



Informe N° 009/2020 – SCRL (IF)

INFORME FINAL

Análisis de la bajante del Paraná-Paraguay

Tramos Argentino-Paraguayos hasta su Confluencia

Diciembre 2020

Equipo de Trabajo

SCRL

Silvia Rafaelli
María Rosana Mazzón
Agustina Spai

SIyAH

Juan Borús

Análisis de la bajante del Paraná-Paraguay

Tramos Argentino-Paraguayos hasta su Confluencia

Índice

1. Introducción	1
2. Objetivo.....	1
3. Breve descripción del área del estudio en el contexto de la Cuenca del Plata	1
4. Consideraciones iniciales sobre bajantes extraordinarias.....	3
5. Antecedentes de interés para el presente trabajo.....	5
5.1 Actividad permanente que realiza el INA.....	5
5.2 Antecedentes del CIC Plata	6
6. Area de estudio y estaciones consideradas	7
7. Metodología	8
8. Resultados.....	10
8.1 Análisis de datos hidrológicos	10
8.2 Bajantes históricas en Corrientes	13
8.3 Análisis de la bajante 2020 - Caudales y niveles medios mensuales.....	15
8.4 Análisis de imágenes de satélite.....	17
9. Conclusiones.....	24

1. Introducción

La Cuenca del Plata comenzó a presentar anomalías negativas de precipitación en el mes de junio de 2019 y desde entonces, con alternancia de meses más normales, cada vez predominaron más los montos inferiores a los normales. En el mes de mayo de 2020 se registró lluvias inferiores a las normales en todo el territorio de la Cuenca del Plata por primera vez en los últimos 40 años. En los últimos tres meses, de septiembre a noviembre, se registró una situación similar en casi toda la cuenca de formación de los ríos en territorio argentino. Esta situación generó sequías extremas en zonas de aporte y la consecuente disminución de caudales en todo el Sistema Paraná-Paraguay.

En este contexto, el INA recibió la invitación a participar del Grupo de Trabajo Técnico Binacional para el “Análisis de la Situación Hidrológica Extraordinaria y su impacto en los recursos hídricos” en los tramos limítrofes correspondientes al “Convenio sobre Conservación y Desarrollo de los Recursos Hídricos en los Tramos Limítrofes de los Ríos Paraná y Paraguay entre la República Argentina y la República del Paraguay” en el marco de la Comisión Mixta del Río Parana (COMIP). Se trata de un Grupo *ad-hoc* del Consejo Asesor en el marco del mencionado Convenio.

El presente informe brinda un análisis técnico sobre la evolución de la serie de caudales y niveles hidrométricos en los cursos principales de interés y evaluación cualitativa de los cambios morfológicos en tramos específicos durante el presente año 2020, tomando también la secuencia de los años 2018, 2019 y 2020.

2. Objetivo

Caracterizar la situación hidrológica de los tramos Argentinos de los ríos Paraná y Paraguay hasta su confluencia durante la bajante ocurrida en el año 2020, como aporte al mencionado Grupo de Trabajo Técnico *ad-hoc* del Consejo Asesor de COMIP.

3. Breve descripción del área del estudio en el contexto de la Cuenca del Plata

La Cuenca del Plata se encuentra localizada en el sur-este del continente sudamericano, abarcando territorios de cinco países: Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. Tiene una extensión de 3.182.000 km², equivalente al 17% de la superficie de América del Sur.

El área de estudio del presente trabajo incluye los tramos argentinos de los ríos Paraná y Paraguay hasta su confluencia que tiene como referencia la ciudad de Corrientes en Argentina.

Los caudales medios estimados para el área de estudio son¹:

- río Paraná en Itatí aguas arriba de la desembocadura del río Paraguay, está estimado en 13.916 m³/s (Itatí), drenando un área de 953.950 km².
- río Paraguay en Puerto Bermejo aguas arriba de la desembocadura en el río Paraná, está estimado en 4.696 m³/s, drenando un área de aporte de 1.135.624 km².

¹ Extraído del ADT – CIC: https://cicplata.org/wp-content/uploads/2017/09/analisis_diagnostico_transfronterizo_de_la_cuenca_del_plata.pdf

En promedio puede decirse que aproximadamente el 75% del caudal del río Paraná proviene del Alto Paraná (aguas arriba de la confluencia con el río Paraguay), mientras que el 25% del caudal medio proviene del río Paraguay.

Figura 1: Mapa de Subcuencas (*)
(Figura 1.3.1.1 del Informe ADT Cuenca del Plata)



Figura 2: Balance Hídrico superficial. Sitios Característicos
(Figura 1.4.1.1.2.1 del Informe ADT Cuenca del Plata)



Desde el punto de vista del análisis de los procesos morfológicos, la zona de confluencia de los ríos Paraná y Paraguay integra los humedales del Iberá en Argentina y Ñeembucú en Paraguay², según se presenta en la Figura 3. En este esquema, se destacan los resultados del análisis geológico e hidrogeológico del origen de los paleocauces y humedales, con la delineación y geofomas asociadas. Este trabajo realizado por un grupo de técnicos de Argentina y Paraguay en el marco del Proyecto GEF de Cuenca del Plata y permitió comprender el funcionamiento pasado y actual de la unidad geomórfica y su vinculación con episodios de inundación que afectan a la localidad de Pilar en la República del Paraguay.

² Extraído del CIC: https://cicplata.org/wp-content/uploads/2017/04/ppd_confluencia.pdf

Figura 3: Delimitación en 3D de humedales y Paleocauces

(Figura 2.2.4.1 de Proyecto Piloto Demostrativo. Sistema de alerta hidroambiental en la confluencia de los ríos Paraguay y Paraná)



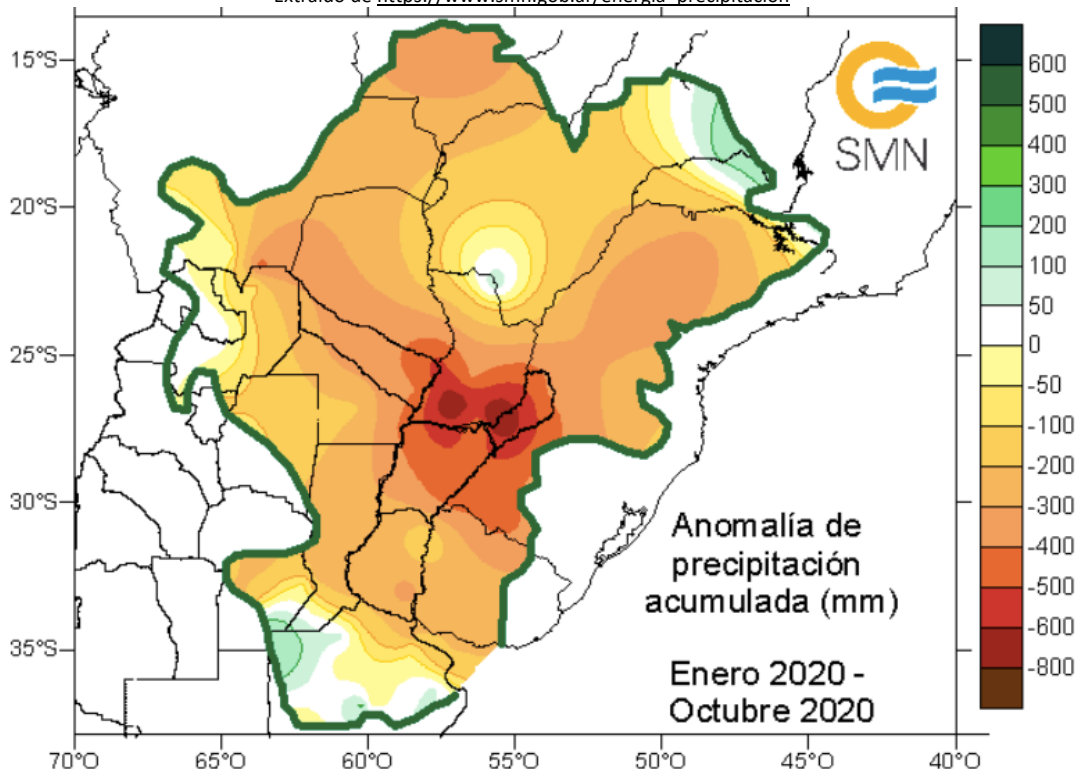
4. Consideraciones generales sobre la sequía en 2020

La Cuenca del Plata ha presentado anomalías de precipitación durante el presente año 2020. En la Figura 4 se presentan las anomalías registradas desde enero a octubre de 2020.

Figura 4: Anomalías de precipitación acumulada (mm)

(enero 2020 – octubre 2020)

Extraído de https://www.smn.gov.ar/energia_precipitacion



Por otra parte, la Cuenca del Plata presenta situaciones de sequía extrema según se puede visualizar en los mapas del Sistema de Información sobre sequías para el Sur de Sudamérica (SISSA) del Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur (CRC-SAS) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

En particular en la Figura 5 se presenta las categorías de sequías considerando las precipitaciones entre el 01 de septiembre y el 30 de noviembre de 2020.

5. Antecedentes de interés para el presente trabajo

5.1 Actividad permanente que realiza el INA

El INA es el responsable desde febrero de 1983 del desarrollo y la operación del Sistema de Información y Alerta Hidrológico de la Cuenca del Plata en la Argentina.

Los objetivos del Sistema de Alerta Hidrológico son:

- Prever, con la mayor atención posible, eventos de inundación o de estiajes pronunciados.
- Conocer, en todo momento, el estado de la cuenca.
- Producir, regularmente, pronósticos hidrológicos en puntos de interés.


En la Figura 6 se presentan un resumen de algunos de los productos generados por el Siyah que son públicos y se encuentran disponibles en la página web del INA.

Figura 6: Sistema de Información y Alerta Hidrológico <https://www.ina.gov.ar/siyah/index.php>

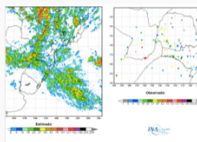
Subgerencia de Sistemas de Información y Alerta Hidrológico:

Su objetivo es prever con la mayor anticipación posibles situaciones de riesgo de inundaciones o bajantes pronunciadas.

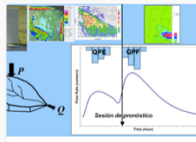
[Ampliar la información](#)



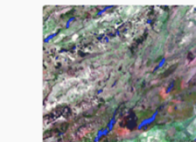
INFORMACIÓN SISTEMA CUENCA DEL PLATA



HIDROMETEOROLOGÍA




MODELACIÓN Y PRONÓSTICO HIDROLÓGICO




SENSORES REMOTOS

Alerta Hidrológica Cuenca del Plata:


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




MAPA NAVEGABLE Y ACCESO A DATOS



INFORME HIDROMETEOROLÓGICO
Actualizado al 29-10-2020



INFORME HIDROMÉTRICO
Actualizado al 26-10-2020




ÚLTIMOS PRODUCTOS SATELITALES
Actualizado al 11-06-2020

Dentro de Modelación y pronóstico hidrológico, se brinda el pronóstico hidrológico

SITUACIÓN HIDROLÓGICA
MENSAJE N° 9281
28 de Octubre de 2020

CAUDALES OBSERVADOS EN LAS SECCIONES MÁS IMPORTANTES



28/OCT/2020 Miércoles

ITaipú: Entren 7.500 m³/s. Salen 7.700 m³/s. Acotado, sin repunte.

IGUAZÚ: 850 m³/s. Muy regulado.

PARAGUAY: Descarga al Paraná: 550 m³/s. Muy cerca del mínimo histórico.

TRAMO MISIONERO-PARAGUAYO: Aporte muy escaso.

ALTO URUGUAY: 1.200 m³/s. Fuertes oscilaciones.

YACYRETA: 8.500 m³/s. Sin repunte.

SALTO GRANDE: 1.260 m³/s. Oscilante.

Pronósticos en estaciones de interés en la región de este estudio:

ESTACIÓN	RÍO	9-nov-20		ALERTA	EVACUACIÓN	Límite de Aguas Bajas
		Lectura (cm) (00:00 hs)	Día Anterior (cm)			
Puerto Iguazú	Iguazú	808	930	2500	2800	1000
Posadas	Paraná	980	980	1100	1200	900
Ituzaingó	Paraná	45	60	350	400	70
Paso de la Patria	Paraná	124	124	650	700	300
Corrientes	Paraná	99	96	650	700	300

Siempre se recomienda recorrer el mapa navegable (<https://alerta.ina.gov.ar/pub/mapa>). Lo que se vuelca en este mapa es la información que propende a una mayor interacción con los usuarios del recurso hídrico

regional, habida cuenta del amplio espectro de tomadores de decisión para los que la misma les resulta de utilidad.

Estas actividades incluyen la modelación hidrodinámica del tramo entre Yacyretá y la confluencia Paraná-Paraguay con objetivos de pronósticos hidrométricos en escalas urbanas y en los pasos críticos. El Programa de Hidráulica Computacional del Laboratorio de Hidráulica (LHA) ha realizado modelación hidrodinámica del tramo de interés del presente trabajo.

5.2 Antecedentes del Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (<https://cicplata.org/es/>)

El órgano permanente del Tratado de la Cuenca del Plata es el Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC). En este marco institucional, entre 2010 y 2017 se desarrolló el “Programa Marco para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la Cuenca del Plata en relación con los efectos de la variabilidad y el cambio climático”. Se trató de un Proyecto FMAM-PNUMA-OEA-CIC, financiado por el FMAM (GEF), teniendo como agencia de Implementación a la Organización de los Estados Americanos y el Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (Proyecto). Durante la ejecución del Proyecto se actualizó el Análisis Diagnóstico Transfronterizo y se diseñó Programa de Acciones Estratégicas para la Cuenca del Plata, mediante un proceso participativo que integró grupos multidisciplinarios y convocó a más de 1500 técnicos de la Cuenca. (Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay). Actualmente se desarrolla el Proyecto FMAM-CAF-OEACIC “Preparando las Bases Para la Implementación del Programa de Acción Estratégica (PAE) de la Cuenca del Plata”, denominado Proyecto de Porte Medio (PPM).

Los antecedentes de interés para el presente trabajo son:

- 2016: Documentos Temáticos para el diseño del Programa Estratégico de Acciones:
 - Balance hídrico en la Cuenca del Plata. Disponibilidad y usos, considerando escenarios futuros. Modelos de gestión. – Página 71 y 77: “Modelos hidrológicos Témes-CHAC y de Grandes Cuencas (MGB)”. https://cicplata.org/wpcontent/uploads/2017/04/balance_hidrico_en_la_cuenca_del_plata_20170424.pdf
 - Hidroclimatología de la Cuenca del Plata – Página 52 “Sistemas de alerta y predicción hidroclimática” https://cicplata.org/wpcontent/uploads/2017/04/hidroclimatologia_de_la_cuenca_del_plata_20170424.pdf
 - Proyecto Piloto Demostrativo. Conservación de la biodiversidad íctica en una zona regulada del río Paraná https://cicplata.org/wp-content/uploads/2017/04/ppd_biodiversidad.pdf
 - Proyecto Piloto Demostrativo. Sistema de alerta hidroambiental en la confluencia de los ríos Paraguay y Paraná https://cicplata.org/wp-content/uploads/2017/04/ppd_confluencia.pdf
- 2019-2021: “Preparando las Bases Para la Implementación del Programa de Acción Estratégica (PAE) de la Cuenca del Plata”:
 - Desarrollo del Proyecto de Porte Medio (PPM) para la definición de proyectos financiables de corto y mediano alcance.
 - En curso consultoría sobre Alerta Hidrológica y Sistema Soporte para la Toma de Decisiones. En ambos casos para la concreción de las propuestas de proyectos.
 - Importante énfasis en las propuestas que redunden en una mayor integración entre los países de la cuenca. En ese sentido, cobra especial relevancia la propuesta de concreción del mencionado “Sistema de Alerta Hidroambiental en la Confluencia de los Ríos Paraguay y Paraná.

6. Área de estudio y estaciones consideradas

El área de estudio incluye los tramos de los ríos Paraná y Paraguay hasta su confluencia (tramos compartidos entre Paraguay y La Argentina).

El Grupo *ad-hoc* binacional acordó trabajar con las siguientes estaciones:

- Río Paraná
 - R11 (MI)
 - Ita-ibaté (MI) -Panchito López (MD)
 - Garapé (MI) - S. Cosme (MD)
 - Puerto Maní (MI) - Bella Vista (MD)
 - Paso de la Patria (MI)-Paso Patria (MD)
 - Isla del Cerrito (MI)
 - Corrientes (MI)
- Río Paraguay:
 - Pto. Pilcomayo (MD) - Itá Enramada (MI)
 - Formosa (MD) - Alberdi (MI)
 - Pto. Bermejo (MD) - Pilar (MI)

Las estaciones y variables hidrológicas consideradas en el presente estudio son aquellas sobre margen Argentina -disponibles hasta el momento-, según se presenta en la Figura 7.

Figura 7: Área de estudio



Las fuentes de los datos utilizados en el presente estudio provienen de:

- Red Hidrológica nacional: Datos de caudales y niveles en las estaciones de Pto. Pilcomayo, Formosa, Pto. Bermejo, Itati y Corrientes (Serie 1904-2020)
- Itaipú Binacional – Intercambio de información en el marco del Acuerdo Tripartito: Datos de caudales y Niveles en R11 (Serie 1983-2020)
- Datos de niveles diarios en Itai Ibaté (Serie 1909-2018) provistos por COMIP.

7. Metodología

Se analizaron las series históricas de caudales y niveles hidrométricos en estaciones de referencia y la evolución de la morfología del cauce mediante el análisis de las imágenes satelitales.

El análisis descriptivo de **niveles hidrométricos y caudales en los ríos Paraguay y Paraná**, se realizó del siguiente modo:

- Se graficaron **caudales medios anuales** indicando valores medios en estaciones de referencia para el período 1904-2019, utilizando la misma escala en abscisas para permitir la comparación visual de las series. Se determinó la media anual de toda la serie y en el caso de Corrientes se estimó además la media para 1970-2019. Tener en cuenta que esta ventana temporal incluye totalmente el período hidrológico en el que se evidencia la regulación de la Cuenca (aumentan mínimos, bajan los máximos y se altera la estacionalidad anual) y la de los últimos 25 años (a partir de 1995) donde los cambios registrados han sido de una magnitud acotada y se estima que la serie cronológica es cuasi-estacionaria.
- Se graficaron **máximas, mínimas y medias de caudales medios mensuales** para el período 1970-2019 en Pto Pilcomayo, Pto Bermejo, Itati y Corrientes.
- Para analizar las **bajantes históricas** se identificaron aquellas registradas en la estación Corrientes en 1917, 1944, 1968 y 2020 (caudales y niveles). Se presentaron los registros mensuales para los períodos 1915-1917, 1943-1945, 1968-1960 y 2018-2020. De esta manera se visualizó la bajante en el contexto hidrológico de varios años.
- Para el análisis de la **presente bajante de 2020**, se presentan registros mensuales de caudales y niveles, información disponible en el período 2018-2020 en las estaciones Pto Pilcomayo, Formosa Pto Bermejo, R11, Itati y Corrientes.

A fin de visualizar la **evolución morfológica** del cauce en puntos de interés, se realizó el análisis de imágenes satelitales Sentinel⁴.

Los análisis de imágenes satelitales para el presente proyecto fueron obtenidas con la misión Sentinel 2, misión de observación terrestre desarrollada por la ESA dentro del programa Copérnico para realizar observaciones del planeta Tierra para dar servicios como el seguimiento de la evolución de los bosques, los cambios en la corteza terrestre y la gestión de los desastres naturales. Permite obtener información en el espectro visible e infrarrojo, con una resolución de 10, 20 y 60 metros. Los satélites de dicha misión están compuestos por una innovadora cámara multispectral de alta resolución, con 13 bandas espectrales (Figura 8) que aportan una nueva perspectiva de la superficie terrestre y la vegetación.

⁴ Cada Misión Sentinel está basada en una constelación de dos satélites, garantizando la obtención de datos robustos para el proyecto Copernicus. Las misiones implementan tecnologías, tales como imágenes de radar y multispectrales, presentándose:

- Sentinel 1: es un radar para evaluaciones de la tierra y el océano, de órbita polar. El primer satélite Sentinel 1 fue el 03 de Abril del 2014.
- Sentinel 2: provee imágenes multispectrales de alta resolución para el monitoreo de las áreas continentales.
- Sentinel 3: es una misión de múltiples-sensores orientados a medir la topografía de la superficie marina, la temperatura del mar y de las zonas continentales, color del océano y los colores de la tierra.
- Sentinel 4: proporcionará datos para la vigilancia de la composición atmosférica.
- Sentinel 5: Segunda Generación MetOp: se encargará del monitoreo de la composición atmosférica.
- Sentinel 6: es un intento de mantener las misiones de altimetría de alta precisión después del satélite Jason-2.

La misión de interés para el presente trabajo se basa en una constelación de dos satélites idénticos, Sentinel 2A y Sentinel 2B, ambos ópticos y en la misma órbita, separados por 180 grados, para lograr una cobertura y una descarga de datos óptimos. La órbita la realizan a 786 km de la Tierra.

El tiempo de revisita de la misión es de 10 días, con lo cual, al estar compuesto por dos satélites, cada cinco días se cubren todas las superficies terrestres, grandes islas y aguas costeras. Sentinel-2A fue lanzada el 23 junio de 2015 y Sentinel-2B en marzo de 2017.

Figura 8: Bandas Sentinel 2

Banda	Resolución	Long de Onda central	Descripción
Banda 1;	60 m	443 nm	Ultravioleta
Banda 2	10 m	490 nm	Azul
Banda 3	10 m	560 nm	Verde
Banda 4	10 m	665 nm	Rojo
Banda 5	20 m	705 nm	Visible e infrarrojo cercano
Banda 6	20 m	740 nm	Visible e infrarrojo cercano
Banda 7	20 m	783 nm	Visible e infrarrojo cercano
Banda 8	10 m	842 nm	Visible e infrarrojo cercano
Banda 8a	20 m	865 nm	Visible e infrarrojo cercano
Banda 9	60 m	940 nm	Infrarrojo de onda corta
Banda 10	60 m	1375 nm	Infrarrojo de onda corta
Banda 11	20 m	1610 nm	Infrarrojo de onda corta
Banda 12	20 m	2190 nm	Infrarrojo de onda corta

En función de las niveles hidrométricos tomados en las distintas estaciones, se seleccionaron períodos que representaran todo el rango de situaciones para considerar aguas altas, medias y bajas.

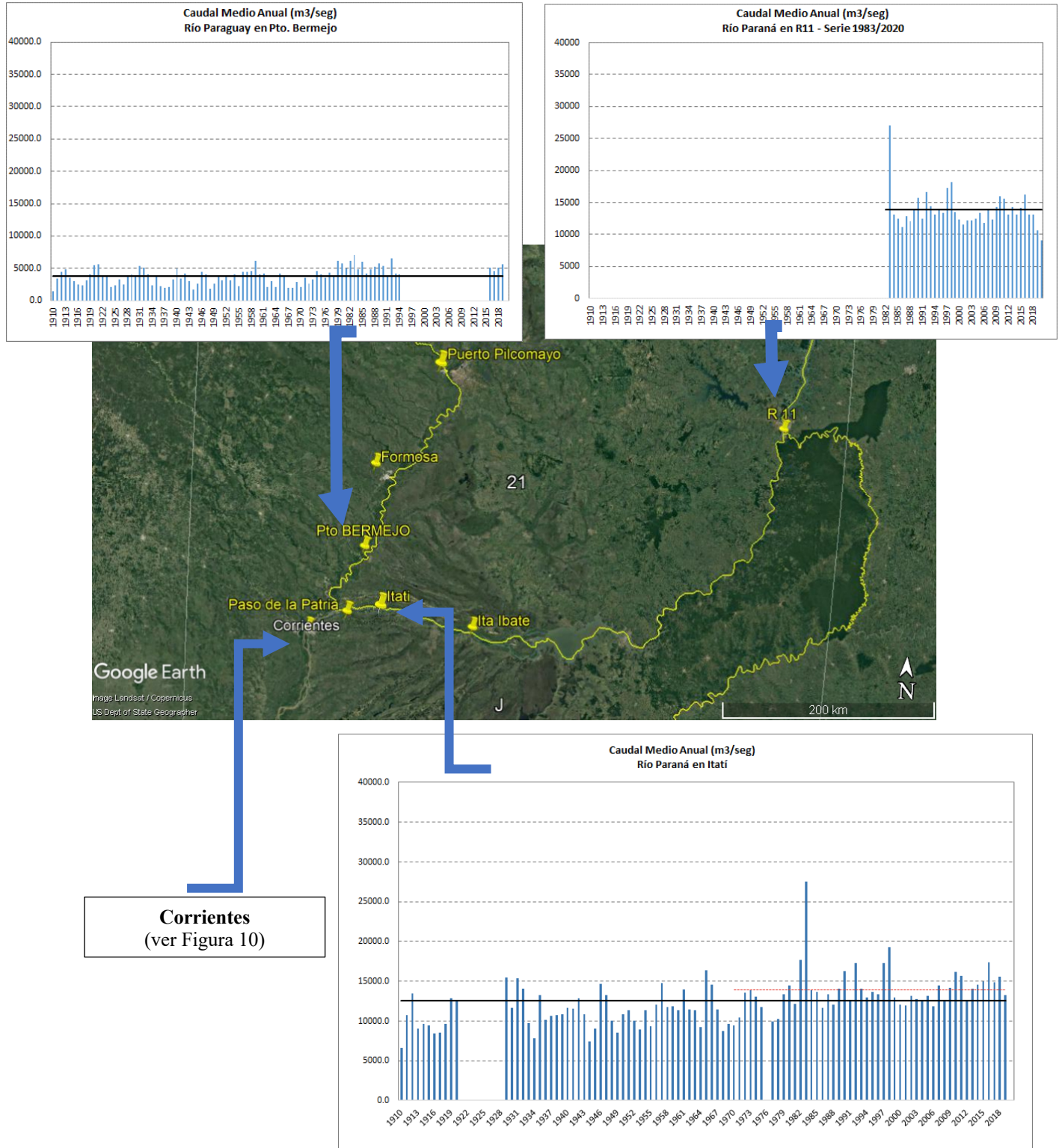
Tabla 1: Período de análisis

Año	Mes	Nivel medio mensual (m) en Corrientes
2018	Enero	5.33
2018	Abril	4.50
2018	Julio	2.61
2019	Abril	3.90
2019	Mayo	4.98
2019	Julio	3.37
2019	Diciembre	2.05
2020	Abril	1.09
2020	Octubre	1.45

8. Resultados

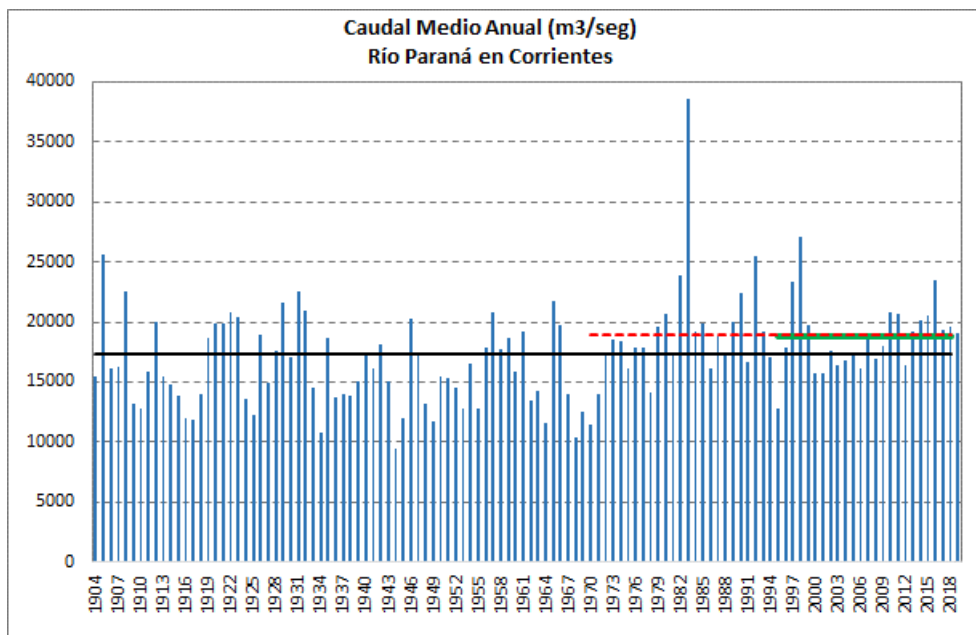
8.1 Análisis de series históricas de caudales

Figura 9: Caudales medios anuales en los ríos Paraguay (Puerto Bermejo) y Paraná (R11 e Itatí)



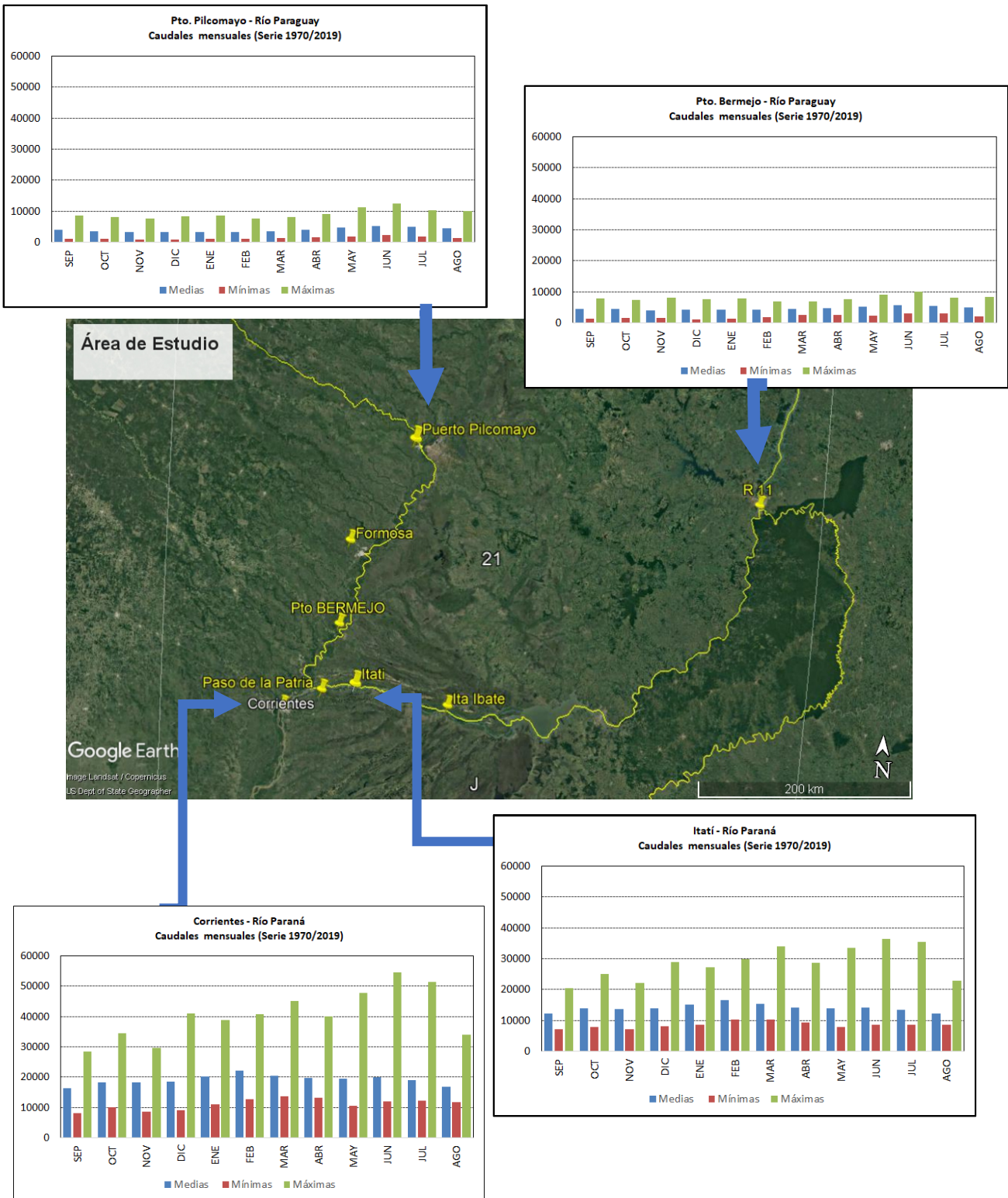
En esta sección se realiza el análisis de series históricas de caudales. En la Figuras 9 y 10 se presentan los caudales medios anuales en los ríos Paraguay (Puerto Bermejo) y Paraná (R11, Itatí y Corrientes). En la Figura 11 se grafican los caudales medios, máximos y mínimos mensuales en estaciones del Río Paraguay y del Río Paraná (Serie 1970-2020 – Año hidrológico).

Figura 10: Caudales medios anuales en Corrientes – (Serie 1904-2019)



Media Anual 1904-2019= 17334 m3/seg (línea negra)
 Media Anual 1970-2019= 18945 m3/seg (línea roja punteada)
 Media Anual 1995-2019 = 18772 m3/seg (línea verde) –últimos 25 años

Figura 11: Caudales medios, máximos y mínimos mensuales en estaciones del Río Paraguay y del Río Paraná.
Serie 1970-2020 – Año hidrológico



8.2 Bajantes históricas en Corrientes

Se han identificado las bajantes históricas en Corrientes durante los años 1934, 1944, 1968 y la actual bajante durante el 2020. En la Figura 12 (a) y (b) se presenta el caudal medio anual y nivel medio mensual respectivamente, en la Estación Corrientes. Para los años de bajantes identificados y los dos años anteriores, se presentan en las Tablas 2 (a) y (b) los caudales y niveles hidrométricos de referencia.

Figura 12 (a): Caudal medio anual en Corrientes (m³/s)

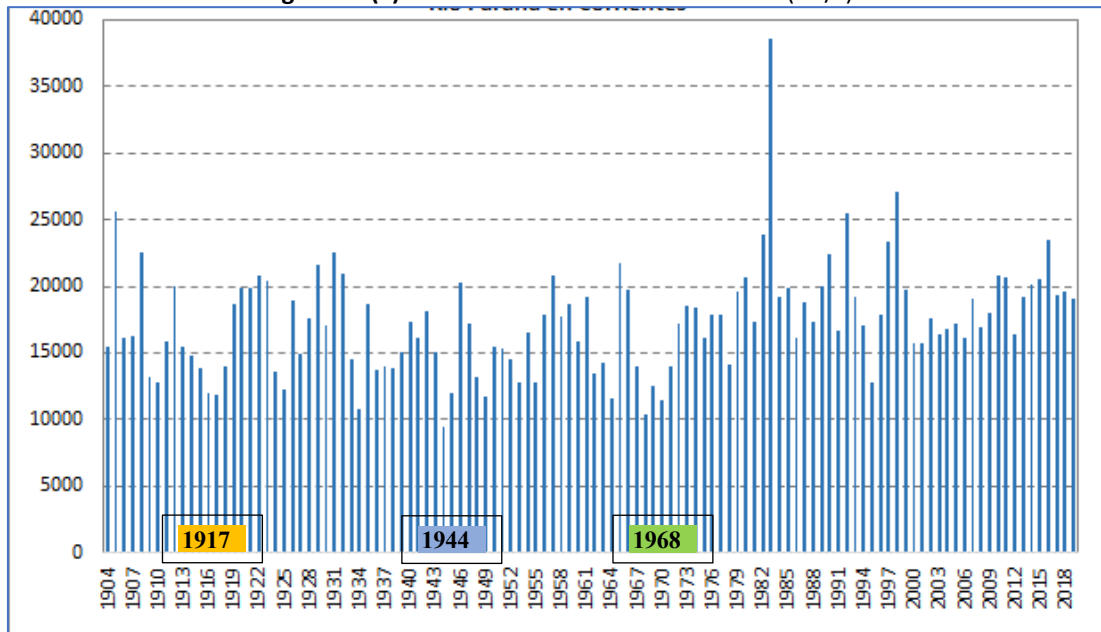


Figura 12 (b): Nivel medio mensual en Corrientes (m)
Período 1904-2020

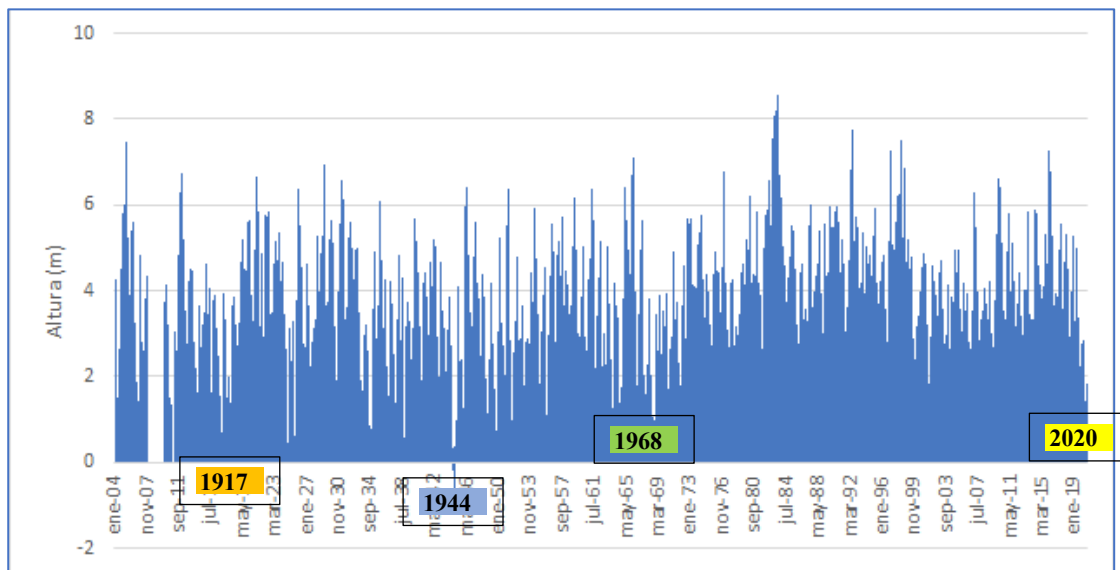


Tabla 2 (a): Caudales mensuales en m³/s – Bajantes históricas en Corrientes⁵

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Q Medio Anual
1915	16190	12760	10527	16807	16520	19412	11457	7762	10577	18226	12952	12771	13830
1916	12339	18576	15646	15244	12440	13299	12630	9705	10016	10246	6136	7678	11996
1917	13406	16798	18867	16288	13364	10021	9540	8291	7728	11575	9298	6562	11812
1943	17056	21865	21595	17206	12001	15648	13300	10457	8817	11974	15386	15208	15043
1944	13941	12573	18376	14206	10002	7955	6706	5348	4619	4092	6745	8387	9412
1945	7444	15724	19465	18542	12909	9822	13021	9022	7777	8257	9235	12708	11994
1968	14047	17407	14733	10982	9844	8250	7691	7083	6574	8055	11105	8951	10394
1969	16051	12569	11107	12616	10903	17411	12505	7579	6108	12699	16005	14862	12535
1970	12503	15277	17729	12083	9850	10003	12952	7400	8087	13712	9349	9082	11502
2018	25268	23757	23170	21290	17416	15541	14562	14914	14232	19203	24443	21547	19612
2019	19028	15656	16612	18769	23148	23105	16883	13995	13061	12065	12206	12529	16421
2020	14771	14961	12364	9399	9598	10279	10646	10149	10918	10343	9188		

Tabla 2 (b): Niveles medios mensuales en m -máximos, mínimos y medios- en Corrientes

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Máximo	Mínimo	Media
1915	3.27	2.33	1.68	3.44	3.37	4.05	1.93	0.75	1.64	3.78	2.4	2.34	4.05	0.75	2.58
1916	2.24	3.89	3.15	3.04	2.26	2.5	2.3	1.4	1.49	1.56	0.12	0.7	3.89	0.12	2.05
1917	2.53	3.45	3.95	3.32	2.52	1.51	1.36	0.93	0.73	2	1.25	0.3	3.95	0.3	1.99
1943	3.52	4.67	4.62	3.52	2.12	3.15	2.49	1.65	1.13	2.12	3.09	3.03	4.67	1.13	2.93
1944	2.68	2.3	3.85	2.72	1.5	0.82	0.35	-0.2	-0.51	-0.75	0.36	0.97	3.85	-0.75	1.17
1945	0.63	3.15	4.11	3.88	2.38	1.46	2.42	1.18	0.76	0.93	1.26	2.34	4.11	0.63	2.04
1968	3	3.84	3.21	2.05	1.68	1.06	0.83	0.55	0.31	0.98	2.05	1.35	3.84	0.31	1.74
1969	3.47	2.59	2.1	2.59	2.06	3.89	2.51	0.76	0.08	2.58	3.53	3.18	3.89	0.08	2.45
1970	2.57	3.34	3.96	2.4	1.68	1.71	2.65	0.68	0.99	2.94	1.45	1.37	3.96	0.68	2.15
2018	5.33	5.08	4.97	4.5	3.47	2.92	2.61	2.72	2.54	4.00	5.28	4.60	5.33	2.54	4.00
2019	3.97	3	3.29	3.9	4.98	4.96	3.37	2.49	2.23	1.89	1.92	2.05	5.50	3.17	1.61
2020	2.78	2.83	2.14	1.10	1.20	1.42	1.57	1.48	1.82	1.49	1.08	-----	0.70 (*)	1.72 (*)	3.20 (*)

(*): Valores al 30/nov.

⁵ Esquema extraído de Presentación Ing. Paoli :

<https://bcr.com.ar/es/sobre-bcr/medios/noticias/la-bcr-analiza-el-impacto-de-la-bajante-del-parana-junto-especialistas>

8.3 Análisis de la bajante 2020 - Caudales y niveles medios mensuales para 2018, 2019 y 2020

Con el objetivo de analizar la bajante del año 2020, se consolidaron caudales medios mensuales y niveles hidrométricos en tramos de interés en los ríos Paraguay y Paraná. En las Tablas 3 (a), (b) y (c) se presenta los datos del río Paraguay para las estaciones Puerto Pilcomayo, Formosa y Puerto Bermejo respectivamente. En las tablas 4 (a), (b) y (c) se presentan los datos del río Paraná en R11, Itatí y Corrientes respectivamente. Se incluyen datos aportados por el INA-SIyAH.

Tabla 3 (a): Río Paraguay - Pto Pilcomayo
Caudales medios mensuales en m³/s (Q) y niveles (h)

Año	Variables	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media Anual
2018	Q (m3/seg)	5294	5767	5767	5535	4456	4529	4160	3847	3820	5021	6603	5912	5053
	H (m)	5,54	5,93	5,93	5,77	4,92	4,99	4,66	4,37	4,34	5,35	6,48	6,01	5.35
2019	Q(m3/seg)	3930	2752	4683.6	7066.2	7801.5	7450.9	4938.0	3317.2	2614	2031	1573	2221	4298
	H (m)	4,42	2,93	3,83	7,06	7,56	7,37	5,39	3,79	2,7	1,82	1,2	2,14	4.19
2020	Q(m3/seg)	2653	2331	1843	1785	1760	1973	1792	1516	1254	616	998	----	1682 (*)
	H (m)	2,77	2,26	1,56	1,48	1,45	1,73	1,49	1,14	1,11	0,09	0,52	----	1.39 (*)

(*): Valores al 30/nov.

Tabla 3 (b): Río Paraguay - Formosa
Caudales medios mensuales en m³/s (Q) y niveles (h)

Año	Variables	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media Anual
2018	Q(m3/seg)	4849.6	5916.8	5476.7	5362.1	4505.0	4442.7			3867.6	4626.6	6078.1	6182.0	5130.7
	H (m)	6.2	7.5	6.9	6.8	5.9	5.9	5.3		5.0	5.9	7.5	7.7	6.4
2019	Q(m3/seg)	4671.9	2755.7	3099.8	6085.7	7403.2	7560.4	5562.3	3629.0					5096.0
	H (m)	6.0	3.8	4.1	7.5	9.0	9.2	7.0	4.8	3.2	1.9		2.4	5.4
2020	Q(m3/seg)													
	H (m)	3.3	3.0	1.9	1.8	1.5	2.0	1.7						2.2

Tabla 3 (c): Río Paraguay – Puerto Bermejo
Caudales medios mensuales en m³/s (Q) y niveles (h)

Año	Variables	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media Anual
2018	Q(m3/seg)									3585.5			6611.0	
	H (m)	5.4	6.5	6.0		4.8	4.4		3.4	3.3			6.6	5.06
2019	Q(m3/seg)		2960.7		6315.7	7270.1	7415.2		3960.3					
	H (m)		2.7		6.2	7.4	7.6		3.7			0.6		4.71
2020	Q(m3/seg)													
	H (m)	2.6	2.5											

Tabla 4 (a): Río Paraná – R11
Caudales medios mensuales en m³/s (Q) y niveles (h)

Año	Variables	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media Anual
2018	Q(m3/seg)	19461	14833	16385	13755	10816	9950	9414	10722	10173	14306	15428	12461	13142
	H (m)	18.1	13.8	15.4	12.7	9.0	7.8	7.0	8.9	8.1	13.3	14.4	11.1	11.6
2019	Q(m3/seg)	12550	11012	11833	11112	10168	11277	9683	9179	9994	9866	10204	10176	10588
	H (m)	11.3	9.3	10.4	9.4	8.1	9.7	7.4	6.6	7.9	7.7	8.2	8.1	8.7
2020	Q(m3/seg)	11401	11085	9628	7354	7982	7552	7743	9168	9647	9308			9087
	H (m)	9.8	9.4	7.3	3.5	4.6	3.9	4.2	6.6	7.4	6.8			6.4

Tabla 4 (b): Río Paraná – Itatí
Caudales medios mensuales en m³/s (Q) y niveles (h)

Año	Variables	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media Anual
2018	Q(m3/seg)		6708.1	7111.8						12612.0	14449.3	18023.1	14639.3	
	H (m)		4.7	4.9						3.5	4.1	5.1	4.1	4.4
2019	Q(m3/seg)	3279.9			12561.4	14753.7	14375.1	11384.7						
	H (m)	3.7			3.4	4.2	4.0	3.0	2.5	2.5	2.4	2.5	2.5	3.04
2020	Q(m3/seg)													
	H (m)	2.9	3.0	2.4		1.7	1.8	2.0	2.0					

Tabla 4 (c): Río Paraná – Corrientes
Caudales medios mensuales en m³/s (Q) y niveles (h)

Año	Variables	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media Anual
2018	Q(m3/seg)	25268	23757	23170	21290	17416	15541	14562	14914	14232	19203	24443	21547	19612
	H (m)	5.33	5.08	4.97	4.5	3.47	2.92	2.61	2.72	2.54	4	5.28	4.6	4
2019	Q(m3/seg)	19028	15656	16612	18769	23148	23105	16883	13995	13061	12065	12206	12529	16421
	H (m)	3.97	3	3.29	3.9	4.98	4.96	3.37	2.49	2.23	1.89	1.92	2.05	3.17
2020	Q(m/seg)	14771	14961	12364	9399	9598	10279	10646	10149	10918	10343	9188		
	H (m)	2.78	2.83	2.14	1.10	1.20	1.42	1.57	1.48	1.82	1.49	1.08	----	

8.4 Análisis de imágenes de satélite

Se presentan las imágenes obtenidas utilizando una combinación de bandas B11-B8-B4, para los períodos expresados en la Tabla 1.

Se presentan primero las imágenes para cada fecha de la región de estudio en su conjunto y luego de la Tabla 5 se integran las imágenes para ver globalmente el estado de la región.

Cada imagen se acompaña con una tabla de caudales medios mensuales (Q) y niveles medios mensuales (H) en estaciones existentes en la zona de estudio para el mes correspondiente a cada imagen. Las variables antes mencionadas nos dan una idea de las condiciones de borde en el área de estudio (Ingresos=R11 y Pto. Pilcomayo) y (salidas= Est. Corrientes) y la condición hidrológica en que se encontraba el sistema al momento del paso del satélite.

Finalmente se presenta un detalle de los cambios morfológicos en la zona de Ita Ibaté, comparando abril de 2019 con abril de 2020.

Figura 13: ENERO DE 2018

	Est. Pilcomayo	Est. R11	Est. Corrientes
Q (m3/seg)	5174.5	19461	25268
H (m)	5.58	18.11	5.33

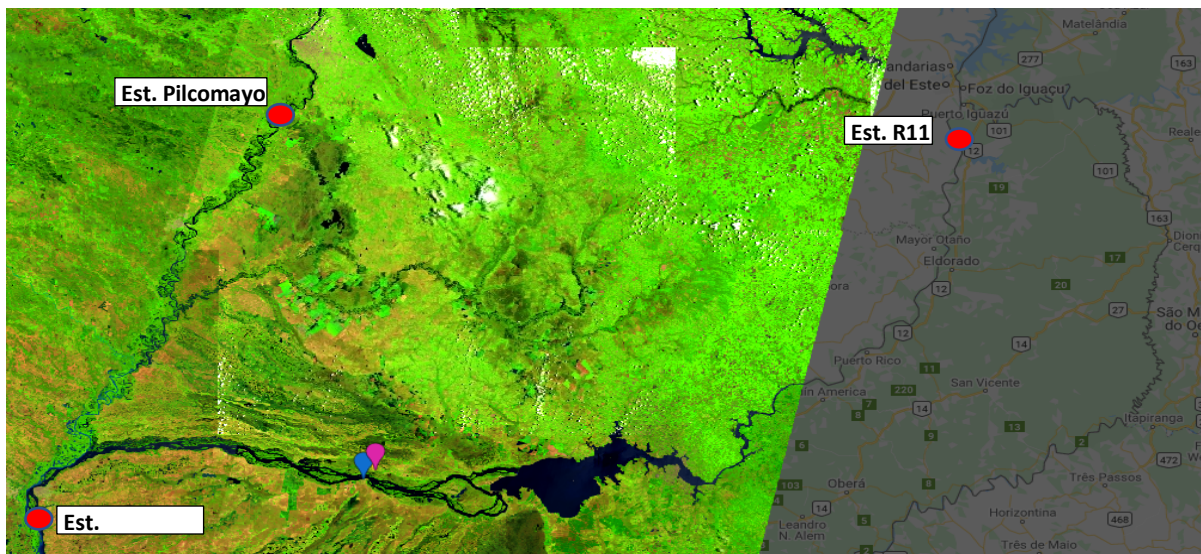


Figura 14: ABRIL DE 2018

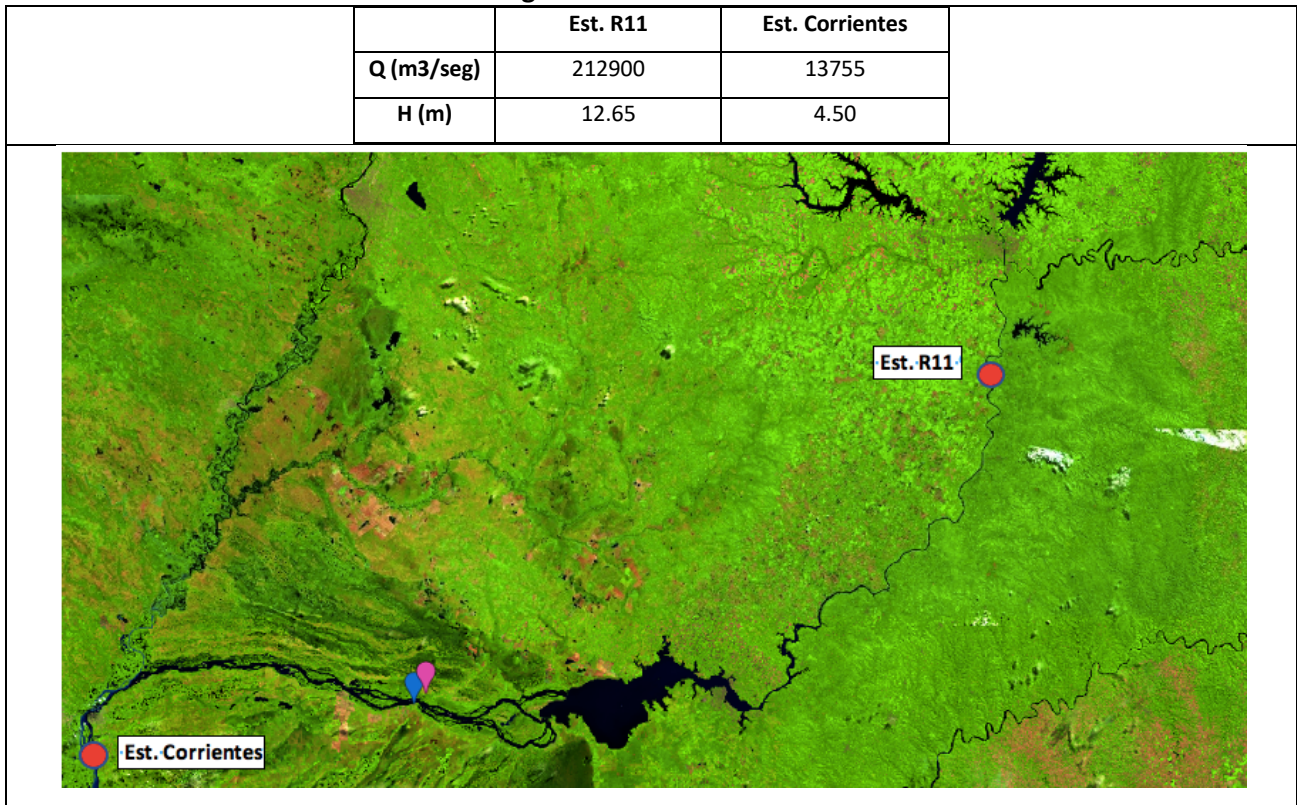


Figura 15: JULIO DE 2018

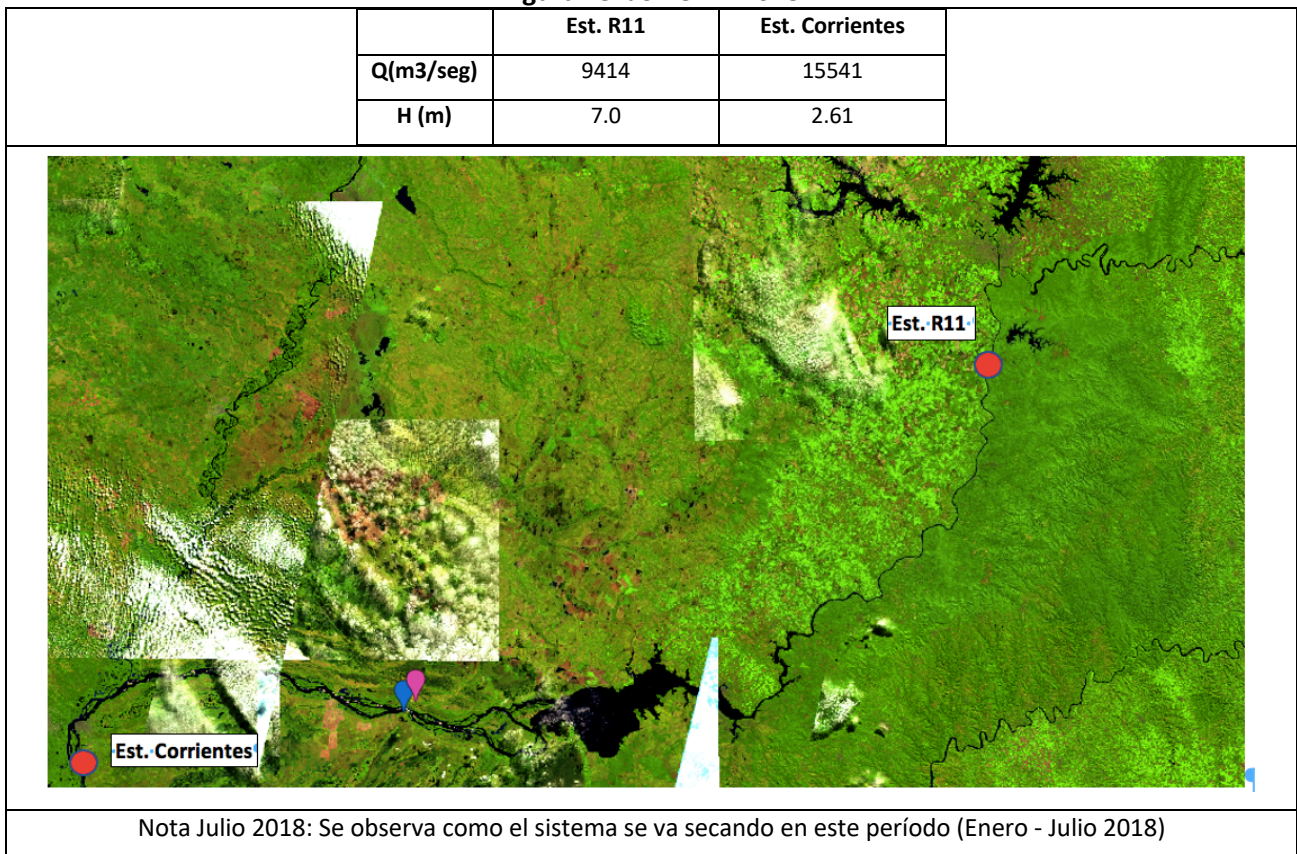
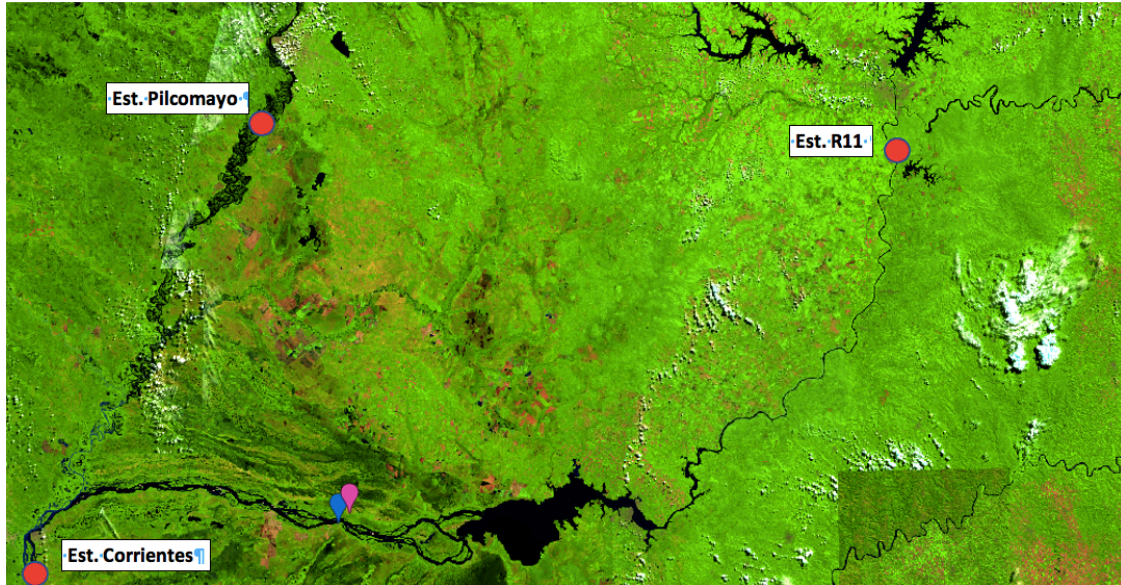


Figura 15: ABRIL DE 2019

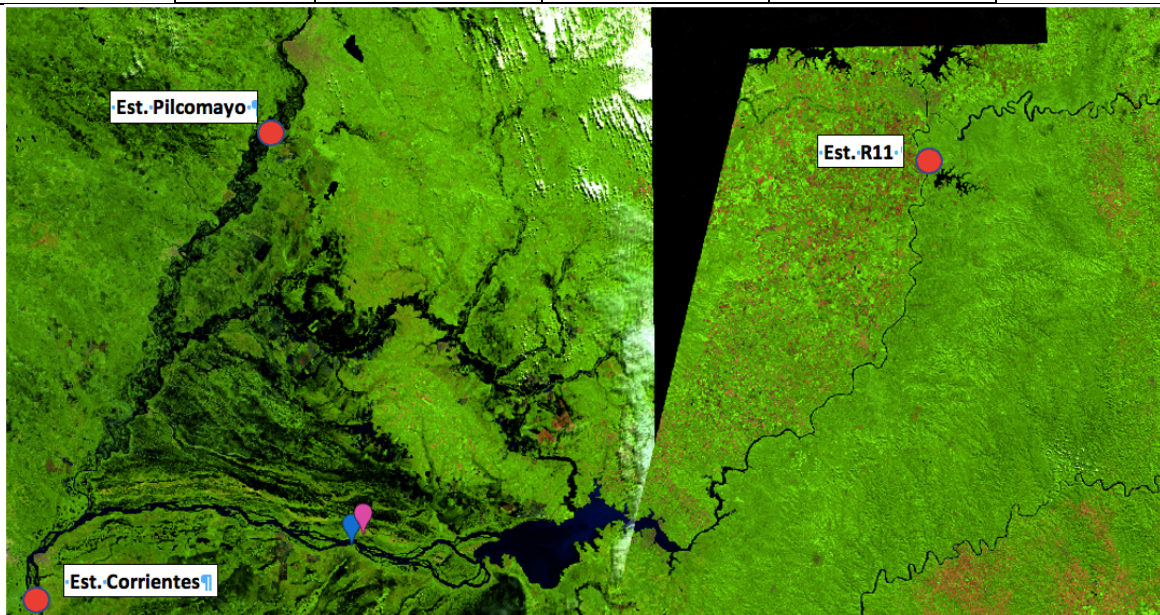
	Est. Pilcomayo	Est. R11	Est. Corrientes
Q (m3/seg)	7066.2	11112	18769
H (m)	7.08	9.43	3.90



Nota Abril 2019: Se observa cómo va creciendo el Pilcomayo, se nota el sistema más saturado cerca del Pilcomayo y confluencia, mientras que también crece en R11

Figura 17: MAYO DE 2019

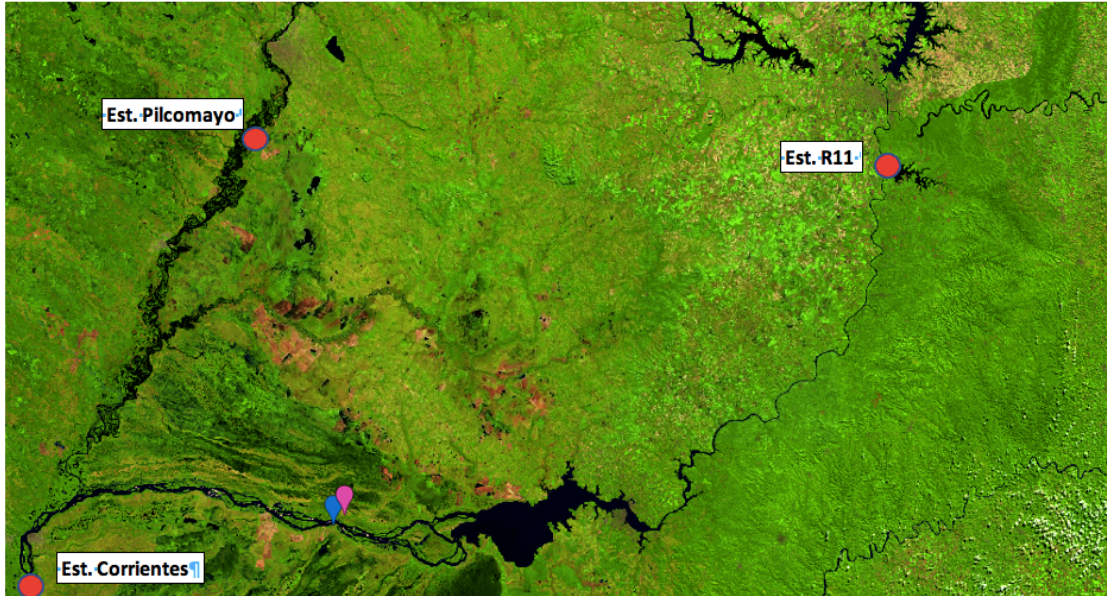
	Est. Pilcomayo	Est. R11	Est. Corrientes
Q (m3/seg)	7066.2	10168	18769
H (m)	7.58	8.12	4.98



Nota Mayo 2019: Se observa el Pilcomayo crecido, con un nivel medio mensual en el orden de 7.58 m, 0.50 m más que el mes de Abril. El sistema hídrico está muy saturado cerca del Pilcomayo y desde Yacireta hacia aguas abajo, mientras que en R11 se evidencia una disminución de los niveles, paso de un nivel medio mensual de 9.43 m en Abril a 8.12 m en Mayo del mismo año

Figura 18: JULIO DE 2019

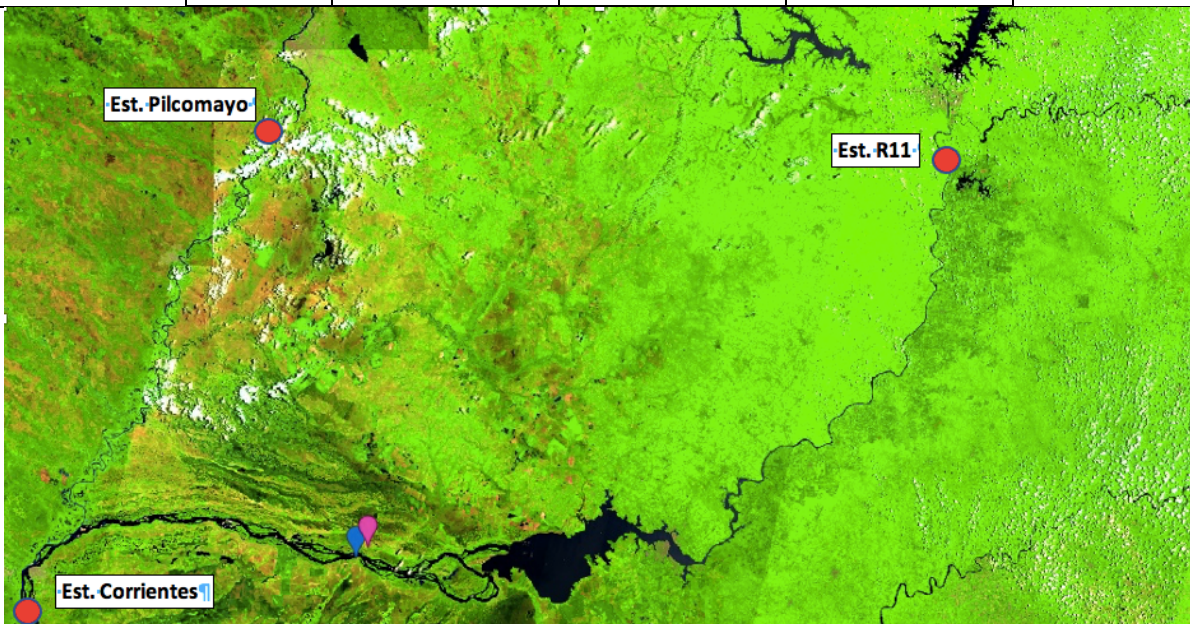
	Est. Pilcomayo	Est. R11	Est. Corrientes
Q (m3/seg)	4938	9683	16883
H (m)	5.38	7.41	3.37



Nota Julio 2019: Se evidencia una disminución de caudales/niveles en los tres puertos

Figura 19: DICIEMBRE DE 2019

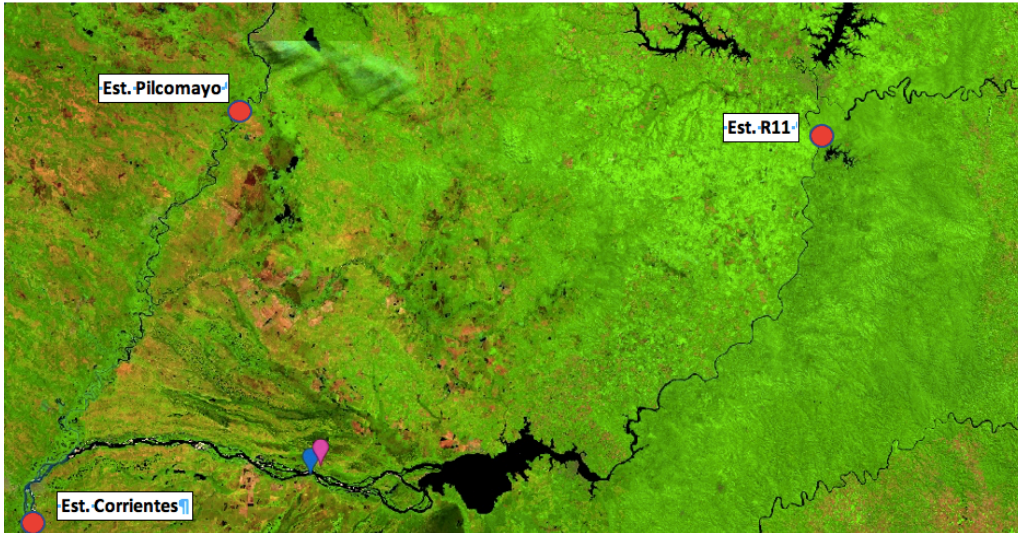
	Est. Pilcomayo	Est. R11	Est. Corrientes
Q (m3/seg)	-	10176	-
H (m)	2.19	8.14	2.05



Nota Diciembre 2019: Se evidencia una disminución de caudales/niveles en los tres puertos

Figura 20: ABRIL DE 2020

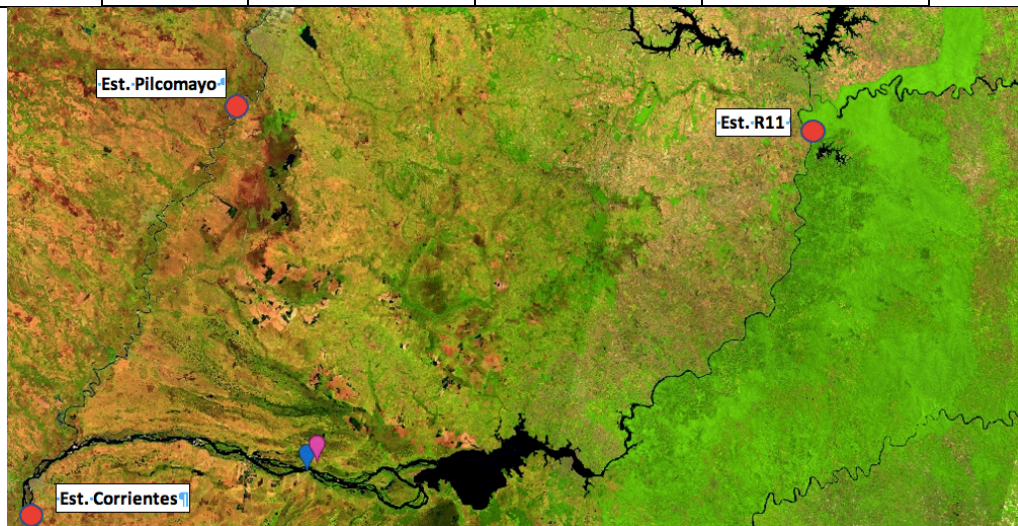
	Est. Pilcomayo	Est. R11	Est. Corrientes
Q (m3/seg)	-	7354	-
H (m)	1.49	3.49	1.10



Nota Abril 2020: Se evidencia una disminución de caudales/niveles en los tres puertos. La mayor baja se dio en R11

Figura 21: OCTUBRE DE 2020

	Est. Pilcomayo	Est. R11	Est. Corrientes
Q (m3/seg)	-	9308	-
H (m)	-	6.84	-



Nota Octubre 2020: Desde mayo de 2019 el sistema se fue secando y se puede observar en la imagen de Octubre de 2020 como se encuentra seco, distinguiéndose solo los cursos de agua principales, especialmente el tramo del Paraná aguas abajo de Yaciretá.

Tabla 5: Resumen de imágenes con alturas de referencia en R11, Pilcomayo y Corrientes

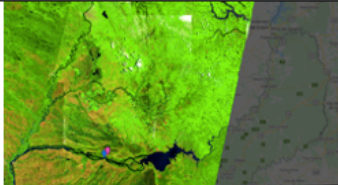
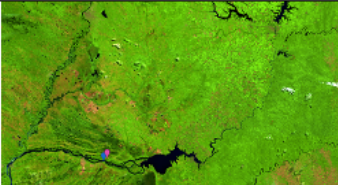
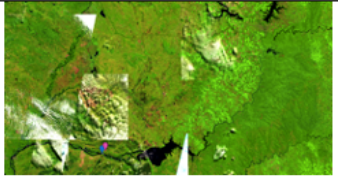
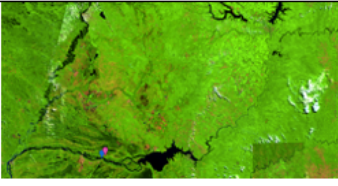
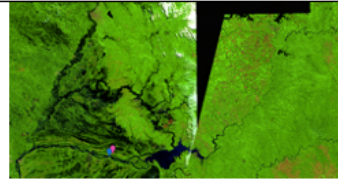
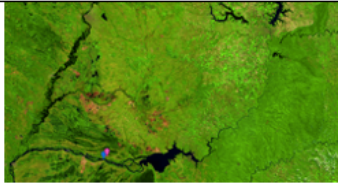
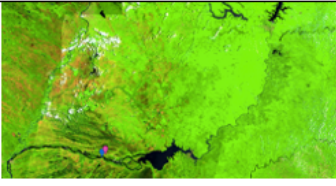
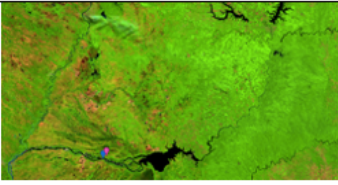
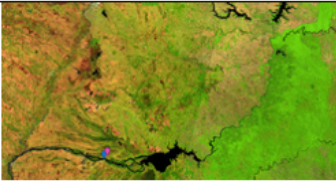
2018				
Enero 2018 R11=18.11 m Corrientes H=5.33m	Abril 2018 R11 H=12.65 m Corrientes H=4.50m		Julio 2018 R11 H=12.65 m Corrientes H =2.61m	
				
2019				
	Abril 2019 R11 H=9.43 m Pilcomayo H=7.08 Corrientes H= 3.90	Mayo 2019 R11 H=8.12 m Pilcomayo H=7.58 M Corrientes H= 4.98 m	Julio 2019 R11 H=7.41 M Pilcomayo=5.38 m Corrientes H= 3.37 m	Diciembre 2019 R11 H=8.14 m Pilcomayo=2.19 m Corrientes H=2.05 m
				
2020				
	Abril 2020 R11 H=3.49 m Corrientes H=1.10m			Octubre 2020 R11=6.84 m
				

Figura 22: Ita Ibate en el Paraná - Con Sentinel -2018 y 2020
(en azul se identifica Ita Ibate)

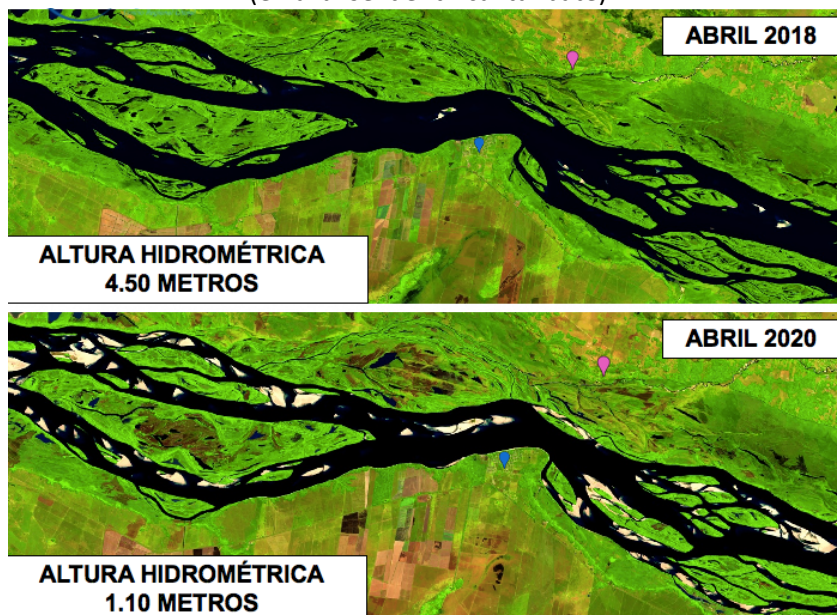
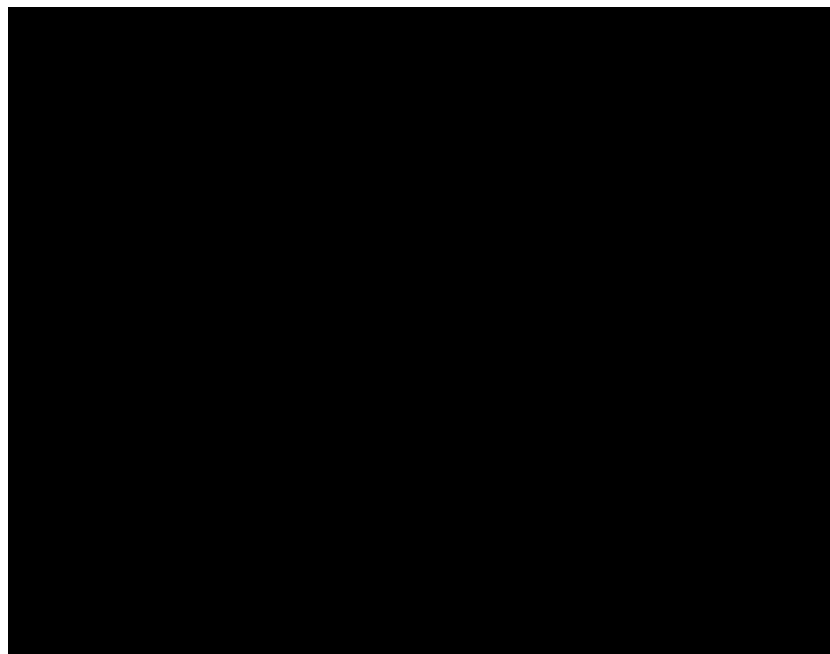
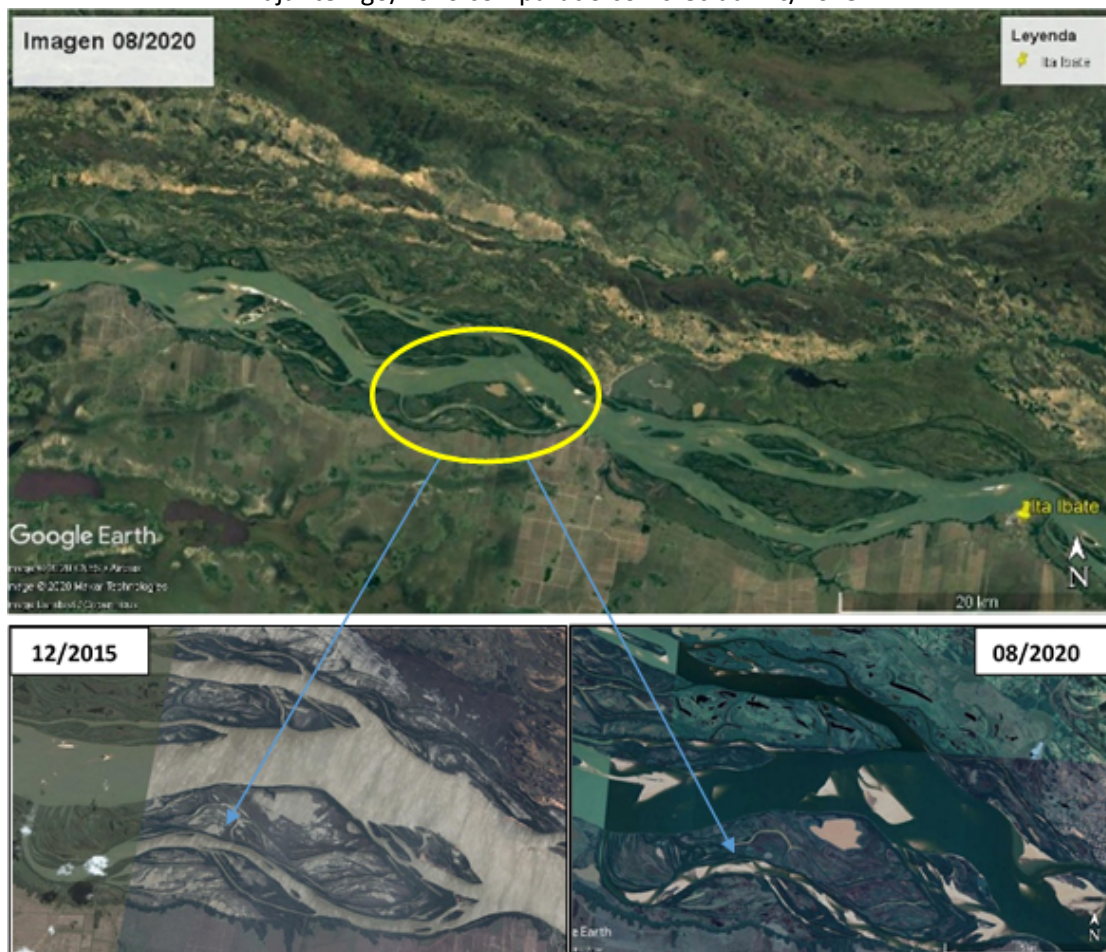


Figura 23: Ita Ibate en el Paraná - Con Landsat 2020⁶
(Evaluando erogaciones)



⁶ Gentileza Ministerio de Ambiente de Argentina

Figura 24: Ita Ibate en el Paraná - Con Google
 Bajante Ago/2020 comparado con crecida Dic/2015



9. Conclusiones

El análisis realizado ha permitido caracterizar hidrológicamente la bajante actual del área de estudio.

El particular el análisis descriptivo realizado en los ríos Paraguay y Paraná, permite evidenciar lo siguiente:

- Los datos muestran que desde el año 1970 no se ha producido una bajante de la magnitud a la actual tanto en niveles como en permanencia.
- En Corrientes los niveles medios mensuales se mantienen por debajo de los 2 m desde abril de 2020.
- El análisis comparativo de imágenes que muestran el estado hídrico a nivel regional y los niveles hidrométricos de referencia en el Paraná (R11), Paraguay (Pto Pilcomayo) y Confluencia (Corrientes) han permitido:
 - Analizar la variación del estado de humedad del sistema desde 2018 hasta el presente, resaltando períodos donde se observa:

- Mayor disponibilidad hídrica en el río Paraguay y en los humedales de Ñeembucú e Iberá -mayo 2019-, fecha a partir de la cual el sistema fue perdiendo humedad hasta la situación de la bajante presentada en octubre 2020.
- En la última imagen de octubre 2020 el sistema refleja la bajante en los cursos principales y la sequía en los mencionados humedales.
- Visualizar la evolución morfológica de los tramos de interés para los recursos ictícolas, resaltando la situación de sequía continua desde abril de 2020.

10. Consideraciones finales

Los pronósticos para el trimestre diciembre 2020 – enero-febrero 2021 según el Informe INA sobre posibles escenarios hidrológicos en la Cuenca del Plata⁷ indican:

- CLIMA : En el litoral argentino, cuenca del río Paraná y cuenca del río Uruguay se espera un trimestre con condiciones **DEFICITARIAS** de precipitación. Para la cuenca del río Paraguay se pronostica un trimestre con lluvias **NORMALES**. Hay un 97% de probabilidad de que persista la fase negativa del ENOS (La Niña).
- HIDROLOGÍA: Durante el trimestre de interés en el tramo compartido del río Paraguay persistirían las condiciones de bajante extraordinaria, muy por debajo del límite de aguas bajas, con tendencia ascendente leve. Los niveles en el río Paraná en territorio argentino, incluyendo el Delta, se mantendrán oscilando en la franja de aguas bajas. Se prestará especial atención a los efectos de posibles repuntes de corto plazo, especialmente desde el río Iguazú.

Figura 21: Evolución Pronosticada de la Anomalía de la Temperatura del Mar en la Región Niño 3.4

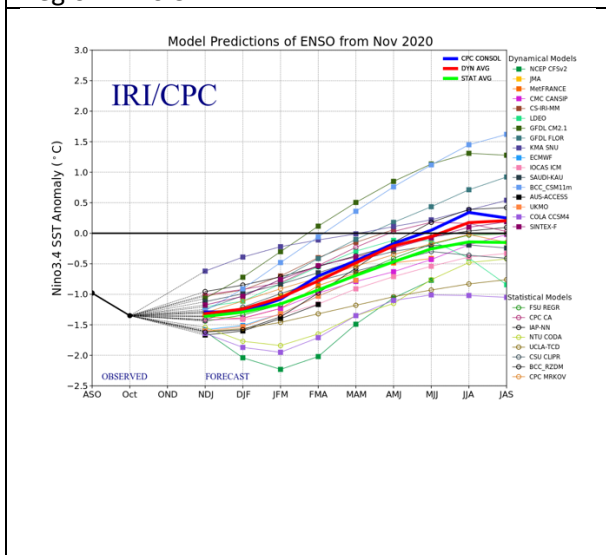
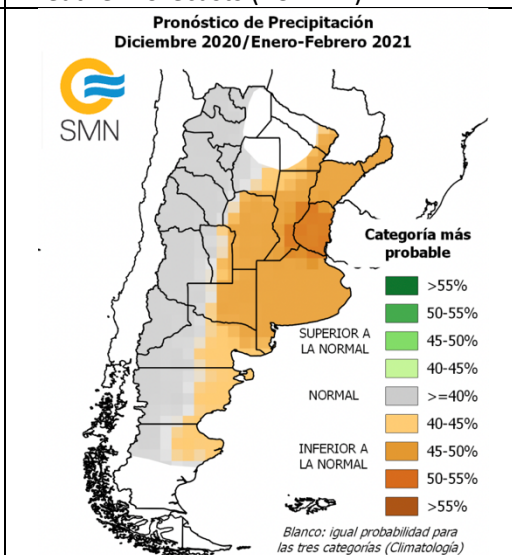


Figura 22 : Pronóstico probabilístico del European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)



⁷ Extraide de https://www.ina.gov.ar/trunk/archivos/Escenario2020_Diciembre.pdf