



Municipalidad
San Antonio de Areco



Plan Director para la Reducción del Riesgo por Inundaciones en el Partido de San Antonio de Areco

(PD_RRI San Antonio de Areco)

Febrero de 2026 - INFORME 2 - Versión B

Plan Director para la Reducción del Riesgo por Inundaciones en el Partido de San Antonio de Areco

(PD_RRI San Antonio de Areco)

Rev.	Fecha	Descripción	Elaboración	Revisión
A	20/02/2026	Versión de emisión.	PGR	PGR
B	26/22/2026	Versión final	PGR	

Febrero de 2026 - INFORME 2 - Versión B

Ficha Técnica

1. Documento Informe técnico	2. Código 2026-2--PDRRIA_B	3. Referencia al archivo original Plan Director RRI Areco - Convenio específico - Informe 2 - Versión B - PGR.docx		
4. Título y subtítulos: Plan Director para la Reducción del Riesgo por Inundaciones en el Partido de San Antonio de Areco (PD_RRI San Antonio de Areco)		5. Fecha de publicación 26/2/2026		
		6. Tipo de documento INFORME 2 - Versión B (B - versión a revisión)		
7. Documento realizado para: Convenio específico UNSAdA - Municipalidad de San Antonio de Areco		8. Identificación abreviada: MSAdA (Municipalidad de San Antonio de Areco) UNSAdA (Universidad de San Antonio de Areco)		
		9. Autoridades: Jerónimo Ainchil Francisco Ratto <u>Rector</u> <u>Intendente</u>		
10. Referentes del convenio: Ramón Ojeda - MSAdA Nahuel Filippini – UNSAdA		11. Referentes técnicos Sofía Scarano - MSAdA Pablo Romanazzi - UNSAdA		
12. Cítese: “Plan Director para la Reducción del Riesgo por Inundaciones en el Partido de San Antonio de Areco - (PD_RRI San Antonio de Areco)”; INFORME 2 - INFORME 2 - Versión B; Convenio específico UNSAdA - Municipalidad de San Antonio de Areco.				
13. Síntesis: <ul style="list-style-type: none"> • El presente Informe de Avance N° 2 se emite en cumplimiento del hito del Mes 4 (Cronograma del Convenio) y documenta la ejecución de actividades y productos del Bloque B (Meses 3–4): Relevamientos y Modelación. • Estado del Bloque B: CUMPLIDO. • Próximo bloque: Bloque C (Meses 5–6): Protocolos, tableros operativos, señalética inteligente y capacitación. 				
14. Palabras clave Monitoreo hidrometeorológico - Riesgo hidrológico – Inundaciones.		15. Tamaño y fecha del archivo protegido 3740,00 Kbytes 26/2/2026		
16. Confidencialidad Sujeto a cláusula 7ª de Informes y confidencialidad por Convenio específico del 22/10/2025	17. Nro. de páginas 20	18. Nro. de figuras 3	19. Nro. de tablas 1	20. Nro. de mapas -

Plan Director para la Reducción del Riesgo por Inundaciones en el Partido de San Antonio de Areco

(PD_RRI San Antonio de Areco)

INFORME 2 - Versión B

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	SÍNTESIS EJECUTIVA	6
2	METODOLOGÍA APLICADA AL BLOQUE B	7
2.1	RELEVAMIENTOS Y PRIORIZACIÓN TERRITORIAL.....	7
2.2	ARQUITECTURA DE MODELACIÓN	7
2.3	CONTROL DE CALIDAD Y TRAZABILIDAD	8
3	ACTIVIDADES REALIZADAS Y RESULTADOS	9
3.1	RELEVAMIENTOS PLANIALTIMÉTRICOS Y ACTUALIZACIÓN DE INVENTARIO	9
3.2	PREPARACIÓN DE INSUMOS TOPOGRÁFICOS Y CARTOGRÁFICOS.....	9
3.3	MODELACIÓN HIDROLÓGICA (CUENCA) – CONFIGURACIÓN Y ESCENARIOS	9
3.4	MODELACIÓN HIDRÁULICA (CORREDOR FLUVIAL / URBANO) – PRUEBAS Y VALIDACIÓN PRELIMINAR.....	10
3.5	CARTOGRAFÍA DE PELIGROSIDAD (PRODUCTOS DEL BLOQUE B)	10
3.6	MÉTRICAS DE ALERTA: OPERACIONALIZACIÓN DEL IHA Y ROL COMPLEMENTARIO DEL IST	10
3.7	CAPITALIZACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN (BASE DE ACTIVOS TRANSFERIBLES).....	11
4	HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN PARA TOMA DE DECISIONES (PRODUCTO FINAL DEL BLOQUE B)	12
4.1	¿QUÉ ES ESTE INFORME Y PARA QUÉ SIRVE?	12
4.2	¿QUÉ INCLUYE EL BLOQUE B Y POR QUÉ ES IMPORTANTE?	12
4.3	¿POR QUÉ MODELAR EN DOS ESCALAS (CUENCA GLOBAL Y ÁREA URBANA)?	13
4.4	¿QUÉ SE HIZO EN EL BLOQUE B? (EXPLICADO PASO A PASO)	13
4.5	SISTEMA DE ALERTA: POR QUÉ SE PRIORIZA EL IHA Y CÓMO QUEDA EL IST.....	15
4.6	CAPITALIZACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN UNSADA: POR QUÉ SE INCLUYEN Y CÓMO APORTAN AL CONVENIO	16
5	PRODUCTOS ENTREGADOS Y VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL BLOQUE B	18
6	PLAN DE TRABAJO PARA EL BLOQUE C (MESES 5–6)	19
7	ANEXOS (PARA REVISIÓN Y TRAZABILIDAD)	20
7.1	ANEXO 1 – MATRIZ DE PROYECTOS UNSADA Y SU APORTE AL BLOQUE B.....	20
7.2	ANEXO 2 – ESCENARIOS DE MODELACIÓN ORGANIZADOS (LISTA OPERATIVA)	20
7.3	ANEXO 3 – PAQUETE CARTOGRÁFICO PRELIMINAR (SALIDAS ESTÁNDAR POR ESCENARIO).....	20
7.4	ANEXO 4 – ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL INICIAL DEL IHA (PARA FORMALIZACIÓN Y CALIBRACIÓN)	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: área de interés para el relevamiento (AOI) en tramo urbano del Río Areco	7
Figura 2.2: AOI en la región de la cuenca del Río Areco	8
Figura 3.1: AOI y mapa de peligrosidad (evento de mayo 2025)	11

1 SÍNTESIS EJECUTIVA

El presente Informe de Avance N° 2 se emite en cumplimiento del hito del Mes 4 (Cronograma del Convenio) y documenta la ejecución de actividades y productos del Bloque B (Meses 3–4): Relevamientos y Modelación.

En este período se avanzó en la transición desde la línea de base del Bloque A (diagnóstico y bases de información) hacia el esquema técnico-operativo de modelación y soporte a decisiones, integrando:

- (i) relevamientos planialtimétricos y definición de áreas críticas;
- (ii) estructuración de escenarios hidrológicos e hidráulicos representativos;
- (iii) ejecución de simulaciones de prueba y validación preliminar;
- (iv) generación de mapas temáticos de peligrosidad (altura, velocidad y proxy de energía), y lineamientos para construcción de mapas de riesgo; y
- (v) formalización del enfoque de alerta temprana priorizando un Índice de Humedad Antecedente (IHA) como variable dominante para la amenaza crítica (crecidas del río Areco), manteniendo el IST (Índice de Severidad de Tormentas) como indicador complementario para eventos convectivos.

Asimismo, se consolidó la transferencia metodológica desde la base de proyectos bajo autoría del responsable técnico (CeMAH, SOURCE, instrumentación IoT, tableros y algoritmos de indexación), utilizándolos como activos replicables para acelerar el despliegue local del sistema.

El informe cubre, para el período Meses 2–4:

- Relevamientos y definición de sectores críticos (corredor fluvial y áreas urbanas sensibles).
- Preparación y ejecución de modelos hidrológicos e hidráulicos a escala de cuenca y foco urbano.
- Definición de escenarios representativos (eventos persistentes, condiciones de saturación, tormentas severas y combinaciones).
- Integración de insumos de monitoreo y criterios de alerta (IHA/IST) para soporte de decisión.
- Producción de cartografía de peligrosidad y pre-estructuración del Atlas de riesgo (insumo Bloques C–E).
- Verificación de productos comprometidos para el cierre del Bloque B

2 METODOLOGÍA APLICADA AL BLOQUE B

2.1 RELEVAMIENTOS Y PRIORIZACIÓN TERRITORIAL

Se aplicó un criterio de relevamiento progresivo, priorizando:

- **Corredor fluvial del río Areco** y zonas de transición río–urbano.
- Sectores urbanos bajos y puntos con antecedentes de afectación.
- Restricciones hidráulicas (cruces, alcantarillas, pasos, estrechamientos) con potencial de control de nivel.

Para apoyar el levantamiento de información de alta resolución, se definió un **área de influencia del corredor del río Areco** entre puntos clave (tramo Club Náutico – Ruta 8 como referencia operativa), con:

- **ancho de 1000 m** total centrado en el cauce (500 m por margen), y
- **ventanas transversales de 2000 m** en puentes/rutas de cruce,

con el objetivo de programar vuelos de dron y obtener insumos a **pixel 10 m** para análisis geomorfológico y apoyo a modelación en sectores críticos.

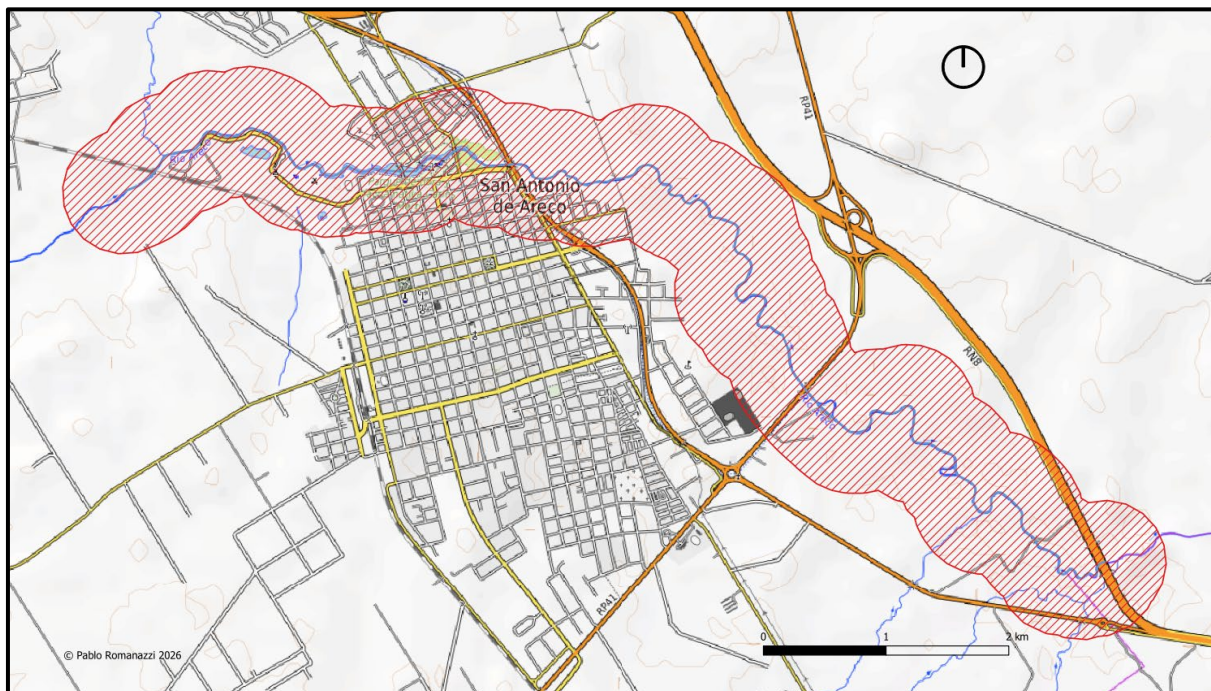


Figura 2.1: área de interés para el relevamiento (AOI) en tramo urbano del Río Areco

2.2 ARQUITECTURA DE MODELACIÓN

Se estructuró un esquema jerárquico de modelación:

- **Escala cuenca:** representación hidrológica para estimación de aportes y condiciones de saturación.

- **Escala corredor fluvial y casco urbano:** representación hidráulica para propagación de niveles y delimitación de huellas de inundación.

El enfoque fue orientado a productos operativos: mapas de **altura máxima**, **velocidad máxima** y un indicador proxy de **peligrosidad energética** (p.ej., combinación altura × velocidad), aptos para integrarse a tableros y protocolos.

2.3 CONTROL DE CALIDAD Y TRAZABILIDAD

Se reforzó el esquema de control de versiones de:

- capas GIS (vector/raster),
- insumos topográficos,
- parámetros y escenarios,
- salidas de modelación,

con reglas mínimas de QA/QC (consistencia espacial/temporal, rangos plausibles, documentación de supuestos).

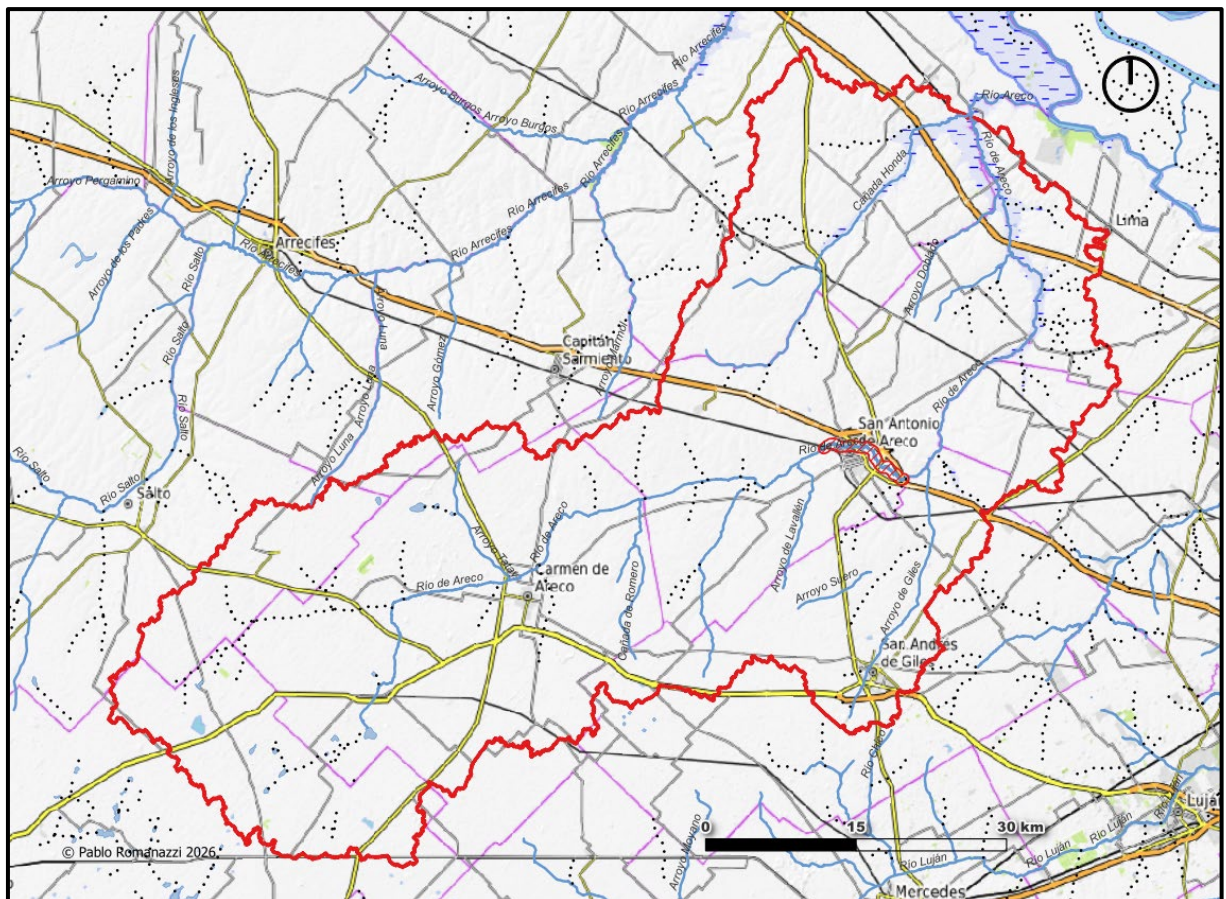


Figura 2.2: AOI en la región de la cuenca del Río Areco

3 ACTIVIDADES REALIZADAS Y RESULTADOS

Se dividen en siete actividades principales que se resumen a continuación.

3.1 RELEVAMIENTOS PLANIALTIMÉTRICOS Y ACTUALIZACIÓN DE INVENTARIO

Se ejecutaron tareas de actualización y refinamiento de la base de infraestructura, incluyendo:

- ajuste del inventario inicial hacia un inventario “model-ready” (atributos hidráulicos mínimos por objeto),
- selección de puntos de control (secciones, cruces, obras) para verificación de niveles y trayectorias,
- definición de sectores prioritarios para relevamientos de detalle.

Resultado: inventario de infraestructura actualizado con criterios de uso directo en modelación (Bloques B–E).

3.2 PREPARACIÓN DE INSUMOS TOPOGRÁFICOS Y CARTOGRÁFICOS

Se consolidaron los insumos topográficos y cartográficos, manteniendo coherencia entre escalas:

- MDE/MDR de cuenca (fuentes abiertas y/o disponibles),
- MDT urbano de mayor detalle cuando corresponde,
- capas temáticas de apoyo: hidrografía, drenaje, usos del suelo, infraestructura crítica.

Resultado: base cartográfica del Bloque B unificada y lista para producción sistemática de mapas de escenario.

3.3 MODELACIÓN HIDROLÓGICA (CUENCA) – CONFIGURACIÓN Y ESCENARIOS

Se configuró el esquema hidrológico para evaluar:

- respuesta ante eventos persistentes de gran volumen,
- sensibilidad a condiciones iniciales (humedad antecedente),
- generación de aportes al corredor fluvial.

Se organizaron escenarios con lógica operativa:

- Escenarios tipo “cuenca saturada” (representativos de la amenaza crítica).
- Escenarios de tormenta severa (para anegamientos/localización de vulnerabilidades urbanas).
- Escenarios combinados y de verificación histórica.

Resultado: set de escenarios hidrológicos preparados y ejecutados en forma preliminar, con salidas exportables para acoplamiento hidráulico.

3.4 MODELACIÓN HIDRÁULICA (CORREDOR FLUVIAL / URBANO) – PRUEBAS Y VALIDACIÓN PRELIMINAR

Se implementó la estructura hidráulica para:

- propagar niveles a lo largo del corredor fluvial,
- reproducir condiciones de desborde y extensión de huella,
- identificar restricciones hidráulicas dominantes,
- delimitar zonas de tránsito/evacuación y puntos de corte.

Se ejecutaron simulaciones de prueba para escenarios representativos, priorizando la consistencia geométrica e hidráulica y la lectura operativa de resultados.

Resultado: modelo hidráulico configurado con primeras corridas y validación preliminar cualitativa, listo para calibración sistemática y refinamiento en Bloque C.

3.5 CARTOGRAFÍA DE PELIGROSIDAD (PRODUCTOS DEL BLOQUE B)

Se generaron mapas preliminares por escenario para:

- Alturas máximas (H_{máx})
- Velocidades máximas (V_{máx})
- Mapa de peligrosidad (proxy de energía / severidad hidráulica)

Además, se consolidó un esquema de “capas núcleo” para el futuro Atlas de riesgo hídrico (producto final del PRRI Areco), dejando trazabilidad entre escenario → mapa → uso en protocolo.

Resultado: paquete cartográfico preliminar de peligrosidad para soporte de decisiones y para discusión con MSAdA.

3.6 MÉTRICAS DE ALERTA: OPERACIONALIZACIÓN DEL IHA Y ROL COMPLEMENTARIO DEL IST

En coherencia con el diagnóstico (Bloque A), se avanzó en:

- formalizar el IHA como métrica principal para pronóstico de crecidas fluviales,
- mantener el IST como métrica complementaria para caracterización de tormentas intensas y comunicación pública.

Definición conceptual operativa (IHA): se propone implementar el IHA como una función ponderada de la precipitación antecedente en ventanas móviles (p.ej., 7–15–30 días) con decaimiento exponencial (mayor peso a lluvias recientes), normalizada en una escala operativa (0–1 o 0–100) y calibrada contra:

- (i) niveles/caudales;
- (ii) huellas de eventos; y
- (iii) desempeño de la modelación.

Resultado: especificación funcional inicial del IHA (lista para formalización matemática y calibración en Bloque C), con integración conceptual al flujo CeMAH/SOURCE.

3.7 CAPITALIZACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN (BASE DE ACTIVOS TRANSFERIBLES)

Para acelerar la ejecución del Bloque B y mejorar la calidad del despliegue posterior, se capitalizaron activos técnicos y metodológicos provenientes de proyectos de investigación de la UNSaA bajo la coordinación del responsable técnico, incluyendo:

- **SOURCE** (Sistema de Orientación Urbana ante Riesgos Climáticos Extremos): arquitectura de tableros, comunicación y orientación al usuario.
- **CeMAH** (modelo centro de monitoreo): cadena operativa dato→decisión, publicaciones periódicas, QA/QC, protocolos.
- **Pluviógrafo Digital de Pesada** (IoT): diseño de estación base, lógica de transmisión, respaldo local, operación autónoma.
- **Limnógrafo Digital** (LoRa): diseño de estación base, lógica de transmisión, respaldo local, operación autónoma.
- **IST** (Índice de Severidad de Tormentas): metodología de indexación en tiempo real y semaforización.
- Metodologías de modelación hidrológica/hidráulica y producción cartográfica: flujos de trabajo de escenarios y mapas de peligrosidad/riesgo.

Resultado: matriz de transferencia consolidada y aplicada al Bloque B (ver Anexo 1).

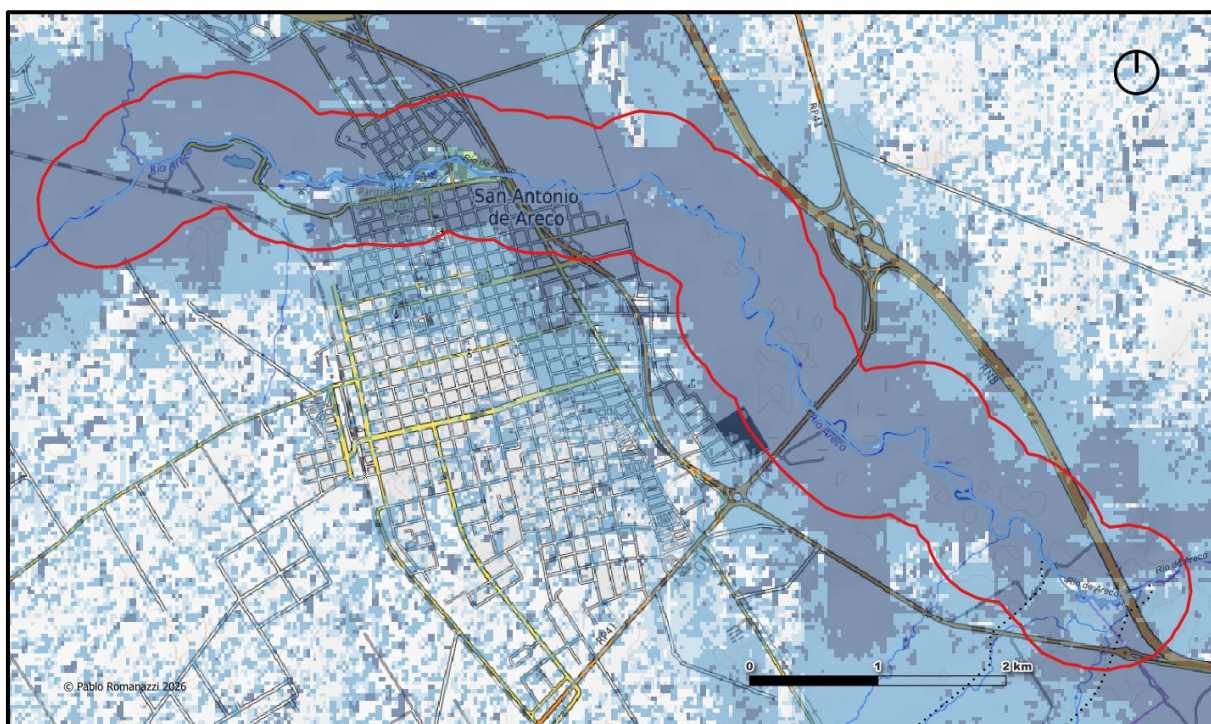


Figura 3.1: AOI y mapa de peligrosidad (evento de mayo 2025)

4 HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN PARA TOMA DE DECISIONES (PRODUCTO FINAL DEL BLOQUE B)

4.1 ¿QUÉ ES ESTE INFORME Y PARA QUÉ SIRVE?

Este Informe de Avance N° 2 tiene un objetivo muy concreto: explicar, en forma clara y verificable, qué se hizo en el proyecto durante el Bloque B (Meses 3 a 4) y qué resultados quedaron disponibles para que el Municipio pueda tomar decisiones y para que el equipo técnico pueda continuar con la siguiente etapa.

En la práctica, el convenio se organiza por etapas (bloques). La primera etapa (Bloque A) cerró con un diagnóstico y con la preparación de la información básica. El Bloque B, que es el que se informa acá, es el paso siguiente: pasar de “tener información y diagnóstico” a “tener herramientas que permitan simular lo que puede pasar”.

Dicho en palabras simples: si el Bloque A fue “armar la biblioteca y ordenar los libros”, el Bloque B es “usar esa biblioteca para construir un ‘simulador’ que nos permita probar escenarios de inundación y ver qué zonas se afectan y con qué gravedad”.

4.2 ¿QUÉ INCLUYE EL BLOQUE B Y POR QUÉ ES IMPORTANTE?

El Bloque B se llama “**Relevamientos y Modelación**”. Estos dos términos suelen sonar demasiado técnicos, así que se explican a continuación:

- **Relevamientos:** son tareas de “mirar, medir y registrar” lo que existe en el territorio: el río, sus márgenes, cruces, puentes, alcantarillas, canales, zonas bajas, calles, obras, y todo aquello que puede influir en cómo se mueve el agua cuando llueve mucho.
- **Modelación:** es construir un “modelo” (una representación matemática y computacional) que imita, con el mayor realismo posible, cómo responde la cuenca y cómo se propaga el agua. La modelación no es un fin en sí mismo: sirve para **anticipar** y para **planificar**. Permite responder preguntas del tipo:
 - ¿Qué pasa si la cuenca ya está saturada y vuelve a llover?
 - ¿Qué zonas se inundan primero?
 - ¿Qué altura puede alcanzar el agua en cada sector?
 - ¿Qué rutas o accesos se cortan?
 - ¿Dónde conviene priorizar obras o medidas no estructurales?

Las respuestas a estos interrogantes seguramente se encuentran en las propias experiencias de los afectados por las inundaciones históricas que ha tenido al río Areco como protagonista. Se trata entonces de avalar científicamente este saber empírico que se reúne de generación en generación y que forma parte del conocimiento tradicional (aquel que se encuentra implícito en el saber de origen local). Y más: se trata de simular escenarios no vivenciados (hipotéticos, pero de probabilidad de ocurrencia finita) para organizar y preparar en forma óptima la prevención y los sistemas de alerta ante esas situaciones extremas.

El Bloque B es clave porque genera la base técnica para:

- 1) elaborar mapas de **peligrosidad** (dónde puede llegar el agua y con qué intensidad),
- 2) construir mapas de **riesgo** (peligrosidad + exposición + vulnerabilidad),
- 3) diseñar protocolos (qué hacer antes/durante/después), y
- 4) definir un sistema de **alerta temprana** más sólido.

4.3 ¿POR QUÉ MODELAR EN DOS ESCALAS (CUENCA GLOBAL Y ÁREA URBANA)?

En San Antonio de Areco, la experiencia histórica y el diagnóstico del Bloque A muestran que la situación más crítica para la seguridad de las personas se asocia a **crecidas y desbordes del río Areco**, que ocurren cuando la cuenca recibe lluvias persistentes y se acerca a condiciones de **saturación de su capacidad de almacenamiento**.

Por eso, el Bloque B se construyó con un enfoque en dos escalas, para no perder información importante:

- **Escala cuenca:** para entender cuánto aporte de agua llega al río según la lluvia y el estado previo del suelo. Esta escala ayuda a responder si el sistema está “cargado” o “descargado” antes del evento.
- **Escala corredor fluvial y zona urbana:** para ver cómo se propaga la crecida, por dónde desborda, qué sectores se afectan y cómo se comporta el agua dentro y alrededor del casco urbano.

En términos simples: la cuenca explica “cuánta agua llega”; el corredor urbano-fluvial explica “qué hace esa agua cuando llega”.

4.4 ¿QUÉ SE HIZO EN EL BLOQUE B? (EXPLICADO PASO A PASO)

4.4.1 Relevamientos: identificación de zonas críticas y elementos que “controlan” el comportamiento del agua

Durante esta etapa se avanzó en el reconocimiento de los sectores y elementos que más influyen en una inundación. Esto incluye:

- **Cruces y restricciones:** puentes, alcantarillas, pasos y puntos donde el agua puede “embalsarse” o encontrar un cuello de botella.
- **Zonas bajas:** sectores naturalmente propensos a acumular agua.
- **Corredor del río:** tramos donde el río se aproxima a áreas urbanas o donde el desborde puede afectar infraestructura y población.

Además, se definió una lógica operativa para mejorar la información de detalle, especialmente en el corredor fluvial. En este marco se propuso una **delimitación de área de influencia** para programación de vuelos de dron (como herramienta de apoyo), tomando como referencia un tramo significativo (Club Náutico – Ruta 8) y definiendo anchos de análisis:

- **1000 m de ancho total** centrado en el cauce, para cubrir márgenes y planicies de inundación cercanas.

- **2.000 m de ancho transversal** en cruces relevantes (puentes/rutas), donde suelen concentrarse problemas por restricciones hidráulicas.

El objetivo de este enfoque no es “hacer tecnología por hacerla”, sino tener insumos más finos en donde realmente se decide el impacto: márgenes, cruces y sectores urbanos próximos.

Resultado práctico: el inventario inicial del Bloque A se enriqueció para que sea “usable” por modelos y por gestión municipal.

4.4.2 Preparación de información cartográfica: ordenar el mapa base para que todo sea coherente

Para poder simular y para poder hacer mapas comparables entre sí, es indispensable que la información esté organizada. En esta etapa se consolidó una base cartográfica que integra, de manera coherente:

- relieve y topografía (para entender por dónde corre el agua),
- hidrografía y drenajes,
- infraestructura (rutas, puentes, obras),
- elementos expuestos (áreas urbanas y puntos sensibles).

Esto es fundamental porque un modelo y sus resultados solo son tan buenos como la información que se le carga. Si la cartografía está desordenada o tiene inconsistencias, el resultado puede ser confuso o poco útil.

Resultado práctico: una base cartográfica lista para producir mapas por escenarios y para construir el Atlas de riesgo.

4.4.3 Modelación hidrológica (cuenca): entender la “carga” del sistema antes de la crecida

La modelación hidrológica busca representar cómo la lluvia se transforma en escurrimiento hacia el río. Esto depende de dos factores:

- **cuánto llueve** (intensidad y duración), y
- **cómo está el suelo antes** (si está seco absorbe, si está húmedo escurre).

Por eso, en el Bloque B se organizaron escenarios de manera que reflejen situaciones reales y útiles:

- **Escenarios con cuenca saturada (amenaza principal):** para representar situaciones donde el aporte al río es muy alto y el desborde es más probable.
- **Escenarios de tormenta severa (amenaza secundaria):** para ver posibles anegamientos locales.
- **Escenarios de verificación:** para ir comparando el comportamiento del modelo con eventos conocidos (cuando exista información disponible).

Resultado práctico: un conjunto de escenarios hidrológicos preparados para alimentar la simulación hidráulica.

4.4.4 Modelación hidráulica (río y entorno urbano): traducir el aporte en inundación real (dónde llega el agua)

Mientras la hidrología explica “cuánta agua llega”, la hidráulica explica “qué hace esa agua en el terreno”.

En el Bloque B se configuró el modelo hidráulico con el objetivo de:

- propagar niveles a lo largo del corredor del río,
- representar condiciones de desborde,
- detectar qué restricciones o cruces condicionan el nivel,
- delimitar huellas de inundación y zonas de afectación.

Se realizaron corridas de prueba para escenarios representativos. En esta etapa la prioridad fue lograr consistencia geométrica e hidráulica y tener resultados “legibles” para gestión. La calibración más fina y completa (ajuste preciso con datos y eventos) se consolida en el Bloque C.

Resultado práctico: un modelo hidráulico operativo con primeras simulaciones y preparado para calibración sistemática.

4.4.5 Mapas de peligrosidad: convertir simulaciones en información que se pueda usar

Un resultado central del Bloque B es la generación de mapas preliminares que permitan comunicar y decidir. Se produjeron (por escenario) mapas de:

- **Altura máxima del agua (H_{máx}):** indica cuánto puede subir el agua en cada punto.
- **Velocidad máxima (V_{máx}):** indica con qué fuerza o rapidez se mueve el agua.
- **Peligrosidad (proxy de energía):** combina altura y velocidad para identificar dónde el fenómeno es más riesgoso desde el punto de vista físico.

Estos mapas son la base para decisiones como:

- qué zonas requieren alerta temprana,
- dónde cortar tránsito o evacuar,
- dónde priorizar medidas de mitigación,
- y cómo diseñar señalética y rutas seguras.

Resultado práctico: paquete cartográfico preliminar de peligrosidad, listo para discusión con MSAdA y refinamiento en Bloque C.

4.5 SISTEMA DE ALERTA: POR QUÉ SE PRIORIZA EL IHA Y CÓMO QUEDA EL IST

El diagnóstico del proyecto indica que, para el caso de Areco, el riesgo más grave está asociado a **crecidas del río** por condiciones de cuenca altamente húmeda o saturada. Esto implica que no alcanza con mirar “qué tormenta cae hoy”, sino que es decisivo saber “cómo

viene la cuenca desde días o semanas antes”. Por eso se avanzó en la definición del **Índice de Humedad Antecedente (IHA)** como indicador principal.

4.5.1 ¿Qué es el IHA (explicado en simple)?

El IHA es un número que resume cuán “cargada” de agua está la cuenca antes de una lluvia. Si el IHA es alto, el suelo ya está muy húmedo: absorbe poco y escurre mucho, por lo que el río tiende a crecer más rápido y más alto.

En términos prácticos, el IHA se puede calcular con:

- lluvias acumuladas en ventanas de tiempo (por ejemplo, 7, 15 y 30 días),
- dando mayor peso a las lluvias más recientes,
- y normalizando el resultado en una escala operativa (por ejemplo, 0–100).

Para uso operativo, el IHA se podrá traducir a un semáforo simple:

- IHA bajo: cuenca “descargada” → riesgo fluvial menor (se monitorea la lluvia actual).
- IHA medio: cuenca “cargada” → mayor atención ante nuevas lluvias.
- IHA alto: cuenca “casi saturada” → alto potencial de crecida ante eventos persistentes → activar pre-alertas y preparación.

Los umbrales numéricos exactos se definirán en Bloque C con calibración y validación.

4.5.2 ¿Qué lugar ocupa el IST?

El **Índice de Severidad de Tormentas (IST)** se mantiene como indicador complementario, útil para:

- caracterizar tormentas intensas (especialmente convectivas),
- comparar eventos y comunicar severidad,
- disparar alertas por intensidad local.

Sin embargo, el criterio técnico del proyecto es que, para anticipar el escenario más peligroso (crecida y desborde del río), el IHA debe ser la herramienta principal.

Resultado práctico del Bloque B: definición funcional del IHA (listo para formalizar fórmula y calibrar en Bloque C), y rol del IST como complemento.

4.6 CAPITALIZACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN UNSADA: POR QUÉ SE INCLUYEN Y CÓMO APORTAN AL CONVENIO

Una parte importante de este proyecto es que no empieza “desde cero”. La UNSAdA aporta una base de desarrollos previos que permiten acelerar y mejorar la calidad:

- **CeMAH:** modelo de centro de monitoreo con procedimientos claros (antes/durante/después), control de calidad de datos y comunicación.

- **SOURCE:** enfoque de orientación urbana para riesgo climático extremo (cómo transformar información técnica en herramientas para la gente y para decisores).
- **Instrumentación (pluviógrafo digital):** soporte para generar datos locales confiables con telemetría y respaldo.
- **Indexación (IST) y métricas nuevas (IHA):** herramientas para convertir datos en señales operativas.

Esto se incorpora en el convenio como “capital de proyecto” porque reduce tiempos, mejora consistencia y facilita transferencia al Municipio.

5 PRODUCTOS ENTREGADOS Y VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL BLOQUE B

De acuerdo con el Plan de Trabajo por Bloques del Convenio, el Bloque B (Meses 3–4) se considera cumplido mediante la entrega y consolidación de los siguientes productos:

1. Inventario de infraestructura actualizado con atributos mínimos para modelación y priorización de puntos críticos.
2. Base cartográfica digital actualizada (capas e insumos topográficos coherentes entre escalas).
3. Modelos hidrológicos e hidráulicos configurados con escenarios representativos y primeras corridas de verificación.
4. Paquete cartográfico preliminar de peligrosidad ($H_{m\acute{a}x}$, $V_{m\acute{a}x}$ y proxy de energía/peligrosidad) por escenarios.
5. Especificación funcional inicial del IHA y su integración conceptual al esquema de alertas, manteniendo IST como complemento.
6. Informe de Avance N° 2 (presente documento) como hito del Mes 4.

6 PLAN DE TRABAJO PARA EL BLOQUE C (MESES 5–6)

En arreglo a las cláusulas del Convenio Específico UNSAdA-MSADA, el Bloque C se orienta a:

- Refinamiento de modelación y calibración (con datos locales y verificación por eventos).
- Construcción y validación de umbrales operativos (particularmente IHA) y reglas de actuación.
- Diseño de tableros operativos (flujo tipo CeMAH: recepción → QA/QC → análisis → alerta → comunicación → registro post-evento).
- Elaboración de protocolos de actuación (antes/durante/después) y capacitación.
- Desarrollo conceptual de señalética inteligente y mecanismos de orientación pública (articulación con SOURCE).

Hito asociado: Informe de Avance N° 3 al cierre del Mes 6.

7 ANEXOS (PARA REVISIÓN Y TRAZABILIDAD)

7.1 ANEXO 1 – MATRIZ DE PROYECTOS UNSADA Y SU APORTE AL BLOQUE B

Proyecto Investigación UNSAdA	Aporte al Bloque B	Producto del Convenio impactado
SOURCE	Arquitectura de orientación y tableros; lógica de comunicación	Tableros, señalética, transferencia (Bloques C–E)
CeMAH	Flujo operativo dato→decisión; QA/QC; boletines	Protocolos, operación, publicaciones (Bloques C–E)
Pluviógrafo digital de pesada	Estación base de medición y telemetría; respaldo	Monitoreo local y soporte a modelación/alerta
Limnógrafo digital	Estación base de medición y telemetría; respaldo	Monitoreo local y soporte a modelación/alerta
IST	Indexación severidad de tormenta; semáforo	Indicador complementario en alertas
IHA (desarrollo propuesto)	Predisposición de cuenca a crecidas; pronóstico	Indicador principal para desborde fluvial
Flujos QGIS/modelación	Producción de mapas H/V/peligrosidad y escenarios	Atlas de riesgo y mapas temáticos

7.2 ANEXO 2 – ESCENARIOS DE MODELACIÓN ORGANIZADOS (LISTA OPERATIVA)

- Escenario tipo “cuenca saturada” (amenaza fluvial dominante).
- Escenario tipo “evento persistente de gran volumen” (crecida y desborde).
- Escenario tipo “tormenta severa/intensa” (anegamientos localizados).
- Escenarios combinados y de verificación histórica (según disponibilidad de series y huellas).

7.3 ANEXO 3 – PAQUETE CARTOGRÁFICO PRELIMINAR (SALIDAS ESTÁNDAR POR ESCENARIO)

- Altura máxima (H_{máx}).
- Velocidad máxima (V_{máx}).
- Peligrosidad (proxy energético / severidad hidráulica).
- Máscaras de afectación y zonas críticas.

7.4 ANEXO 4 – ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL INICIAL DEL IHA (PARA FORMALIZACIÓN Y CALIBRACIÓN)

- Ventanas móviles sugeridas: 7, 15 y 30 días.
- Ponderación: decaimiento exponencial (parámetro a calibrar).
- Normalización: escala 0–1 o 0–100.
- Calibración: niveles/caudales + huellas de eventos + modelación.
- Salida operativa: semaforización y umbrales por nivel de actuación.