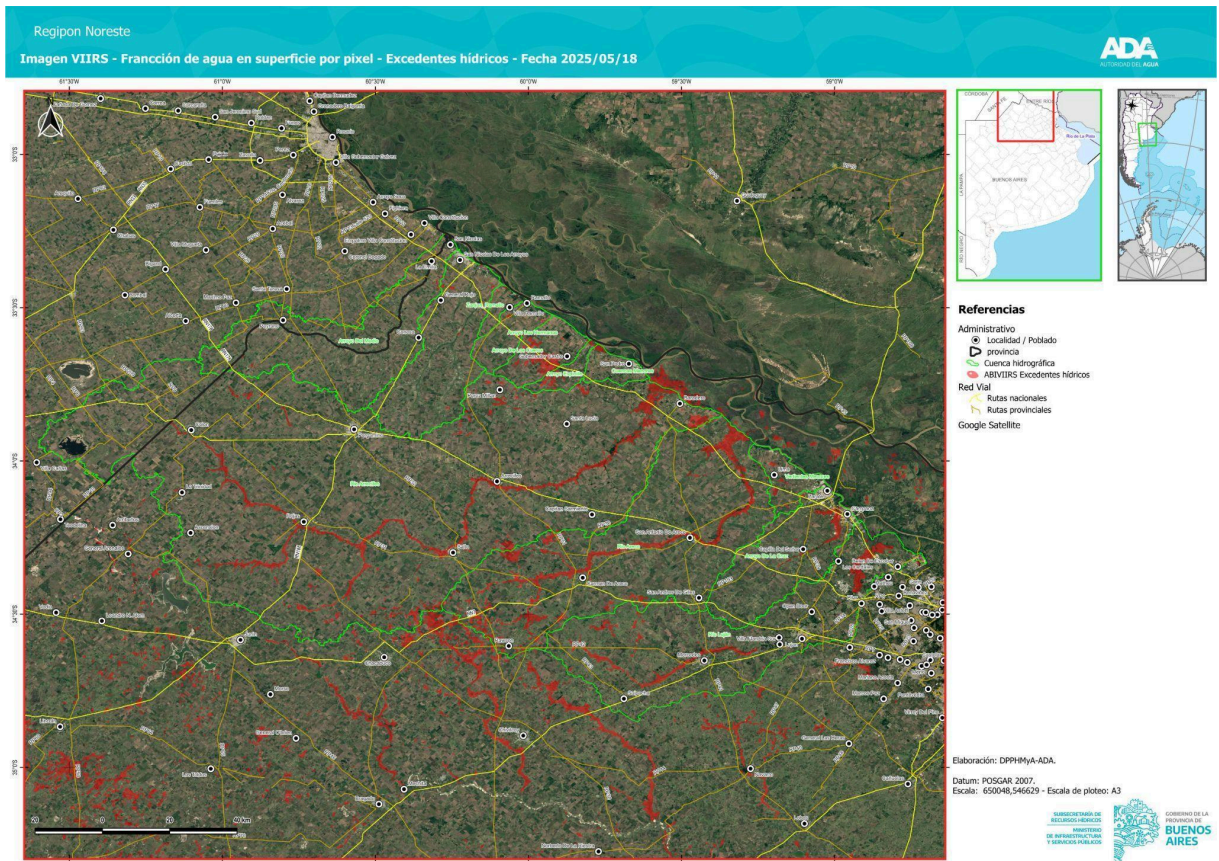


Figura 4.2.1. Imagen diaria ABI/VIIRS del 18 de mayo de 2025 para la región Noreste, mostrando la fracción de agua en superficie por píxel.

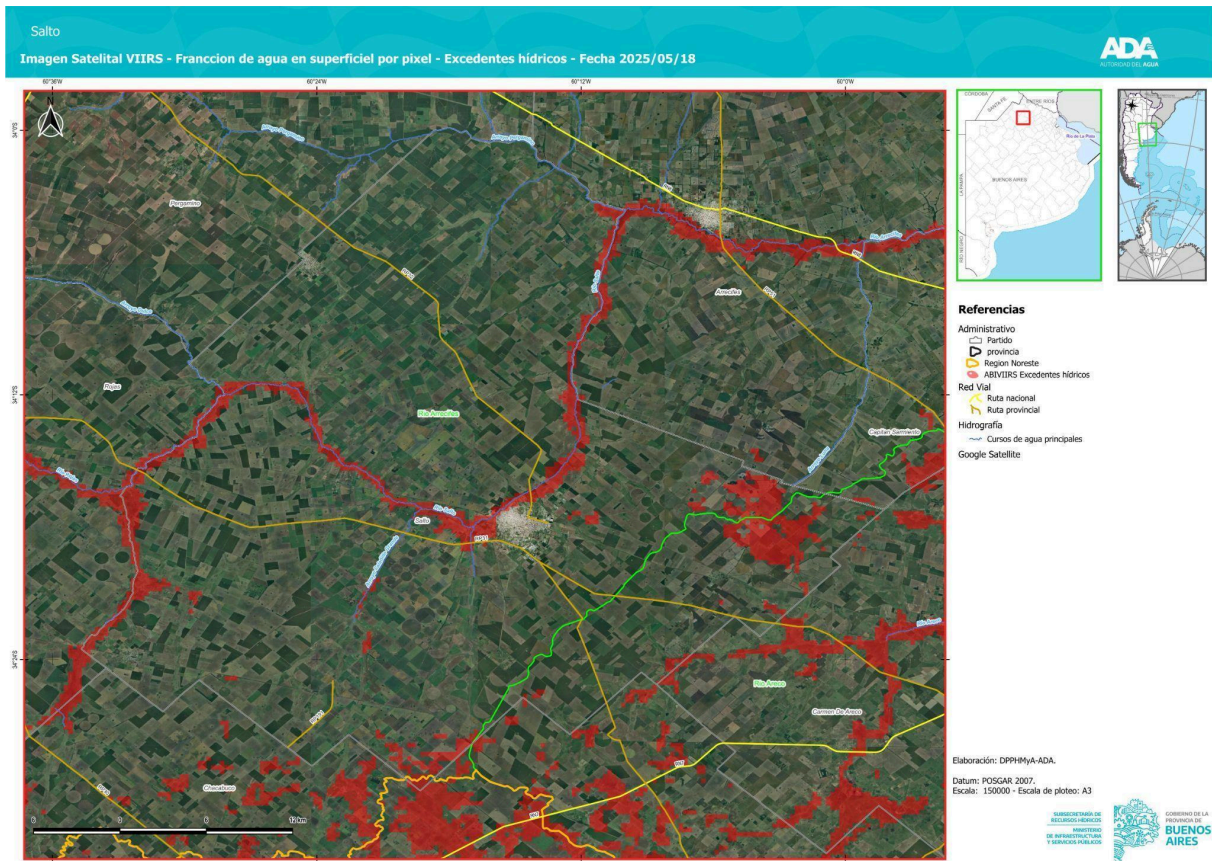


Figura 4.2.2. Imagen diaria ABI/VIIRS del 18 de mayo de 2025 para el partido de Salto, mostrando la fracción de agua en superficie por píxel.

La disponibilidad en tiempo casi real y la información cuantitativa son invaluable para los equipos de respuesta a emergencias, permitiendo una rápida identificación de las áreas más afectadas y la estimación de la magnitud de la inundación para la asignación de recursos. Aunque es un producto óptico y, por lo tanto, requiere condiciones sin nubes para la observación directa, su capacidad para cuantificar la fracción de agua complementa la información de otros sensores, ofreciendo una visión más completa de la dinámica hídrica post-evento. La combinación con datos de ABI (GOES-16) puede mejorar la cobertura bajo nubes.

Las ventajas del producto VIIRS de fracción de agua incluyen su alta resolución temporal (observaciones diarias), procesamiento automatizado que minimiza la subjetividad en la interpretación, y la capacidad de cuantificar la extensión relativa de inundación dentro de cada píxel. Estas características lo convierten en una herramienta complementaria ideal para validar y enriquecer los análisis realizados con otros sensores satelitales.

4.3 Sentinel

Tras la declaración de emergencia por el evento de precipitación extrema, se procedió a la búsqueda sistemática de imágenes satelitales que permitieran documentar el estado post-evento en la zona de estudio. Debido a la alta nubosidad característica de este tipo de fenómenos meteorológicos, la obtención de imágenes ópticas durante los días del evento

resulta técnicamente inviable. Si bien los sensores de radar como Sentinel-1 pueden penetrar la cobertura nubosa, no se registraron pasadas de este satélite sobre el área de interés durante el período crítico. Por esta razón se evaluaron las imágenes satelitales de los sensores Sentinel 2 y 3.

- Sentinel 3 OLCI

El sensor OLCI (Ocean and Land Colour Instrument) a bordo de Sentinel-3 constituye una herramienta fundamental para el monitoreo de recursos hídricos superficiales. Este instrumento multiespectral opera con 21 bandas espectrales en el rango visible e infrarrojo cercano (400-1020 nm), proporcionando una resolución espacial de 300 metros y una resolución temporal de 2-3 días. La misión Sentinel-3, desarrollada por la Agencia Espacial Europea (ESA) dentro del programa Copernicus, está específicamente diseñada para aplicaciones oceanográficas y de monitoreo terrestre, incluyendo la detección de cuerpos de agua y análisis de inundaciones.

La dependencia de los sensores ópticos de condiciones atmosféricas despejadas para la observación directa de la superficie terrestre es una limitación inherente en la teledetección de desastres, especialmente durante eventos climáticos extremos que suelen ir acompañados de densa nubosidad. La disponibilidad de imágenes de Sentinel-3, aunque con una resolución espacial más gruesa, fue crucial para una evaluación inicial, lo que pone de manifiesto la necesidad de una estrategia multi-sensor que integre diferentes tecnologías (ópticas, radar) para asegurar la disponibilidad de información crítica en las fases iniciales de una emergencia, mitigando las limitaciones individuales de cada tecnología.

Para el presente análisis, se obtuvieron imágenes del 18 de mayo de 2025, que presentaron condiciones de nubosidad mínima en la mayor parte de la extensión del área de estudio. Las imágenes fueron descargadas desde el portal Copernicus Data Space Ecosystem (<https://browser.dataspace.copernicus.eu/>), garantizando el acceso a productos de calidad científica validados.

Se realizó un análisis comparativo temporal utilizando una imagen de referencia del 11 de mayo de 2025 (pre-evento) y la imagen del 18 de mayo de 2025 (post-evento). Para optimizar la detección de manchas de inundación, se aplicó una combinación de falso color utilizando las bandas del infrarrojo cercano, rojo y verde (bandas 17, 8 y 6 respectivamente). Esta composición espectral permite una discriminación efectiva entre superficies terrestres y cuerpos de agua, donde estos últimos aparecen en tonalidades oscuras o negras debido a la alta absorción de la radiación infrarroja por parte del agua.

La Figura 4.3.1 presenta la imagen pre-evento del 11 de mayo, mientras que la Figura 4.3.2 muestra las condiciones post-evento del 18 de mayo. La comparación visual permite identificar claramente las extensas manchas de inundación que se desarrollaron como consecuencia del evento de precipitación extrema, particularmente en las cuencas de los ríos Arrecifes y Areco.

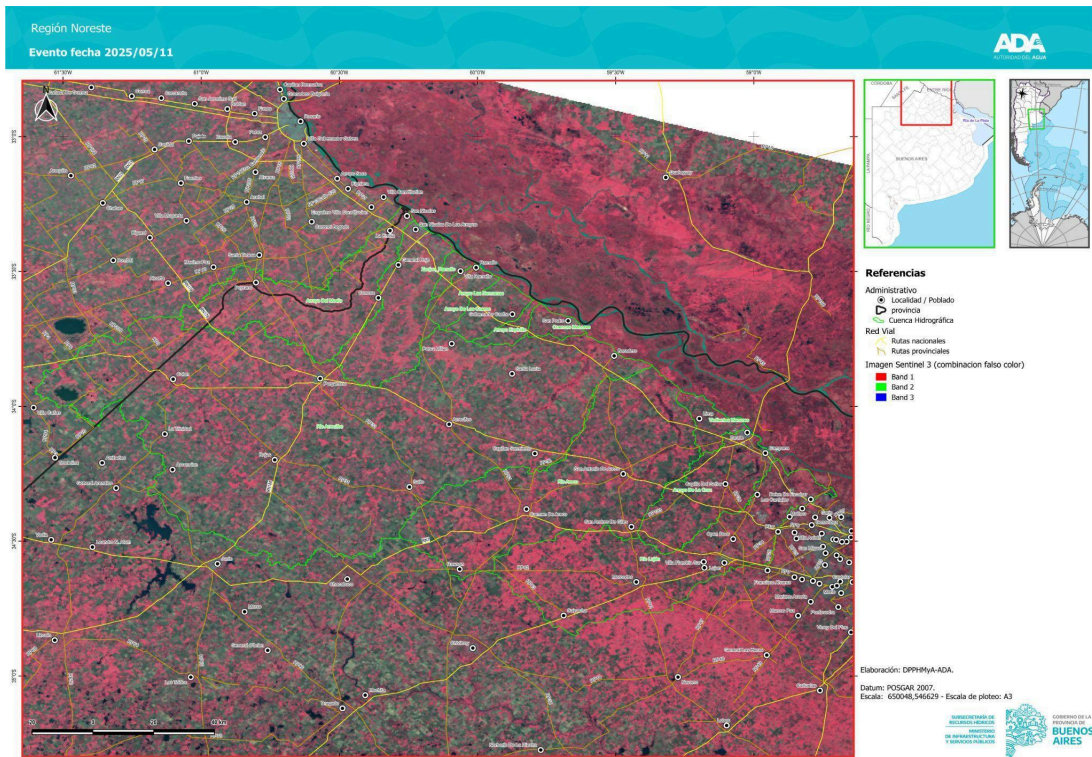


Figura 4.3.1. Imagen Sentinel-3 (OLCI) del 11 de mayo de 2025 (Pre-evento) en combinación de falso color.

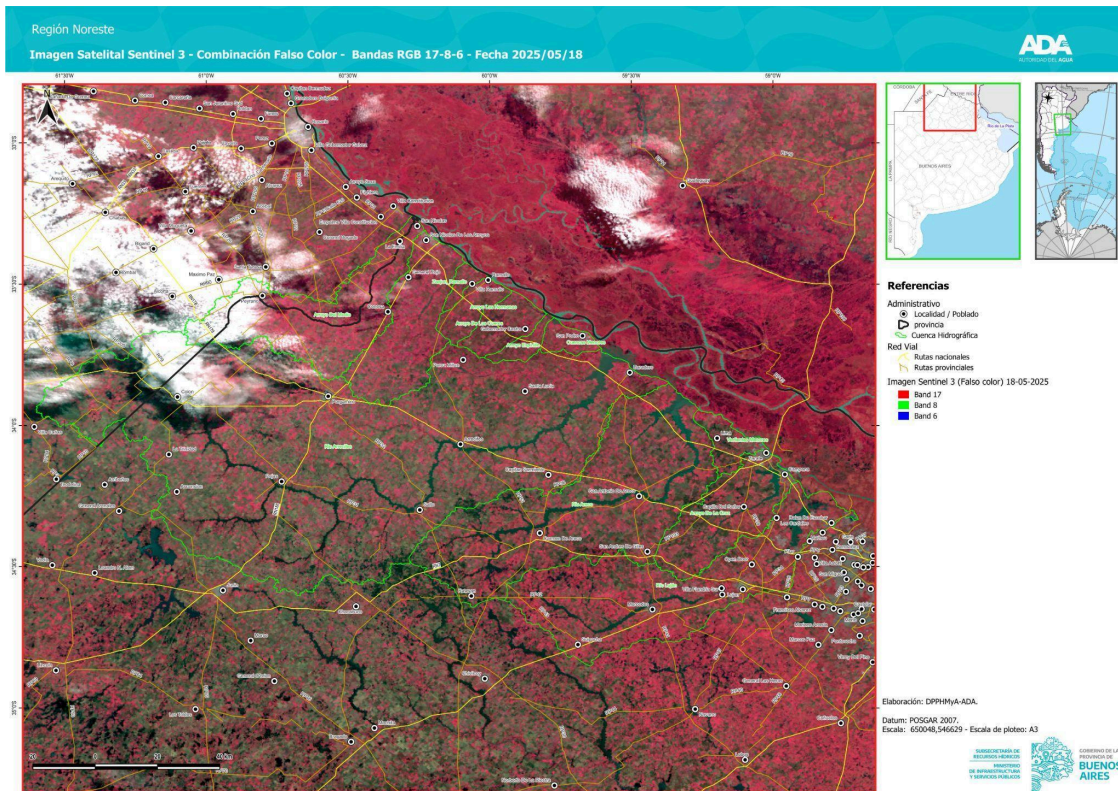


Figura 4.3.2. Imagen Sentinel-3 (OLCI) del 18 de mayo de 2025 (Post-evento) en combinación de falso color, evidenciando manchas de inundación.

La utilización de productos Sentinel-3 OLCI representa una aproximación metodológica robusta para la evaluación rápida de eventos de inundación a escala regional. La resolución temporal de la misión garantiza la disponibilidad de imágenes dentro de ventanas temporales apropiadas para estudios de emergencia, mientras que la resolución espacial de 300 metros resulta adecuada para la caracterización de patrones de inundación a nivel de cuenca hidrográfica.

La importancia de este análisis radica en la capacidad de Sentinel-3 para proporcionar una visión sinóptica y temprana de la extensión de la inundación, incluso cuando otros sensores de mayor resolución no estaban disponibles debido a la nubosidad. Esta visualización, aunque de resolución moderada, es útil para una primera estimación de las áreas afectadas y para guiar la planificación de análisis más detallados con datos de mayor resolución espacial. La capacidad de Sentinel-3 para proporcionar esta visión inicial, incluso bajo condiciones atmosféricas desafiantes, es un recurso a considerar en la teledetección de desastres. Se reconoce que existe un compromiso entre la resolución espacial y la temporalidad/capacidad de penetración de nubes, y Sentinel-3, con su amplia cobertura y rápida revisita, compensa las limitaciones de otros sensores para la evaluación inicial.

- Sentinel 2 MSI

Continuando con la investigación de productos satelitales post-evento, se identificaron imágenes del sensor Sentinel-2 MSI (MultiSpectral Instrument), con una resolución espacial superior, para los días 20 y 22 de mayo de 2025. La imagen del 20 de mayo cubre la mayor parte de la zona de estudio, complementada por la del 22 de mayo en la parte este.

El sensor MSI de Sentinel-2 constituye un instrumento de alta precisión para aplicaciones de monitoreo terrestre y análisis de recursos hídricos. Opera con 13 bandas espectrales distribuidas en el visible, infrarrojo cercano e infrarrojo de onda corta (SWIR), con resoluciones espaciales de 10, 20 y 60 metros según la banda espectral. La resolución temporal de 5 días (considerando la constelación Sentinel-2A y 2B) y la alta resolución espacial hacen de este sensor una herramienta ideal para estudios detallados de inundaciones y análisis de cambios en superficies terrestres.

Las imágenes fueron procesadas utilizando la plataforma Google Earth Engine, aprovechando las capacidades de procesamiento en la nube para el manejo de grandes volúmenes de datos satelitales. La superior resolución espacial de 10 metros en las bandas del visible e infrarrojo cercano permite una evaluación detallada de las manchas de inundación y su distribución espacial, especialmente relevante para el análisis de impactos en áreas urbanas y rurales.

El análisis se focalizó en las cuencas hidrográficas de los ríos Areco y Arrecifes, donde se reportaron daños significativos e inundaciones extensas. Estas cuencas, que incluyen localidades como Carmen de Areco, San Antonio de Areco y Arrecifes, experimentaron impactos severos que requieren documentación precisa para la evaluación de daños y planificación de medidas de recuperación.

Se generaron cuatro productos cartográficos complementarios para maximizar la capacidad de detección y caracterización de las superficies inundadas:

Composición de Color Verdadero (Figura 4.3.3): Utiliza las bandas 4, 3 y 2 (rojo, verde y azul respectivamente) para generar una representación visual similar a la percepción humana. Esta composición permite una interpretación intuitiva del paisaje y facilita la identificación de elementos urbanos, vegetación y cuerpos de agua en su apariencia natural.

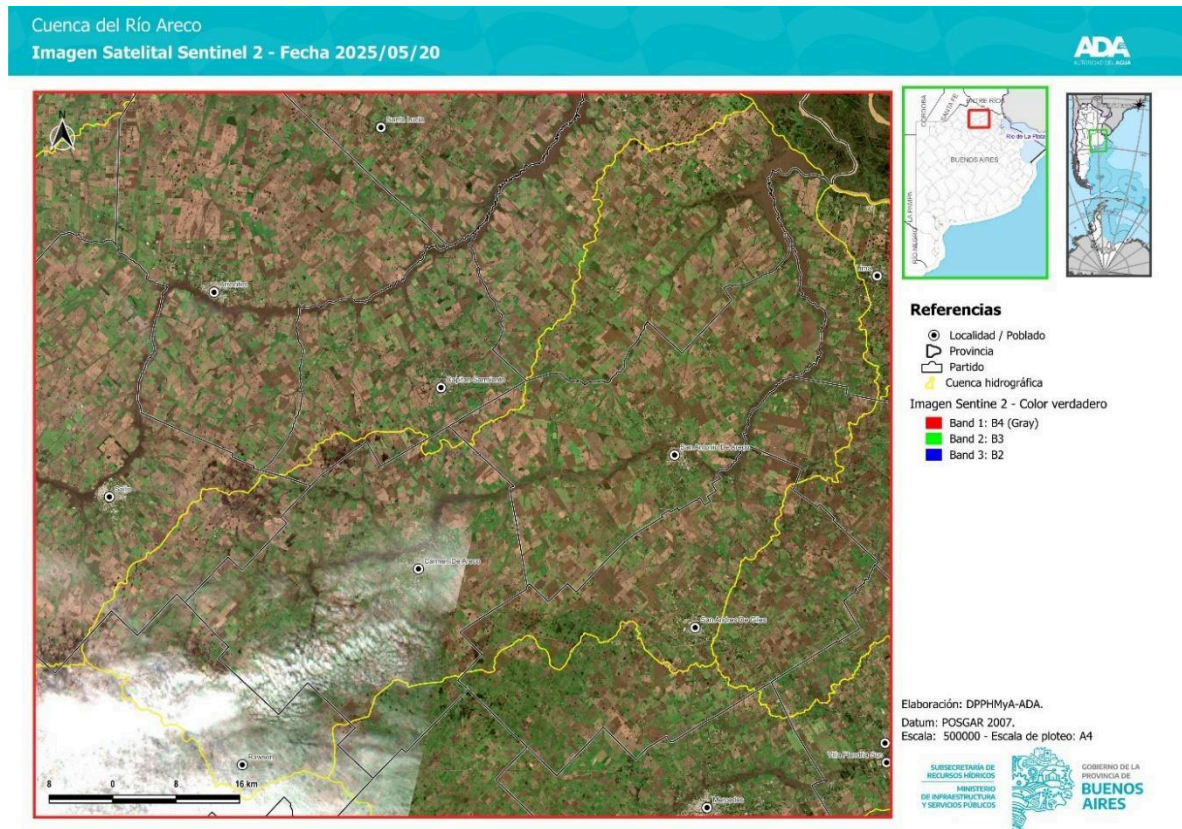


Figura 4.3.3. Mapa de la cuenca del Río Areco y Río Arrecifes con combinación de Color Verdadero (Sentinel-2).

Composición de Falso Color (Figura 4.3.4): Emplea las bandas 8, 4 y 3 (infrarrojo cercano, rojo y verde). En esta combinación es muy popular para evaluar la densidad y salud de la vegetación, ya que las plantas reflejan fuertemente el infrarrojo cercano y el verde, mientras absorben el rojo, la vegetación aparece en tonalidades rojas intensas, mientras que los cuerpos de agua se visualizan en negro o azul muy oscuro. Esta composición maximiza el contraste entre superficies terrestres y acuáticas, facilitando la detección visual y delineación de manchas de inundación.

Cuenca del Río Areco
Imagen Satelital Sentinel 2 - Fecha 2025/05/20

ADA
AUTORIDAD DEL AGUA

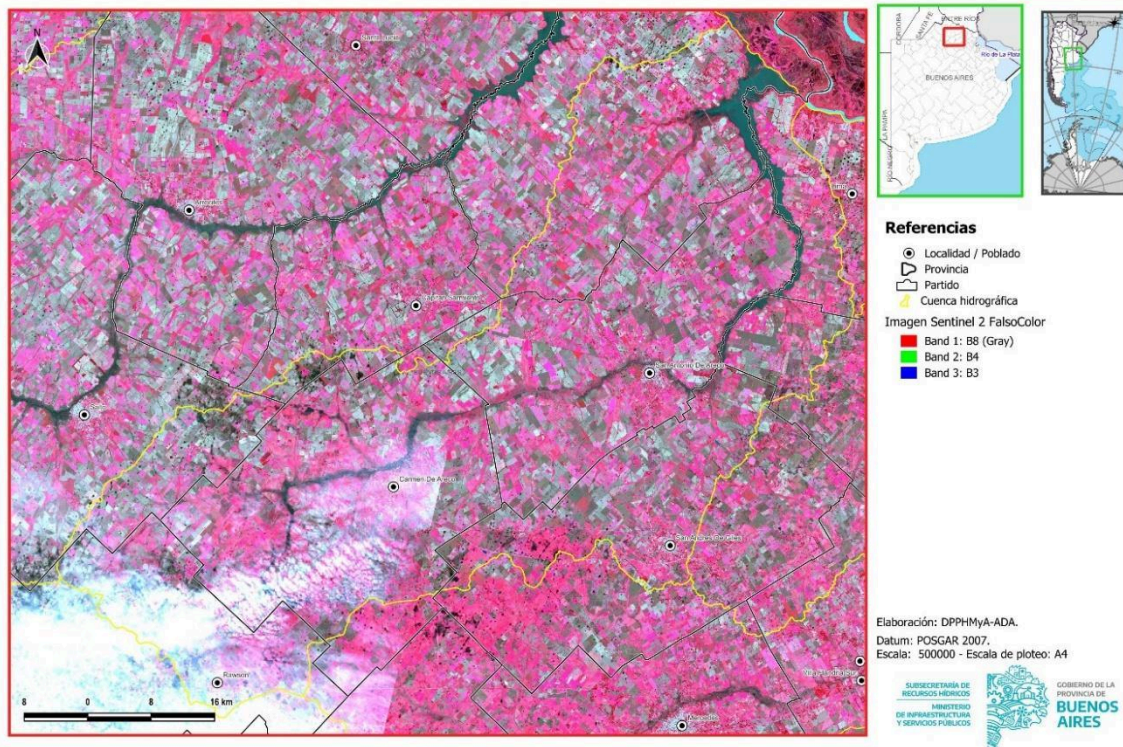


Figura 4.3.4. Mapa de la cuenca del Río Areco y Río Arrecifes con combinación de Falso Color (Sentinel-2).

Composición SWIR (Figura 4.3.5): Utiliza las bandas 12, 8 y 4 (SWIR, infrarrojo cercano y rojo). Las bandas de infrarrojo de onda corta (SWIR, como la 11 y 12) son cruciales para estimar el contenido de agua en plantas y suelo, ya que el agua absorbe fuertemente la radiación SWIR, generando un contraste máximo entre superficies secas e inundadas. Esto significa que las masas de agua en superficie aparecen en tonalidades oscuras o negras en estas combinaciones, proporcionando un alto contraste con otras coberturas terrestres. Este mapa ilustra la eficacia de esta combinación para resaltar el agua en superficie, siendo particularmente útil para distinguir entre tipos de nubes, nieve y hielo.

Cuenca del Río Areco

Imagen Satelital Sentinel 2 - Fecha 2025/05/20

ADA
AUTORIDAD DEL AGUA

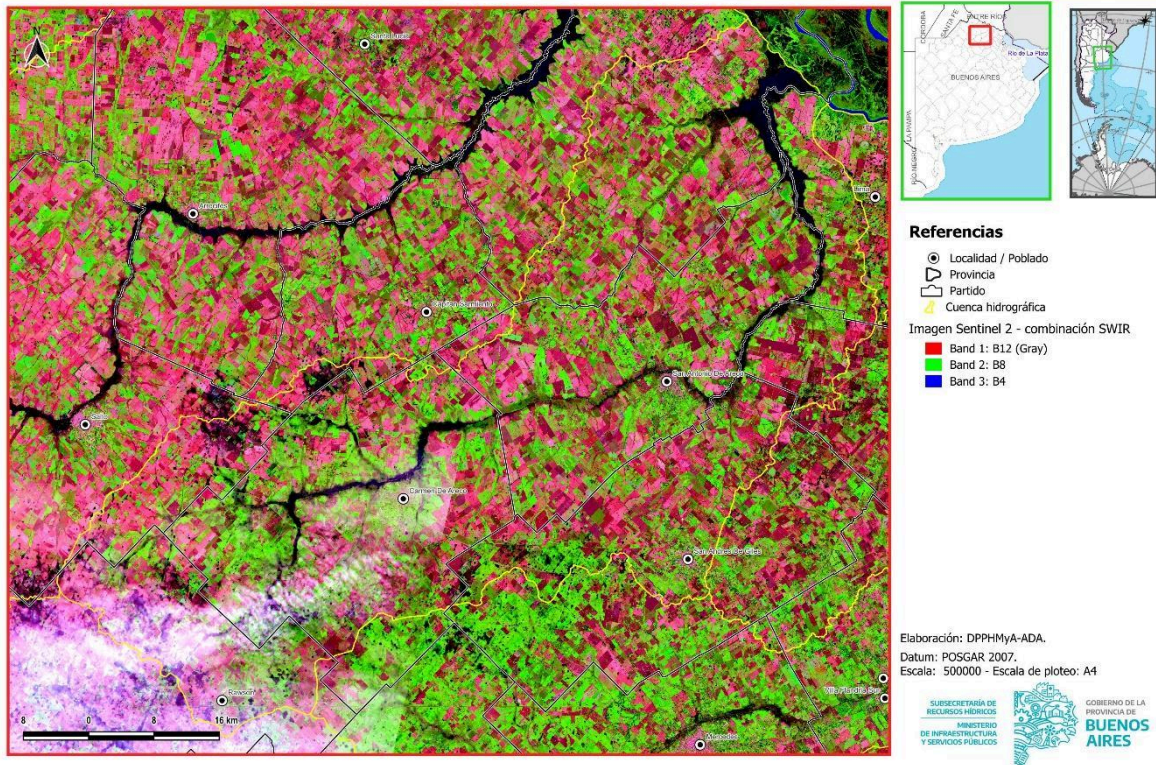


Figura 4.3.5. Mapa de la cuenca del Río Areco y Río Arrecifes con combinación SWIR (Sentinel-2).

Índice MNDWI (Figura 4.2.6): El Modified Normalized Difference Water Index se calcula utilizando la fórmula $(\text{Verde} - \text{SWIR}) / (\text{Verde} + \text{SWIR})$, empleando las bandas 3 y 11 de Sentinel-2. Este índice normalizado varía entre -1 y +1, donde valores cercanos a +1 indican presencia de agua superficial y valores cercanos a -1 corresponden a superficies terrestres secas. El MNDWI representa una mejora respecto al NDWI tradicional, mostrando mayor sensibilidad para la detección de agua en presencia de sedimentos o vegetación acuática, proporcionando un mayor contraste entre el agua y las características no hídricas, un mejor rendimiento en entornos mixtos y una detección mejorada de cuerpos de agua poco profundos. El siguiente mapa presenta una imagen del índice MNDWI, demostrando alto realce para la delineación precisa de las áreas inundadas.

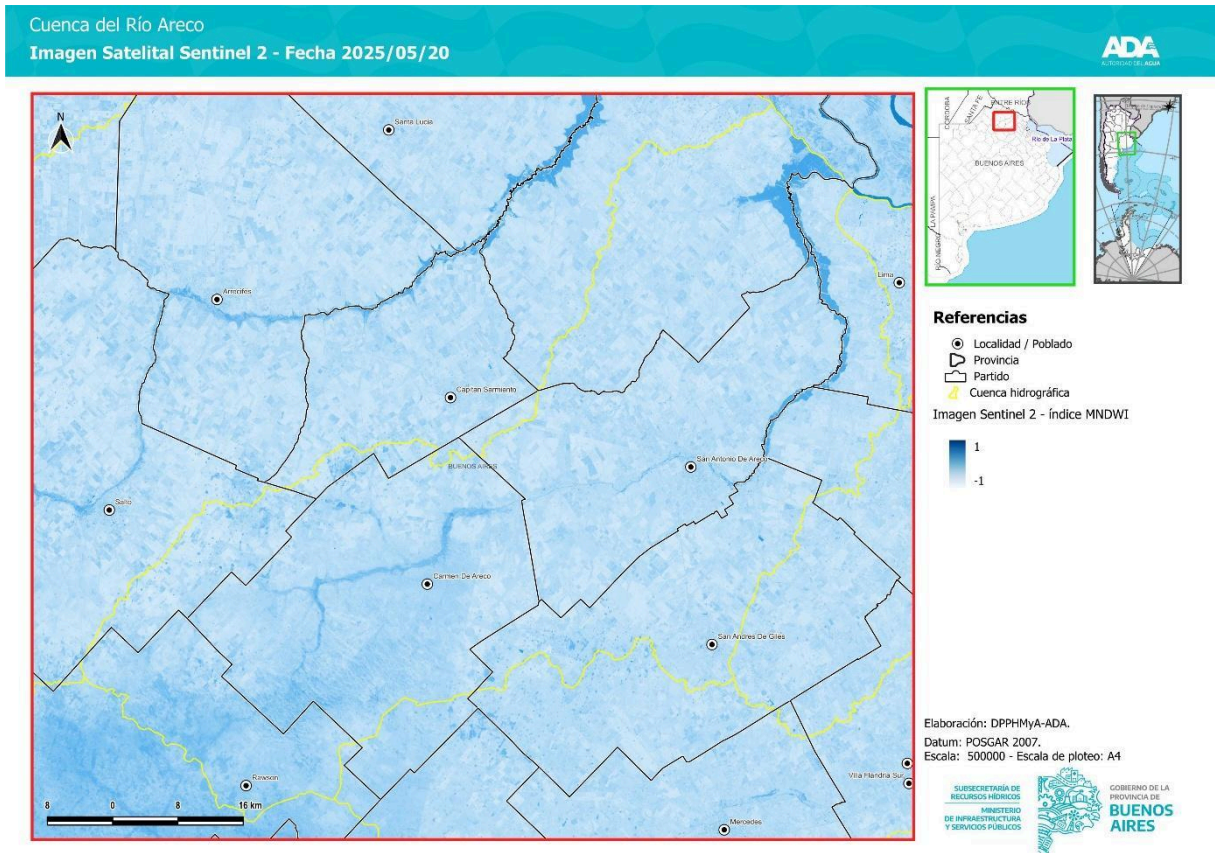


Figura 4.3.6. Mapa de la cuenca del Río Areco y Río Arrecifes con Índice MNDWI (Sentinel-2).

La capacidad de Sentinel-2 para proporcionar imágenes de alta resolución espacial y la aplicación de diversas combinaciones de bandas e índices son de gran ayuda para una evaluación hidrológica precisa. Esto permite no solo mapear la extensión de la inundación con buen detalle, sino también comprender su dispersión y persistencia a nivel local, información relevante para la gestión de emergencias, la planificación y la mitigación de riesgos futuros. El uso de múltiples combinaciones de bandas y el índice MNDWI en Sentinel-2 representa un gran insumo para la detección visual y una evaluación cuantitativa más precisa de la extensión de las inundaciones.

5. GEOMORFOLOGÍA Y HUMEDAD DEL SUELO

5.1 Descripción geomorfológica

El área de estudio se localiza dentro de la región geomorfológica de la Pampa Ondulada. Esta zona, tal como se observa en la figura 5.1.1, se caracteriza por el desarrollo de una planicie loésica ondulada que constituye la unidad geomorfológica dominante del sector, representando aproximadamente el 70% del área analizada. Esta planicie se desarrolla sobre potentes depósitos de loess pampeano del Pleistoceno, configurando un relieve plano a suavemente ondulado con alturas que oscilan entre 20 y 50 metros sobre el nivel del mar. Las ondulaciones del terreno presentan una orientación preferencial NE-SW, reflejando el control

estructural ejercido por fracturas profundas del basamento, y se manifiestan como amplias divisorias separadas por valles de fondo plano.

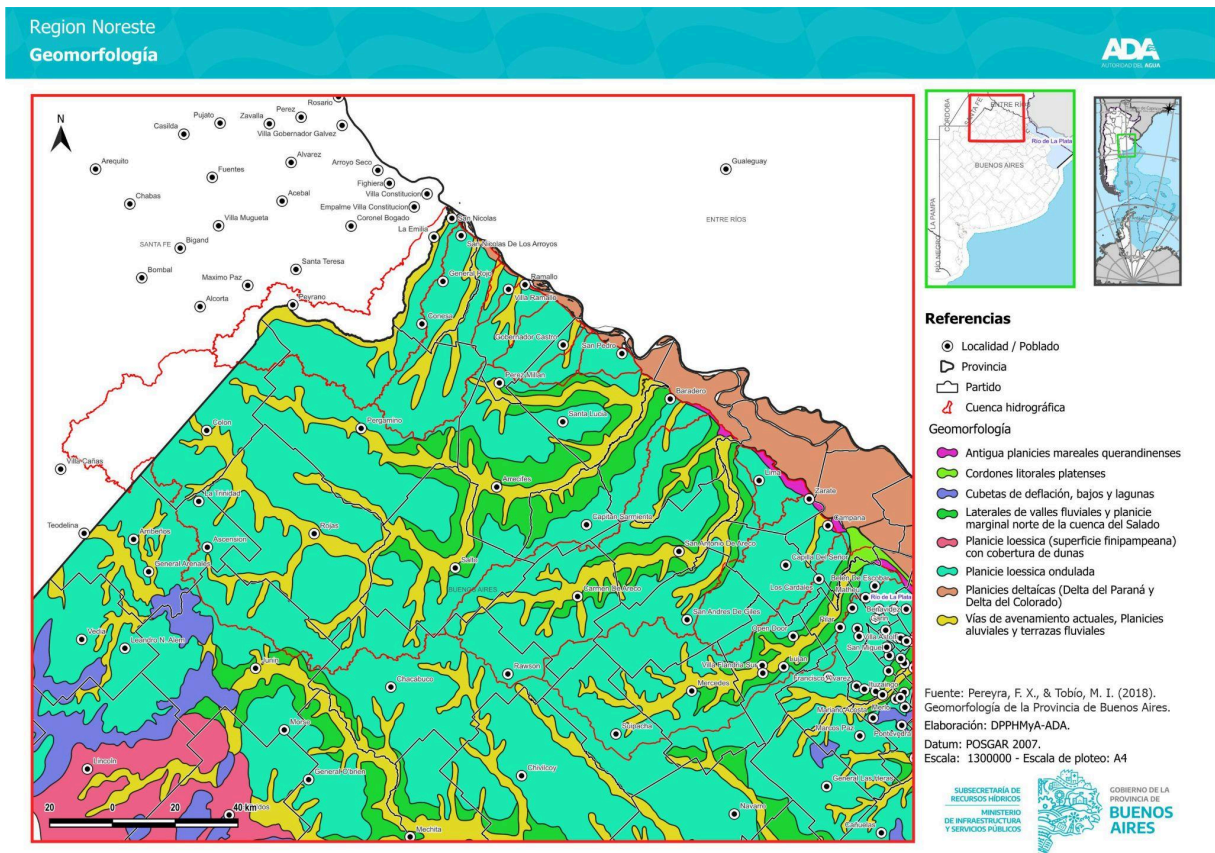


Figura 5.1.1. Mapa geomorfológico de la Región Noreste.

La red de drenaje del área está representada por las vías de avenamiento actuales, que comprenden las planicies aluviales y terrazas fluviales de los principales cursos fluviales. Estos cursos presentan un hábito meandriforme con diseño rectangular a subdendrítico, evidenciando un marcado control estructural en su evolución. Los cauces se encuentran profundizados entre 2 y 3 metros respecto al nivel de terraza, formando barrancas abruptas que exponen los sedimentos loésicos pampeanos subyacentes. Esta profundización se relaciona con el ajuste erosivo posterior a la regresión marina holocena, proceso durante el cual los cursos han excavado resaltos en su perfil longitudinal al alcanzar niveles de calcretes (toscas) de la Formación Ensenada.

Las laterales de valles fluviales constituyen formas de transición entre las divisorias principales y las planicies aluviales, ocupando sectores con pendientes del orden de 2 m/km. Estas unidades representan superficies mixtas erosivo-deposicionales modeladas por la combinación de procesos de escurrimiento superficial y acción eólica, donde es frecuente la exposición de depósitos de las formaciones Ensenada y Buenos Aires. En sectores deprimidos de esta unidad se desarrollan cubetas de deflación ocupadas por lagunas y zonas anegadizas, que constituyen formas relictuales de la acción eólica durante períodos áridos del Cuaternario.

Desde el punto de vista de la susceptibilidad a inundaciones, la configuración geomorfológica del área presenta características que favorecen los procesos de anegamiento. El bajo relieve

relativo, la presencia generalizada de horizontes petrocálcicos en los horizontes del suelo que restringen la infiltración, y una red de drenaje poco integrada en sectores de menor gradiente, configuran un sistema hidrológico con limitada capacidad de evacuación de excesos hídricos. Estos factores, sumados a un nivel freático generalmente somero, determinan que el área tenga una elevada vulnerabilidad natural a eventos de precipitaciones extremas.

5.2 Humedad del suelo previa al evento

Un aspecto importante a tener en cuenta es el estado de humedad del suelo previo al evento. A partir de información de Humedad del Suelo obtenida de datos SAOCOM, provista por la CONAE, fue posible analizar el estadio previo y posterior a las precipitaciones ocurridas en el área.

En la Figura 5.13 se pueden observar mapas de humedad del suelo, los cuales se representan mediante polígonos con coloraciones que indican el porcentaje de humedad del suelo en superficie, estimado a partir de información satelital de datos SAOCOM.

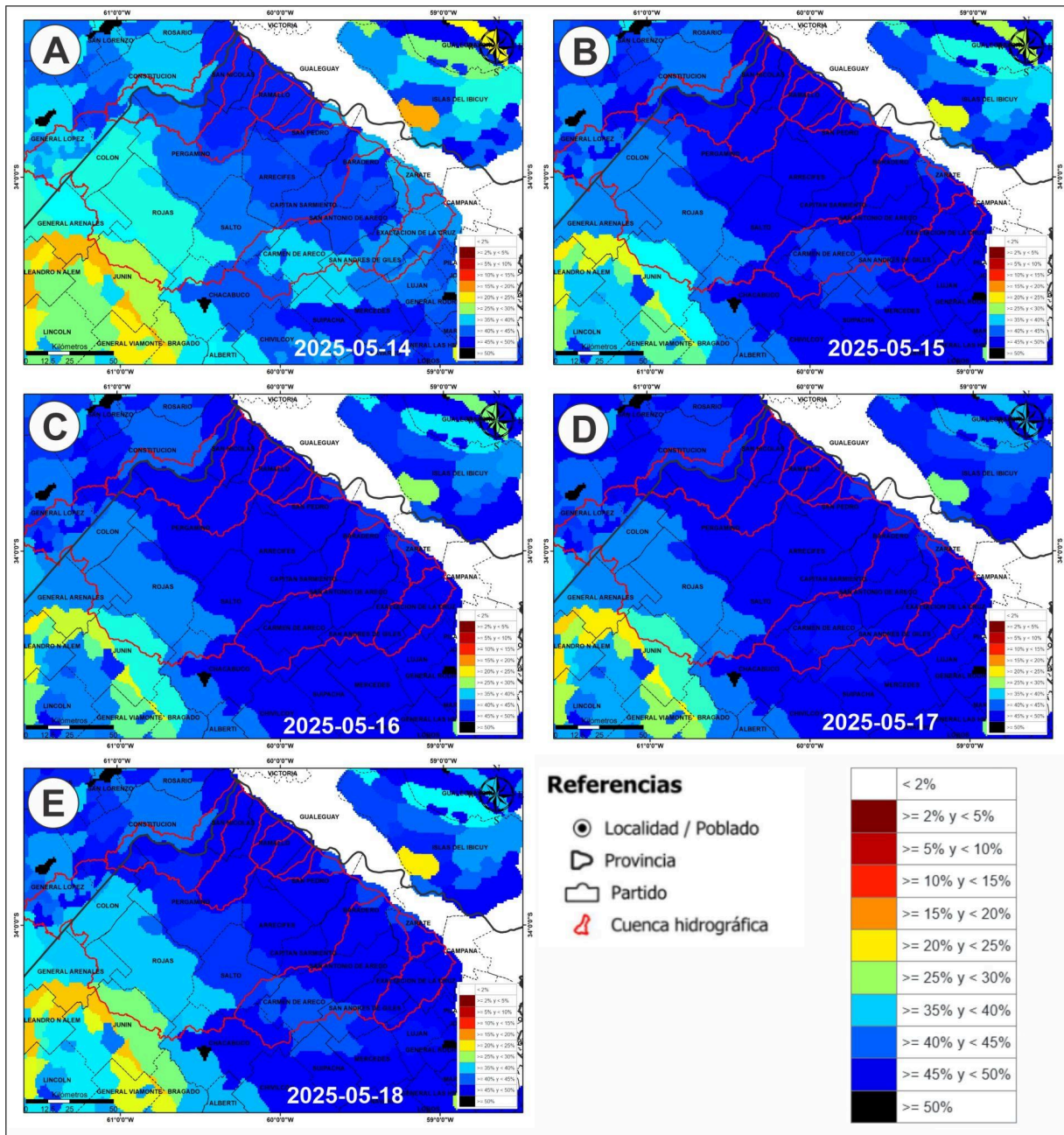


Figura 5.2.1. Porcentaje de humedad del suelo en el área afectada. Fuente datos: SAOCOM

En la imagen A se observa el porcentaje de humedad del suelo el día 14/05/2025, previo al evento de precipitaciones, con porcentajes de humedad menores a 35 % en las cabeceras de la Cuenca del Río Arrecifes, mientras que en la cuenca media y baja de este último, así como en las cuencas menores que drenan al Río Paraná, la humedad del suelo alcanzaba un porcentaje mayor al 35%. Estos porcentajes en las zonas bajas de las cuencas mencionadas, indican un alto grado de saturación del suelo previo a las precipitaciones, lo que desfavorece a la capacidad de infiltración del suelo.

Las imágenes B, C y D corresponden a los estadíos de humedad del suelo los días 15, 16 y 17 de mayo, entendiendo que la fecha indicada representa el estado de humedad al final de ese día.

En ese sentido, se observa cómo el 15 de mayo, el porcentaje de humedad superaba el 45% en gran parte del área afectada, indicando que al comienzo del evento el suelo se encontraba casi en estado de saturación, lo que impediría la infiltración del agua precipitada los siguientes días del evento.

Por último, en la imagen E se observa que al final del día 18 de mayo el contenido de humedad en el suelo disminuyó levemente, aunque mantuvo un alto porcentaje de agua en sus poros.

Esta información permite esclarecer cómo el contenido de humedad del suelo impidió que el agua infiltre en el mismo y aumente la probabilidad de escorrentía superficial.

6. RED DE MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES

6.1 Monitoreos provinciales - ADA

Para el estudio de los caudales en los cursos principales de los ríos y arroyos afectados, se llevó a cabo un breve análisis de los datos de las estaciones de aforo existentes en la base de datos de la ADA, provenientes de la Red Hidrométrica Provincial, donde se identificaron siete estaciones hidrométricas. En la Figura 6.1, se exhibe la ubicación de estas estaciones, cuatro en la cuenca del río Arrecifes, dos en la cuenca del Arroyo del medio y, la restante, se emplaza sobre el río Areco.

En el análisis de la información y datos históricos de la ADA se identificaron 1.605 registros de caudales en los distintos cursos de agua del sector afectado. Es importante destacar que los mismos son valores puntuales, es decir obtenidos en campañas programadas de medición, por lo tanto, no representan la historia de los volúmenes escurridos en las estaciones indicadas. En la Tabla 5.1, se muestra un resumen de las características principales de cada estación.

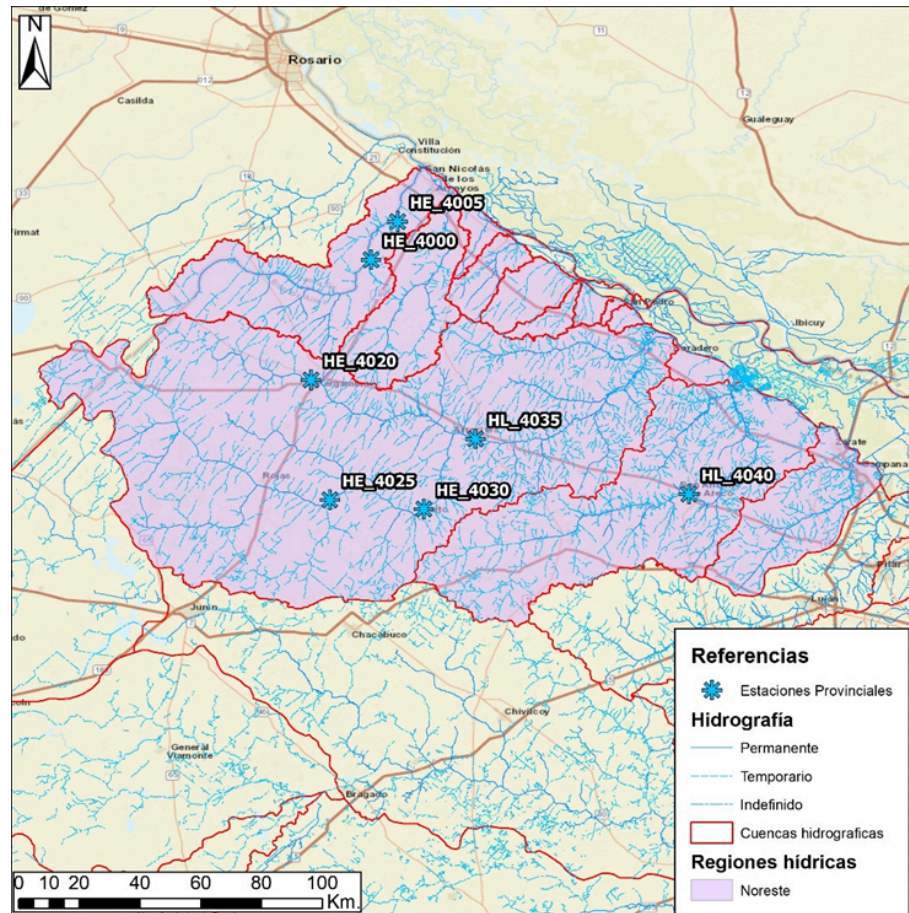


Figura 6.1. Estaciones hidrométricas del ADA.

De las estaciones emplazadas sobre el río Arrecifes, se destaca que los caudales medios máximos de las fechas registradas se encuentran en la estación HL_4035, ubicada en la parte media de la cuenca (última estación). Asimismo, se observa que no solo son los caudales más elevados de la cuenca, si no de la totalidad de la región, siendo su mediana el doble que la segunda en importancia (HE_4030, 5,24 m³/s).

Tabla 5.1: Caracterización de las estaciones de aforo dentro del área en estudio (Q: Caudales).

ID ESTACIÓN	Cuenca	Curso	Cantidad de registros	Primer registro	Último registro	Q promedio	Q mediana	Q max	Q min	Percentil 25	Percentil 75
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m3/s]	[m3/s]	[m3/s]	[m3/s]	[m3/s]	[m3/s]
HE_4000	Arroyo del Medio	Arroyo del Medio	178	10/4/1969	26/4/2005	2,87	1,71	59,23	0,18	1,08	2,64
HE_4005	Arroyo del Medio	Arroyo del Medio	102	20/5/1976	18/3/2009	3,46	2,31	78,81	0,27	1,66	3,36
HE_4020	Río Arrecifes	Arroyo Pergamino	209	27/9/1967	5/12/2023	3,21	0,57	78,41	0,00	0,06	2,11
HE_4025	Río Arrecifes	Río Rojas	221	28/9/1967	5/12/2023	13,76	3,70	233,32	0,00	1,88	9,43
HE_4030	Río Arrecifes	Río Salto	219	28/9/1967	1/10/2024	19,84	5,24	291,69	0,00	1,79	13,04
HL_4035	Río Arrecifes	Río Arrecifes	366	25/4/1951	1/10/2024	36,31	10,18	710,61	1,04	5,25	22,43
HL_4040	Río Areco	Río San Antonio de Areco	310	18/9/1962	1/10/2024	16,95	1,85	628,63	0,00	0,69	7,08

Es importante destacar que de las 7 estaciones de medición, 4 se encuentran atravesando distintos ejidos urbanos (HE_420 en Pergamino, HE_4030 en Salto, HL_4035 en Arrecifes y HL_4040 en San Antonio de Areco), siendo, como se mencionó anteriormente, el emplazado en Arrecifes el que posee mayores registros (máximos de 710,6 m³/s).

6.2 Sistema Nacional de Información Hídrica

Por otra parte, adicionalmente a los registros provinciales analizados, se estudiaron los registros de las estaciones pertenecientes al Sistema Nacional de Información Hídrica (Secretaría de Obras Públicas – Subsecretaría de Recursos Hídricos). A continuación, en la Figura 5.2, se exhibe la ubicación de estas estaciones.

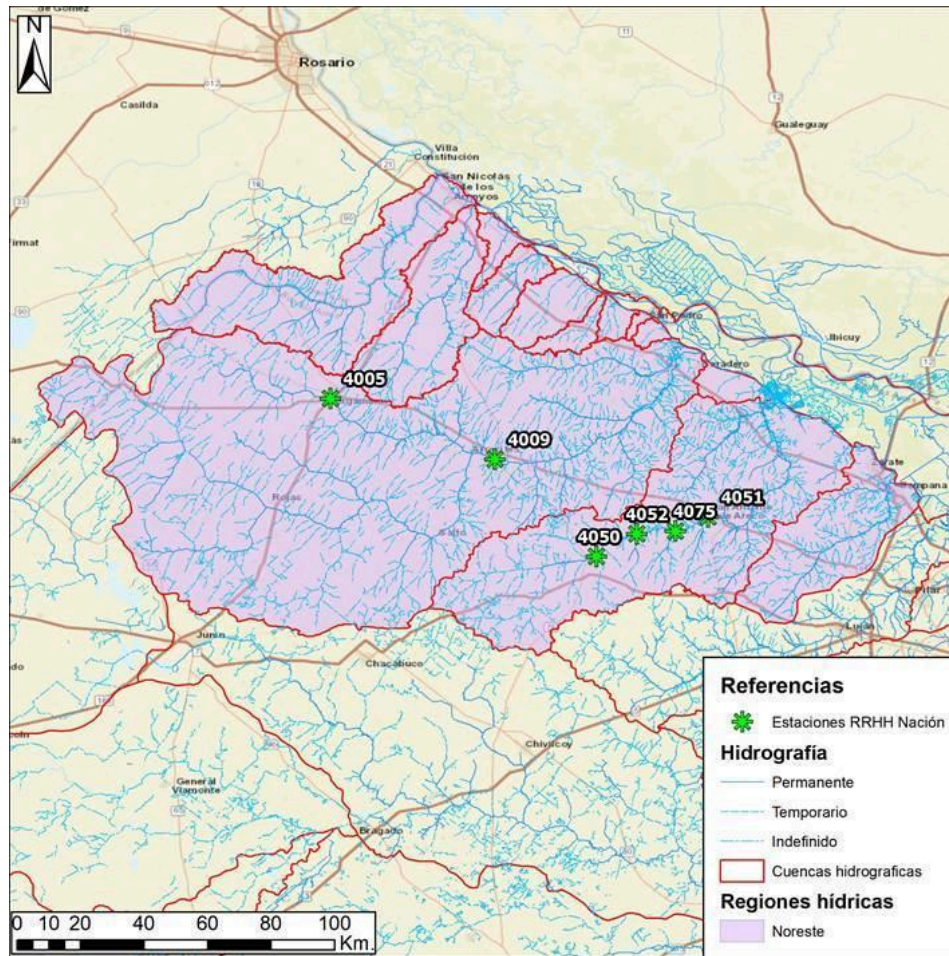


Figura 5.2. Estaciones hidrométricas RHHH Nación.

Como puede observarse en la Figura 5.2, existen 6 estaciones pertenecientes a la red de Recursos Hídricos de la Nación emplazadas dentro del área en estudio. De estas estaciones, 3 son coincidentes con estaciones provinciales (HE_4020 y 4005 en Pergamino; HL_4035 y 4009 en Arrecifes; HL_4040 y 4051 San Antonio de Areco).

Al contar con registros continuos que persisten hasta la actualidad, para este caso se realizó un análisis de los valores obtenidos para el mes de mayo del 2025. (Ver Figura 5.3)

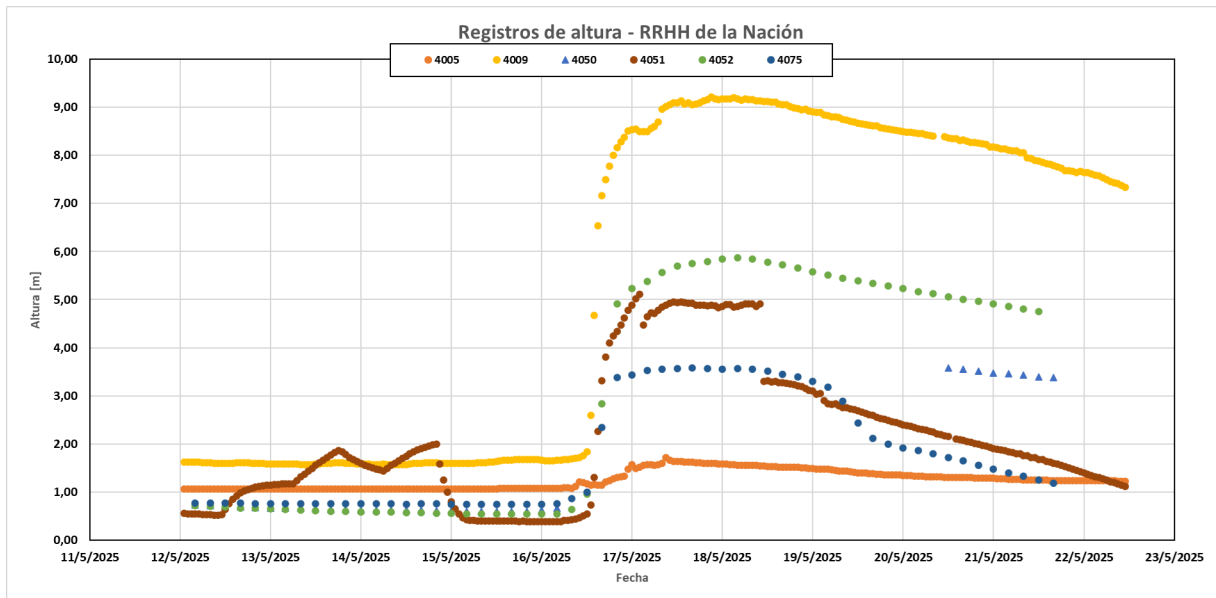


Figura 5.3. Estaciones hidrométricas RHHH Nación.

Es apreciable como todas las estaciones presentan, en mayor o menor medida, una respuesta al evento ocurrido el 16-05-2025, incrementando las alturas registradas. El mayor aumento se observa en la estación 4009 (coincidente con HL_4035), acusando una elevación en el tirante del río Arrecifes superior a los 7,00 m (500% la altura inicial). En contrapartida, la menor respuesta se observó en la estación 4005 (coincidente con HE_4020), con un incremento del orden de los 0,50 m (50% del valor inicial). Por último, es importante destacar que, hasta una semana posterior al evento, se observa que los niveles no restituyeron su valor inicial, denotando la permanencia del agua en el sector.

7. CONCLUSIONES

Entre el 15 y el 17 de mayo de 2025, lluvias intensas provocaron severas inundaciones en el noreste de la provincia de Buenos Aires, el AMBA y la subregión B del río Salado. Se trató de un evento extremo sin precedentes recientes puesto que se encuentra entre los más significativos desde 1960, tanto por volumen como por impacto territorial.

En Junín fue el tercer evento más intenso en 65 años.

En San Fernando Aero, fue el evento más severo registrado (2018–2025).

Las precipitaciones en 72 h representaron hasta el 20% del total anual en la región.

Las estaciones Arrecifes y Lima registraron más de 230 mm en un solo día.

En relación a los caudales, los registros continuos permitieron un análisis de los aumentos en los niveles de agua, el mayor aumento se observa en el río Arrecifes, alcanzando alturas superiores a los 7,00 m (500% la altura inicial).

Pasada una semana de la fecha del evento de precipitación analizado los niveles aún no regresaron a su valor inicial, denotando la permanencia del agua en el sector. Esto se

encuentra relacionado con la magnitud del evento, con los grandes volúmenes de agua generados y la extensión espacial de la tormenta.

La integración de productos satelitales multisensor (PERSIANN, Sentinel-2, Sentinel-3 y VIIRS) proporciona una aproximación comprehensiva para la caracterización de eventos de inundación extrema. Esta metodología multiplataforma permite aprovechar las fortalezas específicas de cada sensor: la alta resolución temporal de PERSIANN para el seguimiento del evento, la alta resolución espacial de Sentinel-2 para análisis detallados, la cobertura regional de Sentinel-3 para evaluaciones sinópticas, y la cuantificación objetiva de VIIRS para la estimación de extensiones inundadas.

Asimismo, la complementación de productos de humedad del suelo obtenidos de SAOCOM y la interpretación del entorno geomorfológico del área de estudio, permiten entender el contexto natural del ambiente y su vulnerabilidad ante eventos de esta magnitud.

Los resultados obtenidos confirman la severidad del evento de estudio y proporcionan evidencia científica objetiva de la distribución espacial de los impactos. Esta información constituye un insumo fundamental para la evaluación de daños, la planificación de medidas de recuperación, y el fortalecimiento de sistemas de alerta temprana para eventos futuros.

La aplicación sistemática de tecnologías de observación de la Tierra para la evaluación de emergencias hídricas representa una aproximación metodológica robusta que debe ser incorporada de manera permanente en los protocolos de respuesta ante desastres naturales en la provincia de Buenos Aires. La capacidad de generar información geoespacial precisa y oportuna constituye un elemento fundamental para la toma de decisiones informadas durante crisis hídricas y para el desarrollo de estrategias de adaptación al cambio climático.