Global Gateway

Cofinanciado por la Unión Europea

cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

PROGRAMA EUROCLIMA

Informe de entrega de productos

Producto 10: RESUMEN EJECUTIVO DEL RELEVAMIENTO DE TOMAS Y EVALUACIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS

Nombre de la consultoría: Modelación hidrológica e hidrodinámica del río Paraná y modelo de detalle de calidad de agua en la Toma Hernández para distintos escenarios de clima futuro

Fecha: 30 de abril de 2026

País: Argentina

Producido: Instituto Nacional del Agua

Este informe se ha elaborado para el Programa EUROCLIMA de la Unión Europea,

Se enmarca en la acción Apoyo a la *Territorialización de la Acción Ambiental con foco en Adaptación al Cambio Climático*, que se desarrolla dentro del proyecto "Estudios para mejorar la gestión del agua en un contexto de cambio climático"

AUTORIDADES del INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA

PRESIDENTE (A/C del despacho)
Lic. Bernardo Bartolomé HEREDIA

GERENTE DE PROGRAMAS Y PROYECTOS
Lic. Mercedes CURBELLO

SUBGERENTE LABORATORIO DE HIDRÁULICA
Dr. Ing. Pablo Ezequiel GARCÍA

SUBGERENTE LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUAS
Bioq. Yanina EL KASSISSE

SUBGERENTE CENTRO REGIONAL LITORAL
Ing. Jorge COLLINS

PERSONAL PARTICIPANTE EN LA REALIZACIÓN DEL SIGUIENTE TRABAJO

SUBGERENCIA LABORATORIO DE HIDRÁULICA

Programa de Hidráulica Computacional

Mag. Lic. Nicolás E. ORTIZ
Dr. Ing. Pablo E. GARCIA
Ing. Martín SABAROTS GERBEC
Ing. Santiago GUIZZARDI
Mag. Ing. Martiano RE

SUBGERENCIA LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUAS

Laboratorio Experimental de Tecnologías Sustentables

Lic. Bárbara GOMEZ
Lic. Marisol REALE
Téc. Qca. Lorena MARQUINA
Sra. Silvia MOYANO
Lic. Valeria RODRIGUEZ SALEMI
Doc. Virginia ZAPLARA
Téc. Qco. Nelson DIAZ
Lic. Carolina MUJICA
Sr. Germán LOZA

SUBGERENCIA CENTRO REGIONAL LITORAL

Lic. Esteban COLLINS
Ing. Rosana MAZZON
Sr. Guido STORANI
Ing. Jorge COLLINS
Dra. Silvia RAFAELLI

INFORME ELABORADO POR:

Lic. Bárbara M. GOMEZ
Lic. Marisol REALE
Mag. Lic. Nicolás E. ORTIZ
Lic. Valeria RODRIGUEZ SALEMI
Ing. Martín SABAROTS GERBEC

1. INTRODUCCIÓN 6

2. OBJETIVO 7

3. UBICACIÓN 9

4. RELEVAMIENTO DE TOMAS 10

4.1. Relevamiento de problemáticas operativas de calidad y cantidad de agua cruda 10

4.2. Relevamiento in situ 14

5. MODELACIÓN HIDROLÓGICA 18

5.1. Implementación del modelo 18

5.2. Escenarios Futuros 21

5.3. Hidrología de escenarios futuros 23

6. MODELACIÓN HIDRODINÁMICA 26

6.1. Implementación de los modelos 26

7. EVALUACIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS 30

8. CONCLUSIONES 33

1. INTRODUCCIÓN

Frente a los desafíos que plantea la creciente variabilidad hidrológica y climática sobre los sistemas de abastecimiento, resulta clave contar con información detallada sobre las condiciones actuales y proyectadas de la calidad del agua. En ese sentido, este componente integra tareas de relevamiento hidrométrico, muestreo intensivo, modelación ambiental y relevamiento de empresas prestatarias a fin de anticipar escenarios de riesgo para la operación de tomas de agua potable y aportar evidencia para la planificación de medidas de adaptación.

El sistema hídrico del río Paraná constituye uno de los sistemas fluviales más complejos y extensos de América del Sur, caracterizado por una intrincada red de cauces secundarios, llanuras de inundación y áreas de humedales que interactúan de manera dinámica con el cauce principal. La comprensión y modelación de su comportamiento hidráulico representa un desafío técnico de considerable magnitud, tanto por la escala espacial involucrada como por la complejidad de los intercambios entre el sistema principal y su planicie aluvial.

En este contexto, el presente informe resume el procedimiento llevado a cabo para la formulación de un modelo numérico unidimensional mediante el software de cálculo HEC-RAS (Hec Ras, 2010). Esta herramienta, ampliamente utilizada a nivel internacional para la simulación hidráulica en ríos y sistemas fluviales, permite representar el comportamiento del flujo en régimen permanente y no permanente, constituyendo una solución adecuada para el tipo de sistema analizado.

Este informe presenta un resumen ejecutivo de las principales actividades desarrolladas, las metodologías aplicadas y los resultados obtenidos en los estudios de modelación hidrológica, hidrodinámica y evaluación de escenarios futuros,

enfocados en las tomas de agua ubicadas sobre el río Paraná. A lo largo del trabajo se integraron distintas herramientas de análisis y modelación numérica con el objetivo de caracterizar el comportamiento del sistema fluvial bajo diversas condiciones hidrológicas y de cambio climático. Los resultados permiten identificar patrones de variabilidad, analizar la sensibilidad de las tomas frente a escenarios extremos y aportar criterios técnicos para la planificación y gestión de los recursos hídricos en el área de estudio.

2. OBJETIVO

El objetivo del estudio fue analizar los caudales y niveles del río en diferentes escenarios de cambio climático, especificando, por toma, posibles fallas por las anomalías de crecidas/bajantes. Evaluar la duración, frecuencia e intensidad de crecientes y bajantes del río Paraná para los cuatro escenarios de cambio climático e identificar los períodos más probables de que éstas ocurran.

Se realizó el relevamiento de las tomas de agua ubicadas sobre el río Paraná, abarcando tanto las características de las obras como su entorno inmediato. Las tareas incluyeron mediciones in situ de batimetría, topografía, velocidades de flujo y caudales, permitiendo una caracterización detallada de las condiciones hidráulicas locales. Asimismo, se relevaron las problemáticas específicas de cada prestataria mediante un enfoque integral, considerando no solo aspectos hidráulicos sino también variables asociadas a la calidad del agua.

3. UBICACIÓN

El área de estudio comprende 32 tomas de agua ubicadas sobre el río Paraná, distribuidas desde Puerto Piray, en la provincia de Misiones, hasta Escobar, en la provincia de Buenos Aires. No obstante, para abordar de manera adecuada la hidrología y la hidráulica en cada uno de estos puntos, resulta necesario considerar el sistema a escala de cuenca. En este sentido, el análisis se extiende a toda la cuenca del río Paraná, alcanzando una superficie aproximada de 2,6 millones de km², lo que permite capturar integralmente los procesos hidrológicos que la gobiernan. Esta delimitación incluye no solo territorio argentino, sino también áreas de Bolivia, Paraguay y Brasil, incorporando así la totalidad de los aportes que condicionan el régimen del río.

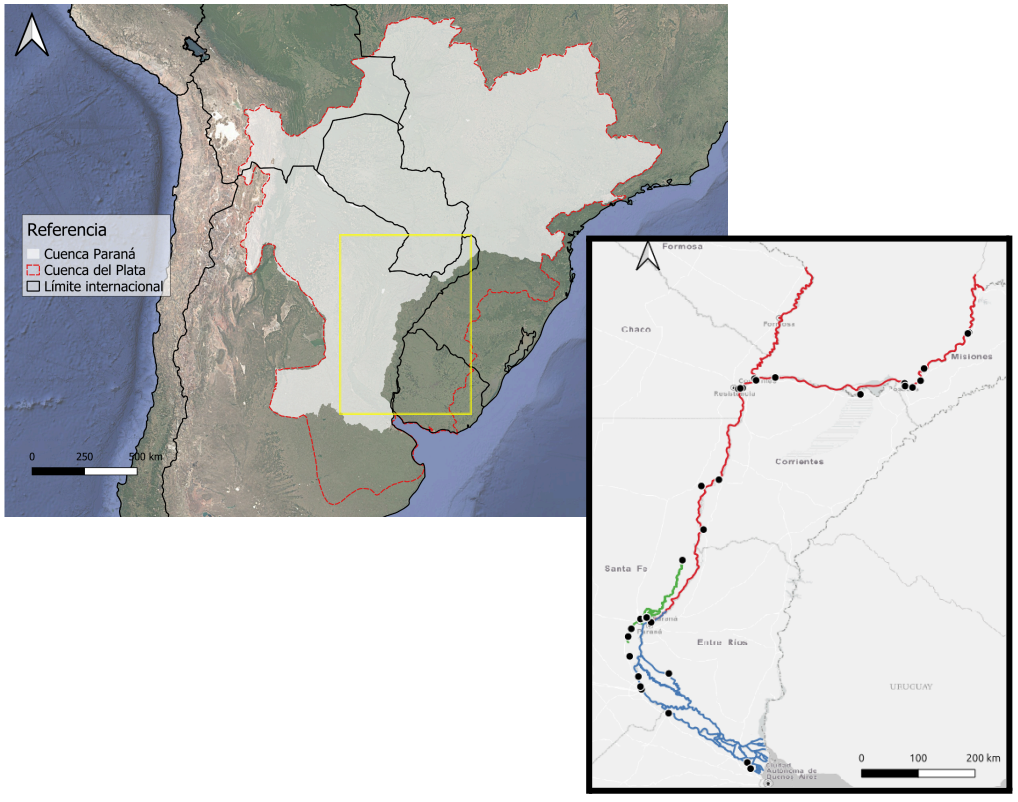


Figura 1. Ubicación del área de estudio

4. RELEVAMIENTO DE TOMAS

4.1. Relevamiento de problemáticas operativas

Se llevó a cabo un relevamiento de las problemáticas operativas que enfrentan las prestatarias en 30 tomas de agua destinadas a potabilización ubicadas sobre el río Paraná y sus afluentes y listadas en la Actividad 2.3 del TDR. El relevamiento incluyó reuniones, distribución de formularios e intercambios técnicos desarrollados durante los relevamientos de campo, permitiendo obtener una aproximación integral a las problemáticas y estrategias implementadas por las prestatarias para sostener la prestación del servicio, focalizadas en aspectos de calidad y cantidad de agua cruda en las tomas.

Se recibieron respuestas de 23 tomas, relevándose información vinculada a sus características generales, dificultades operativas en la captación, parámetros críticos de calidad de agua, causas asociadas y medidas de control implementadas. La metodología consistió en la sistematización de la información en una base de datos estructurada, presentada en forma tabular, que permite visualizar las problemáticas específicas de cada toma. Asimismo, se elaboró un índice de valoración que permitió la comparación de dificultades operativas según la frecuencia y el tipo de medida de control implementada. Cabe señalar que el alcance de este índice se encuentra condicionado por el nivel de respuesta y el grado de detalle aportado por cada uno de los operadores. Para el análisis se consideraron 22 respuestas, dado que una de ellas no fue completada en su totalidad. Adicionalmente, se realizó un análisis integrador de la información relevada, orientado a la identificación de patrones y procesos

comunes, complementado mediante representaciones gráficas para su adecuada visualización.

Del análisis se desprende que la totalidad de las tomas cuenta con algún nivel de monitoreo de la calidad del agua cruda; no obstante, se observan marcadas diferencias en la capacidad analítica y en la frecuencia de control, que varían desde una única medición en un punto hasta programas de monitoreo que incluyen múltiples parámetros en distintos sitios. Asimismo, se identifican diferencias significativas en el nivel de infraestructura y en el soporte operativo, tales como el grado de automatización de las regulaciones, los sistemas de captación disponibles y la existencia de fuentes alternativas. Estas heterogeneidades condicionan la capacidad de respuesta de cada sistema frente a la variabilidad hidrológica y de la calidad del agua.

Se relevaron un total de 55 problemáticas que responden a distintas escalas: procesos de cuenca, procesos locales y situaciones combinadas. El 82 % de los casos se asocian al régimen hidrológico, principalmente a bajantes y crecidas y en menor medida a precipitaciones locales, mientras que el porcentaje restante se asocia a factores relacionados con la calidad del agua cruda. En este marco, el 68 % de las tomas indicó haber atravesado dificultades operativas durante la bajante extraordinaria de 2021.

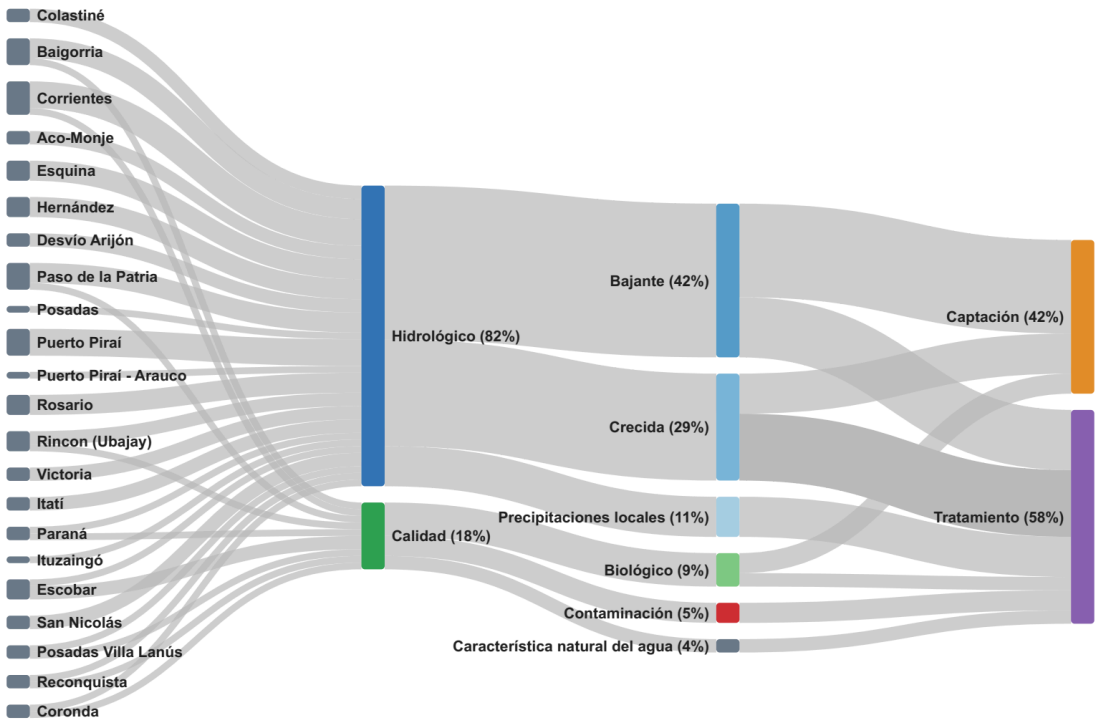


Figura 2. Relación entre causas de origen y procesos operativos afectados.

En cuanto a los procesos afectados, el 40 % de los problemas operativos corresponde a la captación, principalmente asociados a bajantes que reducen el rendimiento de las bombas y afectan las condiciones de operación de las tomas. El 60 % restante corresponde a dificultades en el tratamiento, vinculadas a variaciones en la calidad del agua cruda inducidas por condiciones hidrológicas.

Los parámetros críticos de calidad con mayor reporte fueron turbidez, materia orgánica, conductividad eléctrica, hierro y manganeso, asociados tanto a procesos hidrológicos de escala de cuenca como a procesos locales vinculados a precipitaciones y aportes de afluentes. Asimismo, se identificaron problemáticas relacionadas con floraciones algales, especialmente durante condiciones de bajante.

La presencia de bivalvos fue reportada como causa de problemáticas operativas relacionadas a la captación.

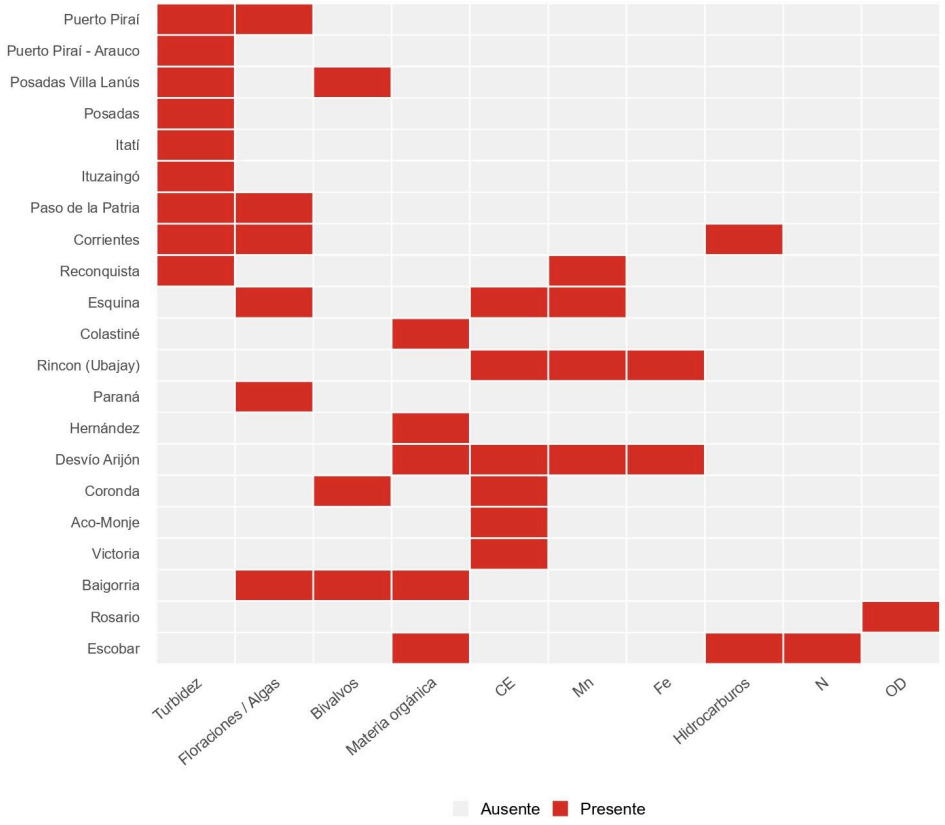


Figura 3. Parámetros críticos de calidad de agua por toma relevada

La aplicación del índice comparativo permitió identificar a Ituzaingó como el único caso de alta prioridad, debido a incrementos extremos de turbidez y materia orgánica asociados a aportes del arroyo Loreto, afectados por descargas pluviales y procesos erosivos activos. Los casos clasificados con prioridad media (Itatí y Puerto Piraí) se relacionan principalmente con limitaciones de infraestructura y soporte operativo. Si bien el resto de las problemáticas fue clasificado como de baja prioridad, se destacan por su relevancia la presencia de hierro y manganeso, los procesos de salinización y las floraciones algales en las tomas de Desvío Arijón, Esquina, Rincón (Ubajay) y

Reconquista, debido a su recurrencia, complejidad y potencial impacto sobre la operación y la calidad del agua suministrada. Cabe aclarar que muchos operadores no reportan la determinación sistemática de estos elementos, lo que sugiere que la problemática podría estar subestimada en otras tomas.

En ninguno de los casos relevados se registraron interrupciones totales del servicio ni situaciones sin capacidad de respuesta operativa. No obstante, las problemáticas identificadas evidencian la necesidad de fortalecer medidas de gestión y monitoreo a escala de cuenca, promoviendo sistemas de alerta y medidas de control coordinadas. Asimismo, el estudio pone de manifiesto la heterogeneidad en las capacidades operativas de las prestatarias y la importancia de fortalecer los mecanismos de articulación institucional y soporte técnico.

4.2. Relevamiento in situ

Con el objetivo de uniformizar la información disponible en cada una de las tomas, se llevaron a cabo relevamientos batimétricos y topográficos, junto con consultas específicas sobre la infraestructura existente en cada sitio. Asimismo, se realizaron mediciones de velocidad mediante perfilador acústico, lo que permitió obtener perfiles de velocidad en las proximidades de las tomas, así como aforos de caudal que resultan de utilidad para la validación de los modelos hidrodinámicos.

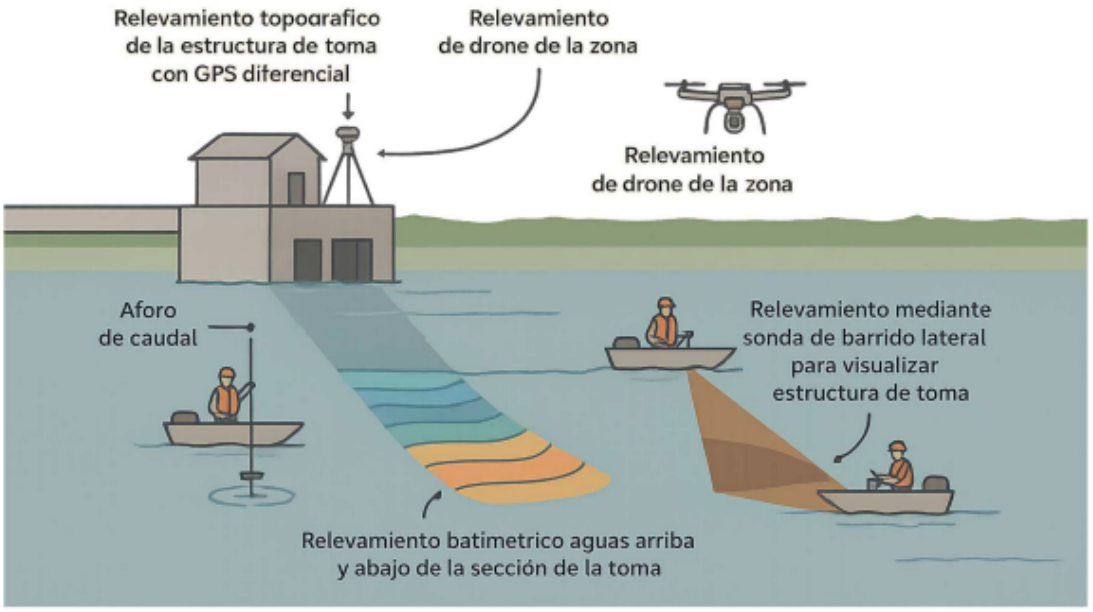


Figura 4. Esquema de tareas de relevamiento hidrométrico

La Figura 4 presenta de manera esquemática los relevamientos realizados en cada uno de los sitios. A modo de ejemplo, la Figura 5 muestra el relevamiento efectuado en el entorno de una de las tomas, donde se consideraron sectores aguas arriba y aguas abajo, con una mayor densidad de mediciones en las proximidades de la captación, a fin de caracterizar con mayor detalle las condiciones locales.

Complementariamente, se relevaron las tomas mediante ecosonda de barrido lateral, con el objetivo de detectar estructuras sumergidas e identificar posibles inconvenientes operativos. La Figura 6 presenta, a modo de ejemplo, el caso de la torre de toma de Posadas.

Las Figuras 7 muestran la disposición del perfilador acústico utilizado para la medición del campo de velocidades en secciones transversales coincidentes con las tomas, así como la estimación del caudal asociado.

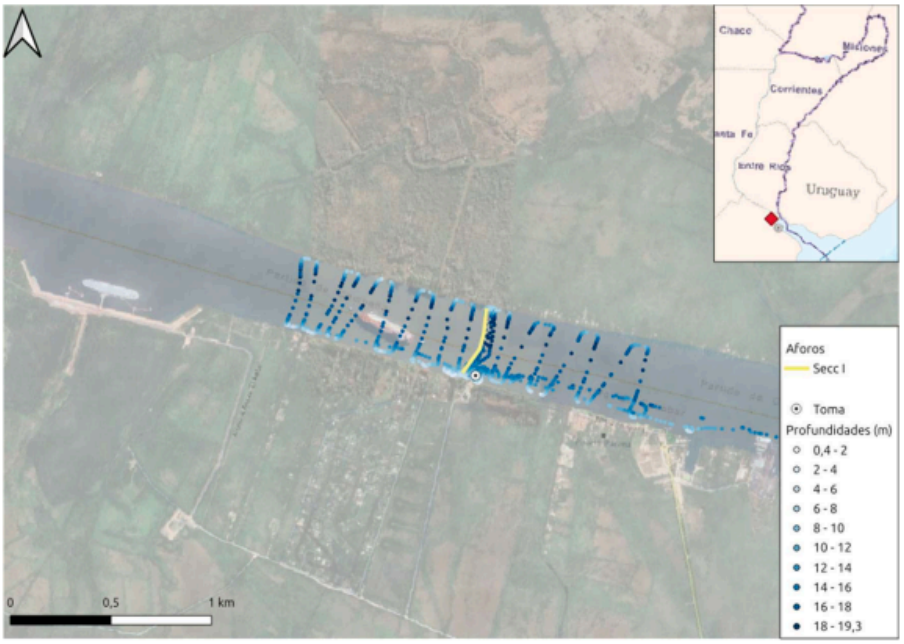


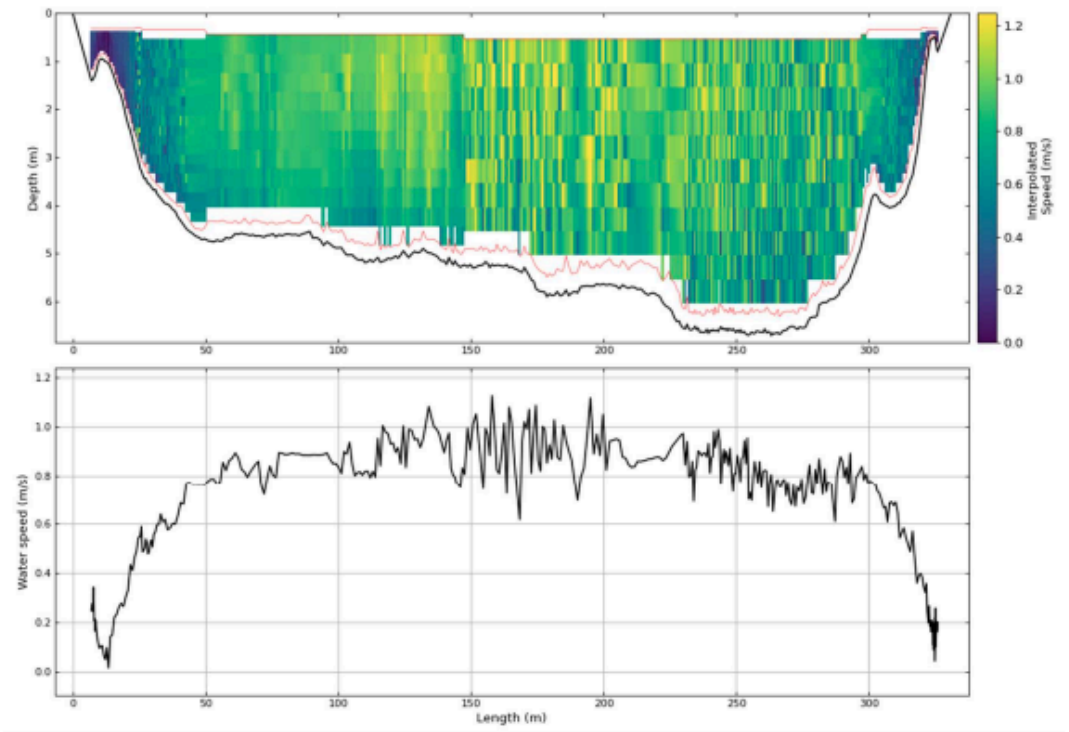
Figura 5. Batimetria - Escobar



Figura 6. Imagen de barrido lateral – Posadas Puente



a. Disposición del ADCP M9 a un costado de la embarcación



b. Velocidades medidas

Figura 7. Sección de Aforo - Goya

5. MODELACIÓN HIDROLÓGICA

5.1. Implementación del modelo

La modelación hidrológica se desarrolló sobre la totalidad de la cuenca del río Paraná mediante la implementación del modelo Sacramento, un esquema de simulación continua, determinístico y con base física que permite representar los principales procesos hidrológicos a escala de cuenca (Figura 8). La parametrización del modelo se realizó a partir de información regional de suelos, usos del suelo y topografía, lo que posibilita considerar los mecanismos de almacenamiento y retención en el terreno y la vegetación, así como los tiempos de respuesta característicos de las distintas subcuencas. Como base topográfica se empleó el modelo digital de elevación MERIT, seleccionado por su confiabilidad y por permitir disponer de una fuente homogénea de información en un dominio espacial de gran extensión.

El forzante hidrometeorológico del modelo estuvo compuesto por precipitaciones medias areales y evaporación, obtenidas a partir de bases de datos de NOAA y procesadas en el Sistema de Información y Alerta Hidrológico del INA. A partir de esta configuración, se llevó adelante la calibración del modelo de manera individual para las distintas subcuencas del sistema, en función de la disponibilidad de datos observados de caudales.

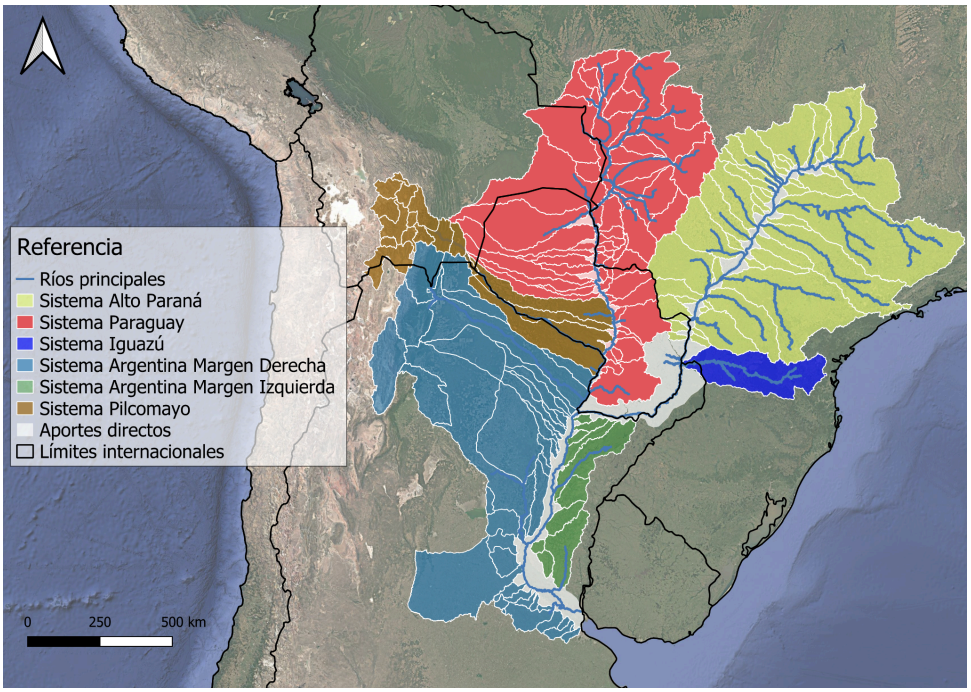


Figura 8. Principales sistemas dentro de la cuenca del río Paraná.

A modelo de ejemplo se presentan los resultados obtenidos para el cierre en Itaipú con una comparación de caudales (Figura 9) y volúmenes (Figura 10) simulados y observados.

Adicionalmente, se incorporaron rutinas de ruteo hidrológico para representar la propagación de los hidrogramas a lo largo de las principales redes fluviales, incluyendo los ríos Pilcomayo, Bermejo, Paraguay y Paraná, hasta los puntos de cierre definidos como condición de borde para el modelo hidrodinámico.

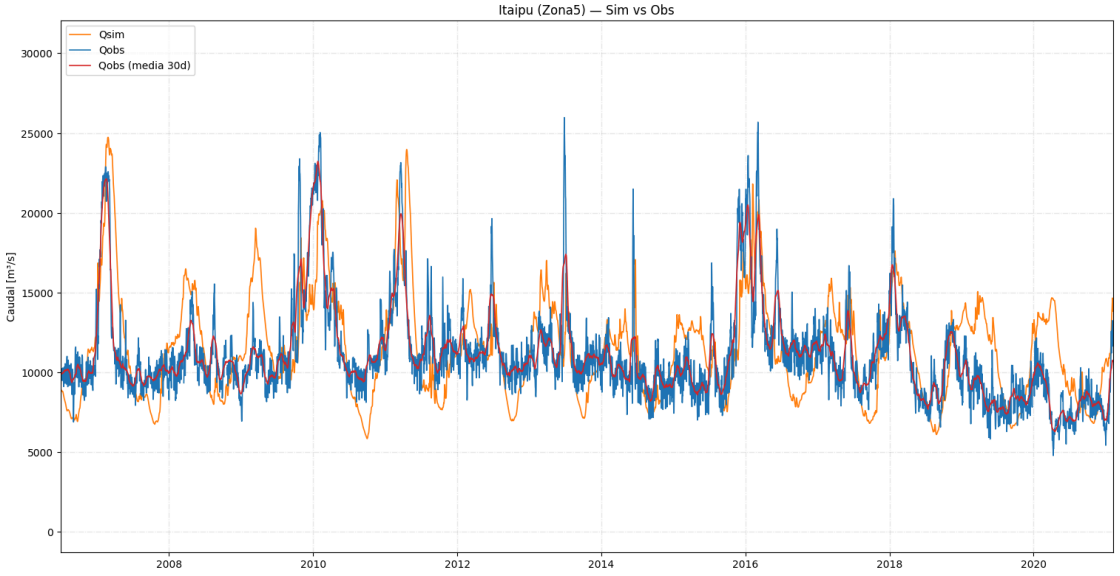


Figura 9. Caudal medio diario simulado y observado en la estación de control Itaipú (Alto Paraná) para el período 2007-2020.

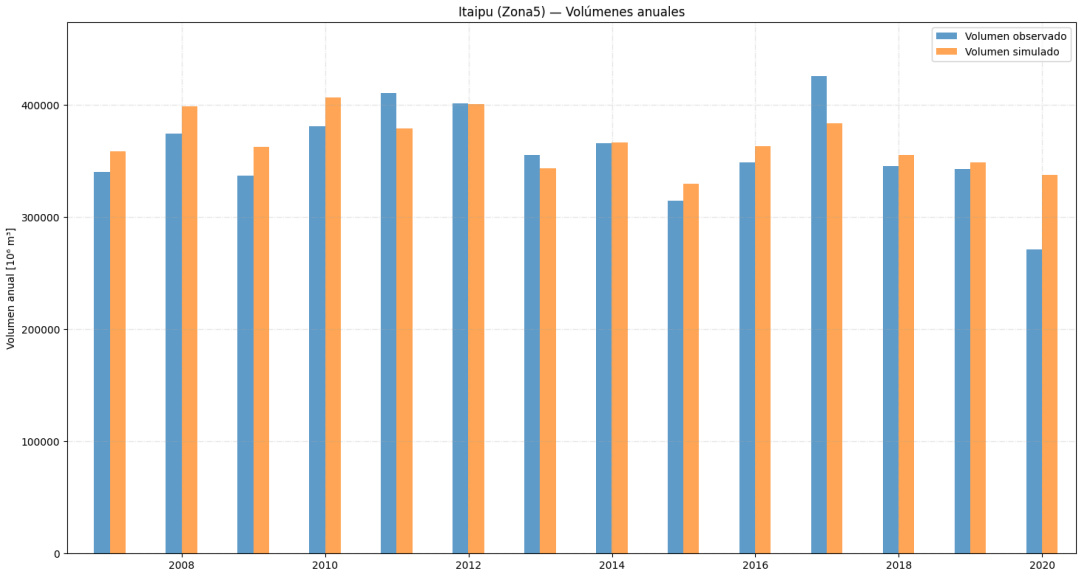


Figura 10. Volúmenes anuales simulados y observados en la estación de control Itaipú (Alto Paraná) para el período 2007-2020.

Si bien el proceso de implementación y calibración resultó satisfactorio en la mayor parte de la cuenca, validándose adecuadamente frente a series históricas de caudales y volúmenes anuales, se identificaron algunas limitaciones asociadas a particularidades regionales. En particular, se destacan las áreas de Brasil con fuerte regulación antrópica debido a la presencia de múltiples presas, y las cuencas de la margen derecha del Paraná en Argentina, caracterizadas por topografía muy llana, donde predominan procesos hidrológicos de tipo vertical. Estas condiciones sugieren la posibilidad de mejoras futuras mediante enfoques metodológicos específicos. No obstante, se priorizó la aplicación de una única herramienta de modelación en toda la cuenca, a fin de garantizar consistencia y coherencia en los resultados obtenidos.

5.2. Escenarios Futuros

Para la evaluación de escenarios futuros bajo los trayectos socioeconómicos SSP1-2.6, SSP5-4.5 y SSP5-8.5, se seleccionaron cinco modelos climáticos globales en base a antecedentes que evidencian un buen desempeño en la región de la Cuenca del Plata, en particular los resultados presentados en el Análisis Diagnóstico Transfronterizo (CIC-PLATA, 2016). Los modelos considerados fueron: ACCESS-CM2 (Australia), BCC-CSM2-MR (China), INM-CM5-0 (Rusia), MIROC-ES2L (Japón) y NorESM2-MM (Noruega).

A partir de estos modelos se generaron las series de precipitaciones medias areales y evaporación para cada una de las subcuencas del sistema, constituyendo los forzantes del modelo hidrológico en los distintos escenarios futuros. Como ejemplo ilustrativo, en las Figuras 11 y 12 se presentan las series correspondientes a la cuenca del río Paraguay, donde se evidencian las diferencias en la señal climática proyectada

entre modelos y escenarios, reflejando la incertidumbre inherente a este tipo de análisis.



Figura 11. Precipitación media mensual por escenario – Paraguay

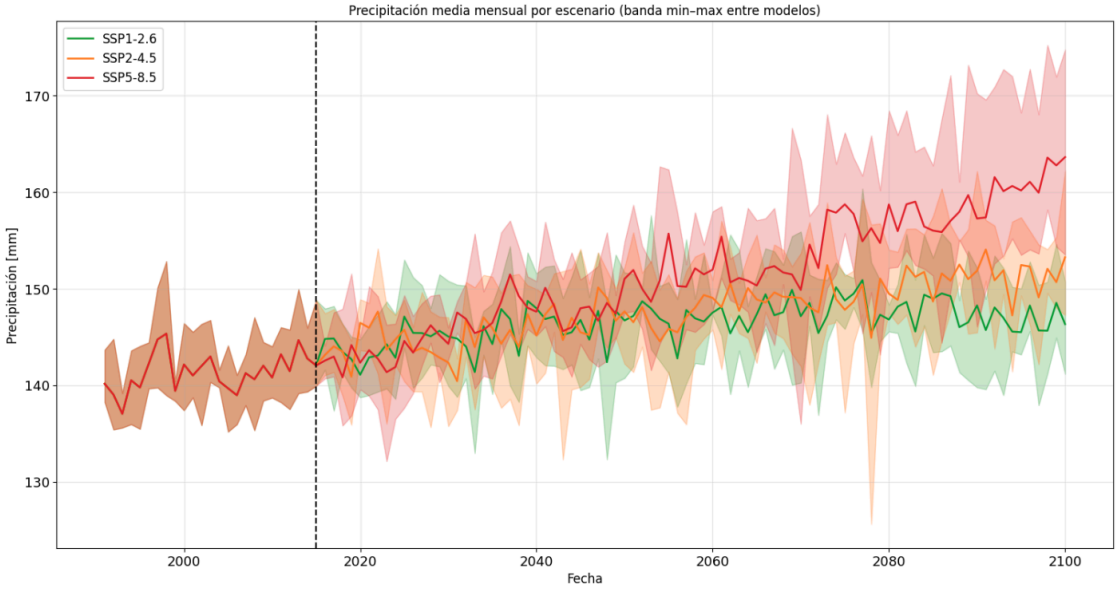


Figura 12. Evapotranspiración media mensual por escenario – Paraguay

5.3. Hidrología de escenarios futuros

Con el modelo hidrológico implementado para toda la cuenca y los forzantes de precipitación y evaporación definidos tanto para el período histórico como para los escenarios futuros, se realizaron simulaciones continuas a paso diario para todos los períodos de análisis. La Figura 13 presenta a modo de ejemplo el resultado de uno de los modelos climáticos en términos de anomalías de caudal para los distintos escenarios considerados, evaluados en horizontes de corto, mediano y largo plazo, para cada uno de los cinco modelos climáticos seleccionados. En los resultados se identifican, en algunos casos, patrones consistentes entre escenarios, mientras que en otros se observa una mayor dispersión, reflejando la variabilidad e incertidumbre asociadas a las proyecciones climáticas.

Adicionalmente, se llevó a cabo un procesamiento específico de los resultados enfocado en los puntos de cierre de los principales sistemas fluviales, tales como los ríos Paraná, Paraguay, Pilcomayo, Bermejo y Corriente, entre otros, con el objetivo de analizar la estadística de caudales bajo los distintos escenarios considerados. Para ello, se definieron condiciones hidrológicas representativas a partir de percentiles: las condiciones normales se asociaron al percentil 50 mediante el promedio de los modelos climáticos, mientras que para condiciones de bajante (percentil 1) y crecida (percentil 90) se adoptaron envolventes que capturan la dispersión entre modelos. Este mismo enfoque se aplicó tanto a los escenarios futuros como al período histórico de referencia (2005–2015), permitiendo además su comparación con los resultados obtenidos a partir de la modelación forzada con series observadas de precipitación y temperatura. Un ejemplo representativo de este procesamiento se presenta en la Figura 14.

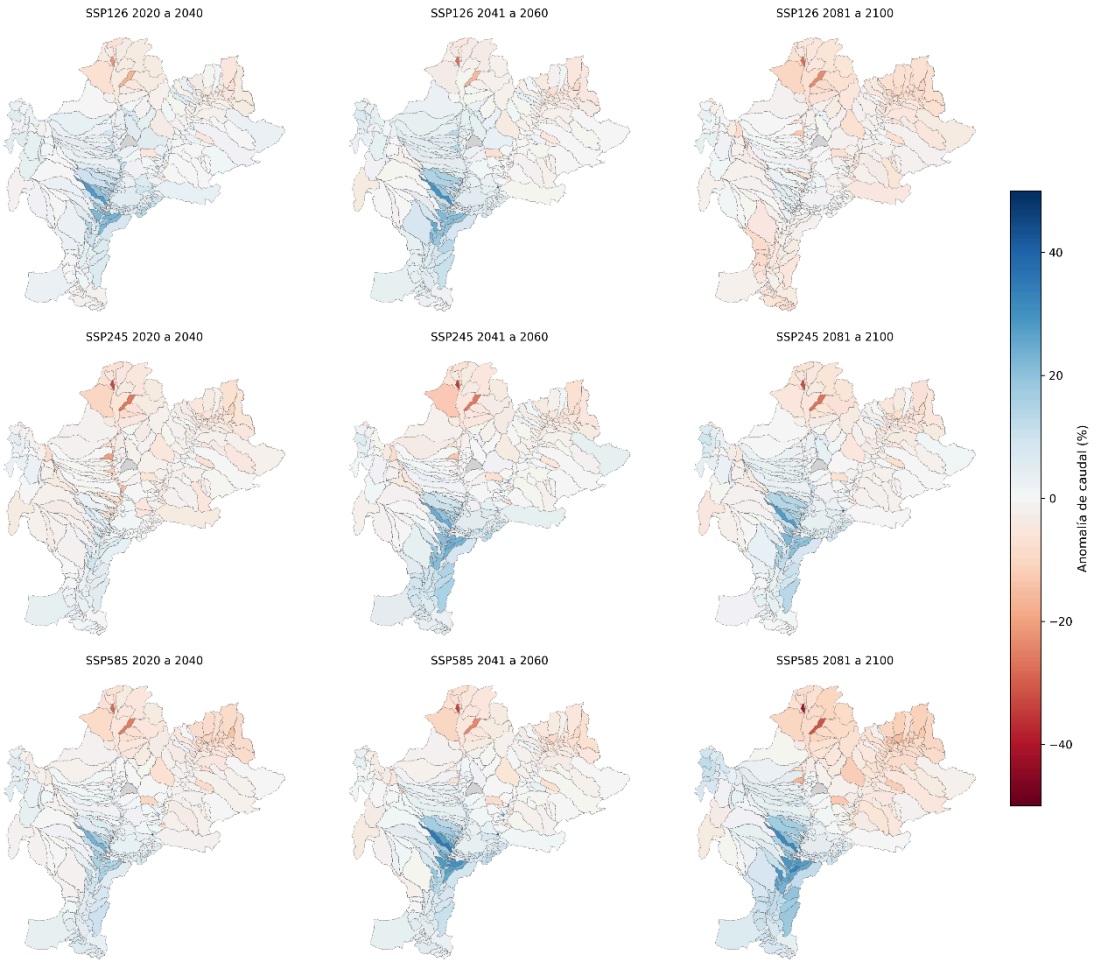


Figura 13. Mapa de anomalía – Modelo climático global *miroc-es2l*

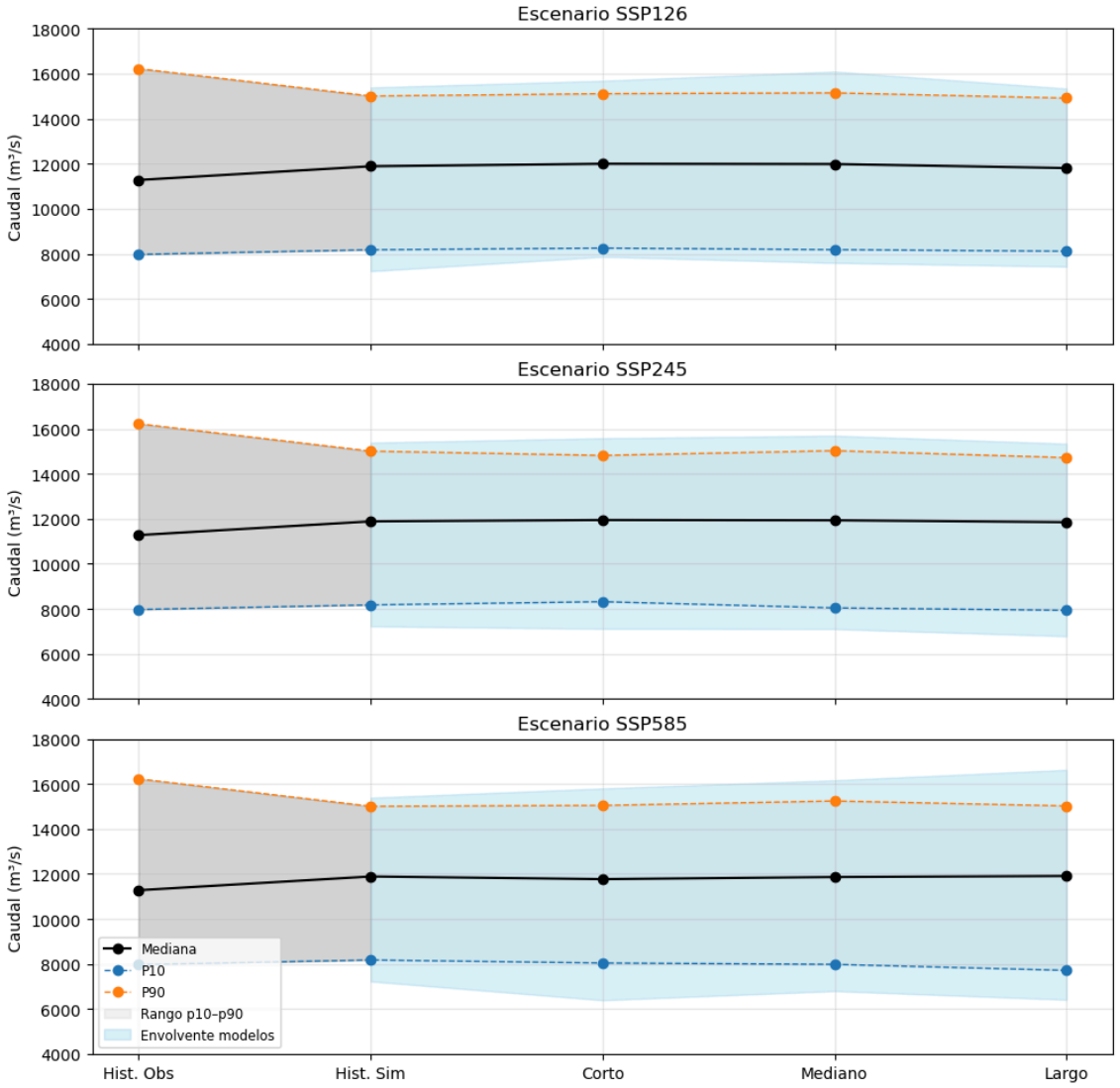


Figura 14. Proyecciones de caudales - Itaipú

El procesamiento de los resultados orientado al análisis de valores extremos se realizó mediante el ajuste de distintas distribuciones estadísticas, con el objetivo de caracterizar adecuadamente el comportamiento de los caudales en condiciones poco frecuentes. Este análisis se llevó a cabo de manera desagregada según escenarios climáticos y horizontes temporales, permitiendo evaluar posibles cambios en la frecuencia e intensidad de eventos extremos a lo largo del tiempo. En la Figura 15 se presenta, a modo de ejemplo, el caso correspondiente a la cuenca del río Paraguay.

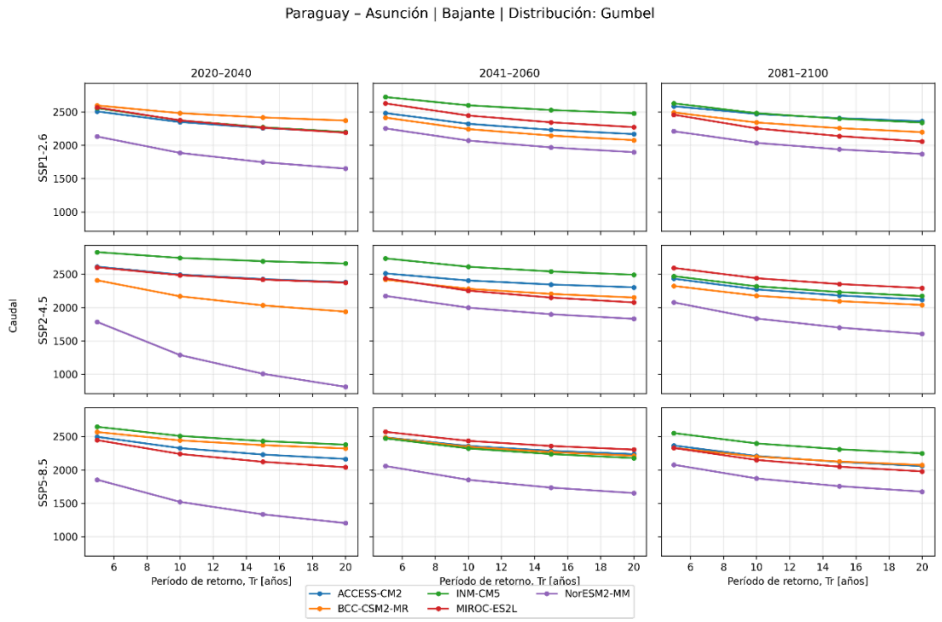


Figura 15. Caudales mínimos asociadas a distintas recurrencias – Paraguay

6. MODELACIÓN HIDRODINÁMICA

6.1. Implementación de los modelos

La modelación hidrodinámica se desarrolló sobre la totalidad del tramo del río Paraná, desde la represa de Itaipú hasta su desembocadura en el Río de la Plata, incluyendo además el río Paraguay desde Asunción hasta su confluencia con el Paraná. Para su implementación, el sistema fue subdividido en tres modelos que operan de manera encadenada: en primer lugar, el modelo del tramo principal del Paraná; en segundo lugar, el modelo del sistema San Javier–Setúbal–Coronda en la provincia de Santa Fe; y finalmente, el modelo correspondiente al Delta del Paraná. La Figura 15 presenta la configuración general de los tres modelos implementados.

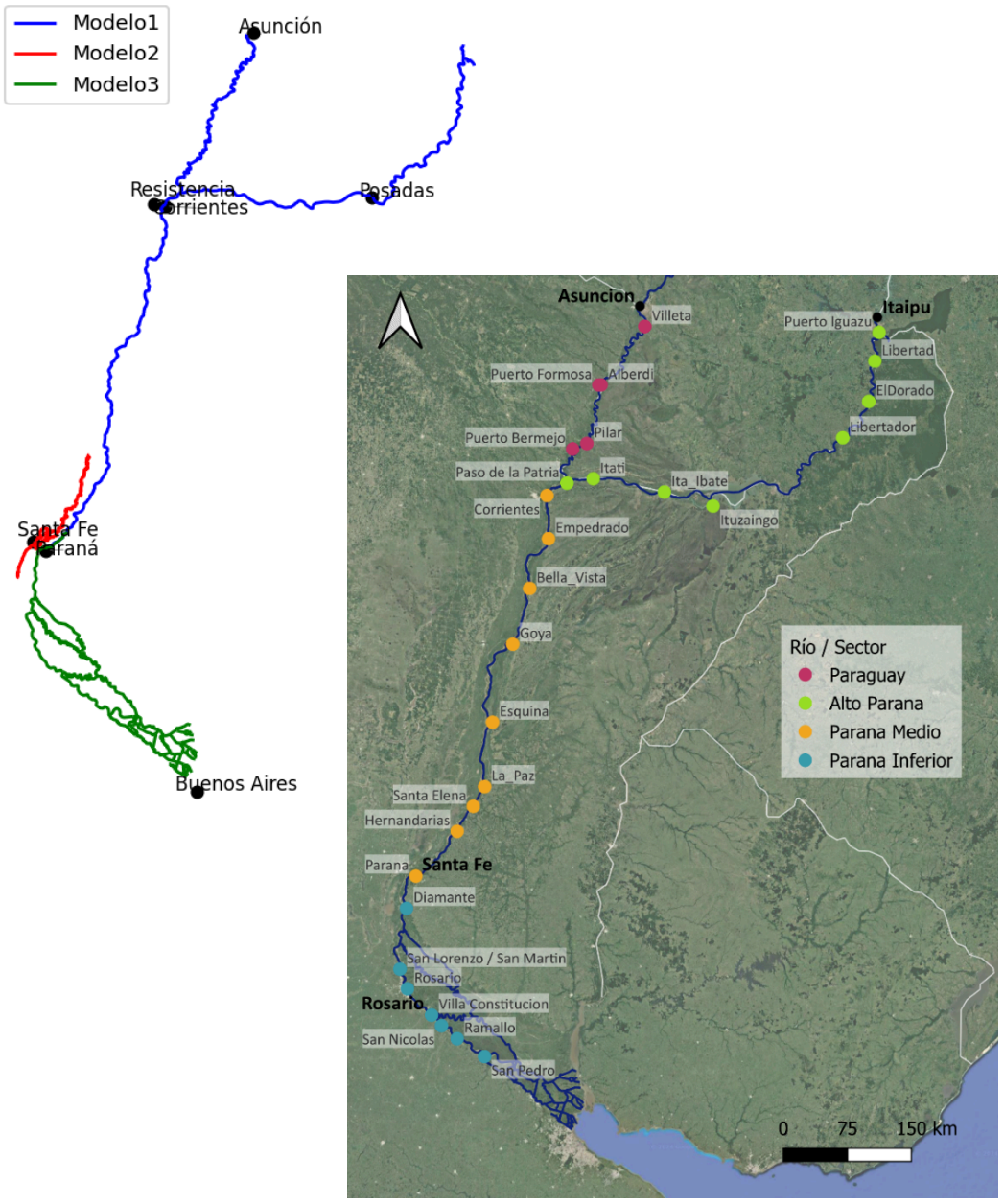


Figura 15. Sub-modelos hidrodinámicos y ubicación con series observadas

El desarrollo de estos modelos requirió un exhaustivo proceso de compatibilización e integración de diversas fuentes de información, particularmente en lo referido a la topobatimetría. En este sentido, se consolidaron datos provenientes de vuelos fotogramétricos, relevamientos LiDAR, modelos digitales de elevación de alcance global y mediciones puntuales, incluyendo aquellas realizadas específicamente en las 32 tomas de agua en el marco del presente proyecto. Este proceso permitió construir una base de datos consistente y homogénea, fundamental para la correcta representación de la dinámica hidrodinámica del sistema. La Figura 16 presenta el modelo de elevación para la zona del Delta, junto con la red de canales modelada.

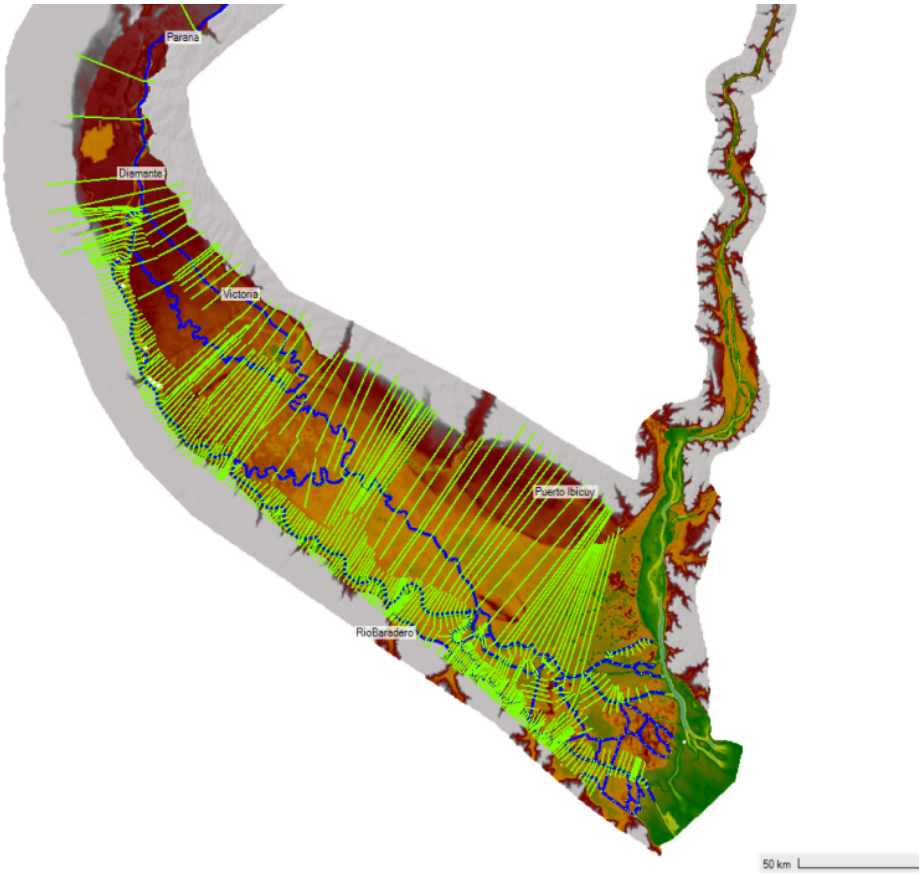


Figura 16. Modelo Digital de Elevación Topobatimétrico - Delta del Paraná

Se llevó a cabo la calibración y validación de cada uno de los modelos hidrodinámicos utilizando series observadas de niveles, lo que permitió evaluar y ajustar su desempeño en la representación de la dinámica del sistema (Figura 15). A modo de ejemplo, en la Figura 17 se presentan los resultados correspondientes a los niveles en la estación Corrientes, donde se observa un adecuado ajuste entre valores simulados y observados.

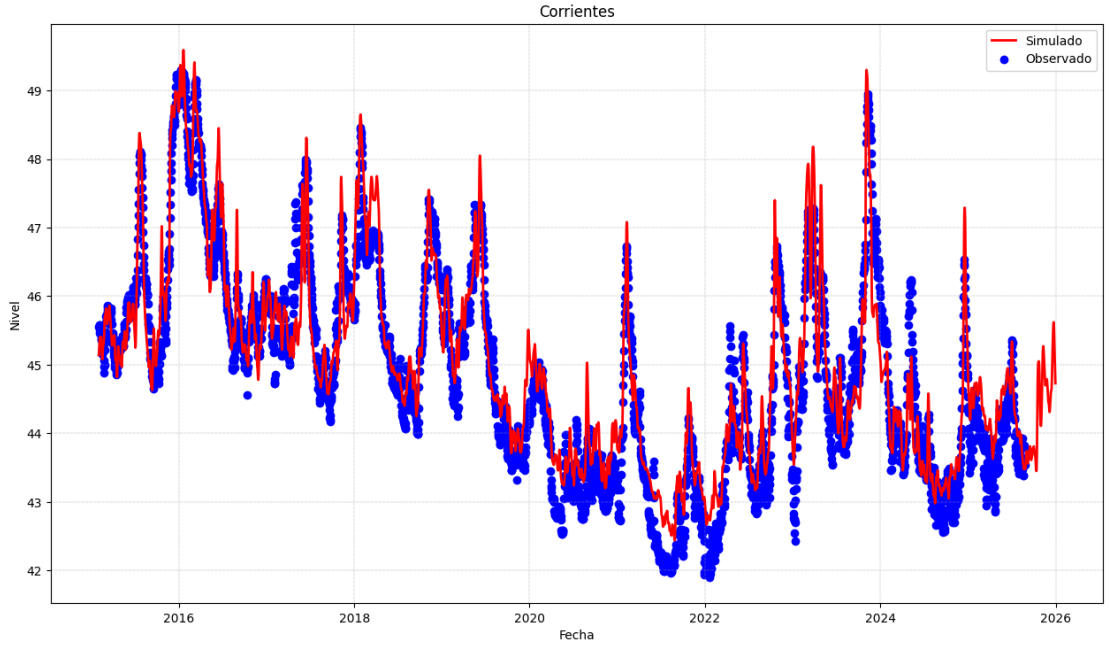


Figura 17. Comparaciones Simulado Observado

7. EVALUACIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS

A partir de la modelación hidrológica e hidrodinámica desarrollada, fue posible evaluar las series de caudales correspondientes tanto a los escenarios futuros como al período de referencia dentro del modelo hidráulico, permitiendo transformar caudales puntuales o distribuidos en la cuenca en series de niveles en cada una de las tomas analizadas. Sobre esta base, se calcularon anomalías de caudal en términos porcentuales y variaciones de nivel respecto del período de referencia.

El análisis estadístico de estos resultados se realizó considerando el promedio de los modelos climáticos para condiciones normales (percentil 50), mientras que para condiciones extremas de bajante y crecida (percentiles 1 y 99) se utilizaron envolventes, con el objetivo de capturar la dispersión entre modelos y representar escenarios críticos.

Como resultado integral, la Figura 18 muestra las anomalías de caudal a lo largo del río Paraná, incluyendo la localización de las tomas. En términos generales, se observa una variabilidad relativamente acotada, con valores que oscilan entre aproximadamente +35% y -20%, y una leve tendencia hacia anomalías negativas del orden del -5%.

En cuanto a los niveles, la Figura 19 presenta los resultados en todas las tomas, donde se destacan anomalías extremas del orden de ± 1 m. Asimismo, se evidencia un fuerte condicionamiento topográfico e hidráulico en la respuesta del sistema, particularmente en el Alto Paraná, así como la influencia del remanso generado por el embalse de Yacyretá y por el estuario del Río de la Plata, que modulan significativamente los niveles en distintos tramos del río.

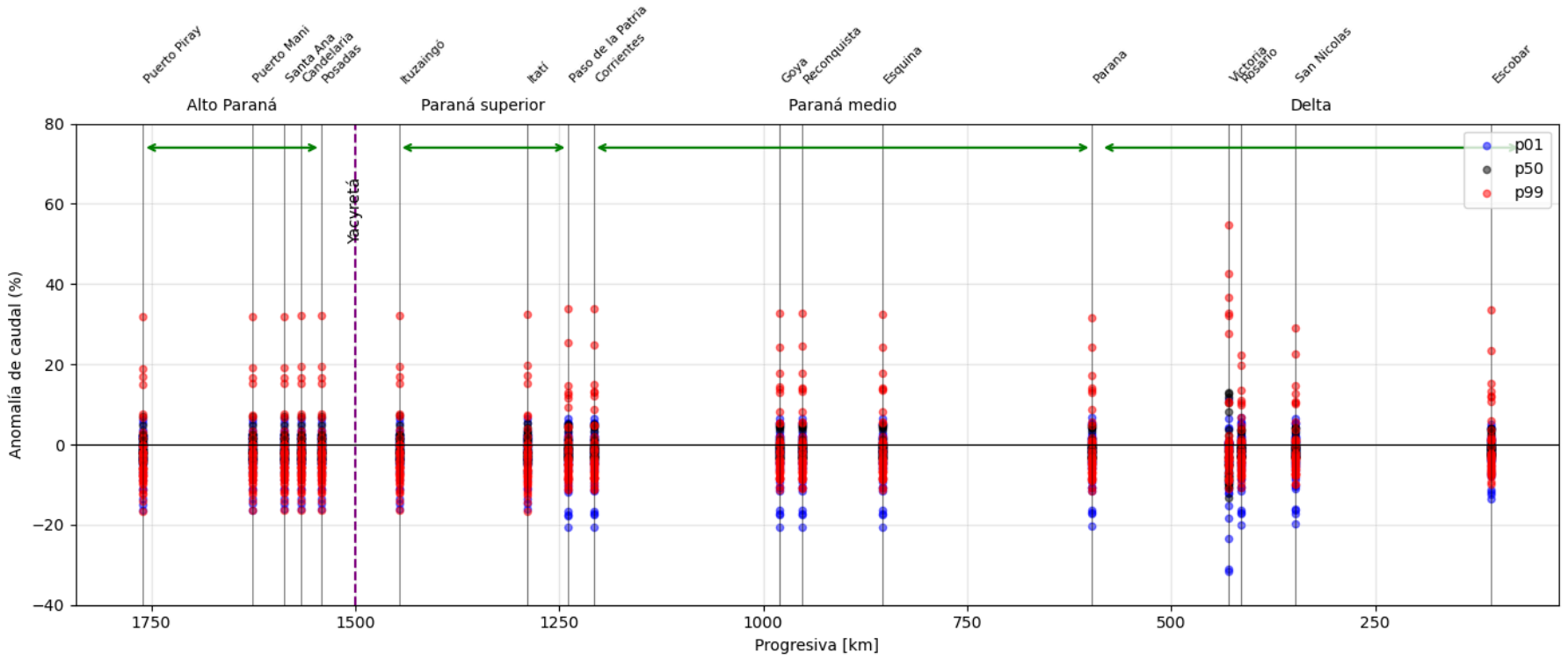


Figura 18. Anomalía de caudales en todas las tomas

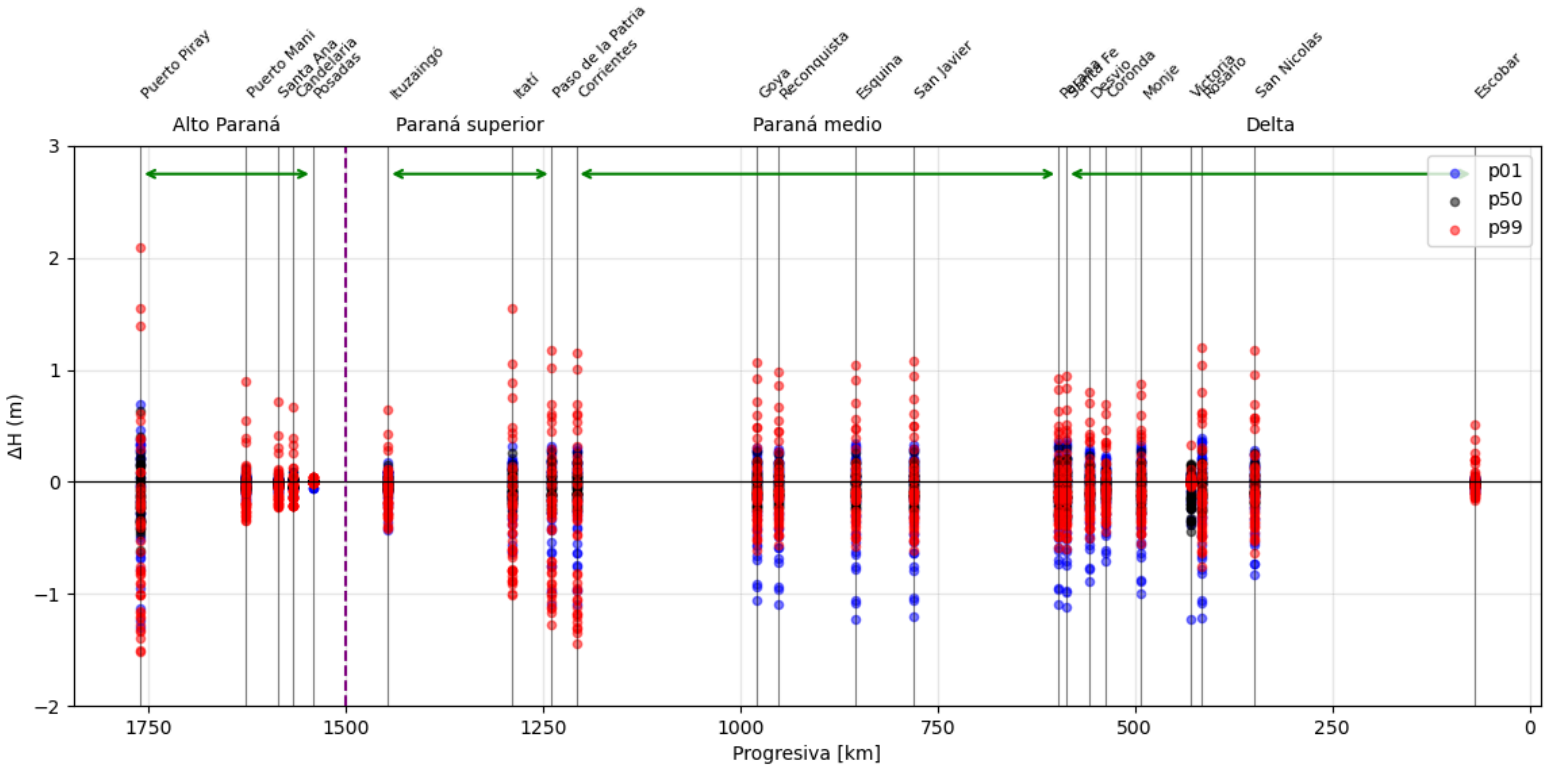


Figura 19. Anomalía de niveles en todas las tomas

8. CONCLUSIONES

- Se realizaron relevamientos en cada una de las tomas con el objetivo de identificar problemáticas asociadas tanto a variables hidráulicas como a la calidad del agua. Este proceso permitió reconocer aquellas tomas con mayor vulnerabilidad operativa y, en algunos casos, detectar la necesidad de profundizar los estudios específicos.
- El relevamiento in situ permitió obtener información detallada de las condiciones hidráulicas y del entorno, la cual fue utilizada como base para la implementación y ajuste de los modelos hidrodinámicos.
- Se desarrolló un modelo hidrológico para toda la cuenca del río Paraná, con simulación continua a paso diario, calibrado y validado a partir de series históricas utilizando forzantes de precipitación y temperatura. Este modelo fue posteriormente empleado para generar series de caudales en escenarios futuros, considerando cinco modelos climáticos, así como para un período histórico de referencia utilizado en la evaluación de anomalías.
- Los caudales obtenidos fueron incorporados en los modelos hidrodinámicos, permitiendo estimar anomalías bajo distintas condiciones hidrológicas. Los resultados muestran variaciones extremas del orden de ±20% en caudales y de aproximadamente ±1 m en niveles, aunque en términos medios se observa una tendencia hacia anomalías negativas.

- En función de las simulaciones realizadas, se proyecta una tendencia general hacia caudales menores, con eventos de bajante de mayor duración y mínimos más extremos.
- Se identificaron algunas limitaciones y aspectos a mejorar, entre los que se destacan el ajuste de los modelos hidrológicos en cuencas de llanura y la incorporación de un mayor número de modelos climáticos, dado que se observó que la amplitud de caudales simulados resulta inferior a la variabilidad registrada en las series históricas.
- El intercambio con operadores y prestatarias permitió profundizar la comprensión de las problemáticas específicas de cada sitio, así como identificar situaciones en las que ciertas tomas presentan mejores condiciones operativas o mayor grado de preparación, mientras que otras, debido a características del entorno o de la infraestructura, requieren un mayor nivel de detalle en los estudios para su adecuada evaluación.