

Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones

Alejandro Pezzola

ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30



INTA Ediciones

Colección
DIVULGACIÓN



**Inundaciones 2022: un evento meteorológico
extremo en el partido de Patagones,
Buenos Aires - Argentina**

Febrero 2022



Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30

Alejandro Pezzola (*), Maximiliano Viale (**), Gustavo Zura (*), Maria Flores (****), Sonia Varela (*); Natalia Gattinoni(***); Cristina Winschel (*) Alejandra Casella(***).

PE I064 - Prevención y Evaluación de la emergencia y desastre agropecuario SIAT - Sistema de Información y Alerta Temprana del Extremos Sur Bonaerense

(*) Estación Experimental Agropecuaria – INTA-Hilario Ascasubi.

(**) Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA) - CCT-CONICET-Mendoza.

(***) Instituto de Clima y Agua-CIRN-CNIA-INTA Hurlingham, Buenos Aires.

(****) Asociación Rural Stroeder – Patagones, Buenos Aires.

Resumen

El presente informe fue motivado por el evento meteorológico extremo ocurrido del 18 al 20 de enero 2022 en el partido de Patagones. En esos días se registraron lluvias torrenciales atípicas para la región semiárida que generaron, desde innumerables anegamientos de caminos rurales hasta la pérdida de infraestructura rural como galpones y casas de los cascós.

Este trabajo incluye la descripción sinóptica del evento meteorológico, su análisis y conclusión, el resultado de una acción multidisciplinaria que abordó las dimensiones físicas y ambientales. Finalmente, se estimó la superficie con espejos de agua, teniendo como epicentro a la localidad Stroeder como el área más afectada.

I- Introducción

La localidad de Stroeder en el partido de patagones (Figura 1) fue fundada en 1911, considerada punta de riel, ya que ahí finalizaban las vías ferroviarias del entonces Ferrocarril Sud. A partir de 1920 ocurrió un fuerte proceso migratorio en el que familias de productores comenzaron a radicarse en los campos. Este paso estuvo acompañado por tareas de desmonte y forestación, particularmente donde se establecieron los cascos de los establecimientos. En esos sitios construyeron corrales, galpones, generalmente en cercanía a las viviendas rurales.

Por lo general, los lugares elegidos para la realización de esas mejoras eran las zonas más bajas de cada campo. El motivo principal de ello fue contar con napas de agua dulce, que pudiera utilizarse para el consumo humano y de la hacienda. Otro motivo era que en esos sitios se atenuaban los fuertes vientos y la mayor fertilidad de los suelos facilitaba el avenimiento de una buena masa arbórea que brindara reparo. Esa es la razón por la cual, la gran mayoría de los cascos de estancia y puestos quedaron ubicados en los sectores más bajos de los campos.



Durante enero de 2022 y luego de una prolongada sequía de nueve meses, ocurrieron lluvias torrenciales en un breve periodo de tiempo. Estas lluvias causaron gran acumulación de agua en las depresiones con pérdidas de la producción agropecuaria, de la infraestructura rural e imposibilidad de transitar por los caminos rurales.

El propósito principal de este informe es mostrar la cartografía de las áreas inundadas y cuantificar las superficies anegadas a consecuencia de las intensas precipitaciones que ocurrieron entre el 18 y el 20 de enero de 2022, en Patagones, provincia de Buenos Aires.

Figura 1. Localización del partido de Patagones.

Para su elaboración se emplearon imágenes satelitales y modelos digitales de terreno. El trabajo refleja a través de las distintas cartografías la localización de los cuerpos de agua producidos por el evento, su distribución y estimación de superficie. Lo importante fue que no hubo que lamentar pérdidas humanas, activando protocolos de emergencia en Bomberos y Defensa Civil de la Provincia.

Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 | Febrero 2022

II- Evento meteorológico extremo

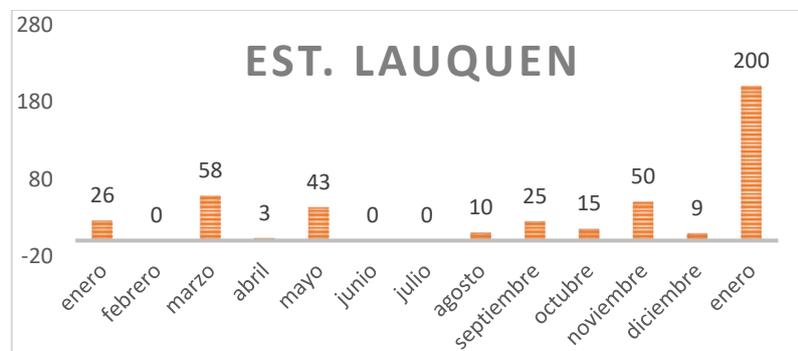
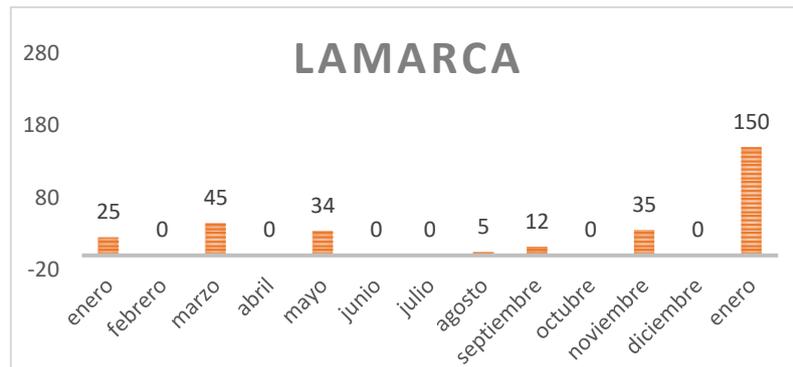
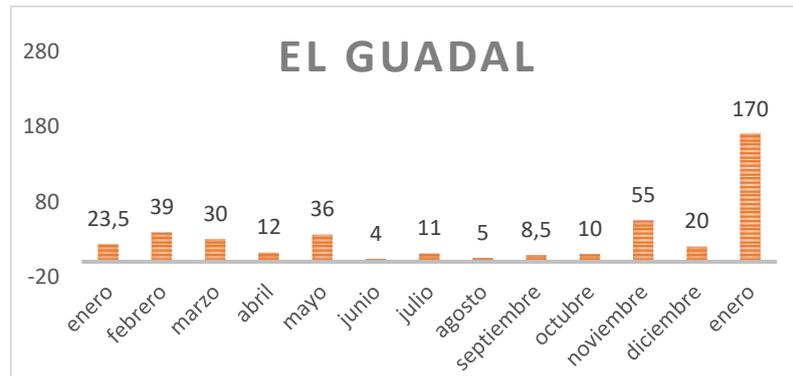
Las precipitaciones en la provincia de Buenos Aires presentan un régimen cíclico durante el año que se manifiesta en periodos con menores precipitaciones durante los meses fríos y mayores durante los meses cálidos.

Si bien, desde el punto de vista climático y edafológico se trata de una región transicional sujeta a una alta fragilidad, con una elevada incidencia de las anomalías climáticas, protagonizadas por intensas sequías, heladas y fuertes vientos, se asocia a este escenario una actividad antrópica propiciante, generando una situación ambiental desfavorable la cual se incrementa de norte a sur y de este a oeste. Como dato ilustrativo, más del 70 % de la superficie con monte natural se ha perdido en los últimos 30 años realizando sobre esos suelos cultivos anuales con un alto grado de refinamiento y pulverización.

Así también, las precipitaciones anuales muestran una alta variabilidad a escala interanual (entre años), lo cual marca épocas en las cuales se han señalado numerosas “anomalías” en lo que hace a la marcha anual de las precipitaciones, provocando eventos extremos.

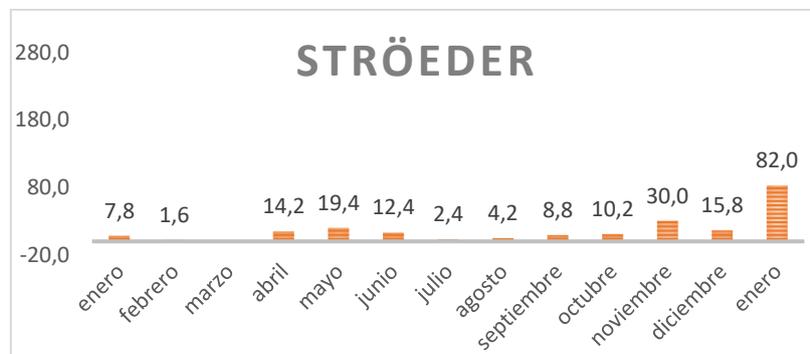
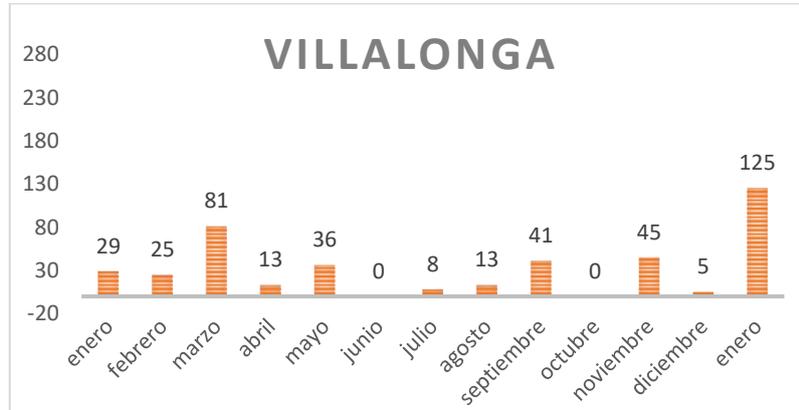
Durante los últimos meses, el sur de la provincia de Buenos Aires atravesó un severo periodo de sequía agrícola, con más de 10 meses de déficit de precipitación desde febrero 2021 a diciembre 2021. En varios sitios del centro del distrito de Patagones se registraron meses en los cuales las lluvias fueron inferiores a los 10 mm e incluso varios meses con precipitaciones nulas (Figura 2). Para una mejor interpretación se realiza la cartografía de la distribución espacial de los pluviómetros de la red de EEA Hilario Ascasubi (Figura 3).

Figura 2: Registros pluviométricos mensuales en cinco sitios del centro del distrito de Patagones, para el período enero 2021- enero 2022. Datos de la red pluviométrica de la Estación Experimental Hilario Ascasubi.



Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 | Febrero 2022



El evento extraordinario con abundantes precipitaciones ocurrió entre los días 18 al 19 de enero del 2022 y afectó el sector central del partido de Patagones. La tormenta ocurrida esos días se ubicó ocupando un óvalo con eje mayor posicionado de Noreste a Suroeste. El área de impacto más severa alcanzó 308.289 ha (Figura 4a y b).

Según los datos proporcionados por la red de pluviómetros homologados instalados en campos de productores de Patagones (Tabla 1), la precipitación acumulada totalizó entre 79,4 y 247,0 mm. Las circunscripciones afectadas fueron los Cuarteles: VII, VIII, XI, X, XI, XII y XIII. En un gran sector la lluvia estuvo entre los 80 y 150 mm donde se circunscribió en un área de aproximadamente 40 por 107 km. El máximo de agua caída (247mm) se produjo en un núcleo puntual en el establecimiento KM 900 (Figura 5).

Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 | Febrero 2022

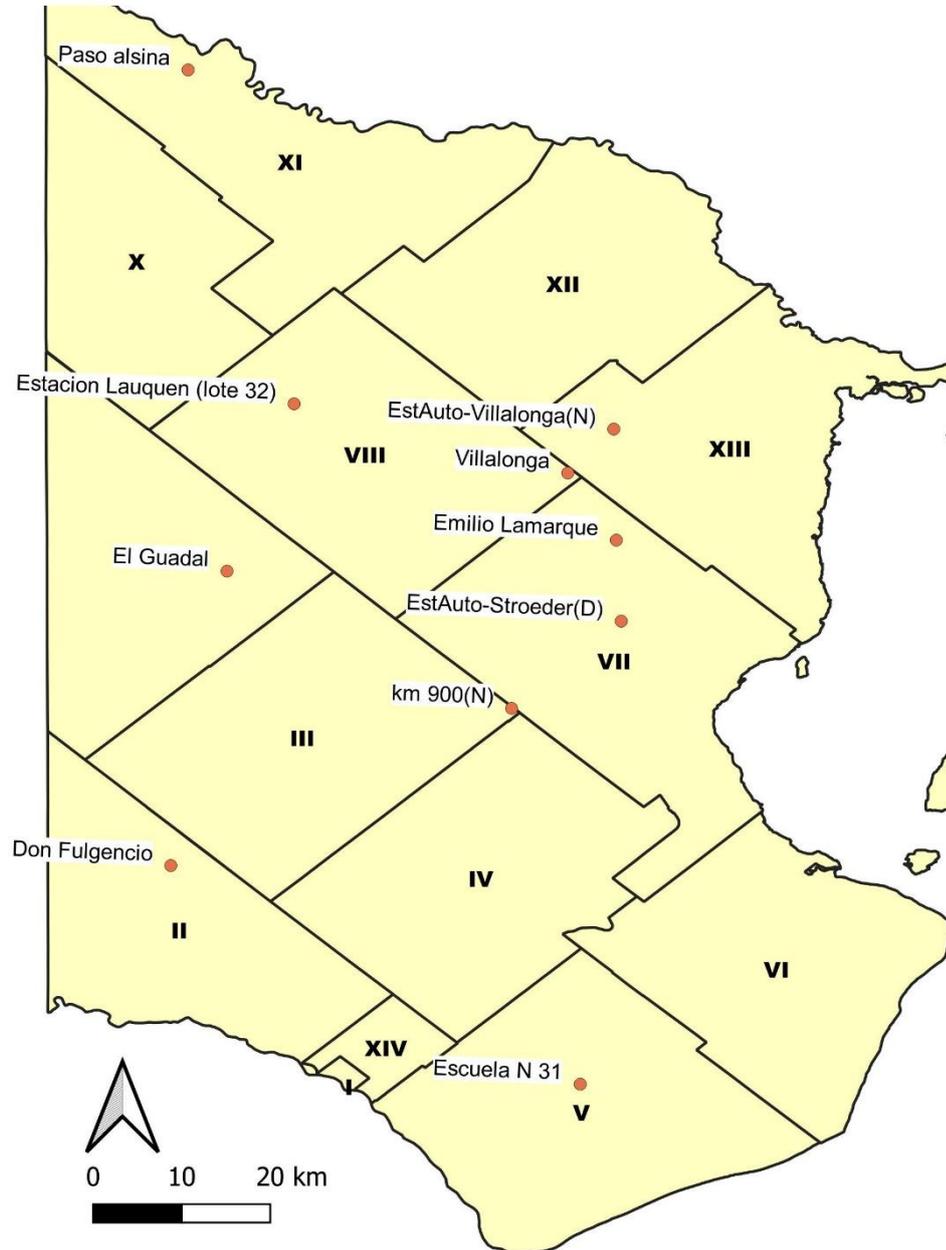
Tabla 1: Registros pluviométricos para la tormenta del 18 y 19 de enero de 2022 en el partido de Patagones, según la Red Pluviométrica convencional y Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA) de la Estación Experimental Hilario Ascasubi.

Nombre	Tipo	Longitud (°)	Latitud (°)	Lluvia (mm)
Est. Auto-Villalonga(N)	EMA	-62,620000	-39,920000	102,0
Est. Auto-Stroeder(D)	EMA	-62,610000	-40,180000	79,4
Don Fulgencio	Pluviómetro	-63,215160	-40,510984	80,0
El guadal	Pluviómetro	-63,139680	-40,112327	170,0
Emilio Lamarque	Pluviómetro	-62,604340	-40,159557	150,0
Escuela N 31	Pluviómetro	-62,665050	-40,807022	105,0
Estación Lauquen (Lote 32)	Pluviómetro	-63,049590	-39,885751	180,0
Villalonga	Pluviómetro	-62,681810	-39,979468	102,0
km 900(N)	Pluviómetro	-62,757220	-40,298128	247,0

Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 | Febrero 2022

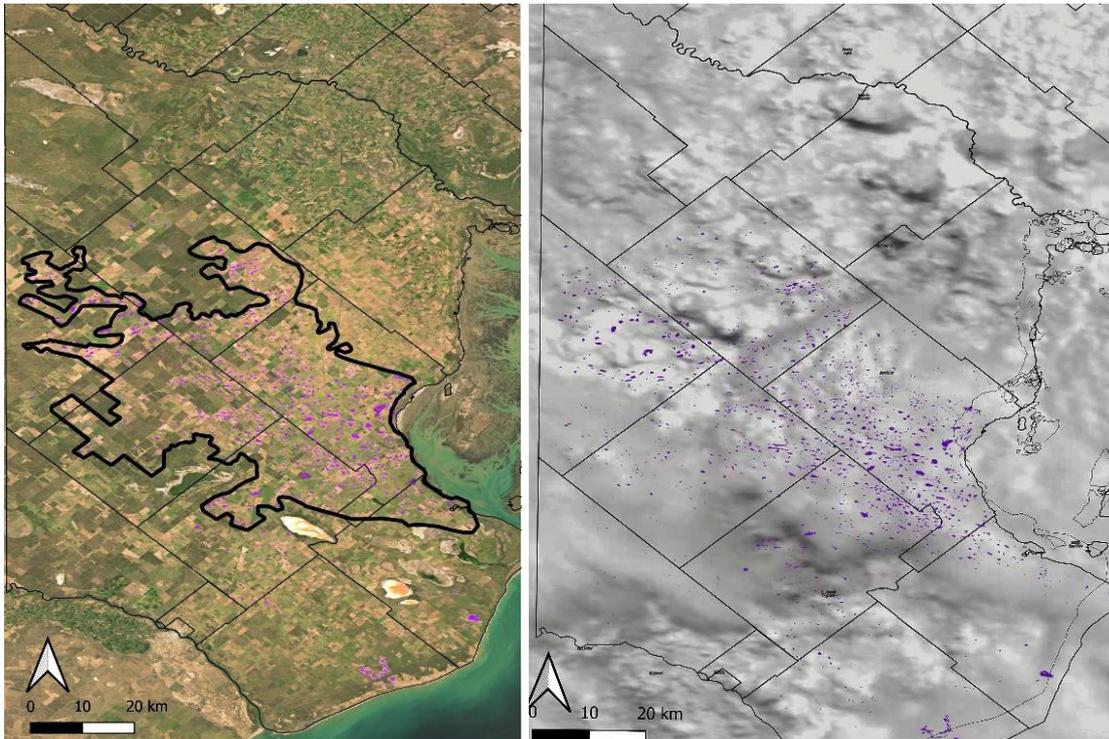
Figura 3: *Distribución espacial de los pluviómetros de la red de EEA Hilario Ascasubi.*



Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 | Febrero 2022

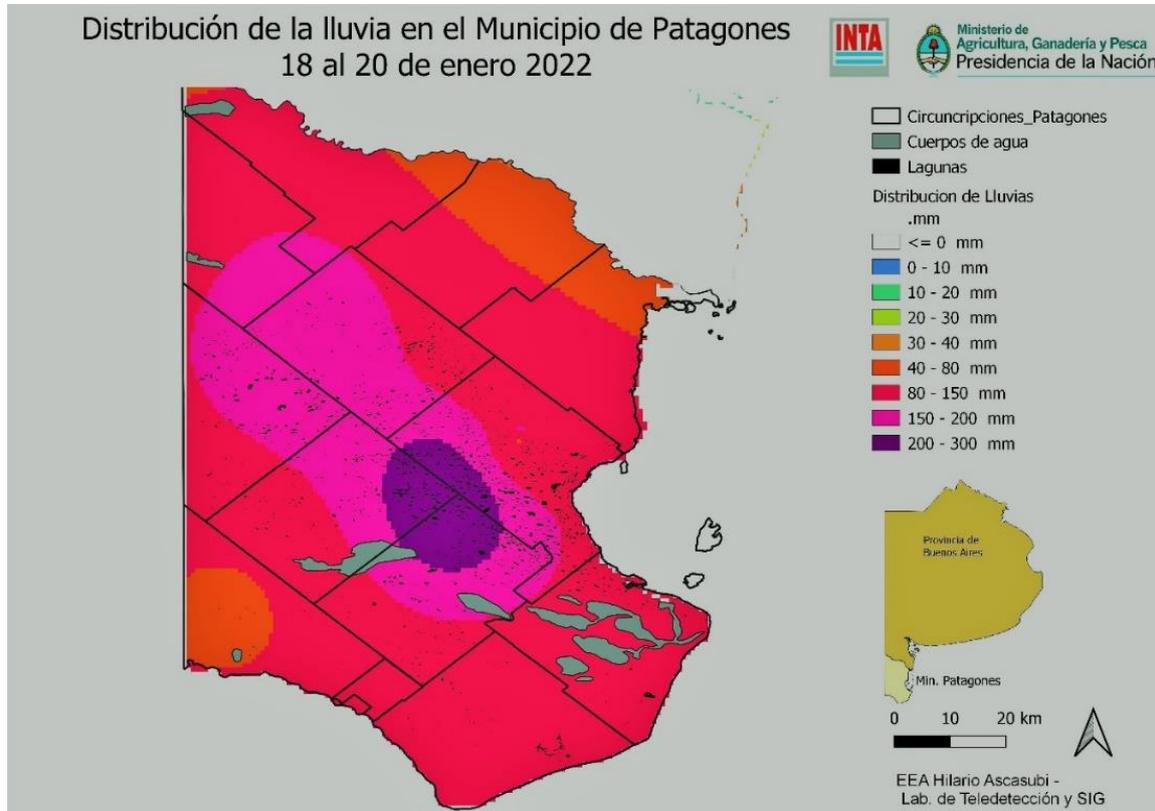
Figura 4: a- Áreas en las que impactó la tormenta del 18 y 19 de enero de 2022 en Patagones; b- Imagen de satélite meteorológico GOES 16 que captó la cobertura nubosa de la tormenta 19 de enero 2022.



Descripción del área de mayor afectación, espejos de agua formados por la precipitación.



Figura 5: Interpolación gráfica de los datos obtenidos por la red pluviométrica (Tabla 1).



Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 |
Febrero 2022

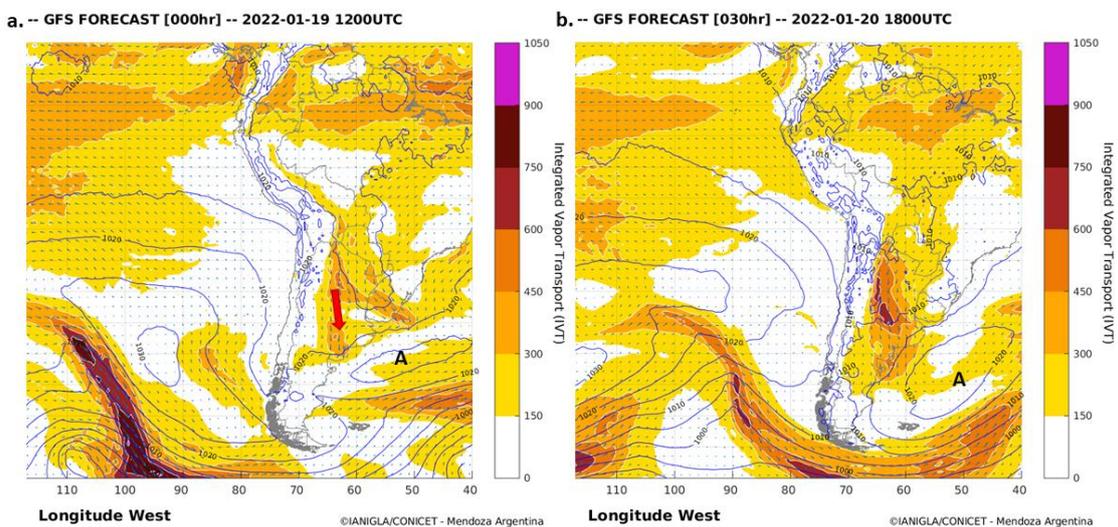
Situación meteorológica del evento extremo del 18-20 de enero 2022

Las extraordinarias lluvias en el sur de la provincia de Buenos Aires, fueron producidas por una situación meteorológica excepcional. Un intenso transporte de vapor de agua durante 3 días, transportando cantidades extremadamente altas de agua, fue el ingrediente clave para la generación de precipitaciones extraordinarias en esos 3 días.

Según los datos suministrados por el Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA) del CONICET Mendoza, la Figura 6 detalla el flujo de aire cargado de humedad desde el norte de Argentina hasta el sur de Buenos Aires y norte de la Patagonia. Allí converge con circulación del aire proveniente del océano Atlántico y generada por un centro de alta presión. Dicha convergencia o acumulación de aire bien húmedo favoreció a su vez el ascenso del aire, condición necesaria para la condensación de la humedad y posterior transformación del vapor en gotas de lluvias.

Figura 6: Transporte de vapor de agua integrado en la columna vertical de la atmosfera para los tiempos a) 19 Ene 2022 a las 9 Hora Local y b) 20 Ene 2022 15 Hora local. El centro de Alta presión es resaltado sobre las costas del Atlántico (A), como también el fuerte flujo del norte de humedad con la flecha roja.

Intenso Transporte de Humedad desde el Norte persistente por 3 días



Los valores de vapor de agua transportados desde el norte al centro de Argentina y acumulados en el sur de Buenos Aires fueron extremadamente altos. De hecho, los valores alcanzaron la misma magnitud que los observados en los trópicos sobre la selva

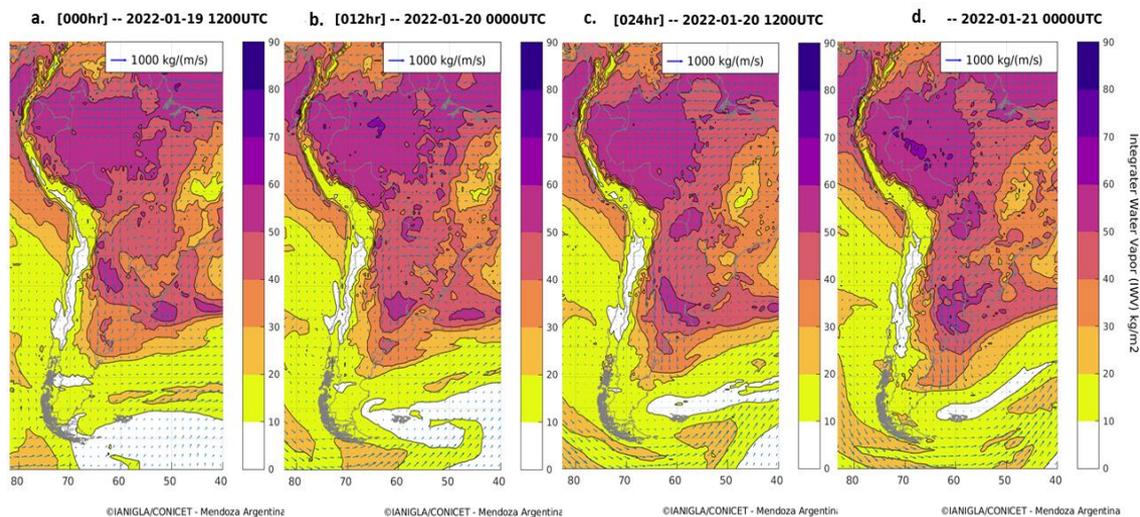
Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 | Febrero 2022

Amazónica, como puede verse en la Figura 7 que muestra el contenido de vapor integrado en la vertical de la atmósfera.

Figura 7: Contenido de vapor de agua integrado en la columna vertical de la atmósfera para los tiempos a) 19 Ene 2022 a las 9 Hora Local, b) 19 Ene 2022 21 Hora Local, c) 20 Ene 2022 9 Hora Local y d) 20 Ene 21 Hora Local. Notar que los valores máximos (50-60mm) alcanzados sobre el sur de la prov. Bs.As. son equivalentes a los observados sobre los trópicos en el Amazonas.

Muy altos contenidos de Humedad en la Atmósfera en el centro de Argentina

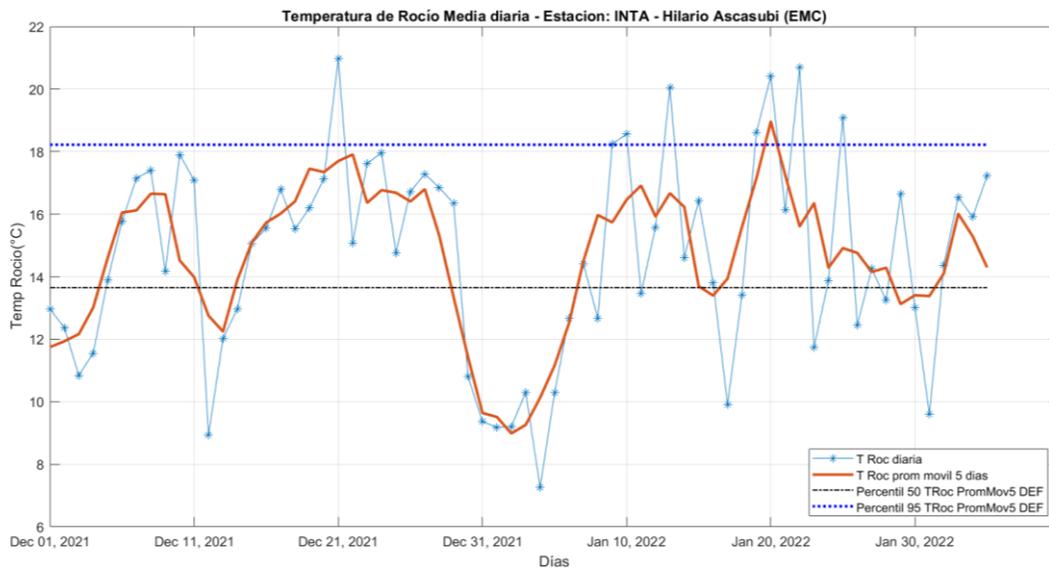


Los registros de la Estación Meteorológica de Hilario Ascasubi confirmaron lo excepcional de la observación del contenido de vapor de agua, alcanzando valores medios diarios de la Temperatura de Rocío por encima de los 18°C durante 3-4 días consecutivos (valores típicos de los trópicos). El promedio móvil de 5 días de la Temperatura de Rocío media diaria se ubicó por encima del percentil 95 según la climatología de verano Diciembre – Enero - Febrero (DEF) disponible desde 1961 en dicha estación del INTA, y resalta también la persistencia del periodo húmedo en la región (~4 días) (Figura 8).

Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 | Febrero 2022

Figura 8: Serie temporal de la temperatura de rocío media diaria (indicativa del contenido de vapor de agua en la superficie) registrado por la estación meteorológica del INTA Hilario Ascasubi. La línea más gruesa representa el promedio móvil de 5 días, y las punteadas rectas son los percentiles 50 y 95 de los valores promedios móviles 5 días durante el verano (DEF) para el periodo 1961-2022.



Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

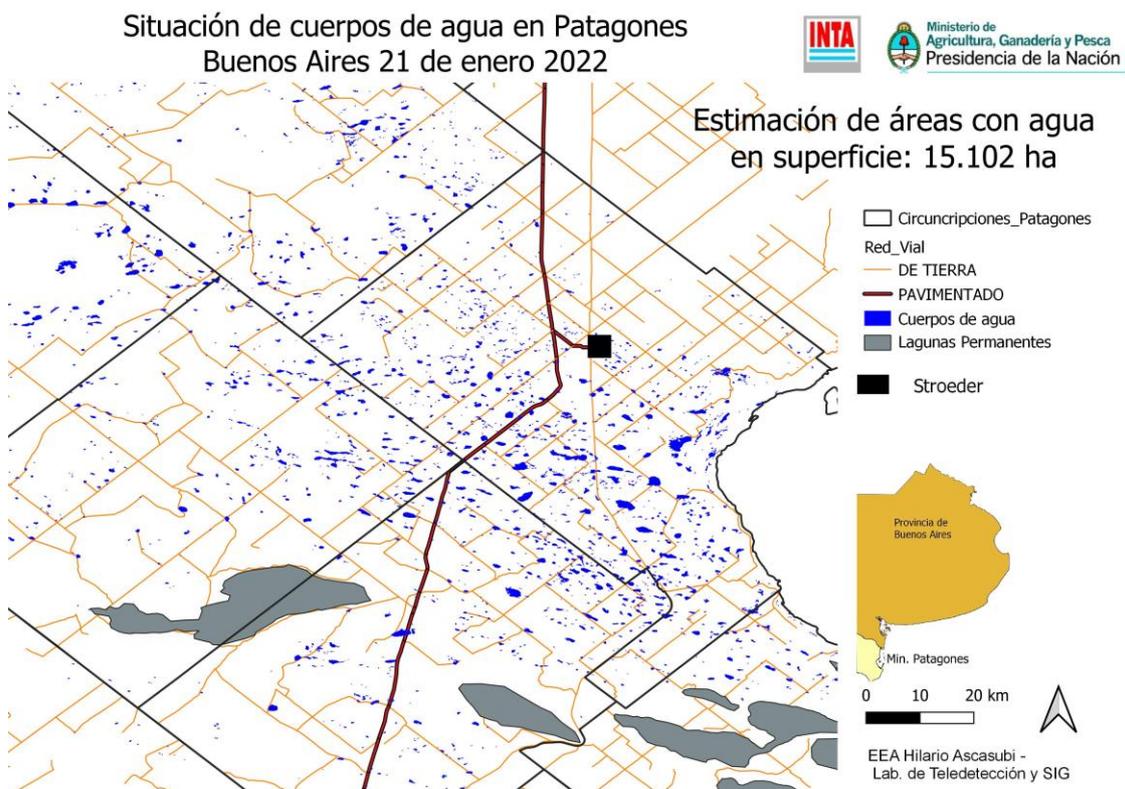
Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 | Febrero 2022

III- Áreas anegadas

El alcance de las inundaciones causadas por este evento extremo se estimó a partir de imágenes del satélite Sentinel 2 del Programa Copernicus de la Agencia Espacial Europea (ESA). Se realizó una clasificación visual sobre una imagen del 21 de enero de 2022, para realizar el análisis de la superficie anegada, daños en la infraestructura rural y pérdidas de maquinaria agrícola producto de ser cubiertas por el agua.

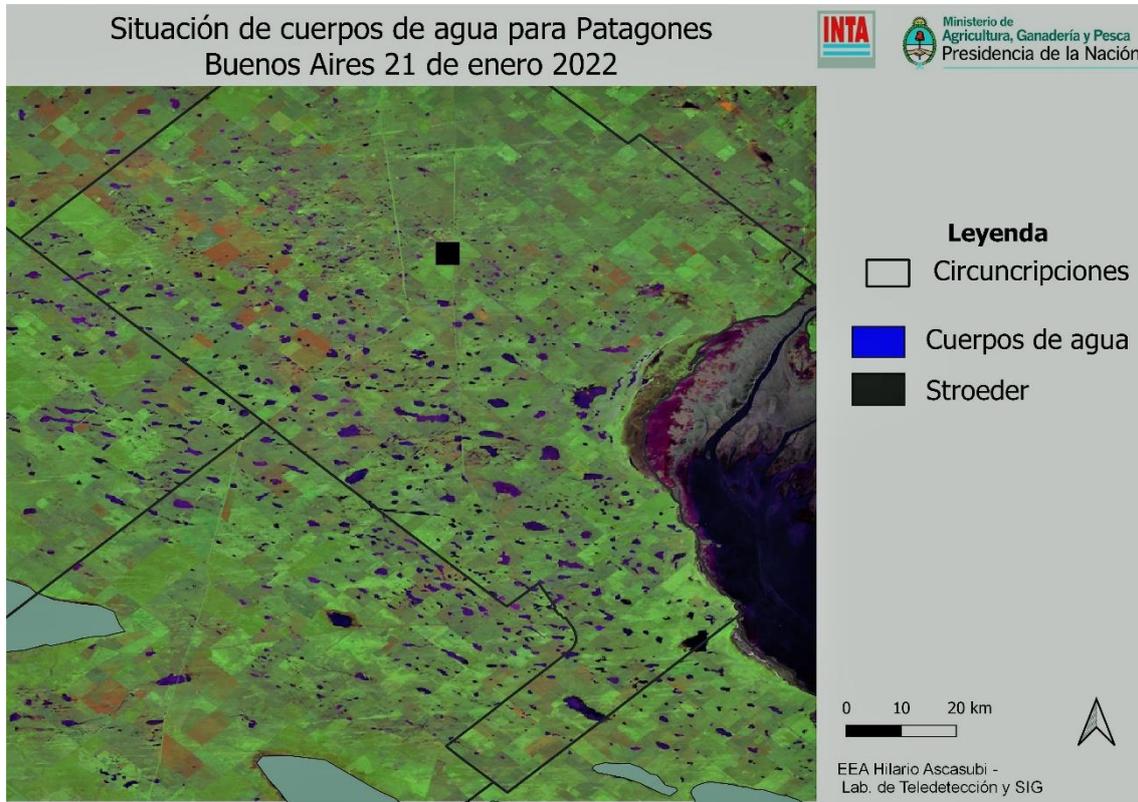
El análisis visual de imagen mostró que se formaron más de 2694 lagunas, que cubrieron una superficie total estimada en 15.102 ha (Figura 9).

Figura 9.



Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

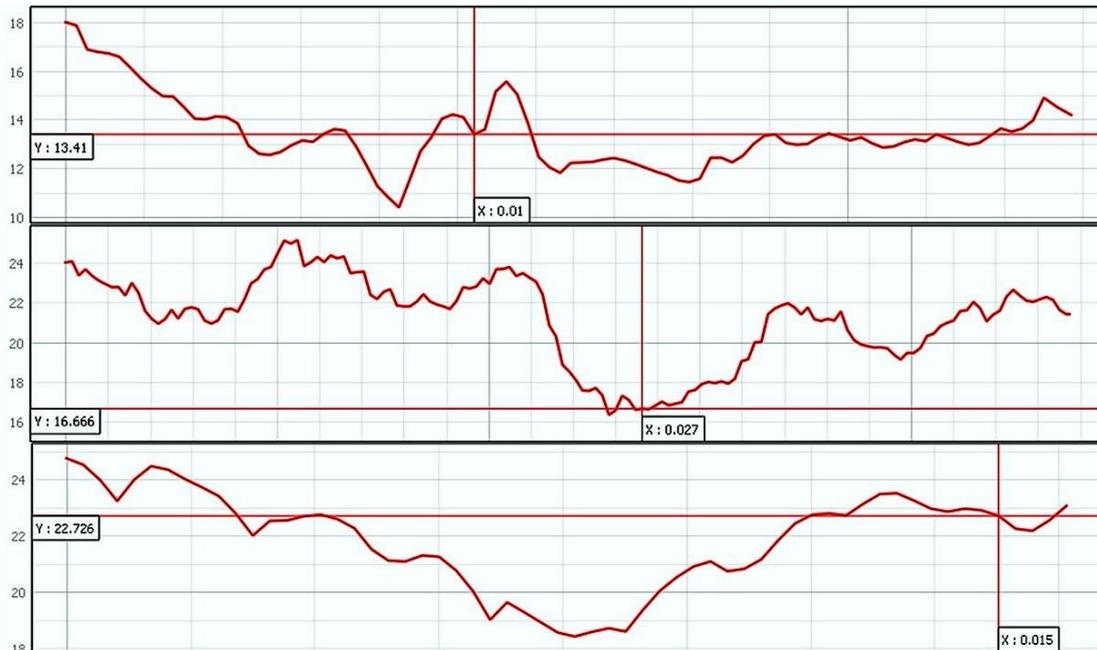
Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 | Febrero 2022



Dado que estos cuerpos de agua se formaron en los predios donde se localizaban los cascos de las estancias, se realizó un perfil topográfico de tres de esas lagunas temporales que afectaron infraestructuras rurales. Se obtuvo el modelo digital de elevación con una resolución de 30 m producido por el Instituto Geográfico Nacional.

Este análisis indicó que los desniveles del terreno en los que se formaron las lagunas presentaron, en promedio, una pendiente de aproximadamente 7 m cada 500 m (Figura 10).

Figura 10: Perfil altitudinal de tres lagunas representativas de la afectación a los cascos rurales de Patagones ante el evento extremo del 18-19 de enero de 2022.



Para analizar la situación de la cubierta se utilizó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés) calculado a partir de las imágenes Sentinel 2 previamente mencionadas del día 21 de enero de 2022. Este índice permite visualizar las áreas con vegetación, su estado de vigor y sanidad, así como diferenciarla de otros tipos de cobertura del suelo.

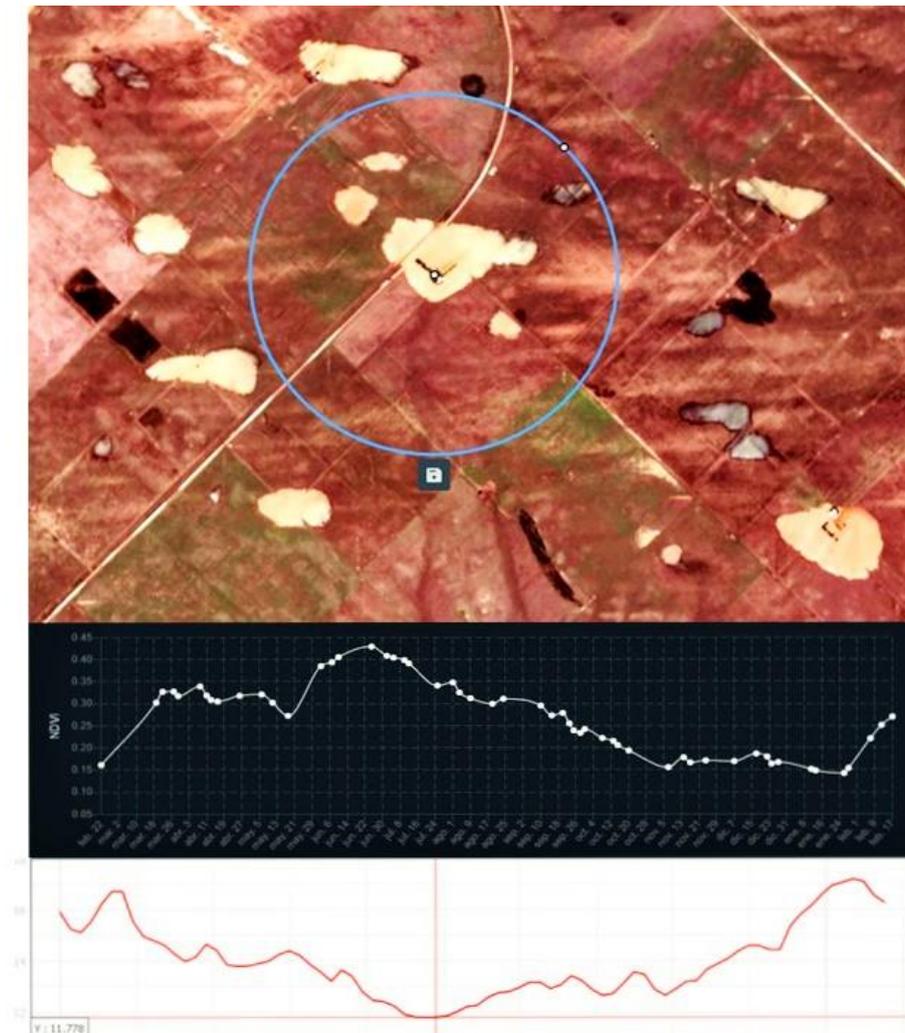
La cobertura vegetal de un área de 400 ha circundante a dos cascos afectados por inundación era muy baja a nula, como consecuencia del extenso periodo de sequía que había atravesado el sector (Figura 11a y 11 b). Este análisis se llevó a cabo utilizando índices de vegetación como el NDVI de las imágenes del satélite Sentinel 2 de la ESA, lo que permite diferenciar la vegetación de otros tipos de cobertura del suelo de suelo y determinar su estado general. También permite definir y visualizar áreas con vegetación, así como detectar cambios anormales en el proceso de crecimiento.

En la representación encontramos tres figuras: 1) imagen satelital del sector del campo anegado. 2) Curva de índice NDVI donde indica la baja a nula cobertura para un periodo de tiempo 3) perfil topográfico donde evidencia la topografía de la cuenca (Figura 10).

Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 | Febrero 2022

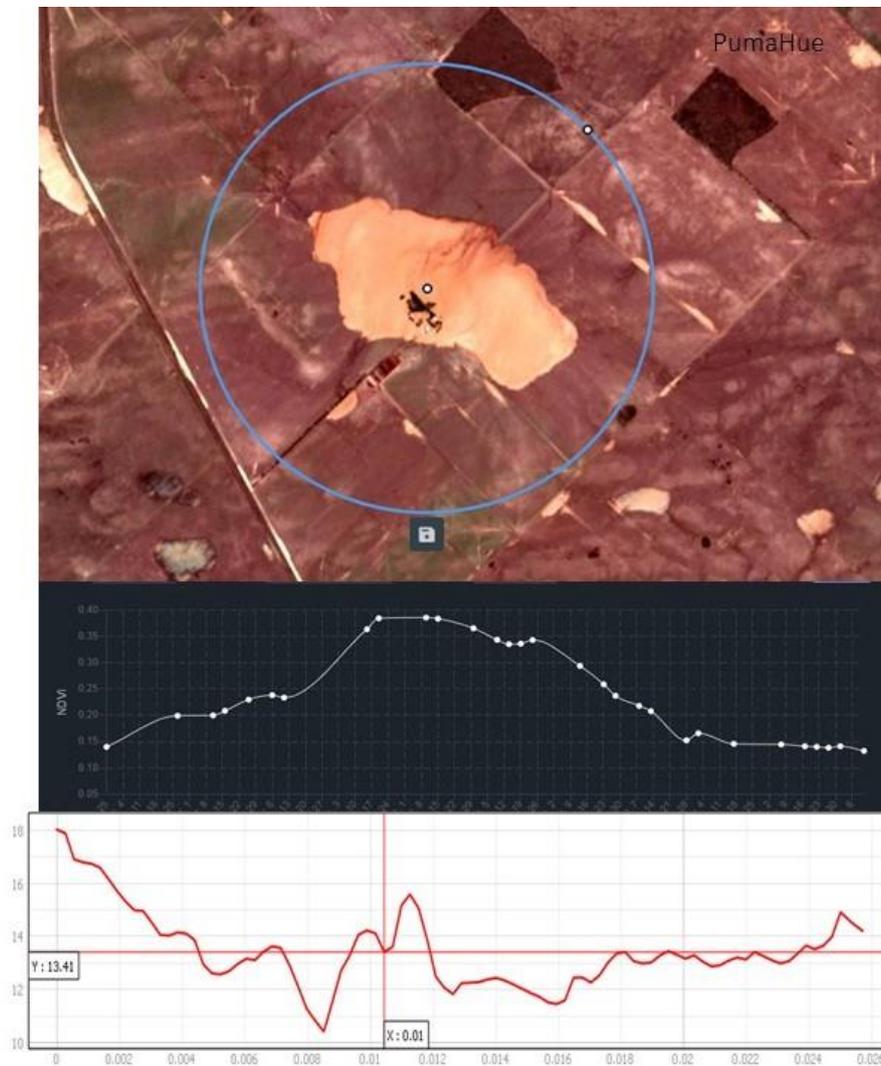
Figura 11 a: Cobertura vegetal en un área de 400 ha circundante a dos cascos afectados por las inundaciones causadas por el evento extremo del 18 y 19 de enero de 2022 en el partido de Patagones. Imágenes Sentinel 2 del 21 enero 2022.



Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 | Febrero 2022

Figura 11b.



Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 | Febrero 2022

IV- Conclusiones

El evento extremo de lluvias ocurrido entre los días 18 y 19 de enero 2022, se concentró en el sector central del partido de Patagones, en un área con epicentro en la localidad de Stroeder. Se formaron más de 2694 lagunas, que cubrieron 15.102 ha y afectaron una buena parte de las construcciones e infraestructuras rurales de los establecimientos agropecuarios, localizadas en las zonas más bajas.

Los anegamientos observados pudieron haberse facilitado por la ausencia de cobertura vegetal del suelo, como consecuencia de la extrema sequía previa y sumada a pendientes pronunciadas.

Si bien este ha sido un evento extremo poco común en la zona, es posible que sea consecuencia del cambio climático, con lo cual se plantea la necesidad de analizar y generar medidas de mitigación con una mirada hacia el futuro. Un ejemplo para ello podría ser la planificación de medidas estructurales como la construcción de bordos en contra de la pendiente siguiendo las líneas de las curvas de nivel, lo que ayudaría a disminuir la velocidad del agua pendiente a bajo en este tipo de eventos torrenciales. Estas curvas de nivel (bordos) transversales a la pendiente deberían hacerse cada 0.5 o 1 m de desnivel, lo que ayudaría a disminuir el escurrimiento y la velocidad del agua precipitada.

A su vez y para una mayor efectividad deben ser cultivadas con pasturas perennes y con forestación nativa. Esto ayudará a reducir la erosión y aumentar la retención del agua en los suelos, minimizando la generación de espejos de agua en zonas de bajos en donde se encuentran las construcciones y mejoras de las estancias.



VI Bibliografía

SÁNCHEZ, R. 2014. Historia de la evolución de las condiciones ambientales de los partidos bonaerenses Villarino y Patagones http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27823/Documento_completo.pdf?sequence=1

VIALE M., R. Valenzuela, R. Garreaud, and F.M. Ralph, 2018: Impacts of atmospheric rivers on precipitation over the southern South America. Journal of Hydrometeorology, 19, 1671–1687, <https://doi.org/10.1175/JHM-D-18-0006.1>

VIALE, M., M. Orbiscay, R. Soria and E. Villalobos, 2020: A website with Atmospheric River Forecast tools for West Coast of Southern South America. 3rd Atmospheric River International Conference. October 5-9, 2020. Virtual Symposium, Univ. de Chile, Santiago, Chile.

ZAPPERI, P, Ramos, M B, Gil, V., Campo, Alicia M. 2007. Caracterización de las precipitaciones estivales en la región del suroeste bonaerense, GAEA., Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, Posadas. ISSN 0328-3194. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/94838/CONICET_Digital_Nro.0ad11078-ecdf-44bb-a346-f8f326db16d3_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

ZURA, G. 2022 Base de datos de Agrometeorología. EEA Hilario Ascasubi. INTA.



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina

Instituciones asociadas para la elaboración del informe



SIAT

Sistema de Información y Alerta
Temprana del Extremo Sur Bonaerense

IANIGLA



CONICET



Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 |
Febrero 2022

Estación Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi | Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Imágenes de las infraestructuras dañadas por el anegamiento.



Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 |
Febrero 2022

Estación Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi | Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria



Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 |
Febrero 2022



Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 |
Febrero 2022



Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 |
Febrero 2022



Inundaciones 2022: un evento meteorológico extremo en el partido de Patagones, Buenos Aires Argentina

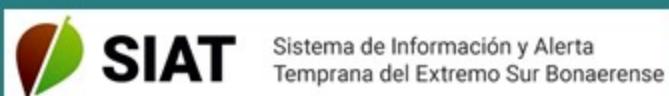
Alejandro Pezzola | pezzola.alejandro@inta.gob.ar | ISSN 0328-3321 Boletín técnico N°30 |
Febrero 2022

El presente informe fue motivado por el evento meteorológico extremo ocurrido del 18 al 20 de enero de 2022 en el partido de Patagones. En esos días se registraron lluvias torrenciales atípicas para la región semiárida que generaron, desde innumerables anegamientos de caminos rurales hasta la pérdida de infraestructura rural como galpones y casas de los cascos.

Este trabajo incluye la descripción sinóptica del evento meteorológico, su análisis y conclusión, el resultado de una acción multidisciplinaria que abordó las dimensiones físicas y ambientales. Finalmente, se estimó la superficie con espejos de agua, teniendo como epicentro a la localidad Stroeder como el área más afectada.

El propósito principal de este informe es mostrar la cartografía de las áreas inundadas y cuantificar las superficies anegadas a consecuencia de las intensas precipitaciones que ocurrieron entre el 18 y el 20 de enero de 2022, en Patagones, provincia de Buenos Aires.

ISSN 0328-3321 Boletín técnico de la E.E.A Hilario Ascasubi N°30



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina