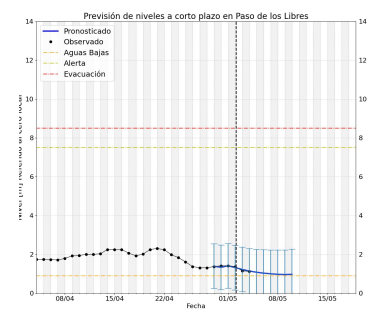
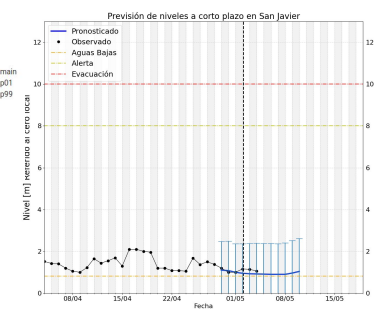
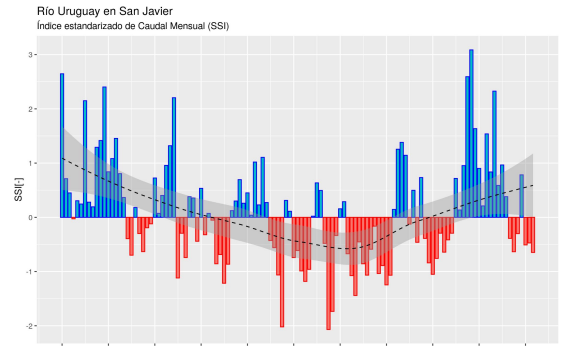
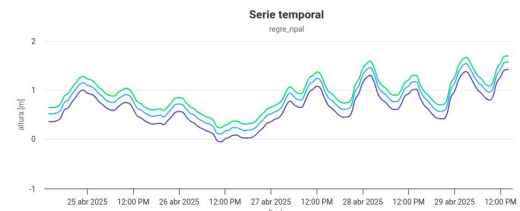
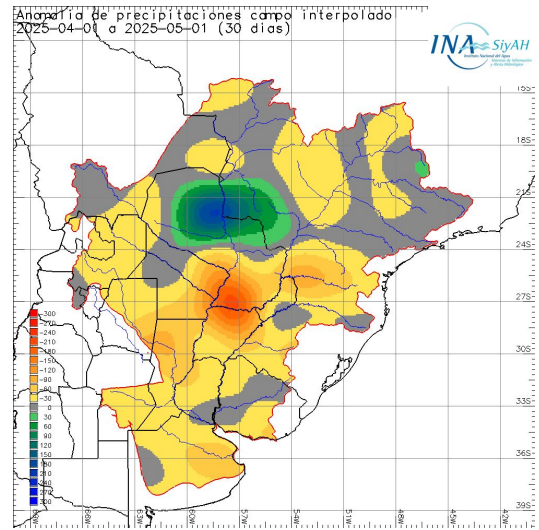




Sistema de Alerta Hidrológico de la Cuenca del Plata. Productos, Servicios y Proyectos



Dr. Leandro Giordano
Programa de Sistemas de Información y Alerta Hidrológico en Cuenca del Plata
Laboratorio de Hidrología, Instituto Nacional del Agua

Sistema de Alerta de la Cuenca del Plata. Misión y Ámbito

Sistema de Alerta Hidrológico de la Cuenca del Plata

Ámbito público

Gestión de Emergencias/Riesgo (compensatoria/prospectiva)

Objetivos

General

Detección temprana de peligros (crecidas ribereñas y bajantes pronunciadas)

Específicos

- Dar aviso o alerta sobre ocurrencia de peligros -- > atenuación de daños
- Brindar información sobre el escenario de peligros --> incremento de resiliencia (efectos sobre toma de decisión acciones en territorio)

Tareas

- Observación y Monitoreo (estimación de estados)
- Análisis (condiciones de borde previstas y evaluación de efectos sobre estados)
- Previsión/Pronóstico (estimación del conjunto de estados futuros probables)
- Disseminación y Comunicación (estado actual/futuro --> significado territorial --> difusión/abordaje de usuarios)

Indicadores

- Tiempos de producción (horas consumidas en cadena operativa observación --> análisis --> disseminación de productos)
- Ratio de Detección (Eventos detectados/Eventos totales)
- Ratio de Falsas Alarmas (Falsas Alarmas/Total Alarmas)
- Efectividad de red territorial (alcance geográfico, nodos y densidad de vínculos, articulación agentes)
- Ratio efectividad/consumo Información (Vol. Información Útil/Vol. Información Total)
- Atenuación efectiva del peligro (daño esperado sin intervención - daño esperado con intervención - costo operativo)
- Desarrollo de capacidades técnicas y tecnológicas sobre la propia cultura (sistemas de manejo de datos y modelación, metodologías de pronóstico, productos de comunicación)

Contenidos

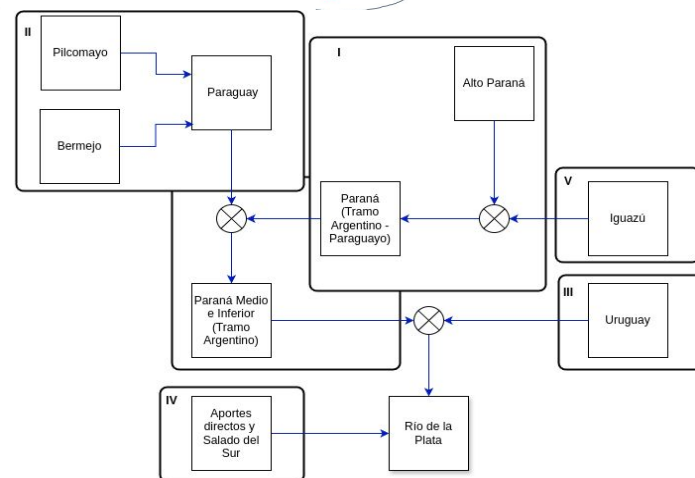
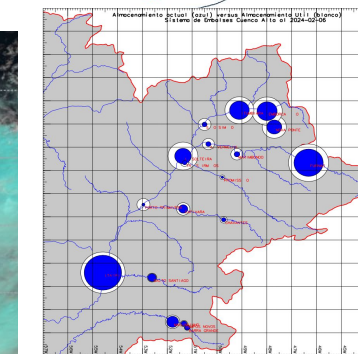
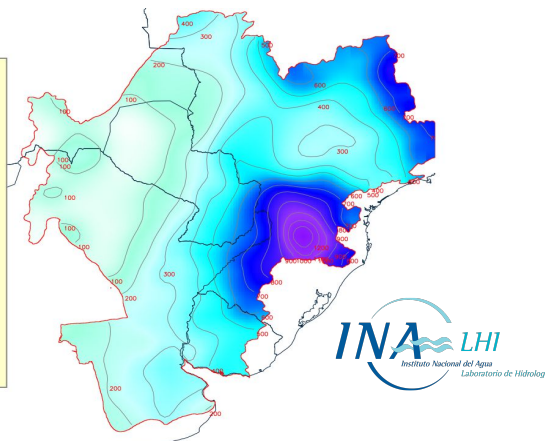
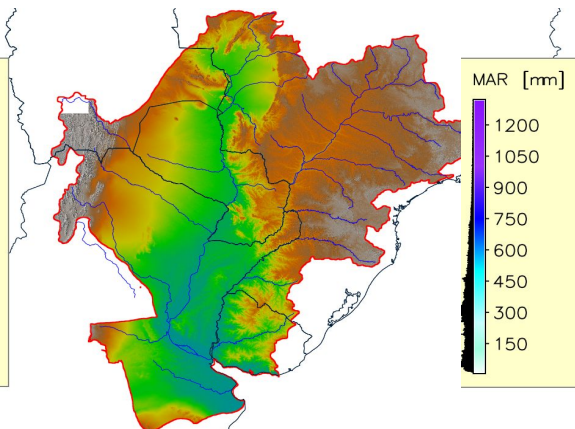
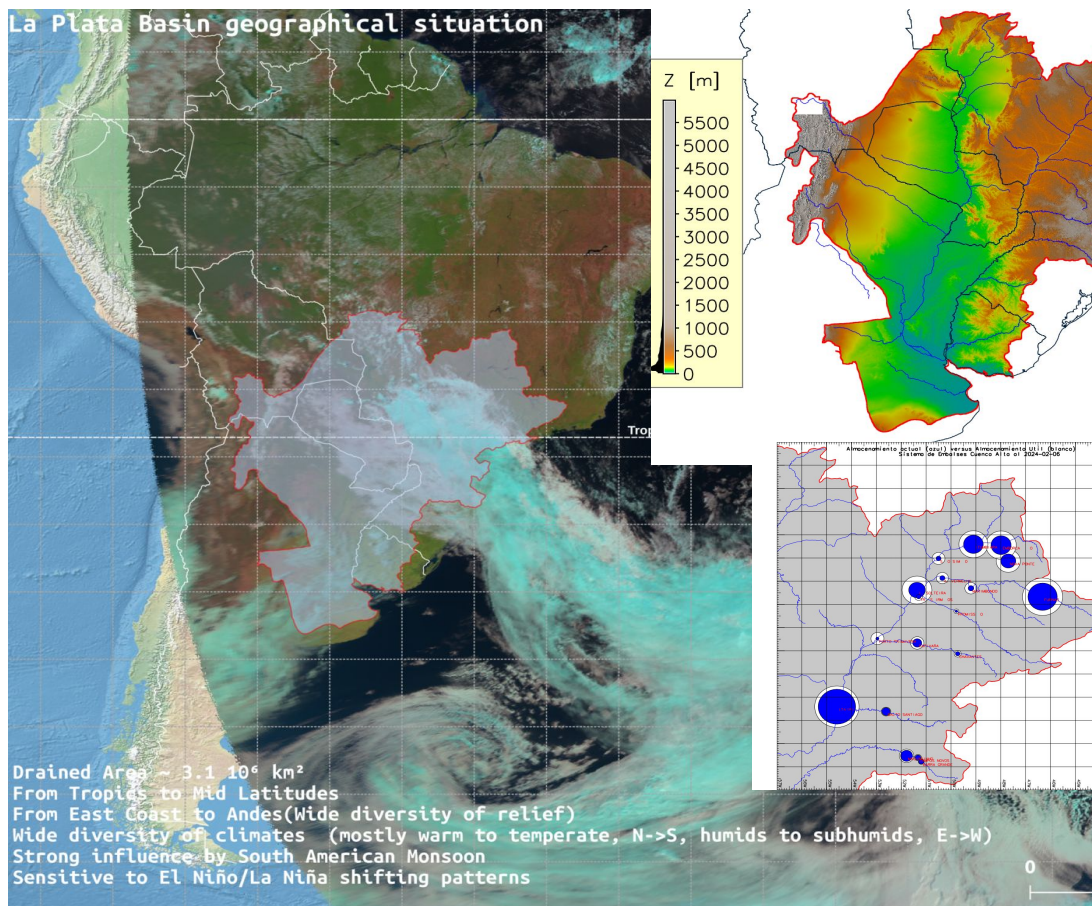
1. Cuenca del Plata. Breve descripción hidrológica
2. El Sistema de Alerta de Cuenca del Plata
3. Productos, Métodos, Servicios
4. Línea de Proyectos

Cuenca del Plata. Breve descripción hidrológica (patrones y amenazas de macroescala)

Cuenca del Plata. Principales rasgos hidrológicos

Transferencia concentrada (generación de caudal, sobre el este y noreste). Transferencia distributiva o disipación (sobre el oeste y suroeste)

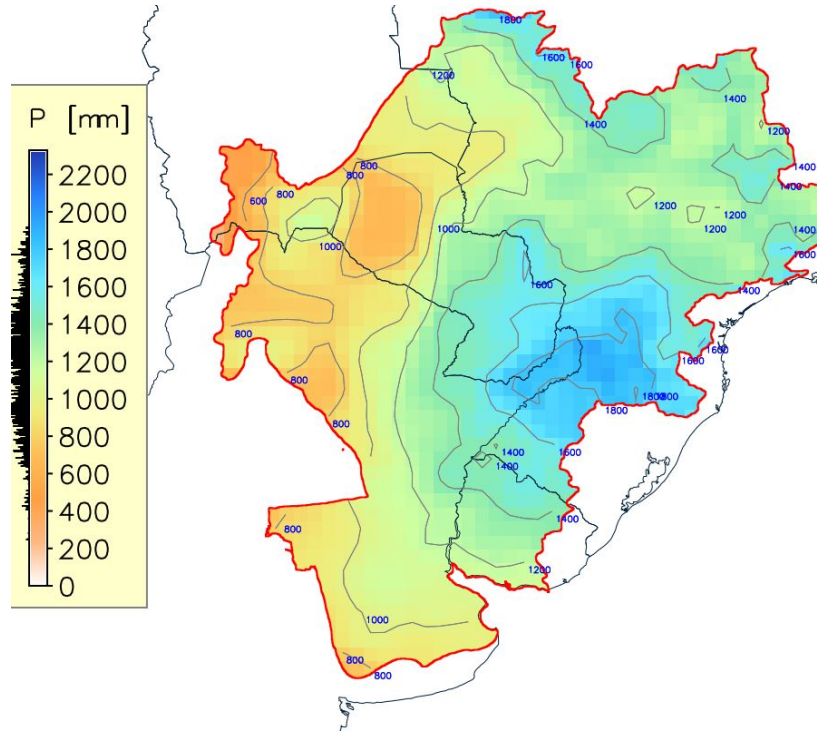
La Plata Basin geographical situation



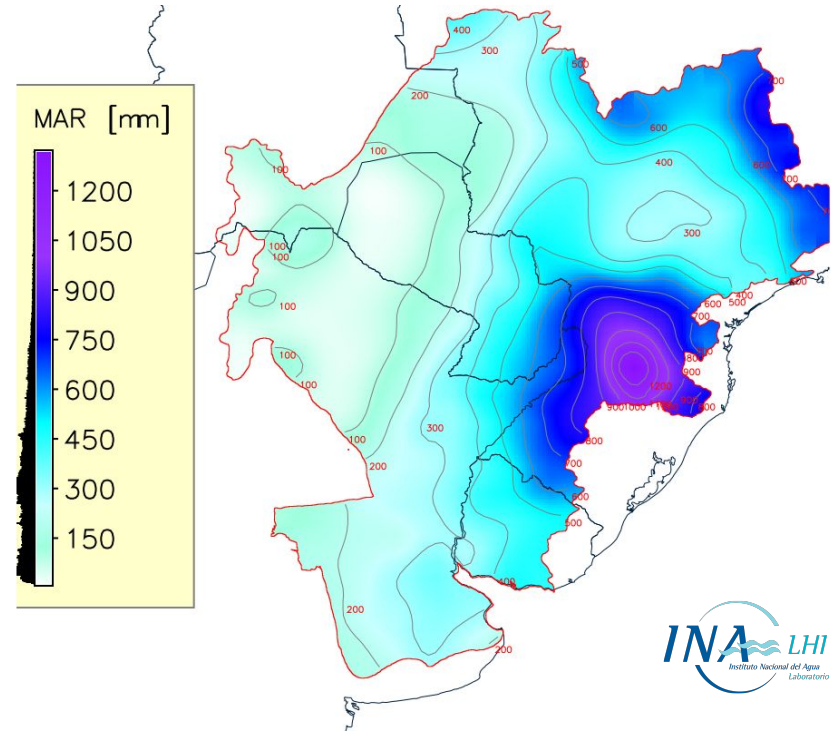
Situación geográfica, topografía, principales sistemas de desagüe y excedente hídrico anual (agua disponible para escorrentía o recarga profunda)

Cuenca del Plata. Principales rasgos hidrológicos

Excedente (control): *dominio de la demanda atmosférica de agua sobre el este y noreste, y dominio de la oferta sobre el oeste*



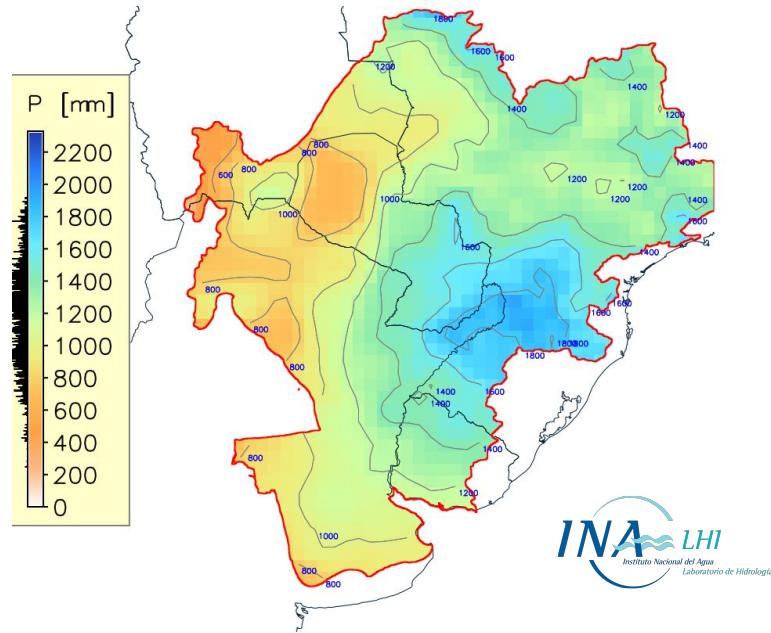
Precipitación Anual



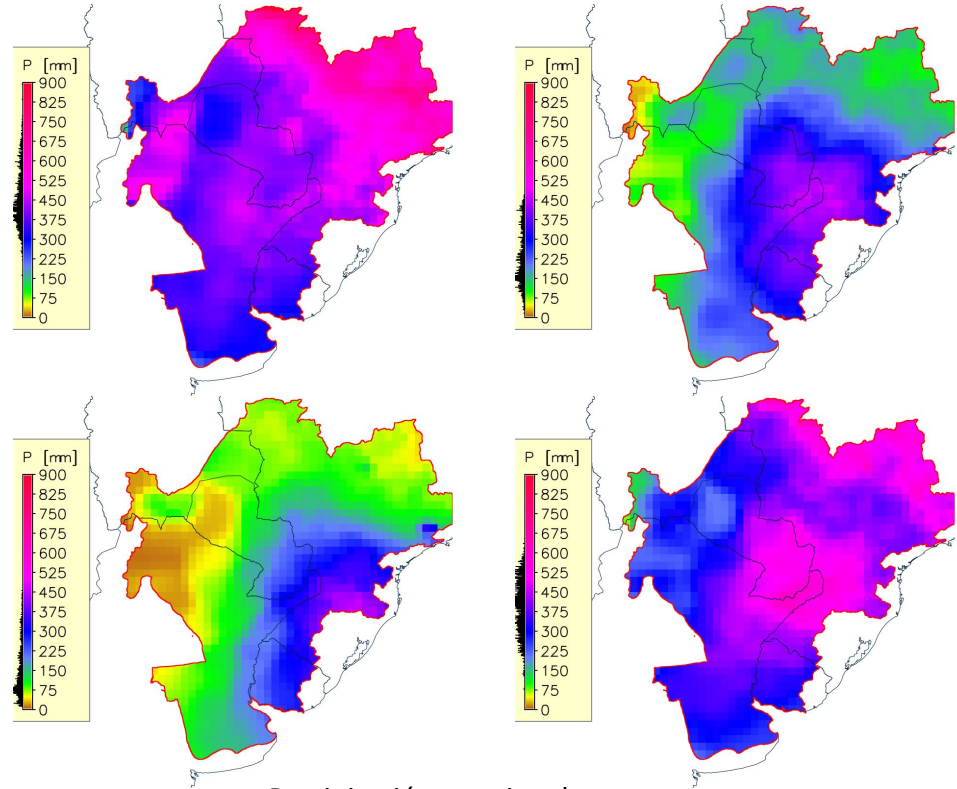
Excedente Hídrico Anual

Cuenca del Plata. Principales rasgos hidrológicos

Régimen pluviométrico: *fuerte estacionalidad sobre el norte y el oeste y débil en el este*

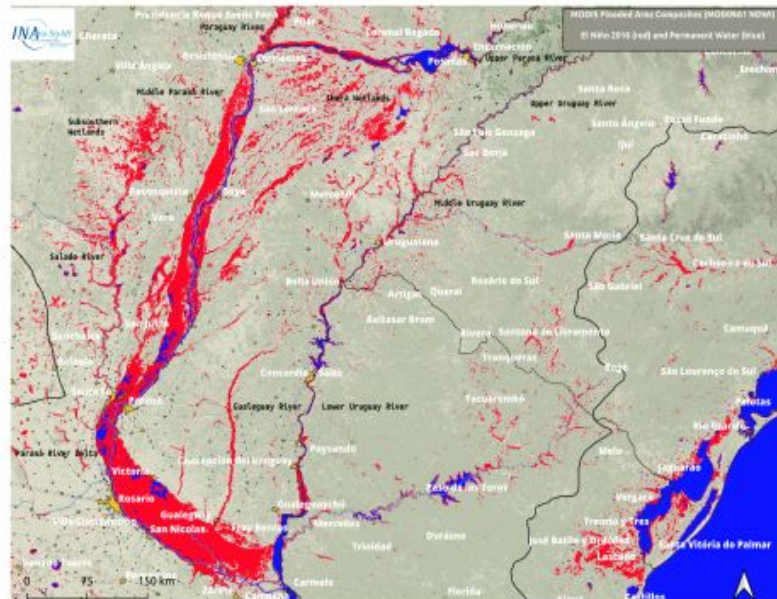


Precipitación Anual



Precipitación estacional
(arriba a abajo, Q1: EFM, Q2: AMJ, Q3: JAS, Q4: OND)

'Aguas abajo y muy llano' → Mecanismos: crecidas ribereñas (sistemas fluviales) y encharcamiento (grandes planicies)

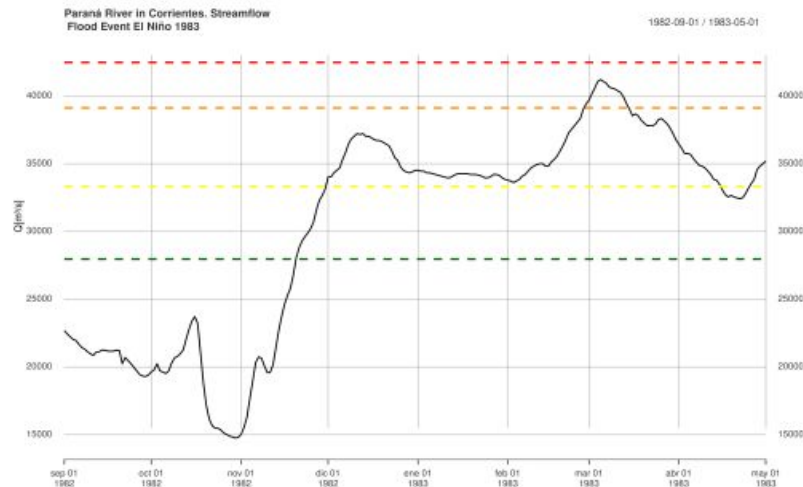


Detección de cambios mostrando la superficie total afectada por enagamientos durante el evento El Niño en 2016

- **Paraguay/Paraná River:** Cuenas muy extensas (señales de larga memoria) con fuerte estacionalidad (Alto Paraná, Alto Paraguay) → **inundaciones fluviales estacionales** con notoria permanencia. Muy sensible a los cambios en los patrones de El Niño (inundaciones) a La Niña (sequías) [buena previsibilidad]
- **Río Iguazú:** estacionalidad débil, **mayormente húmedo**, **respuesta rápida** (interfluvios empinados) → **propagación de ondas al río Paraná** (con efecto en los caudales máximos) [previsibilidad moderada]
- **Río Uruguay:** Área extensa, estacionalidad débil a moderada (alguna tendencia en las estadísticas de descarga máxima), **respuesta rápida** (interfluvios empinados en el Alto Uruguay) → inundaciones fluviales [previsibilidad moderada]
- **Fisiografía de Subcuenas:** Predominio de pendientes muy bajas (llanura chaco-pampeana) a pendientes suaves (pampa ondulada y mesopotamia), excluyendo Subcuenas Andinas (fracción menor). Por tanto, **sistemas de baja energía**, en su mayoría **tierras planas**. Algunos sistemas, especialmente provenientes de Mesopotamia, pueden **potenciar inundaciones en el Delta del Paraná**, en **escenarios perhúmedos** (río Salado Santafesino, río Gualeguay).

El Sistema de Alerta de Cuenca del Plata. Breve historia, alcance, objetivos y flujo de trabajo

Origen del servicio/problema inicial (80s)



- **1982/1983: lluvias abundantes recurrentes en las áreas de origen durante la estación húmeda (Alto Paraná, Pantanal) → Crecidas inusuales en río Paraguay y río Paraná**
- Los caudales máximos registrados fueron **próximo a la marca de 100 años** (máximos anuales 1991-2020) → La extensión espacial fue muy inusual (también la permanencia)
- El efecto combinado de las crecidas de los ríos Paraguay y Paraná, aguas abajo de Corrientes (y aguas arriba por remanso), desencadenó **inundaciones catastróficas**
- En primer lugar, en 1983 se estableció un **Centro Operativo (COAH)** para **recolección de datos, monitoreo y pronóstico** en el Instituto de Ciencia y Tecnología Hidráulica (INCyTH), antecesor del **Instituto Nacional del Agua**, para **proporcionar alertas tempranas durante la emergencia**

Río Paraná. Caudal en Corrientes y Máximos Anuales: T=2 años (verde), T=20 años (amarillo), T= 50 años (naranja), T=100 años (rojo)

- Actualmente, debido a la mayor presión y expansión demográfica y a incremento en la exposición y vulnerabilidad de las poblaciones, el riesgo asociado es presumiblemente mayor

Evolución del SAT-CDP (80s-90s)

Centro Operativo de Alerta Hidrológica (COAH) to Sistemas de Información y Alerta Hidrológica (SlyAH)



¡Para ustedes, jóvenes colegas, esto es un télex! Era una era de puros y whisky, y mucho Pink Floyd

Alcance COAH

80s-90s

- **Inundaciones fluviales** en los ríos **Paraná, Paraguay y Uruguay** (estacionales, ocasionales)
- **Procedimientos:** problema de **enrutamiento** (*¡aún continúa!*)
- **Información mínima requerida:** **observaciones de nivel/descarga de agua aguas arriba, pronóstico de operaciones de presas aguas arriba**
- **Flujo de datos:** observaciones y pronósticos de operación recibidos por télex o recopilados por teléfono, cálculos y gráficos realizados mediante computación manual o computadoras analógicas.
- **Productos/Servicios:** informe hidrológico diario, previsiones y avisos
- **Se establecieron acuerdos** con las agencias de **países vecinos** y se dotó al sistema de **capacidades adecuadas** (memorandos y protocolos de gobernanza, presupuesto, recursos humanos y herramientas, *para hacer jlo correcto en el momento correcto!*)

El paradigma de Sistemas de Información (90s-2000s)

Dora Goniadzki (1944-2023), fundadora del Sistema de Alerta de Cuenca del Plata, INA

Los buenos productos de pronóstico requieren de una adecuada gestión de la información, del conocimiento idóneo del dominio del problema, basado en requerimientos reales y en las restricciones tecnológicas presentes (balance entre requerimientos/restricciones)

- ① **Gestión de la información** 'Spice must flow':
 - ① Dominio de la solución (Dinámica TICs)
 - ② Dominio del problema (Dinámica organizacional/externa)
- ② **Conocimiento:** Se deben entender los fenómenos **físicos** y **sociales** asociados a **amenazas y riesgos**, para un **contexto geográfico específico**
- ③ **Requerimientos:** los productos y el servicio debe estar orientado a las necesidades de usuario (deben tener significado para sus preguntas y acciones)
- ④ **Restricciones:** Epistemológicas (teoría hidrológica, teoría social, teoría de la toma de decisiones), físicas (infraestructura), institucionales (recursos humanos, presupuesto, autarquía)

La revolución de las TICs (2010s-Actualidad)

manual apps to desktop apps to webapps

Mejora del Sistema de Información y Alerta Hidrológica

Desarrollar y sostener un sistema de información hidrológica interoperable, con componentes portables, orientado a la optimización del trabajo en línea necesario para el desarrollo y publicación de los productos y aplicaciones que componen el servicio

- Aumento de las capacidades de almacenamiento/transmisión de datos (servidores, red de observación)
- Mejoras en la capacidad de observación (campo, teledetección)
- Extensión de bases de datos relacionales (disponibilidad de DBMS y modelos de datos)
- Extensión de capacidades de modelación (disponibilidad de lenguajes de programación de alto nivel, entornos de desarrollo y plataformas)
- Extensión de capacidades de diseminación (mapas web y servicios web)

Sistema de Alerta Temprana de la Cuenca del Plata, Argentina

Meta

'Ninguna inundación o sequía debe de sorprendernos'

Misión/Objetivo Operativo

Detección temprana de eventos hidrológicos extremos en los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay

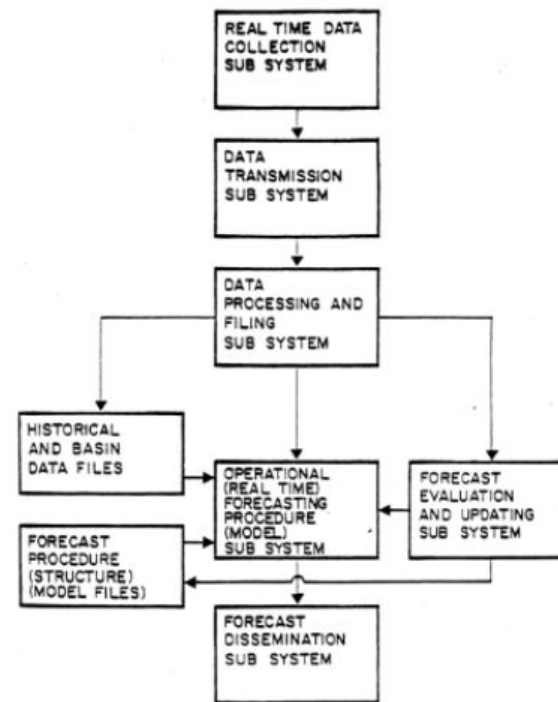
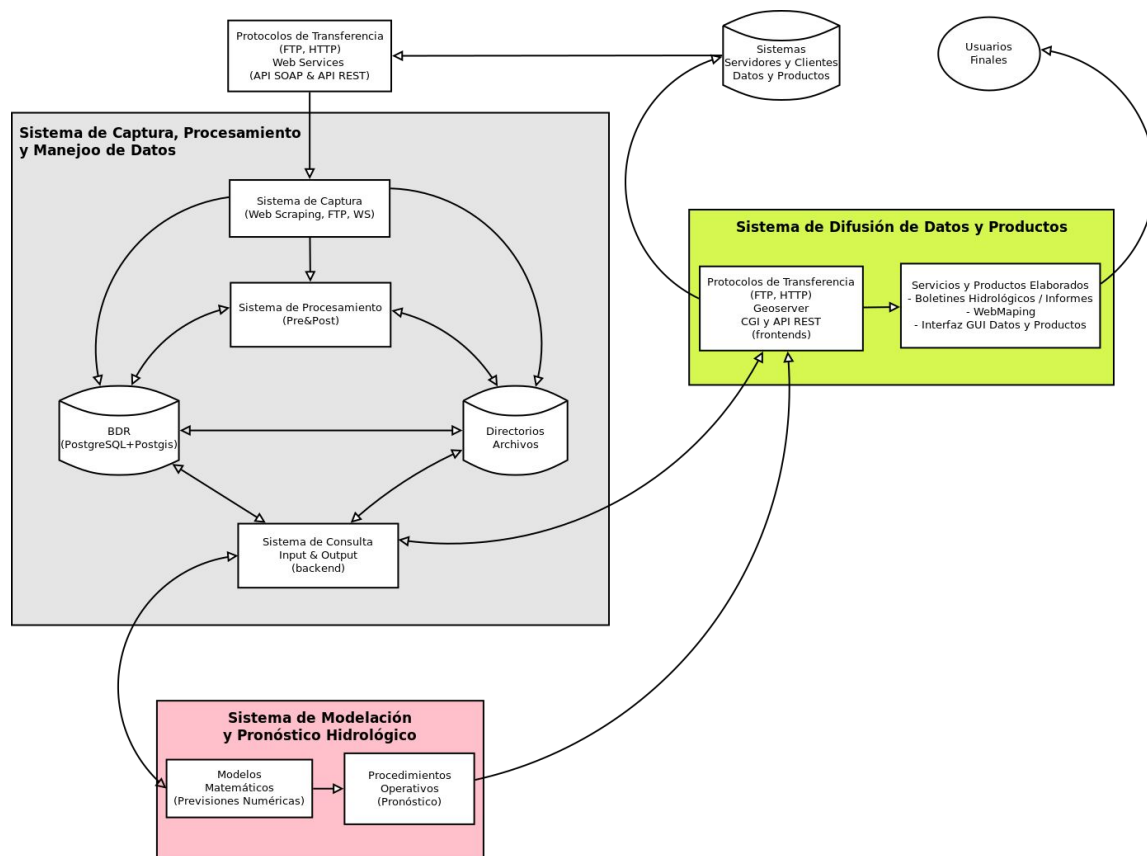
Amenazas (Mecanismos)

- Crecidas Ribereñas
- Bajantes pronunciadas

Productos y Servicios de Diseminación/Comunicación

- Mapas y series temporales (monitoreo y pronóstico)
- Reportes y Boletines (opinión experta, alertas)
- Página Web/Servicios de Mapas Web/Catálogo de productos/APIs

Arquitectura del Sistema de Información y Pronóstico (Manejo de datos, Modelación/Pronóstico, Diseminación)



Arquitectura de alto nivel adoptada para el desarrollo del Sistema de Información y Alerta Hidrológico de Cuenca del Plata (2013), izquierda
Arquitectura formulada originalmente por Jaromir Nemec (Hydrological Forecasting Methods, 1986)

Alerta Hidrológico Cuenca del Plata:

Su objetivo principal es desarrollar y operar el servicio de pronóstico y alerta hidrológico de la Cuenca del Plata. También coordinar la información numérica y documental referida a los recursos hídricos.

 Reporte diario Actualizado al 15-07-2025	 Informe hidrométrico Actualizado al 15-07-2025	 Gráficos de situación Actualizado diariamente
 Mapa navegable y acceso a datos	 Informe semanal Actualizado al 10-07-2025	 Informe mensual Actualizado al 08-07-2025
 Datos y pronósticos Horizonte a 4 días	 Pronóstico Río Paraná Actualizado al 15-07-2025	 Información Hidrometeorológica, islas del Delta del río Paraná

Puerta de acceso a servicios y productos del Sistema de Alerta de la Cuenca del Plata
www.ina.gob.ar/alerta



Diagrama at-a-glance del flujo de trabajo operativo en una oficina de monitoreo y pronóstico hidrológico, con fines de alerta de eventos extremos. En color celeste se muestran las tareas, en color naranja la información necesaria y en color verde los resultados y productos

Funcionalidad

- **Monitoreo**

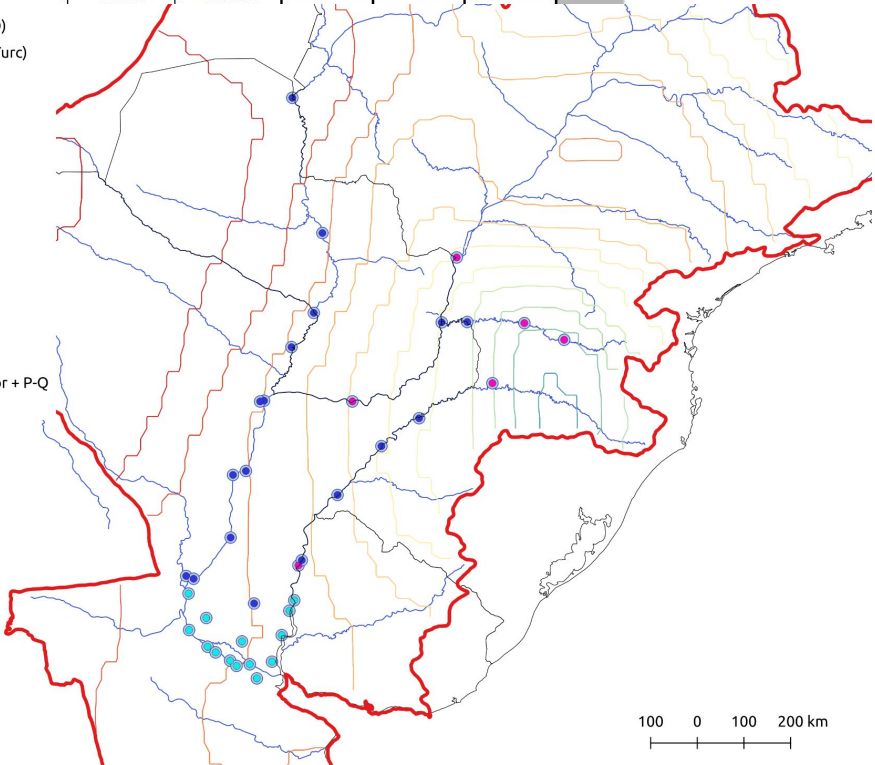
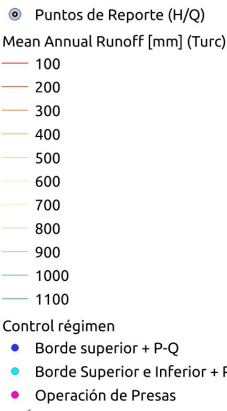
- **Estado de los sistemas hídricos** (nivel hidrométrico/caudal, precipitación acumulada, humedad/déficit hídrico)
- **Identificación y cuantificación de superficie anegada/afectada** (distribución espacial y temporal)

- **Previsión y Pronóstico**

- **Previsión de eventos de intensidad elevada** o asociados a daños en territorio [obligatorio] (herramientas de aviso - e.g. umbrales de precipitación -)
- **Previsión de tiempo al pico de intensidad** del evento [obligatorio] (modelos de tránsito - empíricos, hidrológicos/hidrodinámicos -)
- **Previsión de la intensidad del pico del evento** [posible] (modelos empíricos, modelos hidrológicos/hidrodinámicos)
- **Previsión de los tiempos de permanencia** por encima de valores críticos [posible] (modelos empíricos, modelos hidrológicos/hidrodinámicos)
- **Previsión de la extensión del anegamiento** por encima de niveles críticos [posible] (modelos empíricos, modelos hidrológicos/hidrodinámicos)

Sistema de Alerta de la Cuenca del Plata. Objetivos de operación: puntos de reporte

Puntos de reporte							Productos Pronóstico Operativo				Productos Perspectiva S2S				Insumo Boletín/Reporte			
IdSito	Nombre	Rio	Variables	Antelación Mínima	Antelación Máxima	dt	Variables	Antelación Mínima	Antelación Máxima	dt	Variables	Antelación Mínima	Antelación Máxima	dt	Diario	Semanal	Mensual	Informes Es
153	Bahía Negra	Paraguay	H	7 días	15 días	1 día	HQ	30 días	90 días	1 semana	X	X	X	X	X	X	X	X
155	Concepción	Paraguay	H	7 días	15 días	1 día	HQ	30 días	90 días	1 semana	X	X	X	X	X	X	X	X
55	Po Pilcomayo	Paraguay	HQ	7 días	15 días	1 día	HQ	30 días	90 días	1 semana	X	X	X	X	X	X	X	X
57	Formosa	Paraguay	HQ	7 días	15 días	1 día	HQ	30 días	90 días	1 semana	X	X	X	X	X	X	X	X
163	Foz do Areia (Afluencia)	Iguazú	Q	5 días	15 días	1 día	Q	30 días	90 días	1 semana								
182	Salto Santiago (Afluencia)	Iguazú	Q	5 días	15 días	1 día	Q	30 días	90 días	1 semana								
8	Andresito	Iguazú	Q	5 días	15 días	1 día	Q	30 días	90 días	1 semana	X	X	X	X	X	X	X	X
91	Guairá	Paraná	Q	7 días	15 días	1 día												
93	Confluencia	Paraná	Q	5 días	15 días	1 día												
87	Yacyretá (afluencia)	Paraná	Q	5 días	15 días	1 día												
88	Yacyretá (efluente)	Paraná	Q	5 días	15 días	1 día												
19	Corrientes	Paraná	HQ	5 días	15 días	1 día												
20	Barranqueras	Paraná	HQ	5 días	15 días	1 día												
23	Goya	Paraná	H	5 días	15 días	1 día												
24	Reconquista	Paraná	H	5 días	15 días	1 día												
26	La Paz	Paraná	H	5 días	15 días	1 día												
29	Paraná	Paraná	HQ	5 días	15 días	1 día												
30	Santa Fe	Paraná	HQ	5 días	15 días	1 día												
34	Rosario	Paraná	H	5 días	15 días	1 día												
32	Victoria	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												
31	Diamante	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												
36	San Nicolás	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												
37	Ramallo	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												
38	San Pedro	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												
39	Baradero	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												
40	Zárate	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												
42	Corrientes	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												



Puntos de reporte: productos de estado y pronóstico/perspectiva hidrométrica/hidrológica

Capa de información con nivel máximo de abstracción: Estado actual, perspectiva (rangos probables, impacto)

Publicación de productos en webmaps y reportes

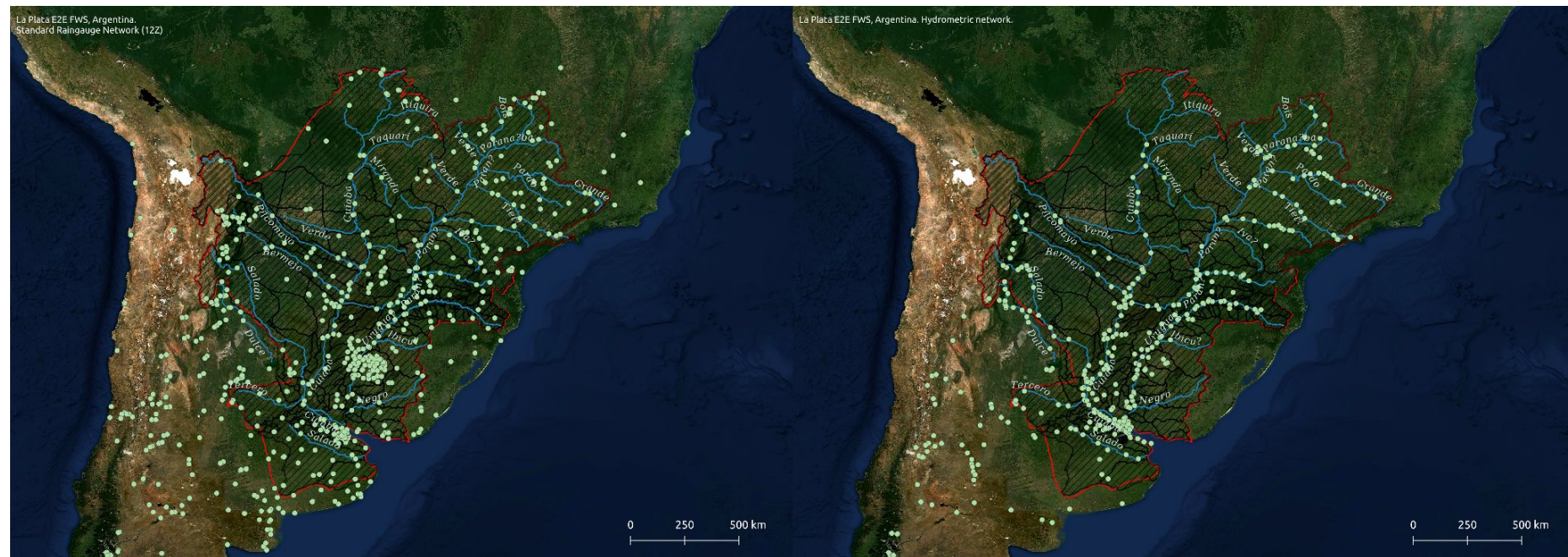
Productos de Monitoreo/Estado

- **Fase superficial del ciclo hidrológico** (*Precipitación Media Areal, Almacenamiento, Nivel/Caudal*)

INFORMACIÓN SOBRE EL ESTADO ACTUAL DE LA CONDICIÓN DE ALMACENAMIENTO y LOS PROCESOS DE GENERACIÓN y TRÁNSITO DE CAUDAL [ESTADO CICLO HIDROLÓGICO]

INFORMACIÓN SOBRE LA AFECTACIÓN HÍDRICA OBSERVADA [IMPACTO EVENTOS] ← umbrales territoriales

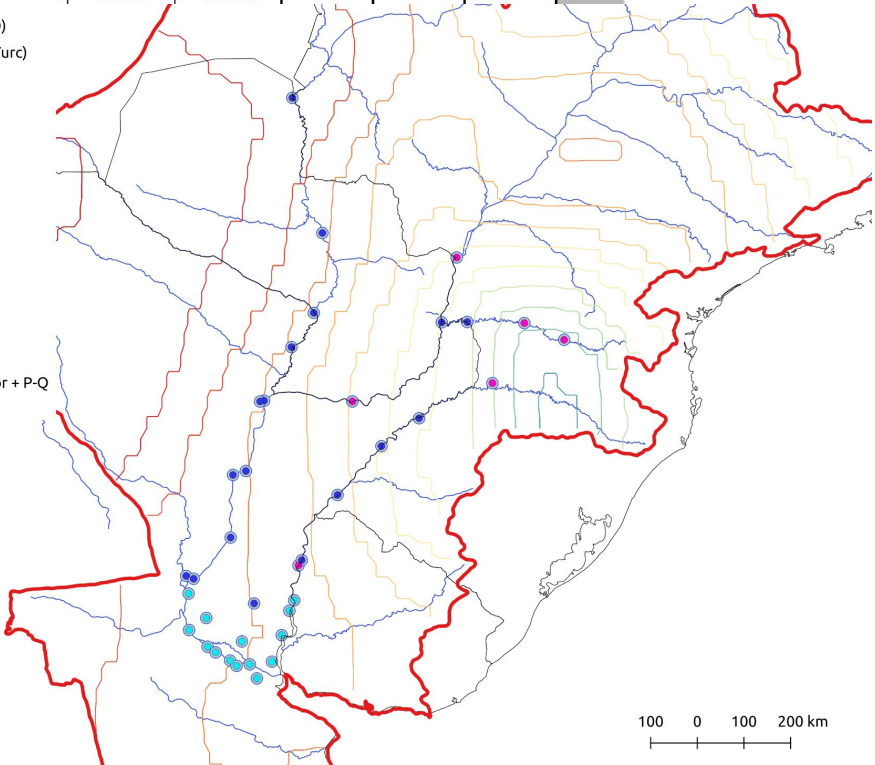
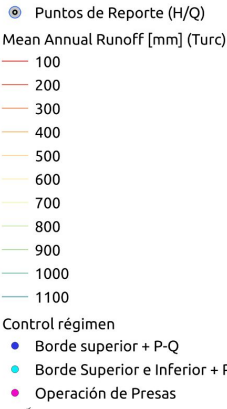
- **Atributos:**
 - **Cuantitativos** (*hietogramas, hidrogramas, series de anomalías semanales, mensuales, trimestrales*)
 - **Categoricos** (*condición hidrológica/peligrosidad/umbrales de riesgo*)



Datos diarios: red de estaciones pluviométricas e hidrométricas integrados en el el Sistema de Información en tiempo operativo (procesos de análisis, geoprocesamiento y modelación)

Sistema de Alerta de la Cuenca del Plata. Objetivos de operación: puntos de reporte

Puntos de reporte							Productos Pronóstico Operativo				Productos Perspectiva S2S				Insumo Boletín/Reporte			
IdSito	Nombre	Rio	Variables	Antelación Mínima	Antelación Máxima	dt	Variables	Antelación Mínima	Antelación Máxima	dt	Variables	Antelación Mínima	Antelación Máxima	dt	Diario	Semanal	Mensual	Informes Es
153	Bahía Negra	Paraguay	H	7 días	15 días	1 día	HQ	30 días	90 días	1 semana	X			X	X			X
155	Concepción	Paraguay	H	7 días	15 días	1 día	HQ	30 días	90 días	1 semana	X			X	X			X
55	Po Pilcomayo	Paraguay	HQ	7 días	15 días	1 día	HQ	30 días	90 días	1 semana	X			X	X			X
57	Formosa	Paraguay	HQ	7 días	15 días	1 día	HQ	30 días	90 días	1 semana	X			X	X			X
163	Foz do Areia (Afluencia)	Iguazú	Q	5 días	15 días	1 día	Q	30 días	90 días	1 semana								
182	Salto Santiago (Afluencia)	Iguazú	Q	5 días	15 días	1 día	Q	30 días	90 días	1 semana								
8	Andresito	Iguazú	Q	5 días	15 días	1 día	Q	30 días	90 días	1 semana	X			X	X			X
91	Guairá	Paraná	Q	7 días	15 días	1 día												
93	Confluencia	Paraná	Q	5 días	15 días	1 día												
87	Yacyretá (afluencia)	Paraná	Q	5 días	15 días	1 día												
88	Yacyretá (efluente)	Paraná	Q	5 días	15 días	1 día												
19	Corrientes	Paraná	HQ	5 días	15 días	1 día												
20	Barranqueras	Paraná	HQ	5 días	15 días	1 día												
23	Goya	Paraná	H	5 días	15 días	1 día												
24	Reconquista	Paraná	H	5 días	15 días	1 día												
26	La Paz	Paraná	H	5 días	15 días	1 día												
29	Paraná	Paraná	HQ	5 días	15 días	1 día												
30	Santa Fe	Paraná	HQ	5 días	15 días	1 día												
34	Rosario	Paraná	H	5 días	15 días	1 día												
32	Victoria	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												
31	Diamante	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												
36	San Nicolás	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												
37	Ramallo	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												
38	San Pedro	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												
39	Baradero	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												
40	Zárate	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												
42	Desembocadura	Paraná	H	4 días	15 días	1 hora												

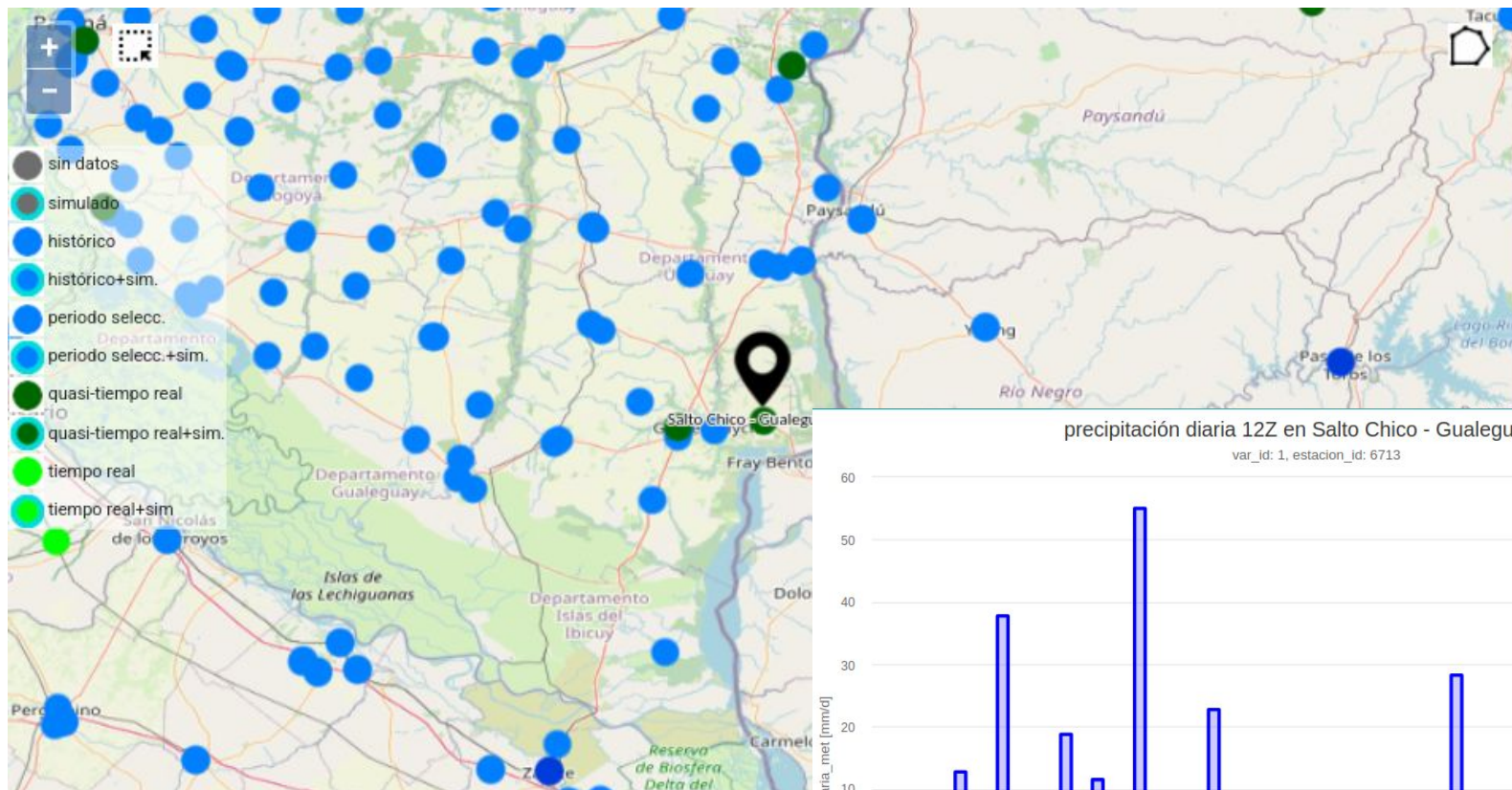


Puntos de reporte: productos de estado y pronóstico/perspectiva hidrométrica/hidrológica

Capa de información con nivel máximo de abstracción: Estado actual, perspectiva (rangos probables, impacto)

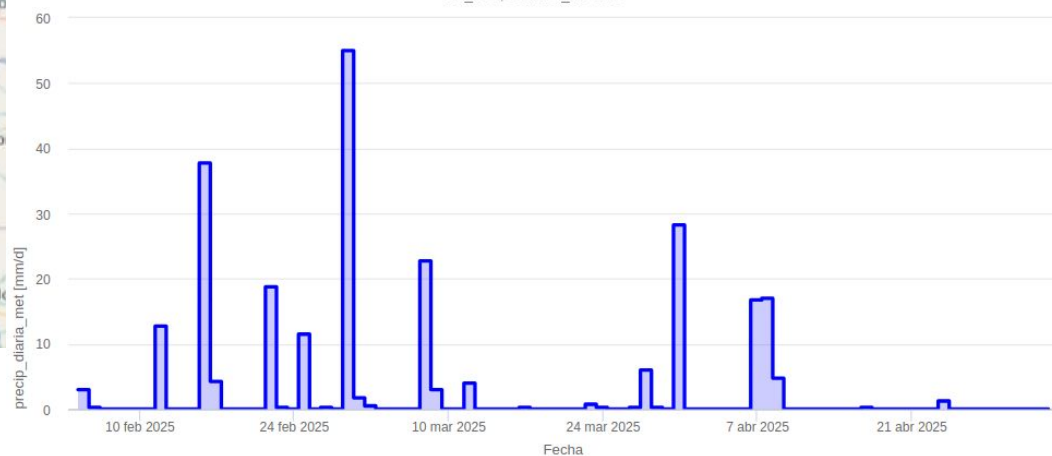
Publicación de productos en webmaps y reportes

Observaciones en tiempo real (red pluviométrica)



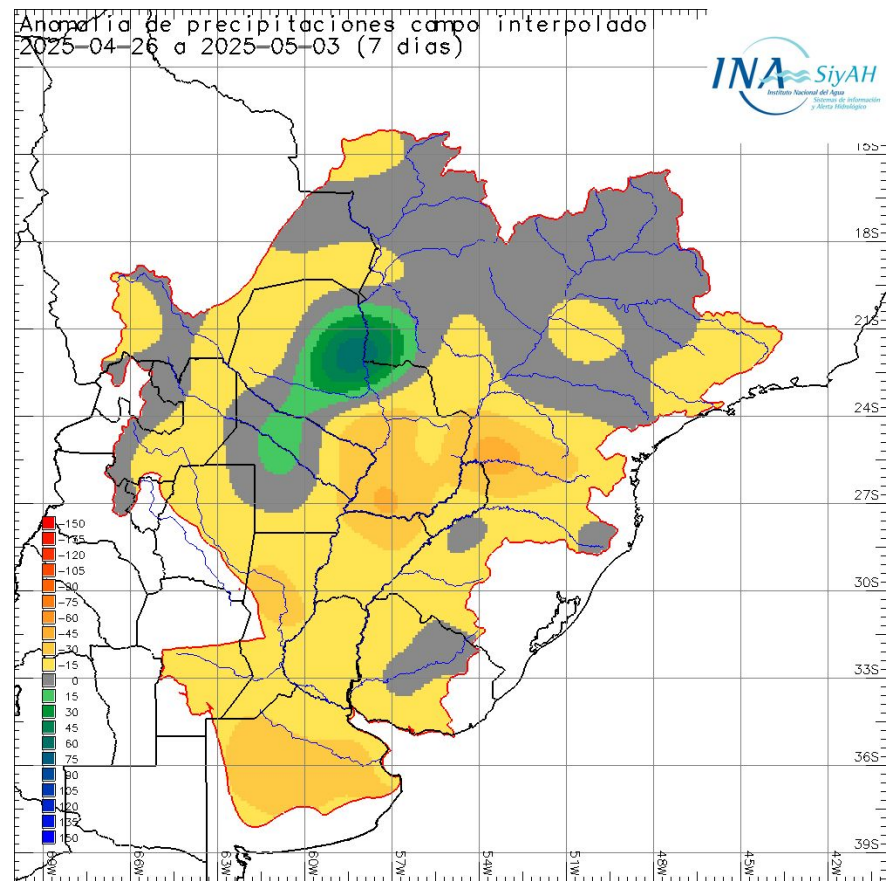
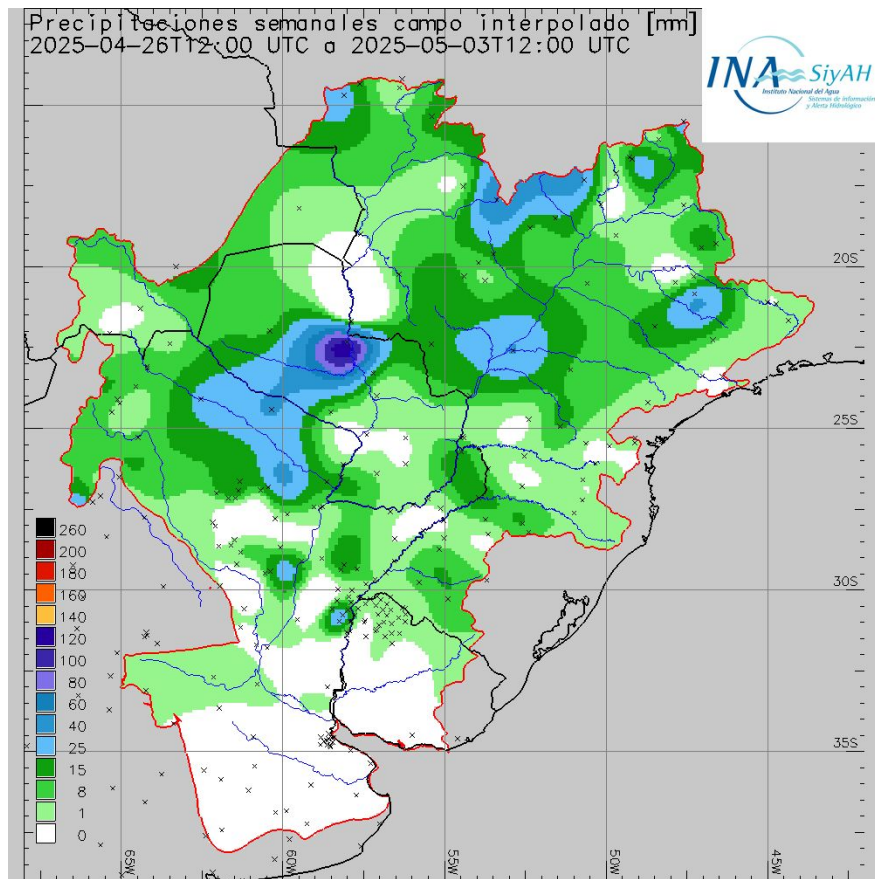
precipitación diaria 12Z en Salto Chico - Gualeguaychú

var_id: 1, estacion_id: 6713



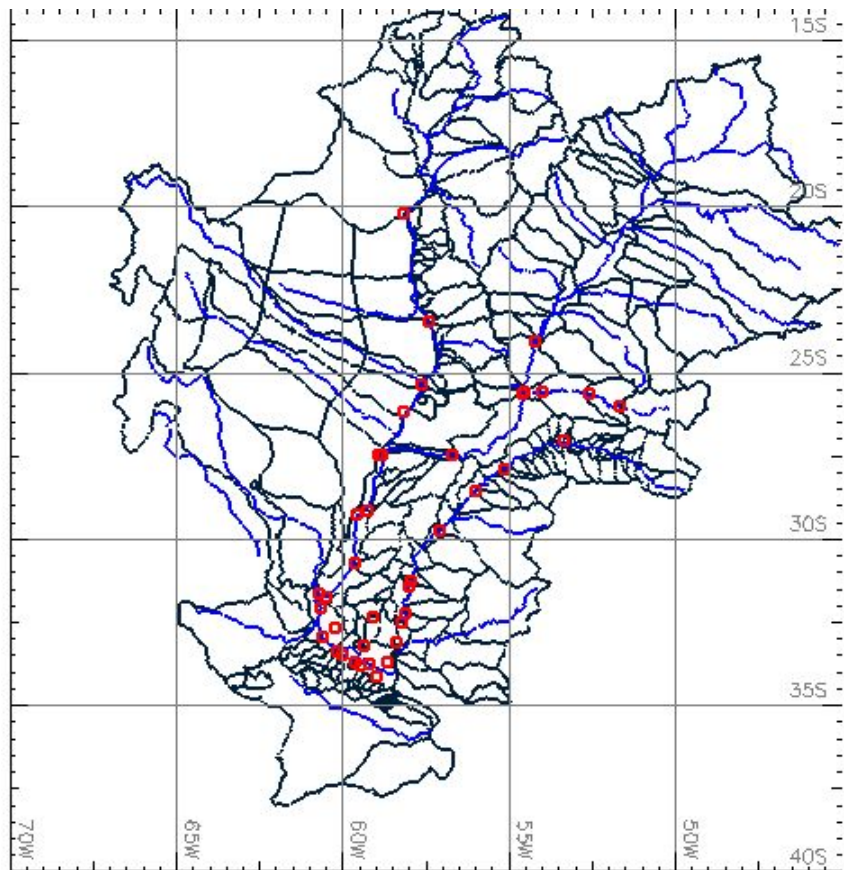
● Salto Chico - Gu

Interfaz de consulta webmap
<https://alerta.ina.gob.ar/a5/secciones>



Estimación de Precipitación acumulada y anomalía semanal (repositorio <https://ina.gob.ar/alerta> y reportes en página)

[el sistema consume productos grillados de precipitación diseminados por SMN, CPC y CR-SAS]



Unidades de agregación espacial (subcuencas) para monitoreo de proceso de transformación de precipitación en escorrentía (sistemas de transferencia) / excedente hídrico (sistemas disipativos)

Visión dinámica (monitoreo)

La **dinámica del caudal** en los bordes de los distintos tramos de un **sistema de desagüe natural** (topología de subcuencas, nodos y tramos) **dependerá al menos de:**

- (a) El aporte del **caudal** (propio) **de cada subcuenca** (polígono) **a cada tramo de la red de drenaje** (línea) [*proceso de producción/distribución, P-Q*]
- (b) El **traslado y suma de estos caudales** entre los distintos tramos de la red de drenaje [*proceso de tránsito, Q-Q*]

Lo **primero depende** del **volumen total precipitado** y la condición de almacenamiento **sobre cada subcuenca**. A la vez, esta condición depende del volumen antecedente precipitado. Por tanto es la **principal forzante hidrológica de los procesos de cuenca**

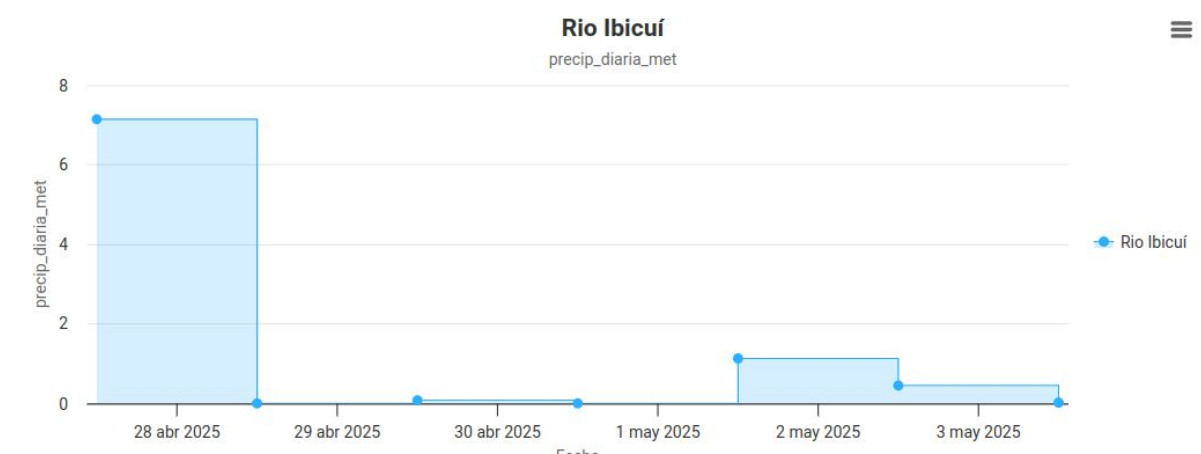
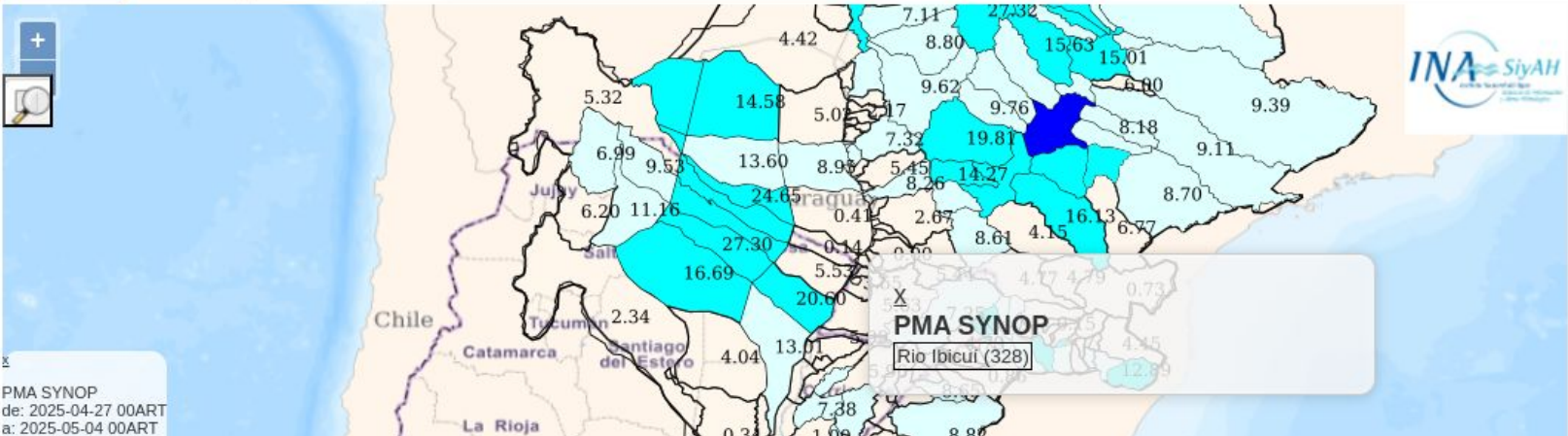
Este volumen suele expresarse como **Precipitación Media Areal (PMA)**, como lámina media en mm, para distintos pasos de tiempo (e.g. diaria, semanal, mensual). **Se producen tantas series de PMA como QPEs consumidas o generadas por el sistema**. Los productos pueden consultarse/obtenerse mediante el servicio de webmap alerta.ina.gov.ar o mediante CGIs o APIs REST.

Mapa

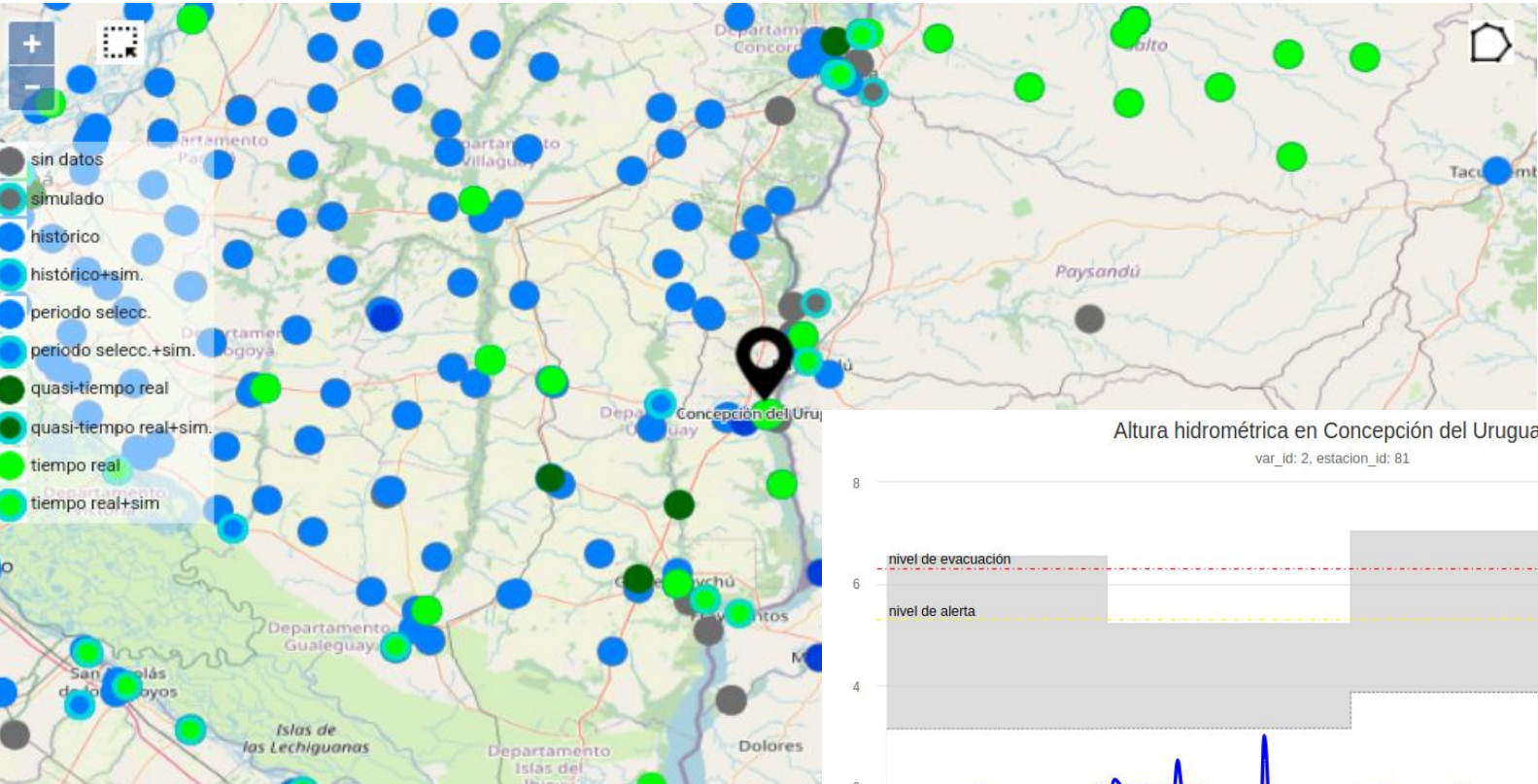
Tabla

Datos

Periodo: ≤ 27/04/2025 - 04/05/2025 ≥ Ok

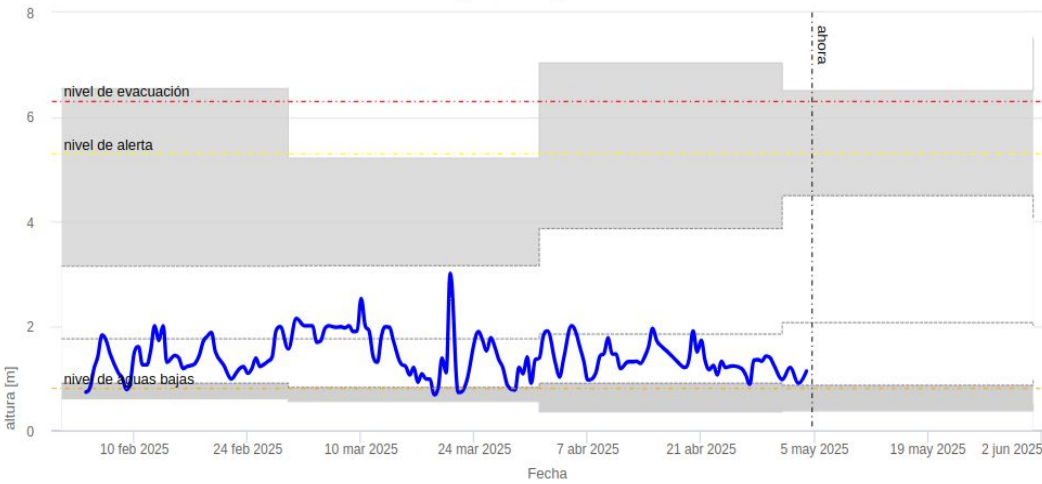


Observaciones en tiempo real (red hidrométrica)



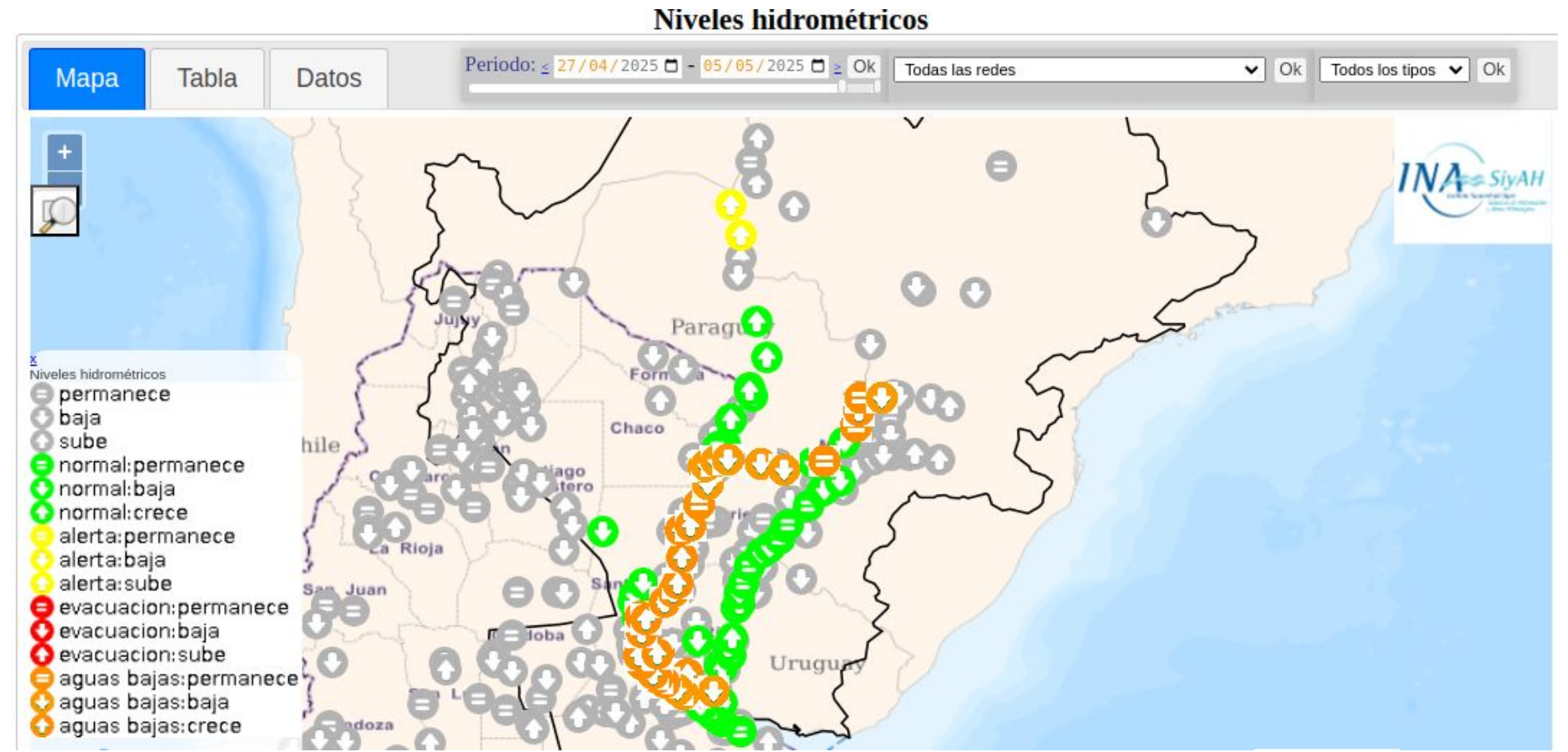
Altura hidrométrica en Concepción del Uruguay

var_id: 2, estacion_id: 81



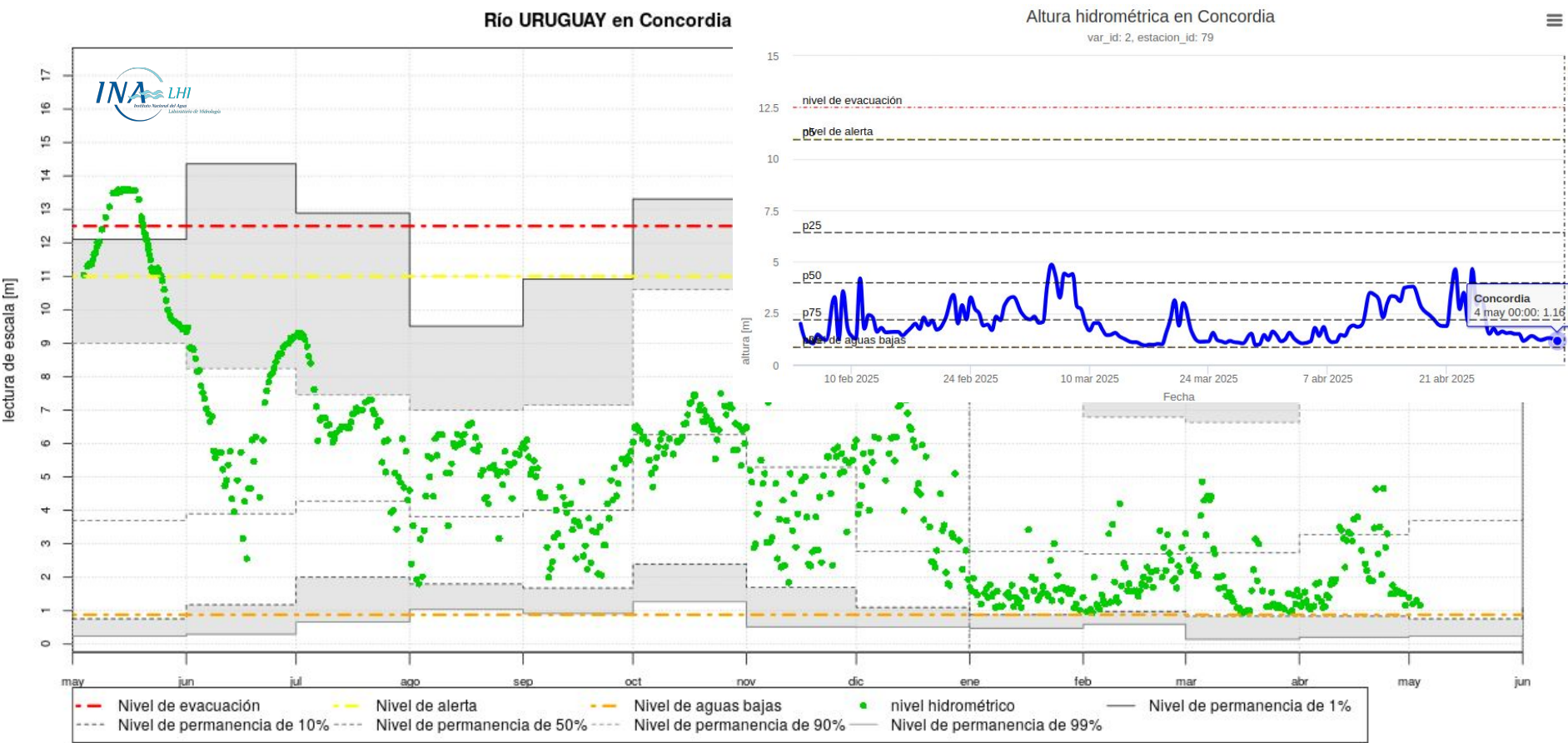
Interfaz de consulta webmap
alerta.ina.gob.ar/a5/secciones

Observaciones en tiempo real. Postprocesamiento red hidrométrica (productos de estado/umbral)



Productos de estado umbral territorial: rango de valor observado y referencia de umbral territorial (crecida/bajante)
[webmap alerta.ina.gov.ar y reportes]

Observaciones en tiempo real. Postprocesamiento red hidrométrica (productos de estado/condición)

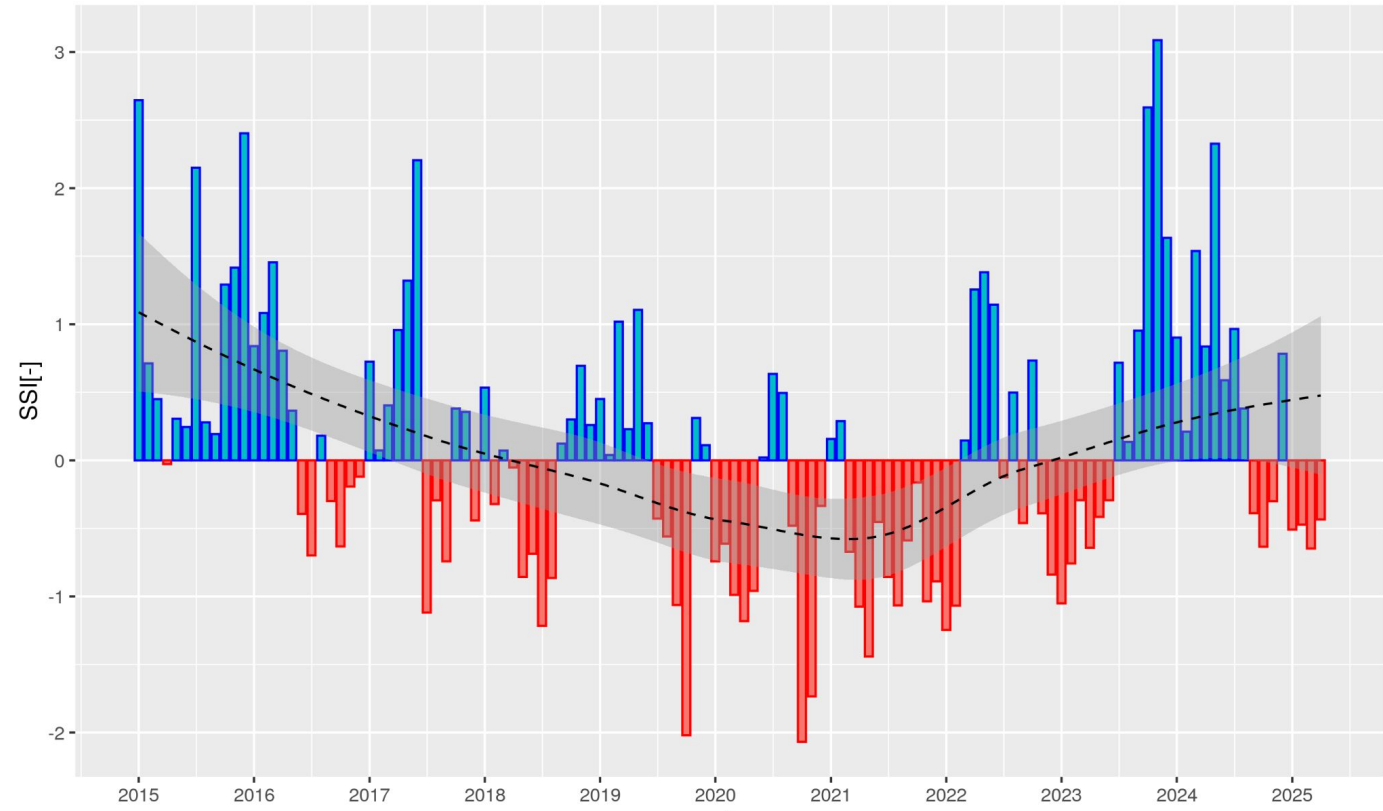


Productos de estado condición hidrológica: limnigrama con referencias estadísticas mensuales o anuales y con valores umbrales territoriales (crecidas y bajantes) [repositorio <https> y web map app secciones, reportes]

Observaciones en tiempo real. Postprocesamiento red hidrométrica (productos de estado/condición)

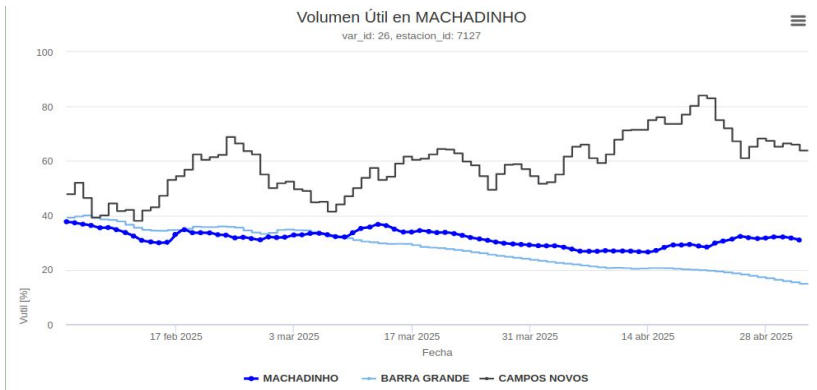
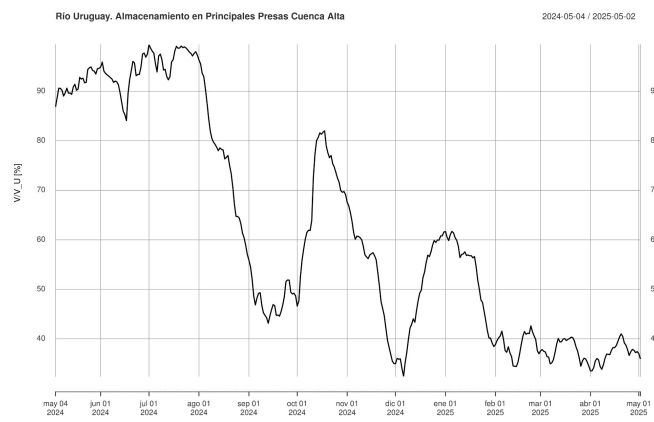
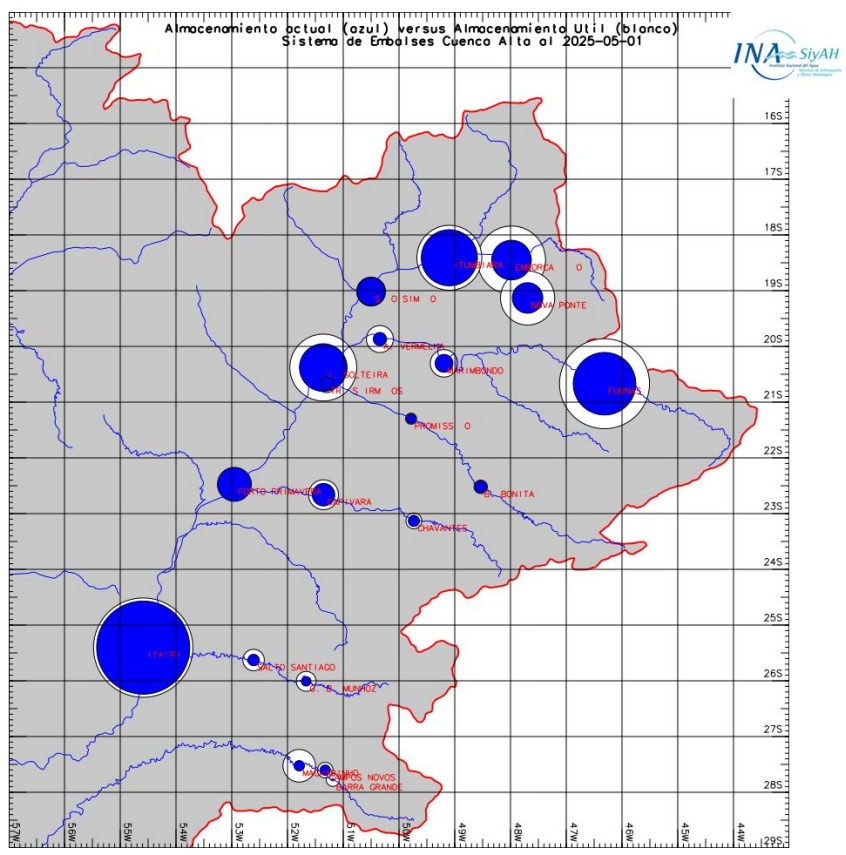


Río Uruguay en San Javier
Índice estandarizado de Caudal Mensual (SSI)



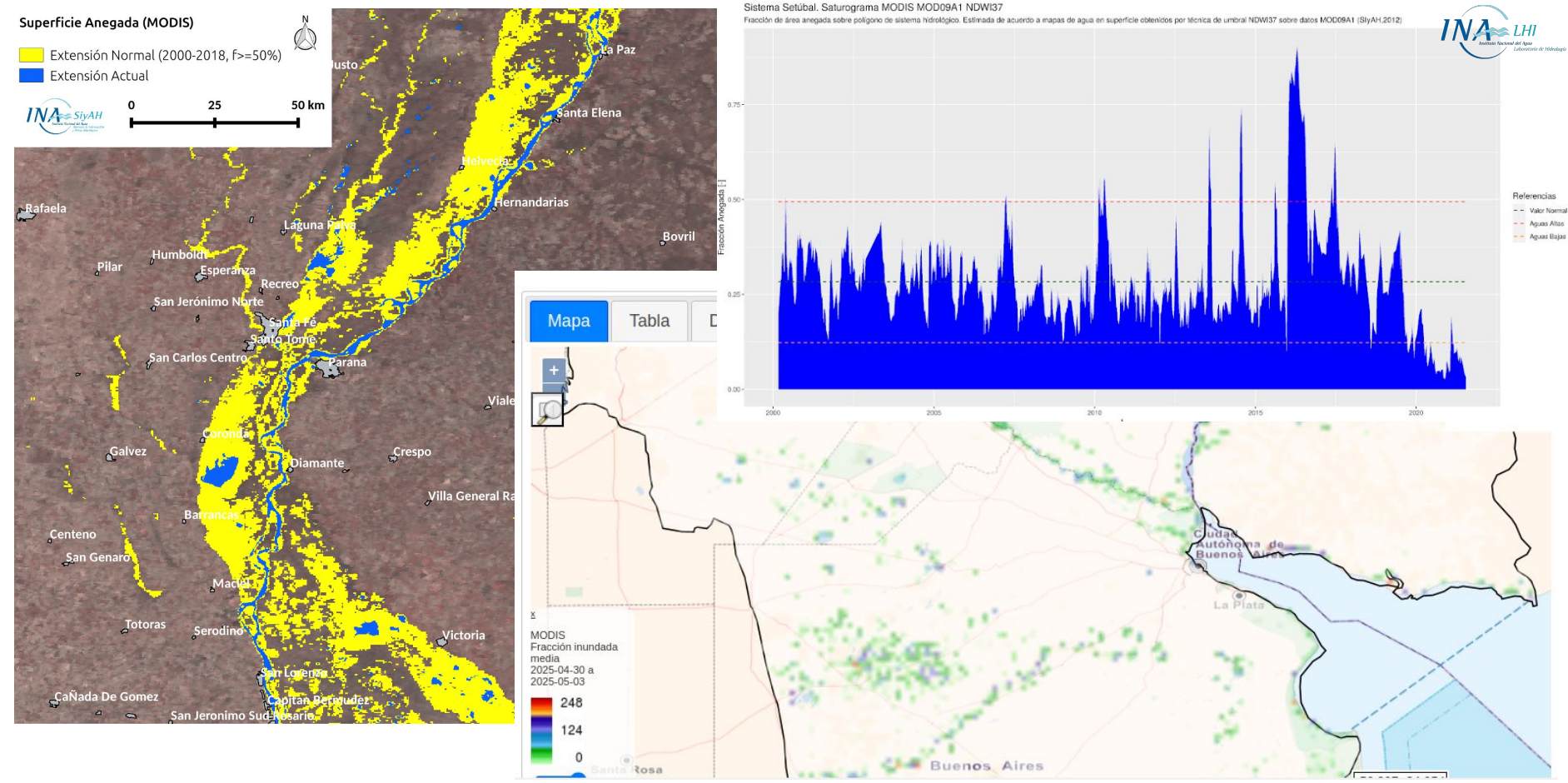
Productos de estado condición hidrológica: Índice estandarizado de caudal mensual
[reportes y repositorio <https://alerta.ina.gob.ar/ina>]

Observaciones en tiempo real. Postprocesamiento red hidrométrica (productos de estado/monitoreo)



Monitoreo de almacenamiento y estado en los principales reservorios [web map app secciones, reportes y repositorio <https://>]

Observaciones en tiempo real. Postprocesamiento Sensores Remotos (productos de estado/monitoreo)



Monitoreo de extensión y estado de anegamiento [web map app secciones, reportes y repositorio <https://>]

Productos de Pronóstico/Perspectiva

- **Fase superficial del ciclo hidrológico (Nivel/Caudal)**

INFORMACIÓN SOBRE EL RANGO DE ESTADOS FUTUROS MÁS PROBABLES DE LA CONDICIÓN DE ALMACENAMIENTO y LOS PROCESOS DE GENERACIÓN y TRÁNSITO DE CAUDAL DE ACUERDO A LAS CONDICIONES INICIALES OBSERVADAS O LAS FORZANTES PREVISTAS [ESTADOS FUTUROS DEL CICLO HIDROLÓGICO BAJO HIPÓTESIS CONDICIONANTES]

INFORMACIÓN SOBRE LA AFECTACIÓN HÍDRICA PREVISTA [IMPACTO EVENTOS] ← umbrales territoriales

EL PRONÓSTICO y LAS PERSPECTIVAS surgen del análisis de PREVISIONES NUMÉRICAS (control de procedimientos o acceso a productos)

Corto Plazo (Operativo, < 7 días) | Mediano Plazo (Plazo Extendido, 7 - 14 días) | Largo Plazo (S2S, > 15 días)

- **Atributos:**

- **Cuantitativos** (hidrogramas, series de anomalías semanales, mensuales, trimestrales)
- **Categoricos** (condición hidrológica/peligrosidad/umbrales de riesgo)

Productos de Pronóstico y Perspectiva. Procedimientos operativos

Enfoques: dinámico, estadístico y dinámico + estadístico (*updating*, modelos de error)

Procedimientos:

- Modelos Empíricos (Modelos de 'memoria', modelos 'cresta a cresta')
- Modelos Hidrológicos (transformación P-Q y tránsito hidrológico, esquemas agregados y semi-distribuidos)
- Modelos Hidrodinámicos (traza de pronóstico en borde superior e inferior y aportes modelos P-Q)

Modelos Hidrológicos/Hidrodinámicos Implementados Operativamente

- Hidrológicos Agregados: GRJ, GR4P, Sacramento 10 parámetros, HIDROSAT, HOSH5P
- Tránsito hidrológico: Cascadas de Reservorio Lineales/Muskingum
- Propagación hidrodinámica: HEC-RAS
- Hidrológicos Semidistribuidos: PQ + CR/Muskingum ó HEC-RAS



$$\frac{dx}{dt} = \sum i_i(t) - \sum q_i(t)$$

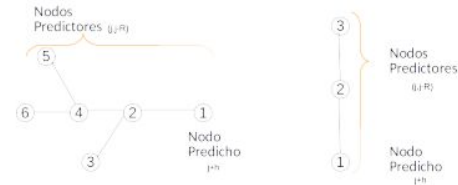
$$x(t) = \int_0^t i(\tau)u(t-\tau)d\tau$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0$$

$$\frac{1}{A} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + g \frac{\partial y}{\partial x} - g(S_o - S_f) = 0$$

Modelos Empíricos

- Modelos de 'Relaciones de nivel':
Consideran como predictores la información presente en N sitios (nodos) observada al instante de pronóstico o en tiempo pasado para dar una **previsión en un determinado horizonte temporal**
- Modelos 'cresta a cresta':
Consideran como predictor la información del pico en los nodos precedentes para dar una **previsión de intensidad y tiempo al pico en el nodo de interés**



$$x_N(t+h\Delta t) = \sum_{j=0}^L \sum_{i=1}^N \alpha(i, L) x_i(t-j\Delta t) + \beta + \epsilon$$

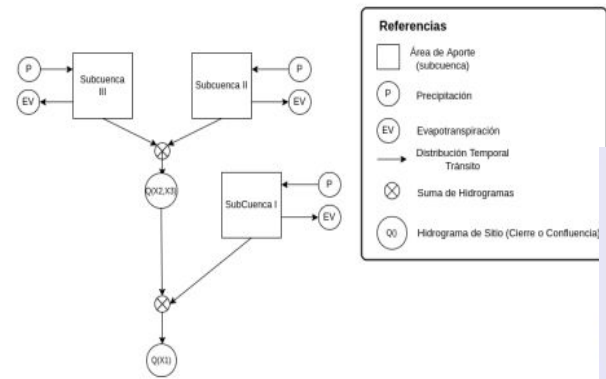
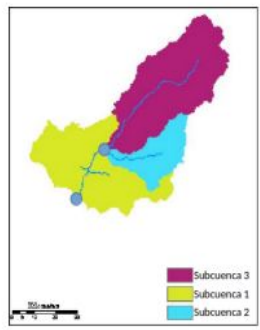
Productos de Pronóstico y Perspectiva. Procedimientos operativos

Enfoque dinámico pronóstico operativo (<15 días): Modelos Hidrológicos Semidistribuidos

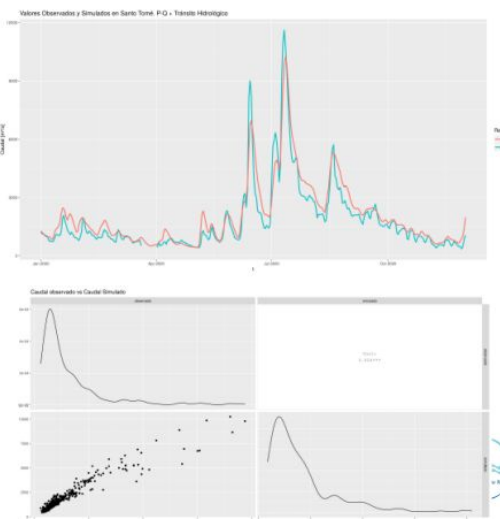
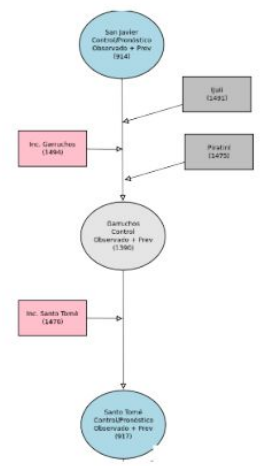
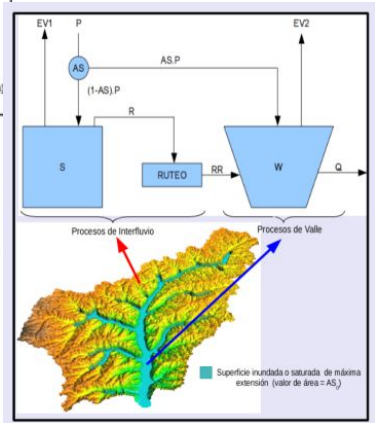
Problema Operativo

Transformación P-Q y Propagación Q-Q. Flujo de trabajo (Topología)

- Flujo de trabajo
- 1 Se dispone de **información** (hipotésis u observaciones) sobre las **forzantes atmosféricas** de los procesos de **balance hídrico** en cada **subcuenca** (precipitación y evapotranspiración).
 - 2 A partir de esta información **debe computarse la escorrentía** en cada subcuenca, **prorratearla en el tiempo** hacia el cierre de cada subcuenca y, finalmente, **transitar el caudal entre los tramos considerados y sumarlo** en caso de que se observen **confluencias**.

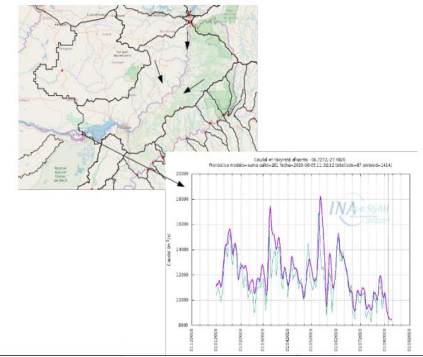


- Referencias
- Área de Aporte (subcuenca)
 - P Precipitación
 - EV Evapotranspiración
 - Distribución Temporal
 - ⊗ Suma de Hidrogramas
 - ⊙ Hidrograma de Sitio (Cierre o Confluencia)



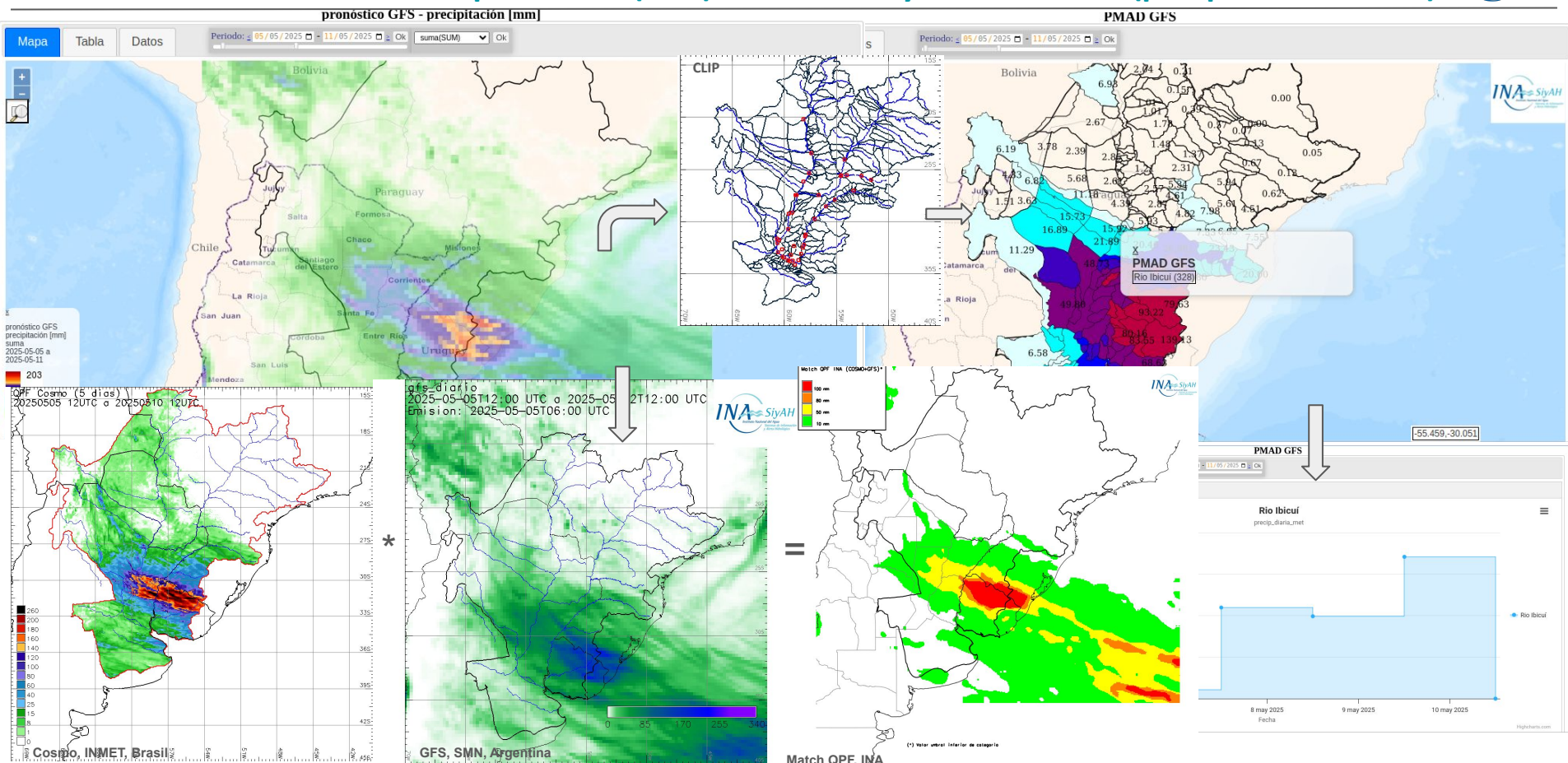
Flujo de trabajo (Productos)

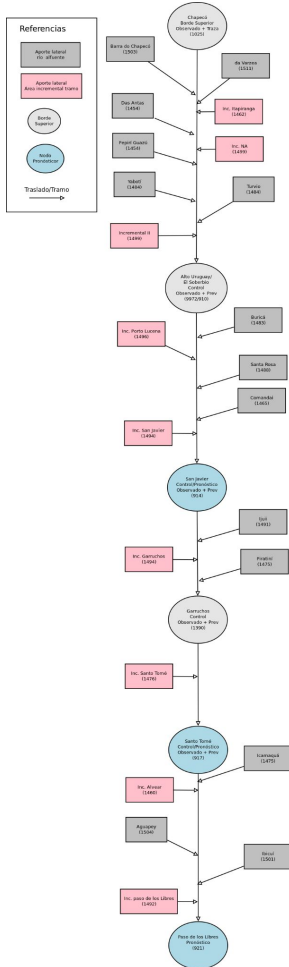
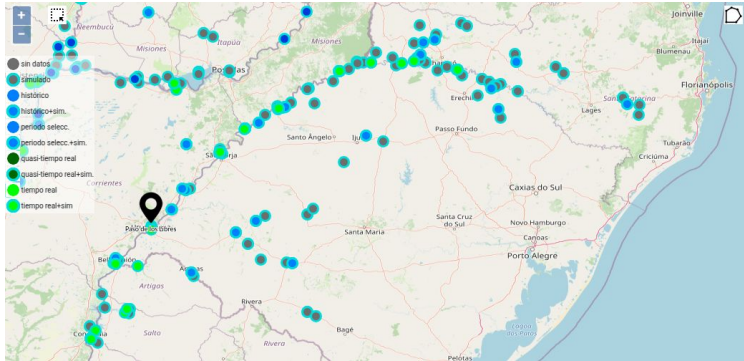
Finalmente, los productos obtenidos son series temporales de caudal para los distintos sitios/secciones incluidos en la topología



Condición Inicial: Ejecución continua (calentamiento)
Componentes: Modelos Hidrológicos (subcuencias) + Modelo de Tránsito (red)
Forzantes: PMA QPES (Precipitación observada) + PMA QPFs (Precipitación prevista)
Updating: Directo (propagación de H/Q observado)
Recalibración: Sí. Periódica
Paso de cálculo: diario (MH,MT), horario (MT)

Previsiones Numéricas de Precipitaciones (QPF). Match QPF y PMA Prevista (postprocesamiento)





- **Topología** (enfoque dinámico continuo y semidistribuido):
- a. Modelo hidrológico semi-distribuido Sacramento SMA (Guizzardi, 2017)
 - b. Modelo de Tránsito Hidrológico semi - distribuido (reservorios en cascada, lag and route)
- ←
- Resolución temporal:** diaria (caudal diario)
- Dominio Espacial:** Cuenclas alta y media (cierre en Salto Grande)
- Skill simulación:** Nash-Sutcliffe 0.8 - 0.9

- PROCEDIMIENTO OPERATIVO**
- **Condiciones de borde:** Caudal erogado por Chapecó (presa) [previsión obtenida por simulación hidrológica cuenca nacientes - Chapecó] y PMA/EVP subcuencas
 - **Información de entrada:** PMA (QPE/QPF) / EVP Climatológica / Q y H obs (actualización/ajuste QH, corrección de sesgo y modelo de error - ARIMA -)
 - **Producto de pronóstico:** tendencia central y rango probable de Q y H [8 días/12 días]
 - **Puntos de reporte:** El Soberbio, San Javier (R), Garruchos, Santo Tomé (R) y Paso de los libres (R)

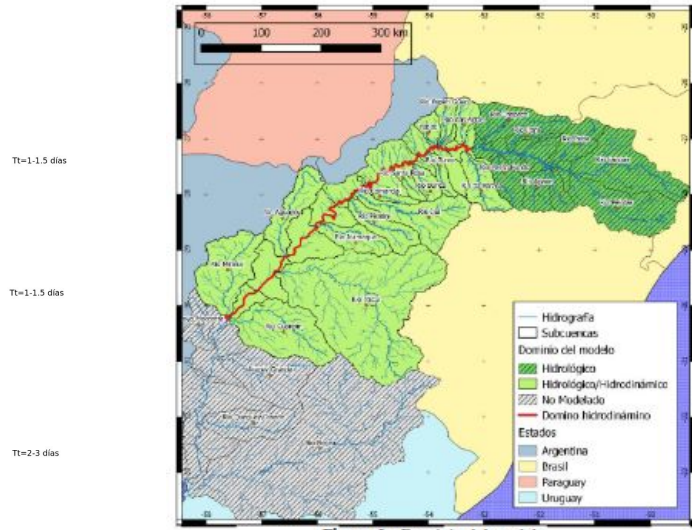
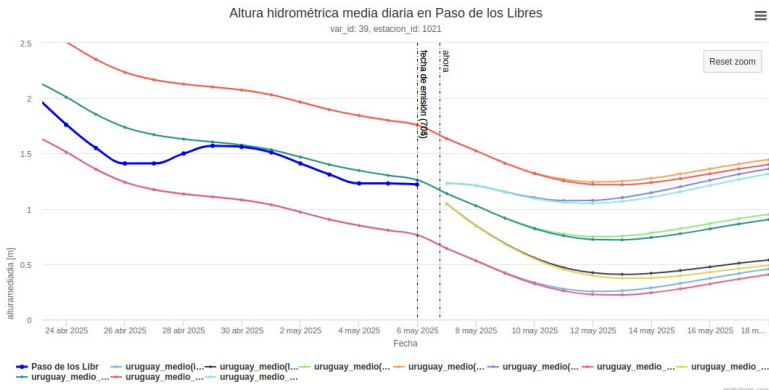


Figura 9.- Dominio del modelo.

Discretización modelo dinámico Sacramento SMA, con implementación semi distribuida (Guizzardi, 2017)

Productos diseminados. Tramo medio (ops) y tramo inferior (exp) del río Uruguay

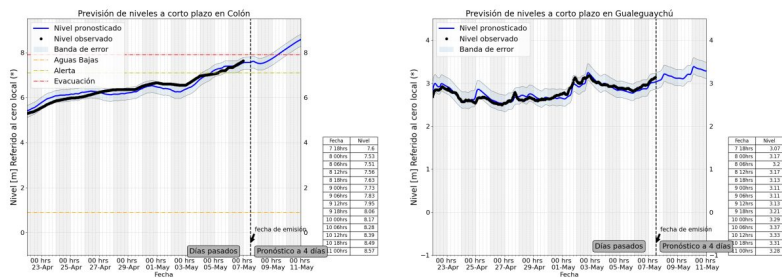
<https://alerta.ina.gov.ar/ina/08-PRONOSTICOS> y <https://alerta.ina.gov.ar> (operacional, 8 días)

Modelación hidrodinámica del río Uruguay



Figura 3: Pronóstico Hidrométrico para puntos de pronóstico en el tramo medio obtenido sobre la base de modelo SCA-SMA semidistribuido y propagación hidrológica en los tramos superior y medio (inicializado el 2024-05-06, con validez hasta el 2024-05-11)

<https://alerta.ina.gov.ar/ina/08-PRONOSTICOS> (experimental, 4 días)



(*) El cero de la escala de Colón corresponde a 0.21 mRFP / 0.20 mRSL

(*) El cero de la escala de Gualeguaychú corresponde a 0.3 mRFP / 0.43 mRSL

Figura 4: Pronóstico Hidrométrico para puntos de pronóstico en el tramo inferior obtenido sobre la base de modelo hidrodinámico experimental del tramo inferior (inicializado el 2024-05-06, con validez hasta el 2024-05-11)

DELTA PARANA: Estudio hidrodinámico integrador del Delta del río Paraná con fines múltiples

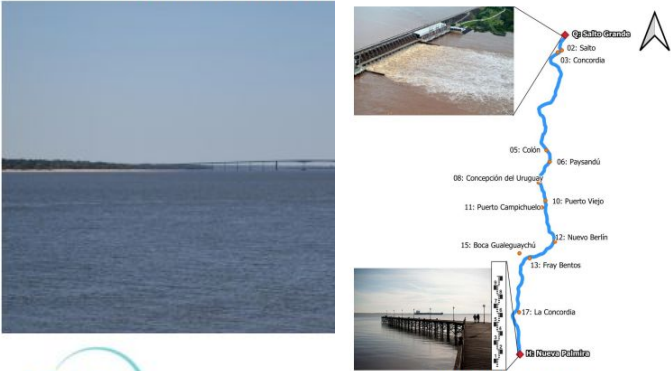
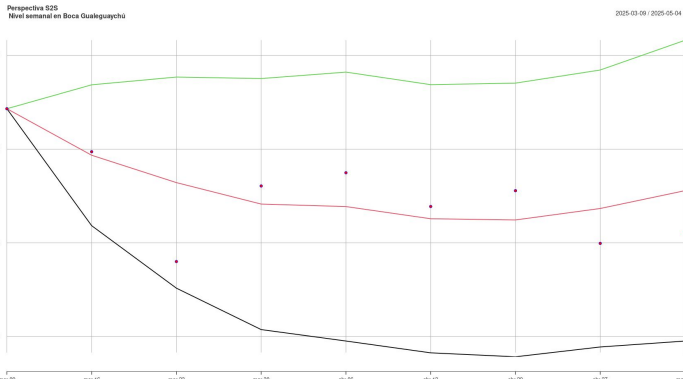


Figura 14 - Topología de modelación

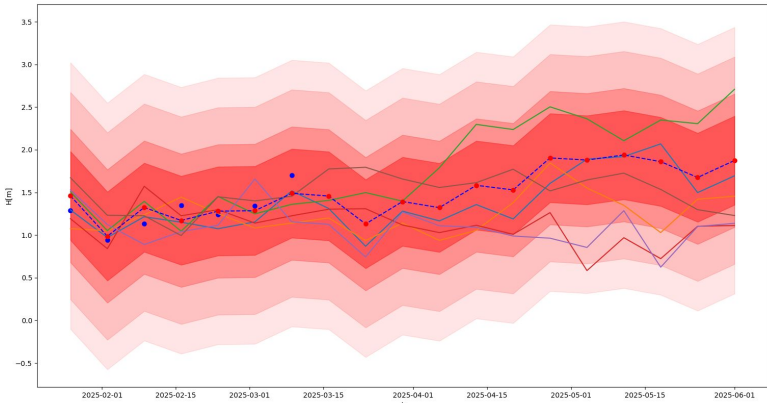


Id	Estación	Nash	Coefficiente de correlación	RMSE	SPEDS
2	Salto	89.86	0.99	0.797	88
3	Concordia	89.38	0.9978	1.028	93.6
4	Concordia	93.51	0.9909	0.397	97.2
5	Colón	93.41	0.9936	0.555	86.3
6	Paysandú	85.18	0.9828	0.585	84
7	Paysandú	87.02	0.9837	0.575	98
8	Concepción del Uruguay	94.93	0.9922	0.406	88.4
9	Concepción del Uruguay	91.28	0.9816	0.394	93.5
10	Puerto Viejo	75.78	0.9344	0.262	94.5
11	Campichuelo	94.54	0.9893	0.329	83.6
12	Nuevo Berlín	65.54	0.944	0.358	93.9
13	Fray Bentos	79.42	0.9544	0.268	84.5
14	Fray Bentos	76.66	0.9513	0.189	93
15	Boca Gualeguaychú	91.89	0.9875	0.209	86.1
16	Boca Gualeguaychú	91.77	0.9839	0.169	89.3
17	La Concordia / Puerto Añelo	79.06	0.9276	0.213	88.5

Procedimientos S2S: Pronóstico a 8 semanas. Enfoques estadísticos (productos experimentales Uy)



Gualaguaychú: Perspectiva de **tendencia central** de nivel (medio) semanal y **rango probable** (líneas negra y verde) según **modelos de memoria** (regresión múltiple c/ componentes autorregresivas)

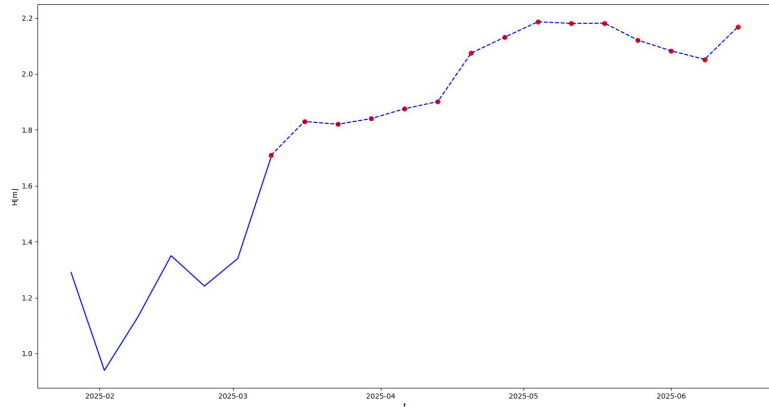


Guauguaychú: Perspectiva de tendencia central de nivel (medio) semanal según **método de analogías**. Observado (azul), perspectiva (rojo c/ línea punteada azul, tendencia central), analogías (trayectorias)

Análisis retrospectivo (hindcasts) modelos de memoria [c: 2007 - 2021 v: 2022 - 2024]

[illegible]

	lag	R2	Nash	error
1	1	0.9724273	0.953059998	0.1567457
2	2	0.9422434	0.806911467	0.1929021
3	3	0.7500400	0.722828535	0.4173029
4	4	0.4723874	0.456939046	0.5432615
5	5	0.3261718	0.188966922	0.4810001
6	6	0.3068228	0.148913034	0.6590049
7	7	0.3289111	0.110193943	0.6339281
8	8	0.1240925	-0.000193963	0.9051801



Guauguaychú: Perspectiva de tendencia central de nivel (medio) semanal según **método de persistencia** (cuantil semanal). Observado (línea azul), perspectiva (rojo c/ línea punteada azul, tendencia central)

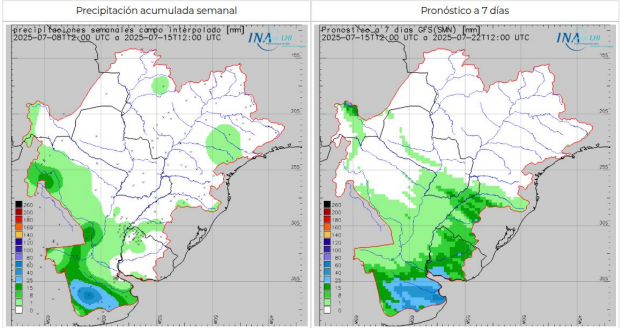
Alerta Hidrológico Cuenca del Plata:

Su objetivo principal es desarrollar y operar el servicio de pronóstico y alerta hidrológico de la Cuenca del Plata. También coordinar la información numérica y documental referida a los recursos hídricos.

 Reporte diario Actualizado al 15-07-2025	 Informe hidrométrico Actualizado al 15-07-2025	 Gráficos de situación Actualizado diariamente
 Mapa navegable y acceso a datos	 Informe semanal Actualizado al 10-07-2025	 Informe mensual Actualizado al 08-07-2025
 Datos y pronósticos Horizonte a 4 días	 Pronóstico Río Paraná Actualizado al 15-07-2025	 Información Hidrometeorológica, islas del Delta del río Paraná

Puerta de acceso a servicios y productos del Sistema de Alerta de la Cuenca del Plata
www.ina.gob.ar/alerta

Situación meteorológica



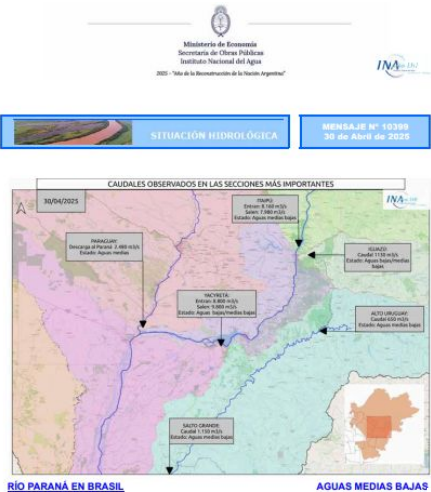
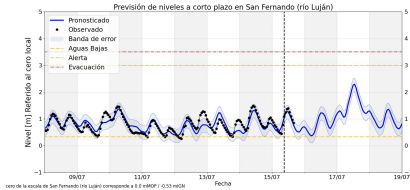
Las previsiones numéricas de precipitación para los próximos 7 días indican la persistencia del escenario deficitario sobre el sector norte y oeste de la cuenca, con mayor notoriedad sobre el Alto Paraná (sector regulado y no regulado), sobre la cuenca del río Iguazú y sobre las cuencas alta y media del río Paraguay. Para el sector centro-sur se prevé el desarrollo de eventos precipitantes con acumulados leves, principalmente sobre la vertiente oriental del río Uruguay, la cuenca propia de Yacaré y el tramo Paraná-San Nicolás, incluyendo sus aportes por ambas márgenes. Por último, se esperan acumulados moderados con

Situación hidrológica



Estación	Río	Nivel (m)	Alerta	Evacuación	Perspectiva
Puerto Iguazú	Paraná	6.30 ↑	25.00	28.00	aguas bajas
Corrientes	Paraná	2.02 ↓	6.50	7.00	aguas medias bajas/bajas
Barranqueras	Paraná	2.33 ↓	6.00	6.50	aguas medias bajas/bajas
Goya	Paraná	2.65 ↓	5.20	5.70	aguas medias bajas/bajas
Reconquista	Paraná	2.35 ↓	5.30	5.30	aguas medias bajas/bajas
La Paz	Paraná	3.13 ↓	5.80	6.15	aguas medias bajas

Condición hídrica de los principales cursos de la Cuenca del Plata en territorio Argentino en base a la última observación de nivel o caudal en estaciones de referencia. Se calcula la frecuencia de superación (%) en el periodo 1991-2020 y se clasifica en 5 categorías. Adicionalmente se indica superación de niveles de alerta y evacuación.



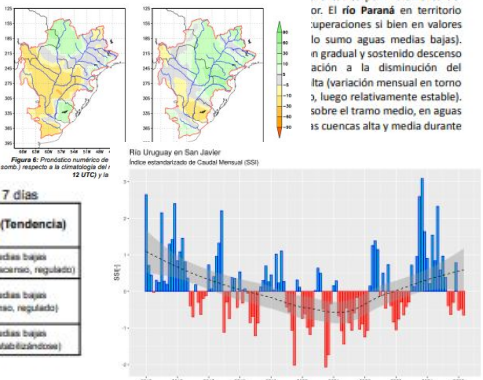
Durante los últimos 7 días se observaron precipitaciones con acumulados ligeramente moderados a moderados en el sector regulado. Los mayores montos se registraron sobre la vertiente occidental, sobre los aportes por margen derecha en las rutas San Simón - Isla Solteira y Jupia - Porto Primavera, así como sobre la cuenca del río Iribatú. Por otro lado, sobre el sector no regulado se observaron lluvias con acumulados mayoritariamente moderados sobre la ruta Porto Primavera - Guairá y sus afluentes por margen derecha (alcanzando valores ligeramente abundantes o abundantes sobre las cuencas de los ríos Irihema y Amambay) y sobre la cuenca baja del río Parapanema, mientras que sobre la cuenca propia de Itaipu y la vertiente oriental los acumulados fueron más leves. Para los próximos 7 días se prevé un escenario de escasez de precipitaciones que abarca la cuenca del Alto Paraná en su totalidad.

Tramo medio superior (San Javier – Paso de Los Libres)							
Caudal diario. Valores observados en los últimos 7 días y estimados para los próximos 7 días							
Sección	Caudales observados [m³/s]			Caudales estimados [m³/s]			Escenario (Tendencia)
	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	
San Javier	510	1.050	770	450	1.500	640	Aguas medias bajas (estable/leve descenso, regulado)
San Antonio Tomé	870	1.310	1.100	650	1.500	780	Aguas medias bajas (leve descenso, regulado)
Paso de los Libres	1.100	1.760	1.320	850	1.600	1.150	Aguas medias bajas (descenso/estabilización)

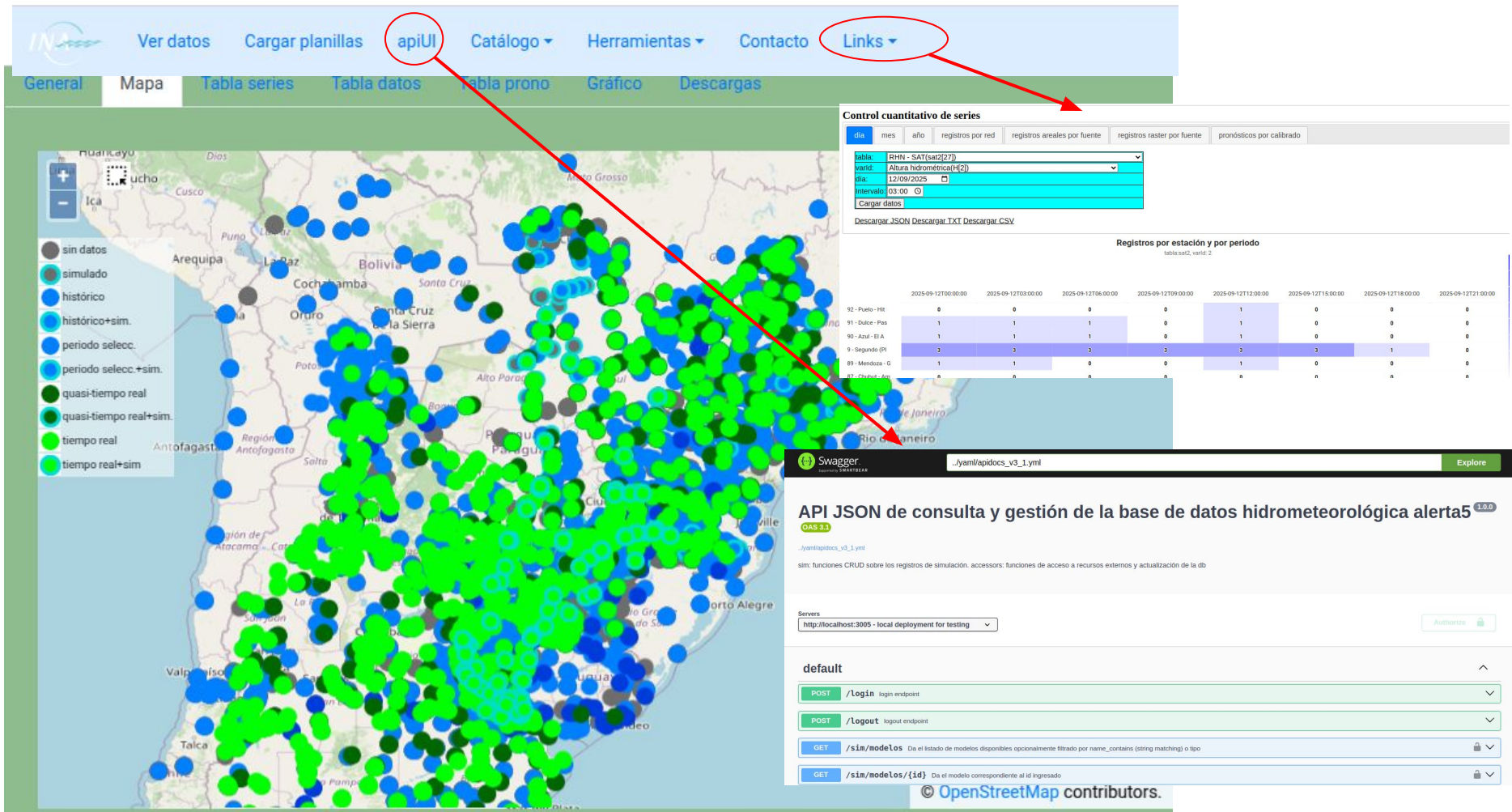
S/D y sin lecturas disponibles para estimación
*Rango de acuerdo a escenarios meteorológicos actualmente previstos
Plazo inmediato = 1 día / Corto Plazo = 2 - 5 días / Plazo extendido = 5 - 15 días
en alerta. Para mayor información consulte las previsiones actualizadas de niveles diarios a 7 días (actualización lunes, miércoles y viernes)



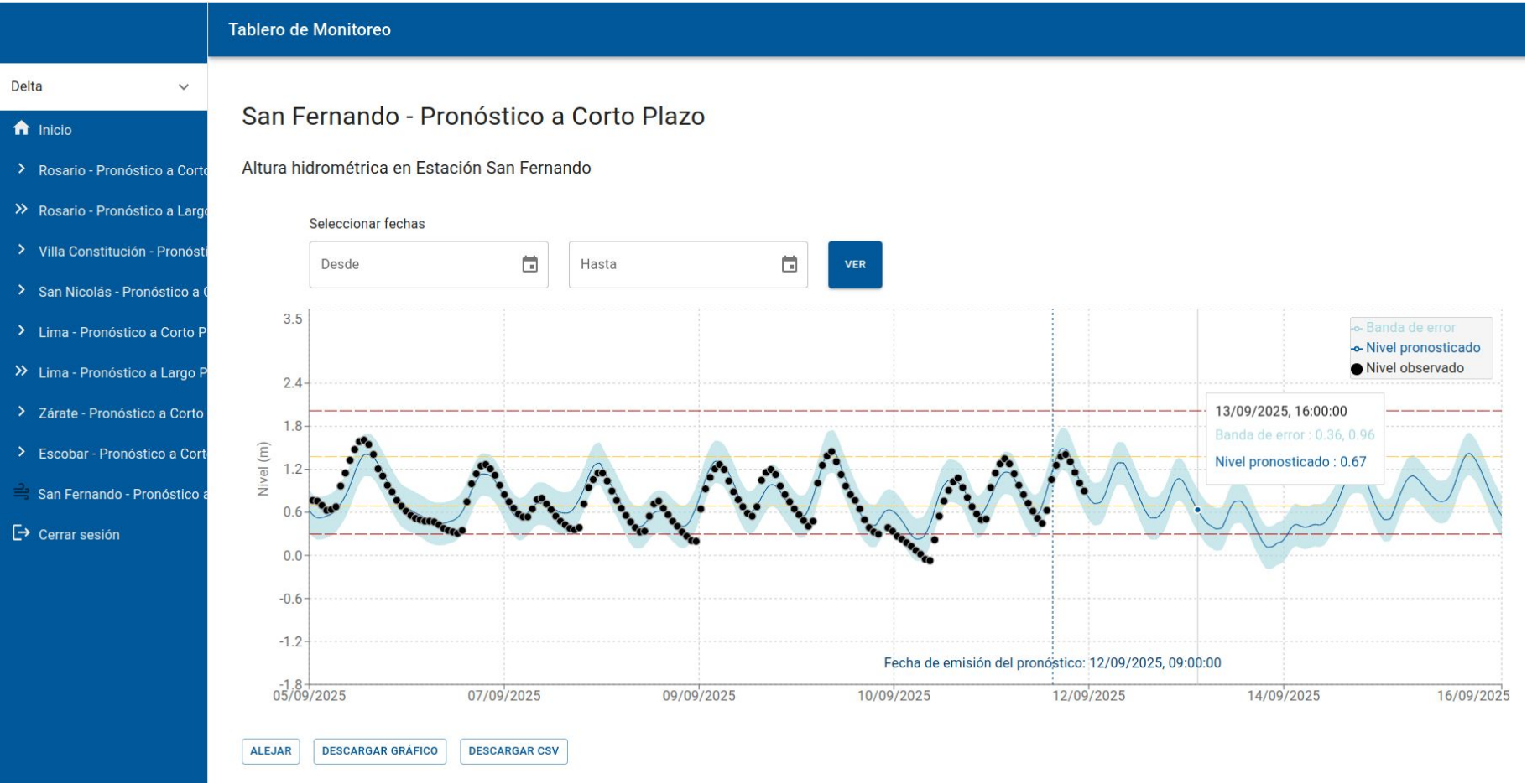
- El estado actual del fenómeno El Niño - Oscilación Sur (ENOS) es de condiciones neutrales, y existe una probabilidad del 77% de que continúe en fase neutra durante el trimestre abril-mayo-junio de 2025. Se prevé que se mantengan estas probabilidades durante el otoño. Con respecto al pronóstico trimestral, se prevén precipitaciones superiores a la normal en Entre Ríos, centro y sur de Santa Fe y Córdoba, mientras que en la región Norte, el centro y este del NOA se esperan precipitaciones del orden de la Normal.
- El almacenamiento del Alto Paraná actualmente se observa estable, luego de un descenso gradual/leve (variación mensual del -4%), situándose en torno al 72.5% del volumen útil en los principales reservorios del sector regulado. Actualmente se lo observa con capacidad de regulación en aguas medias bajas del aporte a Guairá, en plazo mensual. El aporte del río Iguazú se mantuvo estable en aguas medias bajas a expensas de erogación sostenida (variación mensual en torno a -15%) para exhibir un descenso de base hacia aguas bajas durante los últimos días. Aún así, todavía es probable que recupere base en plazo mensual, si bien en aguas medias bajas. Los niveles del río Paraguay se observaron en leve ascenso, en aguas medias sobre el tramo superior, en aguas bajas a medias bajas sobre el tramo medio e inferior, más acentuado el ascenso estacional y con amplitud de variación eventual por incremento del or. El río Paraná en territorio argentino se bien en valores lo sumo aguas medias bajas). En gradual y sostenido descenso acción a la disminución del Ita (variación mensual en torno a -), luego relativamente estable), sobre el tramo medio, en aguas medias altas y media durante



Servicios (interoperables) de acceso a series temporales (diagnóstico/pronóstico)



Extensión de Servicios: Desarrollo de Tableros de Control para Usuarios Específicos (Dashboards)



Línea de proyectos: Ecosistema



Líneas de proyectos: Estrategia

- Crítico : **Sostener la operación** (objetivos)
- Expectativas: (a) **Incremento de Productos y Servicios** (b) **Comunicación Eficaz**
- Enfoque **colaborativo: sistemas distribuidos** (V/H) + **articulación en cadena de valor** (H) ← **INTEROPERABILIDAD**

COMPONENTES Y FLUJO DE INFORMACION ENTRE SATs Interoperabilidad y conectividad

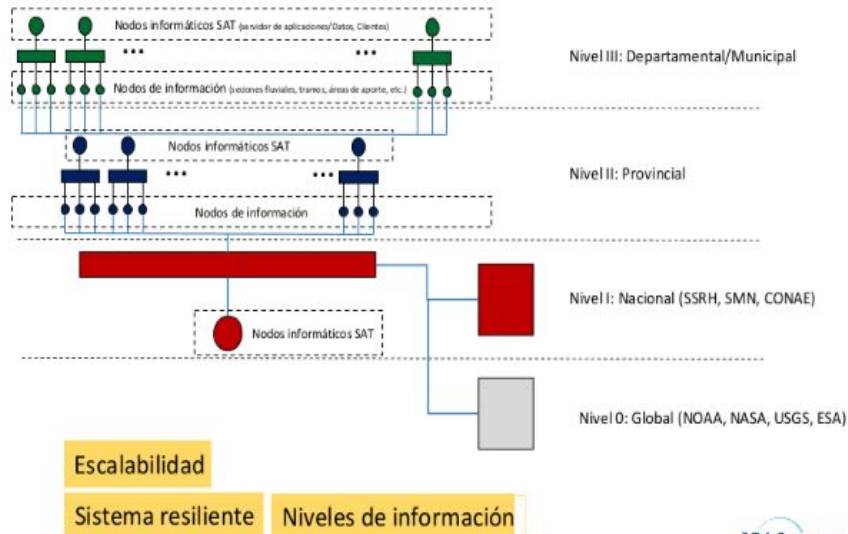
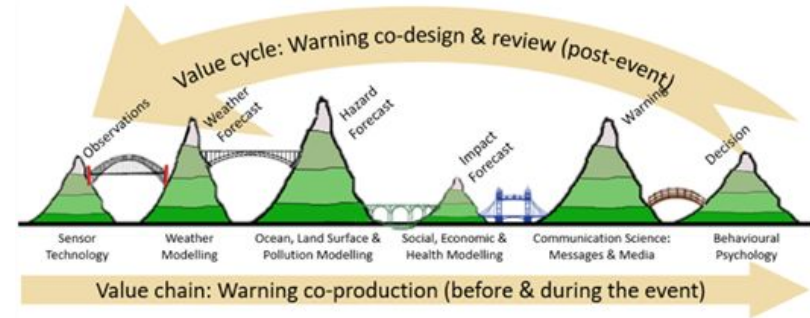


Figure 1. Hydrological value chain in flood forecasting and early warning



Proyectos Regionales



Inicio El CIC La t



Se lanzó el centro regional PROHMSAT

El CIC participó del lanzamiento oficial del centro regional (CR) de Pronóstico Hidrometeorológico y Sistema de Alerta Temprana en la Cuenca del Plata (PROHMSAT).

14 de julio de 2023



El Sistema Soporte para la Toma de Decisiones de la Cuenca del Plata (SSTD-CdP) es una plataforma operativa de gestión de gran caudal hidrometeorológica producida por los países que integran la cuenca, y de productos relacionados con inundaciones, sequías y calidad de toma de decisiones oportunas e informadas relativas a la gestión de las aguas y para la alerta temprana.

Con datos sistematizados y comparables, y con productos y herramientas de análisis adecuadas, el SSTD-CdP brinda una visión global muestra información en tiempo real de más de 700 estaciones de monitoreo de cantidad y calidad de agua y cuenta con pronósticos de predicción. Así, contribuye a mejorar las decisiones de los países, los usuarios y habitantes de la cuenca, vinculados con las aguas.

El SSTD-CdP basa su incorporación de datos en el sistema WHOS-Plata que fue implementado por los servicios hidrológicos y meteorológicos Organización Meteorológica Mundial (OMM).

El Sistema

El SSTD-CdP se sustenta en el sistema Delft-FEWS, un gran motor de procesamiento de series temporales de datos, con la tecnología más avanzada, desarrollado por el Instituto Deltare, referente en investigación de temas hídricos de Países Bajos.

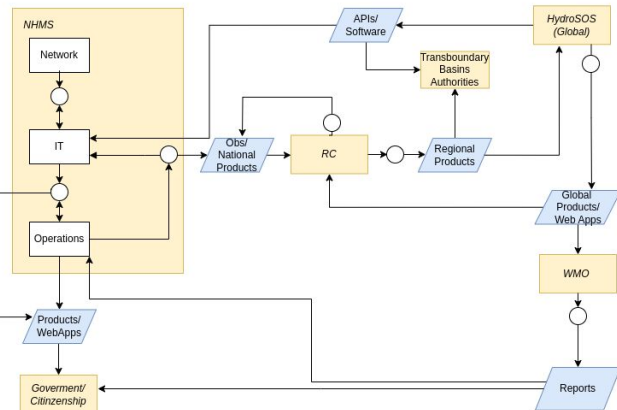
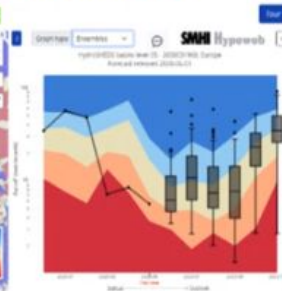
También incluye el Modelo de Grandes Cuenas (MGR, por sus siglas en portugués), desarrollado por el Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (Brasil).

Este modelo hidrológico, que ha sido calibrado para la Cuenca del Plata, reproduce los caudales naturales esperados en las 6382 minicuenas en las que se ha subdividido, en función de la precipitación, la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del viento, la insolación y la presión atmosférica, además de las características morfológicas y del suelo. Así, permite estimar la disponibilidad natural de agua en la cuenca y evaluar el impacto del cambio climático en los caudales.



HydroSOS (cobertura global, accesibilidad, confiabilidad)

‘Es un Servicio que integra productos de observaciones y previsiones hidrológicas S2S, combinando enfoques bottom-up y top-down’





¡Muchas gracias!

<https://ina.gob.ar/alerta>

<https://alerta.ina.gob.ar>

<https://alerta.ina.gob.ar/a5/secciones>

contacto: lgordano@ina.gob.ar

Au Ezeiza Cañuelas, km 1.620. Tel: (5411) 4480-4500