

Integración de información de impacto socio ambiental en el seguimiento de eventos hidrometeorológicos para la mejora en la provisión de pronósticos y alertas de corto plazo: Proyecto SMN-INA-DCMQ

Nota Técnica SMN 2023-153

Matias Menalled¹, Pedro Lohigorry², María Cristina Borzi Spagnolo³, Romina Gabriela Pintos³, Leandro Kazimierski⁴, Marina Lagos⁵, Gabriela Ishikame², Violeta Bazzano², Pablo Irurzun², Silvio Sarti⁶, Luis Villarroel³, Mariano Re⁵

¹ *Meteorología y Sociedad, Dirección Nacional de Pronósticos y Servicios para la Sociedad, Servicio Meteorológico Nacional.*

² *Coordinación de Pronósticos Inmediatos, Dirección Nacional de Pronósticos y Servicios para la Sociedad, Servicio Meteorológico Nacional.*

³ *Dirección General de Defensa Civil de Quilmes, Municipio de Quilmes.*

⁴ *Programa de Hidráulica Computacional del Laboratorio de Hidráulica, Instituto Nacional del Agua*

⁵ *Programa de Hidráulica Fluvial del Laboratorio de Hidráulica, Instituto Nacional del Agua*

⁶ *Subsecretaría de Servicios Públicos y Protección Civil y Emergencias Municipio de Quilmes.*

Diciembre 2023

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

Este texto presenta una revisión del proceso de coproducción de una herramienta de registro de daños e impactos asociados a eventos hidrometeorológicos. En primer lugar, se describe el marco general del proyecto y el contexto de producción de la herramienta. A continuación, se desarrolla el proceso de trabajo señalando los núcleos problemáticos que fueron discutidos durante las reuniones semanales y los acuerdos alcanzados. Por último, se pone a discusión las reflexiones y perspectivas identificadas con la intención de colaborar con la consolidación de prácticas de recopilación y sistematización del registro de los efectos socioambientales generados por eventos hidrometeorológicos en Argentina.

Abstract

This text aims to present a review of a co-production process of a recording tool which is oriented to register damages and impacts associated with hydrometeorological events. First, the general framework of the project and the context of production of the tool are presented. Next, the work process is described, pointing out the problematic issues that were discussed during the weekly meetings and the agreements reached. Finally, the reflections and perspectives identified are discussed with the intention of collaborating with the consolidation of practices for the compilation and systematization of the registry of socio-environmental effects generated by hydrometeorological events in Argentina.

Palabras clave: Coproducción, catalogación, reportes, impactos

Citar como:

Menalled, M., Lohigorry, P., Borzi Spagnolo M. C., Pintos, R. G., Kazimierski, L., Lagos, M., Ishikame, G., Bazzano, V., Irurzun, P., Sarti, S., Villaroel, L. y Re, M., 2023: Integración de información de impacto socio ambiental en el seguimiento de eventos hidrometeorológicos para la mejora en la provisión de pronósticos y alertas de corto plazo. Proyecto SMN-INA-DCMQ. Nota Técnica SMN 2023-153.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto “Pronóstico Experimental de Inundaciones Repentinas para la Cuenca Sarandí Santo Domingo, Provincia de Buenos Aires” es una prueba piloto desarrollada conjuntamente por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y el Instituto Nacional del Agua (INA) con el objetivo de generar pronósticos hidrometeorológicos que fortalezcan la gestión del riesgo de desastres por parte de los tomadores de decisión del sector de emergencias y protección civil. Este proyecto tiene como propósito principal desarrollar y poner a prueba la comunicación e interpretación del pronóstico hidrometeorológico para gestionar las inundaciones repentinas en la cuenca Sarandí Santo Domingo (SSD), ubicada en la provincia de Buenos Aires. Es importante destacar que este proyecto se encuentra en etapa experimental, lo que implica que se están realizando pruebas y evaluaciones para mejorar la comprensión y utilidad de los pronósticos. Los resultados obtenidos durante esta fase piloto serán analizados y utilizados para ajustar y perfeccionar la provisión de servicios. Esta Nota Técnica presenta una descripción del proceso de trabajo, resultados parciales y desafíos futuros identificados durante el período 2020-2021.

En la primera fase del proyecto se trabajó en la generación de pronósticos experimentales a muy corto plazo (1 a 3 horas) focalizados en el Municipio de Quilmes (MQ). Para ello se realizaron acciones que permitieron incrementar el detalle de la información disponible y estrechar el vínculo interinstitucional entre las partes involucradas. El MQ, con el asesoramiento y la supervisión técnica del INA, instaló sensores de medición de nivel de agua de los arroyos en puntos críticos que se sumaron a dos sensores ya existentes, instalados por el INA en el marco del proyecto PIDDEF 41/14. Complementariamente, el SMN proveyó una Estación Meteorológica Automática (EMA) que fue instalada en conjunto con el MQ en un predio municipal (34,712°E; 58,313°O). De este modo, se incrementó la disponibilidad de datos para un mejor monitoreo hidrometeorológico de la zona para la generación de pronósticos más precisos.

El SMN, por medio de la Coordinación de Pronósticos Inmediatos (CPI), incrementó la capacidad de vigilancia atmosférica en una región acotada al Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) y en particular a la cuenca SSD, dedicando un pronosticador al seguimiento específico de situaciones de potenciales lluvias intensas que ocasionen posibles crecidas de los arroyos que atraviesan Quilmes. El objetivo de esta decisión consistió en incrementar la resolución y precisión en los pronósticos experimentales generados en el marco del proyecto. Este pronosticador utilizó tanto la información generada por sensores remotos (radar y satélite meteorológico, sistemas de detección eléctrica) como información de terreno dada por las EMAs, sensores de nivel de agua y reportes de redes sociales. Desde el área de Meteorología y Sociedad se co-coordinó el trabajo de articulación interinstitucional entre los organismos nacionales, provinciales y municipales involucrados. La perspectiva de trabajo estuvo centrada en fortalecer las capacidades técnicas y operativas para desarrollar una metodología de seguimiento y registro sistemático de eventos incluyendo variables hidrometeorológicas y los impactos socioambientales asociados. De esta manera, se pudo contribuir con la perspectiva de integrar el impacto en el proceso de emisión de alertas y avisos orientados a dimensionar los daños y la toma de decisiones para la reducción del riesgo de desastre.

Cabe aclarar que no todas las situaciones con potencial de tiempo severo fueron vigiladas en el marco del proyecto. Se dio prioridad a las situaciones con posibilidad de lluvias fuertes en el AMBA, ya que estas condiciones suelen desencadenar inundaciones repentinas en la cuenca seleccionada. La disponibilidad de personal del SMN también influyó en la decisión de seguir o no una situación específica.

Entre las acciones destinadas a fortalecer el vínculo entre las partes involucradas, se estableció un canal de comunicación directo entre el SMN, el INA y la Defensa Civil del Municipio de Quilmes (DCMQ) para el intercambio de información. En cada situación potencialmente severa para la cual se toma la decisión de

realizar el seguimiento, un profesional del SMN y otro del INA informaron a las autoridades de Defensa Civil la evolución de la situación hidrometeorológica a través de mensajes de texto, audio, video y/o imagen en un grupo de WhatsApp. Esta forma de comunicación permitió una notificación rápida, sencilla y directa las novedades, así como asegurar la recepción oportuna de los mensajes por parte de los destinatarios, lo que también facilitó la respuesta a consultas y generó mayor confianza a través de la interacción comunicativa. Después de cada seguimiento se realizó una evaluación del intercambio con el fin de corregir y optimizar el tipo de mensajes, la frecuencia y el formato seleccionado para transmitir la información.

Además de los desarrollos tecnológicos de las herramientas de pronóstico, la ampliación de los datos de observación y la generación de pronósticos experimentales, se estableció un objetivo específico destinado a diseñar una metodología sistemática de registro de daños e impactos asociados a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos dentro del MQ. Esta iniciativa consistió en implementar procedimientos de registro definidos según criterios explícitos orientados a guardar información sobre fenómenos, peligros e impactos reconociendo la importancia de registrar las pérdidas y daños para comprender el riesgo de desastre (OMM, 2021). Los registros generados a escala local tienen un gran potencial ya que proporcionan datos de calidad que ayudan en la toma de decisiones, la gestión del riesgo y la mejora de los sistemas de alerta temprana. Además, al ser generada por una entidad gubernamental competente, la información tiene validez y confiabilidad, llenando una importante brecha en la disponibilidad de información de impacto (Menalled y otros, 2022).

Son múltiples las aplicaciones que se pueden realizar a partir de la producción y generación de información de daños e impactos en la medida de que sea confiable, completa y sistematizada. En este contexto, se destaca la posibilidad de verificar los pronósticos experimentales, definir umbrales de alerta ajustados al contexto socio ambiental, identificar zonas críticas y establecer líneas de acción basadas en evidencia. De forma más amplia, esta información tiene el potencial de contribuir con la validación de modelos hidráulico-hidrológicos, mapas de riesgo multiamenazas y la implementación de avisos de alerta basados en impactos.

2. COPRODUCCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE REGISTRO DEL MUNICIPIO DE QUILMES

El proceso de producción de una herramienta de registro de daños e impactos se inició a través de intercambios de correos electrónicos entre miembros de la Subsecretaría de Emergencias, Protección Civil y Tránsito del Municipio de Quilmes y miembros del SMN. DCMQ, que depende de la Subsecretaría de Emergencias, Protección Civil y Tránsito, compartió un documento borrador que habían elaborado previamente (ver Figura 1a y 1b). Este documento, en formato PDF, consistía en una planilla de dos hojas con campos a recopilar información asociada al evento hidrometeorológico (tipo, fecha y hora, localización) e información de impacto (comunidades afectadas, cantidad de personas evacuadas, heridas, fallecidas y apertura de centros de evacuados).

a)

| | | | | | |
|---|----------------------|---|-----------------------|---|--|
|  | | REGISTRO DE EVENTO METEREOLÓGICO | |  | |
| Orden: | Fecha de ocurrencia: | Hora de inicio: | Hora de Finalización: | | |
| Tipo de evento: | | | | | |
| Lugar: | | | | | |
| Comunidades afectadas: | | | | | |
| Fuentes oficiales: | | | | | |
| Fuentes secundarias: | | | | | |

b)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|---|-------------|---------------|-------------------------|---|-------------|-------------|---|---|---|---|---|
|  | | REGISTRO DE EVENTO METEREOLÓGICO | | | |  | | | | | | | |
| Población afectada | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL: - | Autoevacuadas: - | Evacuadas: - | Heridas: - | Fallecidas: - | En emergencia social: - | | | | | | | | |
| Respuesta | | | | | | | | | | | | | |
| Apertura de Centros de Evacuados | | Nombre CE 1 | Nombre CE 2 | Nombre CE 3 | Nombre CE 4 | Nombre CE 5 | Nombre CE 6 | Nombre CE 7 | | | | | |
| | | Total: | Total: | Total: | Total: | Total: | Total: | Total: | | | | | |
| SÍ | NO | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M |
| Apertura de otros Refugios | | Nombre R1 | Nombre R2 | Nombre R3 | Nombre R4 | Nombre R5 | Nombre R6 | Nombre R7 | | | | | |
| | | Total: | Total: | Total: | Total: | Total: | Total: | Total: | | | | | |
| SÍ | NO | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M | F | M |

Fig. 1: primer borrador para la recopilación de datos generado por la DMDC tanto de datos del evento meteorológico (a) como datos de impacto (b).

Tras revisar el documento compartido, el SMN presentó una devolución con comentarios escritos con la intención de abrir la discusión desde una perspectiva amplia e integral sobre las potencialidades y limitaciones que presenta el desafío de registrar y sistematizar información de impacto. La principal dificultad que presenta el uso exclusivo de planillas en formato texto es que no permiten conformar una base de datos unificada y suelen presentar mucha variabilidad si no se establecen criterios claros para codificar la información. Estas características se presentan como limitaciones ya que dificultan realizar comparaciones, elaborar estadísticas e identificar recurrencias sobre la base de unidades de análisis definidas.

En función de los intercambios iniciales se decidió abordar el proceso mediante la conformación de un grupo de trabajo interdisciplinario específicamente dedicado a la generación de la herramienta de relevamiento de daños e impactos. Necesariamente este grupo de trabajo requería estar conformado por todas las partes involucradas en el proyecto. Por lo tanto, la participación sostenida de integrantes de las tres instituciones fue una condición necesaria para desarrollar el ejercicio. La dinámica de trabajo estuvo basada en reuniones semanales dedicadas a cumplir con el objetivo propuesto, es decir coproducir una metodología que cumpla con las expectativas, necesidades y posibilidades operativas de las partes involucradas. Esta necesidad requirió crear un espacio de referencia, intercambio y vinculación directa entre los y las participantes designados por el SMN, el INA y la DCMQ. Es relevante la composición heterogénea de formaciones y trayectorias profesionales que confluyeron en el equipo de trabajo. Desde el SMN participaron integrantes de la Coordinación de Pronósticos Inmediatos y del Departamento de Meteorología y Sociedad; por el INA estuvieron involucrados miembros del Programa de Hidráulica Computacional de la Subgerencia Laboratorio de Hidráulica, y por el MQ participaron integrantes de la Dirección de Defensa Civil local. Lejos de ser un obstáculo, la diversidad constituyó una fortaleza del proceso ya que demandó esfuerzos conjuntos y definiciones por consenso.

En el transcurso del recorrido se sometieron a discusión criterios de carácter general, propuestas concretas de diseño de la herramienta y necesidades puntuales vinculadas con los intereses propios de cada institución. Tomando como referencia el primer documento en PDF que fue compartido por DCMQ, se abordó el propósito central de la herramienta y las principales preocupaciones que surgen cuando se presenta el desafío de conocer los efectos socio ambientales generados por eventos hidrometeorológicos.

Cabe señalar que, simultáneamente a este proyecto, se desarrolló un objetivo específico del Plan Estratégico 2020-2023 del SMN destinado a unificar las diversas bases de datos asociadas a eventos meteorológicos que gestionan diversas áreas del Organismo. Esta iniciativa constituye una referencia para el proyecto conjunto del SMN-INA-DCMQ ya que sirvió de complemento para abordar el carácter problemático de la información de impacto. Para afrontar el desafío de cómo procesar e integrar información cualitativa en una base de datos estructurada, se tomó como referencia la codificación de impactos utilizada por la “Base de datos europea de tiempo severo” o ESWD, por sus siglas en inglés (Groenemeijer y Liang, 2019). Esta codificación sirvió como punto de partida ya que permitió discutir y reformular la propuesta a la luz de las necesidades propias, permitiendo orientar el proceso de diseño de una metodología adecuada a las condiciones locales.

A lo largo de encuentros semanales se revisó y discutió detalladamente cada una de las categorías propuestas por la base de datos europea. La clasificación se estructura en campos temáticas (o familias), que se componen de subcategorías específicas. A cada campo le corresponde una letra de referencia y, a su vez, cada subcategoría se compone por la letra de la familia a la que pertenece y un valor numérico. La numeración está asociada a un grado de menor a mayor severidad y detalle, aunque esto no implica que las categorías sean excluyentes unas de otras. Es decir, en una misma situación se pueden registrar simultáneamente impactos que corresponden a distintas categorías.

La categorización original de referencia propuesta por la EWSD se compone de siete campos. Cada campo se compone de una cantidad variable de subcategorías que contempla entre dos y diez clases por familia. La versión adaptada por el grupo de trabajo SMN-INA-DCMQ también se compone de siete campos, aunque la cantidad de subcategorías varían entre cinco y trece (ver Apéndice). A pesar de que la estructura general de la categorización se mantuvo, el proceso de discusión permitió incorporar cambios conceptuales significativos. Por ejemplo, se incorporó una perspectiva socio ambiental preocupada por el carácter integral de los impactos que considera también afectación a los medios de vida y no sólo a las pérdidas puramente materiales, propias del paradigma fiscalista. Además, al incluir mayor detalle en el desglose de las subcategorías se logró aumentar la precisión en determinados aspectos que resultan útiles conocer para dimensionar la gravedad de los daños e impactos.

El ejercicio de adecuación resultó sumamente interesante para despejar en el transcurso mismo de la revisión, puntos ciegos o falencias que se identificaron al intentar trasladar la clasificación original en nuestro contexto. Asimismo, fue necesario tener presentes algunas consideraciones propias de la zona bajo estudio. A modo de ejemplo, uno de los principales desafíos consistió en adecuar la categorización al contexto específico de trabajo, sin que ello implique un grado de especificidad que restrinja su aplicación en otros territorios. Por lo tanto, se decidió incorporar aspectos que estaban ausentes en la categorización de referencia, y a su vez mantener categorías que, si bien no aplican para el MQ, son pertinentes para otras regiones del país. Cabe mencionar que la nueva versión de la categorización, además de haber sido discutida entre el SMN, INA y DCQ, también contó con la revisión de otros actores involucrados en la gestión del riesgo de desastre y el registro de impactos como Cruz Roja Argentina y Administración de Parques Nacionales, ambas instituciones con las cuales el SMN mantiene líneas de trabajo conjuntas (Menalled y Chasco, 2022; Menalled y D'Amen, 2023). Estas vinculaciones y asociaciones estratégicas buscan confluir hacia una misma dirección, promoviendo unificar y compatibilizar metodologías y registros para conformar una base de datos sobre amenazas meteorológicas e impactos socioambientales en América del Sur (Bechis y otros, 2022).

Habiendo logrado consenso respecto a la adaptación de la categorización de impactos, se ahondó en identificar cuál sería el procedimiento de registro e interfaz de carga más adecuados en este caso. Esta determinación tuvo en consideración varios factores, incluyendo la disponibilidad de recursos informáticos, los conocimientos y habilidades de las personas involucradas, la organización de los procesos de trabajo y el carácter de la información registrada. Todas estas dimensiones fueron revisadas y discutidas internamente. Cada participante aportó su punto de vista respecto de lo deseable, lo posible y lo funcional, siempre teniendo en consideración las posibilidades propias y ajenas. De este modo, se arribaron a acuerdos compartidos que fueron transformando gradualmente las versiones intermedias hasta definir un diseño estable de una planilla de reportes en formato Excel.

3. LA PLANILLA DE REPORTES

A continuación, se describen con detalle aspectos generales de la planilla, su estructura y la lógica interna que presenta. Como se dijo, la DCMQ, el INA y el SMN trabajaron en un método de relevamiento de reportes, el cual está orientado a informar los daños acontecidos en dicho municipio a raíz de fenómenos hidrometeorológicos. La herramienta de registro, a cargo de DCMQ, consiste en una planilla Excel ya que posibilita realizar estadísticas a medida que se van completando los eventos. Además, las celdas presentan opciones de lista desplegable para agilizar el llenado de la misma y otorga facilidades para la georreferenciación de la información en un mapa.

La planilla consta de tres partes principales. En la primera se completan los datos referidos al día del evento en forma de resumen general (Tabla 1 y 2). Luego, en la segunda hoja se completan los datos hidrometeorológicos (Tabla 3) y finalmente en la última sección se completa con los registros de daños e impactos observados en el municipio (Tabla 4).

En el primer borrador se discutió la información mínima que debe presentar el registro de reportes. En principio debe figurar la identificación del operador responsable de completar la planilla, quien se encarga de establecer el estado del evento. Una de las cuestiones que se discutieron reside en que si el evento está asociado a una situación sinóptica que abarca varios días y se registran mejoramientos temporarios sería confuso para el operador completarlo como uno o varios eventos separados, ya que habría que establecer cuándo se considera el fin de un evento. Probablemente esto podría decidirlo el pronosticador SMN a cargo del seguimiento de la situación y dar aviso al operador de DCMQ para que se asocien todos los reportes registrados durante el período de ocurrencia del evento sinóptico. Por otra parte, la DCMQ considera importante registrar si el evento se encuentra enmarcado en un alerta meteorológico emitido desde el SMN o un aviso de crecida del Río de La Plata emitido por el Servicio de Hidrografía Naval (SHN), para lo cual, se agregó una columna para consignar los avisos y alertas en la planilla.

Para el tipo de evento asociado se eligió, en primera instancia, utilizar las categorías: tormentas, vientos fuertes, lluvias intensas, tornados, sudestadas, inundaciones, granizo y actividad eléctrica. La cuestión que se planteó entonces fue, por un lado, cómo se definen estas categorías: ¿cuál es la diferencia que hay entre tormentas y actividad eléctrica? Por otro lado, si el evento es multiamenaza ¿para la misma situación deberían completarse lo mismo en varias categorías? Esto probablemente también debería ser informado por el pronosticador SMN hacia el operador de DCMQ a cargo de completar la planilla de registro en el marco del seguimiento de situaciones hidrometeorológicas severas. Sin embargo, por el momento se decidió que el personal de Defensa Civil consigne el evento más significativo entre cuatro tipos de amenazas localmente relevantes (Tormentas, Vientos, Lluvia y Sudestada). Además, si bien se trata de categorías que pueden ser extensivas a los fenómenos meteorológicos pronosticados por CPI, se planteó considerar también otros fenómenos como temperaturas extremas de frío y calor.

Tabla 1: Ejemplo completado de la primera parte de la Planilla de Intervención (Resumen).

| N° de Evento | Estado | Fecha de apertura del evento | Hora de apertura del evento | Causa del evento | Avisos | | Alerta Temprana | |
|--------------|--------|------------------------------|-----------------------------|------------------|--------|-----|-----------------|-----|
| | | | | | SMN | SHN | SMN | SHN |
| | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|------------|-----------|---------------|----------|----|----|----------|----|
| 1 | Finalizado | 4/8/2021 | 7:20:00 p. m. | Tormenta | Sí | No | Naranja | No |
| 2 | Finalizado | 4/23/2021 | 8:00:00 p. m. | Viento | No | No | Amarilla | No |

En la Hoja Resumen, además, se dispone de información que brinda un panorama global de cuáles fueron los valores máximos observados tanto meteorológica (lluvia y viento) como hidrológicamente (niveles de altura en los arroyos y Río de La Plata) y la cantidad de reportes de daños en función de la categorización establecida (ver discusión más adelante). Finalmente, se detalla la fecha y hora de cierre del evento (Tabla 2).

Tabla 2: Continuación de la Tabla 1 (Resumen). Se omiten las subcategorías de los impactos por cuestiones de espacio.

| Información Meteorológica | | | | Información hidrológica | | | Evaluación de impactos (Totales) | | | | | | | Fecha de cierre del evento | Hora de cierre del evento |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------|------|------|----------------------------------|----------------------|-----------------|---|---|---|---|----------------------------|---------------------------|
| | | | | Altura máxima (m) | | | Arroyo Las Piedras | Arroyo San Francisco | Río de la Plata | T | H | P | V | | |
| Max. Ráfagas de viento (km/h) | Max. Vientos (km/h) | Dirección predominante del viento | Lluvia acumulada (mm) | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 10 | Sur | 18.5 | 6.15 | 3.55 | 0.84 | 13 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 4/9/2021 | 1:29:00 a. m. |
| 18 | 5 | Sur | 0 | 5.54 | 3.09 | S/D | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 4/24/2021 | 12:00:00 p. m. |

La siguiente sección, sugerida por DCMQ, se completa con información hidrometeorológica (Tabla 3). El problema con este campo es que difícilmente se pueda poner una única medición horaria representativa del evento y se aumente la carga de trabajo del operador DCMQ si se quieren asentar los máximos del evento

para reflejar su intensidad. Desde la visión del SMN y el INA, se recomendó completar esta información como una práctica de validación post-evento de los pronósticos. En este sentido, se advirtió que el uso de los datos de las EMAs ubicadas en el municipio no garantizan ni la representatividad de la medición ni la calidad del mismo, ya que no se conoce la calibración del instrumental (uso cualitativo). Por este motivo y dado que las estaciones hidrometeorológicas son capaces de almacenar la información, se sugirió omitir esta parte de la planilla. Debido que para el personal de DCMQ resulta útil realizar un seguimiento de la evolución de la altura de niveles de los arroyos, fue necesario que tengan acceso operativo a los paneles de visualización de los sensores ajustados a la toma de decisión, por ejemplo, incorporando una escala cromática asociados a los valores de desborde. Este seguimiento se puede complementar con observaciones visuales directas y la utilización de cámaras de monitoreo del municipio ubicadas cerca de los cuerpos de agua para conocer el estado de los arroyos, a modo de información complementaria.

Tabla 3: Ejemplo de completado de la segunda parte de la Planilla de Intervención.

| Información Meteorológica (Climasur) | | | | Información Hidrológica (INA - SHN) | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------|----------------------|-------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------|----------------------|-------------|--------------------|-----------------|----------|
| Ráfagas de viento (km/h) | Vientos (km/h) | Dirección del viento | Lluvia (mm) | Altura (m) | | | | | | | |
| | | | | Arroyo Las Piedras | | | Arroyo San Francisco | | | Río de la Plata | |
| | | | | Montev erde | Rep. del Líbano | Zona X | Dr. Torre | Montevi deo | Zona X | Ribera | Zona CNQ |
| 19 | 10 | Sur | 1.5 | 5.1 | 2.1 | En su cauce normal | 2.65 | S/D | En su cauce normal | 0.84 | |
| 24 | 10 | Sur | 6.8 | 5.6 | 2.35 | En su cauce normal | 3 | S/D | En su cauce normal | 0.7 | |

La Tabla 4 muestra la categorización de los reportes en función de los daños relevados. Para cada familia o rubro se definen las subcategorías, en las que se describe cuál es el impacto observado¹. Respecto a esta sección de la planilla, el nivel de detalle que se busca alcanzar en la categorización fue un tema de discusión. Por ejemplo, en los daños a los edificios ¿se quiere distinguir si corresponde a un edificio público o no? ¿qué utilidad tendría esta discriminación? ¿resulta útil para organizar las acciones de DCMQ por ejemplo si es un posible espacio que funcione como centro de evacuación? Por este motivo, se puso a disposición un campo

¹ Para más detalles, ver Apéndice.

libre de texto para agregar aclaraciones complementarias mediante un campo de “Observaciones”, de manera tal que se pueda hacer ampliación con información cualitativa sobre los datos.

En esta línea, se consideró también incluir la cantidad de daños observados. Por ejemplo, en un evento de crecida no es lo mismo reportar 3 motos arrastradas que 30. Posiblemente se pueda resaltar la presencia de muchos daños en categorías de colores, pero para esto habría que discutir cuándo estos números son significativos, por lo cual se decidió completar con un número para conocer cuántos impactos hubo en la hoja “Resumen”.

Tabla 4: Ejemplo de completado de la tercera parte de la Planilla de Intervención.

| N° Evento | N° de Registro de Impacto | Fecha | Hora de Registro de Impacto | Dirección | Localidad | Categoría de impacto | Tipo de impacto |
|-----------|---------------------------|----------|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|-----------------|
| 1 | 1 | 4/8/2021 | 8:17:00 p. m. | Rodolfo López y 395 | Quilmes Oeste | Daño_a_infraestructura_de_transporte | T1 |
| | 2 | 4/8/2021 | 8:34:00 p. m. | Camino General Belgrano y Montevideo | Bernal Oeste | Daño_a_infraestructura_de_transporte | T1 |
| | 3 | 4/8/2021 | 8:38:00 p. m. | Montevideo y 169 | Bernal Oeste | Daño_a_infraestructura_de_transporte | T1 |
| | 4 | 4/8/2021 | 8:38:00 p. m. | Montevideo y Juan José Valle | Bernal Oeste | Daño_a_infraestructura_de_transporte | T1 |
| | 5 | 4/8/2021 | 8:50:00 p. m. | 844 y 888 | San Francisco Solano | Daño_a_infraestructura_de_transporte | T1 |
| | 6 | 4/8/2021 | 8:50:00 p. m. | 844 y 886 | San Francisco Solano | Daño_a_infraestructura_de_transporte | T1 |
| | 7 | 4/8/2021 | 8:53:00 p. m. | 850 Y 883 | Villa La Florida | Daño_a_infraestructura_de_transporte | T1 |

| | | | | | | |
|----|----------|----------------|---------------------|------------------|--|----|
| 8 | 4/8/2021 | 8:53:00 p. m. | 850 y 890 | Villa La Florida | Daño_a_infraestructura_de_transporte | T1 |
| 9 | 4/8/2021 | 8:55:00 p. m. | Victorica y Lynch | Bernal Oeste | Daño_a_infraestructura_de_transporte | T1 |
| 10 | 4/8/2021 | 8:55:00 p. m. | Victorica y Bermejo | Bernal Oeste | Daño_a_infraestructura_de_transporte | T1 |
| 11 | 4/8/2021 | 9:00:00 p. m. | 844 y 885 | Villa La Florida | Daño_a_árboles | W1 |
| 12 | 4/8/2021 | 9:11:00 p. m. | Cevallos y Videla | Quilmes | Daño_a_infraestructura_de_transporte | T1 |
| 13 | 4/8/2021 | 9:11:00 p. m. | Cevallos y Alberdi | Quilmes | Daño_a_infraestructura_de_transporte | T1 |
| 14 | 4/8/2021 | 10:27:00 p. m. | Ciudadela 195 | Bernal | Daño_a_infraestructura_urbana_y_afectación_de_servicios_esenciales | U2 |
| 15 | 4/9/2021 | 12:38:00 a. m. | 844 y 885 | Villa La Florida | Daño_a_infraestructura_de_transporte | T1 |
| 16 | 4/9/2021 | 1:29:00 a. m. | Laprida 2689 | Quilmes Oeste | Daño_a_infraestructura_urbana_y_afectación_de_servicios_esenciales | U5 |

Para testear la planilla de reportes de daño es necesario contar con múltiples situaciones hidrometeorológicas adversas. Durante el período de desarrollo de este proyecto de pronóstico experimental -2020 y abril del 2023- se hicieron 23 seguimientos hidrometeorológicos y se analizaron dos situaciones específicas posteriormente a la ocurrencia del evento con el fin de evaluar la calidad del pronóstico emitido. No obstante, el análisis resulta limitado ya que en este lapso de tiempo no se presentaron valores extremos de precipitación y altura de nivel del agua en los arroyos del Municipio de Quilmes, ni tampoco se pudieron establecer umbrales de referencia asociados a la lluvia caída y/o viento (o ráfagas de viento) que generan inconvenientes de forma sustantiva en este municipio. De todas formas, se encontró que, los eventos de vientos sostenidos del sector sudeste, algunas zonas particulares como La Ribera, presentaron sistemáticamente anegamientos de calles por crecidas del Río de la Plata que pueden ser exacerbados por lluvias locales con valores de precipitación por debajo de los umbrales de tormentas fuertes o severas que se utilizan a la hora de emitir los Avisos

meteorológicos a muy Corto Plazo (Lohigorry y otros, 2018). Incluso si la sudestada es intensa y duradera es posible que se registren anegamientos sin la ocurrencia de lluvias.

4. APLICACIONES Y PERSPECTIVAS A FUTURO

El objetivo central de la planilla es contar con información sistematizada y manipulable que resulte útil para su aplicabilidad en diversos propósitos. Por lo tanto, se requiere tener presente las necesidades de los usuarios de esta herramienta. En este proyecto, se puede considerar que las tres instituciones involucradas se constituyen simultáneamente como productoras y usuarias ya que esta información colabora en brindar aportes valiosos para la misión de cada organismo. Desde esta perspectiva, se considera una experiencia de trabajo interdisciplinario e intersectorial que logra la retroalimentación entre instituciones oficiales de distintos niveles de gobierno. Al mismo tiempo, se pone de manifiesto la demanda de recursos, tiempos y esfuerzos conjuntos que requiere el trabajo interinstitucional, el seguimiento de situaciones hidrometeorológicas en un área geográfica acotada y el registro de información detallada de forma sistematizada.

En primer lugar, DCMQ es la institución responsable de ingresar la información de las condiciones hidrometeorológicas y de daños e impactos que se registran en el municipio. Contar con una base de datos de estas características le permite tener mejor conocimiento de los efectos que generan los eventos, sus características, recurrencia y distribución espacial. Se subraya que esta herramienta contempla un margen de flexibilidad para realizar modificaciones y adecuaciones futuras, según se acrediten otras situaciones adversas y/o necesidades específicas. De esta manera, se pretende contribuir con lineamientos que resulten de referencia para la aplicación de este procedimiento en otros municipios e instituciones dedicadas a la gestión del riesgo de desastres.

Para el SMN, esta información resulta útil en términos de verificación de pronósticos (Alertas meteorológicas y Avisos a corto plazo), revisión y ajuste de umbrales de niveles de alerta que consideren la afectación en los territorios y el establecimiento de las bases para incorporar la perspectiva de alertas y avisos basados en impacto.

Para el INA también resulta fructífero disponer de información de altura de niveles de arroyos e impactos asociados para mejorar la comprensión del fenómeno de las inundaciones urbanas, definir umbrales de peligrosidad sobre evidencia empírica y realizar ajustes en los modelos hidrológicos que posibilitan simular la realidad de forma más precisa (Re y otros, 2019; Re y otros, 2022).

A nivel local, el desarrollo de una herramienta de registro basada en impactos contribuye a las políticas y estrategias de Gestión Integral del Riesgo de DCMQ, que comprenden la intención de mitigar, prevenir o reducir posibles efectos de eventos adversos sobre la comunidad, la infraestructura urbana, los bienes, la economía y el ambiente. La información recuperada es de utilidad para:

- La confección del Plan de Emergencias Municipal, como documento que define políticas, estructuras organizativas y procedimientos operativos generales con el fin de dar respuesta de manera rápida, oportuna y eficaz a las distintas situaciones de emergencia o desastre que se presente en el municipio.
- El desarrollo de Planes de Contingencia que contemplen hipótesis de riesgo fundadas en los datos registrados de impactos, con el objeto de analizar escenarios más reales e incrementar la preparación y primera respuesta.

- El uso de la georreferenciación de impactos para detectar zonas de riesgo en la localidad mediante su mapeo.
- La conformación de un registro histórico local a partir de información clave acerca de los eventos hidrometeorológicos e impactos locales.

De este modo se identifican argumentos sólidos y variados que fundamentan la implementación de la herramienta de registro dentro de la dinámica laboral de DCMQ, en articulación con el SMN y el INA. Esta metodología de trabajo se encuentra en etapa de evaluación, considerando las fortalezas y debilidades de incorporar la tarea de recuperación de datos en tiempo real mediante un operador capacitado para la misma o de forma posterior a la ocurrencia de los eventos. A su vez, se evalúa la posibilidad de acompañar esta tarea de llenado con la georreferenciación de los impactos con instrumentos digitales como el Google My Maps con el fin de visualizar la información plasmada en el territorio y la distribución de la afectación sobre los distintos aspectos de la comunidad (Figura 2).

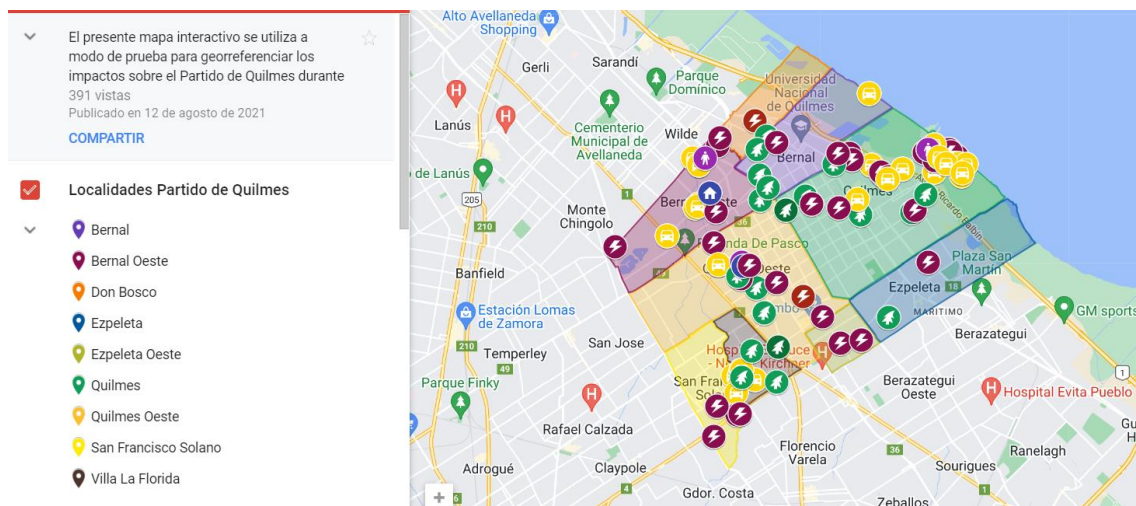


Fig. 2: Georreferenciación de impactos socio ambientales registrados durante tres eventos distintos en el Municipio de Quilmes.

Los avances, resultados y alcances de este proyecto son continuados y fortalecidos en vinculación con otras iniciativas en curso que se orientan en la mejora de los sistemas de alerta temprana y la reducción del riesgo frente a inundaciones repentinas. Entre los proyectos más destacados se encuentra la integración de la perspectiva de alertas y avisos basados en impacto en el SMN (D'Amen y otros, 2022), el desarrollo de la "Base de datos de amenazas meteorológicas y sus impactos de América del Sur" (Salio y otros, enviado) y el proyecto PREVENIR (Saulo y otros, 2023). A su vez, se encuentra en una etapa inicial la incorporación de un municipio más de la cuenca Sarandí-Santo Domingo en el esquema de seguimientos y pronósticos experimentales. Este entramado institucional es el contexto propicio para continuar fortaleciendo las líneas de trabajo presentados a lo largo de este documento desde la perspectiva de la coproducción y el trabajo científico interdisciplinario orientado a la mejora de los pronósticos y servicios hidrometeorológicos.

5. REFERENCIAS

Bechis, H. y otros, 2022: Hacia la creación de una base de datos de tormentas severas en Sudamérica. XIV Congreso Argentino de Meteorología. URL: <http://repositorio.smn.gob.ar/handle/20.500.12160/2474>.

D'Amen, D., Cerrudo, C. y Sosa, P., 2022: Planificación y desarrollo de la iniciativa de alertas y avisos basados en impacto en el Servicio Meteorológico Nacional. XIV Congreso Argentino de Meteorología. URL: <http://repositorio.smn.gob.ar/handle/20.500.12160/2448>.

Groenemeijer, P., Liang, Z., 2019: ESWD data format specification, version 1.60 / 1.60-csv. TECHNICAL REPORT 2019-01. Alemania

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

Menalled, M. y D. D'Amen, 2023: Relevamiento de los usos y valoraciones del Sistema de Alerta Temprana en el sector de emergencias y gestión del riesgo de desastre entre 2021 y 2022. Nota Técnica SMN 2023-144.

Menalled, M. y J. Chasco, 2022: Relevamiento de los usos y valoraciones del Sistema de Alerta Temprana en el sector de emergencias y gestión del riesgo de desastre entre 2020-2021. Nota Técnica SMN 2022-123.

Menalled, M., D'Amen, D., Vilariño, M. y Goñi, J., 2022: Antecedentes y perspectivas actuales para la integración de datos de daños e impactos socio ambientales en la provisión de alertas y avisos en el Servicio Meteorológico Nacional. XIV Congreso Argentino de Meteorología. URL: <http://repositorio.smn.gob.ar/handle/20.500.12160/2450>.

Organización Meteorológica Mundial, 2021: Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre los servicios de predicción y aviso de peligros múltiples que tienen en cuenta los impactos. Parte II: Aplicación práctica de los servicios de predicción y aviso de peligros múltiples que tienen en cuenta los impactos. OMM-N°1150.

Re, M., Kazimierski, L.D. y Badano, N.D., 2019: High-resolution urban flood model for risk mitigation validated with records collected by the affected community. Journal of Flood Risk Management 12 (Suppl. 2):e12524. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12524>

Re, M., Kazimierski, L.D., Garcia, P.E., Ortiz, N.E. y Lagos, M., 2022: Assessment of crowdsourced social media data and numerical modelling as complementary tools for urban flood mitigation. Hydrological Sciences Journal.

Salio, P. y otros, 2023 [enviado]: Towards a South American High Impact Reports Database. Bulletin of the American Meteorological Society.

Saulo, C., Takemasa, M. y otros, 2023: PREVENIR: proyecto de cooperación para el desarrollo de un sistema de alerta temprana de inundaciones urbanas. XXVII Congreso Nacional del Agua.

APÉNDICE

ADAPTACIÓN DEL SMN-INA-DEFENSA CIVIL QUILMES DEL APÉNDICE C IMPACT CODES. TECHINCAL REPORT 2019-01. ESWD DATA FORMAT SPECIFICATION VERSION 1.60 AND 1.60-CSV. PP. 64-65.EUROPEAN SEVERE STORMS LABORATORY. PIETER GROENEMEIJER AND ZHONGJIAN LIANG.

| | | |
|--|----|--|
| Daño a infraestructura de transporte | T1 | Calle/avenida/ruta(s) con circulación reducida o parcialmente bloqueada |
| | T2 | Calle/avenida/ruta(s) totalmente bloqueada o intransitable |
| | T3 | Puente dañado o destruido |
| | T4 | Tren/subte suspendido o cerrado |
| | T5 | Tren/subte con estructura dañada |
| | T6 | Aeropuerto cerrado (por más de una hora) |
| | T7 | Avión dañado o destruido |
| | T8 | Embarcación dañada o destruida |
| | T9 | Personas y/o lugares habitados aislados por corte de infraestructura de transporte o vías de acceso |
| Daño en viviendas (casas y/o edificios con fines habitacionales) | H1 | Daño general a vivienda(s) |
| | H2 | Techo(s) destruidos o volados |
| | H3 | Daño a ventana(s) |
| | H4 | Pared(es) parcialmente colapsadas |
| | H5 | Edificios parcial o completamente destruidos |
| | H6 | Sótanos inundados y/o destruidos |
| | H7 | Inundación de planta baja con menos de 70cm dentro de la vivienda o el equivalente a la altura de una mesa |
| | H8 | Inundación de planta baja con más de 70cm dentro de la vivienda o el equivalente a la altura de una mesa |
| Impacto a la población y daño a los medios de vida | P1 | Evacuación anticipada ordenada por las autoridades |
| | P2 | Evacuación con presencia de agua ordenada por las autoridades |
| | P3 | Evacuación sugerida por las autoridades, no acatada por los damnificados |
| | P4 | Autoevacuación |
| | P5 | Habilitación de refugios o centro de evacuados |

| | | |
|--|-----|--|
| | P6 | Heridos y/o con afectaciones a la salud |
| | P7 | Muertos |
| | P8 | Personas con paradero desconocido |
| | P9 | Suspensión temporal de actividades comerciales y/o laborales en los puestos de trabajo |
| | P10 | Cancelación de actividades comerciales, económicas y/o laborales con pérdidas materiales |
| Daño a vehículos | V1 | Moto(s), auto(s) o vehículos de porte pequeño dañadas (general) |
| | V2 | Auto(s) abollados, con parabrisas o vidrios rotos |
| | V3 | Moto(s), auto(s) o vehículos de porte pequeño destruidos |
| | V4 | Motos, Auto(s) o vehículos de porte pequeño levantados o arrastrados |
| | V5 | Camión(es), acoplados o vehículos de gran porte levantados, arrastrados o volcados |
| Daño a árboles | W1 | Árbol(es) dañados |
| | W2 | Rama(s) grandes rotas |
| | W3 | Árbol(es) quebrados o volteados |
| | W4 | Bosque(s) dañados o destruidos |
| Daño a infraestructura urbana y afectación de servicios esenciales | U1 | Señalización o cartelería urbana dañada |
| | U2 | Poste(s) de madera de baja/media tensión caídos y/o dañados |
| | U3 | Poste(s) metálicos y/o de cemento de alta tensión caídos y/o dañados |
| | U4 | Semáforo(s) caídos y/o dañados |
| | U5 | Línea de transmisión eléctrica dañada o destruida |
| | U6 | Infraestructura de telecomunicación dañada o destruida |
| | U7 | Sistema pluvial y/o sumideros colapsados |
| | U8 | Corte de suministro eléctrico |
| | U9 | Corte de suministro de gas |
| | U10 | Corte de suministro de agua |
| | U11 | Daños materiales o interrupción de actividades normales en escuela |

| | | |
|---|-----|---|
| | U12 | Daños materiales o interrupción de actividades normales en hospitales o centros de salud |
| | U13 | Infraestructura crítica dañada (represas, centrales eléctricas, centrales petroquímicas, etc) |
| Daño a la actividad agrícola y/o ganadera | A1 | Camino rural anegado o inundado |
| | A2 | Cultivos dañados |
| | A3 | Tierras de cultivo inundadas |
| | A4 | Animales(es) afectados o muertos |
| | A5 | Estructura(s) dañada(s) o destruída(s) (silo, galpón, invernadero, etc) |

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 Dirección Nacional de Ciencia e Innovación en Productos y Servicios, 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).