



UNL • FACULTAD
DE INGENIERÍA Y
CIENCIAS HÍDRICAS



Universidad
Nacional
de San Martín



Wetlands
INTERNATIONAL



Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible
Argentina

Ministerio de Ambiente
y Cambio Climático



Santa Fe
Provincia

Inventario de Unidades de Paisaje de Humedales del río Paraná en territorio santafesino al norte del eje Santa Fe – Paraná.

Inventario de Unidades de Paisaje de Humedales del río Paraná en territorio santafesino al norte del eje Santa Fe – Paraná

Autores

**Carlos G. Ramonell, Zuleica Y. Marchetti, Leticia
Rodríguez, Alejandro R. Giraudó, José F. Pensiero,
Ramiro Alberdi y Lucas Domínguez Ruben**

Este trabajo contó con la asesoría de Patricia Kandus y Priscilla Minotti (UNSAM) y las contribuciones de Alejandro Larriera (UNL), David Balderrama (Fundación Humedales/Wetlands International), Nadia Boscarol (Fundación Humedales / Wetlands International), Irene Fabricante (Fundación Humedales/Wetlands International), Laura Benzaquén (MAyDS), Francisco Firpo Lacoste (MAyDS) y Clara Mitchell (MAyCC)

Esta publicación puede citarse como sigue: Ramonell, C., Marchetti Z., Rodríguez, L., Giraudo, A., Pensiero, J., Alberdi, R., y Domínguez Ruben, L. 2023. Inventario de Unidades de Paisaje de Humedales del río Paraná en territorio santafesino al norte del eje Santa Fe – Paraná. Fundación Humedales / Wetlands International, Universidad Nacional del Litoral, Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación.

Inventario de Unidades de Paisaje de Humedales del río Paraná en territorio santafesino al norte del eje Santa Fe, Paraná / Carlos G. Ramonell ... [et al.] ; contribuciones de Patricia Kandus ... [et al.] ; editado por Laura Benzaquén ; David Balderrama ; fotografías de Carlos G. Ramonell ... [et al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales ; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación ; Santa Fe : Universidad Nacional del Litoral ; Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe , 2023. Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-631-90003-4-4

1. Humedales. 2. Santa Fe. I. Ramonell, Carlos G, fot. II. Kandus, Patricia, colab. III. Benzaquén, Laura, ed. IV. Balderrama, David, ed.

CDD 577.680982

Foto de tapa: Carlos Ramonell

Edición cartográfica: Ramiro Alberdi e Irene Fabricante

Permitida la reproducción total o parcial para fines de educación y difusión citando la fuente. Las opiniones vertidas en los distintos capítulos son de estricta responsabilidad de cada autor

MARCO TÉCNICO E INSTITUCIONAL Y ALCANCES DE LOS PROYECTOS DE INVENTARIO DE HUMEDALES

El Inventario Nacional de Humedales (INH) es un proceso que tiene un carácter innovador y complejo, tanto por sus aspectos técnicos, que incluyen enfoques específicos para abordar la configuración de los humedales en varias escalas espaciales para todo el territorio nacional y tipos de humedales, como por los institucionales que involucran múltiples organismos y actores en su conocimiento y gestión ambiental.

El INH se lleva adelante con la coordinación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS) y participación de las provincias a través de la suscripción de Convenios de Colaboración Técnica. Estos acuerdos establecen los mecanismos de cooperación para la realización de los inventarios de humedales en territorio de las respectivas provincias, en el marco del proceso para el desarrollo del INH. En este sentido, se ha suscripto un Convenio entre el MAyDS y la provincia de Santa Fe en el año 2021.

La Dirección Nacional de Gestión Ambiental del Agua y los Ecosistemas Acuáticos del MAyDS elaboró el Documento Marco para el desarrollo del Inventario Nacional de Humedales de Argentina

(https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/documento_marco_inh_final.pdf) como parte de las acciones del Programa de Humedales (Resolución MAyDS 80/2021). Este Documento, basado en la experiencia y avances consolidados a lo largo de años de trabajo e intercambios con especialistas, organismos de gestión, académicos y de conservación, establece la base conceptual y lineamientos metodológicos generales para el desarrollo de los proyectos de inventario de humedales que se integran en el proceso de INH.

Los productos del inventario de humedales son insumos de información técnica

El objetivo del INH es generar información sobre la distribución espacial de los humedales como insumo para el ordenamiento ambiental del territorio y la gestión ambiental de estos ecosistemas. Si bien la finalidad de los proyectos de inventario es contribuir a la toma de decisiones referidas a la gestión ambiental del territorio tomando en consideración a los humedales, es importante diferenciar los productos de los inventarios (mapas sobre paisajes y unidades de humedales, fichas de caracterización, informes técnicos) de las decisiones e instrumentos de gestión en sí mismos (que generalmente se plasman en actos regulatorios sobre el ordenamiento territorial, la designación y manejo de áreas protegidas, las regulaciones sobre actividades productivas, la definición de procedimientos administrativos etc.). Las decisiones de gestión ambiental son tomadas por las autoridades competentes, mientras que las fuentes de información para poder tomar esas decisiones incluyen los resultados de los inventarios junto con otros datos, conocimientos e informaciones sobre las dimensiones físicas, biológicas y socioculturales del territorio, el contexto y los aportes de otros actores locales.

El proceso del Inventario Nacional de Humedales es progresivo

La complejidad, diversidad y variabilidad de los humedales conllevan desafíos técnicos para el desarrollo del INH, que son abordados en la base conceptual y lineamientos metodológicos plasmados en el Documento Marco del INH. Estos lineamientos son susceptibles de ajustes a fin de incorporar los aprendizajes y experiencias logrados a partir de los proyectos de

inventarios ejecutados, avances respecto de la información de base necesaria para el inventario (identificación de plantas hidrófitas y suelos hídricos, por ejemplo), desarrollos tecnológicos vinculados a la teledetección y sistemas de información, y los acuerdos metodológicos entre especialistas y actores involucrados de diferentes organismos y regiones. Por lo anterior, el desarrollo de inventarios de humedales implica un proceso progresivo que se va profundizando a medida que se implementan proyectos en distintas regiones del país y se consolida su marco técnico. En este sentido, en caso de ser necesario los resultados de los proyectos podrán ser revisados y actualizados.

Los resultados de los proyectos de inventario deben interpretarse a la luz de sus objetivos y características particulares

Los proyectos de inventario de humedales se desarrollan en el marco de sus objetivos específicos, las escalas espaciales y temporales, la extensión del área de trabajo, así como la información previa disponible. Es importante señalar que, si bien los resultados de estos trabajos constituyen un importante aporte para el conocimiento de los humedales, en muchos casos la gestión local necesitará datos e información más detallada para poder enfocar adecuadamente cuestiones específicas que no son abordadas por las características de los proyectos.

Dirección Nacional de Gestión Ambiental del Agua y los Ecosistemas Acuáticos

Índice

ACRÓNIMOS Y SIGLAS	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
1 INTRODUCCIÓN	10
1.1. Marco conceptual.....	14
1.1.1. Síntesis sobre enfoques, definiciones operativas y jerarquías en el inventario.....	14
1.1.2. Cuestiones sobre límites, tipología, clasificación y denominación de humedales.	15
1.2. El área de trabajo y sus características.....	21
1.2.1. Aspectos geográficos generales	27
1.2.2. Hidrología y calidad de aguas	41
1.2.3. Geomorfología, sedimentos y suelos	52
1.2.4. Paisajes, ecosistemas de humedal y comunidades vegetales	62
1.2.5. Biodiversidad de fauna	64
1.2.6. Funciones y valores ecosistémicos	69
1.2.7. Estado de conservación	70
1.2.8. Amenazas.....	72
1.2.9. Manejo de la ganadería de islas y quemas relacionadas.....	76
1.2.10. El Sitio Ramsar Jaukanigás y proyectos de conservación planificados	77
2. METODOLOGÍA	79
2.1. Identificación y delimitación de Unidades de Paisaje de Humedal.....	79
2.1.1. Aspectos generales	79
2.1.2. Hoja de ruta de identificación y delimitación.....	79
2.1.3. Relieve	80
2.1.4. Hidrografía	82
2.1.5. Geomorfología.....	84
2.1.6. Análisis y clasificación de series de tiempo de NDVI: Patrones Funcionales	84
2.1.7. Análisis complementarios.....	87
2.2. Validación de límites.....	88
2.3. Identificación de atributos básicos.....	88
2.4. Caracterización de Unidades de Paisaje	89
3.1. Unidades de Paisaje de Humedal diferenciadas.....	91
3.2. Sistema de Paisaje de Humedales del río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista	95
3.2.1. UPH I.1: Humedales del Cauce Principal.....	95

3.2.2. UPH I.2: Humedales Elongados de Cauces Secundarios.....	102
3.2.3. UPH I.3: Humedales de Cauces Secundarios con predominio de Lagunas Alargadas 107	
3.2.4. UPH I.4: Humedales en Planicie Multilagunar	111
3.2.5. UPH I.5: Humedales en Planicie Multilagunar y de Cauces Interconectados.....	116
3.2.6. UPH I.6: Humedales Elongados y de Cauces Interconectados	121
3.2.7. UPH I.7: Humedales Sobreelevados	125
3.2.8. UPH I.8: Humedales en Planicies de Cauces Tributarios	132
3.2.9. Perfil ecohidrogeomórfico del SPH Humedales del río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista a los 28° 55' S (Las Garzas - Lavalle).....	137
3.3. Sistema de Paisaje de Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria	138
3.3.1. UPH II.1: Humedales del Cauce Principal.....	138
3.3.2. UPH II.2: Humedales Elongados de Cauces Secundarios.....	144
3.3.3. UPH II.3: Humedales de Cauces Secundarios con predominio de Lagunas Alargadas 150	
3.3.5. UPH II.5: Humedales en Planicie Multilagunar y de Cauces Interconectados.....	159
3.3.6. UPH II.6: Humedales Elongados y de Cauces Interconectados	165
3.3.7. UPH II.7: Humedales en Planicie Multilagunar con Grandes Lagunas.....	170
3.3.8. UPH II.9: Humedales Aislados en Relieves Elevados	176
3.3.9. Perfil ecohidrogeomórfico del SPH Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria a los 31° 32' S (Lag. El Capón – Villa Urquiza)	181
4. CONSIDERACIONES FINALES	182
5. BIBLIOGRAFÍA CITADA	184
ANEXO 1. Datos climáticos complementarios	200
ANEXO 2. Geoformas y ambientes leníticos y lóticos.....	202
ANEXO 3. Tipos de vegetación.....	208

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

BP:	Bajo Paraná
CE:	Conductividad eléctrica
CS:	Cauce Secundario del río Paraná (ídem, en plural)
CP:	Cauce Principal del río Paraná
DNVN:	Dirección Nacional de Vías Navegables
FICH:	Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (Universidad Nacional del Litoral)
HhPC:	Altura hidrométrica en Puerto Corrientes
HhPP:	Altura hidrométrica en Puerto Paraná
IGN:	Instituto Geográfico Militar
INH:	Inventario Nacional de Humedales de Argentina
INTA:	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
MAYDS:	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación
MDE:	Modelo Digital de Elevación
MER:	Modelo de Elevación Relativo
NDVI:	Normalized Difference Vegetation Index
OD:	Oxígeno disuelto
PM:	Paraná Medio
SENASA:	Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria
SIG:	Sistema de Información Geográfica
SMN:	Servicio Meteorológico Nacional
SNIH:	Sistema Nacional de Información Hídrica
SPH:	Sistema de Paisaje de Humedal (ídem, en plural)
UH:	Unidad de Humedal (ídem, en plural)
UPH:	Unidad de Paisaje de Humedal (ídem, en plural)
USCS:	Unified Soil Classification System

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento se ha elaborado a partir de los resultados de la asistencia técnica – académica de la Universidad Nacional del Litoral con la colaboración de profesionales de la Universidad Nacional de San Martín, que tuvo por objeto realizar el inventario de humedales Nivel 3 (Unidades de Paisaje de Humedales) en áreas vinculadas al tramo medio del río Paraná en la provincia de Santa Fe incluidas en dos Sistemas de Paisaje de Humedales determinados por Minotti et al. (2013). Este trabajo se llevó adelante a partir de la articulación entre el Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación y el Programa Corredor Azul de la Fundación Humedales / Wetlands International, siguiendo los lineamientos metodológicos generales establecidos en el Documento Marco para el desarrollo del “Inventario Nacional de Humedales (INH) de Argentina” (Benzaquen et al 2020), basados en los propuestos desarrollados por Kandus y Minotti (2018).

Los objetivos específicos del trabajo son:

- La identificación y delimitación de las Unidades de Paisaje de Humedales (UPH) de manera compatible con el Nivel 3 del INH en los Sistemas de Paisajes de Humedales (SPH) “Humedales del Río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista” y “Humedales del Río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria”.
- La caracterización de las UPH identificadas según sus atributos y características básicas, con foco en el territorio de la provincia de Santa Fe.

El área sobre la cual se desarrolla el inventario comprende el límite norte de la provincia de Santa Fe y se extiende hacia el sur hasta el eje Santa Fe – Paraná, limitando con el área ya relevada en el “Inventario de la Región del Complejo fluvio-litoral del Bajo Paraná” (Kandus et al. 2019) permitiendo así una vinculación entre ambos trabajos que representan avances sustantivos recientes en el proceso de inventario de humedales a Nivel 3 a lo largo del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay.

Para este trabajo se realizó la recopilación y análisis de antecedentes del área de trabajo y sus características, incluyendo los aspectos geográficos generales, la hidrología y calidad de aguas, la geomorfología, sedimentos y suelos, los paisajes, ecosistemas de humedal y comunidades vegetales, la biodiversidad de fauna, las funciones y los valores ecosistémicos, usos, los estados de conservación y las amenazas.

Cada SPH se subdividió en áreas homogéneas en cuanto a su oferta potencial de emplazamientos de humedales. Para la identificación y delimitación de las UPH se evaluaron las unidades geomorfológicas del área junto a los patrones de relieve y naturaleza general del sustrato, su hidrografía, la circulación de los pulsos de crecientes del río y los patrones funcionales vinculados al comportamiento estacional fenológico e hidrológico de los humedales.

Cada UPH se validó mediante imágenes de mayor resolución y de acuerdo al conocimiento de campo del equipo de especialistas. Los polígonos delimitados se vincularon con sus atributos básicos y se caracterizaron en cuanto a la estructura del paisaje en términos de la configuración espacial que presentan los humedales, su dinámica hídrica y la tipología de humedales presente.

En la superficie total analizada, que suma 14.035 km², se identificaron y delimitaron 17 UPH que cubren los SPH “Humedales del Río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista” (8 UPH) y “Humedales del Río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y

Victoria” hasta el eje Santa Fe – Paraná (9 UPH). Considerando únicamente el área dentro de los límites jurisdiccionales de la provincia de Santa Fe, las UPH suman 16 y representan una superficie total de 9.084 km².

Cada una de las UPH se diferencia de las restantes en cuanto a las condiciones o antigüedad de formación del paisaje y sus geoformas, fisonomías de vegetación y dinámica hídrica/funcionalidades dominantes, tanto en condiciones de aguas bajas como de inundación y en aguas medias y, en forma consecuente, por los tipos de humedales o su predominancia relativa o funcionalidad, que se pueden encontrar.

Este trabajo brinda una nueva experiencia para el desarrollo de inventarios de humedales en zonas dominadas por humedales, con algunas contribuciones suplementarias a las consignadas en los trabajos antecedentes respecto de los aspectos metodológicos y sumando pautas para su denominación.

La identificación, delimitación y caracterización de las UPH brindan insumos de información importantes para comprender la heterogeneidad espacial del mosaico de humedales vinculados al Paraná Medio (tradicionalmente concebidos de forma simplificada como “las islas”) y permiten abordar una gestión territorial diferenciada siguiendo propósitos de conservación y de planificación de usos o desarrollos sostenibles en este ambiente.

1 INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe (MAyCC) junto al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (MAyDS), la Universidad Nacional del Litoral (UNL), la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y la Fundación Humedales / Wetlands International en el marco del Programa Corredor Azul, acordaron avanzar en el inventario de humedales en áreas vinculadas al río Paraná Medio en la provincia de Santa Fe, siguiendo los lineamientos metodológicos generales establecidos en el Documento Marco para el desarrollo del Inventario Nacional de Humedales de Argentina (Benzaquen et al. 2020) basados en Kandus y Minotti (2018).

Dentro de ese marco, este documento contiene resultados de la asistencia técnica – académica de la UNL con la colaboración de profesionales de la UNSAM, que tuvo por objeto realizar el inventario de humedales Nivel 3 (Unidades de Paisaje de Humedales, UPH) en los Sistemas de Paisajes de Humedales (SPH) “Humedales de la Planicie Aluvial del río Paraná entre Confluencia y Reconquista” y “Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas” definidos por Minotti et al. (2013).

Los dos Sistemas de Paisajes de Humedales abordados en el presente trabajo fueron renombrados aquí por cuestiones de compatibilidad descriptiva-toponímica de sus denominaciones. De este modo el SPH “Humedales de la Planicie Aluvial del río Paraná entre Confluencia y Reconquista” se renombra como “Humedales del río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista” y el SPH “Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas” como “Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria”.

Los objetivos específicos de este trabajo son:

- La identificación y delimitación de las UPH de manera compatible con el Nivel 3 del INH en los SPH “Humedales del río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista” y “Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria”.
- La caracterización de las UPH identificadas según sus atributos y características básicas, con foco en el territorio de la provincia de Santa Fe.

El área sobre la cual se desarrolla el presente inventario (Figura 1.1, Figura 1.2A y Figura 1.2B) se extiende hacia el sur hasta el eje Santa Fe – Paraná, limitando con el área ya relevada en el Inventario de la Región del Complejo fluvio-litoral del Bajo Paraná (Kandus et al. 2019) que incluye la porción sur del SPH “Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria”, permitiendo la continuidad entre ambos trabajos.

Cabe señalar que este trabajo fue realizado en gran medida en base a antecedentes disponibles y a partir del conocimiento experto del equipo de profesionales ad-hoc de UNL que intervino en la misma, sin la ejecución de trabajos de campo específicos en tal marco por razones de índole presupuestaria.

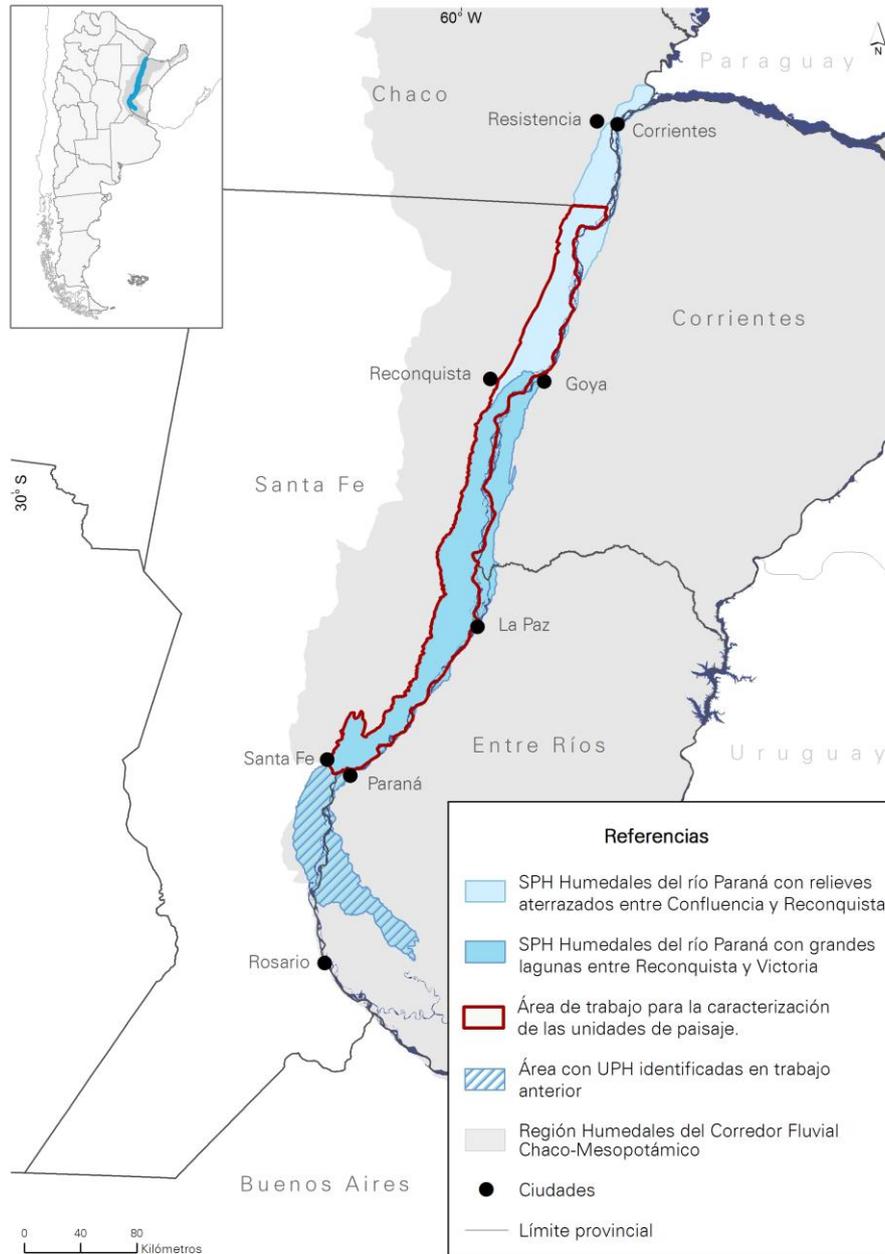


Figura 1.1. El área de análisis corresponde a los Sistemas de Paisajes (SPH) “Humedales del río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista” y “Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria” hasta el eje Santa Fe – Paraná. El rayado de la figura representa a las Unidades de Paisaje de Humedales (UPH) que han sido identificadas en un trabajo previo por Kandus et al. (2019). El área delimitada para la caracterización de las UPH corresponde al territorio de la provincia de Santa Fe. La región de Humedales “Corredor Fluvial Chaco – Mesopotámico” fue tomada de Kandus et al. (2017).

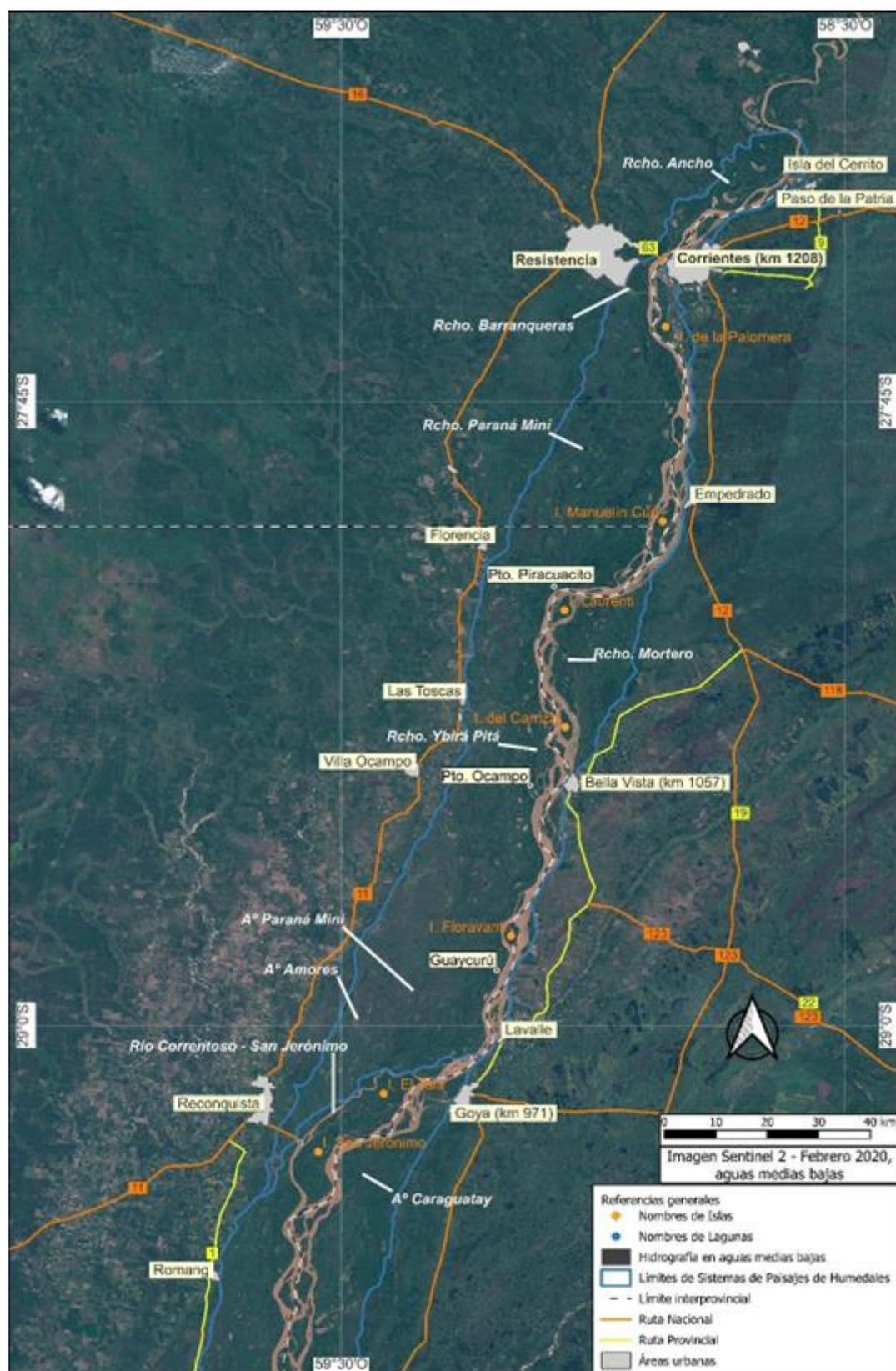


Figura 1.2.A. Área de análisis (y toponimia) adoptada en la elaboración de este documento, sector Norte. Los límites de los Sistemas de Paisajes de Humedales (SPH) han sido ligeramente modificados respecto de los de Minotti et al. (2013).

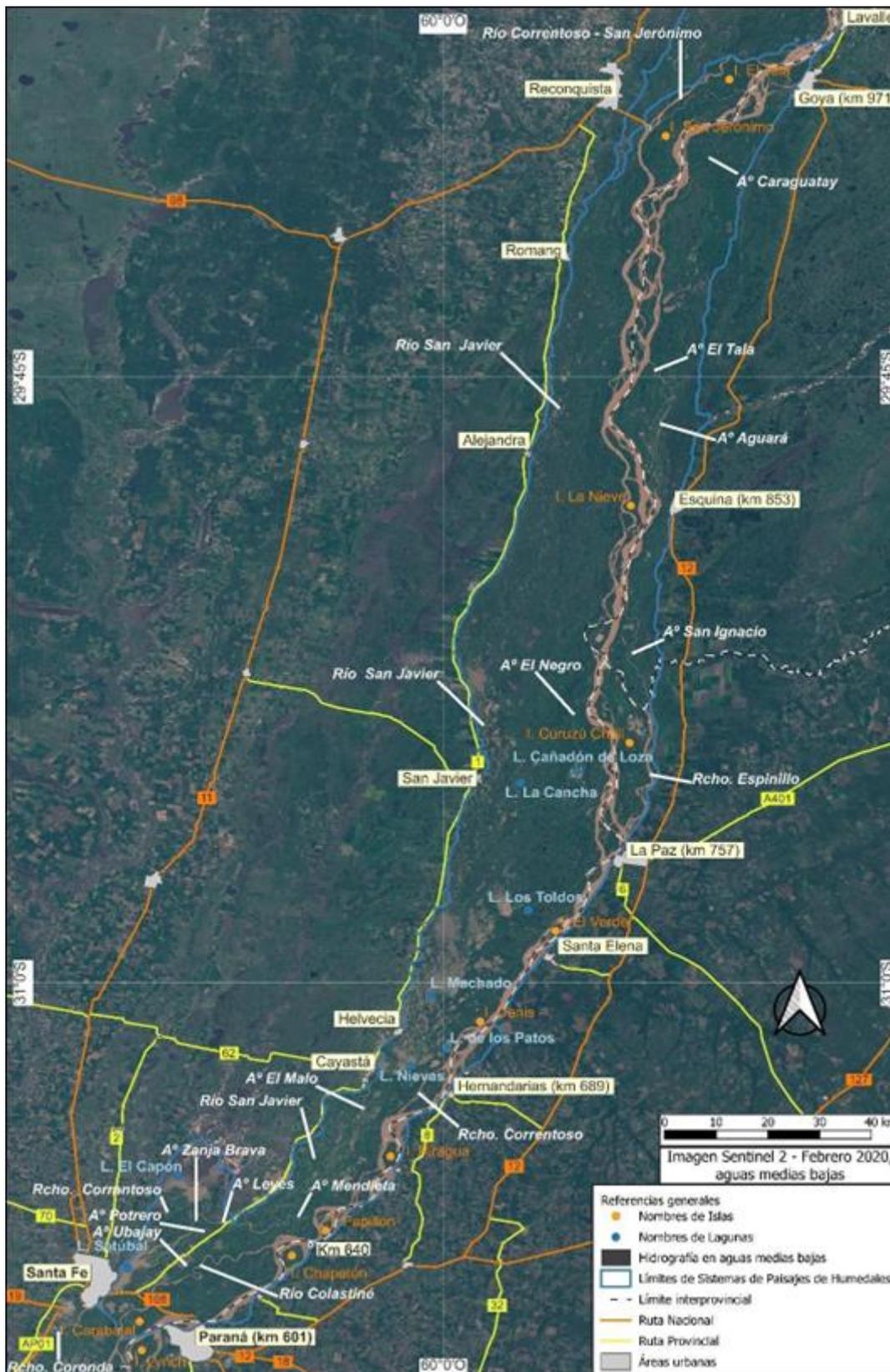


Figura 1.2.B. Área de análisis (y toponimia) adoptada en la elaboración de este documento, sector Sur. Los límites de los Sistemas de Paisajes de Humedales (SPH) han sido ligeramente modificados respecto de los de Minotti et al. (2013).

1.1. Marco conceptual

1.1.1. Síntesis sobre enfoques, definiciones operativas y jerarquías en el inventario

Con excepción de aquellos asociados a manantiales o surgencias, los humedales se encuentran casi siempre en bajíos o relieves relativos negativos, donde ambas, la condición litológica y/o de saturación del sustrato se vuelven dominantes. En consecuencia, la comprensión de la existencia, expresión espacial y complejidad de los humedales se aborda bajo un enfoque ecohidrogeomórfico.

Los aspectos hidrogeomórficos condicionan las características ecológicas de los humedales en términos de las características estructurales y funcionales. Las características estructurales se refieren a la composición de formas de vida, la composición de especies, el tipo de sustrato, la estructura de las redes tróficas, etc. Las características funcionales se refieren, entre otras, al ciclado de nutrientes, los flujos de energía, y la productividad primaria (Kandus et al. 2019).

En forma compatible con el INH impulsado por el MAyDS, se adopta la definición de humedales establecida en el Documento Marco para el desarrollo del Inventario Nacional de Humedales de Argentina (Benzaquén et al. 2020):

En el marco del inventario nacional, humedal es un ambiente en el cual la presencia temporaria o permanente de agua superficial o subsuperficial causa flujos biogeoquímicos propios y diferentes a los ambientes terrestres y acuáticos. Rasgos distintivos son la presencia de biota adaptada a estas condiciones, comúnmente plantas hidrófitas, y/o suelos hídricos o sustratos con rasgos de hidromorfismo.

De la definición se desprende que la presencia de agua y su dinámica determinan la ocurrencia del humedal. Asimismo, se entiende que la misma es apropiada tanto para ambientes de origen natural, como a aquellos que derivan de la acción del hombre.

Si se consideran los múltiples factores que actúan e interactúan sobre la determinación del estado y patrones de cambio en los humedales, surge que las características ecosistémicas de los humedales son la consecuencia de factores que intervienen en forma jerárquica e interrelacionada a diferentes escalas espaciales y temporales (Kandus y Minotti 2018).

En base a conceptos de ecología regional y ecología de paisajes, los humedales pueden clasificarse siguiendo un orden jerárquico según la escala adoptada en su caracterización. Argentina ha adoptado cuatro niveles o escalas para el Inventario de Humedales (Benzaquén et al. 2020):

- Nivel 1: Regiones de Humedales,
- Nivel 2: Sistemas de Paisajes de Humedales,
- Nivel 3: Unidades de Paisaje de Humedales, y
- Nivel 4: Unidades de Humedal.

En particular, las **Unidades de Paisaje de Humedales (UPH)** han sido definidas como áreas con humedales conectados por los flujos locales de agua superficial y subterránea (Winter y Rosenberry 1995, Winter 2001, Murkin et al. 2000). Son irregulares en sus límites y son definidas a partir del relieve en términos de génesis, posición topográfica general, dinámica hídrica superficial y subterránea que determinan homogeneidad de oferta de emplazamientos geomórficos de humedales. La interacción de estas características con la vegetación, los suelos y los usos del suelo, da lugar a una variedad de parches y mosaicos hidrogeomórficos con distinto funcionamiento ecológico. Los Sistemas de Paisajes están conformados por conjuntos de Unidades de Paisaje semejantes en términos de su estructura, funcionamiento y régimen

de disturbios (i.e., pulsos de inundación, fuego), que permiten adoptar modelos de gestión semejantes. En el Nivel 3 no se delimitan humedales, salvo que se trate de un paisaje de mosaico de humedales.

Argentina ya cuenta con un Inventario de Regiones de Humedales (Benzaquén et al., 2017), mientras que el Corredor Fluvial Paraná-Paraguay ha sido inventariado a Nivel 2, Sistemas de Paisajes de Humedales (Benzaquén et al. 2013) y el Complejo Fluvio-Litoral del Bajo Paraná que incluye a la Región del Delta del Paraná y Sitio Ramsar Delta del Paraná, de manera compatible con el Nivel 3 del INH (Kandus et al. 2019).



Margen izquierda del cauce principal aguas abajo de Lavalle. Foto: Carlos Ramonell.

1.1.2. Cuestiones sobre límites, tipología, clasificación y denominación de humedales

Kandus y Minotti (2018) desarrollaron acabadamente los conceptos inherentes a las cuestiones que implican los tres primeros aspectos indicados en el título de este ítem, es decir, los relativos a los límites, tipología y particularidades de clasificación de los humedales.

En tal sentido, aquí se reproducen elementos a fin de habilitar la comprensión de estos tópicos en el contexto del presente informe, sin dejar de aconsejar el ampliarlo con la lectura del tratamiento exhaustivo de Kandus y Minotti (2018).

A la vez, se han agregado en este ítem consideraciones propias para el ambiente y la dinámica del vasto sistema fluvial que se trata, entre ellas, las concernientes a la manera de denominar o nombrar a sus humedales en el marco de un inventario que incumbe a actores tan variados como los de la gestión pública y privada, los de organizaciones no gubernamentales, los de ámbitos académicos y ciudadanos con interés, en general.

En principio, y de acuerdo a Kandus y Minotti (2018), la ecología de paisajes permite conceptualizar los humedales en contextos más amplios que el de sitio (local) haciendo foco en la configuración espacial de los ecosistemas, su conectividad y su vinculación funcional.

En ese marco, la ecología de paisajes da herramientas para describir la configuración espacial de los ecosistemas al estar conformadas por elementos reconocibles en fotografías aéreas, imágenes satelitales y/o por superposición de capas de información geográfica, que presentan homogeneidad geomorfológica, fisionómica, de funcionamiento ecológico o de uso del territorio.

La geomorfología, que también estudia el paisaje en sus facetas de conformación y evolución natural a través del tiempo, está íntimamente relacionada con la funcionalidad del agua en éste y la conectividad hídrica. Así, las autoras de referencia destacan el concepto de paisajes “ecohidrogeomórficos”, definidos según los patrones de relieve, las redes de drenaje, las características geomorfológicas (y geológicas relacionadas) y en relación a la dinámica hídrica.

La interacción de esas particularidades con la vegetación, suelos y usos da lugar a una variedad de parches y mosaicos hidrogeomórficos con distinto funcionamiento ecológico.

Cuando la conectividad hídrica de un paisaje es predominantemente superficial como en el caso del área habitualmente inundada por el río Paraná se habla de un **paisaje de humedales** (o *paisaje de mosaico de humedales*, según Kandus y Minotti (2018)) ya que la matriz es todo humedal o un mosaico coalescente de ellos. Allí los elementos de humedales pueden no ser identificados o delimitados en forma inmediata debido a la complejidad de su configuración espacial o temporal.

En cambio, cuando la conectividad hídrica es predominantemente subterránea el paisaje presenta una matriz terrestre con parches de humedales, y allí es propio hablar de un **paisaje con humedales** (o *paisaje de matriz terrestre con humedales*, como lo consignan las autoras de referencia).

El concepto ecohidrogeomórfico del paisaje recupera el aspecto funcional de los ecosistemas de humedal y pone énfasis en que **el paisaje es la unidad natural de gestión de los humedales**.



Riacho Ybirá Pitá. Foto: Carlos Ramonell.

Por fuera de identificar la existencia de un humedal sobre la base de la definición acordada, surge el problema de delimitarlo. Tal como fue mencionado al comienzo de este documento, cabe remarcar que las delimitaciones de humedales que se realizan en el marco del INH no constituyen demarcaciones de carácter legal como líneas de ribera o límites de jurisdicciones político-administrativas, ni tampoco regulan por sí mismas el uso de los territorios que presentan los ambientes de humedal, como se indica en el “Marco técnico e institucional” al inicio de este documento.

La delimitación de humedales se efectiviza en los Niveles 3 y 4 del INH. En el Nivel 3, cuando se trata de paisajes de humedales, el problema de límites involucra la delimitación con respecto a paisajes vecinos de humedales o de carácter terrestre. En el Nivel 4 se trata de delimitar unidades de humedal en el contexto del paisaje terrestre, acuático o de humedal circundante a una escala de mayor detalle que la anterior, y considerando elementos homogéneos dentro del contexto de cada paisaje.

Establecer los límites de los humedales involucra la identificación de un conjunto de datos básico o mínimo para describir la ubicación y tamaño del humedal o humedales y sus rasgos especiales, que los diferencian de los sistemas adyacentes.

Siguiendo a Kandus y Minotti (2018), de la definición operativa acordada en el marco del INH emergen tres criterios de identificación pertinentes para la consideración de los límites de los humedales: la hidrología (a través de sus manifestaciones en condiciones de inundación o desborde generalizado, anegamiento y de sistema encauzado lótico y con cuerpos leníticos cuando no), el sustrato y la biota.

Estos criterios quedan encuadrados en un contexto geomorfológico particular y deben ser interpretados en términos de múltiples indicadores que puedan ser documentados a partir de distintas fuentes, ya sea por la observación directa (para geoformas, su sustrato composicional y la biota) como también por técnicas de percepción remota (en el caso de la hidrología y distribución espacial de geoformas y sustratos vinculados).

A ello se le agrega un elemento de temporalidad que, en un sistema fluvial de la envergadura que se trata al ser uno de los más grandes del mundo, se manifiesta a través de importantes fenómenos de erosión y sedimentación de márgenes y cambios geomorfológicos concatenados del paisaje, así como de la variabilidad interanual o por períodos del régimen de caudales, todo ello con incidencias en la cualidad de la distribución espacial de las manifestaciones hídricas superficiales.

De acuerdo a la reciente compilación y contribuciones efectuadas por Ramonell (2021), que incluyen a toda el área de análisis presentada en la Figura 1.2 evaluada en escalas de tiempo que van desde la instantánea de días en partes a la decamilenaria en otras (pasando por las anuales y las de varias décadas en ellas), puede sintetizarse que, en un momento (o para un corte temporal) dado como es el del presente, la funcionalidad del paisaje ecohidrogeomórfico del río Paraná queda determinada por unos pocos elementos básicos que, en orden de importancia son:

- La estructura o *arquitectura geomorfológica de largo plazo* (pluricentenaria al menos o de escala mayor) y *la sedimentológica asociada* (que involucra el sustrato “grosso”, en varios metros de espesor y no sólo el más superficial), de las que la topografía regional y local son una de las resultantes.
- La *hidrología* (tanto de caudales líquidos como de sólidos), con su variabilidad interanual y por períodos decenales particulares, más la recurrencia de inundaciones importantes, los cambios de la red hidrográfica interna de la planicie que suscita y, en el conjunto de hidrología-hidrografía, en la distribución espacio-temporal de los aportes de sedimentos

finos, especialmente (actualmente suministrados en ca. el 90 % por el río Bermejo a través del río Paraguay).

- La combinación de ambos elementos anteriores más la eventual incidencia de aportes de cursos tributarios locales del tramo medio del río, que determinan disparidades en la *calidad de aguas*.
- Las *variables y propiedades bióticas*, en especial de la vegetación, y su interacción con las anteriores.

Bajo ese esquema, los *factores e intervenciones de origen antrópico* tienen incidencias localizadas espacialmente, en áreas que van de la escala local o de sitio a algunos cientos de kilómetros cuadrados, en lo que a aspectos hidro-sedimentológicos se refiere.

La influencia de eventos extraordinarios de sequía como el que se desarrolló recientemente en el lapso de agosto de 2019 a octubre de 2022 ha sido justipreciada en tal contexto por Ramonell et al. (2021), en un avance simultáneo a su ocurrencia.

Debido a la disparidad y jerarquía descrita de influencias que posee este particular paisaje ecohidrogeomórfico de humedales de la planicie aluvial del río Paraná, conformado como tal a través de una evolución fluvial decamilenaria en la que interactúan sucesos del presente con los del pasado (histórico y geológico), en la cuestión de marcar sus límites al Nivel 3 del INH se reproduce lo que Ramonell (2021) establece al delinear los de las unidades geomorfológicas que, en número de once, reconoció y cartografió entre la confluencia del río Paraguay y el eje Rosario – Victoria, todas ellas presentes en el área cubierta por este inventario: “...cabe consignar que en algunas partes los límites delineados son aproximados: existe, en porciones del tramo, una interpenetración de unidades tal que es imposible de salvar a la escala presentada o aún a otra de más detalle... Ello, como consecuencia de que hay elementos geomorfológicos comunes entre las unidades, por un lado, y a la tendencia a la dispersión o diseminación espacial que tienen algunos procesos fluviales, en especial los de desborde” (Ramonell 2021: 189).

Así, bajo la impronta de tal evolución regulada por la dinámica de cambios hidrogeomorfológicos y sedimentarios en su red hidrográfica de múltiples cauces y de los procesos de inundación, se explica también la naturaleza de “parches” de las Unidades de Paisaje de Humedal (UPH) que se presentan en forma ordinaria en este ambiente: parches de UPH que a veces resultan de la discontinuidad espacial del elemento generador (un dado cauce secundario al principal del sistema por ejemplo), y a veces por la fragmentación (también por la aparición y evolución ulterior de nuevos cursos) de una unidad geomorfológica originalmente continua.

Sobre la tipología y clasificación de los humedales, Kandus y Minotti (2018) señalan que la primera deriva del análisis de la variedad de situaciones ambientales que determinan la existencia de Unidades de Humedal (UH) diferentes: cada UPH condiciona la existencia de tipos particulares de humedal de acuerdo a las condiciones para su emplazamiento geomórfico, y los aspectos hidrológicos y ecológicos que determinan sus características, dinámica y funcionamiento.

En cuanto a la clasificación de humedales, las autoras destacan que lo buscado es ordenar la complejidad de la variedad de UH y simplificarla en un conjunto de grupos o clases de acuerdo a criterios definidos desde el marco conceptual y a los objetivos específicos establecidos a priori para el INH.

Aplicado al escenario del río Paraná en el área de análisis y considerando las citas referidas precedentemente de Ramonell (2021), las UH se manifiestan aquí a través de geofomas

unitarias o asociaciones coalescentes de ellas de origen fluvial y fluvio-lagunar, principalmente, tanto de génesis reciente como antigua, y más o menos simples o complejas (en este caso, por yuxtaposición o superposición de geoformas acompañando la dinámica de divagación lateral de cauces, la aparición, cierre o abandono de otros cursos, y los fenómenos de sedimentación desde los cauces al nivel de la planicie aluvial durante los desbordes, con la formación de albardones típicos y derrames areno-limosos).

El autor mencionó en tal trabajo la totalidad de geoformas unitarias presentes que permiten el emplazamiento potencial de las UH, con una revisión y discusión de su nomenclatura académica geomorfológica (local e internacional) la cual, al ser eminentemente técnica-disciplinar, no es apropiada para reproducir en procesos de inventario como este, pues no facilita la comprensión adecuada a la suma de actores involucrados señalados al iniciar este ítem.

Ello, ya que cada geoforma tiene, en gran parte de los casos, una connotación que no sólo es genética (e.g., formada por procesos que ocurren en el interior de cauces o lagunas versus los de inundación, fuera de ellos) y a veces hasta funcional, sino también sedimentológica o composicional, topográfica y morfológica-tridimensional.

Lo indicado es un problema no menor en la cuestión de denominar a las UH preliminarmente identificadas e incluso a las UPH, ya que la terminología a adoptar debe ser, a la vez, sencilla e intuitiva, de uso común o corriente y, aquí la paradoja, estricta o específica a lo que se designa.

En tal sentido, en lo que sigue se han obviado los términos técnicos fluvio-geomorfológicos lo más que ha sido posible, conservando sólo los más conocidos o imprescindibles, tales como albardón (crestas lineales sobreelevadas respecto de los niveles topográficos más frecuentes de la planicie aluvial, adyacentes y por fuera de cauces activos o no, formadas por sedimentos finos, limosos principalmente), espiras (bancos semilunares lineales en las partes convexas de un meandro) y derrames (crevasse splays en la literatura internacional, que en este sistema fluvial suelen coalescer lateralmente hasta conformar parte de la estructura de albardones en varios casos).



Foto: Zuleica Marchetti

Los sistemas de cauces anastomosados se refieren aquí como “interconectados”; cauces inactivos por cierre de sus embocaduras como “cauces abandonados”; paleocauces, como “cauces colmatados”; cauces inactivos con relleno parcial de sedimentos por los que circula flujo encauzado sólo en las inundaciones, como “cauces parcialmente colmatados”. Un término común en geomorfología que designa geoformas lineales, el de cordoniforme, fue reemplazado por “elongado”.

Ramonell (2021) desarrolló ampliamente conocimientos sobre una geoforma de aparición muy frecuente en el área de análisis no distinguida previamente en trabajos clásicos de otros autores, los albardones de intracauce (homólogos a albardones en dimensiones, forma y sedimentología, pero originados en el interior de los cauces, por debajo de sus niveles de desborde, que suelen confundirse con espiras de meandro cuando el curso es curvilíneo, sinuoso); estos normalmente forman conjuntos paralelos, coalescentes, de desniveles decimétricos entre sus crestas y bajos que los separan, razón por la cual se nombran en este informe como “albardones bajos”.

Con estas consideraciones, las UPH identificadas se denominaron con el término del/los elemento/s hidrográfico/s o hidrológico/s más conspicuo/s que caracteriza/n a la misma (e.g., cauce principal, cauces secundarios, múltiples lagunas o “multilagunar”).

Por su parte, las UH se designaron empleando dos términos nucleares: el primero, que define el nombre de la geoforma o cuerpo lentic o lótico más distintivo del humedal; y el segundo, que hace referencia a la fisonomía de la vegetación dominante, la cual no se indica en el caso de ser una laguna o bañado (sobrentendida, para tales ambientes, la presencia de mayor o menor cantidad de hidrófitas en ellos).



Río Correntoso – San Jerónimo. Foto: Carlos Ramonell.

1.2. El área de trabajo y sus características

El área sobre la cual se desarrolla el presente inventario (Figura 1) incluye los SPH “Humedales del río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista” y “Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria” hasta el eje Santa Fe – Paraná, y totaliza una superficie de 14.035,02 km². Contiene la planicie aluvial del río ubicada aguas abajo de la confluencia del río Paraguay, que es desde donde históricamente la mayoría de los autores han coincidido en señalar que se inicia el tramo medio del río Paraná (Alberdi et al. 2018, Ramonell 2021), con un conjunto de atributos físicos generales que, salvando la inhomogeneidad mayor señalada por primera vez por Minotti et al. (2013) al diferenciar el SPH de grandes lagunas del inmediato que se extiende al norte, han permitido un análisis regional de la planicie, de acuerdo a la metodología que se detalla en el capítulo 2.

El análisis regional brindó la oportunidad para abordar dos cuestiones de diferente naturaleza: en primer lugar, la de un ajuste, o revisión, de los límites de los dos SPH involucrados; en segundo lugar, la de sus denominaciones específicas, a fin de homogeneizar de manera más acabada ambas nomenclaturas.

Con relación a lo primero, los límites de los SPH delineados originalmente por Minotti et al. (2013), involucran indistintamente a la planicie aluvial y a la de inundación del río. Tal como lo señala Ramonell (2021), ambos conceptos no refieren exactamente a lo mismo en los sistemas fluviales, si bien suelen coincidir con gran ajuste en muchos de ellos. De acuerdo a la bibliografía clásica, la planicie de inundación de un río en esencia involucra una definición estadística/hidrológica, para lo cual suele incluirse el área ocupada por aguas de desborde durante un evento de inundación fluvial con una recurrencia de 100 años aproximadamente (Leopold et al. 1964).

Por su parte, la planicie aluvial queda definida por las geoformas y sedimentos dispuestos más o menos al nivel de las márgenes de los cauces que las han generado, sea por sus procesos de inundación como de migración lateral, en la forma que ocurren en tiempos actuales/históricos.

Así, las dos áreas que pueden delimitarse tienen implícitas diferentes cualidades, influyendo en la primera la naturaleza (y extensión) del registro hidrológico, mientras que la segunda marca propiedades de mayor persistencia temporal, que a la vez facilitan la distinción espacial de los hábitats o emplazamientos ecohidrogeomórficos de las UH candidatas a reconocerse como tales, en el marco de la conceptualización y discusiones planteadas en 1.1.

Para el caso del área analizada en este trabajo, en la Figura 1.2.1 se muestra la zona afectada hacia fines de la gran crecida de 1982/83 (caudal máximo en el sistema: 61.100 m³/s; permanencia de la inundación de la planicie en el eje Santa Fe - Paraná: 460 días), según se puede visualizar en imágenes satélite de esos tiempos.

La recurrencia de ese suceso se evaluó como decamilenaria apenas ocurrido, aunque eventos de inundación posteriores como los de 1992 y 1998 disminuyeron el cómputo a casi 70 años (Paoli 2010).

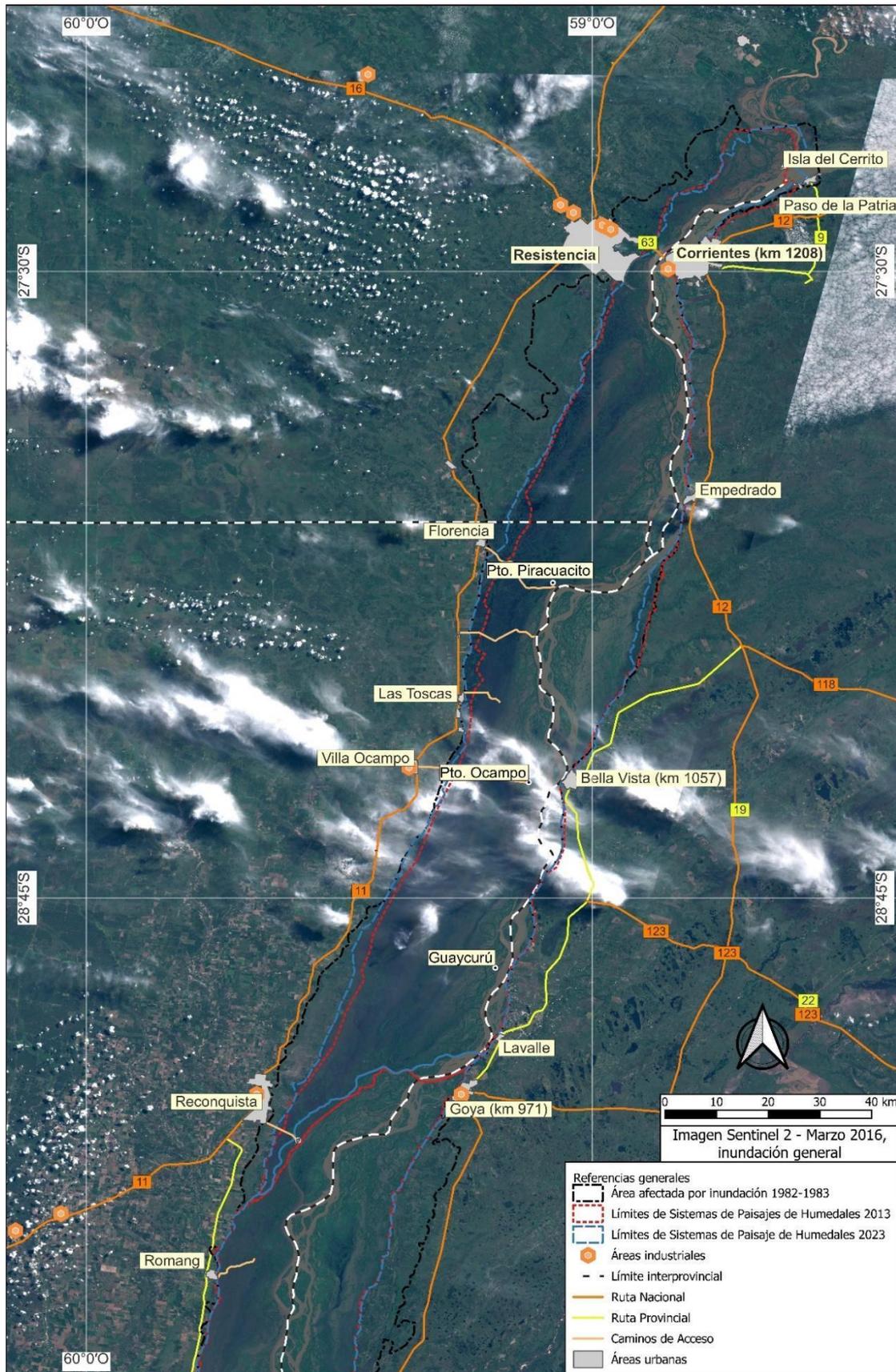


Figura 1.2.1.A. Límites de los SPH considerados en este documento con relación a los definidos originalmente por Minotti et al. (2013) y al área cubierta por aguas de inundación fluvial durante la crecida extrema de 1982-1983, Sector Norte.

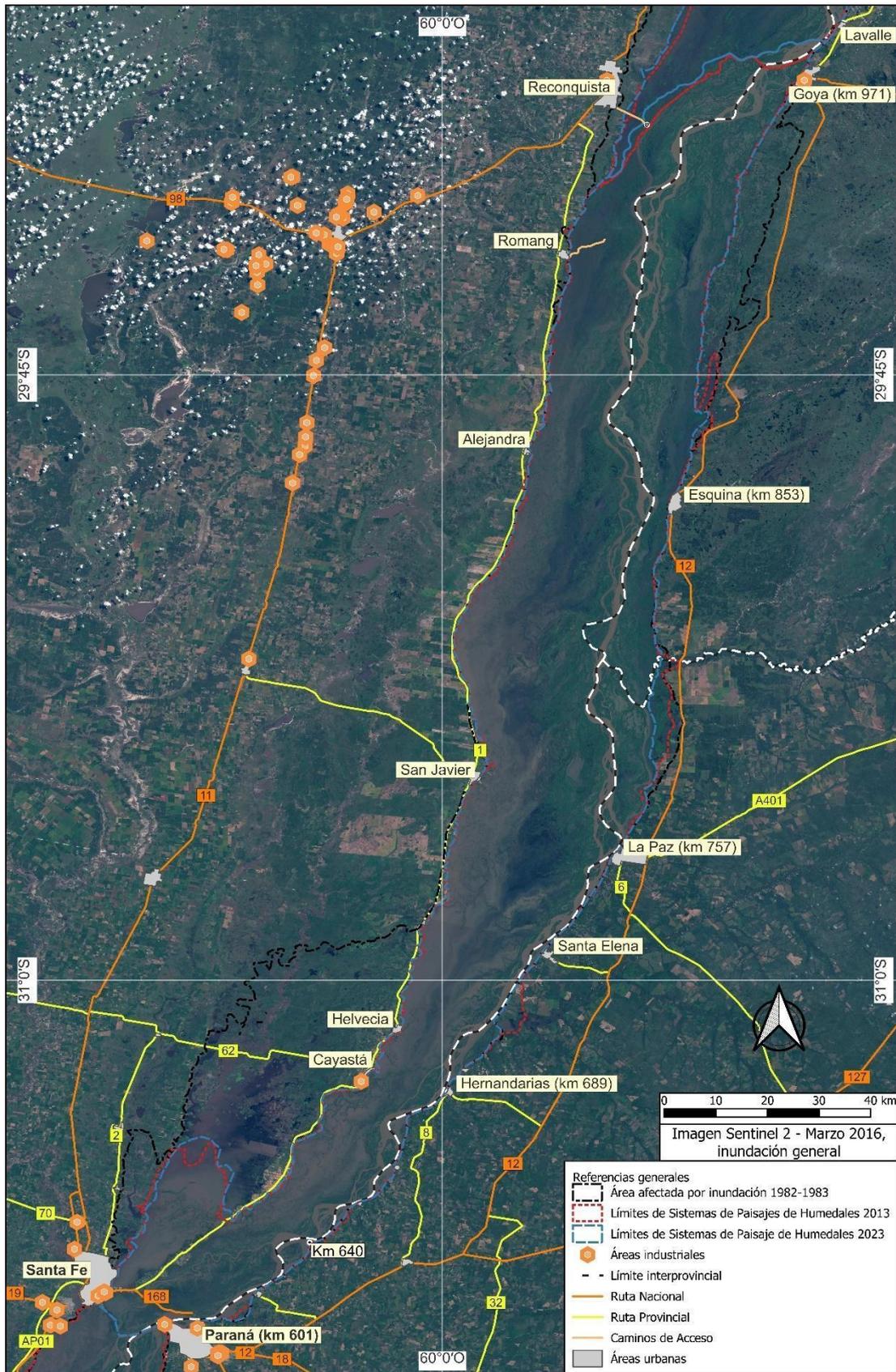


Figura 1.2.1.B. Límites de los SPH considerados en este documento con relación a los definidos originalmente por Minotti et al. (2013) y al área cubierta por aguas de inundación fluvial durante la crecida extrema de 1982-1983, Sector Sur.

Esa zona podría adoptarse como la planicie de inundación del río Paraná siguiendo a Leopold et al. (1964), aunque el carácter extraordinario de su duración, por un lado, y la desvinculación de la parte oeste a Helvecia – Cayastá que introdujo la sobreelevación de la Ruta Prov. 1 y terraplenes asociados desde los años '90 (ítem 1.2.8), desaconsejan considerarla como tal a los fines de un inventario como este.

Ello se visualiza adecuadamente en la Figura 1.2.2, la cual aún, a modo de envolvente, el área ocupada por las aguas de desborde fluvial en la suma de eventos de crecida ocurridos desde 1984 a esta parte.

En consideración de tal figura y de la incumbencia más apropiada que implica el concepto de planicie aluvial en relación al proceso del INH, junto al aporte cartográfico de Ramonell (2021: 187-225) con su “Mapa de Unidades Geomorfológicas del río Paraná en su tramo medio”, que condice con la visión ecohidrogeomórfica explicitada en 1.1, **surge el tercer delineado de límites presentado en Figura 1.2.1 para los dos SPH que se abordan en este documento, y se proponen en sustitución de los de Minotti et al. (2013).**

Así considerados, una particularidad destacada de la planicie del río Paraná en la región es su marcado estrechamiento en torno al eje Cayastá – Hernandarias (km 689), cuyo ancho de 15 km significa una reducción del 50 % respecto de su valor más frecuente, de unos 30 km.

Con relación a las denominaciones de ambos SPH, nombrados originalmente como “Humedales de la planicie aluvial del río Paraná entre Confluencia y Reconquista” y “Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas” por Minotti et al. (2013), como se mencionó anteriormente, se propone red denominarlos destacando en forma pareja sus atributos distintivos, tanto en lo que concierne a sus topónimos de ubicación espacial como, fundamentalmente, los que motivaron su diferenciación al Nivel 2 del INH, esto es: la presencia característica de amplios parches con relieves aterrizados (o sobreelevados) en el primero de ellos que, con elementos geomorfológicos de mayor antigüedad que los del resto de la planicie aluvial, quedan cubiertos por aguas de desborde durante crecidas recurrentes de dispar duración y tanto grandes como ordinarias en sus niveles máximos (e.g., las de 1992, 1998, 2016 vs. 2010 y 2013); y la existencia, en el segundo, de grandes lagunas reconocibles como tales en condiciones de aguas medias y aún bajas, y de vastas superficies donde lagunas menores coalescentes en esos niveles hidrométricos conforman extensos “enlagunamientos” ya desde niveles medios-altos, incluso previos al desborde generalizado desde el cauce principal y los cauces secundarios mayores de este sistema fluvial.

De esta manera, y en el orden en que se citaron arriba, **los nuevos nombres que se proponen para designar los dos SPH son “Humedales del río Paraná con Relieves Aterrizados entre Confluencia y Reconquista” y “Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria”, respectivamente.**

Para concluir esta presentación del área que se informa, vale mencionar que la misma ha sido profusamente considerada en innumerables antecedentes tanto académicos como técnicos iniciados desde principios del siglo XX y aún antes por naturalistas locales y viajeros de renombre. Se destacan tres extensos compendios en los últimos 50 años: el de la calidad de las aguas fluviales de Bonetto (1976) y los cinco manuales multidisciplinares editorializados por Paoli y Schreider (2000, 2020 y 2021) e Iriondo et al. (2007), de orientación principalmente física e ingenieril el primero, y limnológica (en su acepción más amplia) el segundo.

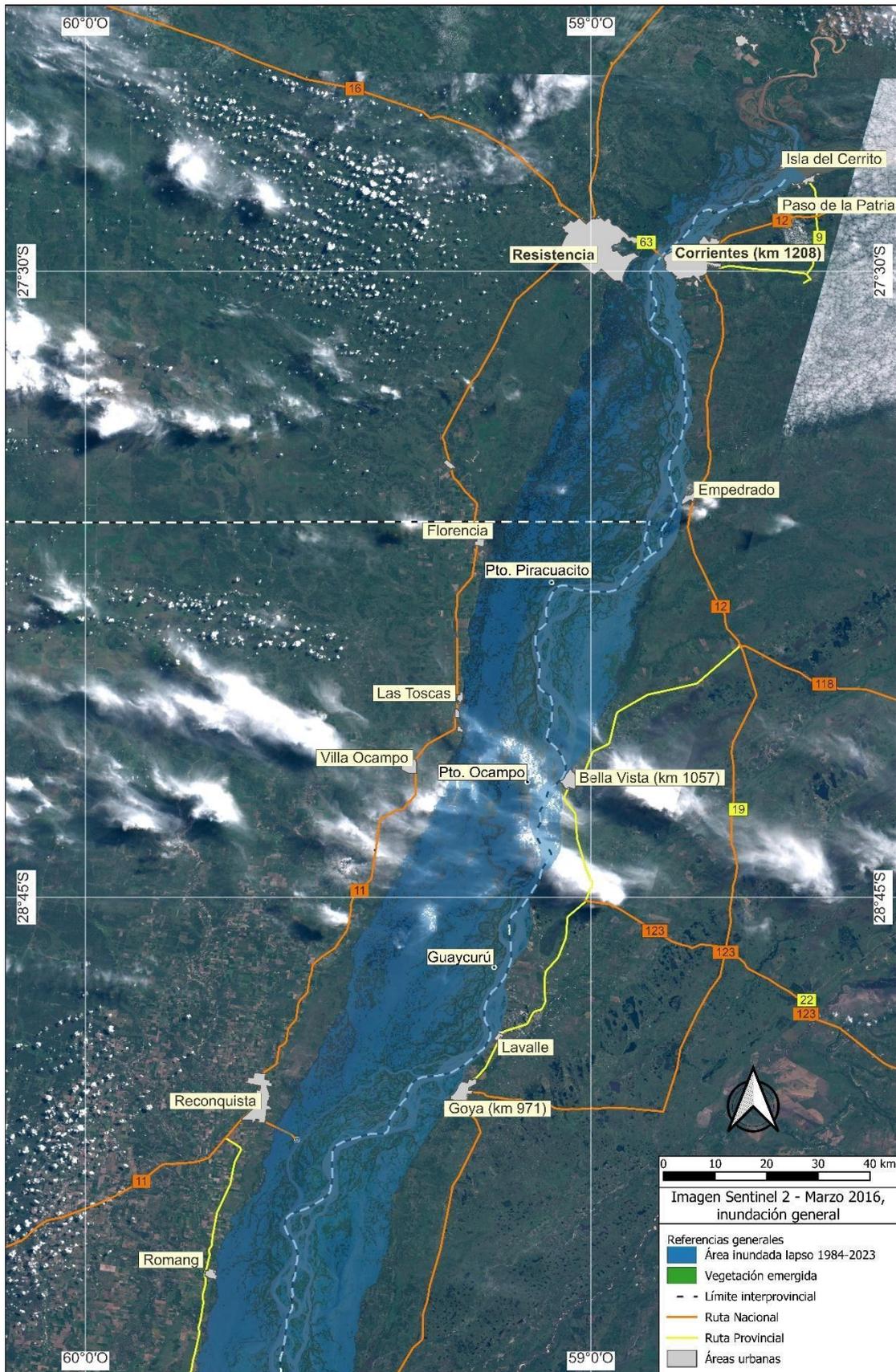


Figura 1.2.2.A. Área cubierta por aguas de inundación fluvial en la suma de crecidas ocurridas desde 1984 a la actualidad, Sector Norte. Producto elaborado mediante el uso de la plataforma Google Earth Engine (GEE, referida en 2.1.4).

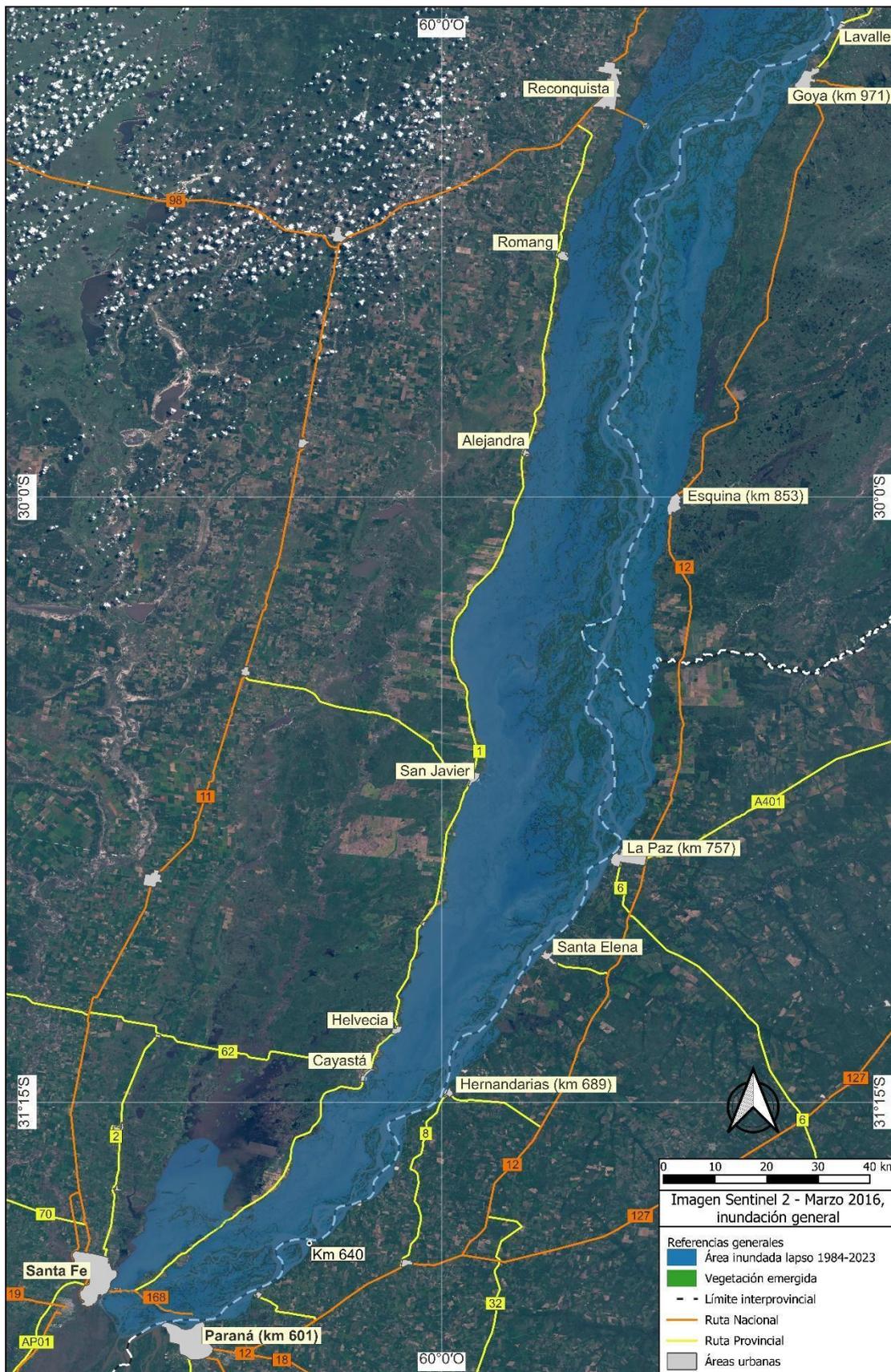


Figura 1.2.2.B. Área cubierta por aguas de inundación fluvial en la suma de crecidas ocurridas desde 1984 a la actualidad, Sector Sur. Producto elaborado mediante el uso de la plataforma Google Earth Engine (GEE, referida en 2.1.4).

En ese contexto, ya las más tempranas de las publicaciones post-1970 fueron preclaras en resaltar un rasgo sobresaliente del río Paraná en el área de análisis: el de estar compuesto por

un mosaico heterogéneo de unidades geomorfológicas fluviales y fluvio-lacustres, sujetas a la dispar influencia de una miríada de cauces interconectados de diferente tamaño, y a los fenómenos de inundación desde el cauce principal junto a aquellos hacia las partes más alejadas de la planicie.

1.2.1. Aspectos geográficos generales

El relieve regional de la planicie aluvial aguas abajo de la confluencia del río Paraguay puede visualizarse a través del Modelo Digital de Elevación (MDE) de la Figura 1.2.1.1 y del Modelo de Elevación Relativo (MER) de la Figura 1.2.1.2, confeccionados a partir del MDE-Ar del Instituto Geográfico Nacional (IGN) en la manera que se explicita en el ítem 2.1.3.

La planicie aluvial posee cotas IGN de algo menos que 50 m.s.n.m. en Corrientes (km 1208 de la ruta de navegación) y disminuye hasta los 10 a 13 m.s.n.m unos 500 km al sur, en Paraná (km 601).

La pendiente regional no es uniforme en esa extensión y se han individualizado diferentes segmentos (Ramonell 2021), desde aguas arriba a abajo:

- a) el que llega hasta inmediaciones del eje Goya (km 971) – Reconquista, de 6,5 cm/km de pendiente media,
- b) otro de mayor declive (9,2 cm/km) y 120 km de longitud, que finaliza algo al norte de la desembocadura del río Guayquiraró, entre Alejandra y San Javier,
- c) luego del cual hay un tramo casi sub-horizontal de planicie hasta la última localidad,
- d) aguas abajo de San Javier se distingue una traza cóncava que se vuelve asintótica o sub-horizontal, y finaliza con un resalto topográfico en contrapendiente a la latitud de Hernandarias (km 689) – Cayastá; el resalto es menor, pero de primer orden dado la pendiente de la planicie, mensurable también en cm/km.
- e) al sur de Cayastá se repite un segmento cóncavo similar al (d) que culmina en un tramo de planicie más alta que las lindantes al norte y sur, que se inicia en el sitio donde coexisten tres brazos secundarios de importancia de este sistema fluvial, los “ríos” San Javier y Colastiné y el A^o Leyes (Figura 1.2.B), en inmediaciones de Cerrito (km 640).

De acuerdo a los datos presentados en Soldano (1947) y en Ramonell y Cristina (2014), el cauce principal repite, con valores menores, la distribución espacial de pendientes longitudinales descripta previamente.

En cuanto a pendientes transversales, el rasgo sobresaliente es que una franja en torno al cauce principal del río está ordinariamente sobre-elevada respecto del resto de la planicie, lo que se vuelve más marcado aguas abajo del eje Reconquista – Goya en la Figura 1.2.1.1, y es más fácil de advertir en el MER de toda el área de análisis (Figura 1.2.1.2).

Si bien los desniveles del MDE y el MER están influidos por el porte de la vegetación dominante en las diferentes partes de la planicie (la arbórea es, comúnmente, más abundante en las islas modeladas por el cauce principal, mientras que en áreas más distantes suele predominar la herbácea, de menor altura), Ramonell (2021) destaca, a partir de examinar relevamientos topográficos detallados realizados en oportunidad de obras ingenieriles de cruce del río, que los terrenos en torno al cauce principal están, término medio, entre algunos decímetros a alrededor de 2 m por encima de otras partes de la planicie, en una misma sección transversal.

Ello implica la existencia de sectores de la planicie aluvial en los que las pendientes transversales llegan a ser de un orden de magnitud mayor que las longitudinales del sistema fluvial.

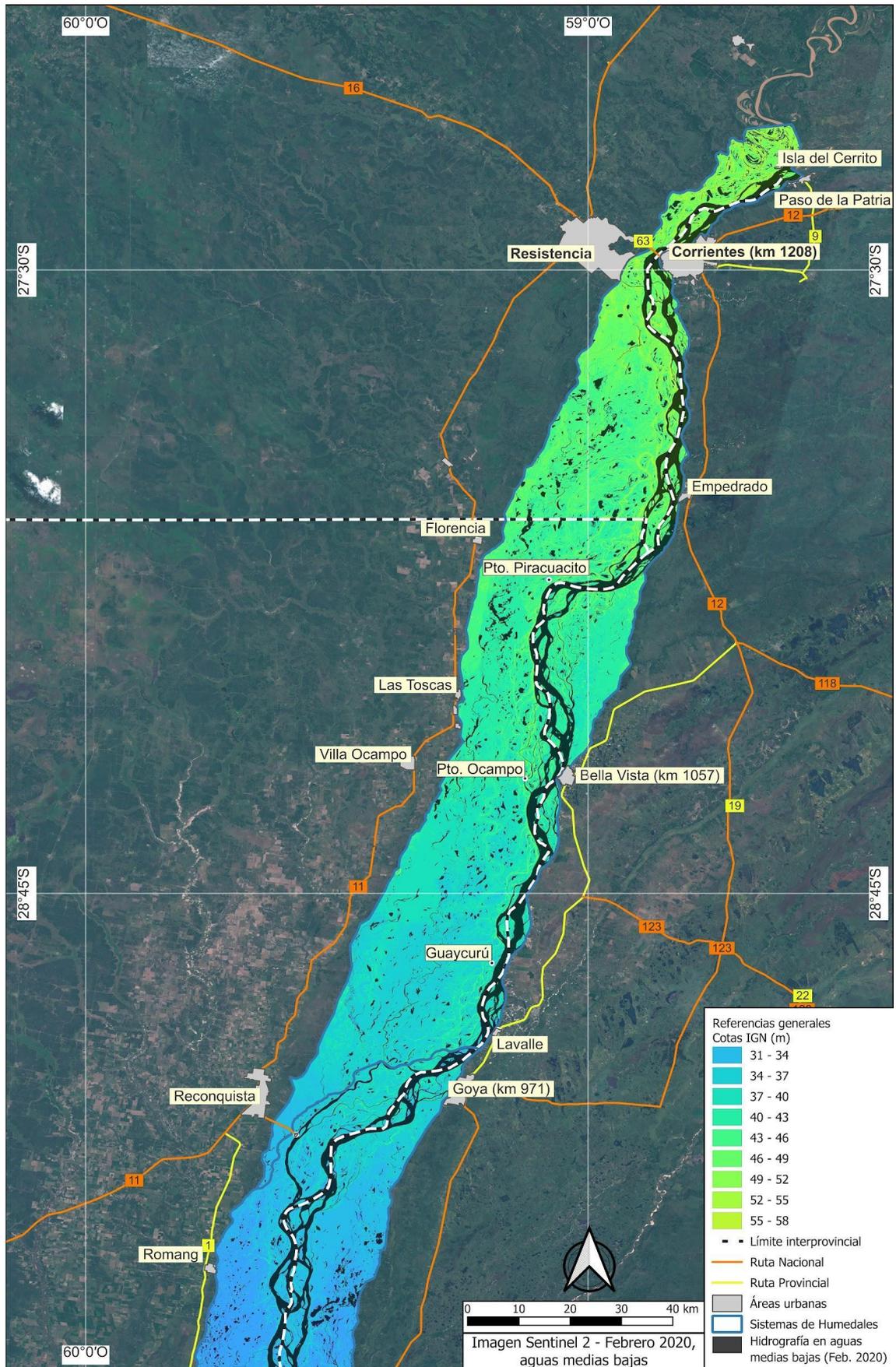


Figura 1.2.1.1.A. Modelo Digital de Elevación (MDE) del área de análisis, Sector Norte.

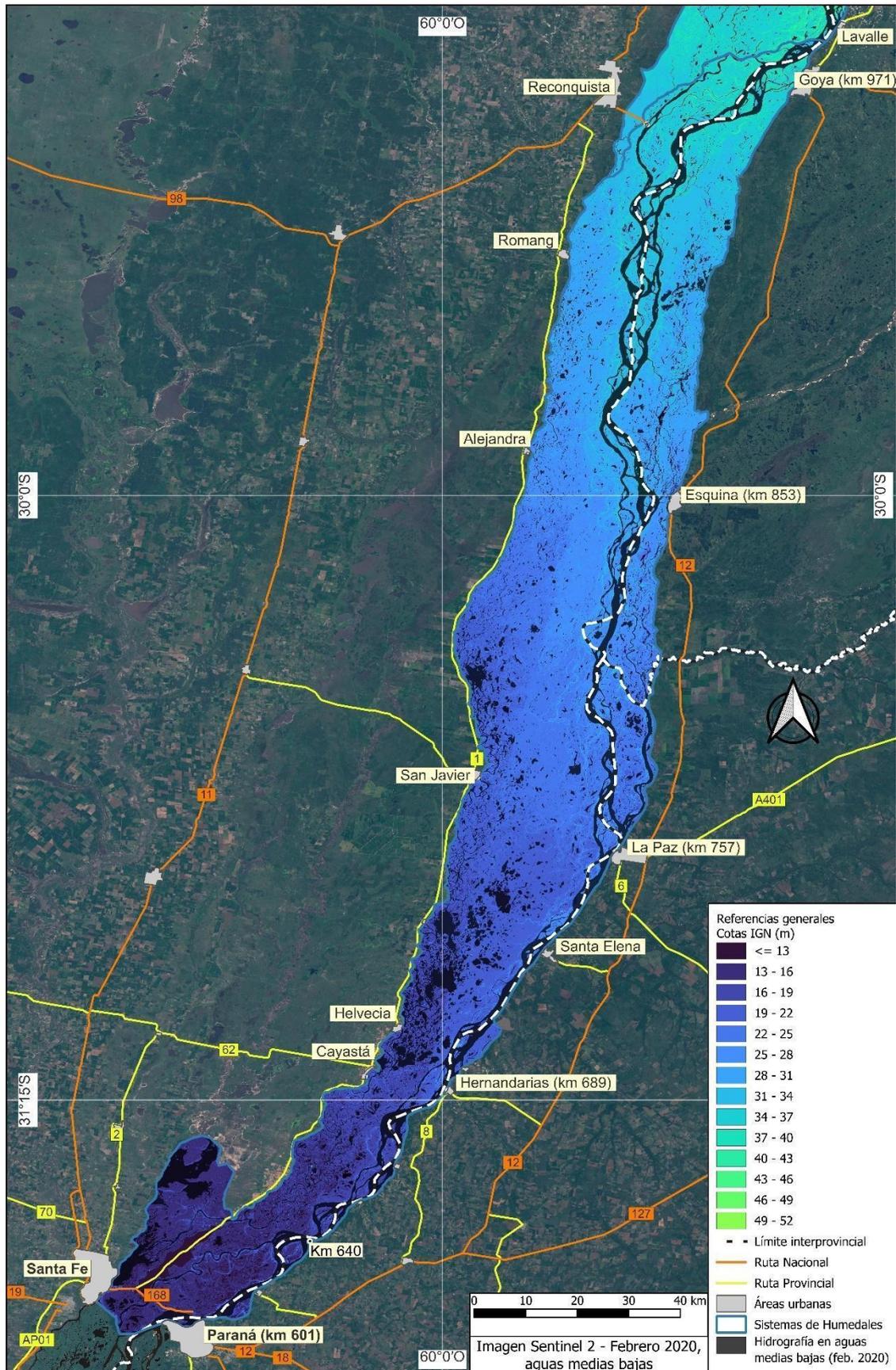


Figura 1.2.1.1.B. Modelo Digital de Elevación (MDE) del área de análisis, Sector Sur.

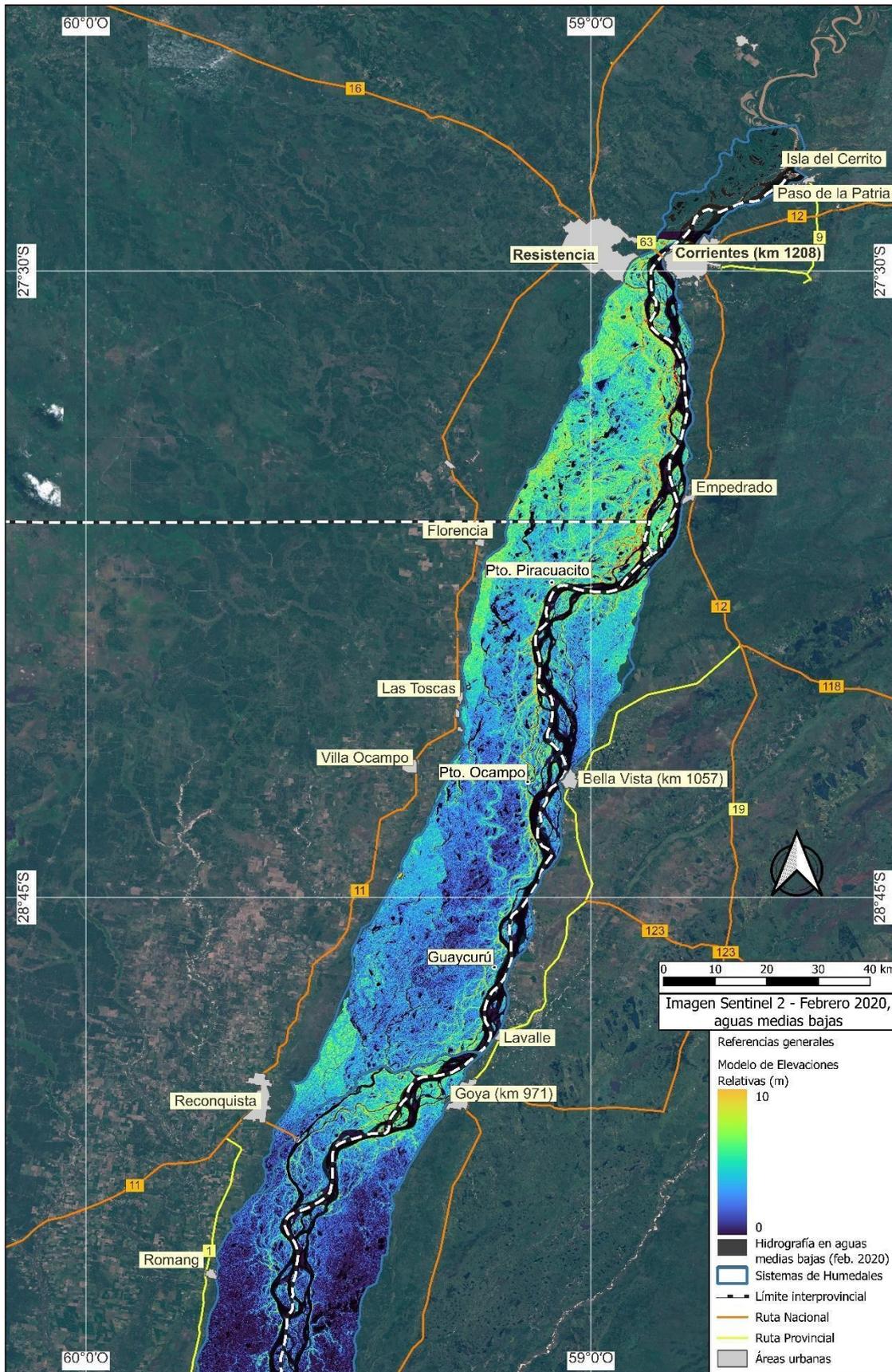


Figura 1.2.1.2.A. Modelo de Elevación Relativo (MER), Sector Norte.

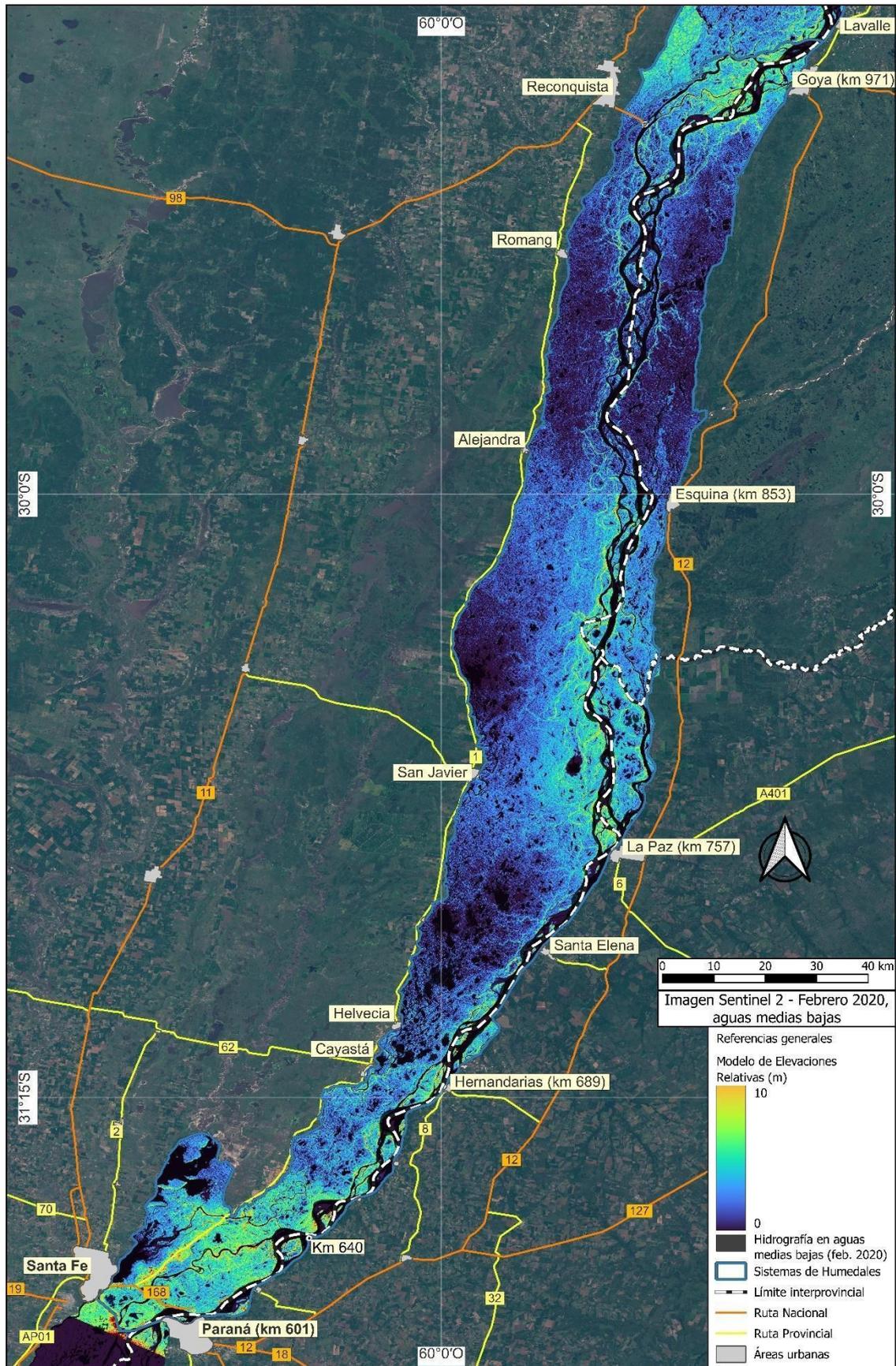


Figura 1.2.1.2.B. Modelo de Elevación Relativo (MER), Sector Sur.

En ese sentido, Ramonell (2021) refiere para la sección transversal de Cerrito (km 640) – A° Leyes desniveles netos de unos 3 m entre las islas del cauce principal y las lagunas en que

desagua el Leyes (lagunas Setúbal y El Capón), lo que implica pendientes medias de la planicie en torno a este cauce de poco más que 16 cm/km, incluso.

El funcionamiento ecológico de un sistema de la llanura aluvial debe considerarse de manera multidimensional, incorporando cambios laterales, longitudinales y verticales, como también temporales. Dentro de esta matriz multidimensional, el transporte de materia orgánica, los flujos de energía y el material genético tienen importancia fundamental para el funcionamiento del sistema fluvial como estructura ecológica (Collins et al. en Paoli y Schreider 2021). Uno de los condicionantes abióticos del funcionamiento ecológico de la planicie es la climatología, que tiene influencia en la dinámica hídrica y geoquímica, a través de variables como la precipitación, la temperatura, la intensidad de luz solar, entre otras (Maciel-Mata et al. 2015).

El Paraná Medio se encuentra en el sector sur de la Cuenca del Plata. Los patrones de precipitaciones de esta cuenca son complejos debido a la ubicación geográfica, extensión y topografía. En un contexto climático regional, y contemplando las perturbaciones locales, se identifican diversos regímenes de precipitaciones dentro de la cuenca y sus alrededores. Al considerar la variación anual de la precipitación, se observa la escasez pluvial en el invierno (junio-agosto) en la mayor parte de la cuenca, lo cual se debe a que durante dicha estación el anticiclón del Atlántico se extiende sobre el continente para unirse con el anticiclón del Pacífico (García 1994 en Paoli y Schreider 2000). El resultado es la supresión de los procesos convectivos y, en consecuencia, de las lluvias.



Foto: Francisco Firpo Lacoste

La distancia entre el eje Corrientes/Resistencia y Paraná-Santa Fe es alrededor de 500 km lineales con leve dirección NE-SO. Aproximadamente 425 km separan el límite norte de la provincia de Santa Fe cercano a la localidad de Florencia, y el eje Paraná-Santa Fe. El atlas climático de Argentina elaborado por el Servicio Meteorológico Nacional-SMN (Figura 1.2.1.3) indica un marcado gradiente longitudinal de la precipitación anual pero también una disminución gradual de la misma en dirección NE-SO. La temperatura media anual en cambio

muestra un claro gradiente latitudinal, también con una leve orientación NE-SO, en coincidencia con el eje del río Paraná Medio.

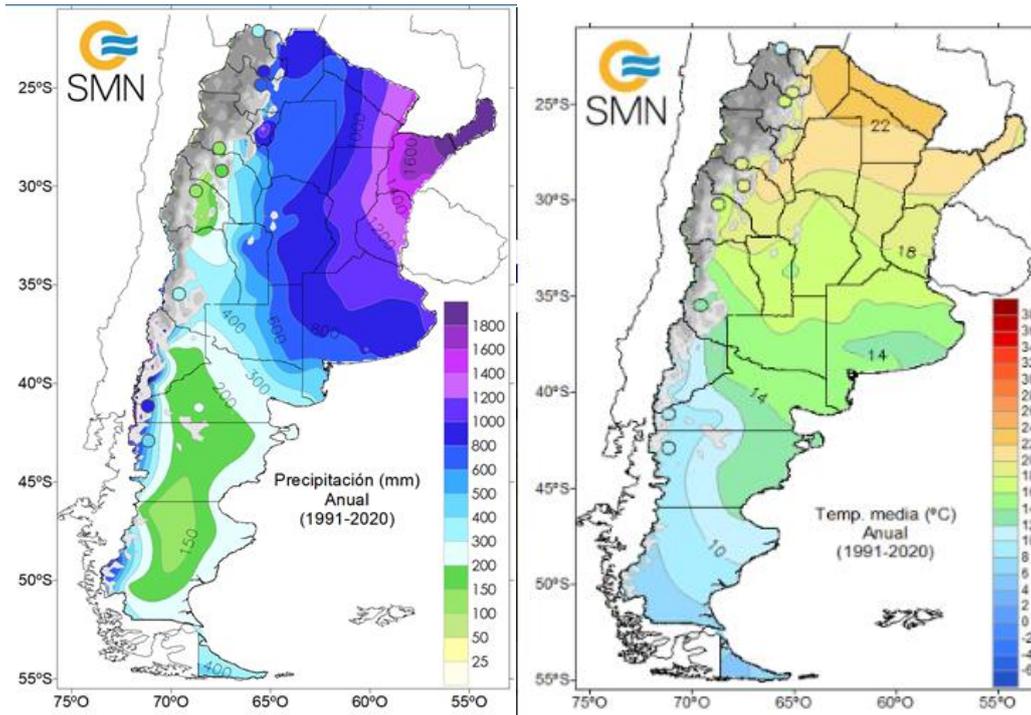


Figura 1.2.1.3. Atlas climático de la República Argentina -Serie normal 1991-2020 (<https://www.smn.gov.ar/clima/atlasclimatico>).

La variación estacional de la precipitación evidencia la ocurrencia de una estación seca (el invierno), y una estación muy lluviosa (el verano) la que, dependiendo de la ubicación geográfica, comienza antes del inicio del verano y finaliza entrada el otoño (Figura 1.2.1.4). La variación estacional de la temperatura media mantiene el gradiente latitudinal, con registros térmicos comparables en otoño y primavera, y extremos cálidos y fríos en verano e invierno, respectivamente (Figura 1.2.1.5).

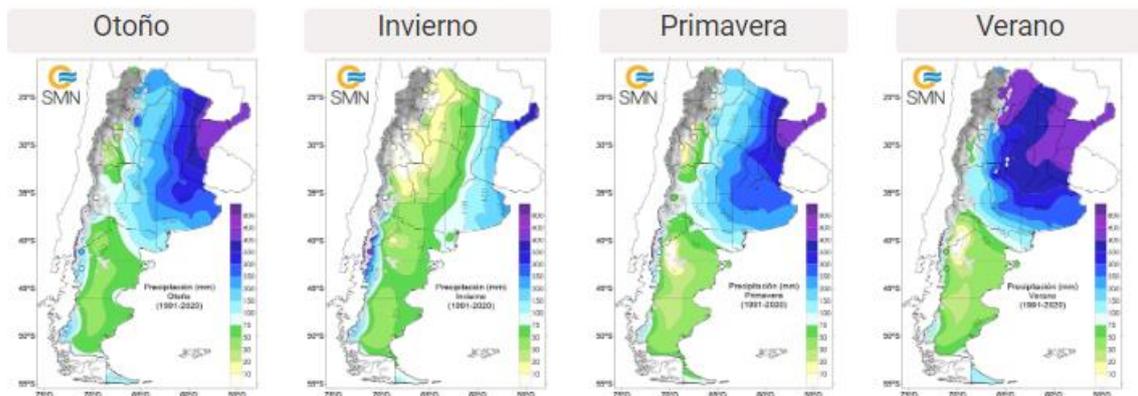


Figura 1.2.1.4. Distribución estacional de la precipitación de la República Argentina – Serie normal 1991-2020 (<https://www.smn.gov.ar/clima/atlasclimatico>).

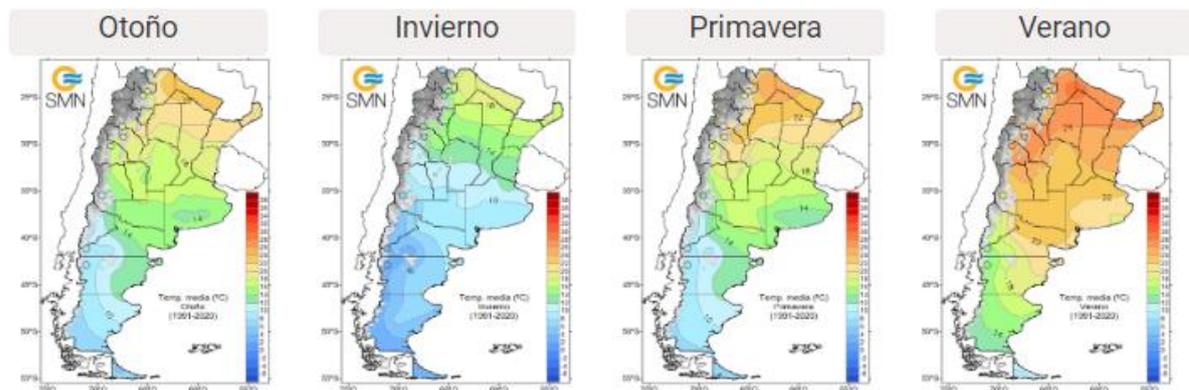


Figura 1.2.1.5. Distribución estacional de la temperatura de la República Argentina – Serie normal 1991-2020 (<https://www.smn.gob.ar/clima/atlasclimatico>).

Según datos medidos por Iriondo (2010), la gran masa de agua fluvial tiene influencia sobre algunas variables climáticas como la temperatura media, que en la planicie es superior a la del entorno en casi 2 °C. Collins et al. (en Paoli y Schreider 2021) también destacan que la enorme masa de agua que fluye a través de un sistema de múltiples cauces y lagunas impone características propias a la planicie.

Además de los claros patrones climáticos regionales mencionados, se distinguen ciertos rasgos de la temperatura y la precipitación a escala subregional que involucran al SPH “Humedales del río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista” y al SPH “Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria”. Los mismos surgen del análisis de datos meteorológicos del período 1991-2020 de estaciones del SMN, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA y la Red Hídrica Nacional-RHN (estas últimas disponibles en el Sistema Nacional de Información Hídrica-SNIH) ubicadas en los dos sistemas.

El ancho promedio de la planicie aluvial del Paraná Medio es 30 km, aunque con variaciones según la latitud. La precipitación media anual es levemente menor en la margen derecha del sistema que en la margen izquierda. Por ejemplo, la precipitación media anual en las localidades de Resistencia (MD) y Corrientes (MI) es 1.393,1 mm y 1.455,1 mm, respectivamente; en Villa Ocampo (MD) y Bella Vista (MD) es 1.305 mm y 1.377,7 mm, respectivamente; en Santa Fe (Sauce Viejo, MD) y Paraná (MI) es 1.075,8 mm y 1.154,8 mm, respectivamente. Por ende, la precipitación a lo ancho del valle, en toda su longitud N-S disminuye hacia el oeste entre 21 mm y 26 mm cada 10 km. En el ANEXO 1 se complementa el presente análisis climático de los dos sistemas estudiados.

Con relación a la hidrografía del área de análisis, la misma se expone en la Figura 1.2.1.6, en la que también se incluyen, con traza exagerada y homogénea, los cursos tributarios locales por margen derecha (oeste) e izquierda (este) de la planicie aluvial.

A pesar de su edición a pequeña escala, la Figura 1.2.1.6 permite discernir la miríada de lagunas y de cursos subordinados al cauce principal que conforman la red hidrográfica interna de la planicie, comúnmente referidos como los “cauces secundarios” de este sistema fluvial.

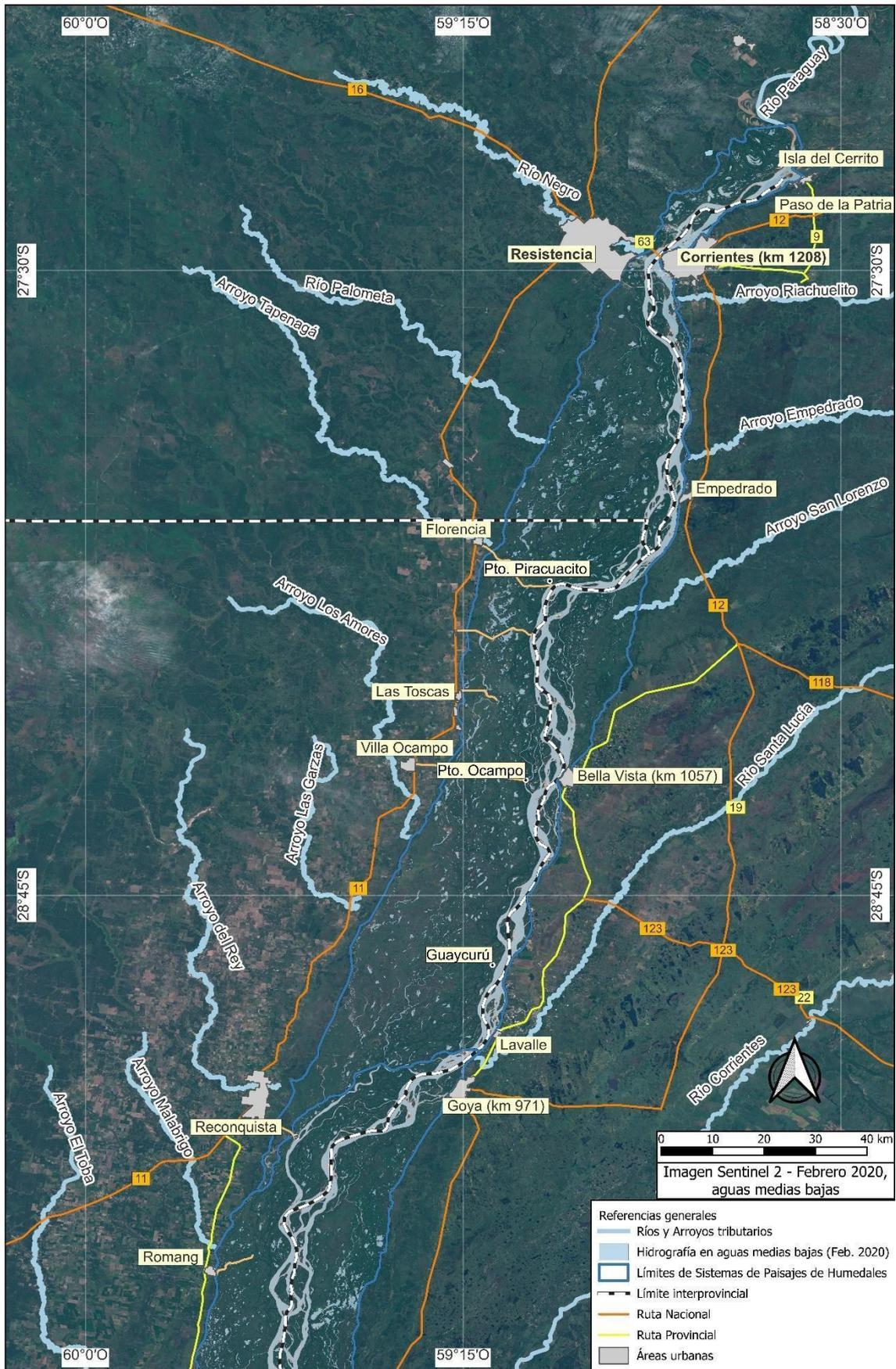


Figura 1.2.1.6.A. Tributarios locales e hidrografía propia del área de análisis, Sector Norte.

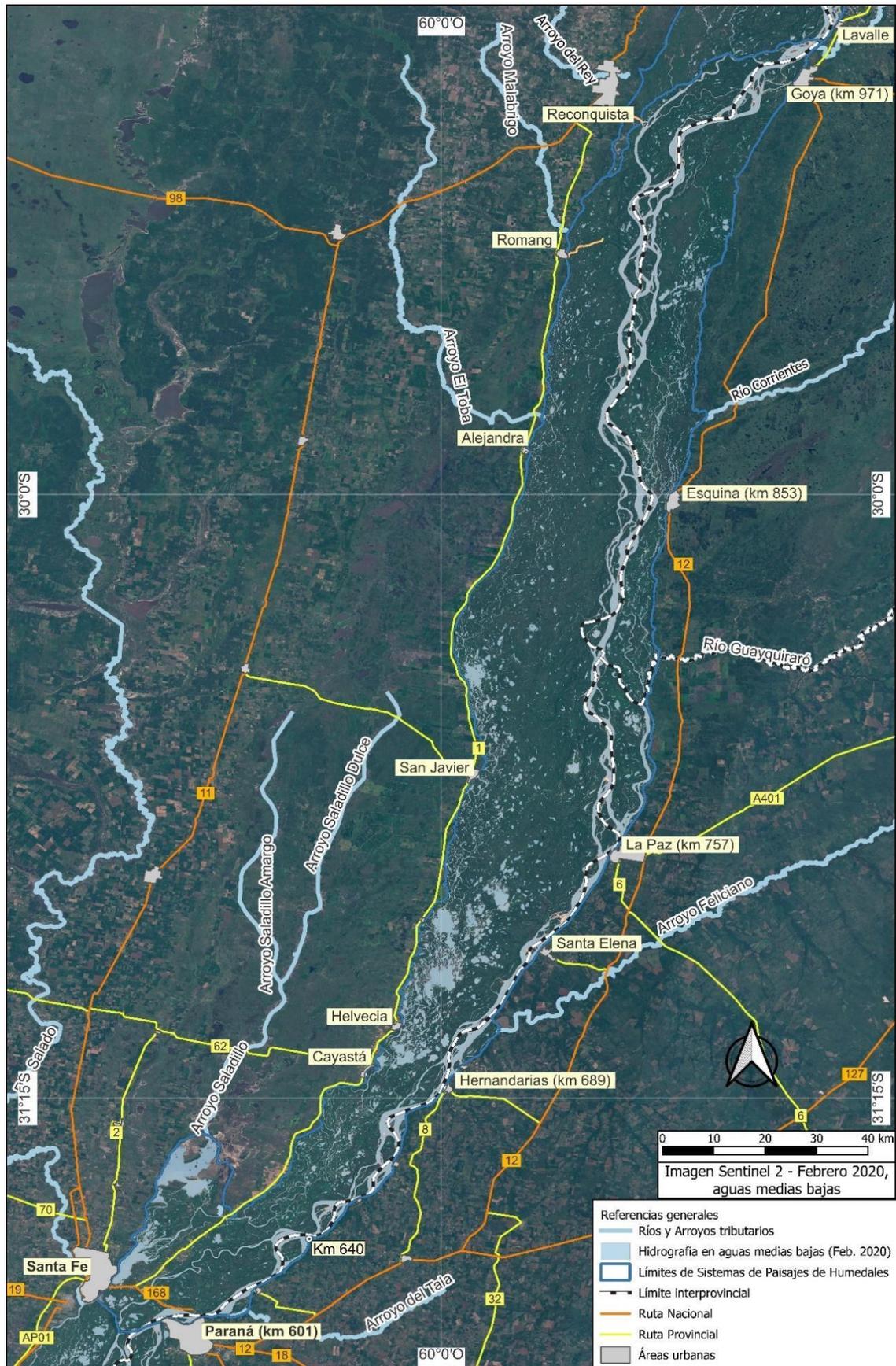


Figura 1.2.1.6.B. Tributarios locales e hidrografía propia del área de análisis, Sector Sur.

Tal como lo establecieron Minotti et al. (2013) y Paira (2017), la cantidad y las dimensiones de las lagunas fluviales aumentan aguas abajo de una franja de planicie en torno al eje Goya – Reconquista, la cual marca el “límite” de los dos SPH abordados en este estudio.

El entrecomillado previo destaca sólo que la demarcación de tal divisoria entre los SPH, dibujada con una línea en las figuras regionales precedentes, representa una aproximación conveniente más que una real o precisa en términos físicos y bióticos, ya que la delimitación interna al Nivel 2 del inventario arrastra en sí lo difuso de los límites de sus UPH, como se discutiera en 1.1.2.

Con todo, en torno a esa faja ubicada hacia la latitud de Goya – Reconquista es donde la pendiente longitudinal del río se incrementa respecto de la inmediata al norte y dejan de aparecer, aguas abajo, los amplios parches de relieves aterrazados antiguos, a la par que se reconocen en mayor extensión las áreas con múltiples cuerpos leníticos coalescentes y las grandes lagunas de varias decenas de km² de superficie (e.g., Las Nieves, El Capón y Setúbal, entre otras), que tienen en común una gran elasticidad de sus márgenes en ciclos anuales e interanuales y profundidades someras, de unos 2 a 3 m en condiciones de aguas medias.

Respecto de los cauces secundarios, vale aclarar que esta es una denominación genérica que incluye a todos los cursos menores al cauce principal, al cual diferentes investigadores o profesionales, en general, no identifican de igual manera.

Ello, debido a que el cauce principal suele dividirse en dos o más brazos importantes (en anchura) en torno a islas, entre las que puede haber cursos más angostos sino de muy menor caudal comparado al de aquellos brazos, reconocibles por una u otra razón también como cauces secundarios.

Ramonell (2021) ha tratado este asunto desde una perspectiva morfodinámica histórica, dando pautas para diferenciar los brazos que corresponden al cauce principal de los que no, a la vez de proponer una clasificación genética, morfológica y funcional de los cauces secundarios en el área de estudio, en la que reconoció 12 variedades de estos. Entre el 15 % y alrededor del 35 % del flujo de inundación durante las crecidas del río en inmediaciones del eje Santa Fe - Paraná fue evacuado por sus cauces secundarios, en los últimos 40 años.

Precisamente, la Figura 1.2.1.7 compara los cauces activos de esa área en aguas bajas de los años 1954 vs. 2009, resaltando los cursos que desaparecieron (por colmatación completa o por cierre de sus embocaduras transformándose, en este caso, en lagunas en cauces abandonados) y los que se desarrollaron (o reactivaron por capturas de otros cursos) hacia el final del período.

En una primera aproximación, se visualiza en la figura cierta correspondencia entre la cualidad y cantidad de esas modificaciones y la distribución de zonas altas y bajas en la planicie ilustradas por el MER de Figura 1.2.1.2, siendo en las últimas donde ocurrieron la mayoría de las aperturas.

Lo hasta aquí descrito pone en relieve la importancia biótica, geomorfológica, social y económica que representan los cauces secundarios al posibilitar la conexión y distribución de aguas, sedimentos y demás nutrientes en todo el ancho de la planicie, incluyendo en ella a las lagunas con las que se conectan en niveles de aguas medias y bajas.

En ese sentido, las variaciones hidrológicas ordinarias de este vasto sistema fluvial introducen cambios más o menos significativos en la configuración de su hidrografía y el escurrimiento al modificarse los niveles hidrométricos aún en menos del 50 % de su fluctuación anual ordinaria, como queda ilustrado en la comparación “instantánea” de la Figura 1.2.1.8, donde se ponen

de manifiesto las influencias de los declives (y resaltos) longitudinales y transversales de la planicie aluvial explicados al inicio del ítem.

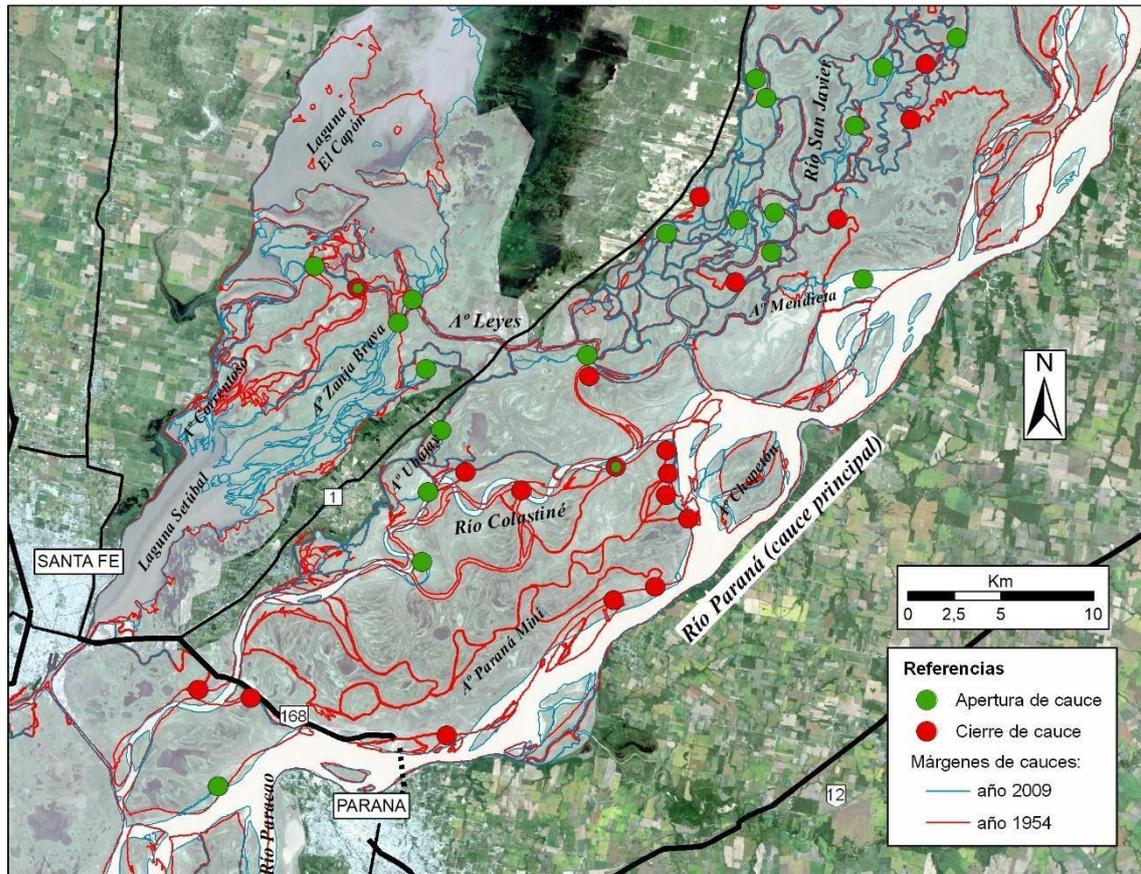


Figura 1.2.1.7. Hidrografía del río Paraná al N de Santa Fe – Paraná en 1954 y 2009; los círculos indican sitios de cambios en los cauces secundarios hacia 2009 (modificado de Alberdi y Ramonell, 2013; se indica la reactivación –léntica a lótica– del A° Paraná Mini, en curso actualmente desde el Colastiné). Ramonell (2021) identificó a los cursos alimentados directamente por el cauce principal como “cauces secundarios del cauce principal” (por ejemplo, arroyos Chapetón, Mendieta, “ríos” Colastiné, Paracao, etc.), y a los restantes, de conexión indirecta, como “cauces secundarios de la planicie” (por ejemplo, río San Javier, arroyos Leyes, Ubajay y Zanja Brava, entre otros).

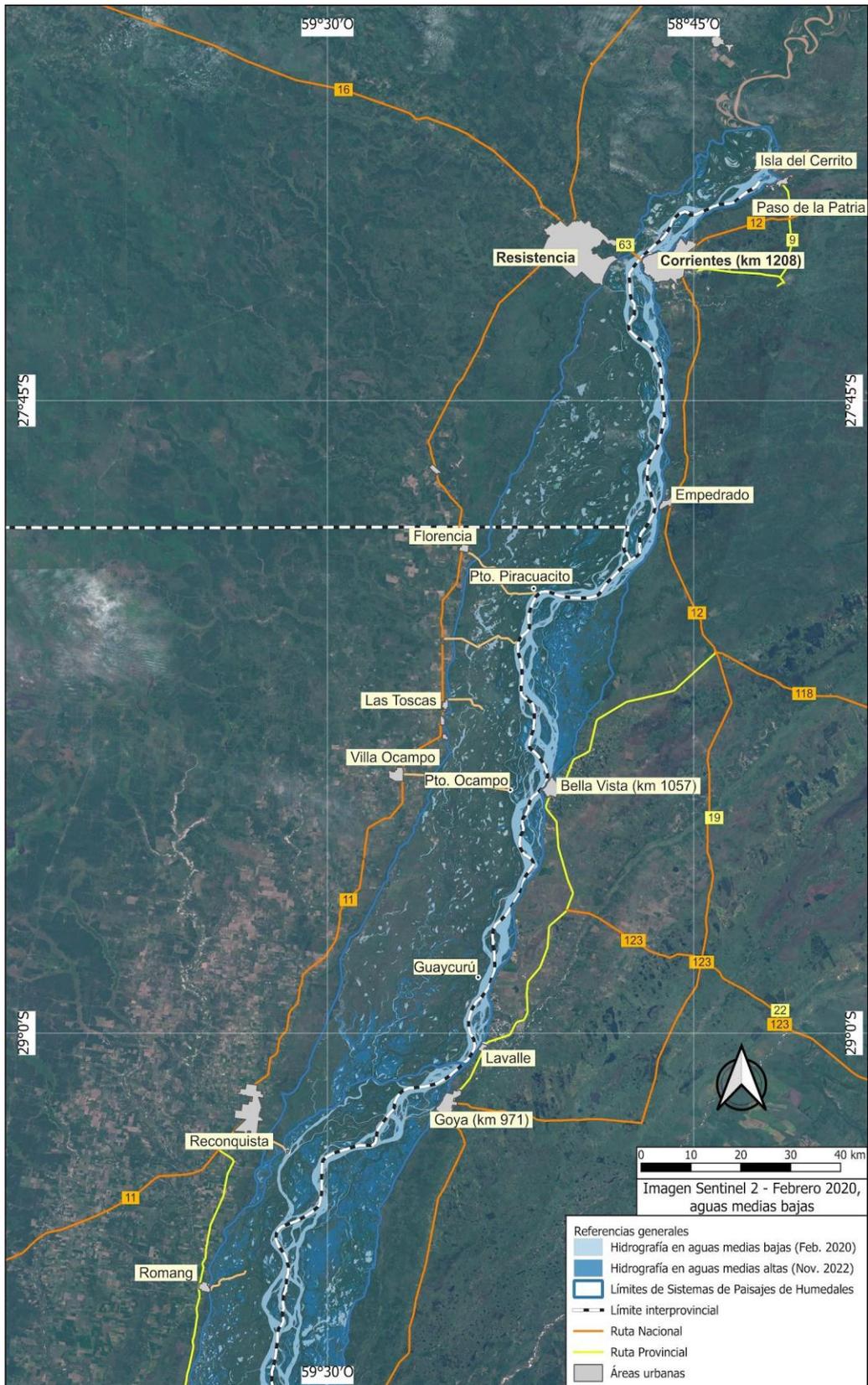


Figura 1.2.1.8.A. Comparativo de la hidrografía del área de análisis en febrero de 2020 (rango mensual de alturas hidrométricas en Corrientes, HhPC: 2,49 – 3,07 m; y Paraná, HhPP: 2,18 – 2,74 m) y noviembre de 2022 (rango de HhPC: 4,68 – 3,43 m; HhPP: 3,35 – 3,06 m), Sector Norte.

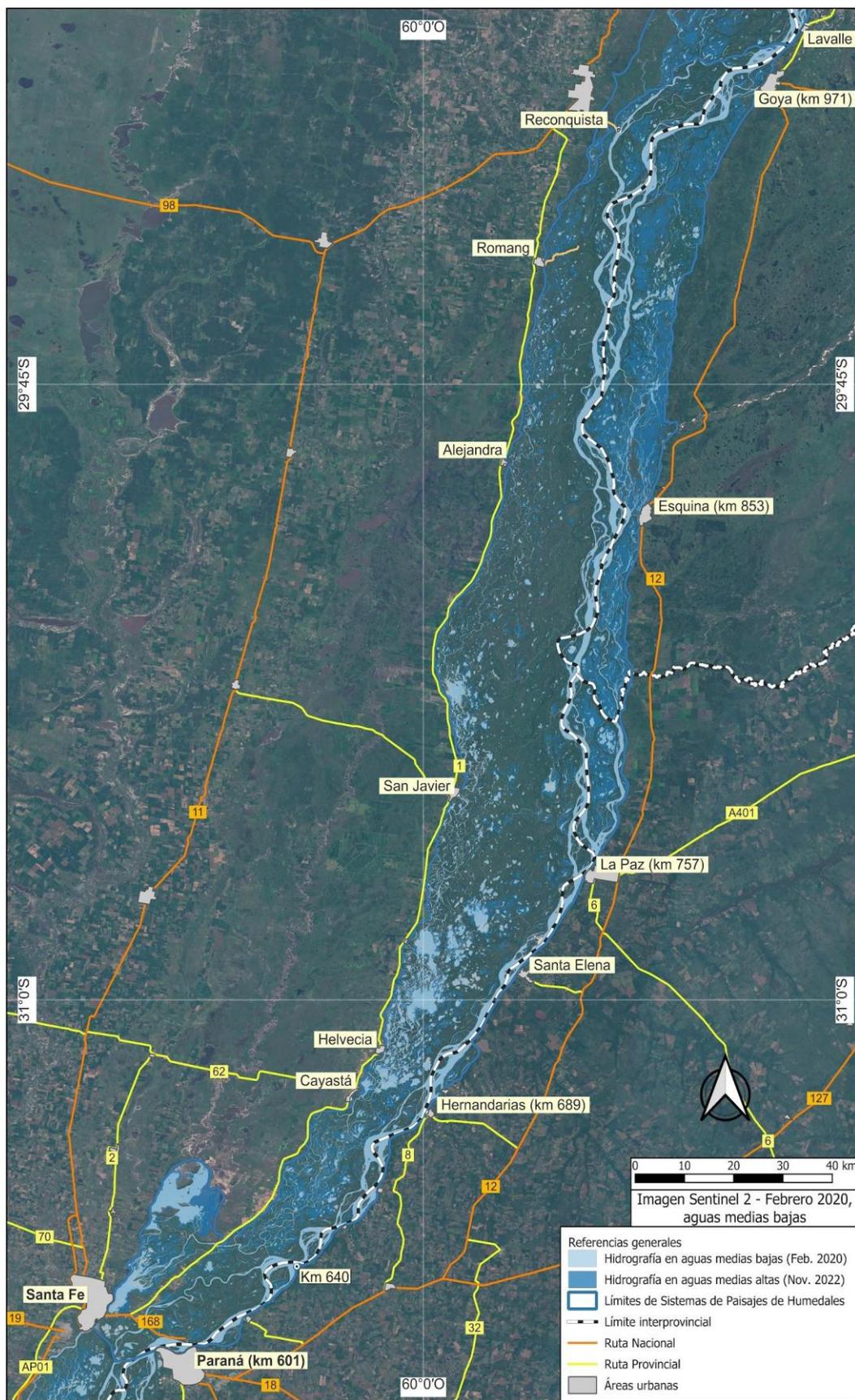


Figura 1.2.1.8.B. Comparativo de la hidrografía del área de análisis en febrero de 2020 (rango mensual de alturas hidrométricas en Corrientes, HhPC: 2,49 – 3,07 m; y Paraná, HhPP: 2,18 – 2,74 m) y noviembre de 2022 (rango de HhPC: 4,68 – 3,43 m; HhPP: 3,35 – 3,06 m), Sector Sur.



Cauce principal (al fondo) y brazo secundario asociado en torno a una isla al norte de Pto. Piracuacito. Foto: Alejandro Giraudo.

1.2.2. Hidrología y calidad de aguas

Una particularidad del sistema hidrográfico interno del Paraná aguas abajo de la confluencia con el río Paraguay es su homogeneidad en término de caudales líquidos, ya que los aportes de cursos tributarios propios del tramo son reducidos, del orden del 5 % en cuanto a caudales medios, y prácticamente despreciables en las situaciones de crecida del río (Giacosa et al. 2000, Paoli y Cacik 2000 en Paoli y Schreider, 2020).

Así, los valores aforados en Corrientes, único sitio del tramo donde el caudal fluye en un solo cauce, son representativos del flujo en el tramo entero, y los datos de tal sección han sido utilizados históricamente para caracterizarlo debido a la mayor disponibilidad de mediciones respecto de cualquier otro sector del río ubicado más al sur.

De acuerdo a los autores referidos, el caudal medio máximo ocurre, en términos estadísticos, en febrero - marzo ($21.000 \text{ m}^3/\text{s}$) y el mínimo en agosto - septiembre ($13.000 \text{ m}^3/\text{s}$).

Las crecidas son determinadas por el área brasileña de la cuenca, incluso los picos que suelen suceder entre mayo y julio, a veces como máximos secundarios de un evento de inundación o, en menos ocasiones, como el principal.

Aquellos autores establecieron, además, que el promedio de caudales máximos anuales es de unos $30.000 \text{ m}^3/\text{s}$; es alrededor de este valor que suceden, efectivamente, las crecidas con inundación más frecuentes (u ordinarias) del tramo medio.

La distribución espacial del fenómeno de inundación durante las crecidas del río ha sido un asunto menos conocido o divulgado académicamente en los antecedentes, en parte por la dificultad de aforar el ancho completo de la planicie aluvial y su red de múltiples cauces en las secciones aguas abajo del eje Corrientes - Resistencia.

Sobre ello, Ramonell et al. (2000) mostraron que, debido a las singularidades del relieve de la planicie indicadas en el ítem previo (e.g., sobre elevación de la faja de islas en torno al cauce

principal, resaltos topográficos en contrapendiente, etc.) las inundaciones no son homogéneas ni progresivas en la dirección del escurrimiento: “mientras que el valle entre los km 640 y 590 comienza a anegarse por encima de una altura hidrométrica en la escala de Pto. Paraná, HhPP: 4,00 m, los tramos de las planicies de aguas arriba y abajo ya están inundados en diferente grado para ese nivel del agua” (Ramonell et al. 2000: 197).

Lo último tiene manifiesta incidencia en la duración diferencial “por parches” de las inundaciones y dinámica hídrica de la planicie, cuyas extensiones coinciden con las de las unidades geomorfológicas de acuerdo a lo mostrado por Marchetti et al. (2013, 2020) y Ramonell (2021).

En general, para la faja de planicie e islas formadas directamente por el cauce principal, el desborde ocurre cuando los niveles hidrométricos en Corrientes y Paraná alcanzan y se sostienen sobre los 5 m y 4 m en cada escala, respectivamente, que son los valores aproximados de cauce lleno en cada caso.

Considérese que las fluctuaciones anuales ordinarias del nivel del agua en esas localidades son de unos 4,5 m y ca. 3,5 m, respectivamente (las amplitudes máximas registradas interanualmente en Corrientes fueron de casi 10 m, y en Paraná, de unos 8,5 m, de acuerdo a los registros hidrométricos colectados desde principios del siglo XX).

Ramonell y Cristina (2014) evaluaron la propagación de crecidas con desborde generalizado en la planicie entre Corrientes y Rosario utilizando una metodología de análisis de limnigramas modificados que, además de simple, resultó ser la primera en su especie elaborada y difundida para el tramo medio. Para ello, los autores consideraron las 11 crecidas con inundación ocurridas en el tramo desde 1990 que se presentan en la Tabla 1.2.2.1, la cual permite apreciar, también, atributos de partes de las últimas crecidas (niveles máximos, duración de los desbordes, etc.) en el área del río en torno a Paraná (km 601).

Tabla 1.2.2.1. Detalle de crecidas con inundación general del tramo (desbordes del cauce principal en el entorno de Paraná mayores a HhPP: 4,70 m, i.e., 70 cm por encima del nivel de cauce lleno en la sección) consideradas por Ramonell y Cristina (2014).

Año	HhPP máxima del evento (m)	Fecha de inicio del desborde (dd-mm-aa)	Fecha de finalización del desborde	Duración del desborde (días)	Duración de la crecida (días)
2013	4,99	10-07-2013	16-08-2013	37	59
2011	4,81	09-03-2011	18-05-2011	70	113
2009-2010	5,78	10-11-2009	10-07-2010	242	229
2007	5,46	30-01-2007	21-04-2007	81	160
1998	6,72	23-10-1997	26-07-1998	276	314
1997	5,95	03-01-1997	07-04-1997	94	102

1996	4,74	31-10-1996	12-12-1996	42	77
1995	5,62	01-02-1995	23-05-1995	111	171
1993	4,85	22-10-1993	26-11-1993	35	119
1992	6,89	08-04-1992	11-09-1992	156	166
1990	5,92	02-02-1990	10-03-1990	36	87

En la Figura 1.2.2.1 y Figura 1.2.2.2 se presentan tres de los limnigramas ad-hoc obtenidos por Ramonell y Cristina (2014), representativos de las propiedades sobresalientes de los otros ocho considerados en el trabajo: el primer aspecto a destacar en ellos es la atenuación de los limbos ascendentes de las crecidas desde Corrientes (km 1.208) hasta La Paz (km 757), aguas abajo de la cual hay una discontinuidad con la aparición de un máximo local en Hernandarias (km 689); desde allí las ondas vuelven a menguar hasta el final del tramo.

En segundo lugar, en las escalas evaluadas fuera del cauce principal, en el extremo opuesto de la planicie (i.e., Reconquista, Helvecia y Santa Fe), también se aprecian incrementos de nivel local a la latitud de Hernandarias, en Helvecia, que se anticipan y superan a los incrementos de altura en el puerto entrerriano.

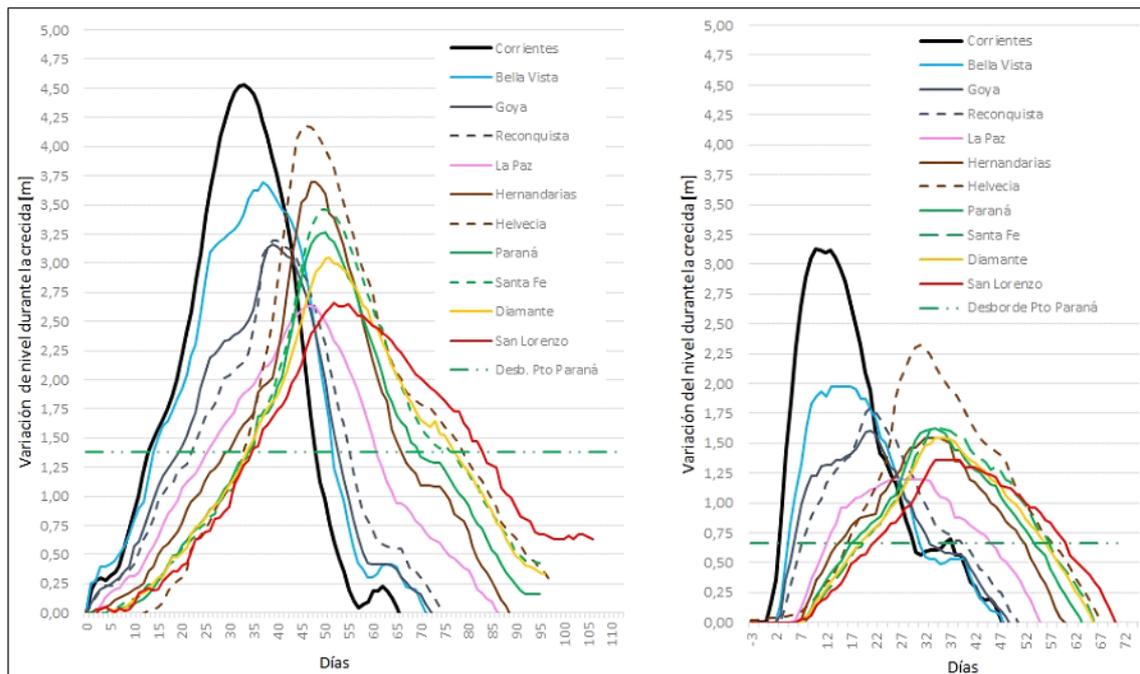


Figura 1.2.2.1. Desarrollo y propagación de las crecidas de los años 1990 (izquierda) y 2013 (derecha) desde Corrientes hacia el final del tramo; la línea horizontal indica la HhPP: 4,00 m, a partir de la cual se inicia el desborde en el eje Paraná – Santa Fe (Ramonell y Cristina, 2014).

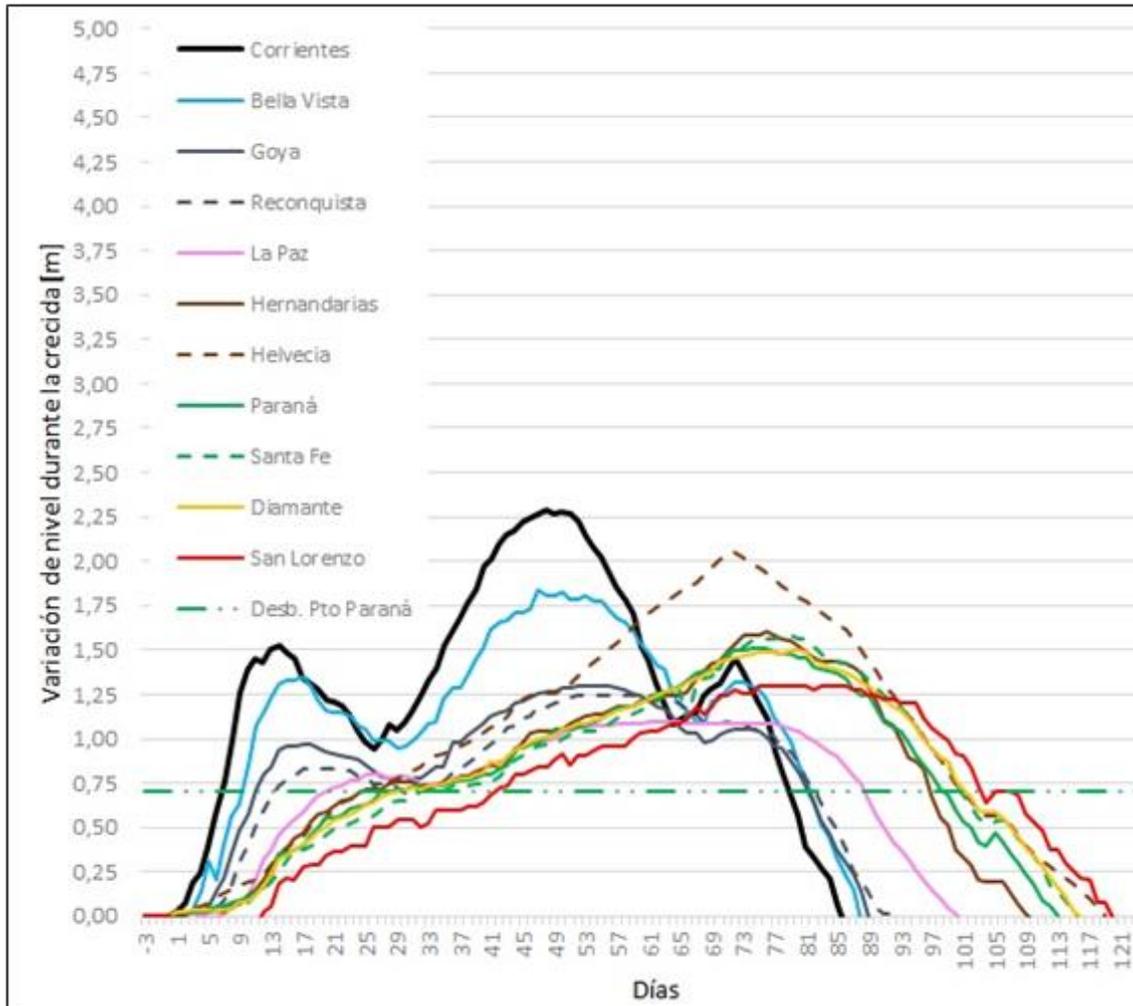


Figura 1.2.2.2. Desarrollo y propagación de la crecida del año 2011 (Ramonell y Cristina, 2014).

La explicación de ambos hechos es que el estrechamiento de la planicie en el eje Hernandarias – Cayastá, junto al resalto en contrapendiente del sitio, originan una onda de remanso que se propaga desde allí hacia aguas arriba, concentrando el flujo de la crecida en el cauce principal.

La combinación entre ese efecto (“de aguas abajo a arriba”) y la amortiguación del escurrimiento (“de aguas arriba a abajo”) hacia la latitud de La Paz es tan notable que las crecidas con más de un pico en Corrientes llegan a perder su multiplicidad hacia esa zona, como se ejemplifica con la Figura 1.2.2.2, el tercer aspecto a resaltar del análisis de Ramonell y Cristina (2014).

Aguas abajo de Hernandarias – Cayastá las ondas de crecida vuelven a atenuarse debido al aumento de ancho de la planicie y a la presencia de las grandes lagunas en sus áreas topográficamente más bajas (e.g., lagunas Setúbal, El Capón, Coronda, etc.).

A la par de estos sucesos, las crecidas con desbordes desde el cauce principal y la red de cauces secundarios que éste alimenta son momentos en que los sedimentos transportados en suspensión permanente, limos y arcillas, se diseminan en la planicie (Figura 1.2.2.3).

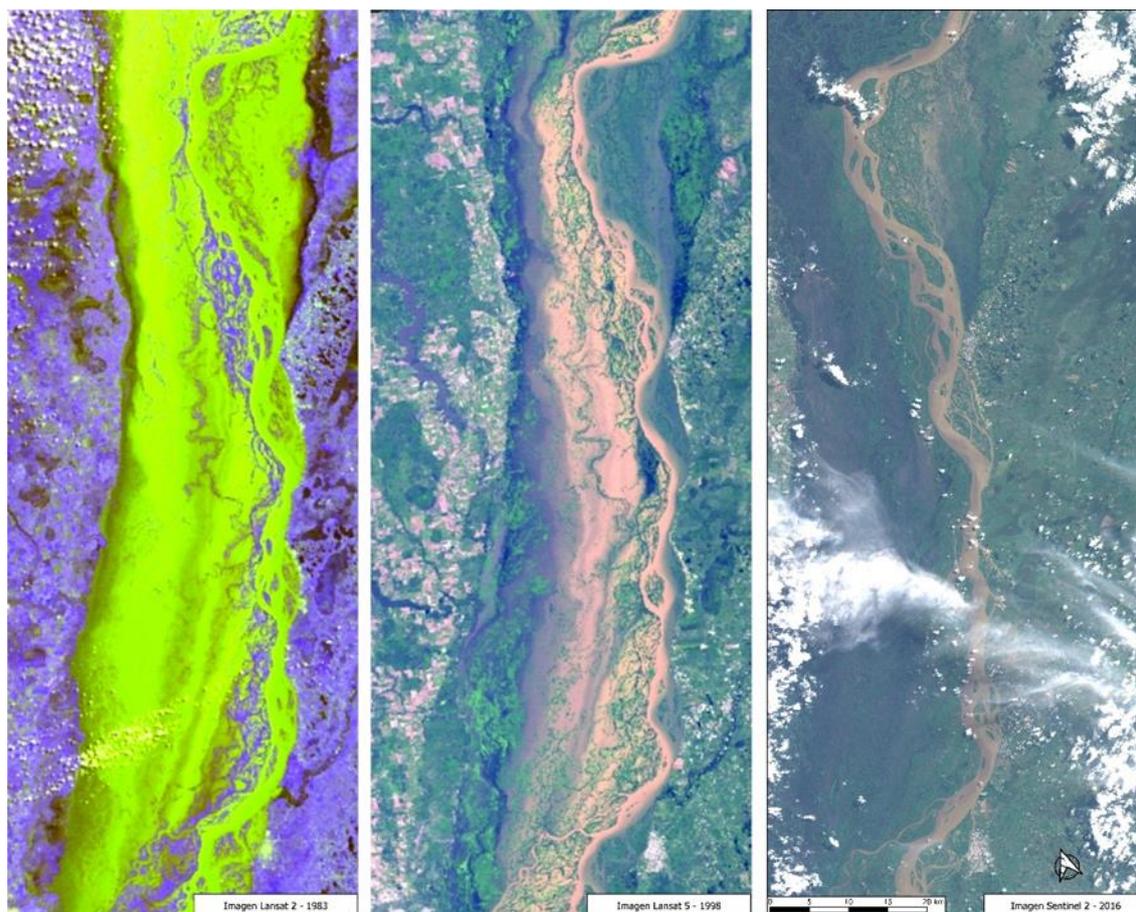


Figura 1.2.2.3. Escenas satelitales cercanas a los máximos de inundación durante las grandes crecidas de 1983 (color compuesto), 1998 y 2016 (color verdadero) entre Pto. Piracuacito (arriba) y el eje Goya – Reconquista (extremo inferior), que ilustran los derroteros trazados por la carga sedimentaria de lavado (limos y arcillas) que dan mayor reflectividad a las aguas fluviales según su proporción o concentración en ellas, en cada ocasión.

Como se advierte en la figura, no existe una uniformidad en la distribución de limos y arcillas a lo ancho del sistema fluvial en cada caso, fuera de que sus diferentes concentraciones se ordenan en fajas longitudinales paralelas al eje de la planicie, y que los máximos valores se registran en el cauce principal, aún con diferencias entre sus márgenes derecha e izquierda (hecho más notable en la imagen de 1998).

Ello obedece a la coexistencia de tres fenómenos: por un lado, el del carácter “puntual” de los ingresos de la carga de lavado al cauce principal por margen derecha desde el río Paraguay, aportados a este por el río Bermejo principalmente durante los meses de marzo y abril de cada año; por otro, a la correspondencia de este período de máximas contribuciones con la magnitud, duración y momento de ocurrencia de los caudales de inundación provenientes de Brasil; finalmente, por la redistribución de caudales líquidos y sólidos interna del tramo medio, donde el mayor protagonismo lo ejercen, a la par, la miríada de cauces secundarios (de conexión directa o indirecta con el cauce principal, según se indicara en el epígrafe de Figura 1.2.1.7), y la vegetación (tanto de la planicie como la enraizada en el interior de aquellos cursos) a través de su rol de filtrado y retención de los sedimentos finos (Ramonell 2021).

Bosisio y Ramonell (2014) exploraron estas particularidades mediante el procesamiento digital de imágenes satélite al norte del eje Santa Fe – Paraná, concluyendo que las rutas de los sedimentos finos poseen una buena correspondencia con la distribución de las unidades

geomorfológicas en el sector. La Figura 1.2.2.4 ejemplifica la desigual distribución de concentraciones relativas de limos y arcillas en el área de análisis, en una instantánea de la rama descendente de la gran crecida del verano de 2016.

Datos puntuales sobre la disparidad de cifras reales de concentraciones de sedimentos finos (y de sólidos disueltos, además) al norte del eje Santa Fe – Paraná fueron aportados por Ramonell (2021), sobre los que se trata más adelante.

Por lo pronto, cabe redondear que los períodos con más aporte de limos y arcillas se producen entre los meses de noviembre-diciembre y junio-julio de cada año, a lo largo de los cuales sus concentraciones en el cauce principal pueden ser tan bajas como 30 mg/l o superar incluso los 800 mg/l, promediando unos 250 mg/l para el semestre con influencia del Bermejo (Amsler 2006, Amsler et al. 2007).

A la vez, y de acuerdo a Drago y Amsler (1998), entre los años 1976 y 1981, los aportes del río Paraná aguas arriba de la confluencia del río Paraguay representaron el 44 % de la carga de finos en el Paraná Medio; por la construcción de las nuevas y grandes presas en Brasil hacia esos tiempos esa contribución disminuyó al 8 % en el lapso 1991-1998 (Alarcón et al. 2003) y, obviamente, perdura en la actualidad.

Al respecto, cabe consignar que las presas de embalse construidas en la parte brasileña de la cuenca desde los años '60 más la binacional argentino – paraguaya de Yacyretá no tienen influencia destacable en los niveles máximos de las crecidas que ocurren en el área de análisis, aunque sí en los niveles mínimos ordinarios del río, aumentándolos (Giacosa et al. 2000, 2020 en Paoli y Schreider 2020).



Margen derecha del cauce principal en Isla Guaycurú. Foto: Carlos Ramonell

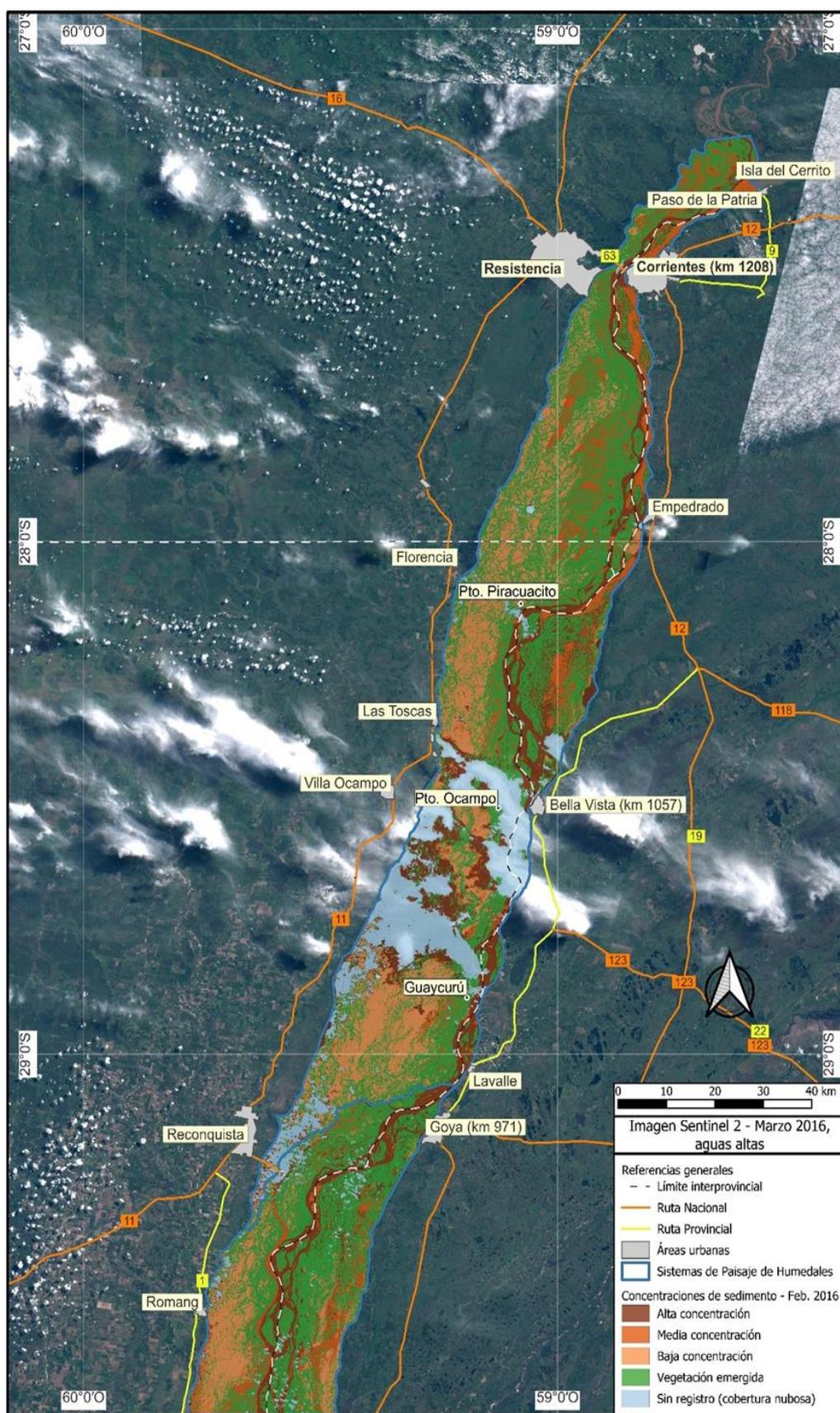


Figura 1.2.2.4.A. Concentraciones relativas de carga de lavado (limos y arcillas) en el área de análisis al paso de la crecida de 2016, Sector Norte. La gráfica reproduce, de manera simplificada, la metodología empleada por Bosisio y Ramonell (2014).

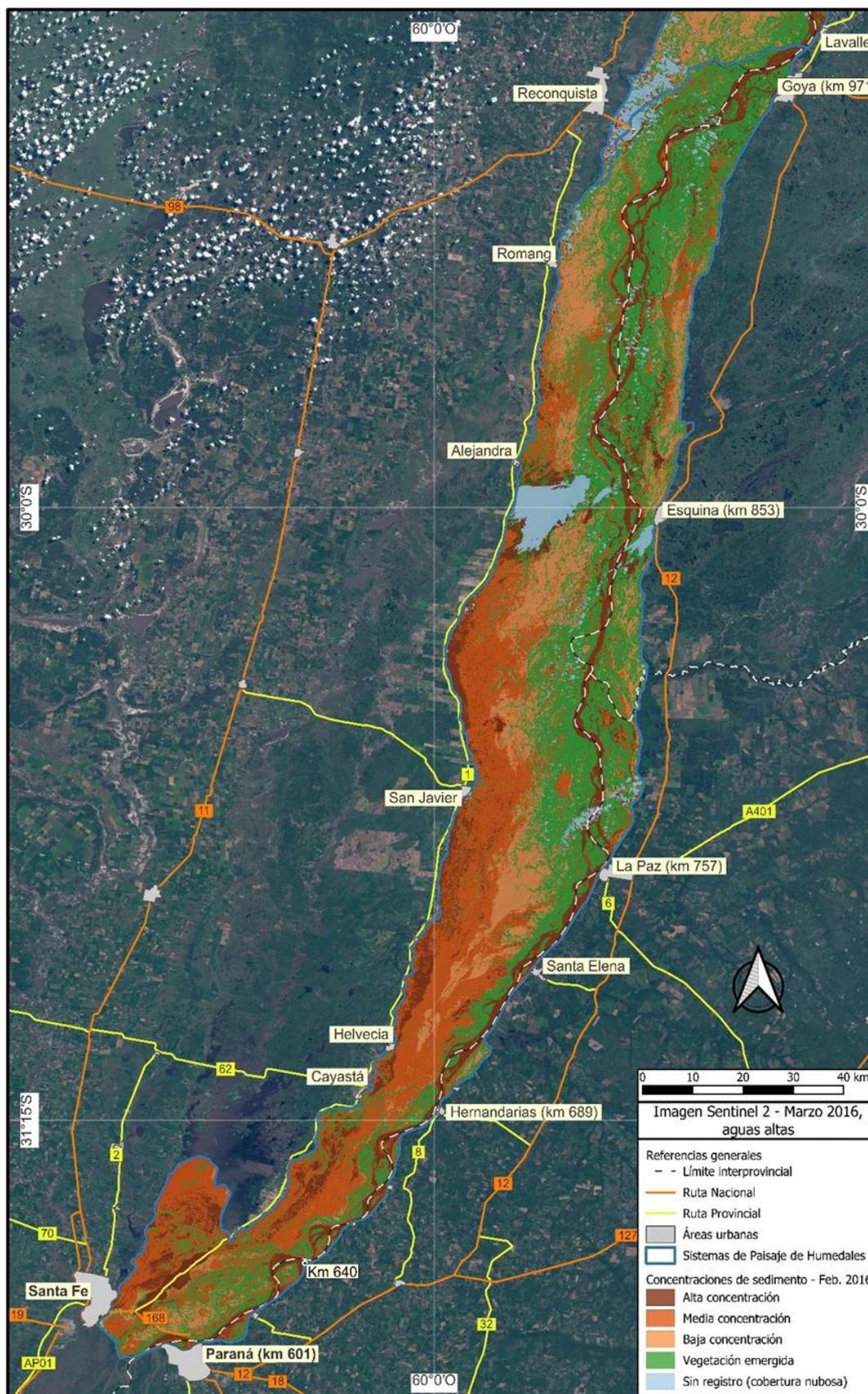


Figura 1.2.2.4.B. Concentraciones relativas de carga de lavado (limos y arcillas) en el área de análisis al paso de la crecida de 2016, Sector Sur. La gráfica reproduce, de manera simplificada, la metodología empleada por Bosisio y Ramonell (2014).

Esas obras también tuvieron un rol notable en algunos momentos de la prolongada bajante de agosto de 2019 – octubre de 2021. Una evaluación más detallada sobre la hidrología del tramo medio en condiciones de aguas bajas fue realizada recientemente por Paoli et al. (2021) y Ramonell et al. (2021) (ambos en Paoli y Schreider 2021), aportando los últimos autores datos sobre la incidencia de los estiajes prolongados en el transporte y sedimentación de finos en el tramo medio del río, así como en otros aspectos de la calidad de sus aguas (e.g., salinidad), con lo que se continúa en lo que sigue.

La hidrología de un humedal modifica directamente su ambiente fisicoquímico, esto es las propiedades físicas y químicas, particularmente la disponibilidad de oxígeno y las variables con ella relacionada tales como disponibilidad de nutrientes, pH, y toxicidad. Asimismo, la hidrología es responsable del transporte de sedimentos, nutrientes, y aún materiales tóxicos hacia los humedales, influenciando aún más sus características fisicoquímicas (Mitsch y Gosselink 2015). Cambios en el ambiente fisicoquímico como la acumulación de sedimentos, pueden modificar la hidrología cambiando la geomorfología y/o afectando la entrada/salida/circulación de flujos de agua y nutrientes.

Desde el trabajo pionero de Bonetto (1976), se han realizado diferentes mediciones de parámetros de calidad de las aguas en el conjunto de humedales del tramo medio del río Paraná, predominantemente en el cauce principal, aunque en años recientes se ha incrementado el monitoreo en sectores de la planicie en relación a poblaciones de peces, fitoplancton, bentos, desarrollo de macrófitas, entre otras, y a los fines de detectar problemas crecientes de contaminación. Si bien las mediciones siguen siendo fragmentadas y esporádicas, existe una cobertura espacial de datos interesante en varias de las UPH identificadas, y que se describen en las respectivas fichas, que permiten una caracterización al menos preliminar.

Entre las variables fisicoquímicas del agua de mayor interés limnológico se encuentran la temperatura, el pH, la salinidad (medida a través de la conductividad eléctrica), la concentración del oxígeno disuelto y la turbiedad medida a través de la profundidad al disco Secchi-DS. La materia orgánica y la concentración de iones principales y nutrientes también revisten gran interés (Wetzel 2001).

La temperatura determina fuertemente las condiciones de vida de los organismos acuáticos (Ringuelet 1968, Margalef 1983) y es considerada un factor primario de supervivencia. La temperatura del agua es un factor determinante para las migraciones de peces, y se reconoce un gradiente latitudinal (Bonetto et al. 1971). Bonetto (1976) señala que "en términos generales, se puede expresar que los grandes ríos, a considerable distancia de las cabeceras, presentan una temperatura que corresponde aproximadamente a la media mensual del aire en el punto de medida". Aunque según Gómez (2022), en toda la cuenca del Río de La Plata la temperatura del agua es mayor que la temperatura del aire, y según la localización, la diferencia oscila entre 4,5 y 2,2 °C (Tabla 1.2.2.2).

Tabla 1.2.2.2. Temperatura media anual del agua del río Paraná y temperatura media anual del aire en localidades seleccionadas según datos de Prefectura Naval Argentina o Servicio de Hidrografía Naval hasta 2012 y Servicio Meteorológico Nacional (modificado de Gómez, 2022).

Estación	TMA agua (°C)	TMA aire (°C)
Corrientes	21	-
Empedrado	20,85	24,3
Bella Vista	20,7	24,0
La Paz	19,11	23,0
Paraná	18,3	21,9
Rosario	17,33	21,81

A lo largo del PM el pH es entre neutro o ligeramente alcalino, siempre menor a 8, con variaciones poco significativas en los diferentes estadios hidrológicos.

En general, las características físicas y químicas del agua poseen un gradiente decreciente desde el CP hacia los cursos secundarios de mayor jerarquía, anchos y profundos, que generalmente fluyen paralelos al CP, hidrológicamente más conectados y con lechos más dinámicos (ríos San Gerónimo y Coronda). Los canales secundarios de menor jerarquía, más angostos y menos profundos, generalmente fluyen en forma subparalela o perpendicular al curso principal, tiene conexión indirecta con el CP y lechos menos dinámicos (por ejemplo, ríos San Javier, Santa Rosa, Chipa, Colastinecito, Mendieta, Conchillas y Correntoso) (Marchese y Ezcurra de Drago, 1992).

La conductividad eléctrica del agua en el CP ronda los 90-100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sin embargo, es mayor sobre la margen derecha que la izquierda (Drago y Vasallo 1970, FICH 2014, Campodónico et al. 2015) por efecto del material en suspensión y disuelto que en proporción de 90% que aporta el río Paraguay en comparación con el 10% del Alto Paraná (proporciones a partir de la década del 70'). Ambos ríos mantienen una clara separación hasta varios kilómetros aguas abajo de su confluencia (Bonetto 1976). Los afluentes de margen derecha resultan más salinizados que los de margen izquierda, ejerciendo influencia en los cursos menores de la planicie.

Las aguas del CP del río Paraná son del tipo bicarbonatadas-cloruradas-sódico-cálcicas-magnésicas. En los brazos menores, sobre todo los de margen derecha, la composición iónica del agua puede diferir y sufrir una gran variabilidad al descargar terrenos más salinos y acuíferos cuyas aguas son cloruradas-sulfatadas sódicas, o sulfatadas-cloruradas-sódicas, desplazando en ocasiones un anión por otro en la composición del agua superficial (bicarbonatos por cloruros/sulfatos) (Bonetto 1976). Especialmente en los ambientes leníticos, el tipo de vegetación presente influye en la calidad del agua (Hadad et al. 2021).

Además de estos indicadores naturales de calidad de agua, existen otros indicadores de contaminación que son consecuencia de actividades antrópicas cuyo efecto en los ecosistemas se expande espacialmente año a año. Entre los más relevantes para el PM se encuentran los agroquímicos, algunos productos veterinarios, los plásticos y la presencia de organismos patógenos en el entorno de zonas urbanas, entre otros.

La Argentina consume importantes cantidades de productos fitosanitarios. En los 36 millones de hectáreas cultivadas, se utilizan 230 millones de litros de herbicidas y 350 millones de litros de otros productos fitosanitarios (INTA 2022). Los envases necesarios para su comercialización generan unas 17.000 toneladas de polietileno cada año (Cavallin et al. 2017). El uso de estos productos se ha incrementado en las últimas décadas. En el año 2002, se comercializaron 151,3 millones de kilogramos o litros de productos mientras que, en el año 2008, 225 millones de kilogramos o litros en 2008, y cerca de 317 millones de kilogramos o litros en 2012 (CASAFE 2012). En el año 2016 se incrementó el 13 % respecto del año anterior. Se destacan en importancia los herbicidas, y en segundo lugar los insecticidas (CASAFE, 2018). Existen en el mercado argentino cerca de 5387 productos formulados registrados en el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria-SENASA. Los herbicidas son el grupo mayoritario con 43 %, seguido por los insecticidas y fungicidas. De los herbicidas utilizados, el 62 % corresponde al glifosato (INTA 2014), y sigue en importancia la atrazina (Gagneten et al. 2021). Ante este panorama, la preocupación acerca de la presencia de estos productos en el ambiente, ya sea en suelos, agua, sedimentos y biota en general crece continuamente, principalmente en el PM y BP por su proximidad a las zonas agrícolas más productivas del país.

Si bien existen algunos estudios sobre la aparición de glifosato y otros plaguicidas en suelos, aguas subterráneas y superficiales en diferentes cuencas de la región central del país que detectaron concentraciones tanto por debajo como por arriba de los límites de detección y/o límites permitidos en el medioambiente (Lupi et al. 2008, Primost et al. 2017, Regalado et al. 2018), no hay muchos estudios similares en el CP y planicie aluvial del PM. La presencia de glifosato y su metabolito, ácido aminometilfosfónico (AMPA) en aguas y sedimentos de fondo sólo se detectó de algunos tributarios del tramo medio (años 2011/2012), con concentraciones promedio de glifosato de 0,60 µg/L, sin que se hayan observado niveles detectables de AMPA (Ronco et al. 2016). De todos modos, el escurrimiento superficial desde zonas agrícolas puede movilizar partículas de suelo donde se absorbe el glifosato y pueden terminar en tributarios y otros cursos de agua donde el glifosato se puede desorber, biodegradarse y acumularse en los sedimentos de fondo, impactando en diferentes comunidades. Los desagües de la intensa explotación arrocerá en los Departamentos Garay y San Javier de la provincia de Santa Fe descargan al sistema de los Saladillos cantidades desconocidas de agroquímicos cuyo destino y transporte a través de la planicie no está debidamente cuantificado.

La ivermectina es un antiparasitario aplicado al ganado de islas, afecta la supervivencia de invertebrados acuáticos, se bioacumula y biomagnifica en sedimentos, macrófitas, invertebrados y vertebrados, y afecta la dinámica de nutrientes tanto en condiciones experimentales (Mesa et al. 2017) y como en el campo (Mesa et al, 2020, Lozano et al. 2021). Se ha detectado en humedales cercanos a la ciudad de Santa Fe. A medida que se incrementa el número de animales tratados, las concentraciones en tales compartimentos aumentan. Según Mesa et al. (2020), la acumulación de ivermectina en ensambles acuáticos es alarmante debido a que estos organismos desempeñan un rol relevante en la cadena trófica, constituyendo un riesgo para la salud humana. El desarrollo de la ganadería en los humedales del río Paraná tiene lugar no solo en su tramo medio sino también en el Bajo Paraná, por lo tanto, sus impactos abarcan extensiones considerables. Quintana et al. (2014), en referencia a la ganadería en el Delta del Paraná, recomiendan hacer un uso medido de este antiparasitario, debido a que su ingrediente activo, excretado con las deyecciones del ganado, no sólo afecta

a los invertebrados que habitan dichos lugares sino a los crustáceos que habitan canales y lagunas (Benstead et al. 1997) que constituyen los eslabones iniciales de las cadenas alimentarias del Delta.

Otros contaminantes en aguas y sedimentos lo constituyen los metales pesados, sin embargo, su presencia está más asociada a tributarios del sistema fluvial por provenir de la actividad industrial en zonas urbanas en el límite de la UPH y/o en las cuencas de aporte.

Además de sustancias disueltas de diferente grado de toxicidad, los plásticos son hoy uno de los contaminantes emergentes más difíciles de manejar ambientalmente. Son muy persistentes, de baja densidad y se los encuentra en una amplia gama de tamaños, y pueden causar daños severos en los ecosistemas acuáticos (Galloway et al. 2017).

Ya se han detectado concentraciones de residuos de microplásticos en cercanías de cursos de agua en zonas urbanas, y en sedimentos a lo largo de la costa tanto del CP como del río Colastiné (Bletter et al., 2019; Garello et al., 2021), un importante tributario del Paraná en el SPH “Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria”. Según estos autores, la presencia masiva de contaminación con macroplásticos (>2,5 cm) y mesoplásticos (0,5–2,5 cm) en el río Paraná estaría causada por el mal manejo de los residuos.

El incremento de la población, la rápida urbanización, los asentamientos informales, las deficiencias en la recolección de residuos sólidos y el incremento en los niveles de consumo contribuyen a exacerbar el problema.

1.2.3. Geomorfología, sedimentos y suelos

La información antecedente disponible sobre estos tópicos es dispar. Luego de la reciente recopilación y aportes hechos por Ramonell (2021), puede adelantarse que es abundante en lo que concierne a los dos primeros títulos y prácticamente inexistente en lo relativo a los suelos de la planicie, de los que se carece de cartografía taxonómica y descripciones de detalle convenientes.

Los sedimentos modernos superficiales de la planicie aluvial son el resultado del accionar de los procesos de acreción lateral y vertical de cauce y de inundación fluvial, las principales variables de transformación física que operan en el ambiente.



Cauce principal en Cerrito (km 640). Foto: Marie Forget

En el caso del cauce principal, su lecho es arenoso en toda la extensión del tramo medio. Sólo existen dos sitios comprobados en los cuales hay materiales coherentes en el fondo: en el área de la confluencia con el río Paraguay, frente a Paso de la Patria (km 1240), y en el estrechamiento de Cerrito (km 640), que es el sitio de mayor profundidad del cauce principal en todo el tramo (ca. 60 m medidos al paso de la gran crecida de 1998). Allí el lecho está formado por un fondo irregular de materiales consistentes, arcillosos, de la Fm. Paraná (sedimentitas marinas del Mioceno medio) y seguramente por bloques de sus facies calcáreas desprendidos de la pared del valle fluvial, en la acentuada saliente que forma en la margen izquierda.

Las arenas del río son silíceas, compuestas por cuarzo entre un 90 % a más del 95 %, al que le siguen en importancia sus variedades criptocristalinas (e.g., calcedonia), normalmente. Gravillas pequeñas de calcedonia o de cuarzo suelen aparecer en el lecho de diferentes cauces del tramo, en porcentajes generalmente bajos.

Sobre los sedimentos finos, la principal fuente de limos y arcillas en la actualidad es el área de la Cordillera de Los Andes, suministrados por el río Bermejo a través del río Paraguay, como se explicó en el ítem previo.

Desde un enfoque estratigráfico que involucra las primeras decenas de metros de espesor de los sedimentos de la planicie aluvial, Ramonell (2021) distinguió en el área de análisis un “manto” superficial limo-arcilloso de entre 2 m y 10 m de potencia común, que integra estratos de muy diferente edad, desde recientes, producto de la morfodinámica moderna del sistema fluvial, hasta tan antiguos como ca. 80.000 años (Pleistoceno superior).

Los sedimentos limo-arcillosos cubren capas arenosas idénticas o similares en textura y mineralogía a las que el cauce principal transporta en la actualidad, que con un espesor de más de 15 m apoyan sobre la Fm. Paraná. Estas unidades arenosas pueden ser también desde modernas a antiguas, de acuerdo al sector de planicie aluvial que se considere.

Para el subsuelo de la laguna Setúbal, los estratos arenosos poseen restos fósiles de megafauna extinta de Edad Lujanense (Pleistoceno superior), con una antigüedad mayor a los 100.000 años. Estos sedimentos aparecen también formando el lecho de cauces secundarios de marcada actividad erosiva en la zona (arroyos Leyes y Potrero, Figura 1.2.B, entre otros) y constituyen fuentes locales de sedimento de los cursos incisos en ellos, que los transportan y depositan al nivel general de la planicie junto a los sedimentos fluviales de distinto calibre provenientes de aguas arriba.

Ramonell (2021) generó un mapa de unidades geomorfológicas del tramo medio completo, con una descripción de las mismas que integra información de diversa índole: topográfica, de funcionalidad morfodinámica, sedimentológica, etc. Este mapa suma los nuevos conocimientos generados en el sistema fluvial en los últimos años, tales como los relativos a la presencia ubicua de los albardones de intracauce (AIC) y deltas fluvio-lagunares en la planicie aluvial, además de considerar explícitamente la existencia de buena parte de los cauces secundarios activos del río, sobre los que el autor reconoció una variedad de 12 tipos de cursos diferentes a partir de diversos atributos, como ser: material del lecho, participación en la distribución de carga de lavado desde el cauce principal hacia partes alejadas del mismo, características de sus márgenes, morfologías y evolución temporal a lo largo de décadas, etc.

El mapa en cuestión se reproduce para el área de análisis en la Figura 1.2.3.1, donde se consignan nueve unidades generadas por procesos fluviales, denominadas: 1) Islas del Cauce Principal (CP); 2) Albardones y Derrames del CP; 3) Espiras de Meandro y AIC; 4) Espiras de Meandro y AIC con Drenaje Anastomosado; 5) Planicie Multilagunar; 6) Planicie Multilagunar

con Drenaje Anastomosado; 7) Planicie Multilagunar con Drenaje Distributivo; 8) Grandes Lagunas; y 9) Islas y Espiras de Meandro Disipadas.

El mapa contiene otras unidades que yacen dentro de la planicie cuyas propiedades geomorfológicas no derivan de la morfodinámica actual del río Paraná en el tramo, aun cuando son afectadas por sus inundaciones ordinarias o sólo por las de elevada recurrencia (e.g., crecidas de 1982-'83 y 1998). En cada caso, ellas son, respectivamente: 10) Planicies de Tributarios; y 11) Terrazas y Otros Remanentes Interiores Sobre-elevados.

Tal como lo advirtiera el autor, no todas las unidades del mapa de Figura 1.2.3.1 tienen igual jerarquía taxonómica; una de ellas puede considerarse una subunidad dentro de otra (e.g., los Albardones y Derrames del CP), lo cual fue tenido en cuenta al momento de delinear las UPH motivo de este informe.

Consecuente con su elemento generador, la unidad geomorfológica Islas del Cauce Principal es la única de las formadas por el río que se desarrolla de manera ininterrumpida desde la confluencia con el río Paraguay hacia aguas abajo. Las demás aparecen de manera discontinua como parches más o menos extensos a uno u otro lado del cauce principal, dispuestas generalmente de manera paralela al eje de la planicie.



Cerrito (km 640). Foto: Marie Forget

Las morfologías deltaicas, abordadas en detalle por Ramonell (2021), son más conspicuas al sur del eje Goya – Reconquista, donde aparecen de manera ocasional y con extensiones en general reducidas salvo un par de excepciones, desarrolladas en las lagunas y áreas regionalmente bajas de la planicie, e incluyen desde deltas en sentido estricto hasta derrames deltaicos (o deltas de derrame, como se los nombrara indistintamente en su trabajo). Los deltas y formas asociadas, constituyen, las más de las veces, elementos accesorios de unidades geomorfológicas caracterizadas por otras formas más extendidas en ellas.

En lo que sigue se caracteriza cada unidad en el orden en que fueron mencionadas arriba, con referencias al ANEXO 2 de este informe. En éste se han incluido algunas vistas aéreas con indicación de las principales geoformas y ambientes leníticos o lóticos que las definen, y constituyen, de acuerdo a lo que expuesto en el ítem 1.1, emplazamientos ecohidrogeomórficos potenciales de Unidades de Humedal (UH).

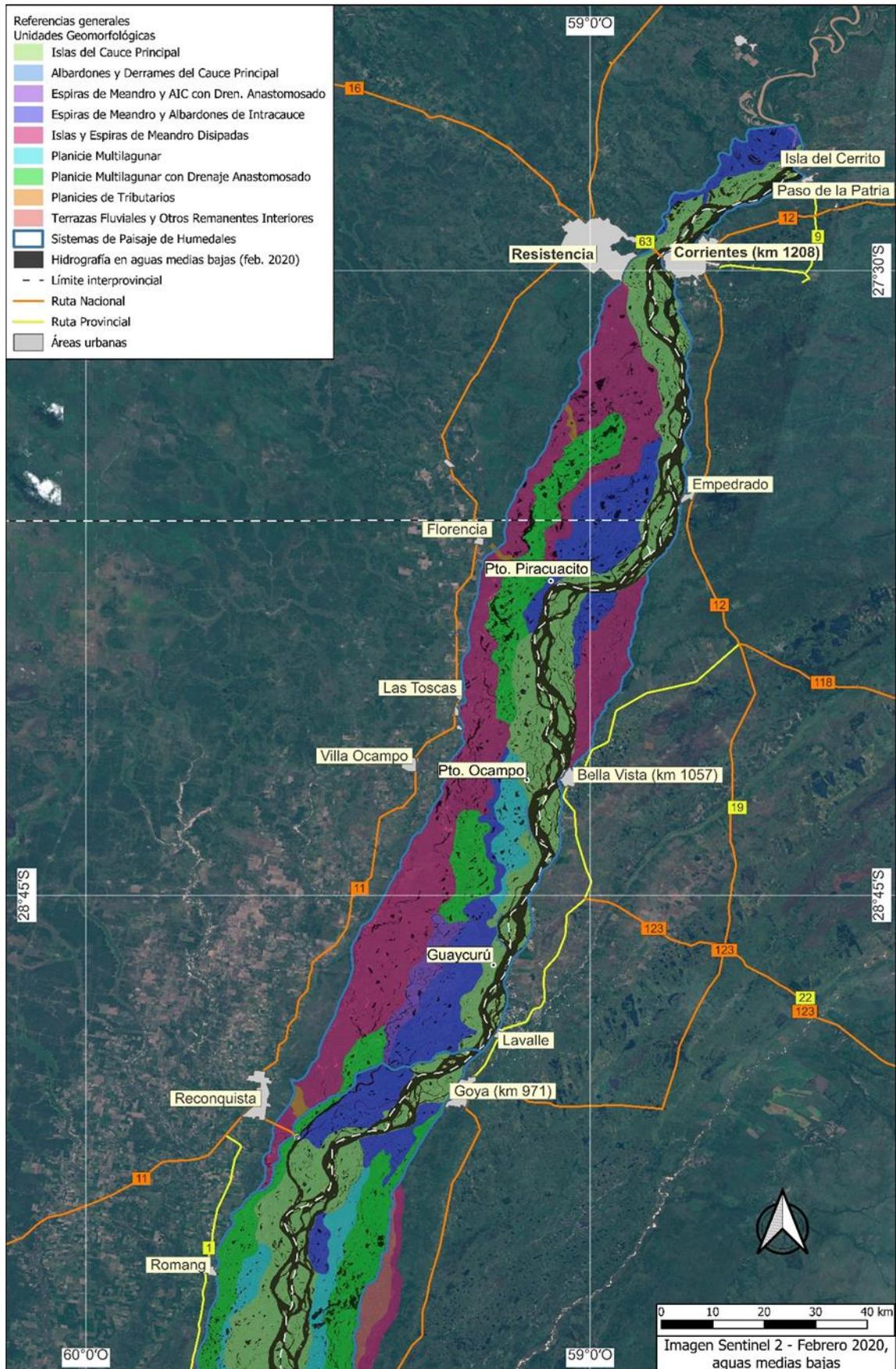


Figura 1.2.3.1.A. Mapa de unidades geomorfológicas del área de análisis, Sector Norte (adaptado de Ramonell 2021).

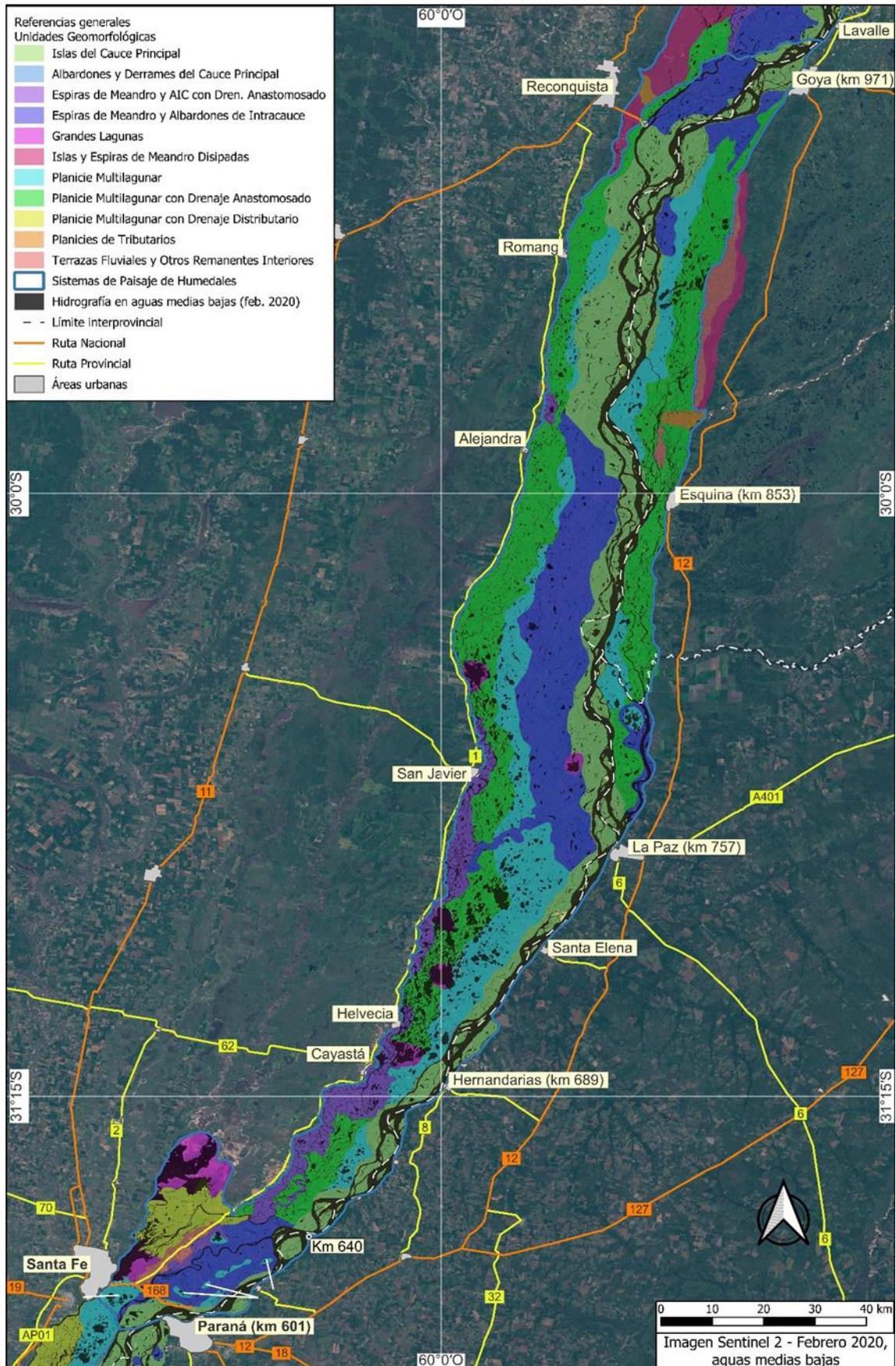


Figura 1.2.3.1.B. Mapa de unidades geomorfológicas del área de análisis, Sector Sur (adaptado de Ramonell 2021).

- Islas del cauce principal (CP)

Como se mencionó en la introducción del ítem, es la única unidad geomorfológica del tramo medio que se desarrolla de manera ininterrumpida desde la confluencia con el río Paraguay hacia aguas abajo.

La unidad fue modelada por la dinámica de divagación, acreción lateral y formación de islas del CP, mediante las formas de deriva continua y discontinua de su thalweg descritas por Ramonell et al. (2000, 2002).

Tanto la traza del thalweg como sus modos de migración suelen ser meandriformes (de baja sinuosidad) dentro del lecho del río en partes del tramo, donde se lo reconoce como una faja más profunda de ca. 200 a 500 m de anchura, que es aprovechada normalmente para la navegación.

En otros tramos el fondo del cauce posee una organización en bancos más afín a la de un río entrelazado, aunque ajena a la inestabilidad morfológica típica del lecho que tiene ese patrón de cauce, además de presentar la faja del thalweg bien definida.

Lo que ocurre es que las geoformas más conspicuas del CP son las islas (vegetadas), que superan en número a los bancos de arena (libres de vegetación, fuera de algunas especies pioneras cuando las hay) en cualquier segmento del tramo y de allí su principal diferencia con un patrón de cauce entrelazado típico.

En función de ello y las particularidades de su thalweg, el CP puede clasificarse como un cauce múltiple o “anabanching” y, en esa categoría, uno entrelazado de islas con thalweg sinuoso a meandriforme. Los bancos de arena tienen más importancia como formas subacuáticas (Pereira et al. 2010, Pereira 2016) y son el núcleo de las sedimentaciones desde el cual evolucionan las islas.

La dimensión de los cambios morfológicos en planta asociados a la dinámica del CP es espectacular, con tasas de erosión de margen que llegan a superar, en sitios puntuales, los 100 m/año como promedios interanuales. Los recrecimientos de la margen por sedimentación pueden ser más del doble que la tasa anterior (Drago 1977).

En cuanto a evaluaciones geomorfológicas, el trabajo desarrollado por Pereira (2016) es el más exhaustivo y profundo de los realizados hasta la actualidad, e incluye aspectos sedimentológicos de detalle de la unidad. Pereira (2016) concluyó que todas las islas centrales del CP en el tramo pueden ser clasificadas en tres variedades (simples, compuestas y complejas), para las que reconoció seis modelos de formación. En las islas compuestas y complejas identificó más de una decena de elementos geomorfológicos o geoformas unitarias, mientras que, en las simples, una a tres de ellas.

La autora estableció que, del total de islas centrales del CP que existen en el área de análisis de más de 0,5 km² de superficie, sólo el 18 % tiene una antigüedad mayor a ca. 1850, siendo las restantes más jóvenes. A la vez, determinó que el número de islas fue semejante en distintos momentos desde aquel momento hasta comienzos del presente siglo.

La morfodinámica involucrada en la construcción y modelado de las islas centrales es responsable también de la aparición de CS tanto cortos como de cierta longitud en el seno del CP, delineados por fenómenos de sedimentación entre bancos e islas cercanas, o de erosión de islas en los desbordes, o por abandonos de una margen debido a la rectificación de un meandro del thalweg.

Ramonell et al. (2000) describen el proceso de “alargamiento” del segmento inferior del río Colastiné al sur del área de trabajo, por captura de un brazo del CP abandonado luego de un corte de meandro de su thalweg.

Una vez generados, los CS cortos del CP tienen su evolución y desarrollan morfologías propias, e.g., bancos de cauce y AIC, hasta desaparecer por su relleno sedimentario completo al cabo de décadas.

En consonancia con ello, otro aspecto destacable son los espesores de sedimentos finos (limos y arcillas) en las islas centrales, al contrastarlos con la edad de las mismas. En varios sitios Pereira (2016) registró potencias de estos materiales que representan tasas promedio de sedimentación de varios cm/año. Ello es acorde a medidas exploratorias sobre el particular realizadas al término de crecidas con desborde por Marchetti et al. (2019), que resultaron muy superiores a las encontradas en zonas de planicie más alejadas del CP y de los CS con conexión directa a éste.

La conformación de la unidad geomorfológica ha ocurrido, en suma, por el adosamiento de las islas centrales a uno y otro lado de los brazos del CP, ligándolas al resto de la planicie aluvial (ver Figuras A2.1 y A2.2 del ANEXO 2).

- Albardones y derrames del CP

Esta es una subunidad de la de Islas del CP en cuanto a su génesis, integrada de manera indisoluble por los dos elementos que le dan el nombre, que frecuentemente aparecen juntos en el interior de la unidad anterior. Sin embargo, sus dimensiones son superiores cuando se desarrollan en forma transgresiva sobre otra unidad geomorfológica (Figura A2.3) y pueden cartografiarse a mediana escala. Por esa razón se la muestra de manera independiente en el mapa de Figura 1.2.3.1, distinguible desde Empedrado (km 1140) (y sobre todo inmediaciones del eje Santa Fe – Paraná) hacia el S.

- Espiras de meandro y AIC

Esta unidad se extiende de manera discontinua a uno u otro lado de la de Islas del CP, y aparece algo alejada de esa unidad en torno al tramo inferior del Rcho. Espinillo, al N de La Paz (km 757); en dos áreas reducidas al SO de Paraná (km 601) se la ha reconocido en el interior de aquella.

Sus elementos más conspicuos, junto a los que le dan el nombre, son los bancos semilunares y paleocauces meandriformes bien definidos (i.e., con valores de sinuosidad distintivos de este patrón de cauce), de dimensiones análogas a las del río Colastiné (Figura A2.4), área cuyo entorno es un claro exponente de las características de la unidad.

No todas las espiras de meandro y AIC propios de la unidad poseen tamaños importantes como los del río Colastiné. También los hay más pequeños, como el caso del Rcho. Paraná Miní en las adyacencias del Colastiné.

Cualitativamente, en esta unidad geomorfológica existen los mismos elementos que componen las Islas del CP, pero en dimensiones y frecuencias de aparición menores, con predominio de los mencionados más arriba.

En tal sentido, los bancos semilunares, los paleocauces meándricos grandes y los pequeños, activos o fósiles, también son morfologías diagnósticas de la unidad, y permiten diferenciarla cuando es coalescente a paleocauces con AIC propios de las Islas del CP, de trazas menos sinuosas.

La unidad fue formada por los brazos secundarios mayores del CP con conexión directa que divergen desde él hacia la planicie con patrón meandriforme, así como por cauces subajustados de igual morfodinámica y vinculación al CP.

- Espiras de meandro y AIC con drenaje anastomosado

Esta unidad posee características geomorfológicas similares a la anterior, de la que se diferencia por poseer un intrincado sistema anastomosado o interconectado de riachos activos.

Tal como ocurre en esa parte de la planicie el drenaje anastomosado está sobreimpuesto a las morfologías cordoniformes (“elongadas”), cortándolas, aunque también ambos elementos (cauces y geoformas) pueden ser concordantes. En otras palabras, hay riachos que erodan las geoformas básicas de la unidad, y otros que las generan. Las morfologías erodadas corresponden a paleocauces de grandes dimensiones, inexistentes en la actualidad (Figuras A2.5 y A2.6).

Las tasas de cambio morfológico en los parches discontinuos que la unidad forma en el tramo son bajas, con cauces que no experimentaron cambios notables de dimensiones en ca. 100 años.

Los cauces mayores de la unidad tienen en común lo complejo de su patrón morfológico: en tramos de pocos kilómetros mutan de recto a meandriforme de baja sinuosidad y también de alta sinuosidad (hasta algo menos de 4 de sinuosidad, por caso), se confunden en el sistema anastomosado y vuelven a tener cauce único. La condición de cauce lleno es prácticamente imposible de definir en esos CS.

- Planicie multilagunar

Los rasgos típicos de la unidad se advierten en la Figura A2.7, esto es, lagunas de contorno subcircular o festoneado delimitadas por los albardones de paleocauces cegados en sus embocaduras, que alojan cuerpos leníticos en su interior.

Los paleocauces, ocupados por lagunas o bañados en el presente, están desconectados de las lagunas subcirculares en la mayor parte de los casos; en otros están conectados, tanto por haber desaguado en ellas alguna vez, como porque el oleaje (u otro proceso) en una laguna eliminó el albardón del paleocauce contiguo.

Debido al desarrollo de los Albardones y Derrames del CP sobre la Planicie Multilagunar (Figura A2.3), unos pocos paleocauces “reviven” como líneas de escurrimiento sólo en las crecidas (Figura A2.8).

- Planicie multilagunar con drenaje anastomosado

Es la segunda unidad geomorfológica más importante en extensión de la planicie aluvial del tramo.

Básicamente, tiene los elementos referidos de la Planicie Multilagunar pero con una red interconectada de arroyos menores, en general de alta sinuosidad, cuya densidad varía según las zonas en que fue reconocida (Figuras A2.9 y A2.10).

También es inconstante la longitud de los riachos y sus vínculos con las lagunas subcirculares: en algunas áreas las conectan y en otras las delimitan además de conectarlas.

Parte de los arroyos son como los cegados de la Planicie Multilagunar en cuanto a morfología en planta. Otros son menos sinuosos, entre ellos, surcos de desborde y cauces erosivos que son activos estacionalmente con profundas hoyas localizadas en su interior.

- Planicie multilagunar con drenaje distributivo

Repite atributos de la unidad anterior, con partes de sus cauces que desaguan en lagunas y bañados formando deltas y derrames deltaicos que tienen más frecuencia de aparición por unidad de superficie. Los cursos distributarios, divergentes, se formaron a partir del agrandamiento de surcos de erosión durante crecientes.

- Grandes lagunas

Ramonell (2021) mapeó con esa categoría once grandes lagunas en todo el tramo medio del río, la más septentrional ubicada sobre el borde O de la planicie a los 30° 22' S (22 km al N de San Javier).

Tal como lo aclaró el autor, el número de grandes lagunas no es significativo en su mapeo: con algo más de nivel hidrométrico en las bases cartográficas que adoptó para delinearlas (imágenes satelitales de aguas bajas, con HhPP de ca. 2 m) la cantidad se incrementaba en ca. 30 % por la unificación de varias lagunas menores coalescentes.

La mayoría de las grandes lagunas es colindante a los ambientes de la Planicie Multilagunar o en donde se reconoció tal matriz, y a las áreas con drenajes anastomosados y divergentes.

En el contexto del relieve general de la planicie todas esas unidades ocupan sus posiciones topográficas comparativamente más bajas. De las once grandes lagunas mapeadas, una sola ocurre en un sector relativamente “alto” de planicie, a 22 km al NNE de La Paz (Figura A2.11). Al igual que lo comentado en el epígrafe de la figura, otra gran laguna que experimentó una marcada reducción de su área en los últimos 50 años fue la laguna Setúbal en inmediaciones de la ciudad de Santa Fe, cuya superficie menguó más del 50 % a expensas del crecimiento del delta del A° Leyes en ese lapso, proceso que prosiguió aún en las condiciones de la bajante extrema de 2019 – 2021 (Ramonell et al. 2021).

- Islas y espiras de meandro disipadas

Esta unidad geomorfológica fue delimitada en tres zonas de la planicie al N de Esquina. La más importante está ligada al borde oeste de la planicie, desde ca. Resistencia hasta unos 15 km al S de Reconquista.

Su superficie está repleta de paleoformas fluviales, en especial de canales meandriformes y bancos semilunares moderadamente disipados pero difíciles de reconocer en el terreno.

Las dimensiones de los paleomeandros son análogas a las que tienen los brazos secundarios del CP con tal patrón, como el Rcho. San Jerónimo – Correntoso.

Los cuerpos leníticos ocupan los bajos de los paleomeandros y entre viejos bancos de cauce, siendo característicos los de forma alargada en planta, con su traza dispuesta según el rumbo de la planicie, aunque con dispersión considerable.

Fuera de los relieves donde se encuentran las lagunas y arroyos, los desniveles internos de la unidad son despreciables, de pocos decímetros apenas.

Algunas lagunas largas de los paleocauces están integradas en la red de avenamiento actual, formando parte de segmentos de arroyos.

La unidad geomorfológica experimenta en la actualidad un modelado por inundación, ya que su superficie está solo unos decímetros debajo del nivel de las Islas del CP.

A la latitud de Goya, donde es coalescente con la Planicie Multilagunar con Drenaje Anastomosado y las Espiras de Meandro y AIC con Drenaje Anastomosado, la unidad se eleva entre 1 m y 2 m por encima de ellas.

- Planicies de tributarios

Con esta denominación se agruparon las fajas fluviales de los tributarios que desaguan en el Paraná en el tramo y mantienen su identidad como tales en la planicie. Esto es, continúan con sus dimensiones y patrones de cauce análogos a los que poseen por fuera de los límites mapeados en la Figura 1.2.3.1, antes de confundirse entre las morfologías de las unidades arriba descriptas.

No todos los tributarios locales del tramo componen parches de esta unidad geomorfológica en la planicie aluvial: la mayoría de ellos conducen sus aguas por cauces de dimensiones o patrones diferentes al del afluente, encauzados dentro de geoformas propias del ambiente del Paraná, adoptando su rumbo N-S (que es diferente con el que llegan a desembocar en él: NO-SE y NE-SO, por lo común).

Con estos considerandos, fueron reconocidas Planicies de Tributarios sólo en cuatro sitios del tramo completo, que acumulan una superficie de apenas 60 km².

- Terrazas y otros remanentes interiores sobre-elevados

En esta categoría Ramonell (2021) identificó dos sectores en que ocurren estos vestigios sobre-elevados dentro de la planicie aluvial: sobre su lateral izquierdo, al N de Esquina (km 853), y englobado casi en su centro, aguas arriba del eje Santa Fe – Paraná. Este último se corresponde con un antiguo campo de dunas longitudinales de génesis eólica, formado originalmente a fines del Pleistoceno superior, y es el área de mayor crecimiento habitacional del Gran Santa Fe desde los años '90.

Ambos sectores constituyen **paisajes con humedales**, a diferencia de los **paisajes de humedales** en el que participan el resto de las unidades geomorfológicas descritas.

Precisamente y en consideración de su dinámica hídrica, las unidades geomorfológicas (excepto la última de remanentes sobreelevados) intervienen o bien de manera pasiva durante los desbordes del río (esto es, por concentrar el flujo de inundación en una unidad dada de relieve deprimido a lo largo y ancho de la planicie), o bien de forma más activa, por contar o no con una red de cauces secundarios bien establecida entre sus elementos constitutivos, hecho que fue destacado al denominarlas.

Por otro lado, y de acuerdo a la descripción realizada a lo largo de este ítem, los suelos del área de análisis son poco evolucionados, de escaso desarrollo en el perfil y corresponden en su totalidad al orden de los Entisoles.

Dentro de ese orden, el predominio es de Fluventes, seguidos por Ortentes, Aquentes y, por último, Psamentos, dada la extensión superficial que poseen las unidades geomorfológicas mostradas en el mapa de Figura 1.2.3.1, y la textura de los sedimentos superficiales que las caracterizan más la extensión relativa de las áreas con bañados en sus superficies.



Foto: Francisco Firpo Lacoste

1.2.4. Paisajes, ecosistemas de humedal y comunidades vegetales

A lo largo del tiempo, la región atendida en esta contribución ha recibido distintas denominaciones: Provincia Paranaense, del Dominio Amazónico (Cabrera 1994), Ecorregión de las Sabanas Inundables del Paraná (Dinerstein et al. 1995), Ecorregión Delta e Islas del Paraná (Burkart et al. 1999), Subregión Hidrosistemas de Planicies de Inundación (Matteucci 2018), Subdistrito de los Valles Inundables del Paraguay-Paraná (Apodaca et al. 2019), y más recientemente Arana et al. (2021) la indica perteneciente a la Provincia Biogeográfica Esteros del Iberá, y dentro de ella, al Distrito de las Sabanas Inundables del Paraná. Los criterios y escalas considerados en las contribuciones previas han sido diferentes y variados, pero ha primado en la mayoría de ellos, la distribución de las grandes fisonomías de vegetación a grandes escalas. Existen sólo unos pocos antecedentes donde la denominación de este paisaje atiende a la dinámica espacio-temporal de sus humedales, y más aún, donde su sectorización se basa en las características geomorfológicas, hidrológicas y ecológicas, que en conjunto determinan la naturaleza de los diferentes tipos de humedales que componen este gran paisaje. Entre ellos, el de menor escala corresponde al de Minotti et al. (2013) quienes, en el marco del inventario de Sistemas de Paisajes de Humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay, diferencian dos Sistemas de Paisajes; Humedales de la planicie aluvial del río Paraná entre Confluencia y Reconquista, y Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas. Con algo más detalle Marchetti et al. (2016, 2020), proponen para diferentes sectores del área aquí considerada, la diferenciación de unidades funcionales basadas en series temporales de índices de vegetación, en relación a la geomorfología, relieve y dinámica hídrica del sistema en su conjunto. Asimismo, para el sector norte de este paisaje de humedales, ya Casco (2012) propuso una clasificación de unidades de paisaje basada en el sistema de Clasificación Ecológica de Tierras (ELC: Ecological Land Classification) empleado por el FEARO (1978). De los antecedentes previos emerge que, aún dentro de un paisaje de humedales (aquel conformado

enteramente por humedales, aunque de diferentes tipos), existen sectores de éstos que presentan un comportamiento interno similar, que difiere de áreas vecinas conformadas por otro tipo de humedales. Así, las áreas en donde dominan las lagunas interconectadas o no por cauces menores tienen dinámicas hídricas y comunidades de vegetación resultantes claramente contrastantes a otras áreas donde lo que domina es la secuencia de lomadas y bajíos donde los bosques, arbustales o pajonales de gran porte alternan en forma contrastante con vegetación de suelos anegables. Esta compleja matriz en la que diferentes humedales coexisten e interactúan en el espacio y tiempo, se debe a la morfodinámica del cauce principal del Paraná y sus cauces secundarios, que es resumida, en gran parte la distribución diferencial en el espacio de las comunidades vegetales, las que conforman distintos tipos de vegetación, según sean éstas dominadas por especies leñosas o herbáceas (ANEXO 3).

Desde el punto de vista florístico, esta región se caracteriza por la dominancia de especies de linaje Paranaense (Amazónico) que alcanzan aquí sus distribuciones más australes. Por otra parte, hacia el oeste de este paisaje de humedales y desde el centro hacia el norte, dicha flora se enriquece y superpone con especies chaqueñas, y más hacia el sur con otras de origen pampeano. Esta conjunción de especies correspondientes a los Dominios Amazónicos y Chaqueños (Cabrera 1994), sumado a la dinámica hidrosedimentológica del río Paraná y su red de cauces secundarios, hacen de estos humedales un verdadero entramado en el que se disponen distintas comunidades vegetales (Pensiero et al. 2005, Marino et al. 2006, Pensiero 2006, 2017, 2021, Brumnich et al. 2019, Marchetti et al. 2013, 2020, Marchetti y Scarabotti 2016).



Margen lagunar en inmediaciones del río Colastiné. Foto: Zuleica Marchetti

En la provincia de Santa Fe, la distribución de algunas especies leñosas como el “aguai” (*Pouteria gardneriana*), “ambay” (*Cecropia pachystachya*), “balcoca” (*Phyllanthus chacoensis*), “cedro blanco” (*Guarea macrophylla* subsp. *spiciflora*), “ibirá itá” (*Muelleria sericea*), “jazmín de la costa” (*Psychotria carthagenensis*), “maní guaicurú” (*Geoffroea spinosa*), “picanilla” (*Guadua paraguayana*), “tatané” (*Chloroleucon tenuiflorum*), “yagua ratay” (*Cupania vernalis*), se limita exclusivamente al sector norte de este paisaje de humedales. Otras especies, en

cambio, poseen una amplia distribución como “ibirá pitá” (*Peltophorum dubium*), “ingá” (*Inga uraguensis*), “laurel de río” (*Nectandra angustifolia*), “palo víbora” (*Tabernaemontana catharinensis*), “sangre de Drago” (*Croton urucurana*), entre otras, las cuales se limitan exclusivamente a este paisaje de humedales en la provincia de Santa Fe.

Otras especies, en cambio, presentan una distribución algo más extendida, especialmente en hacia el noroeste donde son frecuentes especies de linaje chaqueño, tales como el “alecrín” (*Holocalix balansae*), “canelón” (*Myrsine laetevirens*), “caspi zapallo” (*Pisonia zapallo*), “chirimoya de monte” (*Annona emarginata*), “cocú” (*Allophylus edulis*), “espina corona” (*Gleditsia amorphoides*), “Francisco Álvarez” (*Luehea divaricata*), “guayaibí” (*Cordia americana*), “guaraniná” (*Sideroxylon obtusifolium*), “jazmín del Paraguay” (*Brunfelsia australis*), “ñandipá” (*Sorocea sprucei*), “pindó” (*Syagrus romanzoffiana*), “timbó blanco” (*Albizia inundata*), “timbó colorado” (*Enterolobium contortisiliquum*), “ubajay” (*Eugenia myrcianthes*), y “yaguá pindá” (*Pisonia aculeata*), entre otras.

Varias de estas especies, en particular algunas leñosas, son importantes recursos fitogenéticos para las que nuestro país carece de una estrategia de conservación. Muchas de estas especies se hallan asociadas, en este paisaje de humedales, a los bosques de terrazas que se ubican en la unidad de humedales sobreelevados, aquellos sectores más altos y alejados del curso de agua, sobre suelos que poseen aptitud agrícola y en los que solo son afectados por inundaciones extraordinarias. En la actualidad, producto de los desmontes ocurridos a través del tiempo, solo quedan pequeñas áreas relictuales de estos bosques.

1.2.5. Biodiversidad de fauna

Los ríos Paraná y Paraguay constituyen un corredor biogeográfico de especies tropicales hacia latitudes templadas, caracterizado por la presencia de elementos florísticos y faunísticos tropicales-subtropicales que alcanzan altas latitudes por el Paraná y se conjugan con elementos de regiones templadas (chaqueños y pampásicos principalmente) (Giraud y Arzamendia 2004, Bérnils et al. 2007, Arzamendia y Giraud 2009). Esto sumado a una elevada heterogeneidad ambiental y los ciclos de bajantes y crecientes que incorporan nutrientes al sistema determinan una elevada productividad que se traduce en una de las regiones más biodiversas y productivas de la Argentina.

Con unas 810 especies de vertebrados (240 de peces, 45 anfibios, 64 de reptiles, 393 de aves y 68 especies de mamíferos) (Liotta 2005, Del Barco 2008, Giraud 2018, Marchetti et al. 2013), el Paraná Medio (PM) contiene un 33% de los vertebrados continentales de la Argentina. Los peces, con unas 240 especies constituyen el 50% de todos los peces continentales de Argentina (López et al. 2008), presentan variadas estrategias de vida, adaptadas para ocupar una elevada diversidad de humedales sometidos a una dinámica espacio-temporal de crecientes y estiajes que genera gradientes de conectividad o aislamiento entre los hábitats acuáticos de la llanura de inundación y del cauce principal (López et al. 2002, Drago et al. 2003, Liotta 2005, Rossi et al. 2007). La enorme productividad de peces fue analizada por Bonetto et al. (1969, 1970) en 18 lagunas de islas del PM, que alcanzó 500 kg ha⁻¹ de biomasa promedio, luego de la conexión con el río, con máximos de 2.000 kg ha⁻¹ en lagunas con aislamiento. Bonetto (1963), Bonetto y Pignalberi (1964) y Bonetto et al. (1971, 1981), mediante marcado, liberación y recaptura de hasta 40.000 peces, elucidaron los desplazamientos migratorios longitudinales de centenares de kilómetros por parte de especies importantes en las pesquerías, que se desplazan entre las áreas de reproducción y los sitios de alimentación y cría. El dorado (*Salminus brasiliensis*) se desplaza entre 737 y 1.440 km, el sábalo de 640 a 940 km, ambas con circuitos migratorios que involucran también a los ríos Paraguay, Uruguay y Río de la Plata (Sverlij y Espinach Ros 1986, Sverlij et al. 1993, Espinach Ros et al. 1998, Scarabotti et al. 2021). En las bogas (*Megaleporinus*

obtusidens) se reportaron desplazamientos de 540 km y los surubíes (*Pseudoplatystoma corruscans* y *P. reticulatum*), son también migrantes de largas distancias (Zaniboni Filho et al. 2003, Schulz 2003, Rossi et al. 2006, 2007). Los movimientos e interacción de estas especies favorecen complejas tramas tróficas, y en general, un número reducido de especies utiliza un sólo hábitat y la mayoría lo hace en dos o más (Rossi et al. 2007). Considerando tres grandes unidades de hábitats: el cauce principal, los ambientes lóticos de la planicie y los leníticos, las especies más abundantes en los tres hábitats son el sábalo y las mojarra (*Astyanax f. fasciatus*, *Odontostilbe pequirá*). Son frecuentes el dorado, el bagre blanco (*Pimelodus albicans*), el amarillo (*P. clarias*) y el manduvé fino (*Ageneiosus valenciennesi*). En los ambientes lóticos los grandes siluriformes, como los surubíes pintado y atigrado (*P. corruscans* y *P. reticulatum*) son más frecuentes, así como otros siluriformes medianos, el mandubé cucharón (*Sorubim lima*) y el patí (*Luciopimelodum pati*). La tararira (*Hoplias* spp.), las palometas o pirañas (*Serrasalmus* spp. y *Pygocentrus* sp.), las chanchitas (*Gymnogeophagus* spp. y *Cichlasoma* spp.) y el San Pedro (*Crenicichla lepidota*) son característicos de los ambientes leníticos (Rossi et al. 2007). Resulta importante señalar que existen peces endémicos o cuasi-endémicos de este sector del río Paraná (López et al. 2002, Liotta 2005), tales como el armado (*Parapterodoras paranensis*; PM-Bajo Paraná o BP), la vieja del agua (*Hypostomus laplatae*; PM-BP y Delta), la mojarra (*Hyphessobrycon wajati*; PM-BP y esteros de Chaco y Formosa) y la madrecita (*Phallotorynus victoriae*; PM y esteros de Corrientes). Sin embargo, muestreos más profundos en la cuenca podrían modificar estos endemismos. Asimismo, se han registrado en el área especies exóticas como la carpa (*Cyprinus carpio*) (Liotta 2005) y el esturión (*Acipenser baeri*) (Liotta et al. 2002).

Los anfibios con 45 especies incluyen una de cecilia (*Chthonerpeton indistinctum*, anfibios sin patas), y 44 de sapos y ranas (Anuros) (Gudynas et al. 1998, Peltzer y Lajmanovich 2007, Giraudo y Moggia 2008). Los anfibios se reproducen mediante estrategias complejas principalmente en ambientes leníticos, temporarios y semipermanentes, en una relación también compleja con los factores ambientales (precipitaciones, inundaciones, temperatura, vegetación, etc.) y con la abundancia de los predadores de sus renacuajos, tales como peces e insectos acuáticos (Peltzer y Lajmanovich 2007). La rana verde esmeralda (*Boana punctata*) está fuertemente asociada a los camalotales de *Eichhornia* spp., mostrando una coloración fluorescente única entre los vertebrados, y un comportamiento mimético que evidencia su especialización en este hábitat.

El sistema de humedales del PM incluye unas 64 especies de reptiles: dos tortugas, dos cocodrilos, nueve lagartos, cinco anfisbenas y 46 serpientes (modificado de Giraudo et al. 2007). Las tortugas y los yacarés son de hábitos acuáticos. La tortuga de laguna (*Phrynops hilarii*) es uno de los reptiles más abundantes en el área. El yacaré overo (*Caiman latirostris*) ocupa todo el sistema mientras que el yacaré negro (*Caiman yacare*) sólo se distribuye en el sector norte. La riqueza de reptiles disminuye desde el norte hacia el sur en relación con la disminución de la temperatura (Giraudo et al. 2007). Las serpientes ocupan todo tipo de hábitats, aunque las de hábitos acuáticos son muy abundantes como la falsa coral de estero (*Helicops leopardinus*), la ñacaniná (*Hydrodynastes gigas*) y la culebra verde acuática (*Erythrolamprus semiaureus*). Los reptiles de este sistema muestran ajustes reproductivos en relación con las inundaciones. Si bien lo habitan tanto especies ovíparas como vivíparas, las comunidades poseen el doble de especies vivíparas (18%) en relación con las registradas en toda la Argentina (9%). La viviparidad es una estrategia favorable en condiciones de inundación. La mayoría de las serpientes ovíparas se reproducen tempranamente y ponen sus huevos cuando el río está en aguas bajas, mientras que las vivíparas acuáticas paren sus crías en aguas altas cuando hay mayor disponibilidad de hábitats acuáticos (Giraudo et al. 2007). Algunos de los depredadores tope más abundantes del río Paraná son reptiles, como los yacarés y la curiyú (*Eunectes notaeus*), en conjunto con los pumas (*Puma concolor*), y otros dos

grandes mamíferos que cumplían esta función como el lobo gargantilla o nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) y el yagareté (*Panthera onca*), que se han extinguido en este sistema (Giraudó 2009).

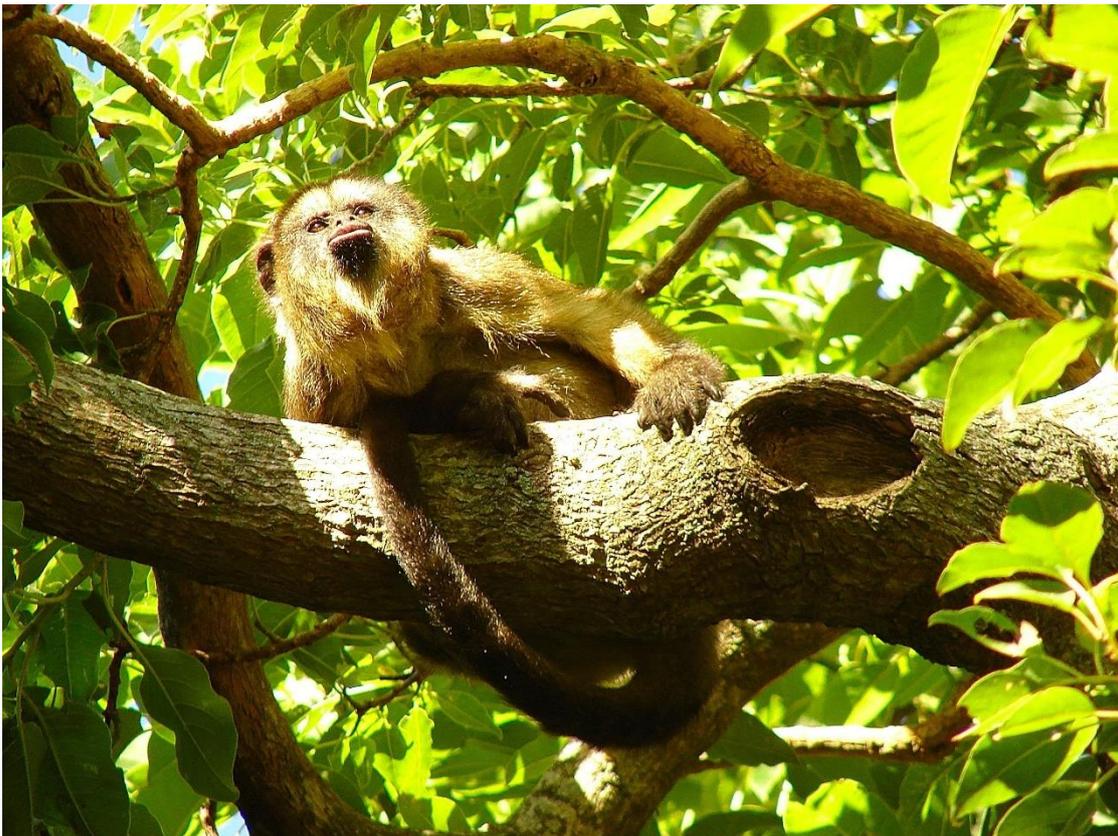


Yacaré negro. Foto: Alejandro Giraudó.

Las aves constituyen el grupo de vertebrados más rico con unas 393 especies, un 29% del total de Argentina (De la Peña 2006, Fandiño y Giraudó 2010; Marchetti et al. 2013). Las comunidades y gremios funcionales, así como la riqueza y diversidad, muestran una notable variación espacio-temporal en relación con los pulsos de inundación, las migraciones estacionales y con la disponibilidad de alimento, hábitats y sitios de nidificación (Giraudó 1992, Beltzer y Quiroga 2007). Las aves acuáticas constituyen un grupo muy numeroso en riqueza y abundancia, siendo este sistema de humedales el hábitat permanente o estacional para millares de individuos de mbiguás (dos especies de Pelecaniformes), garzas, cigüeñas, cuervillos y espátulas (17 especies de Ciconiiformes), cisnes, patos y chajás (19 especies de Anseriformes), caraus, pollas de agua, gallaretas, burritos, gallinetas y pacaás (13 especies de Gruiformes). Por otro lado, el río Paraná constituye un corredor migratorio para chorlos y playeros neárticos (13 especies de Charadriiformes) que utilizan sus humedales como áreas de alimentación, principalmente en aguas bajas, donde se observan por centenares. Poblaciones de migrantes patagónicos también usan sus humedales en invierno, como el macá grande (*Podiceps major*), el cisne de cuello negro (*Cygnus melacoryphus*), el sobrepuesto (*Lessonia rufa*) y la remolinera común (*Cinclodes fuscus*) (Giraudó y Moggia 2006). Muchas de sus especies son emblemáticas, claves, indicadoras y/o paraguas (como los flamencos, las rapaces, y varias aves migratorias, las frugívoras y polinizadoras, etc.). Otras tienen importancia cinegética tanto deportiva como de subsistencia, como patos, gallinetas y perdices (*Nothura* y *Rynchotus*). Recientemente se ha registrado el avance de especies tropicales, antes no registradas en el PM, como la ratona gigante (*Campylorhynchus turdinus*), la mosqueta ceja

amarilla (*Campsiensis flaveola*), la choca listada (*Thamnophilus doliatus*) y el surucú cola blanca (*Trogon surrucura*).

Se estima que unas 68 especies de mamíferos habitan en este sistema de humedales (Massoia 1976, Olrog y Lucero 1980, Redford y Eisenberg 1992, Barquez et al. 1993, 2006, Giraudo y Moggia 2006, Giraudo 2018). El sector norte (desde cerca Reconquista) posee las poblaciones más australes de monos sudamericanos, el carayá o mono aullador (*Alouata caraya*), que alcanza mayores densidades en los bosques de las islas respecto a los bosques costeros, con valores que van entre 2,83 y 0,9 individuos/ha, respectivamente (Delprat et al. 1995). Adicionalmente, por su alimentación frugívora es considerado un eficiente dispersor y aumenta la germinación de árboles frutales de los bosques, siendo una especie clave en la sucesión de las ricas selvas en galería del humedal (Bravo 2022).



Mono carayá. Foto: Alejandro Giraudo.

El sistema de humedales ha sufrido varias extinciones de especies de gran tamaño como el tapir (*Tapirus terrestres*), junto con el yagareté y el lobo gargantilla. En islas remotas del norte de Santa Fe subsiste una de las pocas poblaciones de ciervo de los pantanos (*Blastoceros dichotomus*), que aún sobreviven en el río Paraná (Giraudo y Arzamendia 2008, Giraudo 2009). Algunos predadores acuáticos como el lobito de río (*Lontra longicaudis*) o terrestres como el puma (*Puma concolor*) aún persisten en el sistema. También persiste el Aguará Guazú (*Chrysocyon brachyurus*), declarado monumento natural en Santa Fe, Chaco y Corrientes.



Ciervo de los pantanos. Foto: Alejandro Giraudo

Son especies características el coipo (*Myocastor coypus*), el carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*), los murciélagos pescadores (dos especies de Noctilionidae), los felinos pequeños como el gato montés (*Oncifelis geoffroyi*) y el yaguarundí (*Herpailurus jagouaroundi*), el zorro de monte (*Cerdocyon thous*) y el aguará popé (*Procyon cancrivorus*). Entre los roedores, se destacan las ratas coloradas (*Holochilus* sp.), que en ocasiones muestran explosiones poblacionales durante las cuales son muy abundantes y se convierten en presas de numerosos vertebrados (dorados, rapaces, serpientes, etc.). El colilargo (*Oligoryzomys flavescens*), un vector del Hantavirus, presenta también explosiones poblacionales en relación con ciclos hidrológicos y de abundancia de alimento.

Los invertebrados acuáticos son muy diversos. Estudios de zooplancton indican una riqueza de 230 especies de rotíferos, 125 de cladóceros y 87 de copépodos (José de Paggi y Paggi 2007). Los rotíferos tienen una mayor diversidad en los géneros *Brachionus*, *Lecane* y *Trichocerca*, con muchas especies cosmopolitas y algunas Neotropicales, compartidas con la cuenca del Amazonas. La mayor diversidad de cladóceros se da en los géneros *Diaphanosoma*, seguida por *Ceriodaphnia*, *Moina*, *Bosmina* y *Daphnia* y, a diferencia de los rotíferos, son en su mayoría especies endémicas de la región Neotropical. Entre los copépodos calanoides, posee mayor diversidad *Notodiaptomus* (Neotropical) mientras que los copépodos ciclopoideos tienen como géneros más diversos a *Mesocyclops*, *Thermocyclops* y *Microcyclops*. El zooplancton es más abundante y rico en lagunas y ambientes leníticos, particularmente cuando poseen una mayor heterogeneidad ambiental generada por la alternancia de sectores con abundante vegetación acuática y de aguas libres. El mayor tiempo de permanencia del agua determina una mayor abundancia de plancton, factor más importante para el zooplancton que para el fitoplancton, ya que este último presenta un tiempo de generación más corto. Las lagunas conectadas directamente con cursos lóticos muestran una abundancia relativamente baja en relación con aquellas indirectamente conectadas (José de Paggi y Paggi 2007). La composición y abundancia

del bentos del cauce principal y de los cauces secundarios de la llanura de inundación con un flujo permanente, son diferentes en la franja central y en las costas (Ezcurra de Drago et al. 2007). La franja central con fondos arenosos muestra mayor densidad, biomasa más baja y baja riqueza y diversidad con respecto a los demás hábitats del PM. *Narapa bonettoi* (Oligochaeta) es la especie más abundante y se encuentra asociada con densidades bajas de *Myoretronectes paranaensis*, *Itaspiella parana* (Turbellaria), *Haplotaxis aedeochaeta* (Oligochaeta) y especies de *Tobrilus* (Nematoda), *Potamocaris* spp. (Crustacea, Harpacticoida) y *Parachironomus* sp. (Diptera, Chironomidae). En general, la biomasa, diversidad y riqueza de las especies del bentos aumenta hacia los cauces secundarios y los humedales de la planicie de inundación, modificándose las comunidades con dominancia de los oligoquetos *Paranadrilus*, *Limnodrilus*, *Bothrioneurum*, *Pristina*, y los quironómidos *Cryptochironomus*, *Coelotamypus*, *Ablabesmyia* y *Axarus*. Como toda la biota analizada, los factores claves que controlan la estructura y composición de especies son los pulsos de inundación y estiaje, las condiciones hidráulicas, el grado de conectividad hidrológica, la cobertura de plantas acuáticas y la calidad del agua (Ezcurra de Drago et al. 2007). Asociados a plantas acuáticas, en la planicie de inundación, se reportaron entre 30 y 84 especies de invertebrados dependiendo de la especie vegetal dominante (Poi de Neiff y Neiff 2006). Se destaca que entre las plantas de mayor porte se pueden encontrar hasta 23.000 invertebrados por m² y 6,9 g.m⁻² en unidades de biomasa (Poi de Neiff y Carignan 1997). Durante el período de aguas altas, la abundancia de invertebrados es mayor que en el período de aguas bajas, debido a la conectividad de los humedales (Poi de Neiff y Galassi 2013). Por lo menos dos especies invasoras, la almeja asiática (*Corbicula fluminea*) y el mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) se han registrado en este sistema (Darrigan 2004).

1.2.6. Funciones y valores ecosistémicos

El río Paraná suministra agua de buena calidad a 19 grandes ciudades de más de 100.000 personas (Wong et al. 2007), además de ser un recurso aprovechado para la agricultura y ganadería. Además, en la provincia de Santa Fe está proyectado expandir la población servida mediante la construcción de acueductos para llevar agua desde el río Paraná hacia el centro-oeste provincial.



Cauce principal aguas arriba de Isla Chapetón. Foto: Marie Forget

El río posee una biodiversidad de peces extraordinaria con 240 especies que sustentan una pesca de subsistencia, artesanal, recreativa, deportiva y comercial que beneficia a millares de pobladores locales y regionales, tanto en la alimentación como en la obtención de dinero a partir de estas actividades. La elevada productividad de la vegetación herbácea sostiene una ganadería con importantes rendimientos sobre comunidades vegetales naturales (Luisoni 2018, Pensiero 2018). Adicionalmente, muchos vertebrados silvestres (carpinchos, nutrias, yacarés, patos y otras aves) son utilizados para la obtención de carne y cueros.

Su vegetación diversa brinda oportunidades de explotación y sustenta actividades productivas que difieren de la ganadería tradicional. Es el caso de los pajonales paja brava muchas familias elaboran techos de paja para diferentes construcciones e incluso construyen casas enteras con este material. Las diferentes especies de catays y camalotes, que son recursos para la producción apícola. En el caso de la vegetación leñosa se utiliza la extracción de cañas picanillas (*Guadua paraguayana*) para estructuras de invernaderos, además de recursos madereros de alisos, sauces, y leña utilizada por pobladores locales para diversas actividades. Algunas especies de vegetación acuática forman extensas comunidades que crecen arraigadas a los márgenes de diferentes cauces del Paraná, protegiendo los márgenes de la erosión fluvial y en algunos casos, del oleaje provocado por embarcaciones de diferente porte.

Durante las inundaciones, la vegetación en sus diferentes formas de desarrollo, favorece la retención de sedimentos y nutrientes asociados, promoviendo de esta forma la fertilización natural de los humedales y el sustento de su productividad.

El complejo sistema de humedales del PM conserva una elevada diversidad de flora y fauna, donde se viene desarrollando un turismo de naturaleza y ecoturismo, principalmente en el sector norte del Sitio Ramsar Jaaukanigás.

Otras funciones ecosistémicas de los humedales del PM incluyen la regulación hidrológica (flujo lento y la disminución de la turbulencia del agua, la retención y almacenamiento del agua, la recarga de acuíferos, la regulación de la evapotranspiración, diferentes procesos de regulación bioquímica y el mejoramiento de la calidad del agua por retención, degradación de contaminantes, nutrientes y regulación de sales) (Kandus et al. 2019). Asimismo, retienen/exportan sedimentos y pueden contribuir a estabilizar las costas.

En relación con el cambio climático, contribuyen a la mitigación y adaptación del mismo, las comunidades de plantas secuestran carbono en el suelo y en su biomasa, y los humedales aportan a la evaporación y humedad, influyendo en las lluvias locales.

Su valor cultural, recreativo y turístico es valorado en la región, así como también los diversos productos disponibles (leña, pesca, paja para techumbre, materiales para alfarería, etc).

1.2.7. Estado de conservación

El río Paraná es considerado uno de los diez ríos más amenazados del planeta (Wong et al. 2007), debido a que en su cuenca alta ha perdido 80-90% de sus bosques (Tucci y Clarke 1998), reemplazados por cultivos de soja que aumentaron la cantidad de sedimentos y contaminantes, cambiando la calidad del agua. Además, en su cuenca alta se han construido numerosas represas en el cauce principal y tributarios, que impactaron en su biodiversidad y procesos hidrosedimentológicos, entre ellas la represa de Yacyretá en Argentina (Barletta et al. 2010). No obstante, el eje Paraná Medio-Paraguay, desde el Pantanal, no presenta represas, por lo que el estado de conservación del PM es variable en diferentes sectores. La extinción global de una especie, el jacinto azul glauco (*Anodorhynchus glaucus*) y la extirpación regional

de algunos mamíferos grandes como el lobo gargantilla o nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*), el yaguaré (*Panthera onca*) y el tapir (*Tapirus terrestris*) (Giraudó 2009), indican impactos antrópicos históricos generados desde la colonización española que utilizó este gran río como vía de expansión y de extracción de recursos, generando incluso la extirpación de culturas humanas aborígenes del Paraná.

En general, los sectores del humedal próximos a grandes ciudades (Santa Fe-Paraná, Avellaneda-Reconquista-Goya, Resistencia-Corrientes, entre las principales y más populosas) presentan mayores problemas de conservación debido a una mayor densidad poblacional humana ocupando y/o utilizando temporalmente las costas, islas y sistemas acuáticos, con parques de millares de embarcaciones que generan mayores impactos en las pesquerías, cacería, usos recreativos, destrucción de la vegetación (extracción de madera, cañas, pajas y juncos, deforestación e incendios), contaminación por basura y efluentes diversos, mayor presión ganadera, entre otras actividades. Sectores alejados de ciudades y poblaciones grandes pueden mantener en mayor grado sus condiciones prístinas, con algunas modificaciones que operan en todo el sistema, aunque con menor intensidad, como son las pesquerías y cacería, la ganadería y la navegación que va desde embarcaciones pequeñas hasta barcas cargueras que se desplazan por el canal principal, por la “Hidrovia Paraná-Paraguay”. En líneas generales desde la localidad de San Javier hacia el norte, el estado de conservación mejora, al menos por sectores, siempre en relación con los factores antes enunciados.

Las áreas protegidas incluyen el Sitio Ramsar Jaukanigás con 492.000 hectáreas en el Departamento General Obligado de la provincia de Santa Fe, y hacia el norte el Sitio Ramsar Chaco con 508.000 ha, totalizando 1.000.000 de hectáreas en la categoría de Humedal de Importancia Internacional, donde el Estado se compromete a usarlo racional y sosteniblemente, aunque no constituyen áreas de conservación estricta, por lo que no presentan guardaparques e infraestructura adecuada para hacer eficiente su manejo y conservación.

Las áreas protegidas con categoría estricta son en Santa Fe los Parques Provinciales Cayastá (300 ha), las Reservas Provinciales Virá Pitá (615 ha) y Del Medio-Los Caballos (2.050 ha), la Reserva Natural de la Defensa Isla El Tala (2.000 ha) (Biassatti et al. 2016). Otras reservas pequeñas en el río Paraná en la Provincia de Entre Ríos son el Monumento Natural Islote Municipal (15 ha), los Paisajes Protegidos Camping Toma Vieja (20 ha) y Las Piedras (312 ha) (SIFAP 2023). Cabe destacar que las áreas protegidas provinciales están pobremente implementadas, sin infraestructura, personal y presupuesto, con escasa o nula eficiencia en la preservación de la biodiversidad (Arzamendia y Giraudó 2004, Biassatti et al. 2016). La mayoría son islas, con nula o escasa superficie de costa, por lo que, en inundaciones extraordinarias, la fauna debe desplazarse a sitios desprotegidos donde es fácilmente cazada. Todas las áreas protegidas presentan uso ganadero, y en algunas de ellas se desarrollan otras actividades como producción de miel y la construcción de viviendas de fin de semana, para esparcimiento y pesca, a pesar de ser actividades prohibidas dentro de las áreas protegidas. No obstante, los ciclos hidrológicos del Paraná limitan o dificultan las actividades humanas en su planicie, subsistiendo muchos hábitats naturales con distintos grados de modificación en relación con la densidad humana, la intensidad de uso ganadero en islas, la construcción de viviendas (cabañas, casas de pescadores) y de infraestructura (terraplenes, puentes) y la cercanía de centros urbanos grandes, que emiten efluentes cloacales e industriales que contaminan.



Margen izquierda del cauce principal aguas abajo de Cerrito (km 640). Foto: Marie Forget.

1.2.8. Amenazas

La intensificación del uso de la tierra por parte del ser humano a través de urbanizaciones, actividades agrícolas y ganaderas, deforestación, navegación, impacta sobre la hidrología, geomorfología y calidad del agua de los sistemas acuáticos y humedales. Los efectos se materializan en el aporte de sedimentos finos, nutrientes, agroquímicos, productos veterinarios, metales, aceites y otros productos en cantidades muy variables (Schulz y Liess 1999, Moore y Palmer 2005). Estos cambios pueden manifestarse en la biodiversidad, composición taxonómica y composición y abundancia de las comunidades bióticas (Walsh et al. 2005).

Existen diversos grados de amenazas que afectan la conservación del funcionamiento ecosistémico de los humedales del PM y su biodiversidad. Las amenazas poseen diversa escala de afectación, pueden ser de alcance regional o tener un carácter local. Las principales amenazas identificadas se enumeran a continuación con diferente grado de detalle.

- *Pesquerías*

La cuenca del Plata provee el 90% de la pesca continental de Argentina, Uruguay y Paraguay (Quirós 2004, Barletta et al. 2010). El PM presenta una pesca artesanal/comercial basada en unas 27 especies (Scarabotti et al. 2021) cuyas regulaciones y cupos varían por provincias (Filippo 2008). Registros históricos entre 1935–1983 indican que los Siluriformes (*Pseudoplatystoma*, *Luciopimelodus*, *Pimelodus*) predominan en las capturas del bajo Paraguay y Paraná Medio superior mientras que el sábalo es la más capturada en el PM inferior, BP y Delta (Quirós y Cuch 1989, Quirós 1990). De un promedio de 11.900 toneladas anuales entre 1945–1984, 73% correspondió al sábalo (Scarabotti et al. 2021). Entre 1994–2004, en Santa Fe la pesca aumentó debido a la apertura de las exportaciones del sábalo pasando de 2.875 a 37.597 toneladas en una década (Del Barco 2006). Scarabotti et al. (2021) evaluaron las tendencias históricas de 21 especies en los desembarques pesqueros (1934–1986), exportaciones (1994–2019) y programas de monitoreo en el río Paraná (2009–2019) de Santa Fe, Chaco y Corrientes, registrando mayores disminuciones en los desembarques históricos en la porción baja respecto a la porción alta. Las tendencias poblacionales muestran que los bagres (*Pimelodus* spp.), las tarariras (*Hoplias* spp.), el dorado (*Salminus brasiliensis*), el patí

(*Luciopimelodus pati*) y los manduvés (*Ageneiosus* spp.) declinaron en más de un sector, mientras que las bogas (*Megaleporinus* spp.) y los armados (*Pterodoras granulosus* y *Oxydoras kneri*) mostraron tendencias estables a positivas, asociadas por los autores a una combinación de factores como la sobrepesca y los cambios ambientales que requerirían una aproximación ecosistémica para su adecuado manejo (Scarabotti et al. 2021). Una presión adicional lo constituye la pesca recreativa/deportiva, pendiente aún de evaluación científica, aunque en Santa Fe se estimó que unas 300.000 personas (10-12% de la población) la practican, con una inversión anual promedio por persona de U\$840, lo que significa un movimiento económico de al menos U\$252.000.000, sin considerar el turismo proveniente de otras provincias y países (Cleminson 2000, Del Barco 2006). El PM, además, sostiene una pesca de subsistencia que brinda proteínas a pobladores de bajos ingresos (algunos de pueblos aborígenes), que venden el remanente en condiciones de comercialización poco equitativas, siendo los pescadores los menos beneficiados (Sverlij et al. 2013).

- *Ganadería en islas*

En las últimas décadas hubo un incremento significativo de la carga ganadera en islas, que se cuadruplicó desde 1998 a 2007, alcanzando los 2.000.000 de cabezas de ganado bovino en islas santafesinas (Dirección Provincial de Defensa Civil 2007), principalmente debido al avance de cultivos de soja en tierras altas que desplazaron la ganadería. Este aumento de la ganadería implicó efectos en la estructura y composición de la vegetación de las islas (Magnano et al. 2013, Quintana et al. 2014), registrándose signos de eutrofización en situaciones de alta carga ganadera (Taboada et al. 1999, Magnano et al. 2013). La ganadería puede afectar al menos localmente la calidad del agua de humedales de este sistema fluvial (Mesa et al. 2015). En lagunas de la llanura aluvial, incluidas en potreros sometidos a un uso productivo rotacional, se observó un aumento significativo de nutrientes en agua y sedimento durante la presencia de ganado, disminuyendo luego en períodos sin ganado, verificándose la importancia de la vegetación sumergida en la disminución de nutrientes (Mesa et al. 2015). Se comprobó la importancia del estiércol del ganado como sustrato para invertebrados, y como fuente de nutrientes para los humedales (Mesa et al. 2016). Adicionalmente, se detectaron efectos significativos de la actividad ganadera sobre la biomasa de vegetación forrajera terrestre asociada a lagunas, y sobre la riqueza y diversidad de estos humedales (Seimandi et al. 2017). La aplicación de antiparasitarios, como Ivermectina, sobre el ganado afectó la supervivencia de invertebrados acuáticos, registrándose la bioacumulación y biomagnificación de esta droga en sedimentos, macrófitas, invertebrados y vertebrados, afecta la dinámica de nutrientes tanto en condiciones experimentales (Mesa et al. 2017) y como en el campo (Mesa et al. 2020). El ganado y el fuego asociado a su manejo, modifican la estructura de los pastizales afectando particularmente a las gramíneas altas afectando a especies de aves amenazadas como las *Sporophila*, especialistas en comer semillas de tales gramíneas (Azpiroz et al. 2012). En islas del Delta superior del Paraná, el efecto de la ganadería sobre bosques de islas con carga ganadera, sin ganadería y con exclusión reciente se observó en islas con ganado menor altura del estrato herbáceo, menor cobertura del estrato arbustivo y menor presencia de plantas trepadoras, que se asociaron a los ensambles de aves con mayor riqueza, abundancia y diversidad, con las especies asociadas con los estratos de vegetación más bajos (aves con alimentación terrestre) (Frutos et al. 2020a y b).

- *Incendios*

Las superficies afectadas por los incendios fueron importantes en las condiciones de sequía observadas entre 2020 y 2022. Si bien las quemadas en pequeñas dimensiones han estado desde siempre estrechamente relacionadas con las explotaciones ganaderas, los incendios sin control observados durante el período de bajante distan mucho del tradicional uso del fuego de los

habitantes de los humedales. Ello amerita esfuerzos transdisciplinarios destinados a diferenciar entre quemas, incendios y tipos de fuegos tendientes a lograr un manejo integrado del mismo cuando las condiciones ambientales ubiquen a los humedales en potenciales focos de incendios.

- *Sobreelevación o alteo de terrenos en parcelas, rutas, terraplenes con viaductos y puentes de acceso*

El sector de Santa Fe-Paraná presenta un viaducto con terraplenado y algunos puentes con rutas de varias manos. También la Ruta prov. N°1 que bordea la planicie de inundación del río Paraná desde Santa Fe a Reconquista. Existen proyectos de desarrollo de nuevos puentes en Santa Fe-Paraná, e incluso propuestas de una obra para generación de energía hidroeléctrica en el tramo Reconquista-Goya con una presa en el cauce principal que estaría integrada una interconexión vial. Los caminos y su construcción pueden provocar significativas pérdidas de biodiversidad tanto a escala local como regional debido a la restricción del movimiento entre poblaciones (incluyendo la modificación del escurrimiento del agua), el incremento de la mortalidad, la fragmentación del hábitat y efectos de borde, invasión de especies exóticas y el mayor acceso de humanos en los hábitats silvestres (Findlay y Bourdages 2000). Existen efectos inmediatos como la mortalidad de fauna ocasionada por la construcción de caminos y puentes, por remoción de tierras y trabajo de maquinarias pesadas; o los atropellamientos de fauna generados por el tráfico de vehículos (Trombulak y Frissell 2000). No obstante, es improbable que a corto plazo se detecten todos los efectos adversos sobre la biodiversidad. De hecho, los efectos de construcción de caminos sobre humedales pueden ser indetectables para algunos taxa durante décadas (Findlay y Bourdages 2000, Trombulak y Frissell 2000). Los impactos sobre vertebrados pueden extenderse desde 100 a 1000 m del trazado de la ruta. Información existente en el PM de Santa Fe sobre el atropellamiento de los vehículos indican que una gran cantidad de vertebrados son atropellados en las rutas, incluyendo millares de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, afectando también a especies amenazadas (Giraud et al. 2001, Attademo et al. 2011). Adicionalmente, estas vías generan modificaciones en la conducta de los animales y alteraciones químicas y físicas del ambiente.

Complementariamente, y desde una perspectiva hidromeórfica, los terraplenes viales de Ruta Nac. 168, Ruta Prov. 1 o los anillos de defensa contra inundación de la ciudad de Santa Fe y sus suburbios en torno a Ruta Prov. 1 implican desniveles artificiales de 5 m o más sobre el nivel medio general de la planicie aluvial, que no se encuentran de manera natural en ella.

Para el caso de la Ruta Nac. 168, transversal al río, su influencia se manifestó al paso de los grandes crecientes de fines del siglo pasado, donde se midieron desniveles de algo menos que 1 m entre las superficies del agua a uno y otro lado de su traza, con aumento de la duración de anegamientos de terrenos sólo por efecto de embalse del eje vial.

Los sucesivos alteos del terraplén de la Ruta Prov. 1, iniciados en 1940 y continuados al término de la creciente de 1982/83, impiden la ocurrencia de fenómenos de desborde hacia el oeste al norte del A° Leyes durante crecidas de magnitud semejante a aquella, aspecto que ha sido tratado desde una perspectiva hidrológica e hidrodinámica por Ceirano et al. (2000), y que ha tenido implicancias en la evolución morfológica de los cauces secundarios del sector (Montagnini et al. 2005).

- *Dragados, préstamos de suelos y extracciones de áridos*

Los dragados para el mantenimiento de la hidrovía Paraná – Paraguay en el área de análisis son menores comparados al volumen y modalidad de arenas transportadas por el río, además de que las necesidades de calado de las embarcaciones que navegan al norte del eje Santa Fe – Paraná son ordinariamente satisfechas siguiendo las rutas naturales del thalweg del cauce

principal o de un brazo conexo del mismo, a diferencia de la situación que implican el tráfico fluvial e iguales prácticas aguas abajo de tal eje.

Sin embargo, algunas de las amenazas de esta actividad son los derrames de combustibles, la aparición de especies invasoras como la almeja asiática (*Corbicula fluminea*) y el mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) (Darrigan 2004), entre otros.

Otras intervenciones que involucran dragados se relacionan con la extracción de arenas para construcción o para la actividad petrolera no convencional. En los cauces secundarios con conexión directa con el cauce principal, tipo el río Colastiné, no se han advertido cambios de cota del lecho vinculado a ello, ya que aquél también garantiza una provisión y reposición de los sedimentos granulares. Lo último no suele ocurrir en CS importantes de conexión indirecta como el San Javier y el A° Leyes, donde las hoyas de dragado suelen ser considerables y de gran persistencia temporal, alterando las secciones de esos cursos o induciendo a fallas mecánicas de la margen por sitios.

El lecho de la laguna Setúbal ha sido explotado puntualmente extrayendo las arenas del Pleistoceno superior referidas en el ítem 1.2.3 para sobreelevar terrenos, construir terraplenes y playas de recreación, generando pozos de dragado profundos que subsisten con sus honduras de origen aún después de casi medio siglo, los más antiguos (Ramonell et al. 2021).

Puntualmente suelen extraerse capas delgadas de los sedimentos finos superficiales de la planicie a modo de préstamos de suelos ingenieriles o para emprendimientos vinculados al paisajismo, en sectores donde la carga de lavado que es aportada por las inundaciones del río es mínima.

- *Apertura de canales en la planicie y reactivaciones o cierres de cauces*

Por antigüedad e incidencia hidro-sedimentológica se destaca la obra del Canal de Acceso al Puerto de Santa Fe en el extremo sur del área de análisis, excavado en la planicie aluvial a principios del siglo XX con dimensiones análogas a las del A° Leyes en la actualidad (e.g., 200 m de anchura y más de 10 m de profundidad).

Dada la evolución fluvial que experimentó esta parte del río luego de ca. 70 años de construido el canal, desde hace algunas décadas éste trasvasa aguas con altas concentraciones de limo y arcilla desde el río Colastiné hacia el oeste de la planicie, cuyos cauces secundarios los redistribuyen aguas abajo en una superficie de más de 300 km² de extensión, desnaturalizando la calidad de aguas propia de esa zona de la planicie (Ramonell 2021). El autor refiere que entre ca. el 40 y 45 % de los caudales líquidos del río Colastiné en cualquier condición hidrométrica en la actualidad son derivados hacia el río Coronda en vez de retornar al cauce principal; así, aquél incrementa su caudal en la embocadura en un 25 a 35 % respecto de los que debería tener si no existiera la obra.

Las intervenciones ingenieriles para corrección de cauces existen en toda el área de análisis pero son escasas y, hasta el momento, insignificantes comparadas con la morfodinámica natural. Una amenaza potencial coligada a ellas es que las evaluaciones de impacto ambiental asociadas rara vez se realizan bajo marcos conceptuales bien establecidos en la literatura fluvial internacional, como el de las respuestas compleja, no-lineal y espacio/tiempo-dependiente de los sistemas fluviales, todas de ocurrencia probada en el tramo medio (Ramonell et al. 2021).

Asociada a la explotación ganadera hay prácticas de manejo que no han sido cuantificadas en cuanto a su eventual impacto en la dinámica hidro-geomorfológica del río, al menos a escala local. Estas son la eliminación de coberturas arbustivas y arbóreas para más superficie de

pastoreo, y el bloqueo/cierre de las embocaduras de riachos menores con troncos, etc., destinadas a dificultar el abigeato u otras acciones furtivas.

- *Depredación de recursos naturales*

Ejemplos son la caza furtiva de reptiles, aves y mamíferos sea para comercialización del cuero y/o como mascotas exóticas. La comercialización de leña cañas y madera poco controlada posee volúmenes que no se han cuantificado aún, aunque los bosques del río Paraná santafesino están en rojo según la Ley Nacional de Bosques, por lo que no podrían ser explotados. La captura y venta de carnada de peces (morenas, anguilas, cascarudos, principalmente) es otra actividad no regulada y muy frecuente en la región.

- *Presencia de contaminantes*

El río Paraná y sus tributarios en el PM es el cuerpo receptor natural de los excedentes hídricos de su cuenca de aportes, donde descargan los efluentes urbanos y rurales, domésticos e industriales de las poblaciones asentadas en la cuenca. Si bien es una amenaza en general de alcance más puntual, las sustancias son transportadas y transformadas de diversas maneras en los medios acuáticos. Las numerosas localidades ubicadas a lo largo del CP o de tributarios constituyen focos de contaminación tanto de efluentes cloacales como industriales.

1.2.9. Manejo de la ganadería de islas y quemas relacionadas

La superficie aprovechable para esta actividad en los paisajes de humedales varía según la altura del río, aumenta cuando el río baja y disminuye con las crecidas, llegando a desaparecer. Debido a lo cíclico de las crecientes y bajantes, la ganadería es, en particular en zonas de islas, trashumante.

El sistema de producción ganadera es extensivo, sin manejo programado y con nulo o escaso asesoramiento técnico, con actividades de cría, ciclo completo o internada. En casi toda la superficie abordada en este trabajo resultan sumamente escasas o nulas, las instalaciones o infraestructuras que posibiliten el adecuado manejo de las actividades ganaderas. Esto obedece, en gran medida, a las fluctuaciones de las crecidas del río que arruinan o destruyen dichas construcciones. Si bien el uso del alambrado eléctrico (boyero) constituye una herramienta de fácil implementación para regular el pastoreo en determinados sitios, resulta una técnica muy poco empleada por parte de los ganaderos de la región.

Los criterios que aplican los productores para el manejo ganadero son básicos y se sustentan, en el mejor de los casos, en sus capacidades de observación o en sus experiencias empíricas. En general, los productores reconocen el valor forrajero que poseen los distintos sitios (comunidades vegetales), distinguiendo en particular aquellos que consideran como los más “engordadores”.

La curva de producción forrajera de los humedales está condicionada fuertemente por el nivel del río, por lo que en un año “normal”, el aumento de la oferta forrajera ocurre a partir de mediados o fines de primavera y hasta principios o mediados de otoño. Es en este periodo donde la receptividad ganadera de estos ambientes es mayor, para luego disminuir a medida que bajan las temperaturas a finales del otoño y entrado el invierno.

En aquellos periodos donde los humedales, y particularmente los sectores de islas, ya no ofrecen una oferta forrajera en cantidad y calidad (por lo general desde mediados de otoño hasta principio de primavera), el productor ya ha vendido sus animales que engordaron en el período anterior, o si aún conserva parte de su ganado el mismo es llevado a pastorear a sitios más altos donde ocurren pastizales.

Estas variaciones en la superficie afectada a la actividad, tiempo del año en que se puede utilizar, falta de infraestructura, condicionan fuertemente la posibilidad de realizar un manejo adecuado de la ganadería.

El recurso forrajero que sustenta esta actividad está dado exclusivamente por el aprovechamiento de la flora nativa. Varias de las comunidades vegetales presentes en estos paisajes de humedales poseen especies de muy buen valor forrajero por su calidad y productividad, en particular las que ocurren en las praderas húmedas y praderas de canutillares. Otras de las comunidades importantes para la ganadería son los carrizales y pajonales de “paja brava”. Si bien la producción de biomasa de estas comunidades suele ser muy alta, de calidad baja o intermedia, su producción y calidad forrajera mejora si se eliminan los restos secos para favorecer el rebrote. Por ello, una técnica tradicional y ampliamente utilizada por los productores para lograr esto es la quema que, si bien está prohibida en todo el territorio provincial, resulta ser la forma más económica y difundida de manejo.

1.2.10. El Sitio Ramsar Jaaukanigás y proyectos de conservación planificados

El Sitio Ramsar Jaaukanigás, el primero de su tipo en el río Paraná, fue declarado como parte de una gestión transdisciplinaria el 10 de octubre de 2001 (Sitio Ramsar N°1112). Abarca 492.000 hectáreas desde el paralelo 28º, límite entre las provincias de Chaco y Santa Fe, al norte, la Ruta Nac. N°11 al este, el arroyo Malabrigo al sur y al este el canal de navegación del río Paraná, límite entre Corrientes y Santa Fe. Jaaukanigás o “gente del agua” es el nombre de la etnia de Abipones, de aborígenes canoeros, que habitaban el lugar y desaparecieron en el violento proceso de colonización española. El modelo de gestión de Jaaukanigás fue integrativo y participativo, desde el Instituto Nacional de Limnología en conjunto con el Ministerio de Ambiente de Santa Fe y el Grupo de Recursos Acuáticos de Ambiente de Nación, se convocaron a técnicos y promotores sociales del Instituto de Cultura Popular, ONG que trabaja con campesinos y aborígenes; el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), central por su rol en producciones agropecuarias, las Facultades de Ciencias Agrarias y de Humanidades y Ciencias (UNL), con expertos en vegetación, ciencias sociales y educación, sumando a los principales municipios y comunas regionales (Reconquista, Avellaneda, Villa Ocampo, Las Toscas, Florencia). Este colectivo implicó sumar a la gestión diversidad de visiones, conocimientos y experiencias, para ir construyendo el necesario consenso y apoyo local. En 2003, las instituciones fundadoras conformaron un Comité Intersectorial de Manejo (CIM), el primero en la Argentina de este tipo, que comenzó una rica interacción con diversos actores sociales, consolidando núcleos activos de gestión local e involucrando activamente a la sociedad regional (Giraudó 2008, Giraudó y Arzamendia 2014). Fue una tormenta de iniciativas de conservación, ecoturismo, educación ambiental y difusión que llegó a Jaaukanigás para quedarse, mediante un modelo que favorece la sostenibilidad del sistema socio-ecológico total, una opción más realista para que el subsistema social interactúe con el sistema ecológico y donde la biodiversidad sea valorada íntegramente tanto por ser esencial para el bienestar humano como por los procesos eco-evolutivos que la mantienen (Giraudó y Arzamendia 2014, Giraudó 2021). El enfoque sistémico con la participación de varias disciplinas coordinadas y con los ajustes de todo proceso participativo es la esencia de Jaaukanigás, con ejes en la educación y la innovación que van proponiendo los actores sociales. La experiencia es alentadora y con esta metodología se ha alcanzado también objetivos de manejo sostenible y conservación, favoreciendo el rescate de las culturas nativas y logrando el compromiso de los ciudadanos en la conservación de Jaaukanigás (Giraudó 2021). Su Comité ha desarrollado planes abordando cuestiones del manejo del ecoturismo, vertebrados amenazados, bosques,

y gestión de la ganadería y pastizales (Giraudó 2018, 2019, Luisoni 2018, Pensiero 2018, Chiarulli 2019).

Jaaukanigás y su futuro requieren tanto de manejo sostenible como de protección efectiva. Si bien el manejo sostenible y la participación social han mejorado aspectos de la conservación de Jaaukanigás, diferentes sectores de Municipios y operadores turísticos crearon distintas categorías de áreas protegidas dentro del Sitio, que van desde reservas municipales (Florencia y Villa Ocampo) hasta categorías provinciales como reservas hídricas con uso sostenible, y en una pequeña porción 9.000 de sus casi 500.000 hectáreas, que constituyen tierras fiscales, se está planificando la creación de Reserva y Parque Nacional, lo que permitirá instaurar recursos humanos y materiales que protejan efectivamente estos sectores claves (como las islas donde sobreviven ciervos de los pantanos) y consoliden el ecoturismo creciente, garantizando escenarios naturales para el disfrute de todos.



Margen lagunar a 25 km al NE de Reconquista, entre los arroyos Amores y Paraná Miní. Foto: Carlos Ramonell.

2. METODOLOGÍA

2.1. Identificación y delimitación de Unidades de Paisaje de Humedal

La metodología adoptada reproduce básicamente la de Kandus et al. (2019), que aborda la continuidad de los SPH del río Paraná al sur del eje Santa Fe – Paraná hasta su desembocadura en el Río de la Plata. También se sumaron algunas consideraciones ad-hoc devenidas del conocimiento por especialidades del equipo de trabajo que elaboró este informe.

De igual modo a lo señalado por aquellas autoras, la metodología empleada parte de las sugerencias vertidas en el documento de Kandus y Minotti (2018) que constituyen la base técnica de referencia del Documento Marco para el desarrollo del Inventario Nacional de Humedales de Argentina del MAYDS (Benzaquén et al. 2020).

En el marco de estos antecedentes, se delimitaron y caracterizaron las UPH de los dos SPH del área de análisis considerada en este trabajo.

2.1.1. Aspectos generales

Tal como se propone en los antecedentes recién citados, y en consideración de los conceptos y precisiones expuestos en el ítem 1.1 de este informe, la metodología se inicia con la recopilación y análisis de antecedentes del área de trabajo, de la manera expuesta en el ítem 1.2.

Cada SPH se subdividió en áreas homogéneas en cuanto a su oferta potencial de emplazamientos de humedales. Para la identificación y delimitación de las UPH se evaluaron las unidades geomorfológicas del área junto a los patrones de relieve y naturaleza general del sustrato, su hidrografía, la circulación de los pulsos de crecientes del río y los patrones funcionales vinculados al comportamiento estacional fenológico e hidrológico de los humedales. Ello condujo a la revisión y al ajuste de los límites propios de los SPH, como producto asociado.

Cabe consignar que las UPH se expresan en cartografía de pequeña escala, aunque su identificación y delimitación se realiza a escalas medias, en torno a 1:50.000.

Cada UPH se valida mediante imágenes de mayor resolución y de acuerdo al conocimiento de campo del equipo de especialistas. Los polígonos delimitados se vinculan después con sus atributos básicos y se caracterizan en cuanto a la estructura del paisaje en términos de la configuración espacial que presentan los humedales, su dinámica hídrica y la tipología de humedales presente.

Las fuentes de datos empleados y su tratamiento específico se desarrollan en los ítems que siguen.

2.1.2. Hoja de ruta de identificación y delimitación

Para delimitar las UPH se elaboraron 6 productos básicos, la mayor parte de los cuales fueron presentados en el ítem 1 como:

- ✓ Figura 1.2.2 (área cubierta por aguas de inundación fluvial en la suma de crecidas ocurridas desde 1984 a la actualidad, y discusión en torno al ajuste de los límites de los SPH de Figura 1.2.1).
- ✓ Figuras 1.2.1.1 y 1.2.1.2 (relieve –MDE y MER, respectivamente).
- ✓ Figura 1.2.1.6 (hidrografía del área de análisis y discusión en torno a su variabilidad de acuerdo a cambios en los niveles hidrométricos, como se ilustró con Figura 1.2.1.8).

- ✓ Figura 1.2.2.4 (patrón de circulación de aguas evidenciado por derroteros de las concentraciones relativas de la carga sedimentaria de limos y arcillas – carga de lavado– y conocimientos sobre la inconstancia de estas distribuciones, e.g., Figura 1.2.2.3, sin incidencia sobre el patrón general del escurrimiento a la escala temporal del inventario).
- ✓ Figura 1.2.3.1 (unidades geomorfológicas).

A ellos se les sumó un análisis y clasificación de patrones funcionales vinculados al comportamiento fenológico e hidrológico de los humedales mediante el procesamiento de series de tiempo de NDVI. Detalles de esto último se explicitan en el ítem 2.1.6, luego de hacer lo propio con algunos de los mencionados previamente en 2.1.3 y siguientes.

2.1.3. Relieve

Como se expusiera en 1.2.1, el relieve general del área de análisis posee características que pueden ser analizadas desde diferentes perspectivas. Por caso, el carácter eminentemente longitudinal en sentido Norte-Sur del río Paraná presenta pendientes dominantes en tal dirección que pueden soslayar en parte los desniveles transversales al cauce principal, lo que condujo a la generación de dos productos diferentes.

En primer lugar, se accedió al MDE-Ar del IGN, el cual es un modelo ráster dispuesto por sectores que representa la topografía del terreno con valores de cota en cada píxel referidos al Sistema de Referencia Vertical Nacional (IGN 2019), y cuyas características generales pueden verse en la Tabla 2.1.3.1.

Tabla 2.1.3.1. Características generales del MDE-Ar (IGN 2019).

Parámetro	Valores
Resolución espacial horizontal	1" (~30 m)
Marco de referencia vertical	SRVN16
Formato	.IMG (32 bits flotante)
Unidades verticales	Metros
Marco de referencia geodésico	POSGAR 07

Se descargaron todos los archivos que abarcan el área de análisis y en ambiente SIG se fusionaron en un único Modelo Digital de Elevaciones, al cual se le asignó una paleta de colores que muestra las diferencias de nivel cada 3 m, obteniéndose la Figura 1.2.1.1 en la que pueden notarse las pendientes regionales dominantes y sus quiebres, así como también los desniveles máximos entre las zonas más altas y bajas.

En segundo término, para una representación de mayor detalle de los desniveles en sentido transversal al eje longitudinal Norte-Sur, se generó un subproducto basado en MDE que

permite visualizar las variaciones topográficas en torno a un punto bajo de referencia, resultando en la obtención del MER de Figuras 1.2.1.2.

La obtención del mismo se basa en el supuesto de que el cauce principal representa la parte topográficamente más baja en el sentido Este-Oeste. Sobre esa premisa se obtienen los desniveles relativos dados por las diferencias de altura entre el cauce y su entorno en cada transecta perpendicular al mismo.

Esto se realizó siguiendo la propuesta de Olson et al. (2014), adaptada a QGIS por Coe (s/f), que mediante una serie de pasos construyen Modelos de Elevación Relativa empleando como eje nivelante la pendiente longitudinal del curso de agua.

Los métodos existentes para tal fin se basan en la confección de perfiles lo más equidistantes posibles y transversales al cauce, o bien a través de la interpolación directa, siendo este último el escogido en este trabajo por la facilidad de aplicación y calidad de resultados obtenidos.

Cabe aclarar que dicha metodología fue diseñada originalmente para MDE basados en fuentes de datos LiDAR, que difiere de los MDE usados en este trabajo no sólo en la resolución espacial horizontal y vertical sino también en la eliminación de vegetación, cuyos efectos son apreciables en los MDE en general. No obstante, la extensión territorial del área de estudio posibilita el uso de MDE a gran escala o de menor detalle.

Para la elaboración del subproducto MER se empleó el MDE de la misión ALOS PALSAR de la agencia japonesa JAXA de alta resolución, que brinda valores de elevación en formato ráster con un tamaño de píxel inferior al del IGN, lo que da más precisión y detalle a las representaciones del terreno (Tabla 2.1.3.2).

Tabla 2.1.3.2. Características generales de la misión ALOS PALSAR.

Parámetro	Valores
Resolución espacial horizontal	12,5 m
Marco de referencia vertical	Elipsoide WGS84
Formato	.tif (32 bits flotante)
Unidades verticales	Metros
Marco de referencia geodésico	WGS84

El método consiste en generar nodos con valores de cota a lo largo del cauce principal distanciados entre sí mediante un parámetro característico como es el ancho del mismo, y generar una interpolación de ponderación inversa de la distancia (IDW, por sus siglas en inglés).

El resultado es una superficie que, al restarla al MDE original, elimina los efectos de la pendiente general del terreno, y eso permite apreciar los desniveles relativos hacia el interior de la faja fluvial, en sentido perpendicular al cauce principal, de Figura 1.2.1.2.

2.1.4. Hidrografía

Una red hidrográfica puede definirse como una red natural de transporte gravitacional de cuerpos de agua, conformada por cauces, lagos y lagunas. Para la determinación de la red o sistema hidrográfico se evaluaron diferentes misiones satelitales. Se priorizaron aquellas que permitían la detección de superficie de agua de cauces pequeños y la recurrencia de escenas o imágenes.

Dado el volumen de información espacial y temporal que se manejó, se optó por un ambiente de trabajo integrado que permite el acceso, tratamiento y descarga masiva de información satelital. Sumado a ello es prioritario contar con un procedimiento sencillo en un área de trabajo extensa, que sean fácilmente replicables para diferentes periodos y fuentes de datos.

De lo anterior resultó la implementación de la plataforma Google Earth Engine (GEE, <https://earthengine.google.com/>) conjuntamente con el programa de Sistema de Información Geográfica QGIS (<https://qgis.org/es/site/>).

Un parámetro valioso ampliamente empleado en el ámbito científico con fines hidrográficos e hidrológicos es el Índice de Agua Diferencial Normalizada (NDWI en inglés, por Normalized Difference Water Index) (McFeeters 1996). El mismo se basa en el efecto de maximización de la reflectancia de la superficie de agua por parte de las longitudes de onda verde y la maximizan de la reflectancia de la vegetación terrestre y las zonas de suelo (y a su vez minimizan la baja reflectancia de las masas de agua) por las longitudes de onda del infrarrojo cercano. Como resultado, el NDWI permite representar la hidrografía (o pixel con presencia de agua) de manera cuantitativa con valores positivos y negativos (o cero) para el suelo y la vegetación terrestre.

El NWDI se define cuantitativamente de la siguiente manera, con una variación entre -1 y 1:

$$NDWI = \frac{Verde - NIR 1}{Verde + NIR 1}. \text{ Ejemplo Sentinel 2 } NDWI = \frac{(Banda 3 - Banda 8)}{Banda 3 + Banda 8}$$

De las diferentes misiones satelitales evaluadas, para la determinación de NDWI se seleccionó Sentinel 2, dada su adecuada resolución espacial (10 m/pixel) y temporal (revisita cada 5 días), sumado a la buena disponibilidad de imágenes, desde 2015 a la actualidad. Esto garantizó la detección de cauces menores del río Paraná en el área de análisis y, a su vez, el poder efectivizar testeos para diferentes estados hidrométricos.

Además, se evaluaron otros productos derivados del análisis de índices como el de Pekel et al. (2016), siendo descartados debido a la menor resolución espacial de 30 m/pixel y disponibilidad.

Si bien inicialmente se sostenía que valores positivos de NDWI representaban agua (McFeeters 1996), un estudio posterior del mismo autor (McFeeters 2013) demostró que este límite puede variar en función de las características del medio que se evalúa (presencia de sedimentos transportados en suspensión y de vegetación, entre otros).

Dadas las características del ambiente del Paraná, se evaluó dicho parámetro seleccionando una serie de valores de NDWI hasta alcanzar el más adecuado. A modo de ejemplo, la Figura 2.1.4.1 presenta resultados de la hidrografía para un sector particular del tramo medio adoptando valores “prueba” de NDWI.

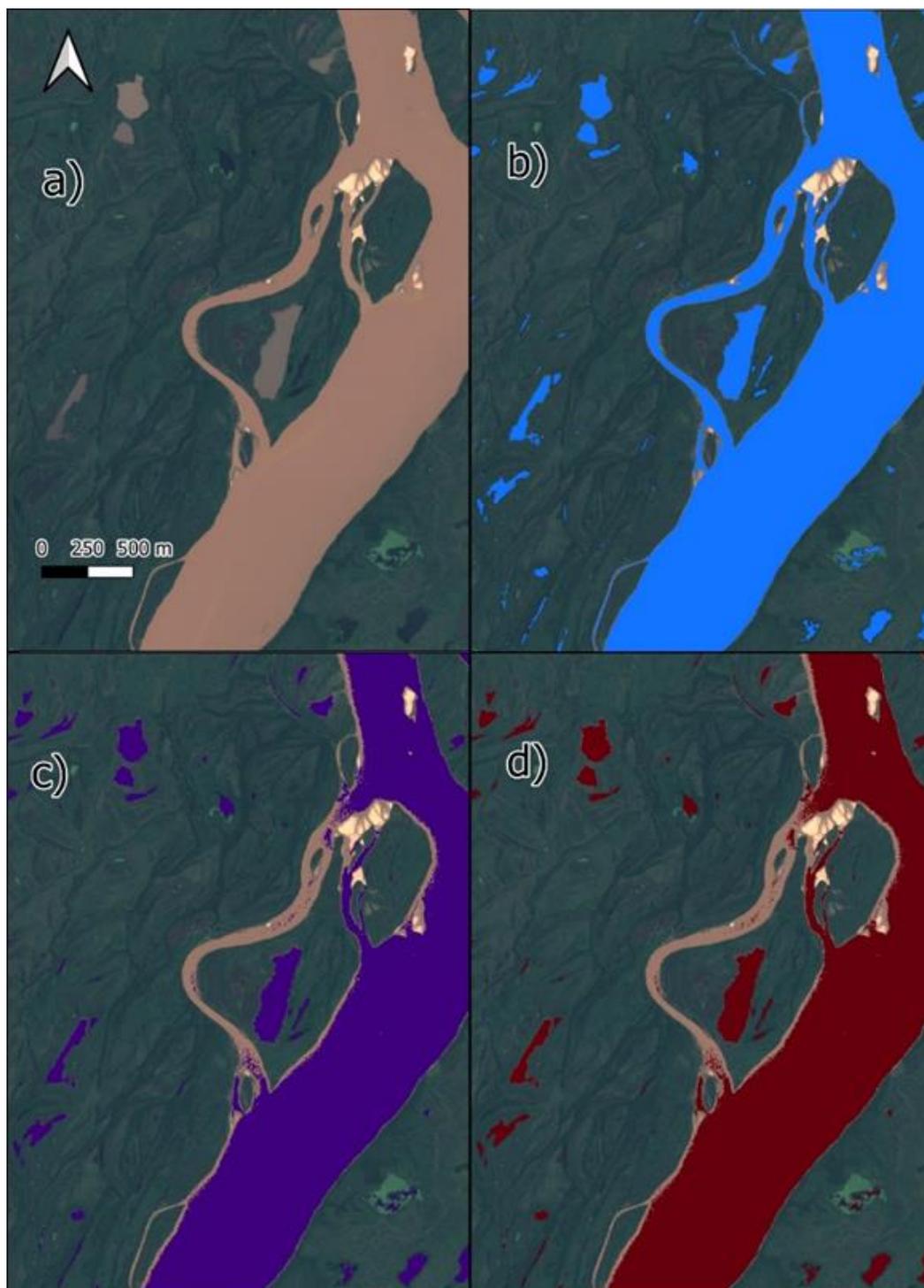


Figura 2.1.4.1. Imagen comparativa de máscaras binarias de NDWI: a) sin máscara; b) con máscara limitada por -0.1; c) con máscara limitada 0; y d) con máscara limitada 0.2.

El procedimiento de prueba mostrado parcialmente en la figura se realizó en toda el área de análisis, a partir de lo cual se seleccionó un valor de NDWI de corte/umbral igual a -0,1, es decir todos los píxeles con NDWI mayor al umbral fueron considerados superficie de agua expuesta.

Definido ese valor de corte, se construyó una máscara con los valores de NDWI extrayéndose aquellos superiores a -0,1, sobre la que se efectuó el raster binario que permitió lograr las Figuras 1.2.1.6 y 1.2.1.8.

Para ello, los pasos metodológicos llevados a cabo en el entorno GEE, se enumeran a continuación:

- 1) Se administró a la plataforma GEE el área de análisis con los límites de los SPH finalmente adoptados mediante un archivo preprocesado tipo shapefile.
- 2) Se llamó a la función *ee.ImageCollection*, en particular al set de datos denominado *COPERNICUS/S2* (Sentinel 2).
- 3) Se definieron los períodos para la adquisición de las imágenes satelitales.
- 4) Se impuso sobre las imágenes disponibles un filtro de nubosidad, de manera de seleccionar aquellas con nubosidad menor al 5%.
- 5) Se compusieron cada una de las bandas de las imágenes finalmente encontradas empleando la función *ee.imagecollection.median* en <https://developers.google.com/earth-engine/apidocs/ee-imagecollection-median>.
- 6) Se calculó el NDWI con la ecuación respectiva y se calibró visualmente su valor para diferentes condiciones temporales procurando la correcta representación de la totalidad de cuerpos fluviales y lagunares; este proceso fue iterativo hasta adoptar el valor final.
- 7) Se conformó una máscara binaria con los píxeles cuyo NDWI era mayor a -0.1, que se transformó en dato vectorial con la herramienta de exportación del GEE.
- 8) Se exportó la información digital y vectorial final.

2.1.5. Geomorfología

Se revisaron los polígonos del mapa de unidades geomorfológicas definidos por Ramonell (2021) en base a imágenes LandSat 5 de aguas bajas de enero de 2009 (HhPC: 3,06 m; HhPP: 1,88 m), que fueron ajustados con imágenes del sistema *COPERNICUS/S2* lográndose la Figura 1.2.3.1.

2.1.6. Análisis y clasificación de series de tiempo de NDVI: Patrones Funcionales

El NDVI (Índice Normalizado Diferencial de Vegetación, Chuvieco 1990) proporciona información acerca de la cantidad, calidad y desarrollo de vegetación basada en la medición de la intensidad electromagnética que la misma emite o refleja.

La vegetación sana tiene una curva de reflectancia espectral muy característica posible de capturar calculando la diferencia entre dos bandas: la del rojo visible y la del infrarrojo cercano (NIR1). El NDVI resulta de esa diferencia expresada numéricamente entre -1 y 1, de manera similar al del NDWI.

Cuantitativamente el NDVI se define de la siguiente manera:

$$NDVI = \frac{NIR\ 1 - ROJO}{NIR\ 1 + ROJO}$$

Para la determinación del NDVI del área de análisis completa se evaluaron diferentes misiones (LandSat, Sentinel y MODIS) y, dada la escala de paisaje cubierta por este informe se seleccionaron las imágenes del proyecto MODIS en su versión MOD13Q1. Las mismas tienen una resolución espacial de 250 m/píxel y un dato de revisita cada 16 días.

Para el tratamiento de la información MODIS se definieron 5 períodos con el fin de representar la variabilidad hidrológica del sistema del Paraná dentro de la disponibilidad temporal de información capturada por el sensor, que cubre el lapso 2000 – presente.

De esa manera, se establecieron los siguientes períodos:

- 2000 – 2009, lapso dominado por caudales medios bajos en el sistema, de acuerdo a los datos proporcionados en Paoli y Schreider (2020, 2021) y los libres disponibles vía web del SNIH.
- 2000 – 2021, i.e., el período completo con registros de MODIS.
- 2010 – 2018, lapso caracterizado por caudales medios altos en el sistema, de acuerdo a la evaluación de la información referida en las fuentes previas.
- 2015 – 2016, que comprendió los caudales altos de la gran crecida de 2016, la cuarta en importancia de los últimos 50 años luego de las de 1982-83, 1992 y 1998.
- 2020 – 2021, que incluye la bajante extraordinaria desarrollada desde agosto de 2019.

Para cada período se obtuvieron imágenes de medias y desvíos estándar mensuales, lo que resultó en una única imagen de cada lapso hidrológico compuesta por 12 bandas de medias y 12 de desvío estándar.

Más detalladamente, y para cada uno de los 5 períodos mencionados, se siguió el siguiente procedimiento:

- 1) Se administró a la plataforma GEE un archivo preprocesado tipo shapefile que representó la máscara del área de análisis.
- 2) Se efectuó el llamado a la colección MODIS, a través de la función *ee.IMAGECOLLECTION* a la colección particular *MODIS/061/MOD13Q1*.
- 3) Se agruparon (“stackearon”) las imágenes de NDVI de la colección mencionada para cada mes del período de análisis, se aplicaron medias (*ee.imagecollection.mean*) y desvíos estándar (*stdDev*).
- 4) Se conformó una imagen multibanda compuesta por 12 bandas de medias (meses de enero a diciembre) y 12 bandas de desvíos estándar (enero – diciembre).
- 5) Se exportaron los resultados y descargó la información para su ulterior análisis. Se obtuvieron a través de estos pasos imágenes con 24 bandas para cada período hidrológico (12 medias mensuales y 12 desvíos standard mensuales) independientemente del número inicial de imágenes de NDVI que tuvieran los diferentes períodos (Figura 2.1.6.1).
- 6) La imagen de 24 bandas fue clasificada en forma no supervisada con el algoritmo de clasificación K-Means (Tou y Gonzales 1974) para encontrar píxeles con un comportamiento temporal similar en sus valores de NDVI; se utilizaron 15 clases y 20 iteraciones como parámetros de clasificación (Figura 2.1.6.2).
- 7) Las 15 clases resultantes fueron reagrupadas por medio de un análisis de conglomerados jerárquicos utilizando sus valores medios de NDVI. La distancia euclidiana y método Ward fueron las medidas de distancia y método de agrupamiento utilizados como criterios durante tal análisis. El “cluster” resultante permitió identificar grupos de clases más afines entre sí, y con mayores diferencias respecto de otros grupos de clases.

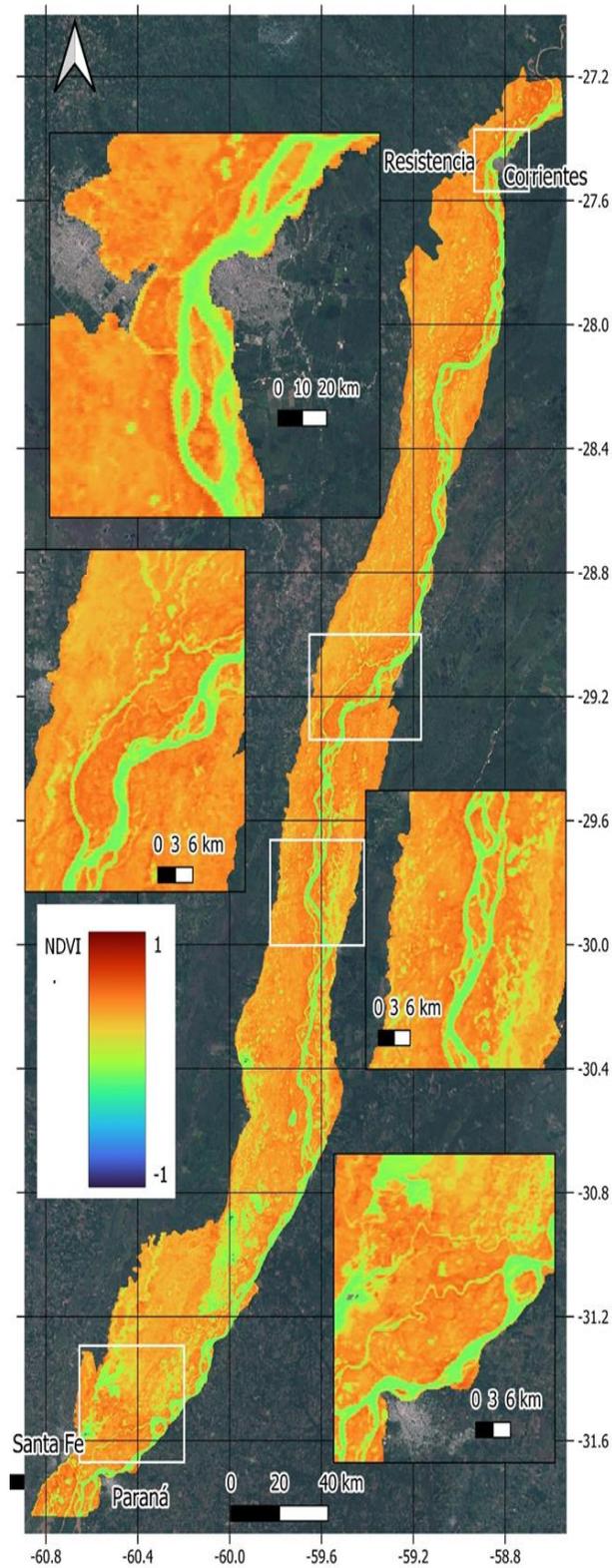


Figura 2.1.6.1. Ejemplo de imagen compuesta por medias y desvío estándar de Índice Normalizado Diferencial de Vegetación (NDVI) para el período 2000 – 2009 logrado de imágenes MODIS.

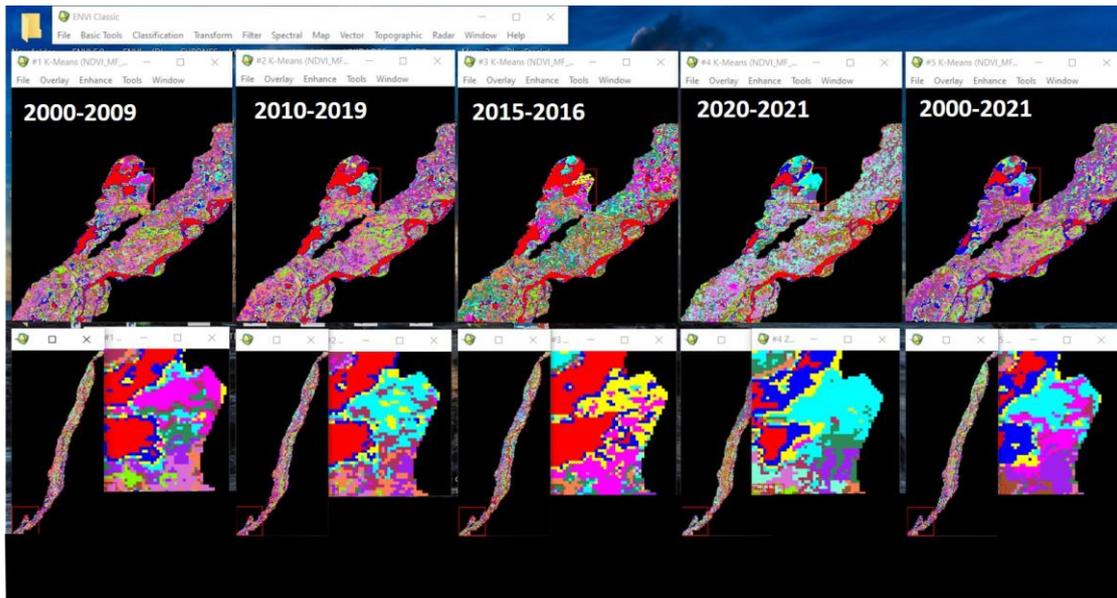


Figura 2.1.6.2. Ejemplo de las clasificaciones de las imágenes de 24 bandas (12 de medias y 12 de desvíos) resultantes para cada período hidrológico mencionado. Como se observa en las ventanas, este procesamiento fue realizado con el software ENVI.

A estos grupos finales de clases descriptos en (7) se los consideró patrones funcionales de NDVI de acuerdo a experiencias logradas en trabajos previos (e.g., Marchetti et al. 2013, 2020), que dan cuenta sobre las principales características y dinámicas de diferentes áreas del paisaje, puntualmente, a partir del registro del NDVI.

Tales grupos funcionales fueron superpuestos a las demás capas de información ya descritas para definir, en conjunto, las UPH finales.

2.1.7. Análisis complementarios

Este ítem se vincula específicamente a lo abordado como patrones de circulación de aguas por Kandus et al. (2019: 38 – 41), que en este informe se consideró en torno a lo consignado en el producto de Figura 1.2.2.4 (derroteros puestos de manifiesto por las rutas de la carga de lavado) y, además, considerando antecedentes con cartografías de esa misma índole y de ocupación de las aguas fluviales en diferentes condiciones hidrométricas (y para diferentes sectores del área de análisis) como las contenidas en Bosisio y Ramonell (2014), Marchetti et al. (2013, 2016, 2020), Ramonell (2021) y FICH (2003, 2016, 2022) y la Figura 1.2.1.8, inclusive.

Para el caso de la Figura 1.2.2.4, lo que determinó su selección e inclusión en este informe fue el de mostrar cualitativamente las partes preferenciales por donde se desplazaron las aguas y concentraciones relativas de sedimentos finos durante el último evento de crecida importante, que fue el de la inundación de 2016 (HhPP máxima: 6,23 m), en la cual el desborde al norte del eje Santa Fe – Paraná se inició el 3 de diciembre de 2015, retornándose a la condición de estado encauzado luego del 23 de julio de 2016 (esto es, con una duración mínima de la inundación de la planicie aluvial de más de 230 días).

Para elaborar la figura se optó por la información provista por la misión Sentinel 2, con una combinación de bandas B4-B8-B2 (Santos et al. 2020) a la que se le aplicaron coeficientes de manera de resaltar la presencia (o no) de sedimento fino en suspensión.

Tal combinación de bandas permitió mantener la máxima resolución de Sentinel 2 (10 m). Luego se efectuó una clasificación del tipo supervisada a través del algoritmo “smilecart” (Breiman 1984) provista por el entorno GEE. Para ello, con la herramienta “point” se definieron 4 clases de elementos que iban desde alta, media y baja presencia de carga de lavado, y de

vegetación emergida. Finalmente, se obtuvo la figura como imagen ráster compuesta de 4 clases.

Los pasos seguidos para ello fueron los siguientes:

- 1) Se administró a la plataforma GEE la zona correspondiente al área de análisis mediante un archivo preprocesado tipo shapefile.
- 2) Se seleccionó del catálogo de GEE la misión Sentinel 2, llamando a la función *ee.IMAGECOLLECTION (Copernicus/S2)*.
- 3) Se definió un período temporal de adquisición de imágenes correspondiente al mes de marzo de 2016, en consideración de los mayores aportes de sedimentos finos provenientes del río Bermejo.
- 4) Se filtraron las imágenes con nubosidad mayor al 10%.
- 5) Se combinaron las Bandas 4-8-2, las cuales se multiplicaron por un valor constante de 5, 2, y 3, respectivamente.
- 6) Se establecieron las clases de 0) alta concentración relativa de sedimentos; 1) media concentración; 2) baja concentración; 3) vegetación emergida. Además, se trataron las nubes como una clase adicional, de manera de eliminarlas en un post-procesamiento.
- 7) Se efectuó el entrenamiento de la imagen ráster resultante mediante clasificadores. De esta manera se establecieron visualmente las clases definidas en el paso previo con la herramienta de selección manual (point) empleando un elemento tipo "Feature Collection".
- 8) Finalmente se corrió el modelo "*smileCart*" y se obtuvo la imagen raster compuesta de las 4 clases, que fue exportada como imagen digital.

2.2. Validación de límites

En gabinete se verifica y ajusta la concordancia de las UPH identificadas en relación a las geoformas y cuerpos lóticos/leníticos presentes que permiten la ocurrencia de diferentes tipos de humedales (UH).

La naturaleza de esos límites en el área de análisis tiene la particularidad de ocurrir dentro de fajas más o menos difusas y no como líneas finitas en muchos casos, tal como se desarrolló ampliamente en el ítem 1.1.2.

En la validación a campo, el objetivo se enfoca principalmente en comprobar la homogeneidad de ofertas de emplazamiento ecohidrogeomórfico para los humedales con un registro fotográfico expeditivo de las principales fisonomías del paisaje, formaciones vegetales y los tipos de humedales observados. En este sentido, y debido a las limitaciones presupuestarias asociadas al desarrollo de este trabajo, se usaron datos preexistentes resultado de recorridos en el terreno y de vuelos aéreos previamente realizados por el equipo de especialistas.

2.3. Identificación de atributos básicos

La mayoría de las UPH constituyen parches discontinuos espacialmente en cada uno de los SPH, con excepción de las asociadas al cauce principal a uno y otro lado del eje Goya – Reconquista.

Cada parche es un polígono de objeto geográfico que los representa y cuyos atributos básicos se incluyen en la siguiente tabla:

Atributo	Tipo de dato	Descripción
Id_Polig_Paisaje	Texto, 1 carácter	Identificador textual de un subpolígono perteneciente a una Unidad de Paisaje de Humedales
Id_Uni_Paisaje	Numérico entero	Identificador numérico de la Unidad de Paisaje de Humedales
Id_Sist_Paisaje	Número romano	Identificador del Sistema de Paisaje
Nombre	Texto, 1 carácter	Denominación de la Unidad de Paisaje de Humedales
Superficie	Numérico, 2 decimales	Superficie del polígono en km ²

2.4. Caracterización de Unidades de Paisaje

La caracterización de las UPH se realizó para el territorio de la provincia de Santa Fe. Las diferentes variables utilizadas para la caracterización de cada UPH se agrupan en aquellas que definen su delimitación y las que definen su caracterización ecológica, que incluye tanto aspectos físico-ambientales como biológicos y socioculturales. Finalmente se suma a la caracterización el listado de tipos de humedales presentes en la UP.

Variables de localización/delimitación

- Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa
- Demografía, acceso y ocupación de la tierra

Variables de caracterización ecológica

- *Paisaje*: indica si se trata de un mosaico de humedales o una matriz terrestre con humedales aislados.
- *Fisonomía*: describe la fisiografía general del paisaje y la fisonomía vegetal dominante.
- *Elevación, topografía*
- *Geomorfología*: identifica el origen, los principales tipos y configuración espacial de las geoformas.
- *Tipo de sustrato, suelos*
- *Dinámica hídrica*: principales entradas y salidas de agua, hidroperíodo y conectividad hídrica de los humedales en el paisaje
- *Calidad de aguas*: describe las principales variables fisicoquímicas de interés limnológico
- *Biodiversidad*: describe la riqueza de hábitats y de los principales grupos de especies, especies focales y amenazadas, principales comunidades, grupos funcionales característicos, etc.
- *Dinámica ecológica y régimen de disturbios*

- *Funciones ecosistémicas*: reconoce los bienes y servicios ecosistémicos específicos que brindan los humedales del sistema de paisaje.
- *Usos*: se describen los usos principales que se realizan sobre estos ecosistemas.
- *Amenazas*: indica los principales factores antrópicos que impactan sobre los diferentes sistemas de paisaje y unidades de humedales.
- *Conservación*: señala el estado de conservación actual de los humedales del sistema, y si incluyen áreas bajo alguna categoría de protección.
- *Tipología de humedales*: enumera las UH identificadas preliminarmente en la UPH. Tal como se indica al final de 1.1.2, para la denominación de las UH se adoptaron dos términos nucleares: el primero, que nombra a la geoforma o cuerpo lenítico o lótico más distintivo del humedal; y el segundo, que refiere a la fisonomía de la vegetación dominante (no especificada en el caso de lagunas o bañados, sobreentendiendo la existencia de mayor o menor cantidad de hidrófitas en ellos). La denominación está ordenada con letras sucesivas desde el emplazamiento geomórfico de menor a mayor cota relativa.
- *Vistas en planta*: Las UH listadas en la tipología se muestran a escala local o de sitio mediante fragmentos de imágenes Sentinel 2 de un área tipo de la UPH, a través de 3 escenas satelitales con situaciones hidrológicas contrastadas, como se indica en Tabla 2.4.1.

Tabla 2.4.1. Condiciones hidrológicas mostradas en las imágenes satelitales de vistas en planta de las UH. Los rangos hidrométricos corresponden a los extremos del mes de la captura satelital.

Mes, Año	Condición Hidrológica	Rango de HhPC (m)	Rango de HhPP (m)
Febrero 2020	Aguas bajas a medias bajas	2,49 – 3,07	2,18 – 2,74
Febrero 2016	Aguas altas, inundación generalizada	5,70 – 6,89	5,24 – 5,93
Agosto 2021	Aguas bajas extraordinarias	0,14 – 0,45	-0,46 – -0,25

La caracterización se organiza en fichas como documentos de texto asociados a cada UPH acompañada de un mapa y una vista aérea de cada una. A medida que avance la realización del nivel inferior del inventario (Nivel IV) podrán incorporarse datos que completen la caracterización de las Unidades de Paisaje.

3. RESULTADOS

3.1. Unidades de Paisaje de Humedal diferenciadas

Se identificaron y delimitaron 17 UPH representadas en 53 polígonos que cubren los SPH “Humedales del Río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista” (8 UPH) y “Humedales del Río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria” hasta el eje Santa Fe – Paraná (9 UPH) (Figura 3.1.1). Los polígonos no representan subunidades *per se*, sino que en su gran mayoría corresponden a la discontinuidad espacial que poseen varias de las UPH, que aparecen como parches en sectores geográficos distantes entre sí.

Dos de las UPH del SPH con Grandes Lagunas se continúan al sur del eje Santa Fe – Paraná y fueron caracterizadas, junto a otras UPH del mismo Sistema, por Kandus et al. (2019) con nombres diferentes a los aquí adoptados.

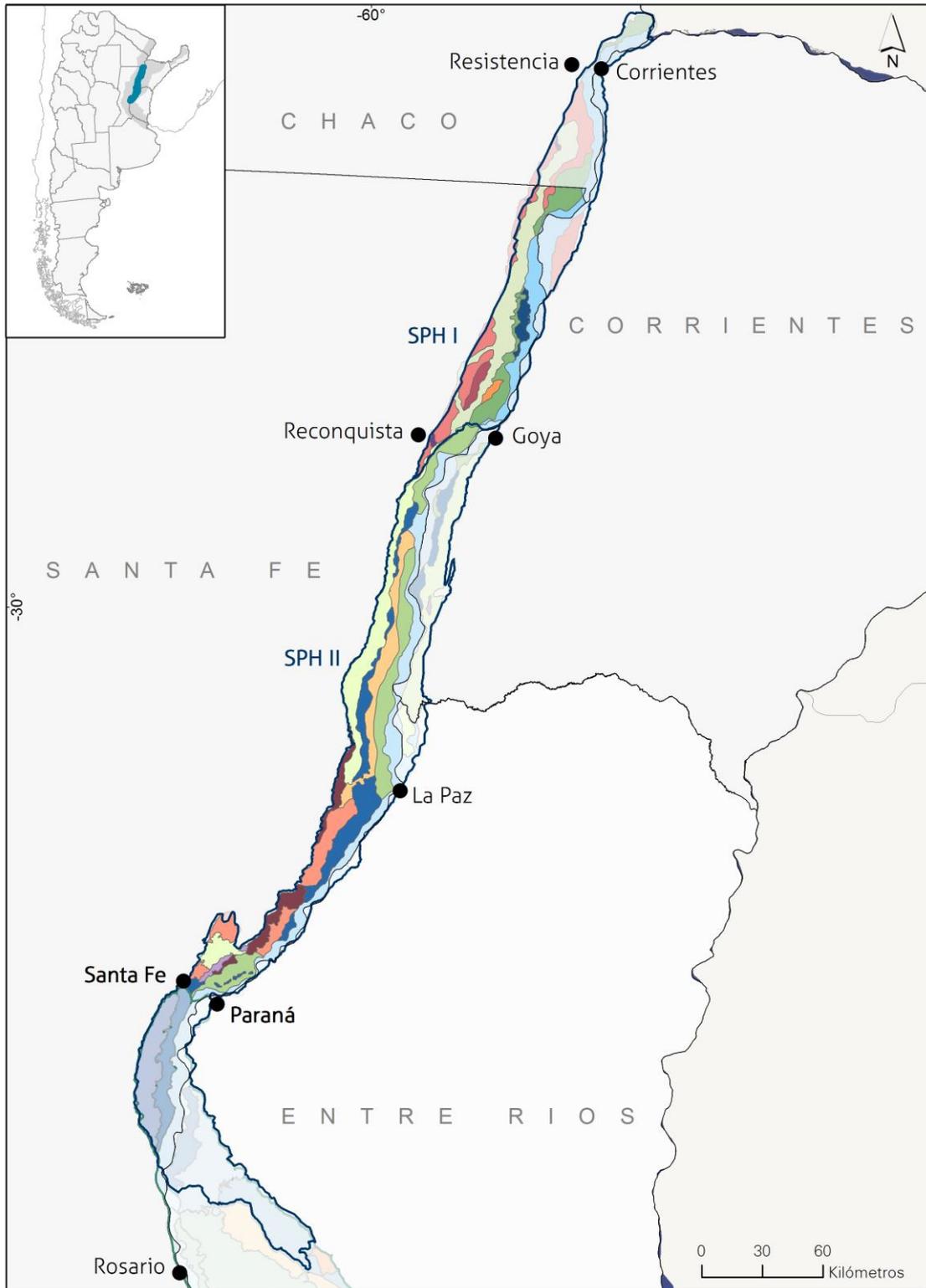
En la Tabla 3.1.1 se presentan los valores de área de cada UPH incluyendo las de los parches que conforman cuando son discontinuas espacialmente.

Cada una de las UPH se diferencia de las restantes en cuanto a las condiciones de formación del paisaje y sus geoformas, fisonomías de vegetación y dinámica hídrica/funcionalidades dominantes, tanto en condiciones de aguas bajas como de inundación, y en aguas medias y, en forma consecuente, por los tipos de humedales (UH) o su predominancia relativa o funcionalidad, que se pueden encontrar.

En territorio de la provincia de Santa Fe las UPH suman 16 y los polígonos, 44. Se elaboró una ficha de caracterización para cada una de las UPH identificadas en territorio santafesino, que se expone en lo que sigue del capítulo.



Arroyo (o Riacho) Paraná Miní, también conocido como Paranacito. Foto: Carlos Ramonell.



Referencias

SPH I. Sistema de paisaje de humedales del río Paraná con relieves aterrizados entre Confluencia y Reconquista

- 1. Humedales del cauce principal
- 2. Humedales elongados de cauces secundarios
- 3. Humedales de cauces secundarios con predominio de lagunas alargadas
- 4. Humedales en planicie multilagunar
- 5. Humedales en planicie multilagunar y de cauces interconectados
- 6. Humedales elongados y de cauces interconectados
- 7. Humedales sobreelevados
- 8. Humedales en planicies de cauces tributarios
- Localidades
- Límite provincial
- Límite del sistema de paisaje de humedales
- Límite del "Inventario de Humedales de la Región del Complejo Fluvio-Litoral del Bajo Paraná" (Kandus et al. 2019)

SPH II. Sistema de paisaje de humedales del río Paraná con grandes lagunas entre Reconquista y Victoria

- 1. Humedales del cauce principal
- 2. Humedales elongados de cauces secundarios
- 3. Humedales de cauces secundarios con predominio de lagunas alargadas
- 4. Humedales en planicie multilagunar
- 5. Humedales en planicie multilagunar y de cauces interconectados
- 6. Humedales elongados y de cauces interconectados
- 7. Humedales en planicie multilagunar con grandes lagunas
- 8. Humedales en planicies de cauces tributarios
- 9. Humedales aislados en relieves elevados

Figura 3.1.1. Unidades de Paisaje de Humedal de los SPH “Humedales del río Paraná con Relieves Aterrizados entre Confluencia y Reconquista” y “Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria”. En colores intensos se muestra el área correspondiente a la provincia de Santa Fe.



Arroyo que alimenta al Río Correntoso – San Jerónimo, a la latitud de Goya. Foto: Carlos Ramonell.

Tabla 3.1.1. Unidades de Paisaje de Humedal de los SPH “Humedales del río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista”, y “Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria” al norte del eje Santa Fe – Paraná.

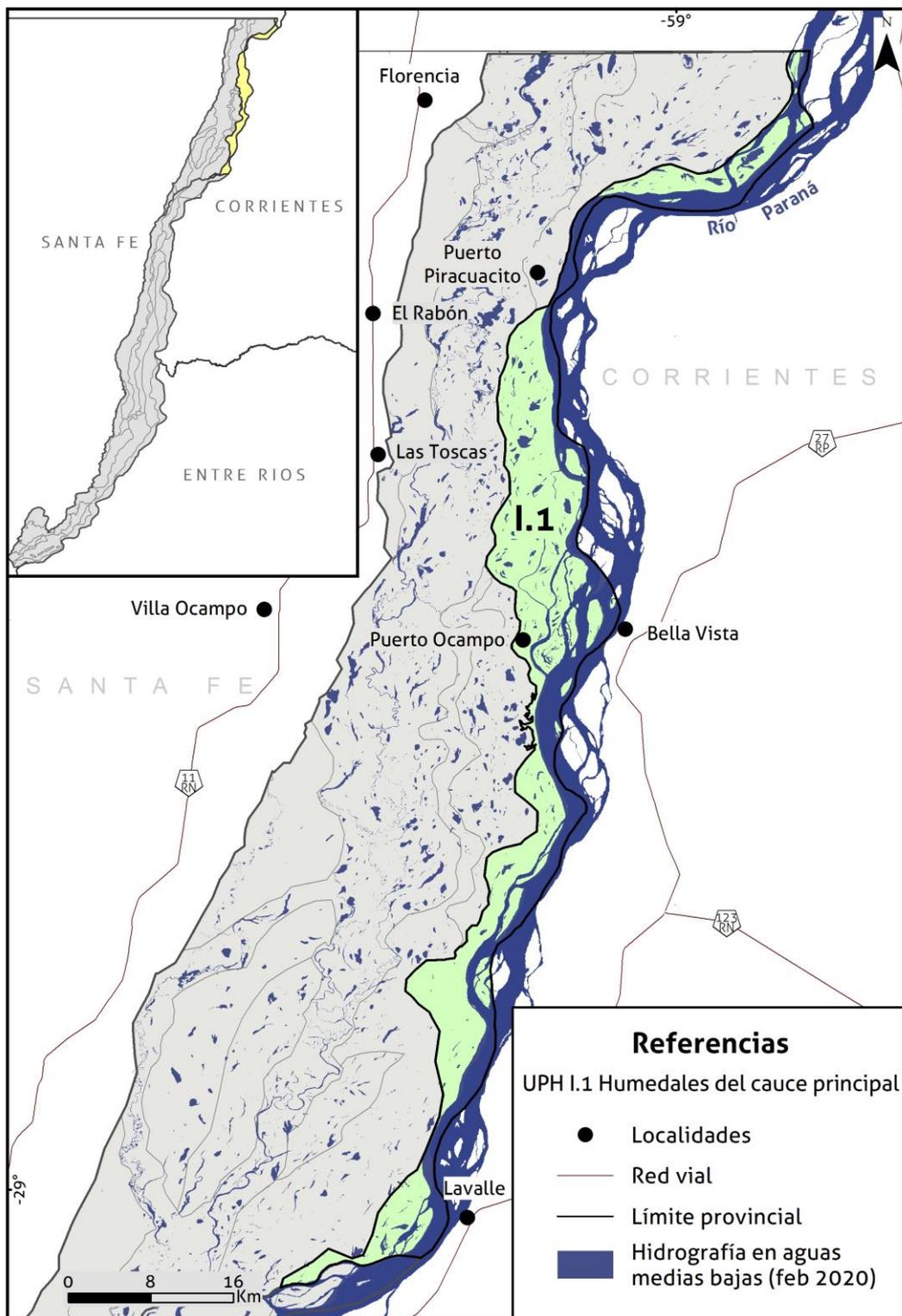
SPH	UPH	ID	Subárea UPH (km ²)	Área UPH (km ²)	Subárea UPH en territorio Santa Fé (km ²)	Área UPH en territorio Santa Fé (km ²)
Humedales del Río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista	Humedales del Cauce Principal	I.1.	1.691,53	1.691,53	538,20	538,20
	Humedales Elongados de Cauces Secundarios	I.2.a	330,09	832,78	330,13	523,16
		I.2.b	354,85		193,03	
		I.2.c	147,85		-	
	Humedales de Cauces Secundarios con predominio de Lagunas Alargadas	I.3.	46,55	46,55	46,56	46,56
	Humedales en Planicie Multilagunar	I.4.	132,35	132,35	132,37	132,37
	Humedales en Planicie Multilagunar y de Cauces Interconectados	I.5.	1.234,76	1.234,76	930,60	930,60
	Humedales Elongados y de Cauces Interconectados	I.6.	101,35	101,35	101,36	101,36
	Humedales Sobreelevados	I.7.a	45,27	1.340,26	40,81	489,60
		I.7.b	130,79		111,31	
		I.7.c	146,74		143,66	
		I.7.d	116,77		93,98	
		I.7.e	130,73		46,22	
		I.7.f	127,02		19,96	
I.7.g		382,93	33,66			
I.7.h		260,02	-			
Humedales en Planicies de Cauces Tributarios	I.8.a	15,24	32,50	15,06	17,53	
	I.8.b	4,98		2,46		
	I.8.c	12,28		-		
Humedales del Río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria	Humedales del Cauce Principal	II.1.	2.082,34	2.082,34	1.210,53	1.210,53
	Humedales Elongados de Cauces Secundarios	II.2.a	302,73	1.348,53	302,75	1.270,87
		II.2.b	51,75		-	
		II.2.c	25,94		-	
		II.2.d	702,24		702,25	
		II.2.e	265,87		265,87	
	Humedales de Cauces Secundarios con predominio de Lagunas Alargadas	II.3	606,79	606,79	606,80	606,80
	Humedales en Planicie Multilagunar	II.4.a	167,65	1.210,35	-	970,34
		II.4.b	89,37		89,38	
		II.4.c	72,38		-	
		II.4.d	33,52		33,52	
		II.4.e	244,75		244,75	
		II.4.f	497,61		497,62	
		II.4.g	46,74		46,74	
		II.4.h	1,92		1,92	
		II.4.h	7,83		7,83	
		II.4.h	3,87		3,87	
		II.4.h	3,70		3,70	
	II.4.i	41,02	41,02			
	Humedales en Planicie Multilagunar y de Cauces Interconectados	II.5.a	949,19	2.155,84	923,97	1.105,48
		II.5.b	906,55		-	
		II.5.c	114,35		-	
		II.5.d	185,75		181,51	
	Humedales Elongados y de Cauces Interconectados	II.6.a	176,46	442,94	163,22	427,62
		II.6.b	235,46		233,37	
		II.6.c	31,02		31,02	
	Humedales en Planicie Multilagunar con Grandes Lagunas	II.7.a	358,76	680,60	354,07	654,10
II.7.b		131,00	131,00			
II.7.c		145,33	123,51			
II.7.d		45,51	45,51			
Humedales en Planicies de Cauces Tributarios	II.8	23,19	23,19	-	-	
Humedales Aislados en Relieves Elevados	II.9.a	13,03	72,34	-	59,31	
	II.9.b	8,53		8,53		
	II.9.c	50,78		50,78		
Total				14.035,02		9.084,42

3.2. Sistema de Paisaje de Humedales del río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista

3.2.1. UPH I.1: Humedales del Cauce Principal

3.2.1.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Se desarrolla en sentido longitudinal principalmente, en una faja que desde los 29°04' S se extiende hacia el norte transponiendo el límite jurisdiccional de la provincia de Santa Fe, hacia las provincias de Chaco y Corrientes. El ancho de dicha faja es variable, con un máximo de 13 km en torno a la localidad de Las Toscas.



3.2.1.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

A los 28°53' S de latitud y 59°11' O de longitud se ubica el asentamiento asociado a la isla Guaycurú, con construcciones dispersas pero persistentes sobre la margen derecha del cauce principal. En longitudes similares, pero a los 28°30' S se ubica Puerto Ocampo con algunas viviendas permanentes o de temporada, a las cuales se accede por camino regular de terraplén y puentes desde la ciudad de Villa Ocampo. Unos 32 km hacia el Norte se ubica otro camino de acceso desde la localidad de El Rabón que, al igual que el anterior, a través de terraplenes bajos y puentes se llega a un asentamiento pesquero y recreativo sobre la margen derecha del cauce principal. Doce kilómetros más al Norte de esa última locación se ubica Puerto Piracuacito, de características similares a las anteriores, con acceso por camino de tierra desde la localidad de Florencia. Aguas arriba de la desembocadura del A° Empedrado se ubica la población asociada a la isla Soto, sobre la margen derecha del cauce principal, y a la cual se accede por camino de tierra desde la localidad de Florencia, unos km más al Norte que el anterior.

3.2.1.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.2.1.d. Fisonomía

Dado que esta unidad está fuertemente condicionada por la dinámica actual del río Paraná y sus cauces secundarios más cercanos, no se reconoce una fisonomía dominante. En contraposición, incorpora una variedad de ambientes cuya dominancia en el paisaje dependerá de los patrones espacio-temporales de conectividad hidro-sedimentológica. Así, en las márgenes de los cauces menores son frecuentes las praderas flotantes de canutillo y catay (ver anexo), en tanto que en las diferentes lagunas y bañados aparecen camalotales, juncuales, pirizales, catazales, carrizales y verdolagales dependiendo del nivel y permanencia del agua. En las zonas intermedias del gradiente de inundación se hallan carrizales, praderas o pajonales, aunque también son frecuentes los arbustales dominados por *Sesbania virgata* o *Baccharis salicifolia*. Los bosques pioneros, coetáneos, dominados por una o dos especies colonizan los bancos de cauce y los albardones de menor elevación en contacto con el cauce principal. Por su lado, entre los bosques maduros, los sausales y los pluriespecíficos, tanto altos como bajos, se distribuyen desde el cauce principal hacia el interior de la planicie de acuerdo a patrones vinculados a su edad y a los niveles de morfodinámica del contexto. Los bosques pluriespecíficos altos incluyen sectores puros de picanillares, presentan un importante estrato herbáceo y un denso entramado de plantas volubles o enredaderas. Esta unidad incluye bosques secundarios que surgen como resultado del desborde brusco y localizado del cauce durante una inundación, a partir del cual se produce una sedimentación masiva de sedimentos gruesos y un disturbio sobre el bosque preexistente, seguido de una posterior recuperación con una nueva combinación de especies.

3.2.1.e. Elevación, topografía

Las cotas mínimas rondan los 35 m IGN en el extremo Sur, siendo la pendiente media de la unidad de 6 cm/km. Algunas cotas representativas de la unidad rondan los 44 m algunos km aguas arriba y aguas abajo del límite provincial con Chaco, donde se registran los mayores desniveles relativos a nivel de planicie (2 a 4 m entre las crestas de albardones y los perímetros lagunares, sin considerar desde aquellos hasta el fondo de los cauces menores, donde la amplitud del relieve local es máxima), 40 m IGN en el entorno de la latitud de Bella Vista y 36 m llegando al de Lavalle, registrando a su vez allí los menores desniveles relativos internos (1 a 2 m entre los albardones y los bajos). Si se consideran las secciones de planicie completas en los sectores antes mencionados, la UPH I.1. involucra niveles que se encuentran un orden por

encima de la UPH más baja (I.5) a la altura del paralelo 28° S; a la latitud de Bella Vista también presenta niveles por encima de las UPH I.5. y I.4, pero debajo de las I.2. e I.7.

3.2.1.f. Geomorfología

De acuerdo a Pereira (2016) y Ramonell (2021), todas las geoformas fluviales plausibles de encontrar en ríos de llanura aparecen en esta UPH, tal como se las detalla más abajo en o (Tipología de humedales). Las menos abundantes en extensión superficial son los bancos totalmente libres de vegetación y los derrames areno-limosos. Los campos de praderas se corresponden con la superficie de antiguos bancos de cauce, tanto simples como resultantes de la amalgama de varios de ellos.

3.2.1.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de limos, limos arcillosos, arenas y arcillas. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes, Ortentes, Aquentes y Psamentes.

3.2.1.h. Dinámica hídrica

Los tres tomos de la obra editada por Paoli y Schreider (2020, 2021) contienen información hidrológica pormenorizada de los últimos ca. 120 años. La dinámica hídrica de la UPH está regulada de manera directa por el cauce principal del río Paraná y sus desbordes. El régimen de pulsos del río presenta una fase anual de crecida (con inundación más o menos generalizada de la unidad, al menos cada 2 a 3 años, en términos estadísticos) que ordinariamente tiene sus máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso Mayo - Julio en algunos años. El estiaje o fase de aguas bajas anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre.

3.2.1.i. Calidad de aguas

Unos 30 km aguas abajo del eje Resistencia-Corrientes, en ambientes de pantanos y meandros abandonados ubicados en la margen derecha de la planicie con diferente grado de conectividad con el CP, se registra una disminución de la temperatura desde éste hacia la planicie (Poi de Neiff et al. 2006). Según dichos autores, el pH y la CE disminuyeron de 7,1 a 6 y de 164 a 72,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente. Cercano al CP, donde habitan bosques ribereños, la concentración de OD fue de 6,2 mg/l, notablemente superior a los ambientes pantanosos donde la descomposición de la abundante materia orgánica proveniente de la vegetación flotante/macrófitas disminuye los niveles de oxígeno.

No solo el tipo de ambiente muestreado sino también la condición hidrológica del muestreo y la época del año tienen influencia en los valores de los indicadores fisicoquímicos del agua. Dentro de esta UPH se encuentra parte del sitio Ramsar Jaukanigás, donde se han monitoreado peces y la calidad de las aguas para su desarrollo en diferentes sitios (Cordiviola et al. 2006). El agua de los cursos menores dentro de la planicie y los tributarios del Paraná, suelen tener mayor salinidad que la del CP. Por ejemplo, en el Riacho Paraná Miní en cercanías del Puerto de Villa Ocampo, se midió una $\text{CE}=700 \mu\text{S}/\text{cm}$, $\text{pH}=8$ (levemente alcalino, superior a los normalmente registrados en el CP), y el OD en la superficie del agua 13 mg/l, evidentemente una condición de sobresaturación. La vegetación descrita en el área son canutillos, alisos y sauces.

En el CP, según análisis de datos a la latitud de Empedrado, tanto el pH como la CE no muestran variaciones estacionales significativas, pero la temperatura promedio en los meses de verano alcanza 26,8 °C y desciende a un promedio de 19,4 °C en invierno, el OD se comporta en forma opuesta, el mínimo promedio de 6,9 mg/l se registró en verano, y el máximo en invierno (8,1

mg/l), sin alcanzar la saturación. Este comportamiento normal de esta variable también se verifica unos kilómetros aguas abajo, a la altura de Bella Vista. En este caso se midió para aguas bajas (temperatura 20,6 °C, OD=8,9 mg/l) y aguas altas (temperatura 26,8 °C, OD=7,2 mg/l). Es notorio el aumento de la turbidez (disminución de la transparencia) en condiciones de aguas altas por el incremento de material en suspensión, en tanto que el mayor caudal produce dilución de las aguas disminuyendo la conductividad eléctrica de 65-100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 56-93 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Devercelli et al. 2014).

En la sección transversal del CP frente a la localidad de Lavalle, aguas arriba de Goya, aún se aprecia (aunque ya levemente) (FICH 2016), la diferente salinidad del agua entre margen derecha y margen izquierda que caracteriza al río Paraná aguas abajo de la confluencia del río Paraguay con el Paraná.

3.2.1.j. Biodiversidad

Las características sobresalientes de biodiversidad del cauce principal tienen que ver con una fauna acuática particular con peces de gran porte abundantes en estos sectores, constituyendo la principal vía migratoria para surubíes pintados y atigrados (*Pseudoplatystoma*), que pueden alcanzar entre 60 y 100 kg. Los dorados (*Salminus*) son también depredadores de gran porte, al igual que el patí (*Luciopimelodus*). Los cardúmenes de sábalos (*Prochilodus*), también migradores, son frecuentes en el cauce principal. Ya se indicó que el plancton es menos abundante respecto a lagunas y ambientes leníticos, por la mayor velocidad de la corriente y además la composición y abundancia del bentos del cauce principal es diferente en la franja central y en las costas (Ezcurra de Drago et al. 2007). La franja central con fondos arenosos muestra mayor densidad, biomasa más baja y baja riqueza y diversidad con respecto a los demás hábitats del PM. *Narapa bonettoi* (Oligochaeta) es la especie más abundante y se encuentra asociada con densidades bajas de *Myoretronectes paranaensis*, *Itaspiella parana* (Turbellaria), *Haplotaxis aedeochaeta* (Oligochaeta) y especies de *Tobrilus* (Nematoda), *Potamocaris* spp. (Crustacea, Harpacticoida) y *Parachironomus* sp. (Diptera, Chironomidae). También la biomasa y diversidad de especies del bentos aumenta hacia los cauces secundarios y los humedales de la planicie de inundación. Los bancos de arena, más frecuentes en el cauce principal constituyen en bajantes, el hábitat utilizado para reposar y nidificar de varias especies de gaviotines, como el atí (*Phaetusa simplex*) y el gaviotín chico (*Sterna superciliaris*) y el rayador (*Rynchops nigra*). Otra característica relevante en estos arenales es la presencia estacional de chorlos y playeros (*Calidris*, *Tringa*, *Limosa*) que migran miles de kilómetros desde el ártico, para alimentarse en estas regiones durante primavera y verano. Otra rapaz migrante más frecuente en el cauce principal, es el águila pescadora (*Pandion haliaetus*), que aprovecha la abundancia de peces para su alimentación.

Las islas relacionadas con el cauce, en general presentan bosques de sauces/alisos y carrizales en lugares más bajos o islas de reciente formación, mientras que en los albardones más elevados se desarrollan bosques en galería o ribereños altos, con comunidades de flora y fauna muy diversas (ver descripciones en 1.2.4 y 1.2.5), con árboles centenarios y por sectores con buen estado de conservación, siempre con mayor biodiversidad en este sector norte que hacia el sur de Reconquista (por ejemplo desaparece el mono carayá, varias especies de aves y de árboles). Se destaca que, desde Villa Ocampo hacia el norte, las islas del límite este del cauce principal presentan bosques en galería muy desarrollados con una notable abundancia de ambay (*Cecropia pachystachya*), una planta tropical que brinda frutos comestibles a mucha fauna desde monos carayás a tucanes y otras aves frugívoras, y también cuando los frutos caen al agua son consumidos por pacúes (*Piaractus*) y bogas (*Megaleporinus*), entre otros peces omnívoros con importancia pesquera.

3.2.1.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

Los ciclos de crecientes y bajantes constituyen el principal factor de disturbio. Las inundaciones extremas tienen un efecto importante en las comunidades biológicas, y aunque en cierta forma son destructivas de vegetación y fauna, que se ve sometida a un estrés de cuantía, el aporte de nutrientes, alevinos de peces e incluso semillas y vegetación en embalsados constituyen un elemento fundamental en la dinámica del sistema.

Otro factor de disturbio son los ritmos de modelado de las márgenes fluviales del cauce principal y las de sus islas centrales, con tasas de erosión que llegan a superar, en sitios puntuales, los 100 m/año como promedios interanuales, y más del doble que esa tasa en los recrecimientos de margen por sedimentación. De hecho, Pereira (2016) estableció que, del total de islas centrales del CP que existen en la UPH de más de 0,5 km² de superficie, sólo el 18 % tiene una antigüedad mayor a ca. 1850, siendo las restantes más jóvenes.

El sitio puntual de erosión extrema de las barrancas del CP corresponde a la localidad de Lavalle, donde la UPH se amplió hacia el este a expensas de erodar el SPH contiguo en esa dirección, a razón de hasta 40 m/año desde mediados del siglo pasado (Ramonell 2021).

Algunos CS cortos entre islas del CP llegan a tener una evolución de aparición y desaparición por su relleno sedimentario completo al cabo de décadas. En consonancia con ello, otro aspecto destacable son los espesores de limos y arcillas, principalmente, que se depositan en las islas centrales y márgenes del CP durante los desbordes que coinciden temporalmente con los máximos aportes del río Bermejo, donde las tasas promedio de sedimentación han sido medidas en varios cm/año por Pereira (2016) y Marchetti et al. (2019).

3.2.1.l. Funciones ecosistémicas

Captura de sedimentos, provisión de nutrientes y hábitats para la biodiversidad, especialmente de peces, corredor biológico para especies tropicales. Amortiguación de excedentes hídricos y oleaje, provisión de fuentes de agua para la biodiversidad y ganadería.

3.2.1.m. Usos

La navegación de barcas de carga es una de las actividades principales en el CP, los convoyes de barcas transportan granos, combustibles y productos diversos entre grandes puertos de la región, llegando hasta Paraguay.

La pesca en todas sus modalidades es una de las principales actividades productivas del cauce. Es un área utilizada para esparcimiento y navegación en general. En sus islas se puede realizar ganadería.

3.2.1.n. Amenazas

La navegación de barcos y barcas implica diferentes tipos de impactos que van desde un aumento del oleaje, hasta efluentes contaminantes que descargan estas embarcaciones que incluyen basura, contaminantes orgánicos, combustibles y aceites que liberan sus motores o el lavado de tanques, entre otros. Si estos aceites y combustibles llegan a los sedimentos se biomagnifican en las cadenas tróficas, lo que se percibe en el olor a combustibles que tienen los peces del lugar, principalmente los sábalo en lugares del cauce por ser una especie iliófaga que consume sedimentos del río.

Los proyectos de represas o viaductos, pueden representar un riesgo importante para los humedales del cauce principal como se discutió en el ítem 1.2.8.c de este aporte.

La sobrepesca y la sobrecarga ganadera (Sección 1.2.8) constituyen potenciales amenazas de no existir una regulación adecuada la productividad del sistema y sus ciclos de crecientes y bajantes.

Si bien el CP posee un significativo poder de autodepuración, numerosas localidades a la vera del río vuelcan sus efluentes cloacales crudos a las aguas del CP o cursos de agua vinculados, con afectación de la calidad del agua a nivel local y hasta cierta distancia aguas abajo del punto de volcado. El aporte difuso de escurrimiento superficial, que puede ser portador de diversas sustancias contaminantes como agroquímicos en cantidades que aún se desconocen, se percibe como una amenaza.

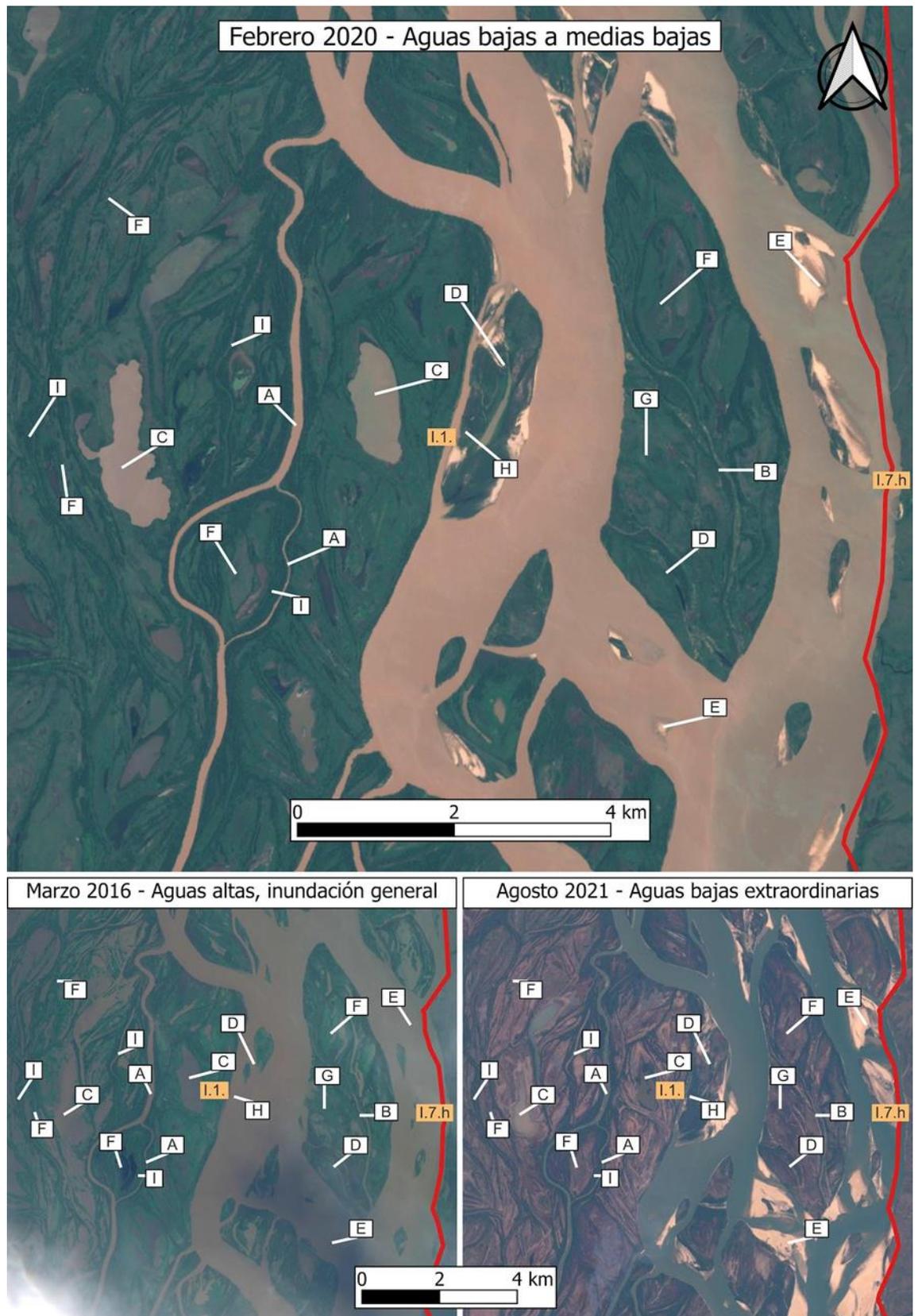
3.2.1.ñ. Conservación

El cauce principal no posee áreas protegidas implementadas, con la excepción del sector perteneciente al Sitio Ramsar Jaaukanigás, recalcando que son categorías de manejo sostenible de los humedales, aunque no necesariamente implican protección estricta.

3.2.1.o. Tipología de humedales

- A Cauces menores
- B Lagunas y bañados en cauces abandonados
- C Lagunas y bañados de forma redondeada e irregular
- D Lagunas y bañados entre bancos y espiras
- E Bancos con bosques pioneros
- F Albardones bajos y bañados con carrizales y pajonales
- G Campos de praderas y pajonales o arbustales
- H Derrames areno-limosos con bosques secundarios
- I Albardones con bosques maduros

3.2.1.p. Vistas en planta.

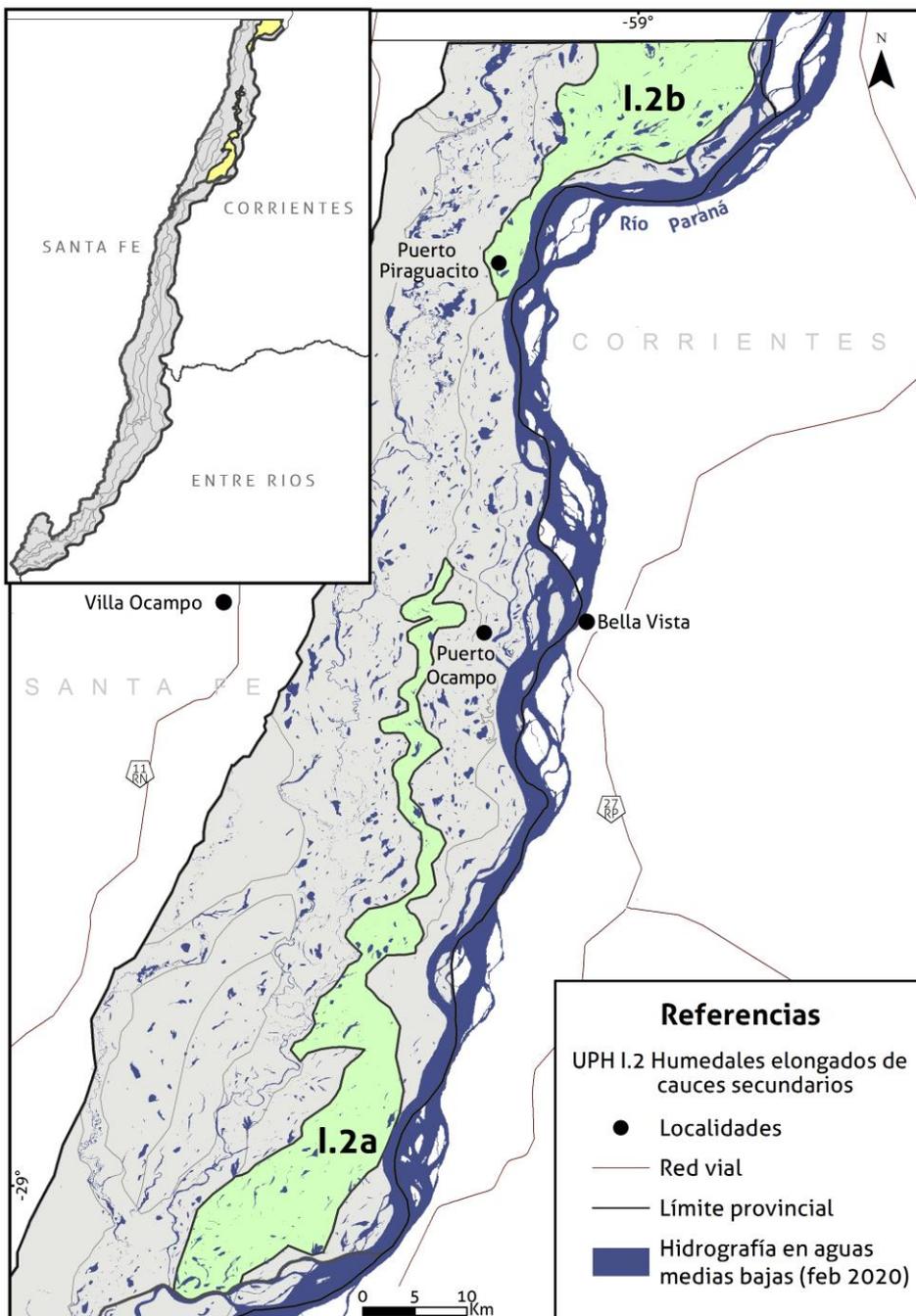


Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH1. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo,

3.2.2. UPH I.2: Humedales Elongados de Cauces Secundarios

3.2.2.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Comprende sectores linderos a la UPH 1 principalmente, de anchos variados, con desarrollo longitudinal discontinuo dentro de la jurisdicción de la Provincia de Santa Fe e incluso fuera de ella. El ancho máximo de la unidad se encuentra en torno al límite provincial entre Santa Fe y Chaco, con unos 14 km, mientras que el mínimo se halla cercano a Puerto Piraguacito con 0,9 km. El polígono ubicado más al S ocupa una faja que inicia a la latitud de Bella Vista y concluye en el río Correntoso- San Jerónimo a 80 km al S aproximadamente. El ancho máximo de este polígono se ubica cercano al extremo S en los 29° 00' S y es de ca. 10 km, mientras que los anchos mínimos se pueden medir en varios lugares entre Puerto Ocampo al Norte y Guaycurú al Sur.



3.2.2.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

No se identifican asentamientos ni sitios de interés en ninguno de los polígonos, a excepción de Puerto Piracuacito en el polígono b, compartido con la UPH I.1. En el polígono a, el camino de acceso principal es el que, en su extremo Norte, proviene de la ciudad de Villa Ocampo al Oeste.

3.2.2.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.2.2.d. Fisonomía

Los cauces menores de esta unidad presentan un desarrollo variable de vegetación en sus trazas; en los activos aparecen praderas de canutillo y cataizales flotando en sus márgenes en tanto que, en cauces con diferentes estadios de colmatación aparecen densos carrizales, cataizales, pirizales y hasta arbustales. En las lagunas y bañados son frecuentes los camalotales y verdolagales. El resto del paisaje contrasta entre bosques y fisonomías herbáceas. En los sitios más abiertos y de relieve intermedio se hallan extensos pajonales de “paja brava”, con algunos arbustales entre los que se destacan aquellos dominados por *Hybiscus striatus*. En albardones bajos y espiras aparecen espinillares, palmares y bosques pluriespecíficos de baja altura y densidad. En contraposición en los albardones más altos, próximos a los cursos de agua, ocurren bosques pluriespecíficos altos en los que son frecuentes parches densos de picanillares. Estos bosques presentan un espeso estrato herbáceo y abundante presencia de plantas volubles o enredaderas, las que hacen muy dificultoso su tránsito.

3.2.2.e. Elevación, topografía

En el polígono a las cotas mínimas rondan los 35 m IGN en el extremo Sur y 39 m las cotas máximas en el extremo Norte, lo que determina una pendiente media de 5 cm/km. Algunas cotas representativas de ese polígono rondan los 36 m en buena parte de la mitad Sur. En el extremo Sur, la UPH se ubica topográficamente a niveles semejantes o inferiores a la UPH I.1., inmediatamente un nivel por encima de la UPH más baja (I.5.).

En el polígono b las cotas mínimas rondan los 42 m IGN en el extremo Sur y 45 m las cotas máximas en el extremo Norte, lo que determina una pendiente media de 6 cm/km siendo el umbral inferior la cota más representativa del área. En el sector más ancho, la UPH se ubica topográficamente a niveles inferiores a la UPH I.1., y a un nivel por encima de la UPH más baja (I.5.) en general, aunque con algunos bajos a niveles semejantes a ésta.

Con relación a desniveles internos, los máximos son de 2 a 4 m entre las crestas de albardones y los perímetros lagunares, sin considerar desde aquellos hasta el fondo de los cauces menores, donde la amplitud del relieve local es mayor.

3.2.2.f. Geomorfología

De acuerdo a la revisión del mapa de unidades geomorfológicas y descripciones hechas por Ramonell (2021), siete geoformas fluviales componen esta UPH, tal como se las detalla más abajo en o (Tipología de humedales). Las más abundantes en extensión superficial la representan la sucesión lateral de albardones bajos, espiras y bañados entre tales formas. Los campos de praderas se corresponden con la superficie de antiguos bancos de cauce, tanto simples como resultante de la amalgama de varios de ellos.

3.2.2.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de limos, limos

arcillosos, arenas y arcillas. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes, Ortentes, Aquentes y Psamentes.

3.2.2.h. Dinámica hídrica

Los tres tomos de la obra editada por Paoli y Schreider (2020, 2021) contienen información hidrológica pormenorizada de los últimos ca. 120 años. La dinámica hídrica de la UPH está regulada de manera directa por el cauce principal del río Paraná y sus desbordes, mediada en parte por los cauces secundarios que éste alimenta en la unidad.

El régimen de pulsos del río presenta una fase anual de crecida (con inundación más o menos generalizada de la UPH, al menos cada 2 a 3 años, en términos estadísticos) que ordinariamente tiene sus máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso Mayo - Julio en algunos años. El estiaje o fase de aguas bajas anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre.

3.2.2.i. Calidad de aguas

Las mediciones en esta unidad son escasas. Las lagunas presentan una salinidad levemente superior a la del curso principal, y una concentración de OD=11 mg/l en invierno. La transparencia de ambientes leníticos es baja posiblemente por la presencia de abundante materia orgánica en suspensión. En el acceso a Puerto Piracuacito, las aguas tienen evidentemente las características de las del curso principal con el cual están conectadas en forma permanente, con baja salinidad y un pH cercano a la neutralidad, y concentraciones de oxígeno que fluctúan tanto con la condición hidrológica como con la temperatura del agua (Cordiviola et al. 2006).

3.2.2.j. Biodiversidad

La biodiversidad de los cauces secundarios y sus islas tiene similitud a la descrita para el cauce principal (ver 3.2.1.j), con la diferencia que los bancos de arena son poco frecuentes en dichos cauces. La biomasa y diversidad de invertebrados acuáticos del bentos y plancton aumenta desde el cauce principal hacia estos cauces secundarios. Las islas relacionadas con los cauces secundarios presentan mayormente bosques en galería o ribereños altos, con comunidades muy diversas en los albardones costeros o interiores (ver descripciones en 1.2.4 y 1.2.5).

En sus sectores centrales se observan lagunas y bañados, con comunidades de carrizales, canutillares, pirzales, juncales, cataizales y camalotales. Estos ambientes acuáticos albergan una importante biomasa y diversidad de peces, que en las inundaciones constituyen fuente de re-poblamiento del río Paraná. Debido a su escasa profundidad, durante estiajes prolongados o en épocas invernales, pueden secarse o alcanzar temperaturas frías del agua que generan mortandades masivas de peces, que son aprovechados por grandes cantidades de aves acuáticas (varias especies de garzas y cigüeñas principalmente).

3.2.2.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

Los ciclos hidrológicos de inundación y estiaje, al igual que en gran parte de la planicie de inundación, constituyen uno de los principales disturbios. En estas áreas aumenta la carga ganadera hacia las costas, lo que en conjunto con el uso del fuego constituyen otros disturbios importantes.

3.2.2.l. Funciones ecosistémicas

Purificación de las aguas por captura y metabolización de sedimentos y contaminantes, provisión de nutrientes, hábitats y fuentes de alimentación y refugio para la biodiversidad, especialmente de peces y aves. Amortiguación de excedentes hídricos y oleaje, provisión de fuentes de agua y vegetación para la biodiversidad y ganadería.

3.2.2.m. Usos

Las islas de los cauces secundarios son utilizadas mayormente para ganadería y pesca. Se registran campamentos de pescadores, generalmente ocupados temporalmente. La ocupación y actividad humana en estos sectores es menor respecto a las áreas cercanas a la costa, constituyendo las islas en general más alejadas de las zonas costeras. La pesca en todas sus modalidades es una de las principales actividades. Es en parte utilizada para esparcimiento y navegación en general. En sus islas se puede realizar ganadería.

3.2.2.n. Amenazas

La sobrepesca (punto 1.2.8.a) y la sobrecarga ganadera (1.2.8.b) constituyen potenciales amenazas de no existir una regulación adecuada. La cacería puede ser una amenaza, principalmente en inundaciones importantes cuando los animales como carpinchos, tatúes, ciervos se concentran en los escasos terrenos elevados.

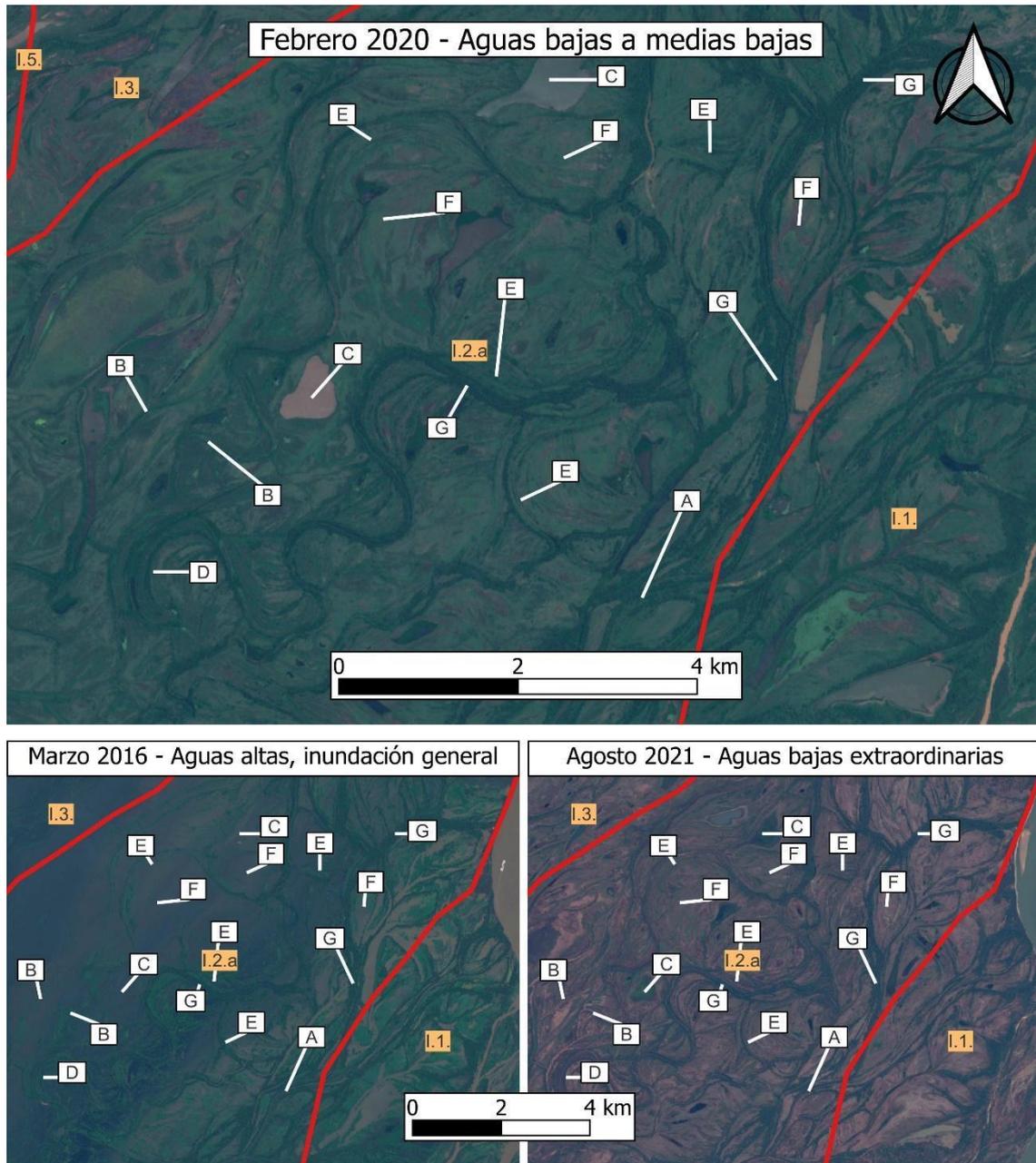
3.2.2.ñ. Conservación

Los cauces secundarios presentan las siguientes áreas protegidas: (1) Sitios Ramsar Chaco (Dpto. San Fernando, Chaco) y Jaaukanigás (Dpto. General Obligado, Santa Fe). (2) El Parque Provincial Isla del Medio-Los Caballos se encuentra a la altura de la localidad de Alejandra (Santa Fe), con una superficie de 2050 ha., aunque por su difícil acceso no se tienen datos del estado del área, que como otras reservas provinciales de Santa Fe no presentan infraestructura ni personal asignado.

3.2.2.o. Tipología de humedales

- A Cauces menores
- B Lagunas y bañados en cauces abandonados
- C Lagunas y bañados de forma redondeada e irregular
- D Lagunas y bañados entre bancos y espiras
- E Albardones bajos, espiras y bañados con carrizales y pajonales
- F Campos de praderas y pajonales o arbustales
- G Albardones con bosques maduros

3.2.2.p. Vistas en planta

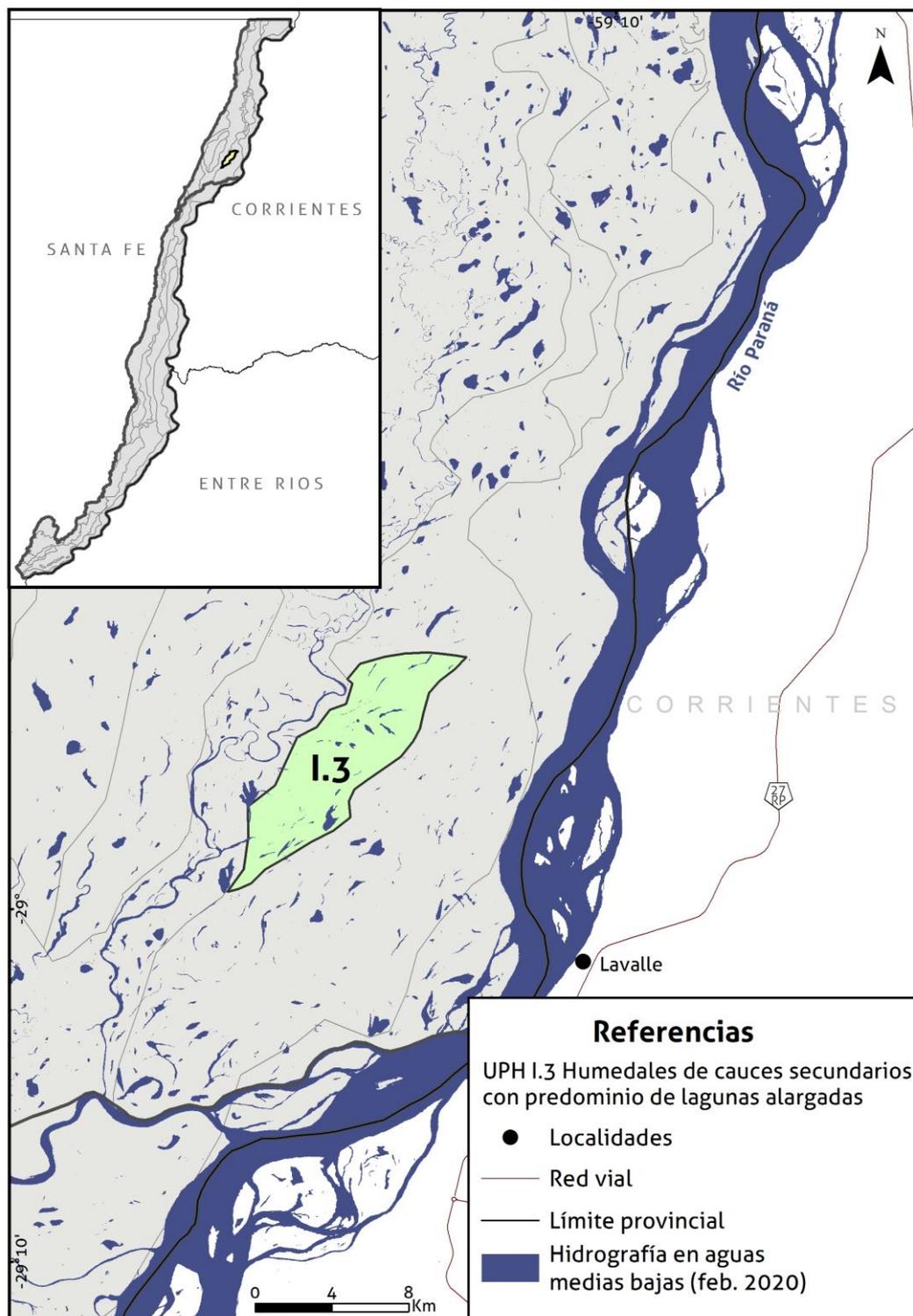


Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH1. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo,

3.2.3. UPH I.3: Humedales de Cauces Secundarios con predominio de Lagunas Alargadas

3.2.3.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Se trata de un área menor en términos relativos, comprendida entre Guaycurú al Norte (28° 54' S) y un par de km aguas arriba de Lavalle, con una extensión de 16,5 km dentro del territorio santafesino. El ancho máximo es de 4,5 km y se reduce a menos de 1 km en los extremos Norte y Sur.



3.2.3.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

No presenta poblaciones ni caminos de acceso con excepción de asentamientos elementales destinados al cuidado rural o de actividades recreativas (“ranchadas”).

3.2.3.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.2.3.d. Fisonomía

La presencia de camalotales, juncuales, pirizales y verdolagales es sumamente común en las lagunas y bañados de esta unidad. Sin embargo, su dominante fisonómica está dada por los pajonales de “paja brava” que colonizan todo el paisaje disponible (principalmente campos) entre los cuerpos de agua y los bosques. En cuanto a estos últimos, se trata de bosques pluriespecíficos bajos que denotan la traza y actividad de viejos cursos de agua; en la mayoría de los casos ocurren en franjas de diversos anchos y continuidades, pero en algunos sectores del paisaje se disponen en parches siguiendo la forma de los bancos originales.

3.2.3.e. Elevación, topografía

En el polígono las cotas mínimas rondan los 36 m IGN en casi toda el área con máximos de 37 en el extremo Norte, lo que determina una pendiente media de 6 cm/km. En términos generales, la UPH I.3. se ubica en el nivel inferior respecto a las UPH de la misma sección transversal.

Con relación a desniveles internos, los máximos son de unos 3 m entre las crestas de albardones y los perímetros lagunares.

3.2.3.f. Geomorfología

De acuerdo a la revisión del mapa de unidades geomorfológicas y descripciones hechas por Ramonell (2021), cinco geoformas fluviales componen esta UPH, tal como se detalla más abajo en o (Tipología de humedales). Las más abundantes en extensión superficial la representan la sucesión lateral de albardones bajos, espiras y bañados entre tales formas, y las lagunas y bañados (éstos, principalmente) en cauces abandonados. Los campos de praderas se corresponden con la superficie de antiguos bancos de cauce, tanto simples como resultante de la amalgama de varios de ellos.

3.2.3.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de limos, limos arcillosos, arenas y arcillas. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes, Ortentes, Aquentes y Psamentes.

3.2.3.h. Dinámica hídrica

Los tres tomos de la obra editada por Paoli y Schreider (2020, 2021) contienen información hidrológica pormenorizada de los últimos ca. 120 años. La dinámica hídrica de la UPH está regulada de manera indirecta por el cauce principal del río Paraná y sus desbordes, mediada en parte por los cauces secundarios que éste alimenta en la UPH contigua al oeste de la que se describe.

El régimen de pulsos del río presenta una fase anual de crecida (con inundación más o menos generalizada de la UPH, al menos cada 2 a 3 años, en términos estadísticos) que ordinariamente tiene sus máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso Mayo - Julio en algunos años. El estiaje o fase de aguas bajas anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre.

3.2.3.i. Calidad de aguas

No existen mediciones puntuales dentro de la unidad, pueden adoptarse patrones de comportamiento de la calidad de las aguas registrados en ambientes similares tipificados en otras UPH.

3.2.3.j. Biodiversidad

Las características de la biodiversidad de los humedales de cauces secundarios con predominio de lagunas alargadas, es similar a la descrita en el punto anterior (ver 3.2.2. j), aunque no se observan en este sector cursos de agua importantes, siendo las lagunas alargadas con escasos espejos de agua y comunidades de carrizales, canutillares, pirizales, juncales, catazales y camalotales, dominantes en este paisaje. Las praderas y pastizales presentan una fauna adaptada a estos ambientes abiertos como los capuchinos (*Sporophila* spp.), el pico de plata (*Hymenops perspicillata*), y otras aves de pastizales. También se observan albardones con bosques en galería, aunque poco desarrollados, siendo poco representativos en esta unidad (ver descripciones en 1.2.4 y 1.2.5). Sus ambientes acuáticos contienen la fauna típicamente descrita para estos sistemas, con las variaciones de caudal dependiente de las inundaciones y bajantes que caracterizan al río Paraná.

3.2.3.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

Los niveles hidrométricos estacionales e interanuales son los principales disturbios, y ocasionalmente la ganadería y el uso de fuegos provocados pueden modelar la vegetación herbácea principalmente.

3.2.3.l. Funciones ecosistémicas

Las funciones ecosistémicas son las mismas que las descritas en 3.2.2.l.

3.2.3.m. Usos

Al ser un sector alejado relativamente de la costa santafesina como de la correntina, las actividades humanas son más irregulares y con menor presión de uso, registrándose mayormente ganadería extensiva y pesca ocasional, si el nivel del río permite el acceso a estos sectores.

3.2.3.n. Amenazas

La sobrepesca (punto 1.2.8), cacería y ganadería ocasional (1.2.8.b) son posibles amenazas en este sector. Además, al encontrarse inmediatamente al norte de la línea de las localidades de Reconquista y Goya, podría verse afectada por proyectos propuestos de autovías, puentes y represamientos para unir estas localidades.

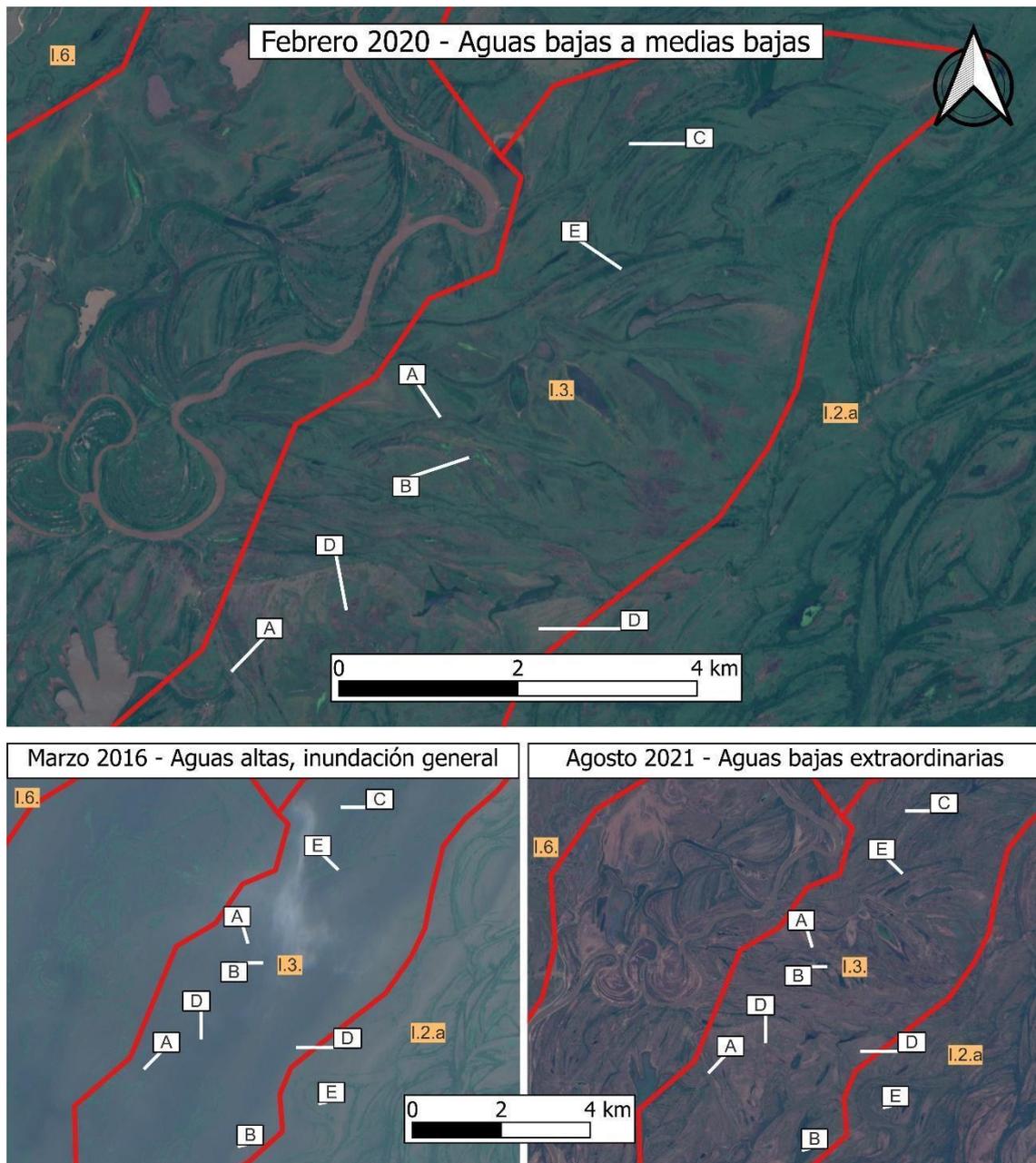
3.2.3.ñ. Conservación

Este sector forma parte del Sitio Ramsar Jaaukanigás (Dpto. General Obligado, Santa Fe), que es administrado por el Ministerio de Ambiente de Santa Fe en conjunto con el Comité Intersectorial de Manejo (ver punto 1.2.9).

3.2.3.o. Tipología de humedales

- A Lagunas y bañados en cauces abandonados
- B Lagunas y bañados de forma irregular
- C Albardones bajos, espiras y bañados con carrizales y pajonales
- D Campos de praderas y pajonales o arbustales
- E Albardones con bosques maduros

3.2.3.p. Vistas en planta

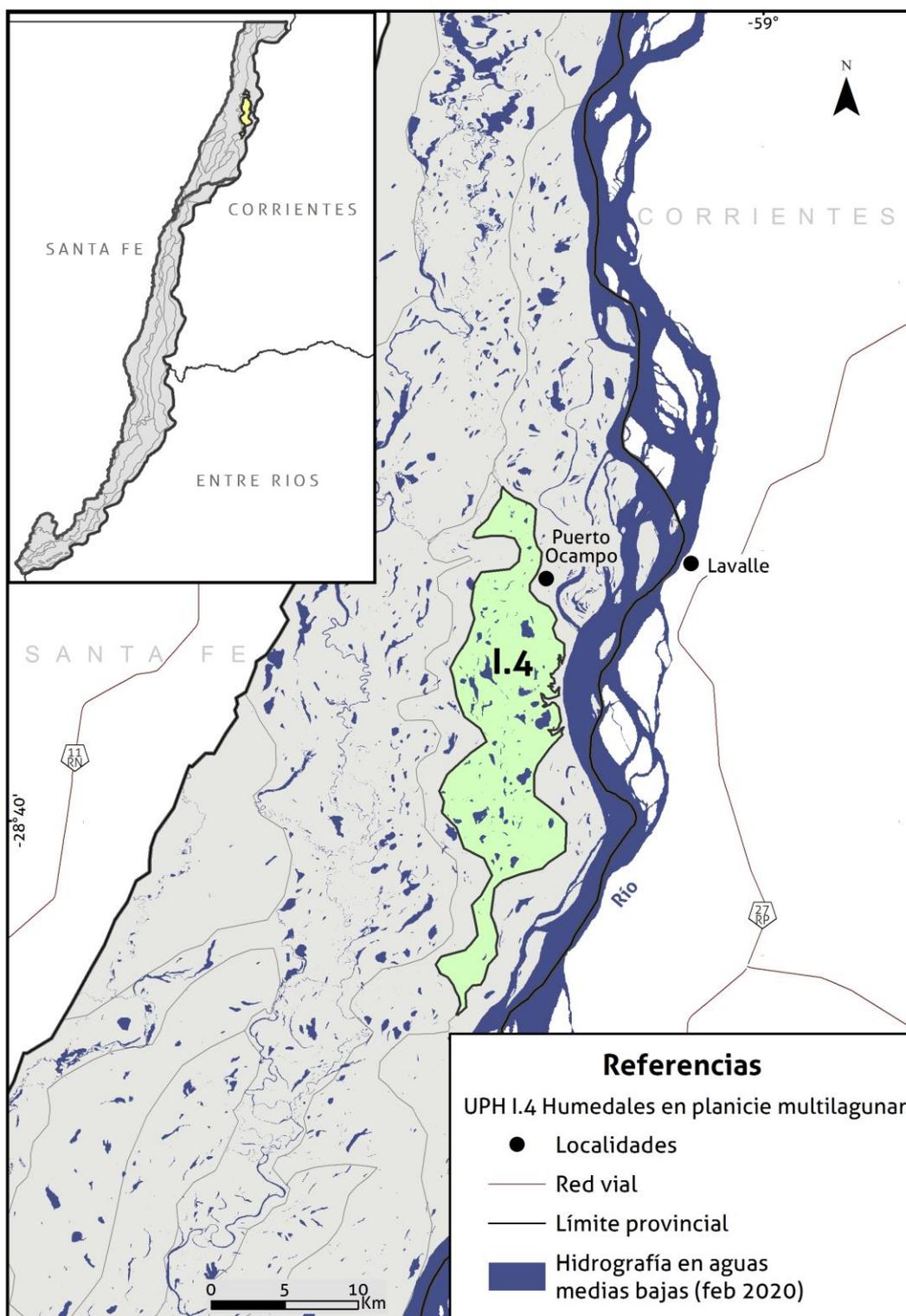


Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH1. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo.

3.2.4. UPH I.4: Humedales en Planicie Multilagunar

3.2.4.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Se extiende dentro de la provincia de Santa Fe unos 35 km entre la localidad de Bella Vista al Norte y 12 km aguas arriba de Guaycurú, en sentido longitudinal en torno al meridiano 59° 9' O. El ancho máximo es de 6,5 km en el sector medio y el ancho mínimo se ubica cercano al extremo Sur y es de 0,5 km.



3.2.4.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

Se identifica un único asentamiento menor a los 28°31' S de latitud y 59°09' O de longitud que se vincula con el camino de acceso desde Villa Ocampo hacia Puerto Ocampo que atraviesa la unidad en forma perpendicular.

3.2.4.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.2.4.d. Fisonomía

La dominante fisonómica en general son los pajonales de “paja brava” que dominan entre las múltiples lagunas de esta unidad, junto a las sabanas en las que ocurren, entre otras especies leñosas, la palmera “caranday”. En algunos sectores los pajonales se alternan con espinillares, arbustales, praderas y otras comunidades herbáceas como carrizales y/o cataizales. En la mayoría de estas lagunas prosperan camalotales, juncales, pirizales ya sean como comunidades bien definidas o como una matriz compuesta en las que varias de ellas aparecen en diferentes proporciones. Los bosques son escasos y se limitan a los albardones que acompañan los cauces activos que ingresan de unidades aledañas. Se trata en general, de bosques pluriespecíficos bajos y de diferentes densidades que ocupan franjas de anchos variables siguiendo la traza de los cauces mencionados.

3.2.4.e. Elevación, topografía

Las cotas mínimas rondan los 37 m IGN y los máximos los 39 m, siendo esta última la cota más representativa del polígono. La pendiente media es de 6 cm/km. En términos generales, la UPH I.4. se ubica en el nivel inferior respecto a las UPH de la misma sección transversal.

Con relación a desniveles internos, los máximos son de casi 1 m entre las crestas de albardones y los perímetros lagunares, sin considerar desde aquellos hasta el fondo de los cauces menores, donde la amplitud del relieve local es mayor.

3.2.4.f. Geomorfología

De acuerdo a la revisión del mapa de unidades geomorfológicas y descripciones hechas por Ramonell (2021), seis geoformas fluviales componen esta UPH, tal como se detalla más abajo en o (Tipología de humedales). Las más abundantes en extensión superficial son las lagunas y bañados de forma redondeada e irregular, seguidas por sus bordes externos planos, ordinariamente ocupados por campos de praderas.

3.2.4.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de arcillas y limos arcillosos. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes y Aquentes.

3.2.4.h. Dinámica hídrica

Los tres tomos de la obra editada por Paoli y Schreider (2020, 2021) contienen información hidrológica pormenorizada de los últimos ca. 120 años. La dinámica hídrica de la UPH está regulada de manera indirecta por el cauce principal del río Paraná y sus desbordes, mediada en parte por los cauces secundarios que éste alimenta en las UPH contiguas.

El régimen de pulsos del río presenta una fase anual de crecida (con inundación generalizada de la UPH al menos cada 2 a 3 años, en términos estadísticos) que ordinariamente tiene sus máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso Mayo - Julio

en algunos años. El estiaje o fase de aguas bajas anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre.

La permanencia temporal del fenómeno de inundación fluvial es mayor en esta UPH que en la UPH I.1, devenida de su carácter topográficamente deprimido en relación a ella.

3.2.4.i. Calidad de aguas

No existen mediciones puntuales dentro de la unidad, pueden adoptarse patrones de comportamiento de la calidad de las aguas registrados en ambientes similares tipificados en otras UPH.

3.2.4.j. Biodiversidad

Esta sección se caracteriza por la existencia de lagunas relativamente grandes, que se ven activadas por paleocauces que las alimentan durante las inundaciones. En estas lagunas los invertebrados del zooplancton, bentos y perifiton son más diversos, con capacidad de sostener una importante cantidad y diversidad de peces e incluso se pueden registrar surubíes (*Pseudoplatystoma*) de gran porte, además de sábalos, bogas, armados y otras especies. Esto puede generar la acumulación de aves acuáticas de todo tipo incluyendo patos, garzas, jabirúes (*Jabiru mycteria*) y espátulas rosadas (*Platalea ajaja*), chajás (*Chauna torquata*) y Caraus (*Aramus guarauna*), además son muy comunes los yacarés negros (*Caiman yacare*) con elevadas densidades que alcanzan 25 a 30 ejemplares en lagunas de una hectárea, durante la bajante. Toda esta fauna favorece a estos depredadores y a la curiyú (*Eunectes notaeus*), gran serpiente que alcanza los 4 metros de longitud. Los bosques ocupan albardones altos, con una elevada diversidad de árboles muy grandes, incluyendo el ingá, el virá pytá, el francisco alvarez (*Banara arguta*), los laureles, los manies guaycurús, las picanillas, y gran cantidad de lianas y enredaderas que soportan abundantes poblaciones de monos carayá.

3.2.4.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

Es una unidad con una actividad ganadera favorecida por la accesibilidad del camino a Puerto Ocampo, donde los incendios y pastoreo constituyen un factor de disturbio importante, además de los ciclos de inundaciones y sequías. Las inundaciones extremas tienen un efecto importante en las comunidades biológicas de esta unidad, ya que recargan las lagunas con agua, vegetación flotante y alevinos de peces.

El oleaje y variaciones de niveles hidrométricos suelen tener influencia en el modelado de las márgenes de las lagunas, como fuera demostrado por Paira (2017).

3.2.4.l. Funciones ecosistémicas

Además de la fijación de carbono, regulación climática, captura de sedimentos, provisión de nutrientes y hábitats para la biodiversidad, especialmente de peces, corredor biológico para especies tropicales. Amortiguación de excedente hídricos y oleaje, provisión de fuentes de agua para la biodiversidad y ganadería.

3.2.4.m. Usos

Este sector es atravesado por un camino que llega a Puerto Ocampo, existiendo varios campos ganaderos, con algunos puesteros que ocupan transitoria o permanentemente el área, generalmente en cercanías del camino. Este camino facilita las actividades de pesca, extracción de carnada, extracción de picanilla, y también de fue declarado como camino “ecológico” por la Municipalidad de Villa Ocampo, debido a la belleza escénica de este camino, instalándose dos miradores, uno de ellos para observar los yacarés. Existe una reserva municipal con senderos de interpretación que están siendo utilizados para el turismo de naturaleza y educación ambiental con escuelas.

3.2.4.n. Amenazas

El camino constituye una vía de entrada de personas que realizan cacería y pesca, y aumenta las actividades antrópicas en general en esta unidad. Actualmente se está construyendo un puente que mejorará la accesibilidad, y existen proyectos de viaductos a Puerto Ocampo, que constituyen la principal amenaza de esta unidad.

3.2.4.ñ. Conservación

Existen complejos de cabañas que fomentan el ecoturismo regional, con actividades sostenibles, y un ganadero que están realizando cabalgatas y salidas son turismo de naturaleza. El Municipio de Villa Ocampo está comprometido con políticas de conservación en conjunto con el Comité Intersectorial de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigas.

3.2.4.o. Tipología de humedales

- A Cauces menores
- B Lagunas y bañados en cauces abandonados
- C Lagunas y bañados de forma redondeada e irregular
- D Albardones bajos, espiras y bañados con carrizales y pajonales
- E Campos de praderas y pajonales o arbustales
- F Albardones con bosques maduros

3.2.4.p. Vistas en planta

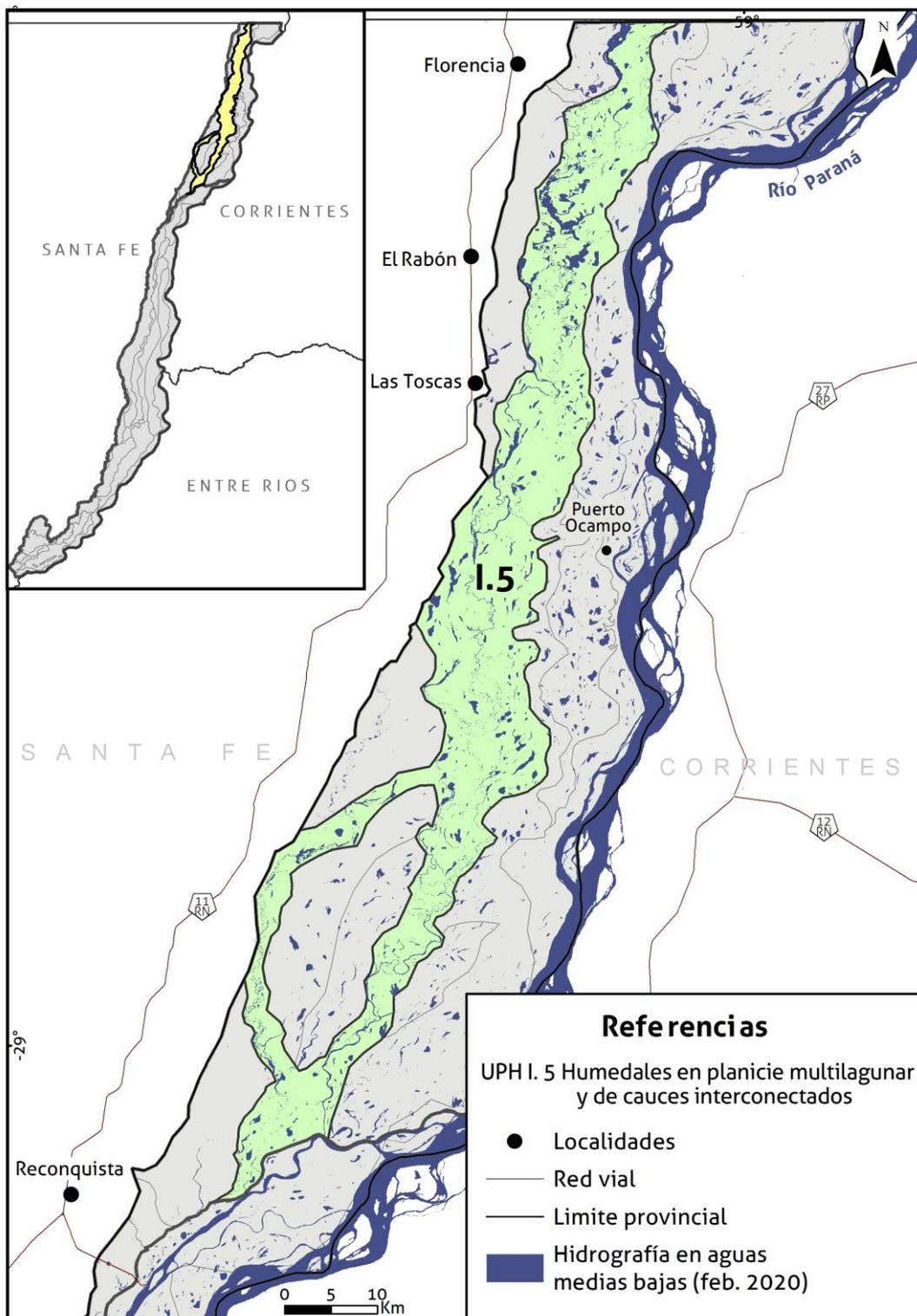


Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH1. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo.

3.2.5. UPH I.5: Humedales en Planicie Multilagunar y de Cauces Interconectados

3.2.5.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Se desarrolla desde latitudes que exceden la jurisdicción santafesina por el Norte hasta 20 km aguas abajo de Reconquista. El ancho máximo se registra al Sur de Villa Ocampo, de 10 km, mientras que el ancho mínimo se ubica en uno de los brazos en los que se bifurca en torno a la latitud del poblado de Guaycurú, con 1 km.



3.2.5.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

El único asentamiento identificado se ubica a orillas del río Correntoso-San Jerónimo, en el extremo Sur. No obstante, los caminos de acceso que la atraviesan son numerosos, desde el sector central y hacia el Norte: el mismo camino desde Villa Ocampo hacia Puerto Ocampo, otro acceso desde Las Toscas, desde El Rabón un acceso la atraviesa completa, al igual que el camino que proviene de Florencia y finalmente en el sector Norte un camino que proviene desde Resistencia en sentido Norte-Sur.

3.2.5.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.2.5.d. Fisonomía

La dominante fisonómica de esta unidad son las sabanas en las que habita la palmera “caranday”, las que van alternando con extensos pajonales de “paja brava” y arbustales dominados por la “rama negra” y espinillares. En los sectores más bajos del paisaje, así como en los bordes de las lagunas se hallan verdolagales, cataizales, juncales y camalotales. En los albardones bajos y espiras son frecuentes parches discontinuos de bosques pluriespecíficos bajos en los que ocurren especies como el “seibo”, “curupí”, “maní guaycurú”, “balcocha”, “cina cina”, etc. Mientras que en los albardones altos ocurren franjas angostas y densas de bosques pluriespecíficos altos ricos en especies, entre las que se destacan el “timbó blanco”, “timbó colorado”, “ingá”, “ibirá pitá”, “laurel de río” y “granadillo”, entre otras.

3.2.5.e. Elevación, topografía

Las cotas mínimas rondan los 35 m IGN en el extremo Sur, teniendo la unidad una pendiente media de 6 cm/km. En el eje Reconquista-Goya y por varios km hacia el Norte las cotas representativas varían entre 35 y 36 m, con desniveles principalmente entre los bajos lagunares y albardones de cauces menores. En términos generales, en esa zona la UPH se ubica en los niveles topográficamente más bajos respecto a las demás UPH.

En los sectores medios, cercanos a Las Toscas, las cotas representativas rondan los 42 m, con desniveles entre albardones y cuerpos lagunares de 2 m como máximo, pero que en general no llegan a 1 m en la unidad. En esa sección, la UPH I.5. se ubica topográficamente un orden por encima de la UPH I.1. y dos órdenes por encima de la I.7. de margen izquierda, pero por debajo de la I.7. de margen derecha.

La mayor amplitud del relieve interno la marcan los lechos de los cauces menores.

3.2.5.f. Geomorfología

De acuerdo a la revisión del mapa de unidades geomorfológicas y descripciones hechas por FICH (2016) y Ramonell (2021), siete geoformas fluviales componen esta UPH, tal como se la detalla más abajo en o (Tipología de humedales). Las más abundantes en extensión superficial son las lagunas y bañados de diferente morfología en planta, parte de las cuales ocurren entre los albardones de cauces menores, activos o no en la actualidad.

3.2.5.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de arcillas y limos arcillosos. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes y Aquentes.

3.2.5.h. Dinámica hídrica

Los tres tomos de la obra editada por Paoli y Schreider (2020, 2021) contienen información hidrológica pormenorizada de los últimos ca. 120 años. La dinámica hídrica de la UPH está regulada de manera indirecta por el cauce principal del río Paraná y sus desbordes, mediada por los cauces secundarios que éste alimenta en las UPH contiguas del oeste y de aguas arriba. El curso secundario más importante de la unidad es el Paraná Miní.

El régimen de pulsos del río presenta una fase anual de crecida (con inundación generalizada de la UPH al menos cada 2 a 3 años, en términos estadísticos) que ordinariamente tiene sus máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso Mayo - Julio en algunos años. El estiaje o fase de aguas bajas anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre.

La magnitud del fenómeno de inundación fluvial es mayor en esta UPH que en las restantes del SPH, devenida de ser la topográficamente más deprimida de todas.

3.2.5.i. Calidad de aguas

El Paraná Miní (o Paranacito, según el uso local), curso secundario con importante sinuosidad, recorre gran parte de esta UPH en sentido norte-sur, dentro del Sitio Ramsar Jaaukanigás. Sus aguas son algo más salinas que las del curso principal, no solo por aporte de escurrimientos superficiales provenientes de suelos salinos de la margen derecha de la planicie, sino que se presumen aportes subterráneos someros, pero también posiblemente profundos de acuíferos muy salinizados (Thalmeier et al. 2022).

En el sector norte de la UP, en condiciones de aguas medias en el Paranacito (conectado al río Tapenagá) se han registrado salinidades tan elevadas como 3500-4500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH de 7,4, concentraciones de OD de 8,9-11,8 mg/l para una temperatura de 19°C, y transparencia de 30-43 cm (Cordiviola et al. 2013).

3.2.5.j. Biodiversidad

Esta unidad que se extiende desde la provincia del Chaco hasta las inmediaciones de Reconquista en Santa Fe, posee algunas características particulares como cauces de agua permanentes menores como el riacho Paranacito, que se extiende por casi toda su extensión latitudinal. En esta sección se registran todos los tipos de hábitats descritos en este trabajo incluyendo: alisales, sauzales, sangrosales, bosques en galería, bosques ribereños altos, bosques de albardón, bosques ribereños, bosques de albardones bajos, palmares, picanillares, espinillares, arbustales, sabanas, pajonales, pastizales, praderas, y todas las comunidades palustres (carrizales, acnutillares, juncales, pirizales, cataizales, verdolagales, camalotales). Como consecuencia obvia de la heterogeneidad de hábitats, existe una fauna muy diversa que congrega a la mayoría de las especies mencionadas en este aporte. Los riachos como el Paranacito y las lagunas relacionadas presentan una elevada diversidad de organismos acuáticos, incluyendo peces de buen porte, y constituyen sitios de reproducción, desarrollo y refugio de muchos de los peces de importancia comercial del río Paraná.

3.2.5.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

La actividad ganadera en estos sectores, principalmente cerca de los centros poblados, donde los incendios y pastoreo constituyen un factor de disturbio a considerar. Como en todo el sistema las inundaciones y bajantes tienen un efecto importante en las comunidades biológicas de esta unidad.

El oleaje y variaciones de niveles hidrométricos suelen tener influencia en el modelado de los márgenes de las lagunas, como fuera demostrado por Paira (2017).

Otros procesos de cambio morfológico, tales como erosión y sedimentación de márgenes fluviales, son menores (o muy puntuales, si notables) en la UPH.

3.2.5.l. Funciones ecosistémicas

Fijación de carbono, regulación climática, captura de sedimentos, provisión de nutrientes y hábitats para la biodiversidad, especialmente de peces, corredor biológico para especies tropicales. Amortiguación de excedentes hídricos y oleaje, provisión de fuentes de agua para la biodiversidad y ganadería.

3.2.5.m. Usos

Esta UPH es atravesada por varios caminos en sentido norte sur desde Florencia a Piracuá, desde el Rabón a Piracuacito, desde Las Toscas a Pato-Cuá, desde Villa Ocampo a Puerto Ocampo, entre los principales. En estos sectores se desarrolla una ganadería extensiva típica, con puesteros que ocupan transitoria o permanentemente los campos, generalmente cercanos a los caminos. Estos caminos facilitan las actividades de pesca, cacería, extracción de carnada, extracción de picanilla, y en muchos casos están siendo utilizados por Municipios y guías ecoturísticos como áreas para recorrer y observar la majestuosa biodiversidad del río Paraná.

3.2.5.n. Amenazas

Los caminos antes descritos constituyen una vía de entrada de personas, algunas de las cuales realizan cacería y pesca, extracción de carnada y madera, aumentando las actividades antrópicas en general, lo que se ve reflejado en acumulación de basura y mayor incidencia de incendios. Se están construyendo puentes en Florencia y Villa Ocampo que mejorarán la accesibilidad, y pueden agravar algunos de los impactos antrópicos. No obstante, por su extensión gran parte de esta unidad es poco accesible por lo que esos usos están concentrados en ciertas áreas. Se ha observado frecuentemente en esta área, ciervos axis (*Axis axis*), una especie introducida que parece tener poblaciones estables en el área, siendo un cérvido que compete con los herbívoros autóctonos.

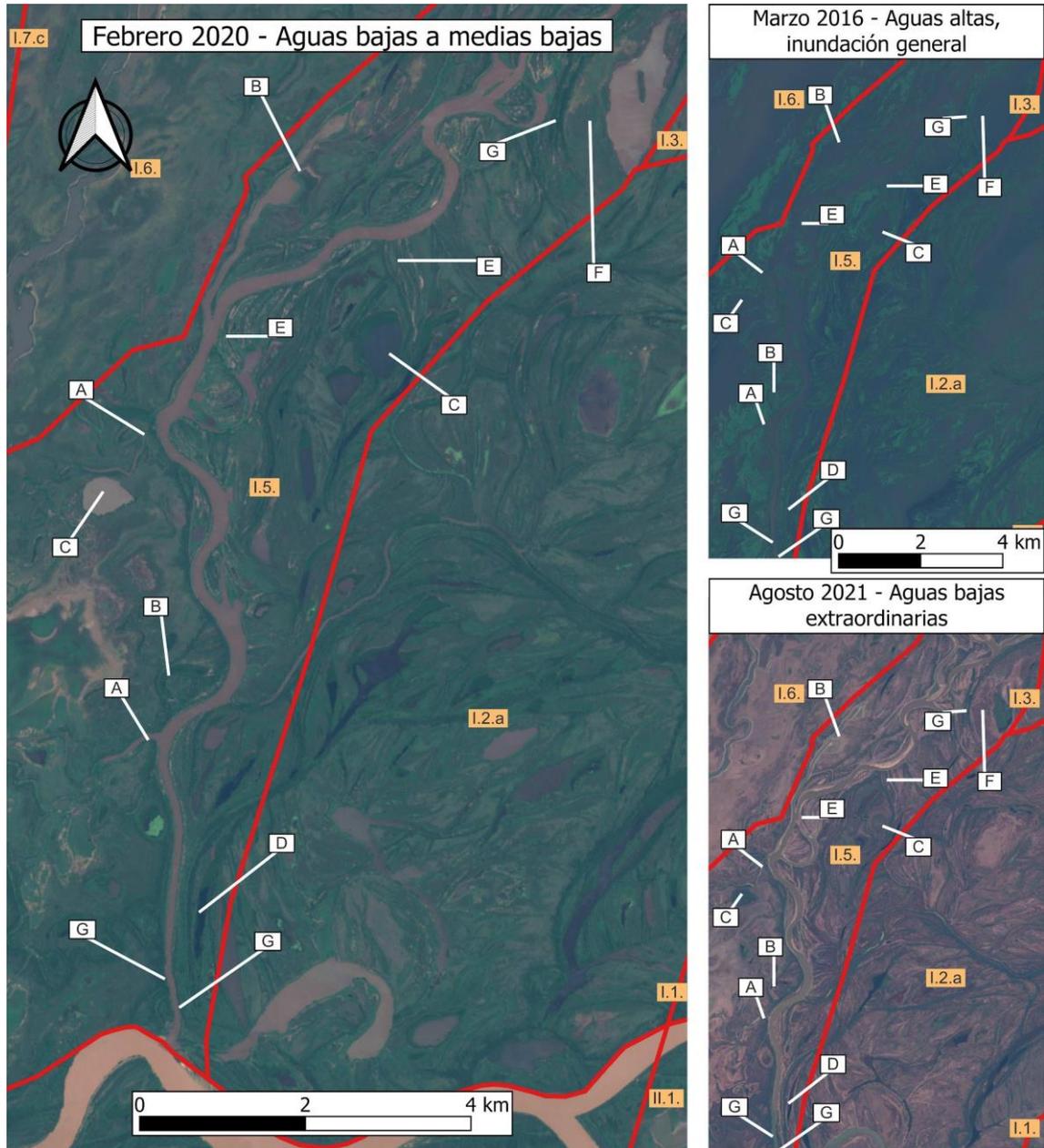
3.2.5.ñ. Conservación

El Municipio de Villa Ocampo generó la Reserva Municipal El Pindó, de unas 32 hectáreas de extensión, con senderos y miradores, y un cuidador municipal que desarrolla actividades de interpretación y educación ambiental, para el turismo, escuelas y otros sectores de la región. Adicionalmente fue declarado “camino ecológico” el que une a Villa Ocampo con Puerto Ocampo, donde se instalaron miradores y cartelera.

3.2.5.o. Tipología de humedales

- A Cauces menores
- B Lagunas y bañados en cauces abandonados
- C Lagunas y bañados de forma redondeada e irregular
- D Lagunas y bañados entre espiras
- E Albardones bajos, espiras y bañados con carrizales y pajonales
- F Campos de praderas y pajonales o arbustales
- G Albardones con bosques maduros

3.2.5.p. Vistas en planta

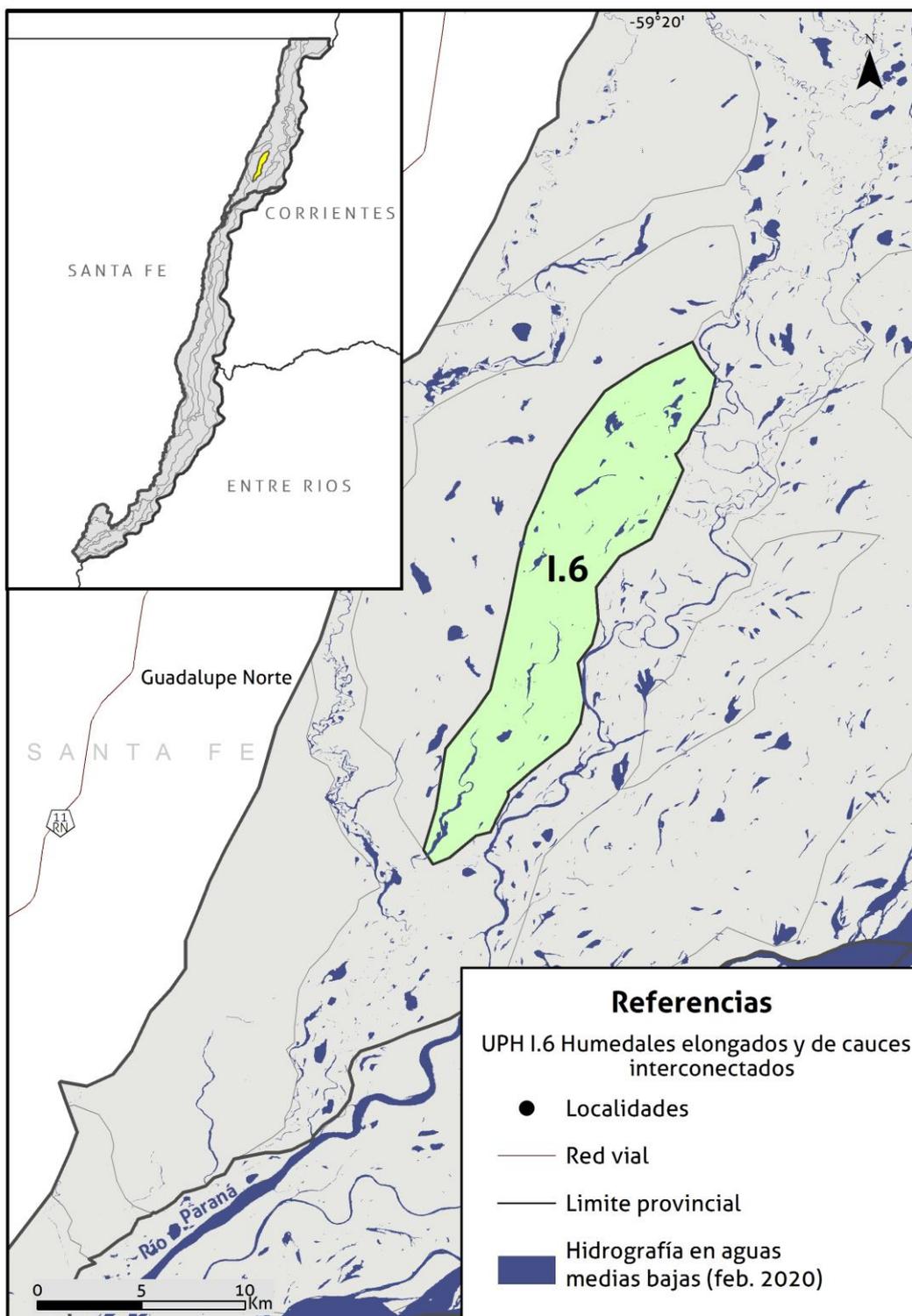


Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH1. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo.

3.2.6. UPH I.6: Humedales Elongados y de Cauces Interconectados

3.2.6.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Desde el paralelo 28°48' S se desarrolla esta unidad perteneciente a la provincia de Santa Fe por unos 27,5 km hasta el paralelo 29° 01' S. El ancho máximo en torno a la localidad de Guaycurú alcanza los 5,2 km, mientras que el ancho menor se da cercano al extremo Sur con unos 2 km.



3.2.6.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

No hay poblaciones ni asentamientos relevantes y sólo posee caminos internos precarios sin conexión permanente con las demás UPH destinados al cuidado rural o de actividades recreativas (“ranchadas”).

3.2.6.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.2.6.d. Fisonomía

La dominante fisonómica de esta unidad son las sabanas y los pajonales de “paja brava”. En las lagunas y sectores de cauces abandonados habitan camalotales, verdolagales y distintas combinaciones de especies de hidrófitas flotantes o arraigadas que colonizan de acuerdo a los niveles de agua. En los bañados aparecen carrizales, en los planos ligeramente más elevados y mejor drenados se pueden hallar praderas húmedas. En los sectores de relieve plano y altura intermedia ocurren praderas de gramilla o “gramillares” los que a veces pueden presentar un alto porcentaje de suelo desnudo. En algunos sectores se pueden hallar espinillares y algunas áreas con bosques ralos muy dispersos.

3.2.6.e. Elevación, topografía

Los desniveles internos máximos son de casi 2 a 3 m entre las crestas de espiras y los perímetros lagunares, sin considerar desde aquellos hasta el fondo de los cauces menores, donde la amplitud del relieve local es mayor.

3.2.6.f. Geomorfología

De acuerdo a la revisión del mapa de unidades geomorfológicas y descripciones hechas por FICH (2016) y Ramonell (2021), cinco geoformas fluviales componen esta UPH, tal como se detalla más abajo en o (Tipología de humedales), todas ellas con similar distribución en toda la unidad, aunque la mayor extensión superficial la representan las lagunas y bañados de forma redondeada e irregular.

3.2.6.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de arcillas y limos arcillosos. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes y Aquentes.

3.2.6.h. Dinámica hídrica

Los tres tomos de la obra editada por Paoli y Schreider (2020, 2021) contienen información hidrológica pormenorizada de los últimos ca. 120 años. La dinámica hídrica de la UPH está regulada de manera indirecta por el cauce principal del río Paraná y sus desbordes, mediada por cauces menores que provienen de la UPH contigua del oeste, originados principalmente en el Paraná Miní.

El régimen de pulsos del río presenta una fase anual de crecida (con inundación generalizada de la UPH al menos cada 2 a 3 años, en términos estadísticos) que ordinariamente tiene sus máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso Mayo - Julio en algunos años. El estiaje o fase de aguas bajas anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre.

La magnitud del fenómeno de inundación fluvial es similar en esta UPH a la de la UPH I.5.

3.2.6.i. Calidad de aguas

No existen mediciones puntuales dentro de la unidad, pueden adoptarse patrones de comportamiento de la calidad de las aguas registrados en ambientes similares tipificados en otras UPH contiguas, e.g., la II.5.

3.2.6.j. Biodiversidad

Esta unidad posee una heterogeneidad ambiental importante conteniendo los diferentes tipos de hábitats mencionados en este aporte, que van desde diferentes tipos de bosques, en albardones altos a bajos, hasta pastizales, pajonales, palmares y arbustales en áreas intermedias topográficamente y comunidades acuáticas en sus lagunas, madrejones y bañados o cursos fluviales en general temporarios y no navegables. La fauna es similar a la descrita anteriormente con una elevada diversidad de aves, mamíferos, reptiles y anfibios, incluyendo especies amenazadas como el mono carayá (Vulnerable). Los organismos acuáticos siguen el patrón de la unidad anterior (3.2.5.j).

3.2.6.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

Los ciclos hidrológicos de crecidas, inundaciones y bajantes son el principal factor modelador de aspectos de la ecología y disturbios relevantes, y la actividad ganadera extensiva con uso del fuego, es otro a tener en cuenta.

3.2.6.l. Funciones ecosistémicas

Fijación de carbono, regulación climática, captura de sedimentos, provisión de nutrientes y hábitats para la biodiversidad, especialmente de peces, corredor biológico para especies tropicales. Amortiguación de excedentes hídricos y oleaje, provisión de fuentes de agua para la biodiversidad y ganadería.

3.2.6.m. Usos

Es un área relativamente alejada de la costa santafesina y más aún de la correntina, con caminos de acceso precarios que atraviesan propiedades privadas, por lo tanto, las actividades humanas son menores respecto a otros sectores e incluyen ganadería extensiva, y en menor grado pesca realizada con accesos desde cursos secundarios navegables como el riacho Paraná Miní o Paranacito.

3.2.6.n. Amenazas

La falta de accesibilidad y caminos restringen las amenazas en este sector, aunque se tienen noticias de asilvestramiento de búfalos (*Bubalus bubalis*), llevados al lugar para ganadería, aunque por falta de manejo se están reproduciendo independientemente. Esto representa un riesgo importante por ser un herbívoro de gran tamaño (800 kg los adultos) y por ser una especie que en condiciones de silvestría puede volverse agresiva, además de tener gran capacidad de modificar los ecosistemas con la herbivoría y mecánicamente, sin que existan depredadores naturales para esta especie.

3.2.6.ñ. Conservación

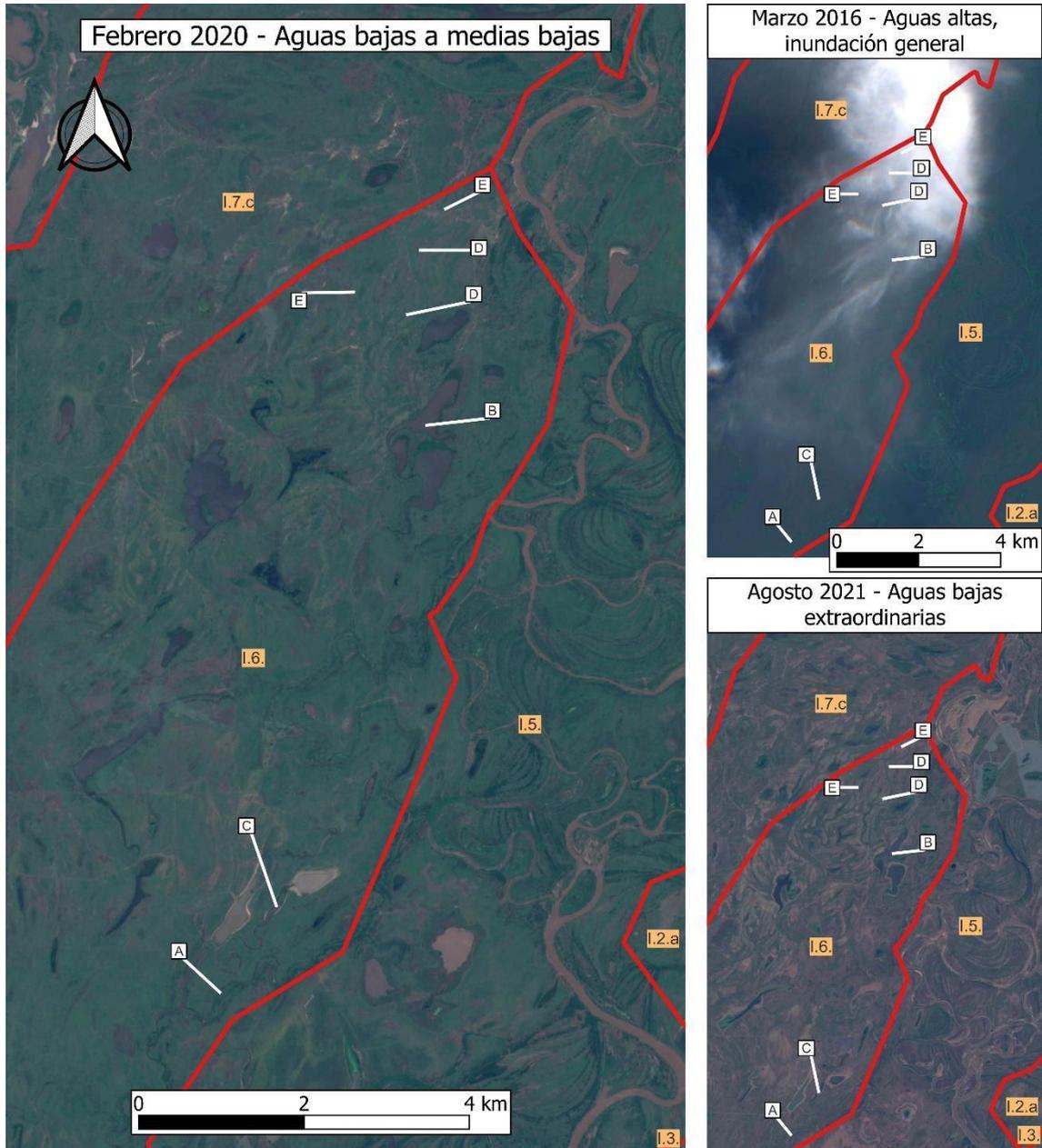
Este sector es parte del Sitio Ramsar Jaaukanigás, sin áreas protegidas u otras acciones de conservación locales.

3.2.6.o. Tipología de humedales

- A Cauces menores
- B Lagunas y bañados de forma irregular
- C Lagunas en cauces parcialmente colmatados

- D Bañados en cauces colmatados y entre espiras
- E Espiras con sabanas y pajonales

3.2.6.p. Vistas en planta

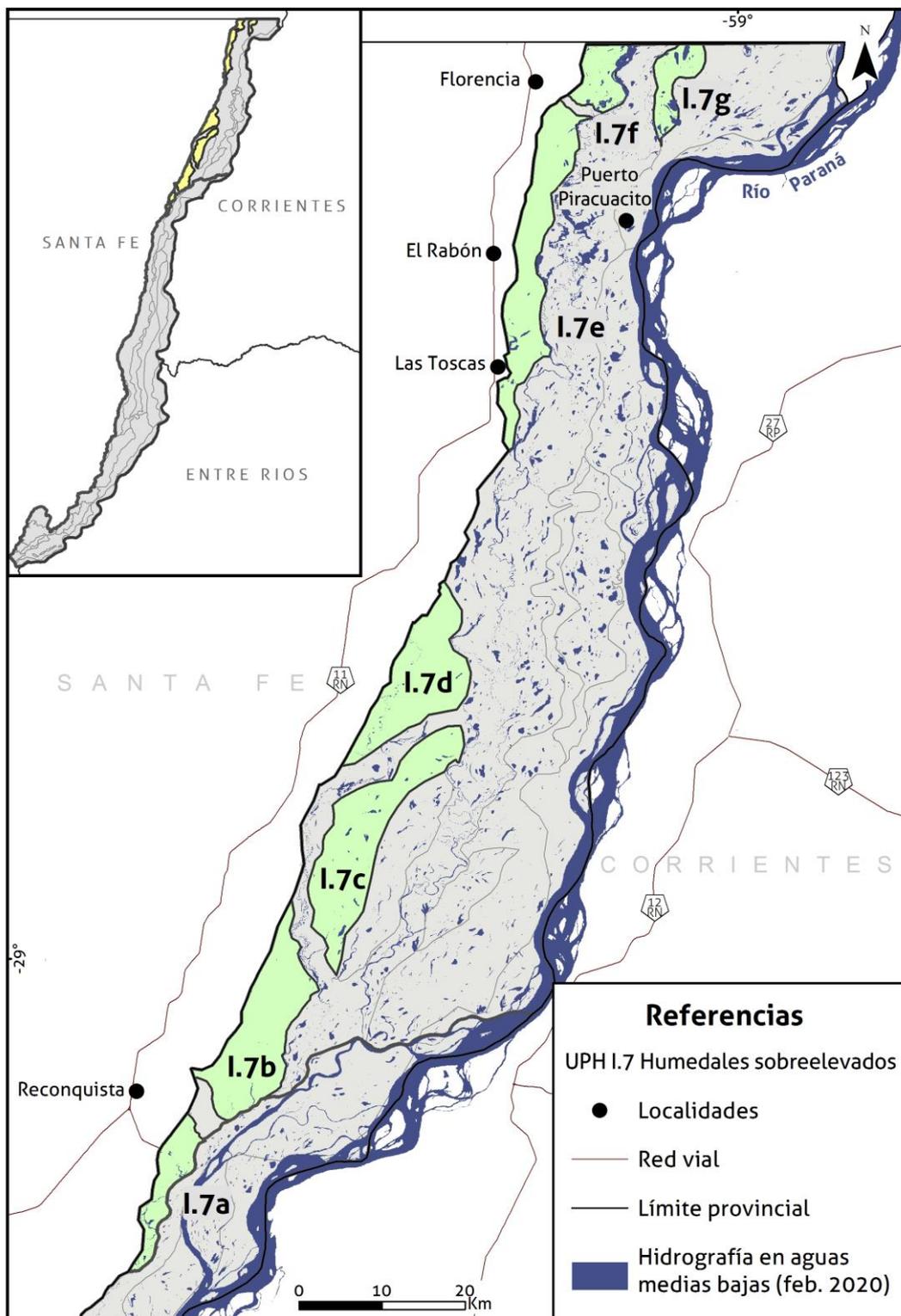


Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH1. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo.

3.2.7. UPH I.7: Humedales Sobreelevados

3.2.7.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Se compone de varios polígonos que se distribuyen por fuera del paralelo 28° S al Norte hasta la localidad de Reconquista en el Sur. Los anchos de los polígonos son variables, con el mínimo en torno a la localidad de Las Toscas, con 1,5 km.



3.2.7.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

Los accesos a los polígonos son numerosos en sentido Oeste-Este, desde Reconquista hacia su puerto por camino consolidado para el polígono a, numerosos caminos rurales para los polígonos b, c y d. El polígono e es atravesado por tres caminos principales (desde Las Toscas, desde El Rabón y el camino Florencia – Puerto Piracuacito).

3.2.7.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.2.7.d. Fisonomía

La fisonomía de esta unidad está dada por un complejo mosaico de distintas comunidades vegetales, que resultan de la mayor altura topográfica y consecuente “aislamiento” de la dinámica actual del río Paraná, así como del ingreso de algunos cauces secundarios que retrabajan los sectores por donde discurren. En amplios sectores topográficamente deprimidos, se pueden hallar extensas sabanas que se van entremezclando con pajonales. En sitios algo más elevados se pueden hallar palmares de “caranday” casi puros, espinillares y arbustales, que alternan con praderas húmedas y, en los sectores más deprimidos, con extensos camalotales, verdolagales y carrizales. Son frecuentes, en los sitios erosionados, las praderas de gramilla las que presentan un alto porcentaje de suelo desnudo. En los albardones bajos de algunos cursos de agua que ingresan desde las unidades próximas al río Paraná, ocurren franjas más o menos angostas de bosques pioneros, especialmente “sausales” y “alisales”. En los albardones de mayor elevación se hallan bosques pluriespecíficos, tanto altos como bajos, que incorporan palmeras “caranday” que al norte cuentan con una fisonomía propia. Una característica distintiva de esta unidad es la presencia de áreas relictuales de bosques de terrazas. Estos bosques, los más ricos y diversos del paisaje de humedales, se ubican al noroeste, en sitios topográficamente más elevados y las especies leñosas presentes si bien son de linaje paranaense, varias de ellas son compartidas con los bosques típicamente chaqueños lindantes. Algunas de las especies características de estos bosques son el “guayaibí”, “espina corona”, “alecrín”, “ombú”, “caspi zapallo” y “guaraniná”, entre otras. Las lagunas y bañados de esta unidad presentan como en el resto de las unidades, camalotales, verdolagales, pirizales, juncales, carrizales los que se organizan en el espacio y tiempo de acuerdo a los niveles de permanencia de agua.

3.2.7.e. Elevación, topografía

Los polígonos **a**, **b**, **c** y **d** poseen cotas entre 33 y 40 m en los extremos Sur del polígono **a** y extremo Norte del polígono **d**, respectivamente, determinando una pendiente media de 8 cm/km. A la latitud de Goya la UPH se ubica en los niveles relativos más altos respecto a unidades presentes en dicha sección, mientras que en la sección transversal en torno al paralelo 28°43' S se ubica en los niveles superiores, pero en planos similares a la UPH I.1.

El polígono **e** presenta cotas en torno a los 43-45 m y una pendiente media de 5 cm/km. En términos relativos, el polígono se encuentra en el orden superior de niveles frente a las restantes UPH de la sección.

Con relación a desniveles internos, estos son de decímetros por lo común. Los máximos se corresponden con los fondos de los cauces menores, donde la amplitud del relieve local es mayor.

3.2.7.f. Geomorfología

De acuerdo a la revisión del mapa de unidades geomorfológicas y descripciones hechas por FICH (2016) y Ramonell (2021), siete geoformas fluviales componen esta UPH, tal como se

detalla más abajo en o (Tipología de humedales). Se trata en la mayoría de los casos de paleoformas fluviales, en especial de canales meandriformes colmatados y bancos semilunares moderadamente disipados, difíciles de reconocer en el terreno. Los cuerpos leníticos ocupan los bajos de los paleomeandros y entre viejos bancos de cauce, siendo característicos los de forma alargada en planta, con su traza dispuesta según el rumbo de la planicie, aunque con dispersión considerable. Algunas lagunas largas de los paleocauces están integradas en la red de avenamiento actual, formando parte de segmentos de arroyos.

3.2.7.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de arcillas y limos arcillosos, tanto recientes como antiguos. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes, Aquentes y Ortentes.

3.2.7.h. Dinámica hídrica

Los tres tomos de la obra editada por Paoli y Schreider (2020, 2021) contienen información hidrológica pormenorizada de los últimos ca. 120 años. La dinámica hídrica de la UPH está principalmente regulada de manera indirecta por el cauce principal del río Paraná y sus inundaciones, mediada por desbordes de todos los cauces secundarios que éste alimenta, también en forma indirecta, en las UPH contiguas. Los aportes de aguas procedentes de los SPH externos a éste del Paraná son insignificantes en la dinámica de la unidad.

El régimen de pulsos del río presenta una fase anual de crecida (con inundación más o menos generalizada de la UPH sólo en crecientes importantes, de ocurrencia temporal aleatoria en términos estadísticos) que ordinariamente tiene sus máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso Mayo - Julio en algunos años; el estiaje o fase de aguas bajas anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre.

Así, las lluvias locales tienen importancia en sostener la dinámica hídrica superficial de la unidad.

La magnitud del fenómeno de inundación fluvial es comparativamente menor en esta UPH que en las restantes del SPH.

3.2.7.i. Calidad de aguas

Se trata de humedales mayormente aislados, con escasa conexión con otras expresiones de la planicie, por lo tanto, tendrían su dinámica fisicoquímica propia. Un sector de esta unidad en la margen derecha limita con la localidad de Las Toscas, provincia de Santa Fe, donde se asienta una importante curtiembre, y es atravesada por un arroyo donde la curtiembre vuelca los efluentes tratados en lagunas construidas en el año 2000, que reemplazaron antiguas lagunas de oxidación biológica. Si bien se judicializó la sospecha de contaminación por cromo de suelos, agua subterránea/superficial y aire, un fallo judicial dictaminó que no se encontraron evidencias de que las concentraciones de este metal en el medio ambiente superaran los valores máximos establecidos por ley. La calidad del efluente a la salida de las lagunas se determinó como: DBO < 50 mg/l, sulfuros \leq 5 mg/l, Cr^{+3} < 0,5 mg/l y DQO 0 100 mg/l.

Cerca de margen derecha, también es atravesada por el A° Los Amores, que recibe aportes de numerosas canalizaciones antrópicas que drenan los Bajos Submeridionales (extensa región que ocupa el norte de Santa Fe, Este de Santiago del Estero y sureste de Chaco), conocidos por sus suelos salino-sódicos y aguas subterráneas/superficiales de elevada salinidad (CE=6500 μ S/cm fueron medidos en el A° Los Amores unos 80 km al oeste de del límite de esta unidad por Cordiviola et al. 2013).

Otro sector de esta UPH ocupa la parte central de la planicie, entre los humedales del curso principal y los recostados sobre la margen derecha. Si bien no existen datos puntuales para su caracterización, se presume que sus aguas comparten los rasgos descritos para ambientes lagunares, y gradientes de variabilidad transversal de parámetros fisicoquímicos identificados en la planicie desde el CP hacia el este.

Un sector en la margen izquierda recibe las aguas de arroyos menores de la provincia de Corrientes, y el río Santa Lucía, con nacientes en cercanías de esteros y bañados, como los Esteros de Batel-Batelito, alimentados estos por aguas pluviales pero interconectados al sistema subterráneo. En el río Santa Lucía se ha registrado una conductividad eléctrica de 468 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Campodónico et al. 2015).

3.2.7.j. Biodiversidad

Una de las características particulares sobre su biodiversidad lo constituyen isletas de bosques pluriestratificados que son sólo ocasionalmente inundados en grandes crecientes, y forman los bosques con mayor diversidad de flora y fauna de todo el sistema. Son bosques donde se conjugan elementos chaqueños con otros paranaenses, algunos de los árboles más singulares son *Chloroleucon tenuiflorum* (“tatané”), *Cordia americana* (“guayaibí”), *Cupania vernalis* (“yagua ratay”), *Ficus luschnathiana* (“higuerón”), *Gleditsia amorphoides* (“espina corona”), *Holocalyx balansae* (“alecrín”), *Phytolacca dioica* (“ombú”), *Pisonia zapallo* (“caspi zapallo”), *Pouteria gardneriana* (“aguay”), *Sapindus saponaria* (“carozito”), *Sideroxylon obtusifolium* (“guaraniná”), *Sorocea sprucei* (“ñandipá”), *Syagrus romanzoffiana* (“pindó”). Entre las especies de abalengo chaqueño se observan *Aspidosperma quebracho-blanco* (“quebracho blanco”), *Libidivia paraguariensis* (“guayacán”), *Neltuma alba* (“algarrobo blanco”), *Neltuma nigra* (“algarrobo negro”), *Sarcomphalus mistol* (“mistol”) y *Schinopsis balansae* (“quebracho colorado santafesino”). Estos bosques poseen la mayor diversidad faunística con especies tropicales que alcanzan latitudes meridionales como el surucú cola blanca (*Trogon surrucura*), la urraca morada (*Cyanocorax cyanomelas*) y el fío fío verdoso (*Myiopagis viridicata*), entre otras especies. Dominan arealmente otros hábitats como los palmares de *Copernicia alba* con pajonales de paja de techar, y bañados temporarios con comunidades acuáticas.

3.2.7.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

Debido a la accesibilidad de estos sectores a través de caminos la actividad ganadera, el fuego asociado y otras actividades humanas que incluyen cultivos son factores de disturbio importantes. Sólo las grandes inundaciones (e.g., 1982-83, 1992, 1998 y 2016) alcanzan esta unidad constituyendo un factor de disturbio con menor incidencia respecto a otras unidades.

3.2.7.l. Funciones ecosistémicas

Regulación climática, fijación de carbono, hábitats para la biodiversidad, principalmente como corredor biológico para especies tropicales de bosques. Provisión de fuentes de agua para la biodiversidad y ganadería.

3.2.7.m. Usos

Esta unidad presenta generalmente mayor actividad humana, por estar cercana a la costa chaqueña santafesina con caminos que permiten accesos. La ganadería tiene amplio desarrollo y es un área donde se suele avanzar con cultivos de soja o caña de azúcar, debido a la menor incidencia de inundaciones. Se registran viviendas de puesteros y cerca de Las Toscas, infraestructura perteneciente a una curtiembre (I.7.e). Son áreas sometidas a cacería, extracción de leña.

3.2.7.n. Amenazas

Es una unidad más accesible a todo tipo de modificaciones humanas. El avance de cultivos, la extracción de leña y madera, la cacería desmedida y la acumulación de basura son amenazas relevantes en estos sectores. Localmente, en Las Tocas se registran efluentes con contaminantes, al menos históricamente, generados por una curtiembre.

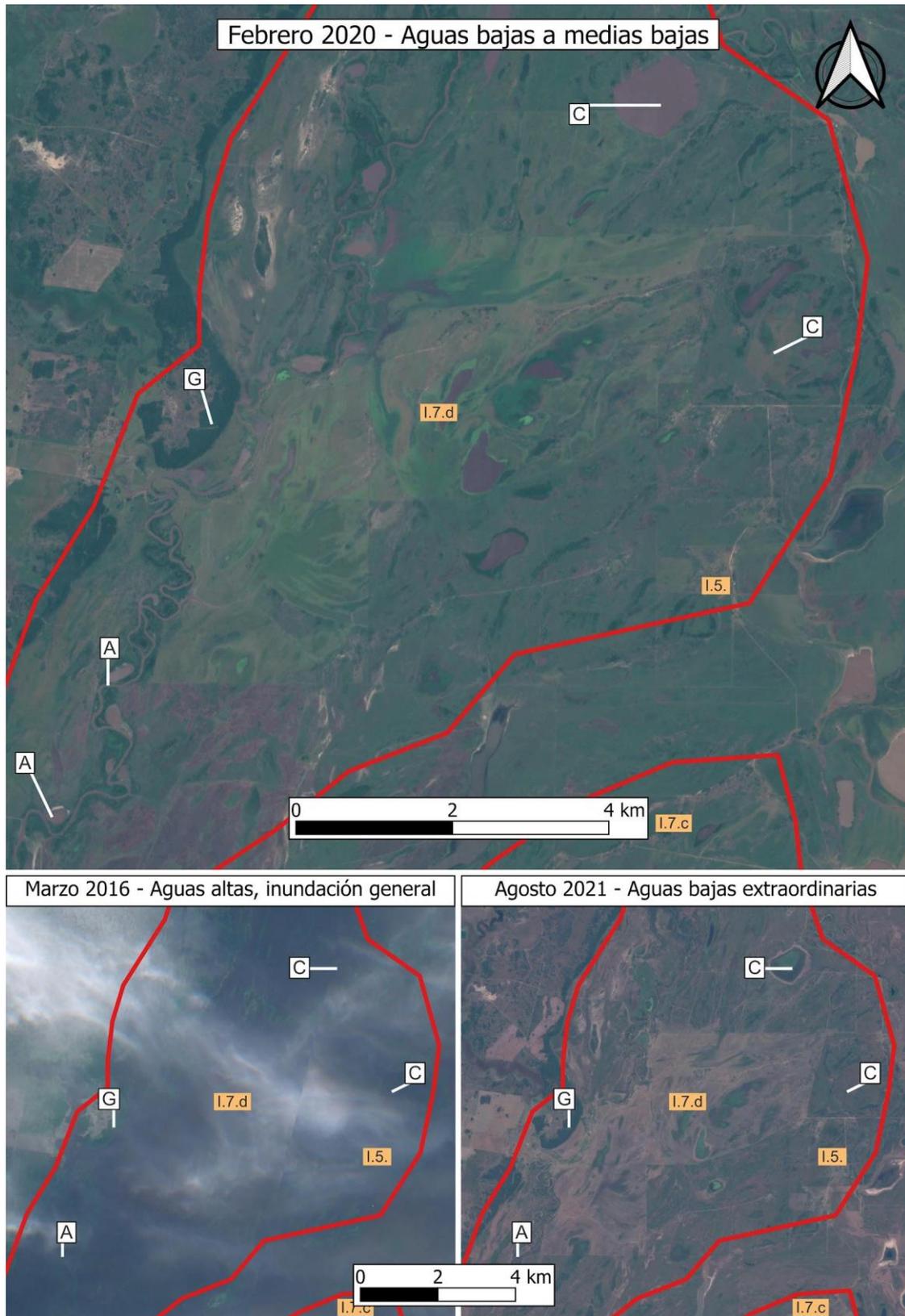
3.2.7.ñ. Conservación

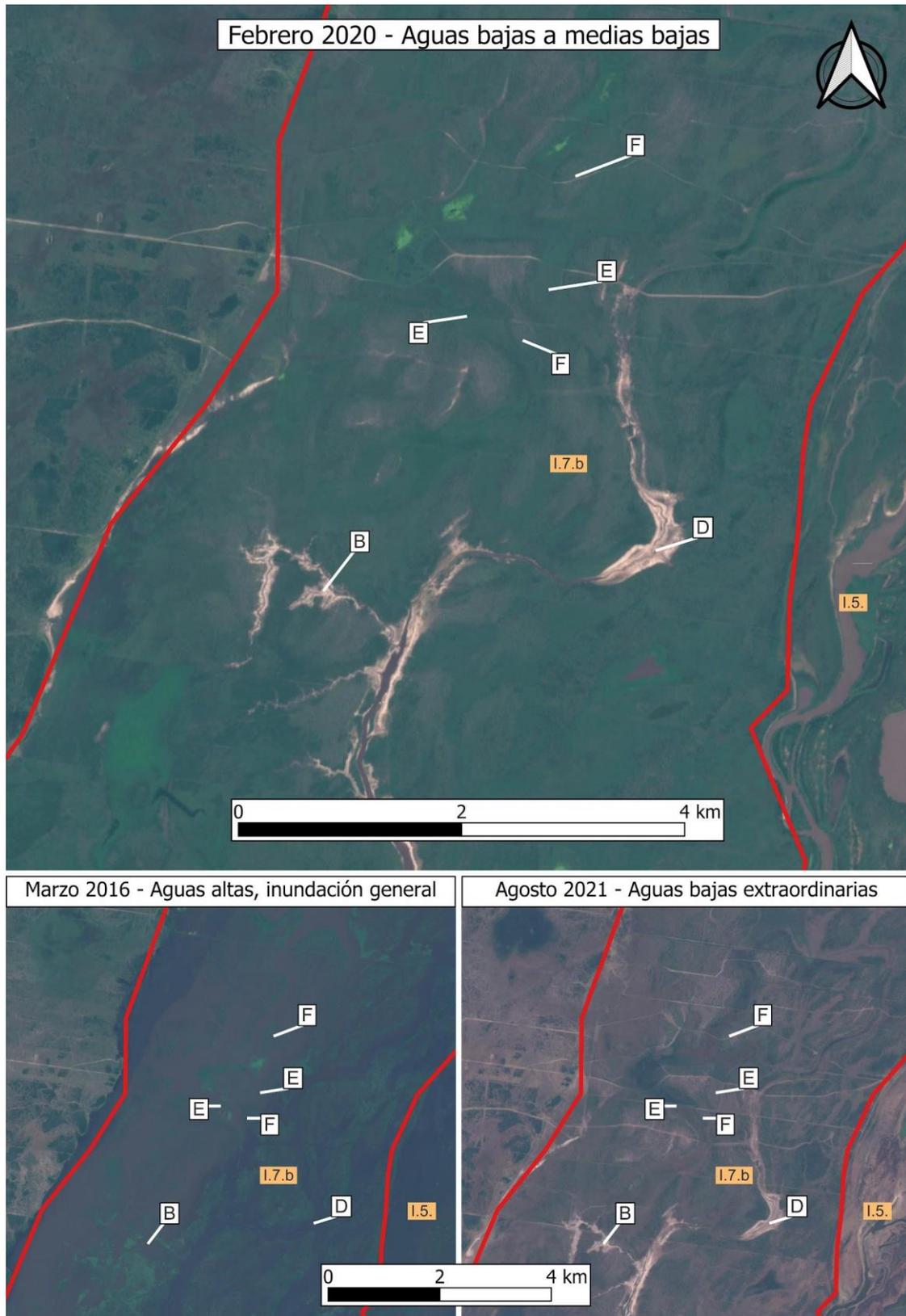
Esta unidad está incluida dentro de los Sitios Ramsar Jaaukanigás y Chaco, y si bien en gran parte de su superficie no existe protección efectiva, existe la reserva privada Guapoí, un campo en las cercanías de El Ceibalito que conserva parte de los bosques pluriestratificados antes descritos, con elevada diversidad.

3.2.7.o. Tipología de humedales

- A Cauces menores con lagunas
- B Cauces menores
- C Lagunas y bañados de forma redondeada e irregular
- D Lagunas y bañados en cauces parcialmente colmatados
- E Campos bajos y bañados con carrizales
- F Campos de sabanas y palmares
- G Albardones con bosques maduros

3.2.7.p. Vistas en planta



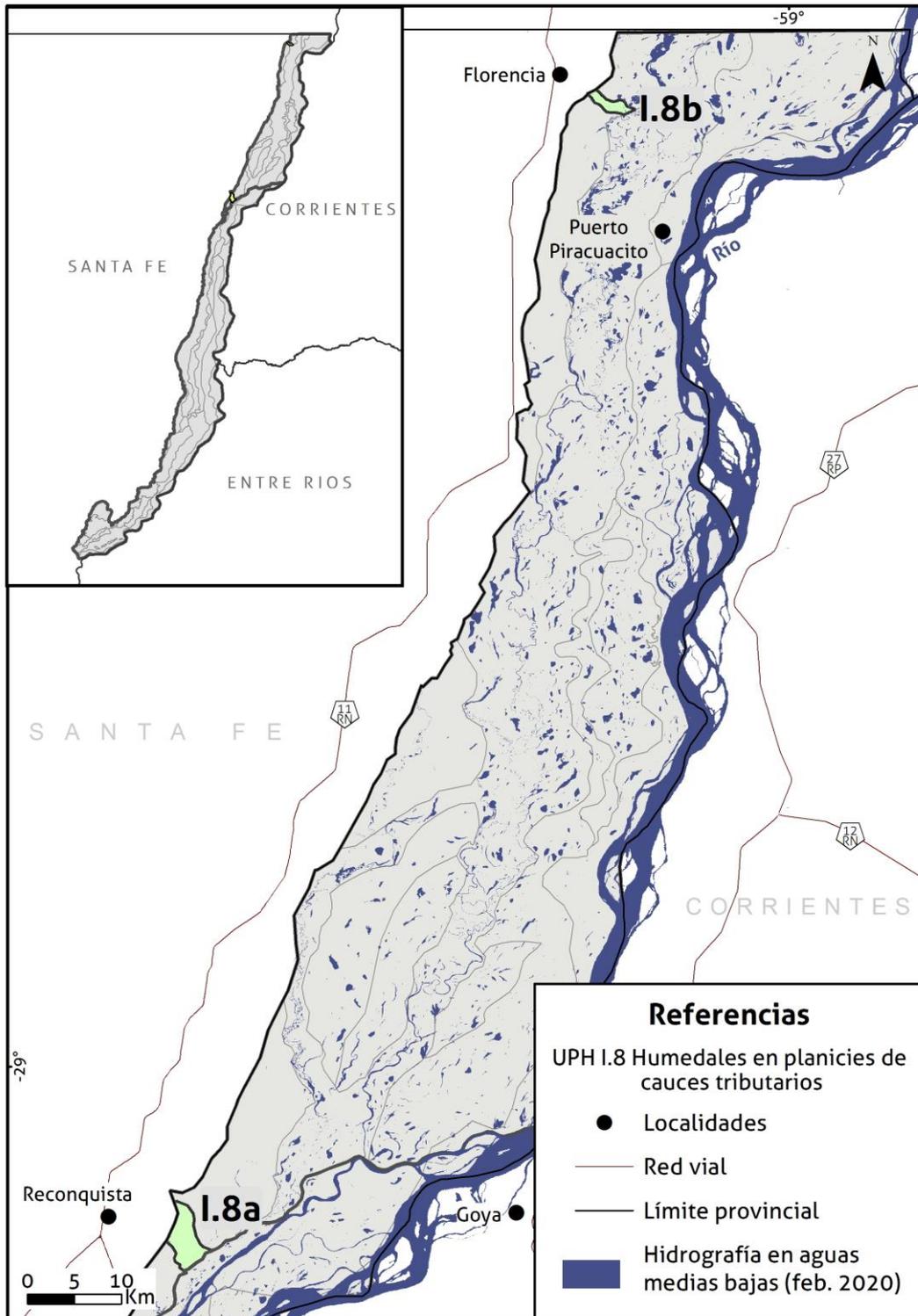


Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH1. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo.

3.2.8. UPH I.8: Humedales en Planicies de Cauces Tributarios

3.2.8.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Se trata de sectores superficialmente menores ubicados en torno a la desembocadura de afluentes. Dentro de la provincia de Santa Fe, el del extremo Sur se ubica en torno a Reconquista con casi 5 km de longitud y un ancho medio de 2,7 km; el del Norte, en torno a Florencia, tiene unos 4,7 km de largo y 1,2 km de ancho.



3.2.8.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

Ninguno de los polígonos presenta asentamientos ni caminos de acceso con excepción de los destinados al cuidado rural.

3.2.8.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.2.8.d. Fisonomía

La fisonomía dominante de esta unidad cambia de acuerdo al cauce tributario. En los humedales de la planicie del Arroyo del Rey dominan los palmares que, entremezclados con los pajonales de “paja brava” y las sabanas, ocupan extensas áreas deprimidas. En los humedales de la planicie del Arroyo El Toba dominan los pajonales de “paja brava” y, en las áreas de influencia del tributario, aparecen sabanas y, bosques pluriespecíficos bajos y ralos. Entre ambos sectores, en la planicie de humedales formada por el Arroyo Malabrigo, esta misma unidad presenta una combinación de todas las fisonomías mencionadas; sectores ocupados por palmares puros, bosques pluriespecíficos altos enriquecidos con palmeras y áreas de pajonales y sabanas. Los bañados en cauces colmatados presentan carrizales y cataizales.

3.2.8.e. Elevación, topografía

Los polígonos se encuentran a niveles diferentes, dados por la distancia entre sí hacia el interior de la planicie. De este modo, el polígono **a**, ubicado en los sectores más bajos, posee cotas en torno a los 34-35 m, con pendiente NO-SE de 15 cm/km, ubicándose en sectores medios respecto a las demás UPH.

El polígono **b** se halla a cotas homogéneas en torno a los 44 m. En términos relativos se ubica en el nivel topográficamente superior frente a las demás UPH de la sección.

Con relación a desniveles internos, los máximos son de unos 2 m entre las crestas de albardones y los perímetros de bañados, sin considerar desde aquellos hasta el fondo de los cauces menores, donde la amplitud del relieve local es mayor.

3.2.8.f. Geomorfología

De acuerdo a la revisión del mapa de unidades geomorfológicas y descripciones hechas por Ramonell (2021), cinco geoformas fluviales componen esta UPH, tal como se detalla más abajo en o (Tipología de humedales). Las más abundantes en extensión superficial son los campos planos que se corresponden con las planicies de inundación de los tributarios, también modelados por igual dinámica del río Paraná durante sus crecidas con desborde. Los cauces de los tributarios son bien distinguibles de los secundarios del Paraná en cada polígono, ya que continúan con dimensiones y patrones de cauce análogos a los que poseen por fuera de los límites del SPH, antes de confundirse entre las morfologías propias de este.

3.2.8.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de arcillas y limos arcillosos. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes y Aquentes.

3.2.8.h. Dinámica hídrica

La dinámica hídrica de los polígonos santafesinos de esta UPH está regulada en forma directa por los aportes de los arroyos, de N a S, Tapenagá y del Rey (externos al SPH) y de manera indirecta por las inundaciones del río Paraná.

El régimen de pulsos de aquellos arroyos presenta una fase anual de crecida en los meses de abril y mayo y una de estiaje o fase de aguas bajas anual que comprende los meses de agosto a octubre.

Por su parte, el río Paraná presenta su fase anual de crecida (con inundación de la UPH en crecientes importantes, de ocurrencia temporal aleatoria en términos estadísticos) con máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso mayo - julio en algunos años; el estiaje anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre (Paoli y Schreider 2020, 2021), en correspondencia con la fase de aguas bajas de los tributarios.

3.2.8.i. Calidad de aguas

Estos humedales reciben las aguas de varios tributarios localizados en la margen derecha de la planicie, como el A° El Rey que fluye entre las localidades de Avellaneda y Reconquista, y el río Tapenagá que descarga al sur de la localidad de Florencia en el límite norte de Santa Fe.

Además del escurrimiento superficial de su cuenca propia, desarrollada en el NE de Santa Fe en suelos salinos y sobre acuíferos también de salinidad elevada, el A° El Rey recibe diversos efluentes de origen antrópico. La ciudad de Reconquista, con una población servida de 36.000 habitantes (datos de 2001), vuelca al arroyo el efluente cloacal crudo. En su parque industrial destacan industrias gráficas, de rectificaciones, metalúrgicas varias, aceiteras, lácteas, algodонера, fábrica de caja de cartón corrugado, fábrica de pinturas, entre otras. El parque industrial cuenta con lagunas de estabilización donde se tratan algunos de los efluentes generados (EVARSA 2009). Otras industrias fuera del parque vuelcan sus efluentes al arroyo. En Avellaneda en cambio, los efluentes cloacales son tratados en una serie de lagunas de estabilización que se encuentran en el predio del Parque Industrial, antes de su volcado al arroyo. En el mismo predio se disponen a cielo abierto los residuos sólidos producidos por la ciudad, el lixiviado percola hacia el nivel freático y en consecuencia luego escurren hacia el curso de agua. La localidad también posee un parque industrial, en parte en zona inundable. Se encuentran radicados un frigorífico de pollos, metalúrgica, fábrica de puertas de madera, impresiones gráficas, fábrica de artefactos de iluminación, entre otros. Del resultado de tres relevamientos en 2007 a la altura del puente sobre la Ruta Nacional 11 (y otros sitios), EVARSA (2009) concluyó que el agua estaba contaminada para uso de agua potable, pesca, recreación, entre otros. En dicho punto registró valores promedio de OD= 5,72 mg/l (cercano al límite de 5 mg/l deseable para la vida acuática), pH=7,12, CE= 264 μ S/cm, Ca⁺= 6,7 mg/l, Cl⁻= 44,8 mg/l, SO₄⁻ = 109,4 mg/l, NO₃⁻ = 1,9 mg/l. Campodónico et al. (2015) relevaron concentraciones similares.

El río Tapenagá drena una amplia cuenca que nace en la provincia de Chaco, y desemboca al sur de la localidad de Florencia en el norte de la provincia de Santa Fe. Se encuentra en parte canalizado para recoger excedentes hídricos de zonas con cultivos extensivos sobre suelos predominantemente salinos. Los pocos datos registrados en el Sistema Nacional de Información Hídrica indican un rango de caudales entre 1,05 y 37,5 m³/s, con una CE entre 1320,5 y 125,52 μ S/cm, respectivamente, poniendo de manifiesto la elevada y variable salinidad respecto a valores relevados en cauces menores de la planicie y el propio curso principal. Para aguas bajas también se reportó una CE de 386 μ S/cm (Campodónico et al., 2015). Según dichos autores, la concentración de los iones mayoritarios Ca⁺, Na⁺, Cl⁻, SO₄⁻ y NO₃⁻ resultó 15,1 mg/l, 51,9 mg/l, 41 mg/l, 41 mg/l y 39,2 mg/l, respectivamente, comparada

con 5,5 mg/l, 6,6 mg/l, 8,8 mg/l, 3 mg/l y 1,7 mg/l, para el curso principal a la misma latitud, respectivamente.

3.2.8.j. Biodiversidad

Esta unidad es pequeña en superficie y comprende la desembocadura de tributarios, que provienen de la planicie chaqueña, con cursos con gran cantidad de meandros, generalmente estos arroyos presentan mayormente bosques en galería y palmares de *Copernicia alba*. Sus bosques como se describió en la unidad anterior presentan una mezcla de especies chaqueñas y paranaenses como el guayaibí, el higuerón, la espina corona, el ombú, el caspi zapallo, entre otras. La diversidad faunística es similar a la descrita en el punto anterior, y se destaca que en el arroyo Tapenagá, cerca de Florencia, se observan frecuentemente grupos de tucanes (*Ramphastos toco*) y guaycurúes (*Herpetotheres cachinans*).

3.2.8.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

Los arroyos pueden tener variaciones de caudal dependientes de lluvias en su cabecera de cuenca, desacopladas de las crecientes del río Paraná. No obstante, las grandes inundaciones y bajantes de éste constituyen un factor de disturbio significativo, posiblemente a igual nivel que la ganadería y el fuego asociado, otro disturbio importante de la UPH.

3.2.8.l. Funciones ecosistémicas

Regulación climática, fijación de carbono, hábitats para la biodiversidad, principalmente como corredor biológico para especies tropicales de bosques. Provisión de fuentes de agua para la biodiversidad y ganadería.

3.2.8.m. Usos

En esta unidad se desarrolla principalmente ganadería y pesca, y algunos de los arroyos poseen importancia paleontológica (Los Amores, por ejemplo) donde se observan yacimientos fósiles importantes de megafauna mamalífera extinta.

3.2.8.n. Amenazas

Son unidades más accesibles a todo tipo de modificaciones humanas, y en algunos casos en los arroyos afluentes por su caudal pueden ser afectados por la contaminación con agroquímicos o efluentes de ciudades cercanas, así como basura.

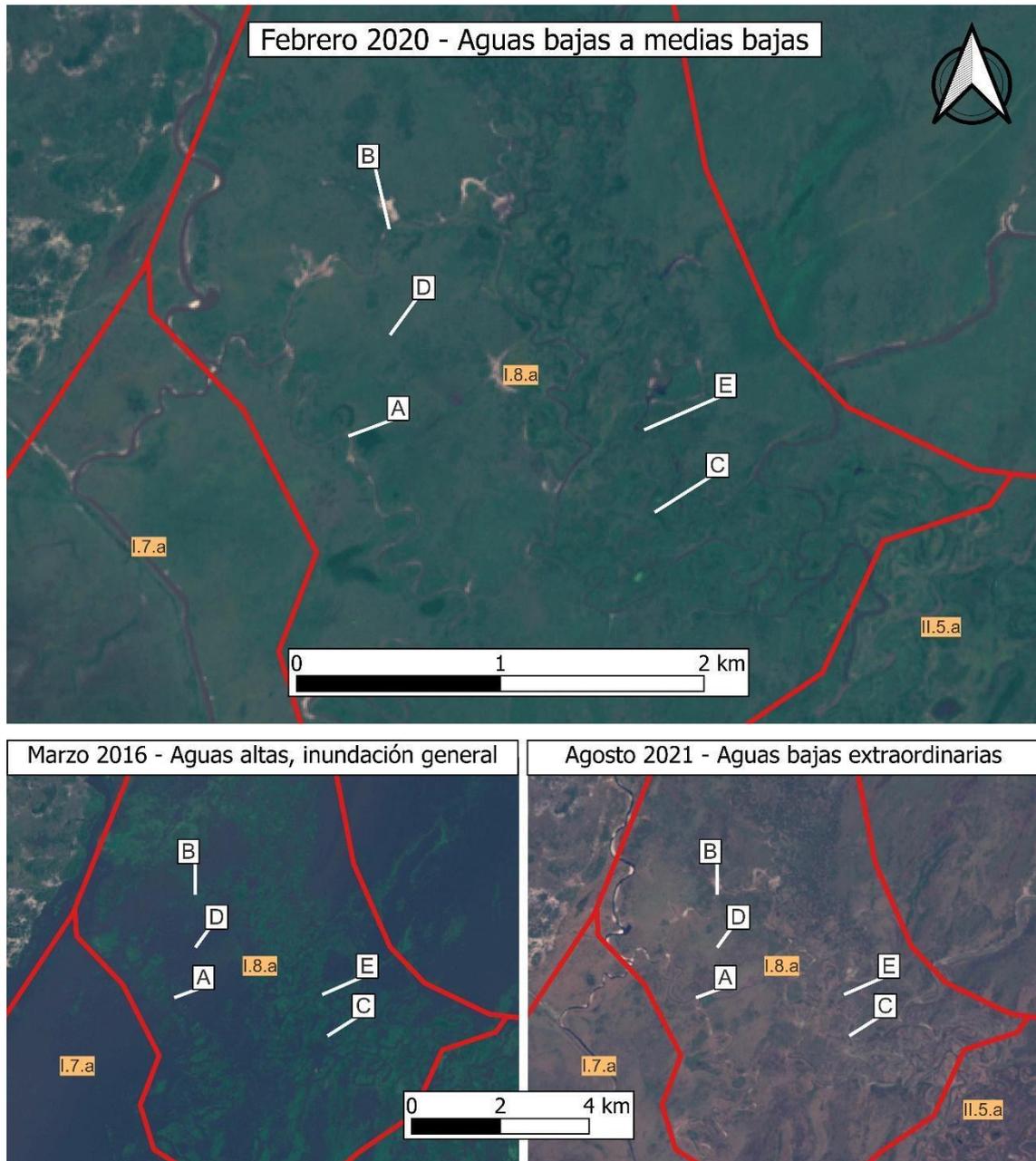
3.2.8.ñ. Conservación

Esta unidad está también incluida dentro de los Sitios Ramsar Jaaukanigás y Chaco, y recientemente en el arroyo Tapenagá en cercanías de Florencia se creó la Reserva Natural Municipal Jardín Florido con 23 hectáreas protegiendo una pequeña porción de este ecosistema.

3.2.8.o. Tipología de humedales

- A Cauce tributario menor
- B Otros cauces menores
- C Bañados en cauces colmatados
- D Campos con pajonales
- E Albardones con bosques maduros y sabanas

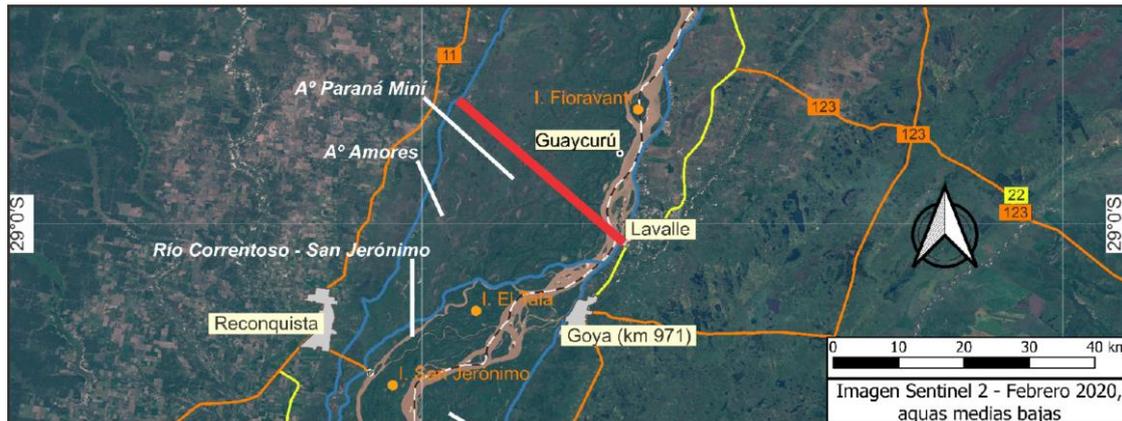
3.2.8.p. Vistas en planta



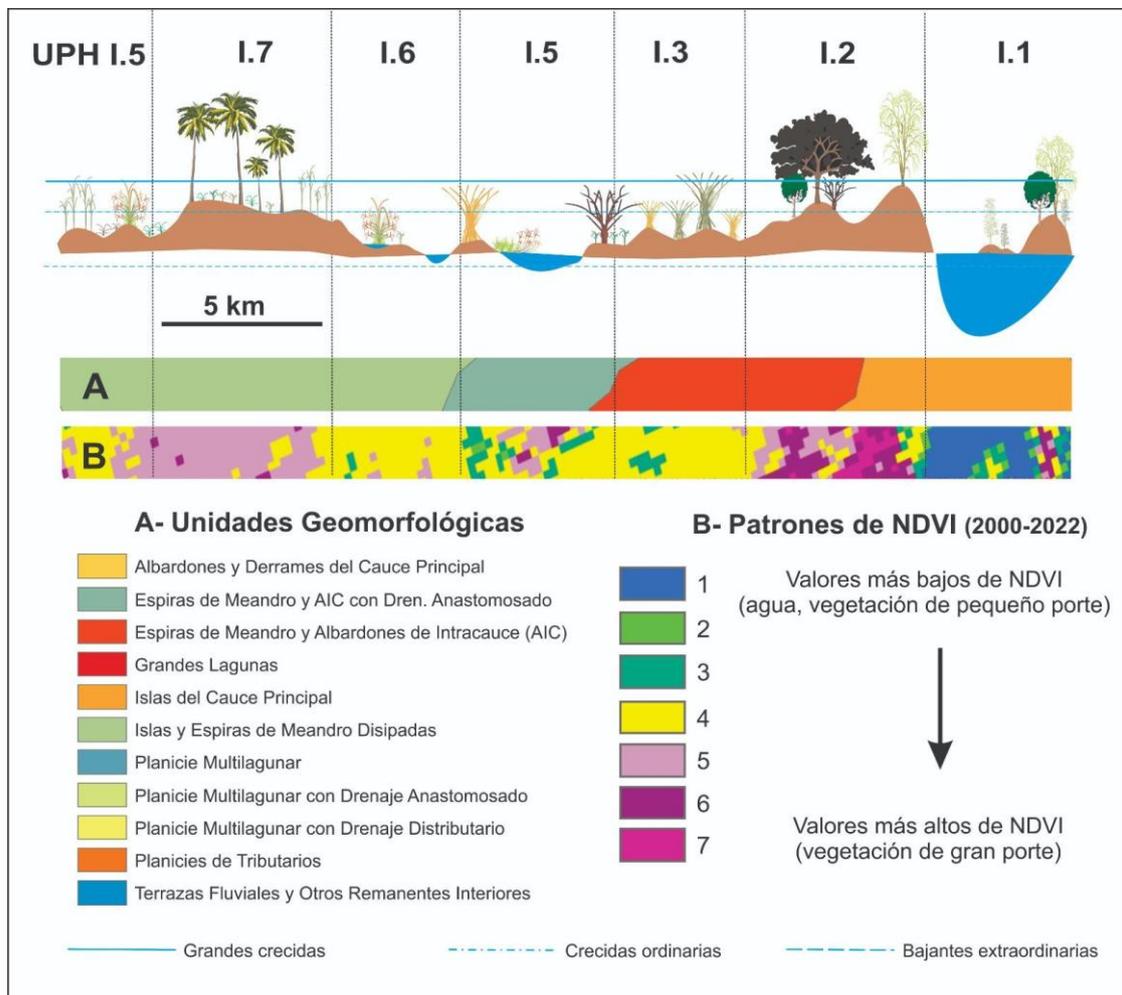
Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH1. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo.

3.2.9. Perfil ecohidrogeomórfico del SPH Humedales del río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista a los 28° 55' S (Las Garzas - Lavalle)

Como síntesis gráfica de las principales propiedades del relieve/topografía general, geomorfología, fisonomías de vegetación (ilustrativas) dominantes, y patrones funcionales vinculados al comportamiento estacional/interanual fenológico e hidrológico de los humedales del SPH, la figura de abajo muestra esos rasgos en términos comparativos *per se*. Los mismos están más o menos diferenciados en varias de las UPH descritas precedentemente, según su disposición lateral a lo largo de una transecta casi perpendicular al eje de la planicie aluvial.



Ubicación del perfil ecohidrogeomórfico (línea roja).

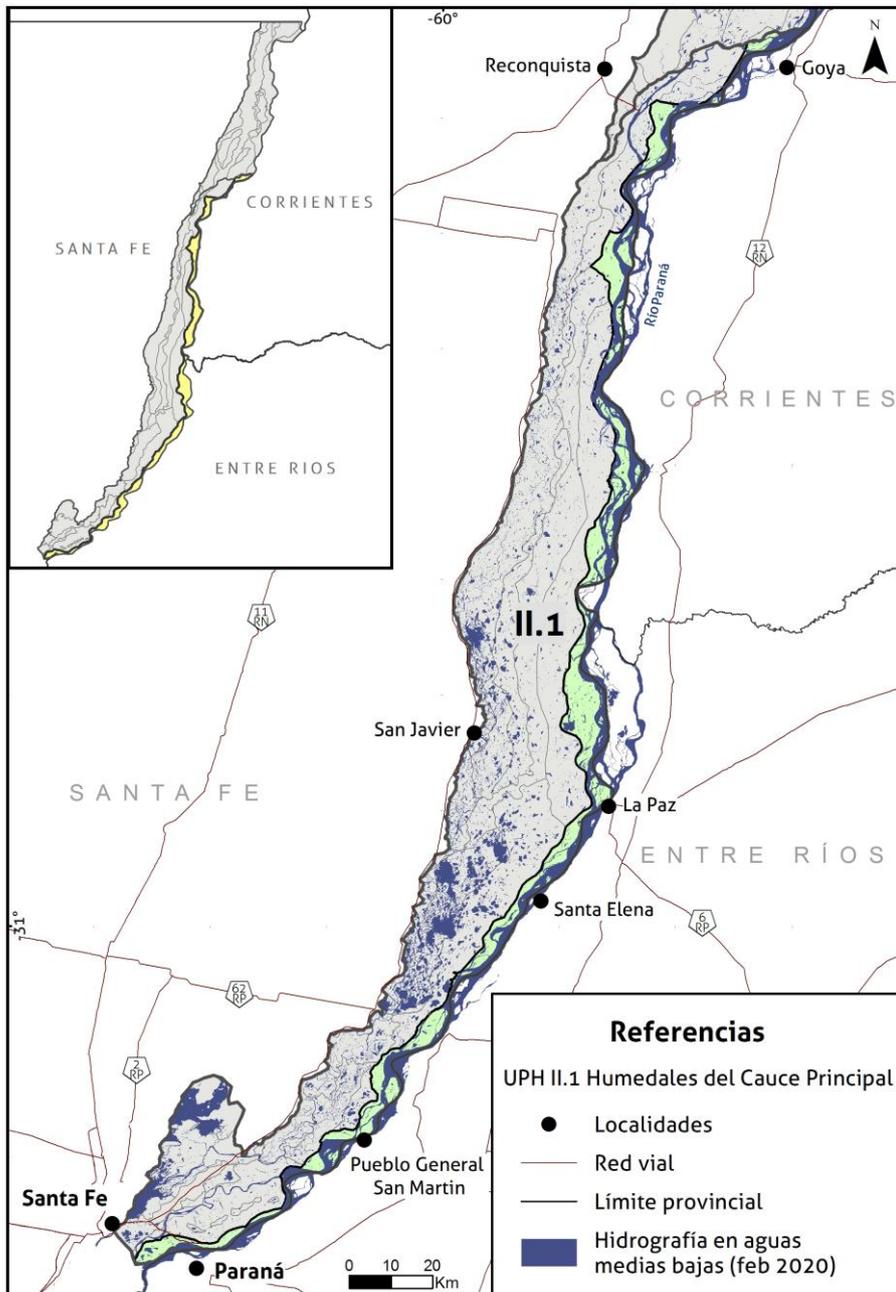


3.3. Sistema de Paisaje de Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria

3.3.1. UPH II.1: Humedales del Cauze Principal

3.3.1.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Se desarrolla en sentido longitudinal principalmente, en una faja que desde los 31° 44' S en torno al eje Santa Fe-Paraná comprende una longitud de aproximadamente 357 km hasta los 29° 04' S de latitud en el eje Reconquista-Goya. El ancho mínimo de dicha faja es de 1 km y se ubica entre la ciudad de Paraná y el km 640 de la ruta de navegación, mientras que el ancho máximo de 12,7 km puede medirse aguas arriba de La Paz. Su emplazamiento se reparte entre las provincias de Santa Fe al Oeste y Entre Ríos y Corrientes al Este.



3.3.1.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

De Norte a Sur, el primer asentamiento se ubica en la margen derecha del cauce principal a los 29°16' S de latitud y 59°31' O de longitud, sin caminos de acceso. No se identifican otras ocupaciones, salvo puestos pesqueros aislados, hasta la Ruta Nacional 168 en el eje Santa Fe-Paraná como único camino de acceso de relevancia.

3.3.1.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.3.1.d. Fisonomía

Al igual que en la unidad I, la dominante fisonómica de esta unidad es la combinación heterogénea de diferentes tipos de ambientes. En los bancos de arena del cauce principal se hallan densos bosques pioneros, alternándose sausales y alisales. Cuando durante las inundaciones los cauces desbordan bruscamente/repentinamente sobre los albardones depositando sedimentos gruesos que viajan en suspensión, se produce un disturbio sobre los bosques de los albardones mencionados, de cuya reorganización en estructura y composición de especies surgen comunidades secundarias sobre derrames. En estos casos los sangrosales y los chilcales de *Baccharis salicifolia* suelen ser muy frecuentes. Arraigadas a las márgenes de los cauces secundarios cercanos al Paraná son frecuentes extensas comunidades flotantes dominadas por *Louisella elephantipes* y *Polygonum ferrugineum*. En períodos de crecidas partes de estas comunidades pueden desprenderse y junto a los camalotales y otras comunidades acuático-palustres propias de lagunas y otros ambientes leníticos, formar embalsados y derivar por los cauces aguas abajo. En sitios planos (viejos bancos de arena retrabajados, cursos de agua colmatados, etc.) ocurren praderas de gramilla, en tanto que en los sitios algo más bajos e inundables son frecuentes los pajonales de “paja brava” y los arbustales dominados por “rama negra”, “rosa del río” o “duraznillo del agua”. Sobre albardones de diferentes alturas, edades y actividad morfodinámica se ubican los bosques maduros. Entre ellos pueden aparecer bosques dominados por una (sauce, timbó blanco, ingá) o varias especies (además de las anteriores, timbó colorado, seibo, canelón, laurel, sangre de drago, etc.) con similares niveles de representatividad.

3.3.1.e. Elevación, topografía

Las cotas mínimas rondan los 14 m IGN en el extremo Sur y las cotas máximas, ubicadas en torno a los 37 m en el extremo Norte, lo que determina una pendiente media del 6 cm/km. Algunas cotas representativas de la unidad rondan los 35 m en el eje Goya-Reconquista con desniveles entre bajos lagunares y crestas de albardones del orden de los 2 m. Allí la UPH comparte niveles relativos con la UPH I.7. siendo las más elevadas relativamente. En el eje La Paz-San Javier la unidad presenta cotas representativas en torno a los 24 m, mientras que su ubicación en la escala relativa es el nivel superior respecto a las demás UPH. En la sección Santa Fe-Paraná, las cotas representativas se ubican en torno a 15 m IGN, con desniveles del orden de 3 m entre crestas de albardones y bajíos. A su vez, en términos relativos la UPH se ubica un orden por debajo de la UPH II.9, siendo esta última la más elevada respecto a las demás.

En toda la unidad, los desniveles internos máximos se dan entre los albardones y el fondo de los cauces menores, donde la amplitud del relieve local es de varios metros.

3.3.1.f. Geomorfología

De acuerdo a Pereira (2016) y Ramonell (2021), todas las geoformas fluviales plausibles de encontrar en ríos de llanura aparecen en esta UPH, tal como se detalla más abajo en o (Tipología de humedales). Las menos abundantes en extensión superficial son los bancos totalmente libres de vegetación y los derrames areno-limosos. Los campos de praderas se

corresponden con la superficie de antiguos bancos de cauce, tanto simples como resultante de la amalgama de varios de ellos.

3.3.1.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de limos, limos arcillosos, arenas y arcillas. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes, Ortentes, Aquentes y Psamentes.

3.3.1.h. Dinámica hídrica

Los tres tomos de la obra editada por Paoli y Schreider (2020, 2021) contienen información hidrológica pormenorizada de los últimos ca. 120 años. La dinámica hídrica de la UPH está regulada de manera directa por el cauce principal del río Paraná y sus desbordes. El régimen de pulsos del río presenta una fase anual de crecida (con inundación más o menos generalizada de la unidad, al menos cada 2 a 3 años, en términos estadísticos) que ordinariamente tiene sus máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso Junio - Julio en algunos años. El estiaje o fase de aguas bajas anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre.

3.3.1.i. Calidad de aguas

En comparación con sectores de la planicie, las mediciones de indicadores de calidad de aguas en el CP son las más abundantes, y aunque siguen siendo fragmentadas y esporádicas brindan valiosos datos para una caracterización general de esta UPH.

Para una misma condición hidrológica (aguas altas/bajas), la magnitud de las variables temperatura, CE, OD, pH y SD son similares en sitios a lo largo del CP (por ejemplo, en Goya y Esquina según Devercelli et al. (2014), o Paraná según Emiliani (2004); Campodónico et al. (2015), pero en el mismo sitio varían con el caudal y la estación del año. La CE es del orden de 100-110 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y el pH neutro a ligeramente alcalino

Los escasos datos de la estación La Paz del SNIH indican igual patrón, salinidades típicas del curso principal (CE entre 95 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 189 $\mu\text{S}/\text{cm}$) para un rango de caudales entre 7.510 m^3/s y 19.600 m^3/s , comportamiento esperable del OD en invierno/verano y pH estable entre 7 y 8. Otras mediciones puntuales indican que el pH a la altura de Santa Elena y Puerto Curtiembre es menor que a la altura de Esquina y Romang tanto para aguas altas como bajas (Maine et al. 2004). Las condiciones de aguas altas/bajas pueden ser asociadas a las anomalías hidroclimáticas de El Niño y La Niña, como fueron los años 1998 y 1999-2000, respectivamente, situaciones que impactan en la calidad de agua del sistema, tanto en ambientes leníticos como lóticos, no solo los registrados en esta UPH (Emiliani 2004), sino en todos los humedales de la planicie.

En algunas lagunas y cursos menores de esta UPH permanentemente conectados al CP se registran CE entre 90 y 130 $\mu\text{S}/\text{cm}$, aunque dependiendo del tipo de humedal se observan profundidades al Disco Secchi mayores en ambientes leníticos (0,54-0,84 m) que en ambientes lóticos (0,20 m) (Zilli et al. 2008).

3.3.1.j. Biodiversidad

El cauce principal al sur de Reconquista hasta Santa Fe, presenta características de biodiversidad en términos generales similares a la descrita en el punto 3.2.1.j. Algunas diferencias constituyen la disminución de peces de gran porte como surubíes pintados y atigrados (*Pseudoplatystoma*), y el aumento de cardúmenes de sábalos (*Prochilodus*), que constituyen la principal pesca en estos sectores. Los bancos de arena son también más

frecuentes, también utilizado por el atí (*Phaetusa simplex*), el gaviotín chico (*Sterna superciliaris*) y el rayador (*Rynchops nigra*), además de la presencia primavero-estival de chorlos y playeros (*Calidris*, *Tringa*, *Limosa*) migradores del hemisferio norte. Los bosques en galería o ribereños altos, pierden especies de árboles frecuentes en el norte, y se componen mayormente de Ingá (*Inga uraguensis*), Sangre de Dargo (*Croton urucurana*) y timbó blanco (*Albizia inundata*). A pocos kilómetros al sur de Reconquista desaparecen los monos carayá, y muchas aves, en consonancia con la pérdida de diversidad de los bosques.

3.3.1.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

Las crecientes y estiajes constituyen el principal factor de disturbio. Las inundaciones extremas tienen un efecto importante en las comunidades biológicas, y aunque en cierta forma son destructivas de vegetación y fauna, que se ve sometida a un estrés de cuantía, el aporte de nutrientes, alevinos de peces e incluso semillas y vegetación en embalsados constituyen un elemento fundamental en la dinámica del sistema.

Otro factor de disturbio son los ritmos de modelado de las márgenes fluviales del cauce principal y las de sus islas centrales, con tasas de erosión que llegan a superar, en sitios puntuales, los 100 m/año como promedios interanuales, y más del doble que esa tasa en los recrecimientos de margen por sedimentación. Pereira (2016) estableció que, del total de islas centrales del CP que existen en la UPH de más de 0,5 km² de superficie, sólo el 18 % tiene una antigüedad mayor a ca. 1850, siendo las restantes más jóvenes.

Algunos CS cortos entre islas del CP llegan a tener una evolución de aparición y desaparición por su relleno sedimentario completo al cabo de décadas. En consonancia con ello, otro aspecto destacable son los espesores de limos y arcillas, principalmente, que se depositan en las islas centrales y márgenes del CP durante los desbordes que coinciden temporalmente con los máximos aportes del río Bermejo, donde las tasas promedio de sedimentación han sido medidas en varios cm/año por Pereira (2016) y Marchetti et al. (2019).

3.3.1.l. Funciones ecosistémicas

Captura de sedimentos, provisión de nutrientes y hábitats para la biodiversidad, especialmente de peces, corredor biológico para especies tropicales. Amortiguación de excedentes hídricos y oleaje, provisión de fuentes de agua para la biodiversidad y ganadería.

3.3.1.m. Usos

La navegación de barcas de carga sigue siendo una de las actividades principales en el cauce principal. En zonas cercanas a ciudades existen parques de lanchas y otras embarcaciones para recreación y pesca, que se desarrolla en todas sus modalidades y constituye una de las principales actividades desarrolladas en éste y sus cauces secundarios; también se realizan dragados para la extracción y comercialización de arenas. En sectores de la costa se utiliza con fines recreativos (playas, campings), y tomas de agua para abastecimiento como así también volcado de efluentes. En sus islas se realiza ganadería.

3.3.1.n. Amenazas

La navegación de barcos y barcas genera impactos que van desde un aumento del oleaje, hasta efluentes contaminantes que descargan las embarcaciones que incluyen basura, contaminantes orgánicos, combustibles y aceites que liberan sus motores o el lavado de tanques. Incluso algunos de estos contaminantes como aceites, petróleo, plásticos pueden biomagnificarse en las cadenas tróficas. Debido al uso intenso de la vía de navegación, pueden producirse accidentes (y derrames). Los proyectos de represas o viaductos, pueden representar un riesgo importante para los humedales del cauce principal como se discutió en

el punto 1.2.8.c de este aporte. En este sector se planea un viaducto terraplenado para unir Santa Fe y Paraná, de traza discutida. La sobrepesca (punto 1.2.8.a) y la sobrecarga ganadera (1.2.8.b) constituyen potenciales amenazas de no existir una regulación adecuada la productividad del sistema y sus ciclos de crecientes y bajantes. Las zonas de recreación constituyen fuentes de contaminación, principalmente plásticos. La descarga de efluentes domésticos genera contaminación puntual.

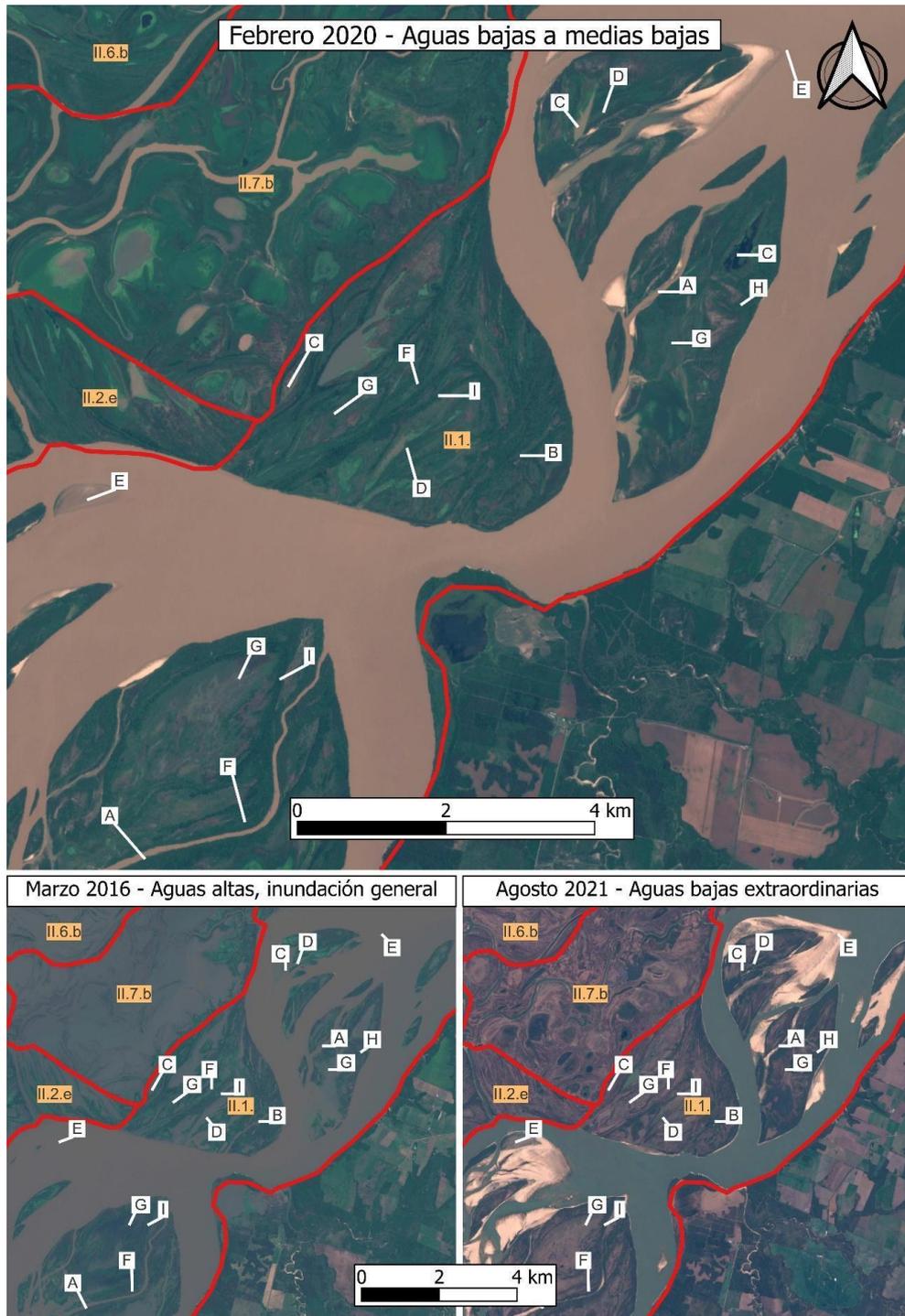
3.3.1.ñ. Conservación

No existen áreas protegidas instrumentadas en este largo sector del Paraná Medio, aunque en la Ley de áreas protegidas de Entre Ríos figura una Reserva de Usos Múltiples denominada Paraná Medio, que va desde La Paz hasta Diamante, pero no está delimitada ni implementada (SIFAP 2023, Berduc com. pers.).

3.3.1.o. Tipología de humedales

- A Cauces menores
- B Lagunas y bañados en cauces abandonados
- C Lagunas y bañados de forma redondeada e irregular
- D Lagunas y bañados entre bancos y espiras
- E Bancos con bosques pioneros
- F Albardones bajos y bañados con carrizales y pajonales
- G Campos de praderas y pajonales o arbustales
- H Derrames areno-limosos con bosques secundarios
- I Albardones con bosques maduros

3.3.1.p. Vistas en planta

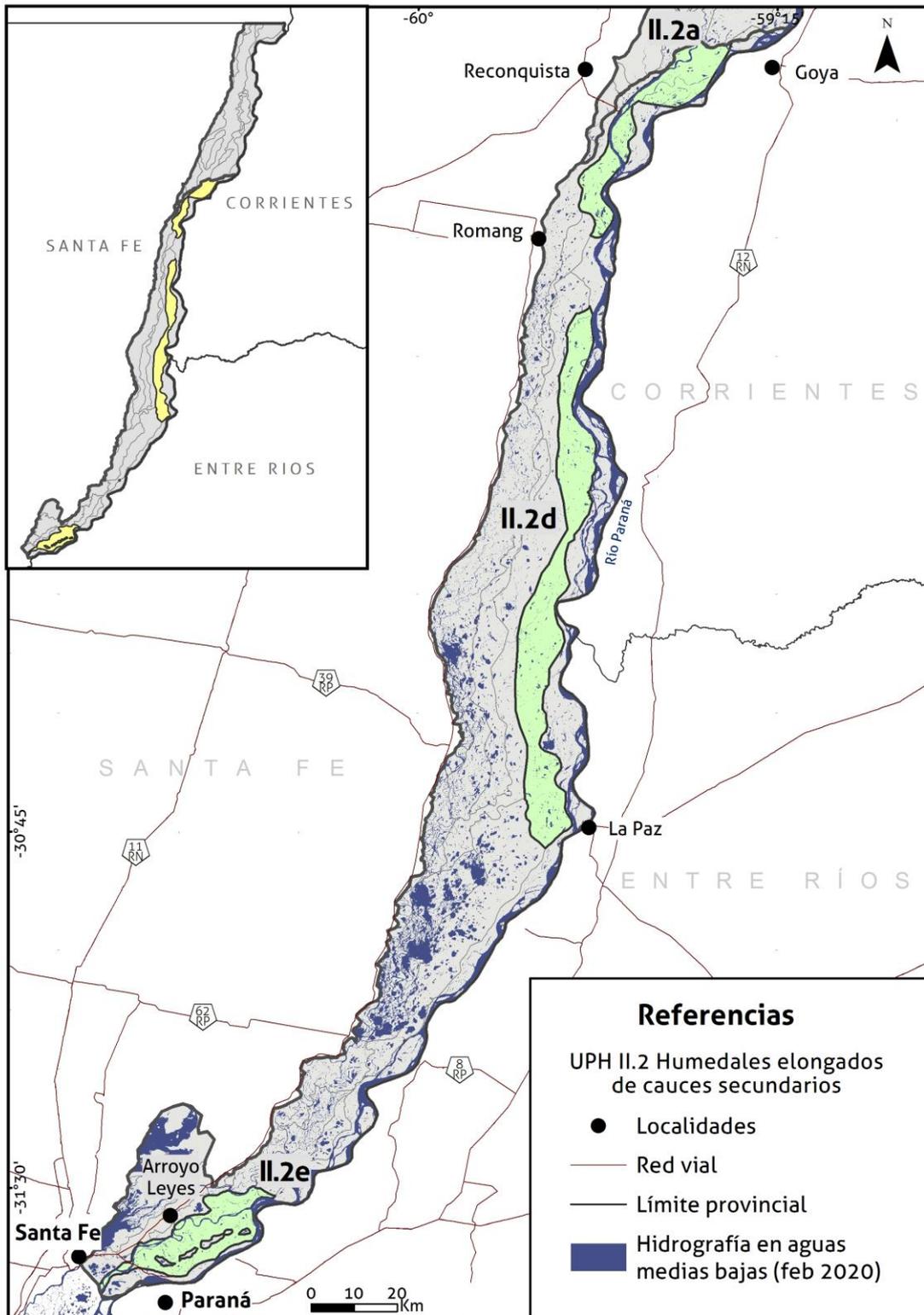


Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH2. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo.

3.3.2. UPH II.2: Humedales Elongados de Cauces Secundarios

3.3.2.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

El sector Norte de esta UPH se compone de tres polígonos que se desarrollan a los lados de la UPH II.2. principalmente, entre el eje Reconquista Goya al Norte y el paralelo 29°30' S en torno a la localidad de Romang. La longitud máxima se puede medir en el polígono situado al Oeste de la UPH II.2., con unos 56,7 km, mientras que los polígonos del Este poseen longitudes de 18,5 km en el Norte y 15 km el polígono más al Sur. El ancho máximo se registra en el polígono Oeste con 9 km entre el río Correntoso-San Jerónimo y el cauce principal del río Paraná.



La faja central se ubica entre el paralelo 29°36' S y la localidad de La Paz por unos 127,7 km, dentro de los límites santafesinos y linderos al Oeste de la UPH II.2, con unos 9,5 km de ancho máximo en el paralelo 30°21' S y un ancho mínimo de 1,8 km en torno a los 30°06' S de latitud.

El polígono de más al Sur de esta unidad se desarrolla con una longitud de 40 km en sentido NE-SO con el A° Leyes como límite Norte y el canal de acceso al puerto de Santa Fe como límite Sur. El ancho máximo se ubica en la sección transversal inmediatamente aguas abajo de la isla Chapetón, con unos 13,7 km, mientras que el ancho mínimo se ubica en el extremo SO con unos 0,8 km de anchura.

3.3.2.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

Los polígonos santafesinos más septentrionales de esta unidad no presentan asentamientos identificables ni caminos de acceso desde otras UPH ni internos. En el polígono e los asentamientos se ubican sobre la margen derecha del río Colastiné desde unos 5 km al Norte de la Ruta Nacional N° 168 hasta el cruce de dicho cauce con esa vía de acceso donde se encuentra el distrito Colastiné Sur como población consolidada.

3.3.2.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.3.2.d. Fisonomía

La fisonomía general de esta unidad contrasta entre largas franjas de bosques maduros de anchos y disposiciones espaciales variables, y extensas superficies ocupadas por diferentes comunidades herbáceas. Sobre los escasos bancos de arena e islas jóvenes del río San Jerónimo, aparecen bancos de arena colonizados por bosques pioneros de “sauces” o “alisos”, o bosques mixtos que incorporan ambas especies mencionadas. En los albardones bajos y espiras colonizan carrizales, pajonales y arbustales. Ya en los albardones de mayor altura y diferencias en sus morfodinámicas, se hallan bosques maduros en los que se destacan, entre otros, “sangre de Drago”, “seibo”, “curupí”, “timbó blanco”, “saucé”, “granadillo”, “timbó colorado”, “timbó blanco”, “laurel de río”, “ingá”, “aguai” y en el norte de esta unidad el “ambay” y algunos parches de picanillares. En las lagunas y bañados son frecuentes pirizales, juncuales, canutillares, camalotales, carrizales y/o catazales densos, dependiendo del relieve y permanencia del agua. Finalmente, entre las lagunas se ubican extensos pajonales de “paja brava”.

3.3.2.e. Elevación, topografía

Se compone de grupos de polígonos que, en el sector Norte, presentan cotas mínimas en el extremo Sur de 33 m y cotas máximas de 37 m. Las pendientes medias son de 7 cm/km. En términos relativos, los polígonos se ubican por debajo de la UPH II.1. y a nivel con la UPH I.7.

El polígono **d**, de mayor extensión Norte-Sur presenta cotas mínimas en torno a los 21 m en el extremo Sur, alcanzando los 30 m en el extremo Norte, lo que determina una pendiente media de 7 cm/km. En el eje Alejandra-Esquina, la UPH se ubica un orden topográfico por debajo de la UPH II.1., siendo esta última la más elevada. Los desniveles internos principales se dan entre crestas de albardones y bajos de hasta 3 m.

En la parte sur, el polígono **e** presenta cotas de 15 m en forma prácticamente homogénea, con máximos representativos de 16 m y desniveles internos entre zonas bajas y elevadas en general de más de 2 m, con la mayor amplitud del relieve dada hasta el lecho de los cauces menores, de varios metros en estos casos. La pendiente media es de 3 cm/km, y respecto a las demás UPH de la sección, se ubica en tercer orden después de las UPH II.9 y II.1.

3.3.2.f. Geomorfología

De acuerdo a la revisión del mapa de unidades geomorfológicas y descripciones hechas por Ramonell (2021), siete geoformas fluviales componen esta UPH, tal como se las detalla más abajo en o (Tipología de humedales). Las más abundantes en extensión superficial la representan la sucesión lateral de albardones bajos, espiras y bañados entre tales formas. Los campos de praderas se corresponden con la superficie de antiguos bancos de cauce, tanto simples como resultante de la amalgama de varios de ellos.

3.3.2.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de limos, limos arcillosos, arenas y arcillas. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes, Ortentes, Aquentes y Psamentes.

3.3.2.h. Dinámica hídrica

Los tres tomos de la obra editada por Paoli y Schreider (2020, 2021) contienen información hidrológica pormenorizada de los últimos ca. 120 años. La dinámica hídrica de la UPH está regulada de manera directa por el cauce principal del río Paraná y sus desbordes, mediada en parte por los cauces secundarios que éste alimenta en la unidad, tanto menores como importantes (caso de los ríos San Jerónimo - Correntoso y Colastiné).

El régimen de pulsos del río presenta una fase anual de crecida (con inundación más o menos generalizada de la UPH, al menos cada 2 a 3 años, en términos estadísticos) que ordinariamente tiene sus máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso junio - julio en algunos años. El estiaje o fase de aguas bajas anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre.

3.3.2.i. Calidad de aguas

Abundan las espiras de meandros y lagunas elongadas, y en el sector sur se identifica el río Colastiné, un tributario de gran importancia que recorre aproximadamente 50 km paralelo al CP. En este último la calidad del agua es monitoreada esporádicamente en la estación 3249 de la Red Hídrica Nacional a la altura de la Ruta Nacional N° 168 (ver Sistema Nacional de Información Hídrica -SNIH). El patrón estacional de temperatura, pH, CE y OD es similar al de las estaciones de monitoreo de calidad de aguas emplazadas sobre el CP con el cual se conecta. La CE promedio registrada es 89,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el pH oscila entre 6,9 y 7,8. Para los escasos datos disponibles, la máxima temperatura del agua registrada en verano fue 29,9 °C, cuando la concentración de OD fue 6,9 mg/L (91,3 % de saturación). La máxima concentración de OD de 9,4 mg/l correspondió a agosto de 2016, y una temperatura de 19,6 °C.

En otros cursos menores como el río San Jerónimo a la altura del Puerto de Reconquista, en octubre de 2004 se registró una salinidad del doble de la del CP (CE=220 $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH=7,4 y turbiedad elevada (DS= 12 cm) (Cordiviola et al. 2006). La mayor salinidad se debería a aportes difusos de aguas subterráneas más salinas y las descargas del A° El Rey y A° Aguilar, al oeste del puerto ubicado en la UPH II.5. Se destaca que el A° El Rey drena el sector NE de la provincia de Santa Fe, donde atraviesa sectores con suelos salino-sódicos, y luego fluye entre las ciudades de Avellaneda y Reconquista, una zona de alta densidad poblacional e industrial. Esto muestra con datos más recientes el hecho de que los tributarios y cursos menores de aporte por margen derecha de la planicie poseen mayor salinidad que los de margen izquierda por el tipo de terrenos que drenan, respectivamente.

3.3.2.j. Biodiversidad

La biodiversidad de los cauces secundarios y sus islas es parecida a la descrita para el cauce principal (ver 3.3.1 j), con menor cantidad de bancos de arena y mayor cantidad de islas con bosques en galería o ribereños altos, además de sauzales y alisales (ver descripciones en 1.2.4 y 1.2.5). La biomasa y diversidad de invertebrados acuáticos del bentos y plancton aumenta desde el cauce principal hacia estos cauces secundarios. En sus sectores centrales se observan lagunas y bañados, con comunidades de carrizales, canutillares, pirizales, juncales, cataizales y camalotales. Estas lagunas y bañados son el refugio y áreas de cría de gran cantidad de peces, que en las inundaciones constituyen fuente de re-poblamiento del río Paraná. Debido a su escasa profundidad, durante estiajes prolongados o en épocas invernales, pueden secarse o alcanzar temperaturas frías del agua que generan mortandad masiva de peces, que son aprovechados por grandes cantidades de aves acuáticas (varias especies de garzas y cigüeñas principalmente).

3.3.2.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

Los ciclos hidrológicos, al igual que en gran parte de la planicie de inundación, constituyen uno de los principales disturbios. En estas áreas aumenta la carga ganadera hacia las costas, lo que en conjunto con el uso del fuego constituyen disturbios importantes.

En cuanto a fenómenos de erosión y sedimentación de cauces, los más notables ocurren en torno a los ríos San Jerónimo-Correntoso y Colastiné, con tasas medias máximas interanuales de desplazamiento de márgenes de ca. 10 m/año (Ramonell 2021).

Asociados a esos cursos el autor de referencia constató la desaparición completa por sedimentación de segmentos de cauce abandonados en la UPH entre los últimos 150 a 50 años, por el desarrollo de albardones bajos y bañados asociados en su interior.

3.3.2.l. Funciones ecosistémicas

Purificación de las aguas por captura y metabolización de sedimentos y contaminantes, provisión de nutrientes, hábitats y fuentes de alimentación y refugio para la biodiversidad, especialmente de peces y aves. Amortiguación de excedente hídricos y oleaje, provisión de fuentes de agua y vegetación para la biodiversidad y ganadería.

3.3.2.m. Usos

Los polígonos de la UPH son utilizados mayormente para ganadería. Se registran campamentos de pescadores, generalmente ocupados temporalmente. La ocupación y actividad humana en estos sectores es mayor en áreas cercanas a ciudades y poblados. La pesca en todas sus modalidades es una de las principales actividades. Es un área utilizada para esparcimiento y navegación en general a lo largo de sus cursos secundarios mayores; también se realizan dragados para la extracción y comercialización de arenas.

3.3.2.n. Amenazas

La sobrepesca (punto 1.2.8.a) y la sobrecarga ganadera (1.2.8.b), acompañada del uso del fuego, constituyen potenciales amenazas de no existir una regulación adecuada. La cacería puede ser una amenaza, principalmente en inundaciones importantes cuando los animales como carpinchos se concentran en los escasos terrenos elevados y son diezmados por centenares.

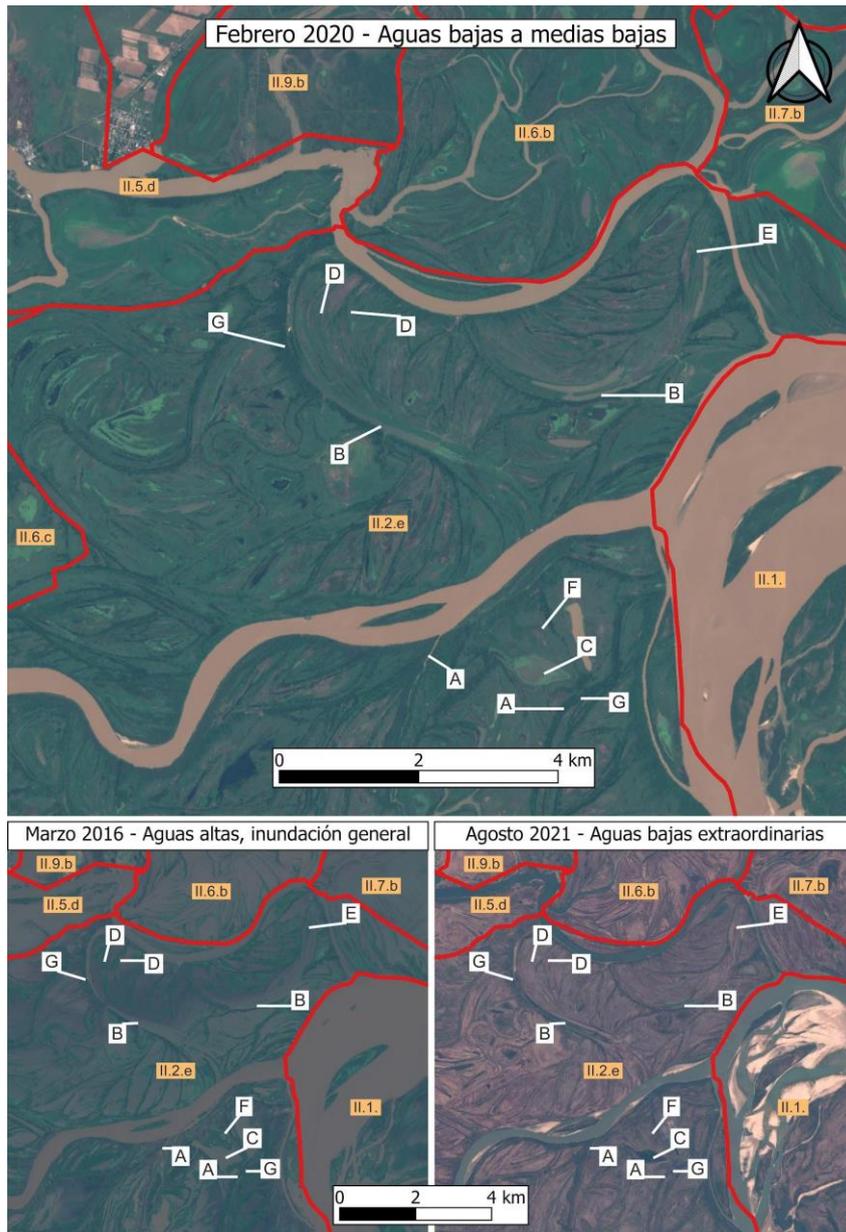
3.3.2.ñ. Conservación

El sector norte de esta unidad presenta la Reserva Natural Estricta Virá Pytá, creada en 1963 por el Decreto Nº 08230/63 con una superficie de 3.565 hectáreas, posteriormente modificada por el Decreto Nº 4269/76 con el que perdió 2.950 ha aproximadamente, alcanzando una superficie de 615 ha (Biassatti et al. 2016). Lamentablemente la falta de infraestructura de control, ha generado que varias de sus islas como la Bolita, el Mbiguazal y otras cercanas a Puerto Reconquista hayan sido invadidas por casas de fin de semana por grupos de pescadores, e incluso instalaciones de un gremio, que ilegalmente ocupan parte de esta Reserva, además de explotaciones ganaderas y de cajones para producción de miel. Otra área protegida cercana es la Reserva Natural de la Defensa Isla El Tala, con 2.000 hectáreas, que depende del Ministerio de Defensa y Parque Nacionales. Este sector norte forma parte del Sitio Ramsar Jaaukanigás.

3.3.2.o. Tipología de humedales

- A Cauces menores
- B Lagunas y bañados en cauces abandonados
- C Lagunas y bañados de forma redondeada e irregular
- D Lagunas y bañados entre bancos y espiras
- E Albardones bajos, espiras y bañados con carrizales y pajonales
- F Campos de praderas y pajonales o arbustales
- G Albardones con bosques maduros

3.3.2.p. Vistas en planta

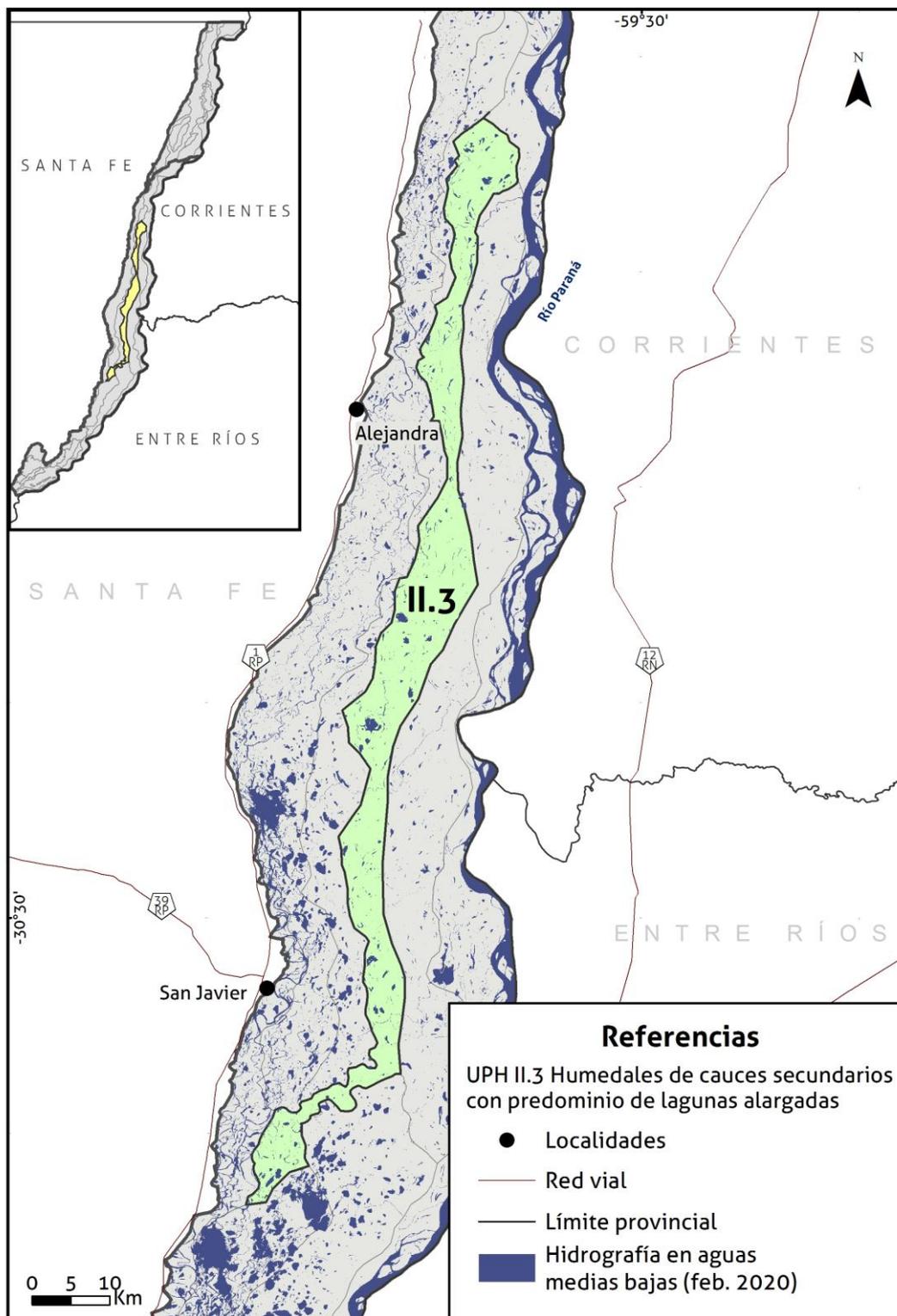


Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH2. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo.

3.3.3. UPH II.3: Humedales de Cauces Secundarios con predominio de Lagunas Alargadas

3.3.3.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Se trata de un polígono de desarrollo principalmente Norte-Sur con un sector orientado al NE-SE en el extremo Sur. Su longitud es de 145 km aproximadamente y el ancho máximo se registra con unos 7,9 km en el paralelo 30°06' S.



3.3.3.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

No presenta asentamientos ni ocupaciones identificables, y sólo unos pocos caminos internos en el sector Norte de la unidad destinados al cuidado rural o de actividades recreativas (“ranchadas”).

3.3.3.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.3.3.d. Fisonomía

En esta unidad dominan comunidades herbáceas, palustres y acuáticas, en particular, carrizales y praderas de canutillos en los sitios más deprimidos. En posiciones topográficamente intermedias ocurren pajonales de “paja brava”, que alternan con arbustales. En los albardones de los cauces activos, así como en los de las viejas trazas de cauces ya colmatados, aparecen bosques maduros, ya sean sauzales puros o bosques pluri específicos altos en algunos sectores, bajos en otros.

3.3.3.e. Elevación, topografía

Las cotas mínimas rondan los 21 m IGN en el extremo Sur y las cotas máximas, ubicadas en torno a los 30 m en el extremo Norte, lo que determina una pendiente media del 6 cm/km. Dichos valores máximos se presentan representativos hasta el eje Alejandra-Esquina, sección en la cual la UPH II.3. presenta el nivel relativo más bajo respecto a las demás UPH. En torno al eje San Javier-La Paz, no obstante, en términos relativos se ubica sólo por debajo de la UPH II.1., con cotas representativas del orden de los 23-24 m.

Con relación a desniveles internos, los máximos son de unos 3 m entre las crestas de albardones y los perímetros lagunares, sin considerar desde aquellos hasta el fondo de los cauces menores, donde la amplitud del relieve local es mayor.

3.3.3.f. Geomorfología

De acuerdo a la revisión del mapa de unidades geomorfológicas y descripciones hechas por Ramonell (2021), siete geoformas fluviales componen esta UPH, tal como se las detalla más abajo en o (Tipología de humedales). Las más abundantes en extensión superficial la representan la sucesión lateral de albardones bajos, espiras y bañados entre tales formas, junto a las lagunas y bañados en cauces abandonados. Los campos de praderas se corresponden con la superficie de antiguos bancos de cauce, tanto simples como resultante de la amalgama de varios de ellos.

3.3.3.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de limos, limos arcillosos, arenas y arcillas. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes, Ortentes, Aquentes y Psamentes.

3.3.3.h. Dinámica hídrica

Los tres tomos de la obra editada por Paoli y Schreider (2020, 2021) contienen información hidrológica pormenorizada de los últimos ca. 120 años. La dinámica hídrica de la UPH está regulada de manera indirecta por el cauce principal del río Paraná y sus desbordes, mediada en parte por los cauces secundarios que éste alimenta en la UPH contigua al oeste de la que se describe.

El régimen de pulsos del río presenta una fase anual de crecida (con inundación más o menos generalizada de la UPH, al menos cada 2 a 3 años, en términos estadísticos) que

ordinariamente tiene sus máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso junio - julio en algunos años. El estiaje o fase de aguas bajas anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre.

3.3.3.i. Calidad de aguas

No existen mediciones puntuales dentro de la unidad, pueden adoptarse patrones de comportamiento de la calidad de las aguas registrados en ambientes similares tipificados en otras UPH.

3.3.3.j. Biodiversidad

Las características de la biodiversidad son similares a las descriptas en el punto 3.2.2. j, con escasos cursos de agua importantes, siendo las lagunas alargadas predominantes en el paisaje, donde se desarrollan hábitats palustres dominando los carrizales, canutillares, pirizales, juncales, catazales y camalotales. La fauna acuática incluye chajaes, diferentes especies de patos y garzas. Los pajonales son también ambientes representativos. Se registran albardones con bosques en galería, aunque poco desarrollados y con pérdida de especies de flora y fauna a medida que se avanza hacia el sur (ver descripciones en 1.2.4 y 1.2.5). Sus ambientes acuáticos contienen la fauna típicamente descrita para estos sistemas, con las variaciones de caudal dependiente de las inundaciones y bajantes que caracterizan al río Paraná.

3.3.3.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

Los niveles hidrométricos estacionales e interanuales son los principales disturbios, y ocasionalmente, la ganadería y el uso de fuegos provocados pueden modelar la vegetación herbácea principalmente.

3.3.3.l. Funciones ecosistémicas

Las funciones ecosistémicas son las mismas que las descritas en 3.2.2.l.

3.3.3.m. Usos

Son áreas relativamente alejadas de la costa santafesina y correntina, por lo que las actividades humanas son más irregulares y con menor presión de uso, registrándose mayormente ganadería extensiva y pesca ocasional, condicionada por el nivel del río y navegabilidad de los riachos para acceder a esta unidad.

3.3.3.n. Amenazas

La sobrepesca (punto 1.2.8), cacería y ganadería con uso del fuego (1.2.8.b) son amenazas en este sector. Esta región presenta cierta incidencia de actividades de cacería de patos, en parte organizada como turismo cinegético, principalmente en las proximidades de San Javier.

3.3.3.ñ. Conservación

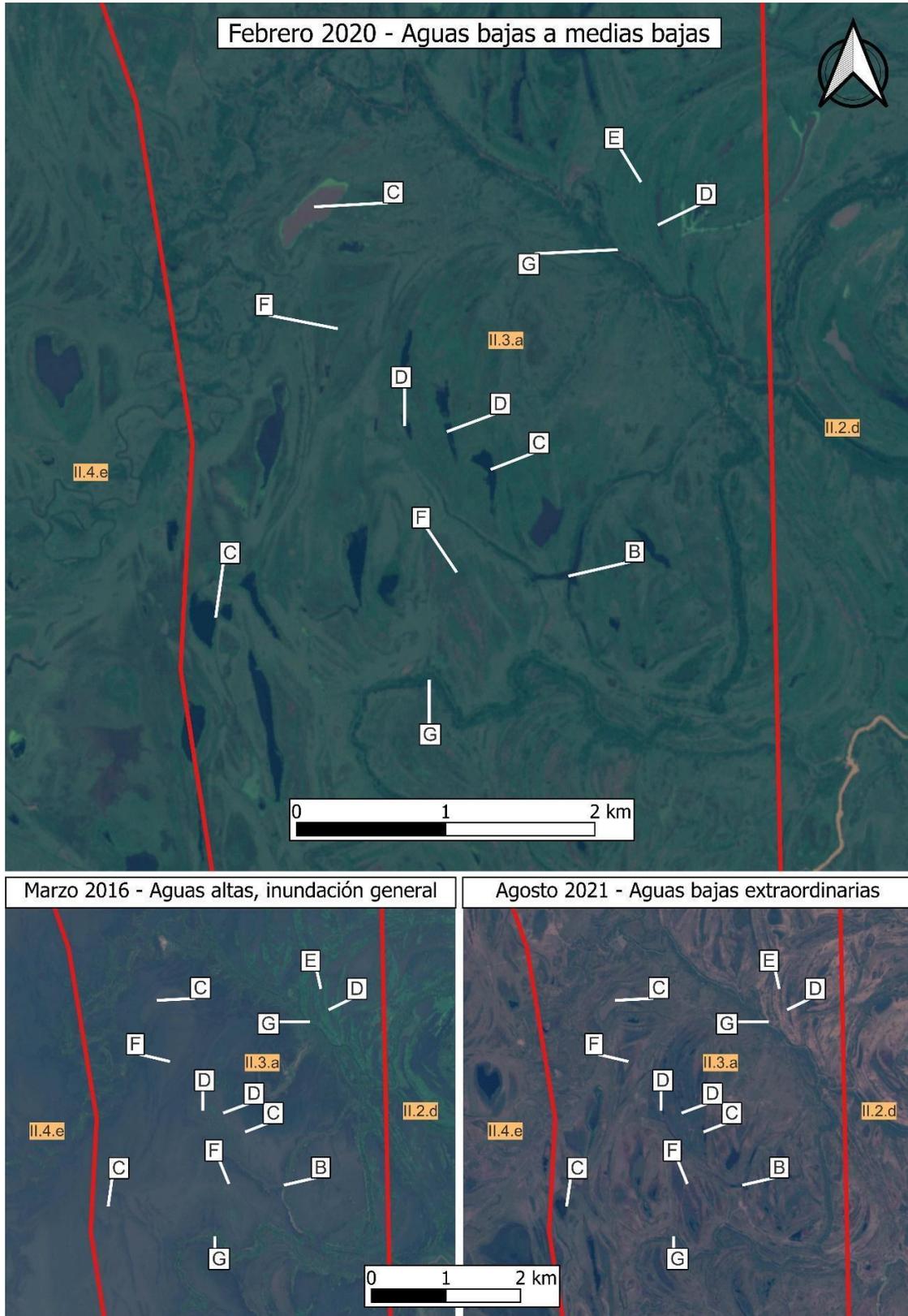
A pesar de las amenazas y actividades que existen no se registran áreas protegidas en esta unidad.

3.3.3.o. Tipología de humedales

- A Cauces menores
- B Lagunas y bañados en cauces abandonados
- C Lagunas y bañados de forma irregular
- D Lagunas y bañados entre espiras
- E Albardones bajos, espiras y bañados con carrizales y pajonales
- F Campos de praderas y pajonales o arbustales

G Albardones con bosques maduros

3.3.3.p. Vistas en planta

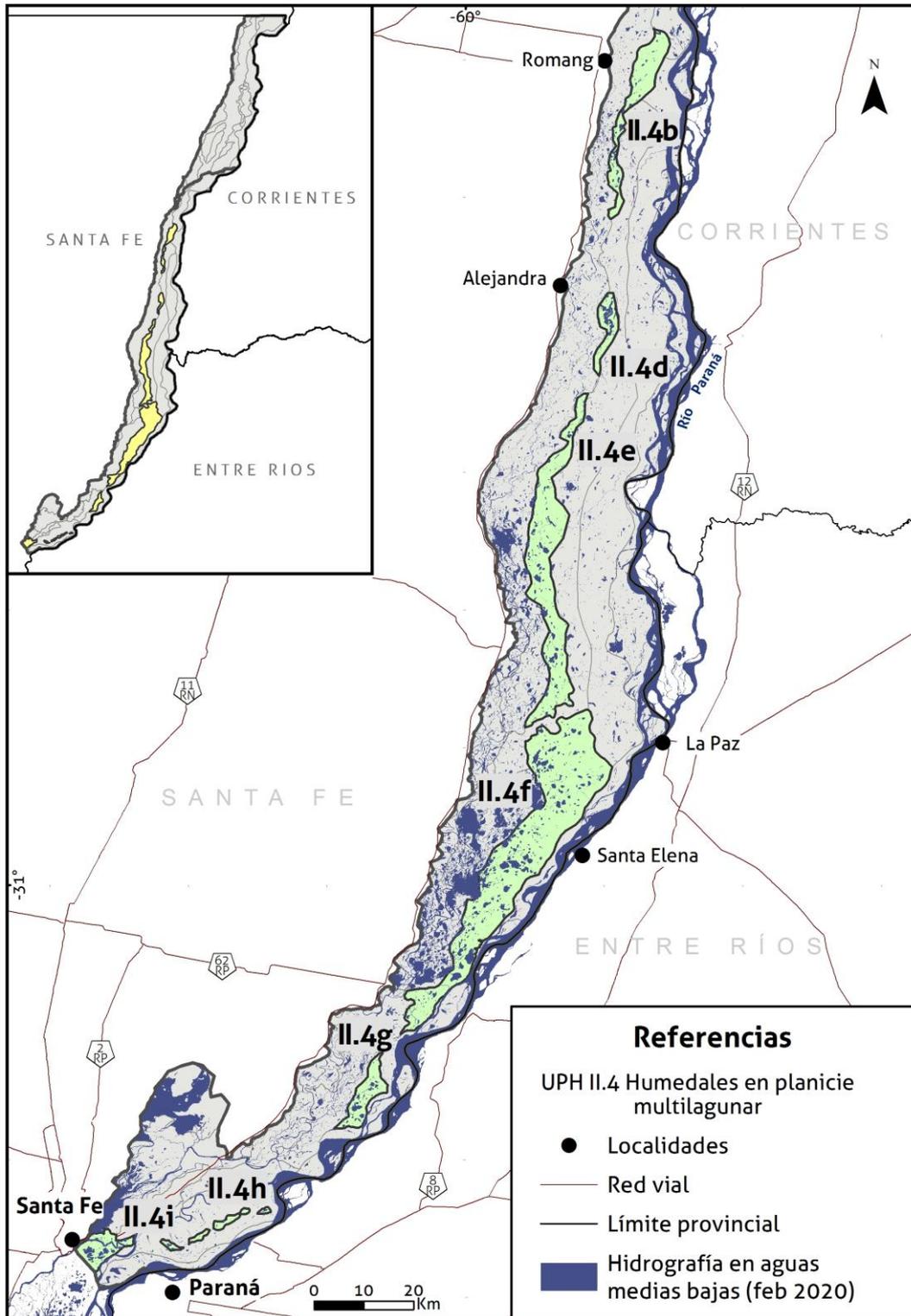


Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH2. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo.

3.3.4. UPH II.4: Humedales en Planicie Multilagunar

3.3.4.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Está compuesta por áreas de diverso tamaño, longitud y anchura, mayoritariamente de extensión Norte Sur los polígonos septentrionales, mientras que los polígonos f a i se extienden de NE a SO. La longitud máxima la presenta el polígono f con 72 km de largo, el cual a su vez posee el ancho máximo de 15 km a la latitud de la ciudad de La Paz. Los polígonos agrupados



3.3.4.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

De todos los polígonos, el b presenta un camino de acceso importante en el sector Norte desde la localidad de Romang que concluye en un asentamiento menor. El polígono i se encuentra densamente poblado en la urbanización consolidada del distrito Alto Verde frente a la ciudad de Santa Fe y a lo largo del canal de acceso al puerto de Santa Fe, y sobre el eje de la Ruta Nacional 168 se ubican sectores muy densamente poblados y urbanizados: de Oeste a Este, Ciudad Universitaria y Parque Tecnológico, barrio El Pozo y centro comercial (con edificios en altura, incluso), y barrio La Guardia en el cruce con la Ruta Provincial N° 1. El resto de los polígonos no acusa presencia de caminos internos ni de acceso, ni asentamientos individualizables.

3.3.4.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.3.4.d. Fisonomía

La dominante fisonómica de esta unidad son los pajonales de “paja brava”, carrizales, praderas de canutillos y otras comunidades como catazales y verdolagales que colonizan los sectores ligeramente más altos entre los diferentes cuerpos de agua. En algunos sectores elevados y planos (campos) aparecen praderas de gramilla y praderas húmedas. Las áreas boscosas son escasas en general y se limitan en su mayoría a las márgenes de los cauces activos. Por esta razón no es raro encontrar bosques jóvenes de sauce y/o aliso ocupando estrechas fajas o incluso parches de formas variadas asociados a las porciones terminales de tales cauces. En los sitios de mayor actividad de tales cauces aparecen bosques maduros dominados por diferentes especies.

3.3.4.e. Elevación, topografía

Se identifican grupos de polígonos siendo el a del Norte el que se encuentra en territorio santafesino, con cotas mínimas de 29 m a 30 m como valor representativo, y máxima de 34 m, lo que da una pendiente media de 5 cm/km. En términos relativos, si se considera una sección transversal en los alrededores de la localidad de Romang, las fajas se ubican un orden por debajo de la UPH II.1. pero encima de las unidades de los extremos (II.5). Los polígonos **d**, **e**, **f**, y **g**, muestran valores de cota mínimos y representativos del extremo Sur en torno a 17 m IGN, mientras que el máximo en el extremo Norte cercano al paralelo coincidente con la localidad de Alejandra, ronda los 27 m, como valor más frecuente a su vez. Todo eso determina una pendiente media de 5 cm/km. En la sección transversal que se puede trazar en torno a Santa Elena, la UPH se ubica en los niveles más inferiores respecto a las demás UPH. El tercer grupo, finalmente, se compone de los polígonos h e i, con cotas inferiores y homogéneas en torno a los 14 m, con máximos de 15 en el extremo NE. En términos relativos, respecto a las demás UPH que aparecen en la sección en torno al eje Santa Fe-Paraná, la UPH II.4. aparece en los órdenes de niveles más bajos.

Con relación a desniveles internos, los máximos son de casi 1 m entre las crestas de albardones y los perímetros lagunares, sin considerar desde aquellos hasta el fondo de los cauces menores, donde la amplitud del relieve local es mayor.

3.3.4.f. Geomorfología

De acuerdo a la revisión del mapa de unidades geomorfológicas y descripciones hechas por Ramonell (2021), seis geoformas fluviales componen esta UPH, tal como se las detalla más abajo en o (Tipología de humedales). Las más abundantes en extensión superficial son las lagunas y bañados de forma redondeada e irregular, seguidas por sus bordes externos planos, ordinariamente ocupados por campos de praderas.

3.3.4.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de arcillas y limos arcillosos. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes y Aquentes.

3.3.4.h. Dinámica hídrica

Los tres tomos de la obra editada por Paoli y Schreider (2020, 2021) contienen información hidrológica pormenorizada de los últimos ca. 120 años. La dinámica hídrica de la UPH está regulada de manera directa o indirecta por el cauce principal del río Paraná y sus desbordes, de acuerdo a la ubicación contigua o no a éste, de los polígonos de la unidad. Además, la vinculación directa o indirecta con cauces secundarios mayores del SPH, tales como el San Javier y Colastiné, inciden en tal dinámica.

El régimen de pulsos del río presenta una fase anual de crecida (con inundación generalizada de la UPH al menos cada 2 a 3 años, en términos estadísticos) que ordinariamente tiene sus máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso junio - julio en algunos años. El estiaje o fase de aguas bajas anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre.

La permanencia temporal del fenómeno de inundación fluvial es mayor en esta UPH que en la UPH II.1, devenida de su carácter topográficamente deprimido en relación a ella.

3.3.4.i. Calidad de aguas

Los bajos que colectan agua y donde proliferan macrófitas flotantes y enraizadas (algunos en esta unidad, otros en la II.9), registran una concentración de OD entre 4,9 y 6 mg/l en verano (temperatura entre 26,2°C y 27,1°C) y 9,4 y 11,3 mg/l en invierno (temperatura entre 11,1°C y 12,3°C) (Hadad y Maine 2007), aunque la cantidad de nutrientes (fósforo y nitrógeno) no fue estadísticamente distinta entre estaciones, al menos en los sitios estudiados.

En ambientes leníticos y lóticos inmediatamente al sur de esta Unidad (pero que pueden considerarse representativos de la misma), no se encuentran diferencias significativas entre estos dos ambientes (Laguna Los Matadores (31° 41' 07" S, 60° 42' 52" W) y río Correntoso en cercanías de la ciudad de Santa Fe. El pH es alrededor de 7 o ligeramente mayor a 7, típico de todo el sistema (CP y planicie), CE entre 130 y 140 µS/cm (ligeramente mayor a la del CP), y porcentajes de saturación de oxígeno entre 80 y 90 %. Los diferentes tipos de vegetación condicionan las cantidades de amonio no así las de fósforo total, nutrientes usualmente considerados para medir el estado trófico de ambientes acuáticos (Hadad et al., 2021). Sin embargo, se debe recordar que la condición hidrológica impacta en los parámetros de calidad de agua dado que en los mismos ambientes la conductividad eléctrica puede casi duplicarse entre aguas altas y bajas, y la transparencia puede variar significativamente por los aportes de material en suspensión. Mientras que en el río Correntoso el OD aumenta para aguas bajas, en lagunas disminuye (Emiliani 2004).

En numerosas secciones del río Correntoso y cursos menores conectados hidráulicamente entre todos ellos, a pesar de las diferencias del caudal que transporta cada uno, la conectividad hidrológica es tal que la calidad del agua se uniformiza en todos ellos, dando lugar a indicadores de pH, CE y otros muy similares (Emiliani, 2004).

3.3.4.j. Biodiversidad

La abundancia de lagunas, activadas por cauces temporarios que las alimentan durante las inundaciones, favorece una diversidad elevada de invertebrados del zooplancton, bentos y

perifiton que beneficia a una importante cantidad y diversidad de peces, siendo sectores importantes para la cría de alevinos de las especies del Paraná que sostienen las pesquerías. Las aves acuáticas tienen poblaciones permanentes de jacanas (*Jacana jacana*) y pacaás (*Aramydes ypecaha*). En el sector sur de la unidad, se reemplaza el yacaré negro (*Caiman yacare*) por el yacaré overo (*Caiman latirostris*) con un comportamiento más mimético de esconderse en la vegetación. Los bosques ocupan albardones altos y al igual que en la unidad anterior van disminuyendo su diversidad de especies vegetales a medida que aumenta la latitud, y no se registran por ejemplo poblaciones de monos carayá.

3.3.4.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

El principal factor de disturbio está constituido por los ciclos de inundaciones y bajantes. Las inundaciones extremas tienen un efecto importante en las comunidades biológicas de esta unidad, ya que recargan las lagunas, con agua, vegetación flotante y alevinos de peces.

El oleaje y variaciones de niveles hidrométricos suelen tener influencia en el modelado de las márgenes de las lagunas, como fuera demostrado por Paira (2017).

En un sector de casi 3000 ha de uno de los polígonos (en torno a las nacientes del A° El Tala) la conformación de los rasgos geomorfológicos propios de la unidad tiene menos de ca. 30 años, por el desarrollo de importantes sedimentaciones propiciadas por ese curso que se origina en el CP (Ramonell 2021).

Ese es un caso extremo asociado al origen reciente del A° El Tala: el autor indica que el “Rcho. Santa Fe”, una laguna en cauce abandonado conformada como tal hace ca. 40 años al sur de la Ruta Nac. 168 en la ciudad homónima, experimentó una evolución mínima como cauce activo en los 170 años previos al cierre natural de su embocadura (en el río Colastiné), aún con los trabajos reiterados de corregirlo o reactivarlo ingenierilmente efectuados durante el siglo pasado y aún en este.

3.3.4.l. Funciones ecosistémicas

Fijación de carbono, regulación climática, captura de sedimentos, provisión de nutrientes y hábitats para la biodiversidad, especialmente de peces, corredor biológico para especies tropicales. Amortiguación de excedentes hídricos y oleaje, provisión de fuentes de agua para la biodiversidad y ganadería.

3.3.4.m. Usos

Esta unidad posee los usos característicos del sistema, incluyendo ganadería, pesca y cacería en diversos grados.

3.3.4.n. Amenazas

La accesibilidad a estos sectores requiere del uso de embarcaciones, por lo tanto, los sectores cercanos a poblaciones son los más amenazados por actividades humanas, que en general no son importantes en intensidad y extensión, con excepción de la ganadería.

3.3.4.ñ. Conservación

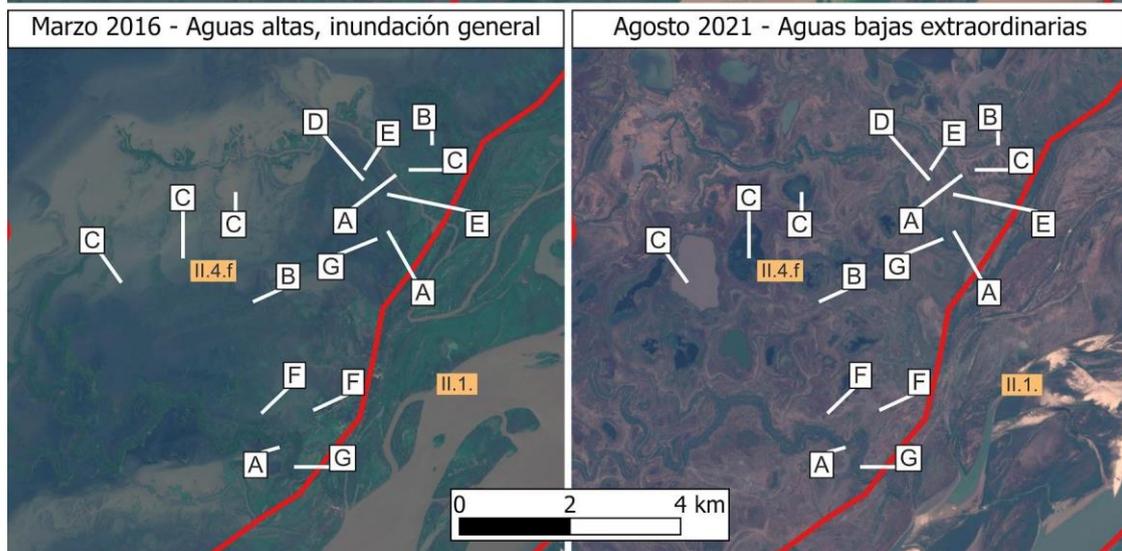
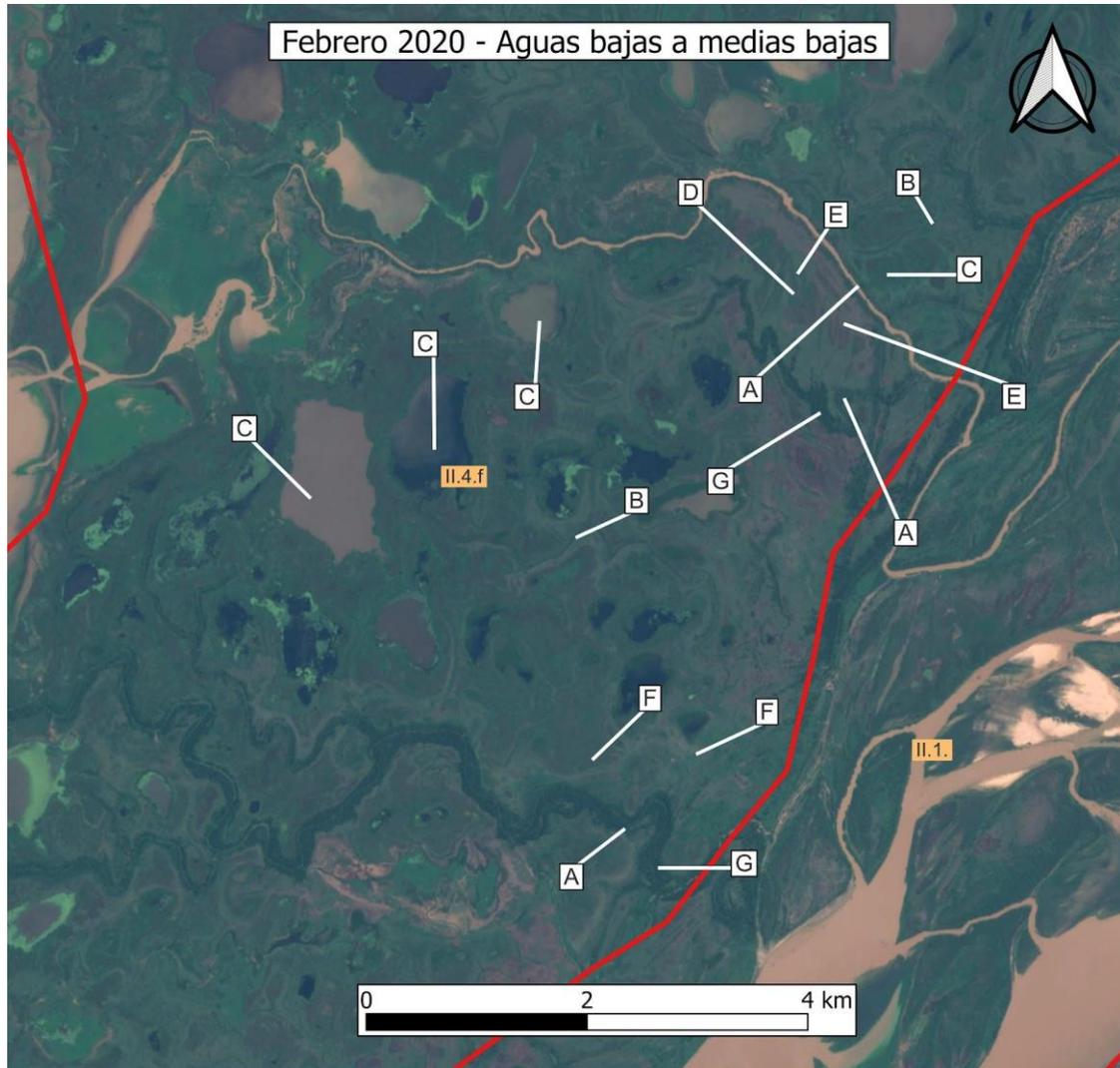
No existen sectores efectivamente protegidos en esta unidad.

3.3.4.o. Tipología de humedales

- A Cauces menores
- B Lagunas y bañados en cauces abandonados
- C Lagunas y bañados de forma redondeada e irregular
- D Lagunas y bañados entre espiras bajas

- E Espiras bajas con carrizales y pajonales
- F Campos de praderas y pajonales o arbustales
- G Albardones con bosques maduros

3.3.4.p. Vistas en planta

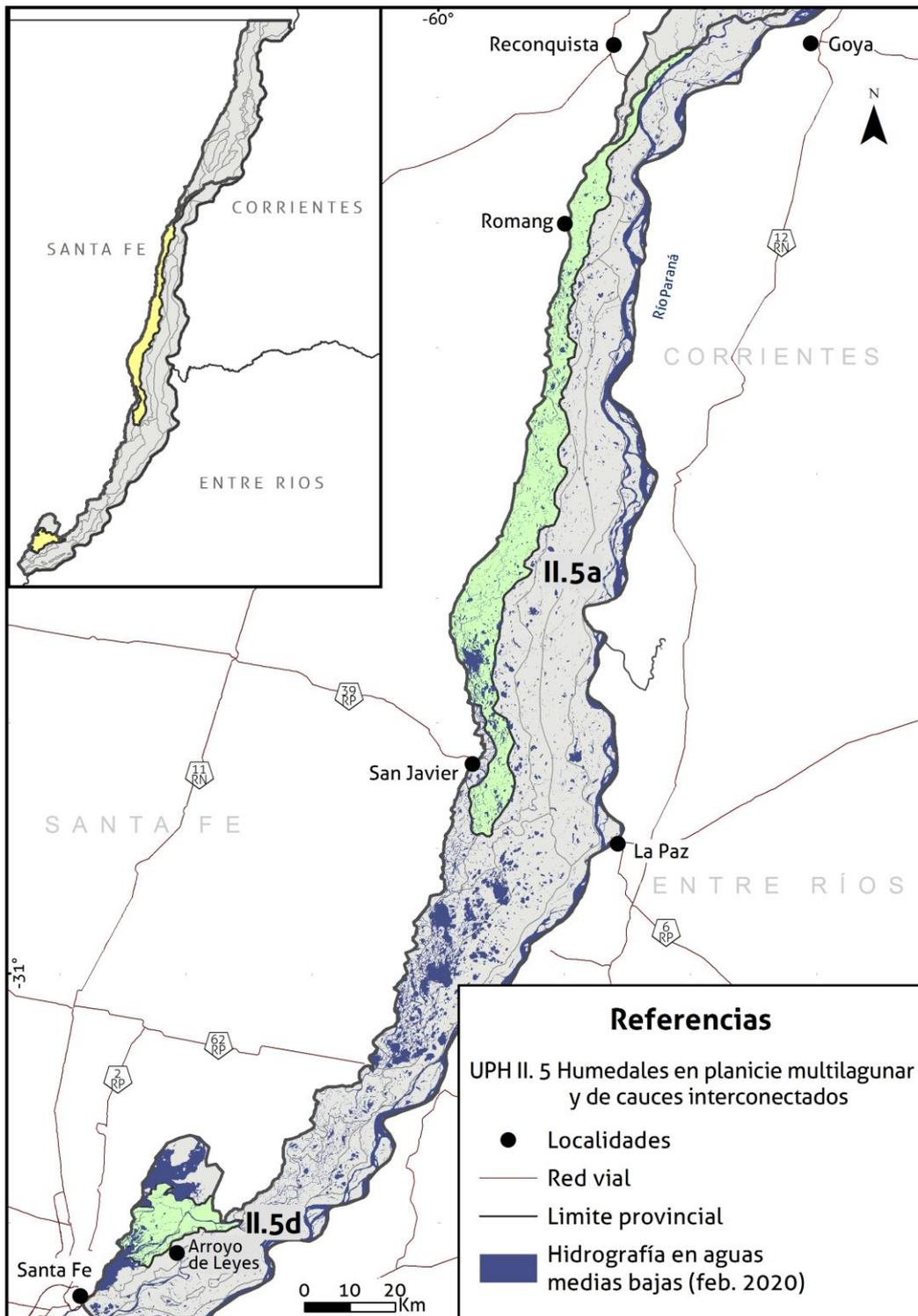


Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH2. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo.

3.3.5. UPH II.5: Humedales en Planicie Multilagunar y de Cauces Interconectados

3.3.5.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Se desarrolla en tres polígonos entre el eje Reconquista-Goya al Norte y el eje San Javier-La Paz al Sur, incluyendo partes de provincias vecinas a la de Santa Fe, con un desarrollo longitudinal N-S de unos 185 km. En el extremo Sur del área de estudio, el polígono entre las lagunas Setúbal al Sur y El Capón al Norte, presenta un desarrollo longitudinal en sentido NE-SO con 23 km de longitud aproximada y un ancho máximo de 13 km entre el Aº Potrero y el riacho Correntoso.



3.3.5.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

El polígono a contiene al barrio del puerto de Reconquista como urbanización consolidada y el camino de acceso como vía principal en el Norte. Otro camino de acceso relevante atraviesa la unidad desde la localidad de Romang, y no se observan caminos u ocupaciones de relevancia sino hasta latitudes cercanas a San Javier con unos pocos caminos internos. El polígono b presenta asentamientos consolidados en el sector Norte cercano a Goya, ocupaciones menores en cercanías de la localidad de Esquina y un camino de acceso en el extremo Sur aguas debajo de la desembocadura del río Guayquiraró. El polígono c no presenta caminos de acceso ni asentamientos u ocupaciones, mientras que el polígono d es atravesado por la Ruta Provincial N° 1 y en el cruce de ésta con el A° Leyes se desarrollan asentamientos consolidados en ambas márgenes de ese río, vinculados principalmente a actividades recreativas (pesca, camping, navegación).

3.3.5.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.3.5.d. Fisonomía

En esta unidad son muy frecuentes las comunidades de especies hidrófitas (los carrizales, cataizales, verdolagales y las praderas de canutillos, entre otras) que, en diferentes proporciones, ocupan la mayor parte del paisaje entre los cauces menores y las diferentes lagunas. En estos cuerpos de agua, son sumamente frecuentes las comunidades arraigadas y flotantes dominadas por *Louisella elephantipes*, *Polygonum ferrugineum* y *Pondetederia azurea*. A diferencia de la unidad del cauce principal donde los bancos son colonizados por especies leñosas (sauces y alisos), los bancos en esta unidad son colonizados por diferentes especies herbáceas, hidrófitas, y que en conjunto conforman algunas de las comunidades mencionadas previamente. Estos bancos colonizados por vegetación hidrófita evolucionan a islas coalescentes en las cuales estas especies herbáceas pioneras se entremezclan con los arbustales (de *Ludwigia elegans*, *Sesbania virgata*, *Baccharis salicifolia*, etc.) y, en sectores de mayor elevación y/o menos morfodinámica, con pajonales de “paja brava”. En las márgenes de los cauces, así como en las islas con algo de desarrollo habitan bosques pioneros en diferentes estados de desarrollo. En los albardones son frecuentes bosques pluriespecíficos en general bajos, ya sean éstos dominados por varias especies arbóreas o dominados por “sauces”. Bosques bajos y ralos generalmente de sauce y timbo, así como extensos arbustales de chilca, colonizan los derrames generados por los cauces durante las inundaciones.

3.3.5.e. Elevación, topografía

Los polígonos del Norte presentan valores de cota mínimos en torno a los 21 al S en el polígono a y 24 m en el c, que llegan hasta los m 35 y 36 m en sus máximos respectivos en torno al eje Reconquista-Goya, lo que determina pendientes medias de 8 - 7 cm/km. En una sección transversal a la altura de Romang, el polígono a se ubica en los niveles relativos más bajos respecto a las demás UPH. En la sección aguas arriba de San Javier, no obstante, el polígono c se ubica sólo por debajo de la UPH II.1., mientras que el polígono a se mantiene en el nivel relativo más bajo. Del mismo modo, el polígono d, ubicado entre las lagunas Leyes y El Capón, se ubica en los desniveles relativos más bajos, con cotas mínimas de 12 m y máximas de 16 m.

Con relación a desniveles internos, los máximos son de al menos 1 m entre las crestas de albardones y los perímetros lagunares, sin considerar desde aquellos hasta el fondo de los cauces menores, donde la amplitud del relieve local es mayor.

3.3.5.f. Geomorfología

De acuerdo a la revisión del mapa de unidades geomorfológicas y descripciones hechas por Ramonell (2021), diez geoformas fluviales componen esta UPH, tal como se detalla más abajo en o (Tipología de humedales). Las más abundantes en extensión superficial son las lagunas y bañados de forma redondeada e irregular delimitadas por los albardones de cauces menores, tanto activos como abandonados. Islas bajas coalescentes predominan en el polígono d de la UPH, en los bordes externos del delta del A° Leyes.

3.3.5.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de arcillas y limos arcillosos. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes y Aquentes.

3.3.5.h. Dinámica hídrica

Los tres tomos de la obra editada por Paoli y Schreider (2020, 2021) contienen información hidrológica pormenorizada de los últimos ca. 120 años. La dinámica hídrica de la UPH está regulada de manera directa o indirecta por el cauce principal del río Paraná y sus desbordes, de acuerdo a la ubicación contigua o no a éste, de los polígonos de la unidad. Así, cauces secundarios de UPH contiguas de aguas arriba (ubicadas al N o adyacentes a los polígonos de la UPH) aportan aguas a la miriada de cursos de diferente tamaño de la unidad. Además, inciden directamente en tal dinámica los cauces secundarios mayores que contiene la UPH, tales como el Rcho. Espinillo, el río San Javier y el A° Leyes.

El régimen de pulsos del río presenta una fase anual de crecida (con inundación generalizada de la UPH al menos cada 2 a 3 años, en términos estadísticos) que ordinariamente tiene sus máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso junio - julio en algunos años. El estiaje o fase de aguas bajas anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre.

La permanencia temporal del fenómeno de inundación fluvial es mayor en esta UPH que en la UPH I.1, devenida de su carácter topográficamente deprimido en relación a ella.

3.3.5.i. Calidad de aguas

Uno de los cursos interconectados y con importante identidad es el río San Javier sobre la margen derecha de la planicie, en donde las variables limnológicas muestran diferencias según se midan en condiciones de aguas bajas y altas, como es habitual (Maine et al., 2004). La conductividad y la concentración de iones mayoritarios (excepto el potasio) disminuyen en condiciones de aguas altas. En ambientes leníticos, la transparencia (medida como profundidad al disco Secchi) es mayor que en el curso principal debido a la sedimentación dentro de las lagunas, aunque puede haber menos transparencia en coincidencia con aguas bajas por la resuspensión de sedimentos de fondo debido al efecto del viento (Maine et al. 2004).

Al oeste del Pto. de Reconquista discurre el A° Aguilar, un curso menor de recorrido menos sinuoso que otros de la planicie, donde se ha medido un valor de CE=1700 μ S/cm y un pH=8,6 en octubre de 2004 (Cordiviola et al. 2005).

En sectores de esta UPH recostados sobre la margen izquierda de la planicie, transicionales entre el límite de la misma y los humedales asociados al CP (UPH II.1), se infiere un comportamiento similar al descrito dada la conectividad hidrológica de ambos sectores con el curso principal. Sobre margen izquierda descarga el río Guayquiraró que aportaría localmente

a la unidad aguas con una conductividad eléctrica de 323 $\mu\text{S}/\text{cm}$, un pH de 7,4 y concentraciones de Ca^{2+} , Na^+ , Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$ 19,4 mg/l, 73 mg/l, 85,3 mg/l y 31,7 mg/l, respectivamente. Estas fueron medidas en condiciones de flujo base, es decir cuando el río transporta mayoritariamente aguas aportadas por el sistema subterráneo (Campodónico et al., 2015). Los relevamientos realizados por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación en 2005 y 2006 registraron salinidades de más del doble, dando cuenta de la gran variabilidad de la calidad de las aguas en diferentes estadios hidrológicos y épocas del año (SAyDA. 2008). Estos indicadores químicos son similares a los registrados en otros tributarios de margen izquierda.

Al sur de esta UPH se encuentra el A° Leyes, que fluye en dirección este-oeste conectando el CP con la laguna Setúbal que surca la ciudad de Santa Fe por el este. Su caudal medio es de 1.550 m^3/s (Amsler et al. 2007, Ramonell 2021). José de Paggi y Devercelli (2011) monitorearon el arroyo en condiciones de aguas altas, destacando su menor salinidad y mayor transparencia en esta condición hidrológica en comparación con aguas bajas (94 $\mu\text{S}/\text{cm}$ comparado contra 160 $\mu\text{S}/\text{cm}$, DS= 17 cm comparado con 28 cm), no obstante, la directa conexión con el CP otorga a las aguas del arroyo indicadores similares a las de este último. Al igual que la transparencia, el OD fue menor en aguas altas que bajas, posiblemente por la carga orgánica transportada que consume oxígeno en el proceso de oxidación.

3.3.5.j. Biodiversidad

Esta unidad contiene todos los tipos de hábitats descritos en este trabajo, incluyendo desde diferentes tipos de bosques, pajonales, pastizales y hábitats palustres. En el caso de los bosques se observa un empobrecimiento de especies hacia el sur. La fauna en general es muy diversa como consecuencia de la heterogeneidad de hábitats que existe en la unidad.

3.3.5.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

La actividad ganadera e incendios relacionados constituye un factor de disturbio a considerar, con mayor intensidad cerca de los centros poblados. Como en todo el sistema los ciclos hidrológicos de crecidas, inundaciones y bajantes tienen siempre un efecto dominante en la dinámica ecológica.

El oleaje y variaciones de niveles hidrométricos suelen tener influencia en el modelado de los márgenes de las lagunas, como fuera demostrado por Paira (2017).

Otros procesos de cambio morfológico, tales como erosión y sedimentación de márgenes fluviales, son menores (o muy puntuales, si notables) en los polígonos de la UPH. La excepción a esto se da en el polígono d correspondiente al delta formado por el A° Leyes, ya que su superficie se duplicó, prácticamente, respecto de la que tenía hace ca. 50 años, a expensas de la transformación en islas y cauces deltaicos de áreas que previamente eran lagunares de la UPH II.7 (i.e., las lagunas El Capón y Setúbal, la última disminuída en ca. el 50 % de su superficie por las sedimentaciones vinculadas a la expansión del delta) (Ramonell, 2021; FICH, 2022).

3.3.5.l. Funciones ecosistémicas

Fijación de carbono, regulación climática, captura de sedimentos, provisión de nutrientes y hábitats para la biodiversidad, especialmente de peces, corredor biológico para especies tropicales. Amortiguación de excedentes hídricos y oleaje, provisión de fuentes de agua para la biodiversidad y ganadería.

3.3.5.m. Usos

Gran parte de la unidad está bordeada al oeste por la ruta provincial N°1, a lo largo de la cual se registran varias poblaciones y ciudades donde los usos de este sistema en general son más

intensos con ganadería, pesca y cacería. Existen importantes complejos de cabañas usadas principalmente para un turismo de pesca, que se distribuyen a lo largo del corredor de la ruta provincial N°1. Muchas de estas localidades toman el agua para sus poblaciones de esta unidad. Adicionalmente se observan tomas de agua que alimentan arroceras que se desarrollan desde San Javier hasta Alejandra, al oeste de la ruta. En la ruta se observan viviendas de ganaderos, pescadores y pequeños caseríos esparcidos por gran parte de la costa. También se realizan dragados en algunos cauces para la extracción y comercialización de arenas.

3.3.5.n. Amenazas

La ruta provincial N°1 constituye una vía de entrada de personas, algunas de las cuales realizan cacería, pesca, extracción de carnada y madera, ganadería, y otras actividades que pueden convertirse en amenazas, generando un aumento de las actividades antrópicas en general. Cerca de las poblaciones pueden existir problemas de vertido de efluentes cloacales y otros contaminantes, acumulación de basura, mayor incidencia de incendios, y la ocupación de albardones altos boscosos que generalmente significan su deforestación. Las actividades de cacería cinegética y pesca turística poseen una pobre regulación y ordenamiento, por lo que localmente puede afectar la biodiversidad. Existen cultivos en tierras altas inmediatas a la planicie de inundación que puede significar el vertido de agroquímicos y biocidas a los ecosistemas acuáticos de esta unidad de manera difusa. Se desconocen los sitios precisos y cantidades involucradas en los dragados para la extracción de arenas, y las condiciones eventuales de su reposición natural desde aguas arriba.

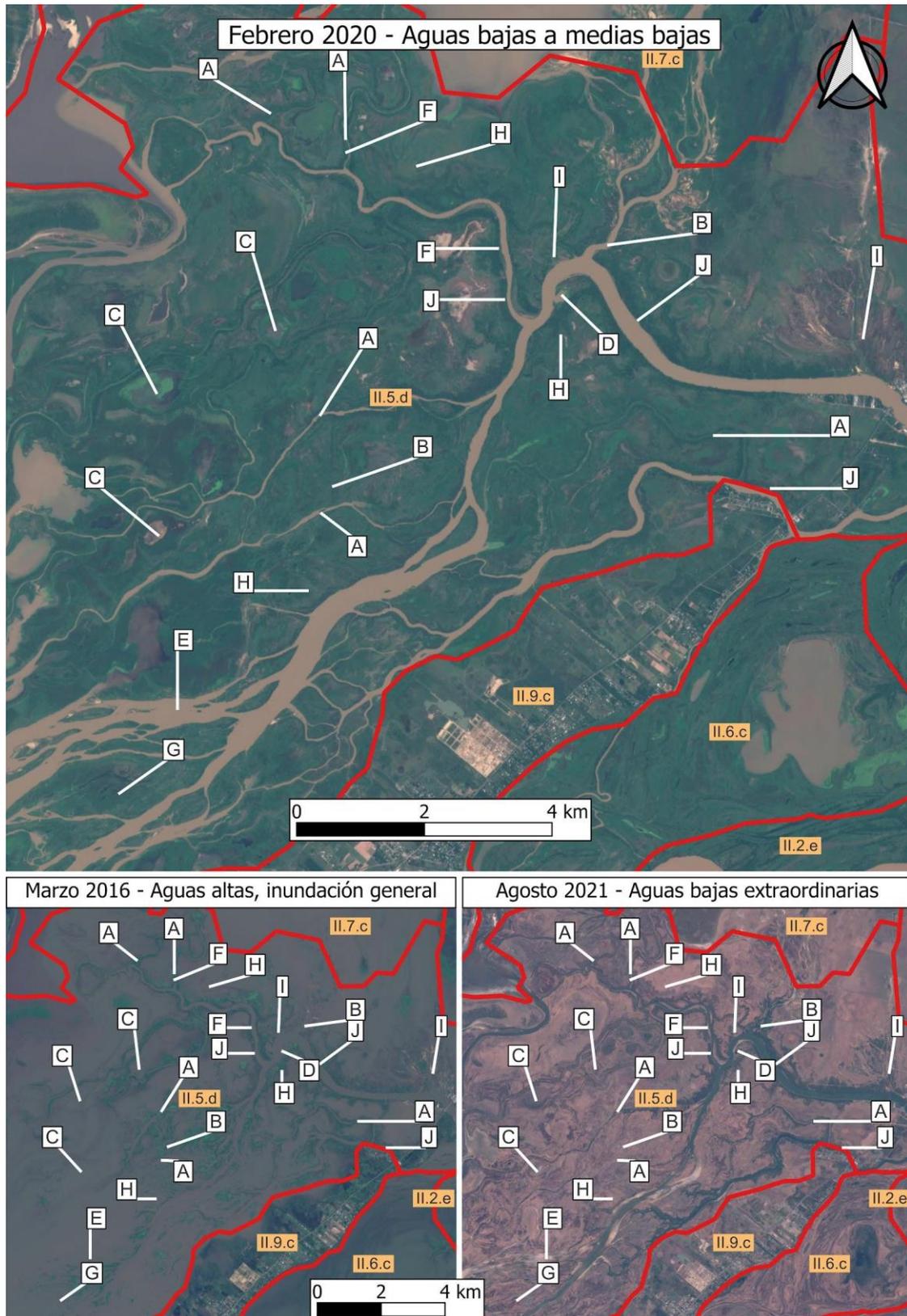
3.3.5.ñ. Conservación

No existen áreas protegidas implementadas en esta unidad.

3.3.5.o. Tipología de humedales

- A Cauces menores
- B Lagunas y bañados en cauces abandonados
- C Lagunas y bañados de forma redondeada e irregular
- D Lagunas y bañados entre espiras
- E Bancos con hidrófitas
- F Albardones bajos, espiras y bañados con carrizales y pajonales
- G Islas bajas coalescentes con campos de hidrófitas, pajonales y arbustales
- H Campos de praderas, pajonales y arbustales
- I Derrames areno-limosos con bosques secundarios
- J Albardones con bosques maduros

3.3.5.p. Vistas en planta

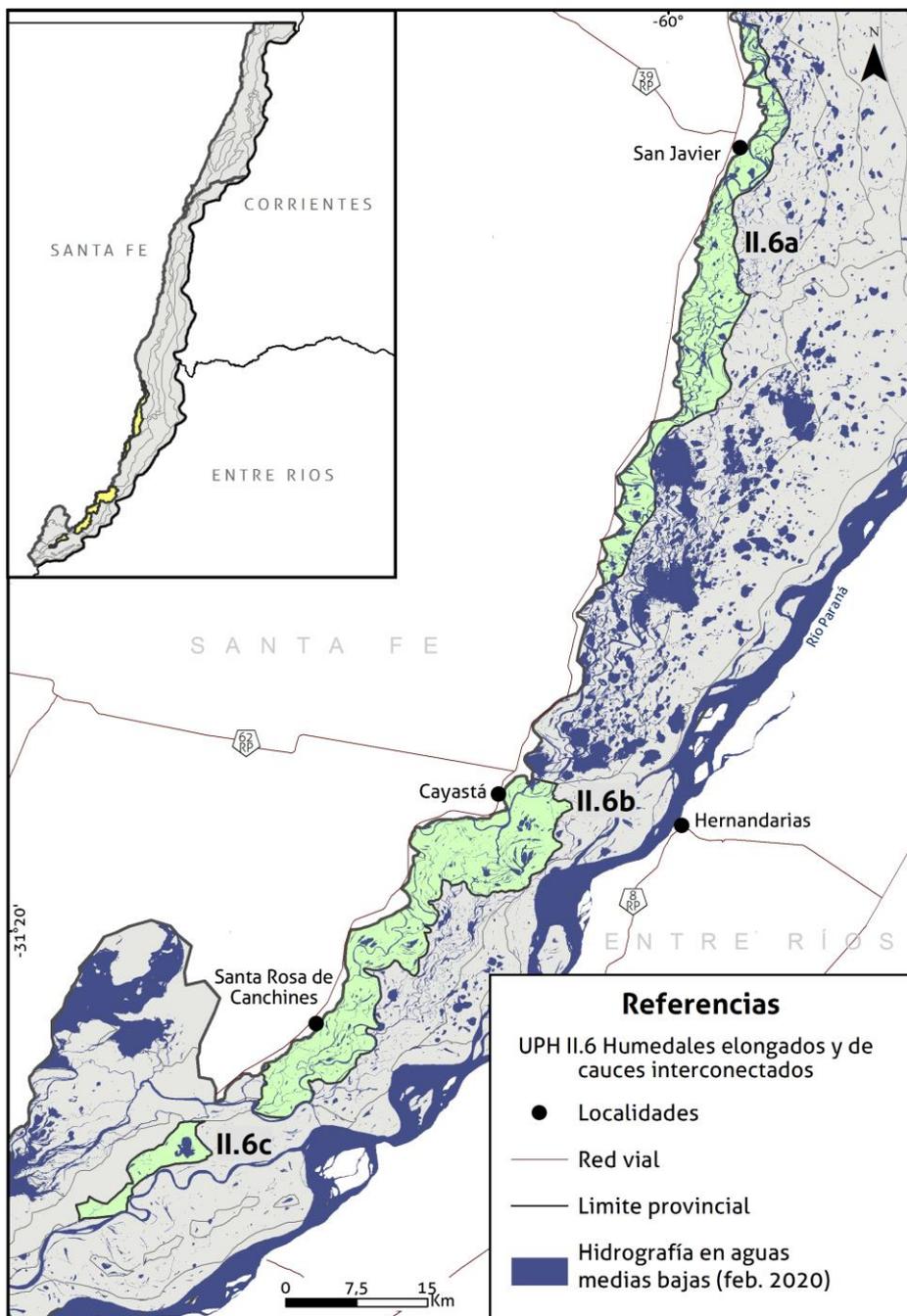


Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH2. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo.

3.3.6. UPH II.6: Humedales Elongados y de Cauces Interconectados

3.3.6.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Se trata de tres polígonos de los cuales el primero presenta una longitud de 64 km desde aguas arriba de San Javier hasta el paralelo de la laguna Nievas hacia el Sur, con ancho máximo de 5,9 km en el paralelo de La Paz y el mínimo de 1 km aguas arriba de la laguna Machado. El segundo polígono se extiende en sentido NE-SO entre la localidad de Cayastá al Norte y el A° Leyes al SO por unos 44 km. El ancho máximo se presenta inmediatamente aguas abajo de Cayastá con unos 7,2 km mientras que el mínimo aparece en el paralelo compartido con el extremo Sur de la isla Piragua. El polígono c, por su parte, se desarrolla en sentido NE-SO al SE del A° Ubajay por 15 km entre el paralelo 31°36' S al SO y el A° Potrero al NE. El ancho máximo es de 4,1 km y el mínimo de 0,3 km.



3.3.6.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

El polígono a presenta unos pocos caminos de acceso temporales frente a la localidad de San Javier y ningún asentamiento de importancia. El polígono b posee caminos de acceso que parten de Santa Rosa de Calchines y algunos km al Sur, pero sólo ingresan unos pocos km, generalmente hasta el río San Javier o brazos secundarios. El polígono c, por su parte, no presenta caminos de acceso y sólo asentamientos lineales en la margen derecha del A° Ubajay.

3.3.6.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.3.6.d. Fisonomía

La dominante fisonómica de esta unidad son las sabanas o los pajonales de “paja brava”. En las márgenes de las lagunas ocurren verdolagales, praderas húmedas y praderas de canutillos, además de comunidades de camalotales arraigadas o flotantes. En sectores algo más elevados (albardones bajos y espiras) aparecen espinillares y densos arbustales, que enriquecidos con especies arbóreas colonizan los derrames areno-limosos provocados por los cursos de agua. En los albardones de los cauces se hallan bosques maduros en los que sobresalen especies como el “timbó blanco”, “timbó colorado”, “seibo”, “sangre de Drago”, “sauce”, entre otras.

3.3.6.e. Elevación, topografía

En el polígono del Norte, las cotas mínimas parten de los 19 m en el extremo Sur y alcanzan los 22 en las zonas del extremo Norte, lo que implica una pendiente media de 9 cm/km. El desnivel relativo respecto de las demás UPH, a la altura de La Paz, la ubica en el último orden.

El polígono b también posee mínimos en torno a los 14 m, con máximos cercanos a los 18 m en el norte, lo que determina una pendiente media de 9 cm/km. En términos relativos, la UPH II.6 se ubica en los niveles más inferiores si se considera una sección transversal a medio camino entre Hernandarias y el Km 640.

Finalmente, el polígono c en el extremo SO presenta niveles homogéneos en torno a los 15 m con mínimos de 14 m, resultando una pendiente media de 7 cm/km. A partir de una sección transversal a medio camino entre Paraná y el Km 640, se observa que la UPH se ubica por encima de las UPH II.5. y II.4., pero por debajo del resto.

Con relación a desniveles internos, los máximos son de casi 1 m entre las crestas de albardones y los perímetros lagunares, sin considerar desde aquellos hasta el fondo de los cauces menores, donde la amplitud del relieve local es mayor.

3.3.6.f. Geomorfología

De acuerdo a la revisión del mapa de unidades geomorfológicas y descripciones hechas por Ramonell (2021), ocho geoformas fluviales componen esta UPH, tal como se las detalla más abajo en o (Tipología de humedales). Las más abundantes en extensión superficial la representan la sucesión lateral de albardones bajos, espiras y bañados entre tales formas, así como las lagunas y bañados entre espiras y albardones bajos. Toda la unidad está recorrida por una densa red de cauces menores interconectados, de variada sinuosidad.

3.3.6.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de limos, limos arcillosos, arcillas y arenas. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes, Aquentes y Ortentes.

3.3.6.h. Dinámica hídrica

Los tres tomos de la obra editada por Paoli y Schreider (2020, 2021) contienen información hidrológica pormenorizada de los últimos ca. 120 años. La dinámica hídrica de la UPH está regulada de manera indirecta por el cauce principal del río Paraná y sus desbordes. Así, cauces secundarios de UPH contiguas de aguas arriba (ubicadas al N o adyacentes a los polígonos de la UPH) aportan aguas a los cursos de diferente tamaño de la unidad. Además, incide directamente en tal dinámica el río San Javier, cauce secundario mayor de la UPH (el A° Ubajay, un curso menor pero el más importante del polígono sur, posee un rol pasivo de conducir las aguas fluviales que le llegan, revirtiendo en partes su dirección de escurrimiento durante crecientes importantes).

El régimen de pulsos del río presenta una fase anual de crecida (con inundación generalizada de la UPH al menos cada 2 a 3 años, en términos estadísticos) que ordinariamente tiene sus máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso junio - julio en algunos años. El estiaje o fase de aguas bajas anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre.

La permanencia temporal del fenómeno de inundación fluvial es mayor en esta UPH que en la UPH I.1, devenida de su carácter topográficamente deprimido en relación a ella.

3.3.6.i. Calidad de aguas

Los principales cauces interconectados que atraviesan esta UP son el río San Javier y el A° Leyes, localizados sobre la margen derecha de la planicie. El primero recibe descargas difusas de escurrimiento superficial provenientes de campos de cultivo desarrollados en los departamentos Garay y San Javier de la provincia de Santa Fe, con posibles aportes de agroquímicos aún no cuantificados. El río San Javier constituye el nivel de base (de descarga) del acuífero superficial de sectores de la costa santafesina, recibiendo aportes subterráneos, usualmente más salinos que las aguas superficiales de cursos conectados en forma permanente con el curso principal. No obstante, se registró una CE de 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 125 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para aguas altas y bajas, respectivamente, valores del mismo orden que los del curso principal. Estos fueron medidos entre 1990 y 1991, cuando el desarrollo agrícola y también turístico de la zona no era tan intensivo. En aguas bajas se observó mayor concentración de nitrógeno que puede atribuirse a aportes de fuentes de contaminación puntual (efluentes domésticos de las localidades ribereñas, etc.) que luego se diluyen en períodos de aguas altas, y la concentración de OD en ambos estadios hidrológicos fue superior a 8,8 mg/l, mostrando buenos niveles para la vida de la biota acuática (Maine et al. 2004).

Por su carácter de interconectado al CP, en el A° Leyes la salinidad del agua es similar a la del éste, y similar a la del río San Javier, con valores menores en épocas de aguas altas por efecto de la dilución, y mayores en aguas bajas (José de Paggi y Devercelli 2011).

Los humedales elongados tanto en esta como en otras UP no han sido aún monitoreados.

3.3.6.j. Biodiversidad

Esta unidad contiene cauces menores con bosques de albardones dominados mayormente por timbó blanco, ingá, laurel de río y sangre de drago, disminuyendo su diversidad en sentido norte-sur. Las lagunas y bañados poseen los hábitats palustres característicos incluyendo principalmente carrizales, canutillares, juncuales, cataizales y camalotales, con abundancia de fauna acuática que va desde peces hasta aves acuáticas variadas. Son frecuentes las sabanas con espinillares de *Vachellia cavens*, y pajonales de paja brava (*Coleataenia prionitis*). A esta latitud desaparecen las palmeras caranday.

3.3.6.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

La ganadería y el uso del fuego asociado son factores que involucran disturbios en el paisaje, en conjunto con el efecto de los ciclos estacionales e interanuales de inundaciones y bajantes.

El oleaje y variaciones de niveles hidrométricos suelen tener influencia en el modelado de las márgenes de las lagunas, como fuera demostrado por Paira (2017).

Otros procesos de cambio morfológico, tales como erosión y sedimentación de márgenes fluviales, son en general menores (o muy puntuales, si notables) en los polígonos de la UPH. Por caso, corrimientos erosivos de la barranca alta del río San Javier de 1 m/año son excepcionales como promedio interanual, de acuerdo a mediciones hechas y referidas por Ramonell (2021) en diferentes sitios del curso (e.g., San Javier, Cayastá); en algunos ápices de meandros muy singulares el autor cita tasas de retroceso medias de la barranca de 10 m/año (e.g., Vuelta del Dorado).

3.3.6.l. Funciones ecosistémicas

Amortiguación de excedentes hídricos y oleaje, provisión de agua para la biodiversidad y ganadería. Fijación de carbono, regulación climática, captura de sedimentos, provisión de nutrientes y hábitats para la biodiversidad, especialmente de peces.

3.3.6.m. Usos

Es una unidad cercana a la costa santafesina y bordeada en gran parte por la ruta provincial N°1 que brinda acceso a varios usos antrópicos que van desde la ganadería hasta la pesca y cacería, extracción de paja brava y leña, además de actividades recreativas. Existen campings y cabañas que concentran dichas actividades de pesca y recreación. Varios poblados de esta unidad utilizan los cursos menores como fuente alternativa de agua. También se realizan dragados en algunos cauces para la extracción y comercialización de arenas.

3.3.6.n. Amenazas

La ruta 1 y sus poblaciones, y sistemas de cabañas y viviendas asociadas, generan una influencia antrópica significativa sobre esta unidad, incluyendo actividades de cacería, pesca, extracción de carnada y madera, ganadería, vertido de efluentes cloacales y otros contaminantes, acumulación de basura, mayor incidencia de incendios, y la ocupación con deforestación de albardones altos boscosos. Las actividades de cacería cinegética son importantes en San Javier, Cayastá, Helvecia y alrededores de Santa Fe, así como la pesca artesanal, deportiva y turística posee una pobre regulación y ordenamiento. Existen cultivos en tierras altas inmediatas a la planicie de inundación que puede significar el vertido de agroquímicos y biocidas a los ecosistemas acuáticos de esta unidad. Algunos sitios precisos donde se realizan dragados para la extracción de arenas carecen de reposición natural “eficiente” desde aguas arriba, resultando en una profundización local artificial de las cotas del lecho de esos cauces y, eventualmente, induciendo al colapso de márgenes de la planicie en sus adyacencias.

3.3.6.ñ. Conservación

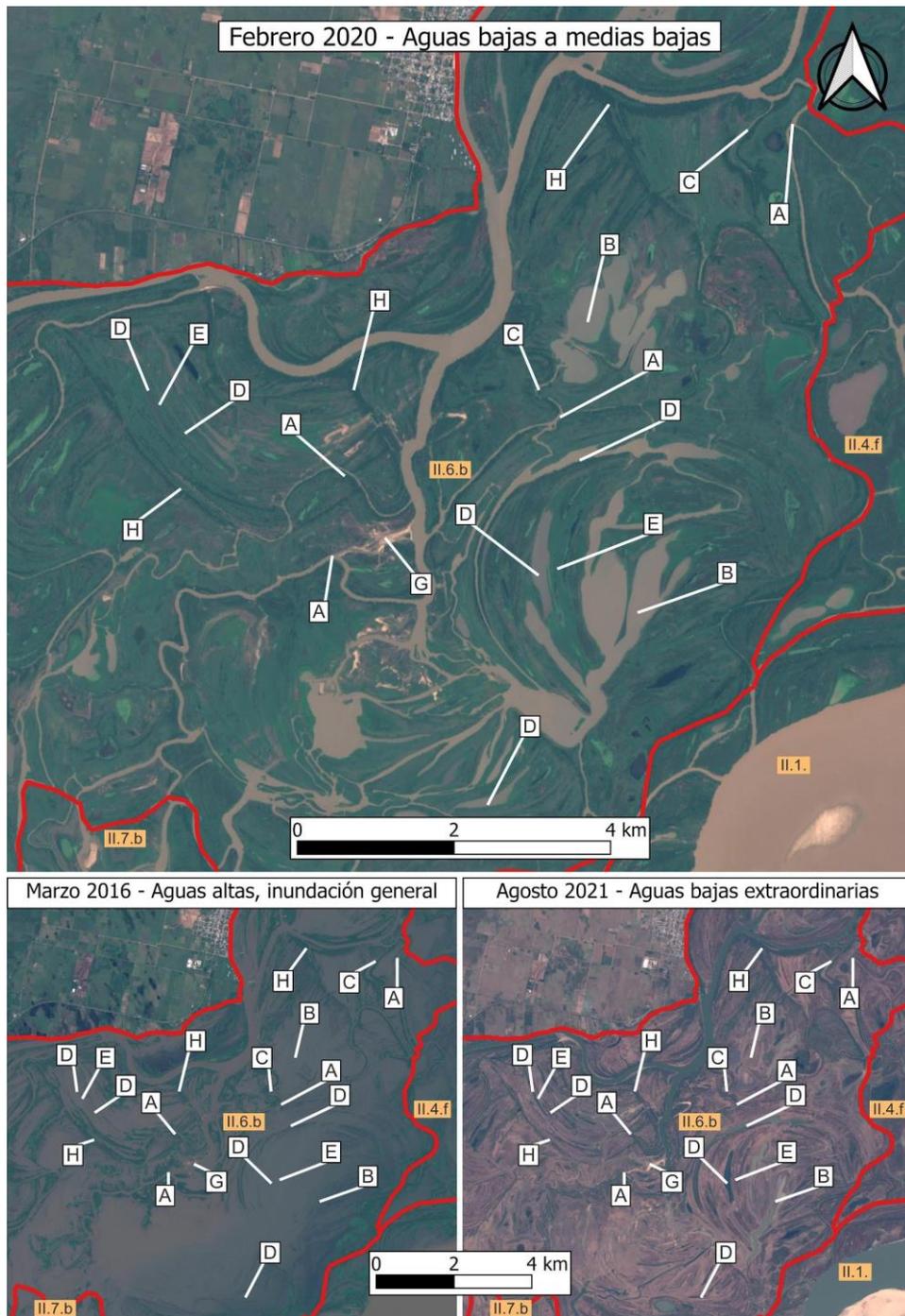
El Parque Provincial Cayastá, con 300 hectáreas de extensión, se ubica en islas contiguas a las ruinas de Cayastá, sitio arqueológico donde se fundó primariamente la ciudad de Santa Fe.

3.3.6.o. Tipología de humedales

- A Cauces menores
- B Lagunas y bañados de forma irregular

- C Lagunas en cauces colmatados
- D Lagunas y bañados entre espiras y albardones bajos
- E Albardones bajos, espiras y bañados con carrizales y pajonales
- F Campos de praderas y pajonales o arbustales
- G Derrames areno-limosos con bosques secundarios
- H Albardones con bosques maduros

3.3.6.p. Vistas en planta

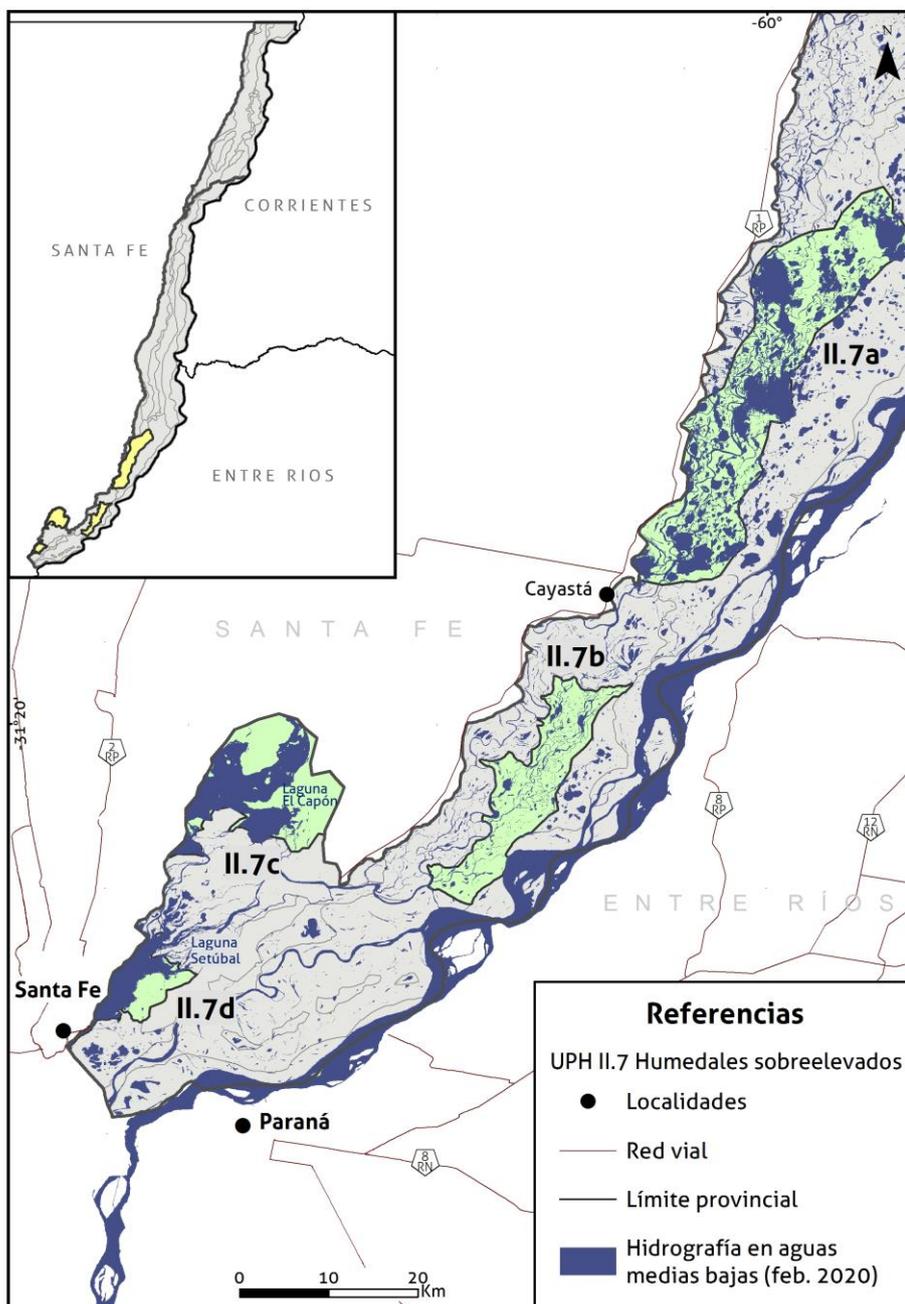


Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH2. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo.

3.3.7. UPH II.7: Humedales en Planicie Multilagunar con Grandes Lagunas

3.3.7.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Son cuatro polígonos en jurisdicción santafesina de los cuales el ubicado más al Norte se desarrolla entre los paralelos $30^{\circ}46' S$ y $31^{\circ}11' S$ en torno a Cayastá por unos 50,2 km. El ancho máximo es de 10 km a la altura de la isla El Verde, y el mínimo en la localidad de Helvecia con unos 5,2 km. El polígono b se extiende por 29,2 km en sentido NE-SO desde el paralelo $31^{\circ}17' S$ al Norte hasta el paralelo $31^{\circ}31' S$ aguas abajo del A° Mendieta. El ancho máximo está situado en el área central y comprende unos 7,1 km, mientras que el mínimo se ubica en el extremo Norte con 0,4 km de anchura. El polígono c comprende principalmente la laguna El Capón y la desembocadura del A° Saladillo al Norte. Es un área circular de aproximadamente 6,8 km de radio. El polígono d, finalmente, incluye la laguna Setúbal y el sector ubicado a su margen izquierda en una faja que posee 10 km de longitud en sentido NE-SO y un ancho máximo de 6,3 km en el extremo NE y de 0,3 km en el extremo SO.



3.3.7.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

No se identifican caminos secundarios ni asentamientos en los polígonos a y b, mientras que en el polígono c aparecen accesos provenientes de las localidades ubicadas en la UPH II.9 en torno a la Ruta Provincial N° 1 y ocupaciones en la margen izquierda relacionadas con ladrilleras, áreas de préstamo, cría de animales, etc.

3.3.7.c. Paisaje

Mosaico de humedales.

3.3.7.d. Fisonomía

Debido a la frecuencia y permanencia de agua que caracteriza esta unidad, su fisonomía está dominada por extensos carrizales, pirizales, juncuales, cataizales y distintos camalotales flotantes o arraigados que cubren la superficie de lagunas y bañados, mientras que por pajonales de “paja brava” en los sectores algo más elevados. En las márgenes de las lagunas, así como en muchos tramos de diferentes cauces abundan las praderas arraigadas flotantes de canutillos y catay. Los bancos, en general son colonizados por especies herbáceas acuático-palustres, y en los ya evolucionados a islas aparecen bosques ralos de especies leñosas pioneras. En los albardones de los cauces se pueden hallar bosques maduros, en algunos casos dominados por “sauces”, en otros, por diferentes especies en forma conjunta.

3.3.7.e. Elevación, topografía

Por sus características, los polígonos a y b conforman un grupo diferenciado de los polígonos c y d, en tanto la superficie lagunar no es tan importante como en las otras. Así, el umbral de cotas para el polígono a va desde los 18 a 21 m, lo que resulta en una pendiente media de 4 cm/km ubicándose en los desniveles de segundo orden por debajo de la UPH II.1., pero por encima del resto de las UPH. Para el polígono b, el desnivel general va entre los 15 y los 17 m IGN, con una pendiente media de 7 cm/km. En términos relativos, la unidad se ubica un orden por debajo de la II.1. y por encima del resto en la sección.

El otro grupo de polígonos, que involucran una gran parte de su superficie ocupada por cuerpos de agua, el polígono c presenta niveles homogéneos en torno a 15 m con bajos desde los 13 m, mientras que para el d los niveles son homogéneos alrededor de los 16 m con bajos desde los 13 m. En términos relativos, ambas áreas aparecen en los niveles relativos inferiores si se trazan transversales en torno al Km 640 para el polígono c y en el eje Santa Fe-Paraná para el polígono d.

Con relación a desniveles internos, los máximos son de casi 1 m entre las crestas de albardones y los perímetros lagunares, sin considerar desde aquellos hasta el fondo de los cauces menores, donde la amplitud del relieve local es mayor. Las lagunas son someras, en general de menos de 4 m en aguas medias. En los polígonos c y d aparecen relieves aislados a modo de remanentes erosivos de pocas hectáreas de superficie que alcanzan alturas de 3-4 m sobre el nivel de aguas medias localmente denominados “islotos”, que se vuelven más frecuentes hacia el N fuera del SPH, al sur del Bajo de los Saladillos.

3.3.7.f. Geomorfología

De acuerdo a la revisión del mapa de unidades geomorfológicas y descripciones hechas por Ramonell (2021), ocho geoformas fluviales componen esta UPH, tal como se las detalla más abajo en o (Tipología de humedales). Las más abundantes en extensión superficial son las lagunas y bañados de forma redondeada e irregular coalescentes (que llegan a formar extensos

“enlagnamientos” en niveles de aguas medias-altas) y las grandes lagunas (e.g., Setúbal, El Capón).

3.3.7.g. Tipo de sustrato, suelos

Siguiendo la predominancia areal de las diferentes geoformas y los aportes de sedimentos finos durante las inundaciones, el sustrato superficial más extendido es de arcillas y limos arcillosos. Los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Fluventes y Aquentes.

3.3.7.h. Dinámica hídrica

Los tres tomos de la obra editada por Paoli y Schreider (2020, 2021) contienen información hidrológica pormenorizada de los últimos ca. 120 años. La dinámica hídrica de la UPH está regulada de manera indirecta por el cauce principal del río Paraná y sus desbordes (sólo un curso menor, el A° Mendieta del polígono b, posee conexión directa con aquél). Cauces secundarios de diferente tamaño de UPH contiguas aportan aguas a los numerosos cursos de la unidad y a las grandes lagunas, en especial el río San Javier, el A° Leyes y sus redes de cauces menores interconectados.

El régimen de pulsos del río presenta una fase anual de crecida (con inundación generalizada de la UPH al menos cada 2 a 3 años, en términos estadísticos) que ordinariamente tiene sus máximos entre febrero y marzo, aunque también pueden acontecer en el lapso junio - julio en algunos años. El estiaje o fase de aguas bajas anual normalmente comprende los meses de agosto y septiembre.

La permanencia temporal del fenómeno de inundación fluvial es mayor en esta UPH que en la UPH I.1, devenida de su carácter topográficamente deprimido en relación a ella. En estas ocasiones se forman los extensos “enlagnamientos” de los polígonos de la unidad que carecen de grandes lagunas, y su red hidrográfica de cursos menores se desdibuja.

3.3.7.i. Calidad de aguas

El límite sur de esta unidad (al menos el sector incluido en este estudio) coincide con el canal de acceso al puerto de la ciudad de Santa Fe. Además de las grandes lagunas en el sector central de la planicie, la laguna El Capón y la laguna Setúbal son las más emblemáticas dado que se encuentran en el borde oeste en el límite de la planicie. Si bien no existe información local, al ser receptora de las aguas del sistema de los Saladillos Dulce y Amargo de desarrollo en el centro-este santafesino, el agua de la laguna El Capón se presume posee una salinidad de moderada a elevada (dependiendo de la condición hidrológica y de su conexión al acuífero freático) en comparación con las aguas representativas del curso principal y cauces interconectados al mismo.

Por estar a orillas de la ciudad de Santa Fe, colindante con zonas densamente pobladas y ser utilizada con fines recreativos, la calidad del agua de la laguna Setúbal tiene especial interés. En su margen derecha descargan conductos pluviales que recibirían efluentes cloacales en forma clandestina. Se encontraron bajos índices de contaminación bacteriana aún con niveles hidrométricos variables (Huerta et al. 1999), cuando el máximo de *Escherichia coli* fue 43/100 ml y el de coliformes termotolerantes 93/100 ml. Sin embargo, determinaciones recientes entre septiembre de 2019 y febrero de 2020 tanto en agua como sedimentos mostraron la baja calidad bacteriológica de la laguna atribuida a lluvias intensas y el aumento del nivel hidrométrico hacia el final del período de muestreo. La materia orgánica predominante que llega a la laguna por margen derecha sería de origen no fecal. El sedimento y su materia orgánica asociada actúan como reservorio de las bacterias, y los microorganismos potencialmente patógenos pueden acumularse en sedimentos (Gonzalez et al. 2021).

Los indicadores de calidad de aguas a lo largo de la margen derecha de la laguna Setúbal (donde descargan efluentes antrópicos y las aguas del sistema de los Saladillos) son notoriamente diferentes de los de margen izquierda (donde se recuestan las aguas que aporta el sistema del A° Leyes cuyas aguas tienen una calidad similar a las del CP) (José de Paggi y Devercelli 2011). En la margen derecha la salinidad es más del doble que la de la de margen izquierda, mientras que los nutrientes (NO_3^- , NO_4^+ y TP), el pH y el OD son similares en ambas márgenes, aunque existen variaciones más o menos significativas de acuerdo al estado hidrológico. Esto ocurre hasta el estrechamiento de la laguna, a partir del cual se convierte en el río Santa Fe. En dicho sitio, entre 2011 y 2018 la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación tomó mediciones esporádicas de parámetros de calidad de aguas (disponibles en el Sistema Nacional de Información Hídrica). La situación más crítica respecto al OD se registró el 19/4/2012, con una concentración de 4,5 mg/l cuando el caudal en el sitio fue la mitad del promedio para la sección monitoreada. Las variaciones estacionales de los parámetros son las usuales experimentadas en otros cursos de agua del sistema.

3.3.7.j. Biodiversidad

Esta unidad está caracterizada por grandes lagunas como su mayor particularidad, posee una fauna de peces muy variada, donde resulta particularmente abundante el sábalo (*Prochilodus*), aunque también una importante diversidad de characiformes y siluriformes, incluyendo bagres (*Pimelodus*), armados (*Peterodoras*, *Oxyodoras*), bogas (*Megaleporinus*), entre otras especies. Estas lagunas principalmente las del sistema Setúbal, San Pedro, que es influenciada por el curso del arroyo Saladillo, y poseen mayor salinidad, constituyen sectores que en condiciones de bajantes pueden albergar importantes cantidades de flamencos (*Phoenicopterus chilensis*), así como cisnes coscoroba (*Coscoroba coscoroba*) y cisnes cuello negro (*Cignus melacoryphus*). En épocas primavera-estivales se registran importantes concentraciones de chorlos y playeros (*Calidris*, *Tringa*, *Limosa*, *Pluvialis*) migradores del hemisferio norte. También son frecuentes los rayadores (*Rynchops nigra*). Los bosques pioneros de sauzales y alisales son dominantes en esta unidad, también las sabanas con espinillares.

3.3.7.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

Las grandes inundaciones tienen un efecto importante en las comunidades biológicas, y aunque en cierta forma son destructivas de vegetación y fauna, que se ve sometida a un estrés extremo, el aporte de nutrientes, alevinos de peces e incluso semillas y vegetación en embalsados constituye un elemento fundamental en la dinámica del sistema.

El oleaje y variaciones de niveles hidrométricos suelen tener influencia en el modelado de las márgenes de las lagunas, como fuera demostrado por Paira (2017). Al respecto, Ramonell (2021) indica la importancia del fenómeno en las márgenes oeste, sobre todo, de las grandes lagunas, en los que el oleaje producido por los vientos ordinarios y extremos del sur labra acantilados de baja altura y produce deriva de arenas de playa en sus costas; estos procesos erosivos conducen a que partes de los lechos de las grandes lagunas estén conformados por sedimentos antiguos (del Pleistoceno) del SPH contiguo al oeste del que se trata, o cubiertos en sectores por un reducido espesor de sedimentos lagunares modernos.

De hecho, las riberas del oeste de la laguna Setúbal están resguardadas de la erosión lagunar por estructuras de defensa particulares o de gestión pública donde hay concentración habitacional urbana o suburbana.

Otro factor de disturbio notable en dos polígonos (c y d) de la UPH se vincula al veloz proceso de cambio morfológico relativamente reciente del delta formado por el A° Leyes, cuya superficie se duplicó, prácticamente, respecto de la que tenía hace ca. 50 años, a expensas de la transformación en islas y cauces deltaicos de áreas que previamente eran propias de las

lagunas El Capón y Setúbal (la última de las cuales disminuyó en ca. el 50 % de su superficie pre-gran crecida de 1982-83, por las sedimentaciones vinculadas a la expansión del delta) (Ramonell 2021, FICH 2022).

3.3.7.l. Funciones ecosistémicas

Captura de sedimentos, provisión de nutrientes y hábitats para la biodiversidad, especialmente de peces, corredor biológico para especies tropicales. Amortiguación de excedentes hídricos y oleaje, provisión de fuentes de agua para la biodiversidad y ganadería.

3.3.7.m. Usos

Estas lagunas son muy utilizadas cerca de los centros poblados como Santa Fe para actividades de esparcimiento y náuticas, que van desde canotaje, navegación, pesca, navegación a vela, kite y otros deportes náuticos. La pesca es una actividad que se mantiene en estos sectores, y además en Santa Fe existen balnearios habilitados. Los sectores alejados de las ciudades poseen ganadería. En la laguna Setúbal, se han realizado dragados profundos en su lecho para la extracción de arenas para el alteo y terraplenado de decenas de hectáreas de terreno y construir las playas de los balnearios referidos.

3.3.7.n. Amenazas

En sectores cercanos a ciudades importantes como Santa Fe las amenazas están constituidas por el uso intensivo de las playas y ecosistemas acuáticos que reciben importantes cantidades de basura y efluentes con contaminantes por los desagües pluviales. La sobrepesca, cacería, terraplenes, pueden ser otras amenazas locales. Se ha registrado una importante cantidad de macro y microplásticos en la Laguna Setúbal, que ya están siendo detectados en el estómago de los peces y están afectando a la biodiversidad en general (Blettler et al. 2020). Los sitios precisos donde se han realizado dragados para la extracción de arenas carecen de reposición natural desde aguas arriba, resultando en una profundización local artificial y anómala de las cotas del lecho lagunar.

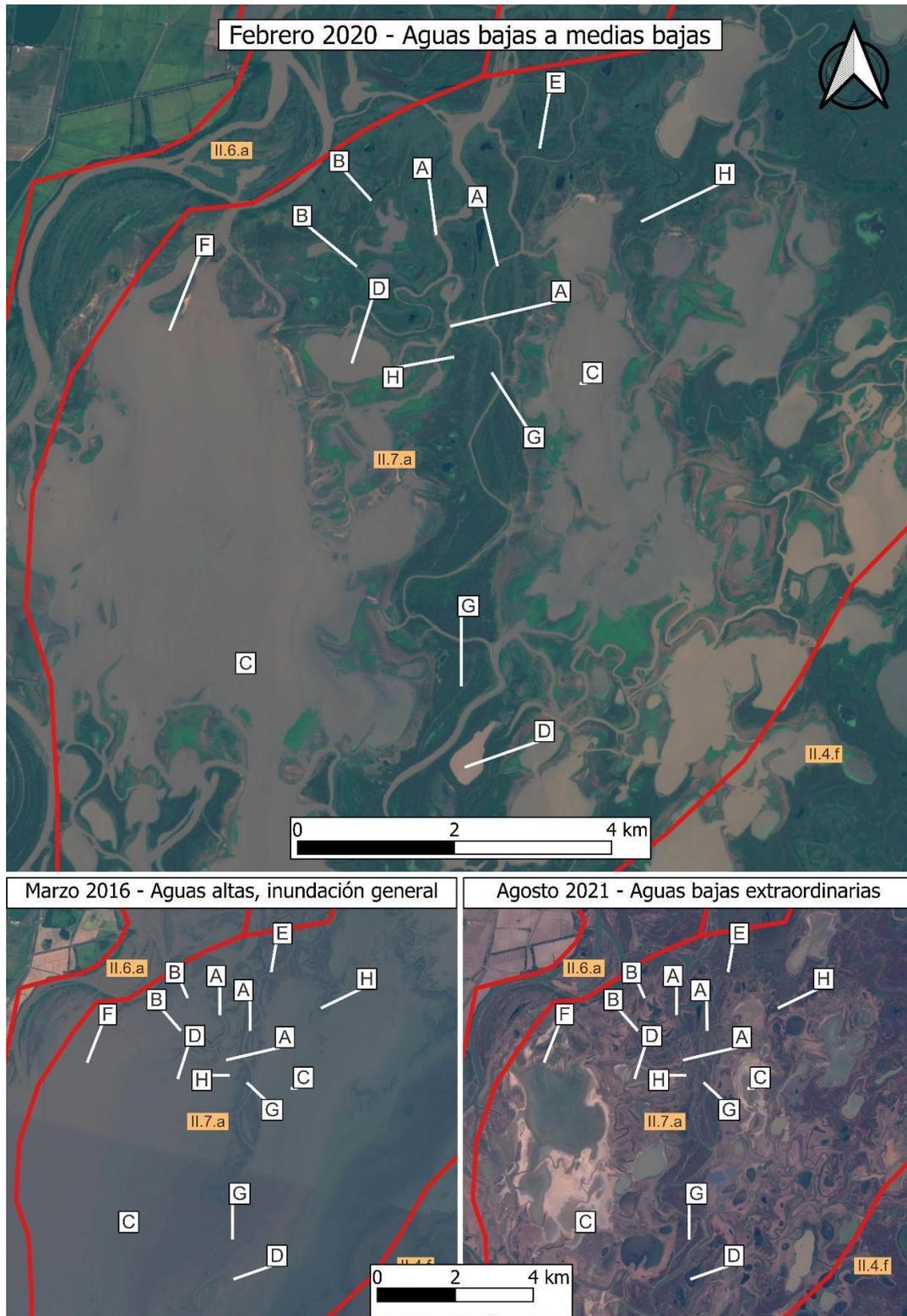
3.3.7.ñ. Conservación

No existen áreas protegidas en este sector, aunque sí un proyecto para proteger el “subsistema” de la Laguna Setúbal, que no ha prosperado aún.

3.3.7.o. Tipología de humedales

- A Cauces menores
- B Lagunas y bañados en cauces abandonados
- C Grandes lagunas
- D Lagunas y bañados de forma redondeada e irregular
- E Lagunas y bañados entre espiras
- F Bancos con hidrófitas y bosques pioneros
- G Albardones bajos, espiras y bañados con carrizales y pajonales
- H Campos de carrizales, pajonales y arbustales

3.3.7.p. Vistas en planta

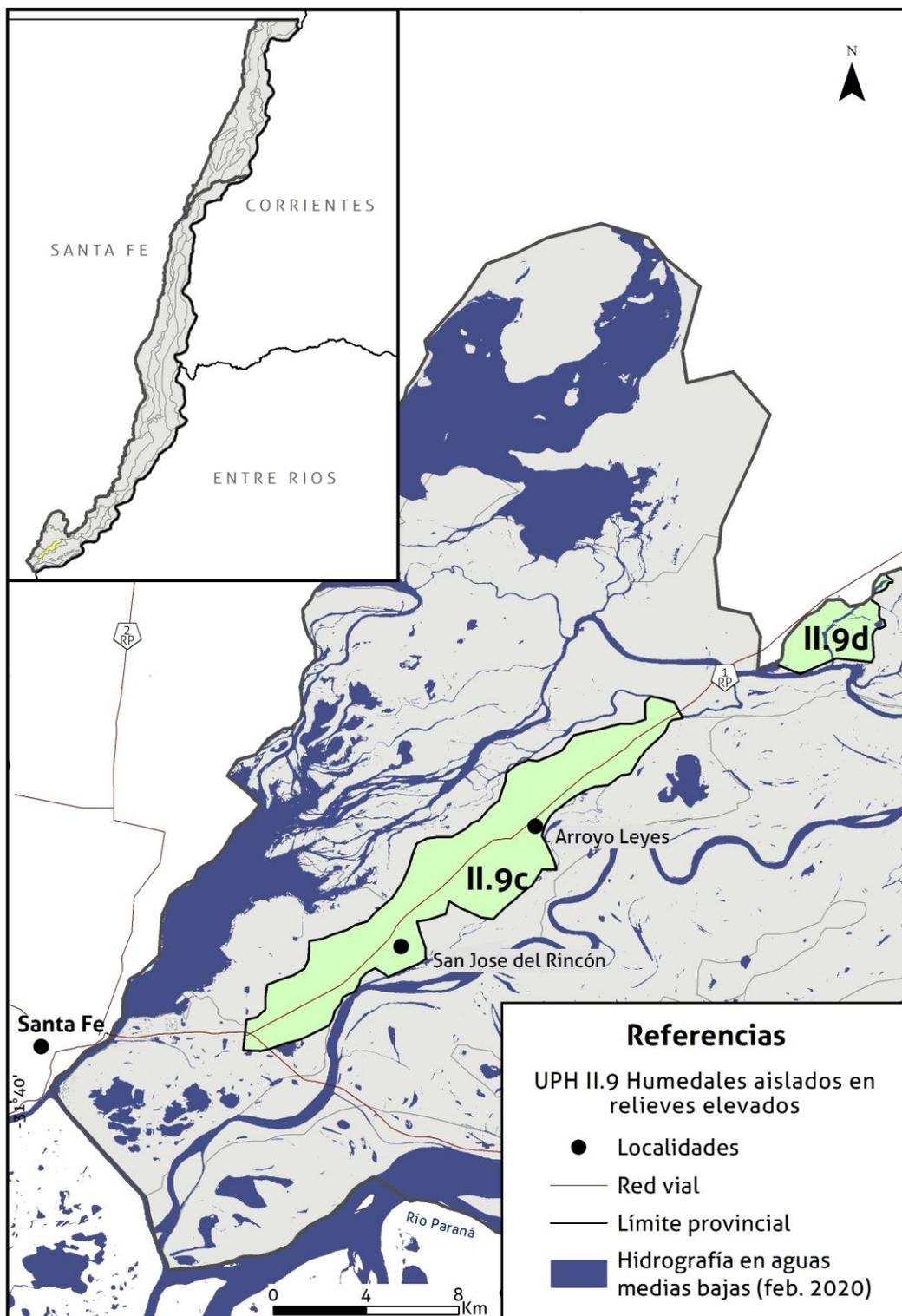


Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH2. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo.

3.3.8. UPH II.9: Humedales Aislados en Relieves Elevados

3.3.8.a. Localización geográfica, límites y jurisdicción administrativa

Se desarrolla en dos áreas del territorio santafesino en torno al A° Leyes, entre el paralelo 31°23' S al NE y el eje de la Ruta Nacional N° 168 al SO, por 30 km. El ancho máximo es de 3,6 km y el mínimo de 0,9 en torno al A° Potrero.



3.3.8.b. Demografía, acceso y ocupación de la tierra

El polígono b tiene caminos de acceso desde la Ruta Provincial N° 1, uno de los cuales concluye en un asentamiento menor sobre la margen derecha del A° Leyes. El polígono c, por su parte, es el más ocupado de todas las UPH, debido a que en torno a la Ruta Provincial N° 1 se desarrollaron urbanizaciones consolidadas con caminos asfaltados y vecinales en casi toda el área, cuya densidad se concentra principalmente sobre la vía principal y disminuye hacia las márgenes. En ese sector se ubican el distrito Colastiné Norte y las localidades de San José del Rincón y A° Leyes.

3.3.8.c. Paisaje

Matriz terrestre con humedales.

3.3.8.d. Fisonomía

La fisonomía de esta unidad está dominada por sabanas y pajonales de “paja brava”. En algunos sitios ocurren praderas de gramilla y en las lagunas distintas comunidades de especies acuático-palustres. Se pueden hallar, en sectores más elevados, pequeños parches de bosques ribereños en diferente estado de desarrollo, abundantes espinillares y arbustales.

3.3.8.e. Elevación, topografía

Los polígonos b y c presentan cotas mínimas en torno a los 15 m y máximas de algo más que 17 m, ubicadas en torno a la Ruta Prov. N° 1 y con variaciones internas. Estos polígonos se ubican por encima del resto de las UPH en una misma sección transversal de la planicie aluvial. Internamente, la amplitud ordinaria del relieve en ellos oscila entre los 2 m y 4 m en distancias de 1 km o menos.

3.3.8.f. Geomorfología

De acuerdo a Ramonell (2021), estos son vestigios de unidades geomorfológicas sobre-elevadas dentro de la planicie aluvial, antiguas en consideración de su edad geológica, por lo que se trata de remanentes de paleoformas originalmente más extendidas en el área que han sido erosionadas por el río Paraná desde que se estableció la dinámica fluvial que gobierna en la planicie aluvial hasta la actualidad.

Los remanentes de los polígonos b y c se corresponden con los de un antiguo campo de dunas longitudinales de génesis eólica formado a fines del Pleistoceno superior, que alojan humedales naturales en los espacios de interduna, con una orientación característica NO-SE. Ésta se torna más evidente en cartografía topográfica de detalle antes que en imágenes aéreas, excepto al término de lluvias abundantes o por asomos del nivel freático durante grandes crecientes del río Paraná, por el aumento en la extensión y coalescencia de aquellos humedales.

3.3.8.g. Tipo de sustrato, suelos

En los polígonos b y c las arenas eólicas originales del paisaje con humedales están cubiertas mayormente por sedimentos areno-pélticos de inundación fluvial (Ramonell, 2021), y los suelos corresponden a un mosaico dominado por los subórdenes de los Psamentes y Ortentes.

3.3.8.h. Dinámica hídrica

La dinámica hídrica superficial de los polígonos de la UPH está principalmente regulada por lluvias locales intensas o más o menos ordinarias, en este caso en correspondencia con niveles freáticos altos, que están determinados por niveles hidrométricos importantes con cierta permanencia de meses del río Paraná.

Los polígonos b y c incrementan sus humedales durante esos eventos de gran magnitud de nivel y, sobre todo, duración por afloramiento del nivel freático. El más extenso de ambos, al sur del A° Leyes, cuenta con un sistema de terraplenes de defensa de inundación desde los años '90 que ha impedido que el río Paraná cubra con aguas de desborde la mayor parte de su superficie, como ocurrió durante la gran crecida de 1982-83 (y podría haberse repetido durante la creciente algo menor de 1998, que indujo a que el nivel freático se ubicara a escasos decímetros o centímetros de buena parte de sus terrenos, aflorando en varios).

Así, el régimen de pulsos del río Paraná incide en estos polígonos con humedales más o menos dispersos con sus fases de crecidas importantes y aún de estiaje, que normal y anualmente comprende los meses de agosto y septiembre (Paoli y Schreider 2020, 2021).

3.3.8.i. Calidad de aguas

Un sector importante de esta unidad lo ocupa una franja a lo largo de la Ruta Provincial No. 1 desde la localidad de La Guardia al SO y el entorno del A° Leyes en el NE, en la provincia de Santa Fe. A lo largo del límite este y parte del oeste se encuentran terraplenes de defensa contra inundaciones, mientras que las aguas pluviales se acumulan en bajos y depresiones naturales. Esta franja se conecta hidráulicamente con la planicie y ríos circundantes en forma subterránea y mediante algunos desagües. Está densamente poblada, sin servicios de cloacas ni desagües pluviales, y su acuífero freático, conformado por materiales muy porosos de origen fluvial está conectado con los cursos de agua que la rodean, posiblemente aportando contaminación de origen antrópico.

En algunos sectores proliferan frutillares y cultivos de hortalizas en medio de nuevas urbanizaciones, se desconoce el destino de los agroquímicos utilizados en las plantaciones y la cuantificación en el ecosistema.

En ambientes pantanosos de reducida extensión donde proliferan macrófitas flotantes y enraizadas, se ha medido una concentración de OD entre 4,9 y 6 mg/l en verano (temperatura entre 26,2°C y 27,1°C) y 9,4 y 11,3 mg/l en invierno (temperatura entre 11,1°C y 12,3°C) (Hadad y Maine, 2007), aunque la cantidad de nutrientes (fósforo y nitrógeno) no fue estadísticamente distinta entre estaciones.

3.3.8.j. Biodiversidad

Esta unidad es muy particular en relación a todas las analizadas, constituyendo sectores arenosos elevados, poco inundables en general, que presentan como hábitats naturales pastizales, praderas y espinillares. Las lagunas son pequeñas y redondeadas con juncuales, cataizales y camalotales, y en general no poseen comunidades de peces y aves muy diversas. Se destaca que en los arenales habita una especie endémica de tuco-tuco (*Ctenomys yolandae*), especie que se ha visto favorecida por los terraplenados antrópicos frecuentes en esta unidad.

3.3.8.k. Dinámica ecológica y régimen de disturbios

Las inundaciones extremas pueden afectar a parte de esta unidad, aunque existen terraplenados que evitan tales inundaciones en el polígono c. Esta es un área de elevada intervención antrópica, con pérdida y transformación de hábitats de humedales naturales por un rápido proceso de urbanización más o menos controlado desde una perspectiva ambiental integral.

3.3.8.l. Funciones ecosistémicas

Amortiguación de excedente hídricos, provisión de fuentes de agua para la biodiversidad y ganadería.

3.3.8.m. Usos

Estos albardones arenosos poseen municipios y comunas como Rincón y Arroyo Leyes, que se están urbanizando fuertemente, tanto con casas de fin de semana como con moradores permanentes. En algunos sectores se desarrollan cultivos de zanahoria, tomate, lechuga, repollo, entre otras verduras. También existe marginalmente ganadería y sectores con asentamientos de pescadores. Nace en esta unidad la Ruta Provincial N°1.

3.3.8.n. Amenazas

Las urbanizaciones y la infraestructura relacionada, caminos, terraplenes, basurales, plantaciones de exóticas, están entre las principales amenazas del lugar. El vertido de efluentes cloacales y otros contaminantes es también un problema a considerar. Los terraplenes y caminos generan modificaciones en el escurrimiento del agua y atropellamientos de fauna. Actividades como la pesca y la cacería son intensas en estos sectores, con estructuras de control y regulación deficientes.

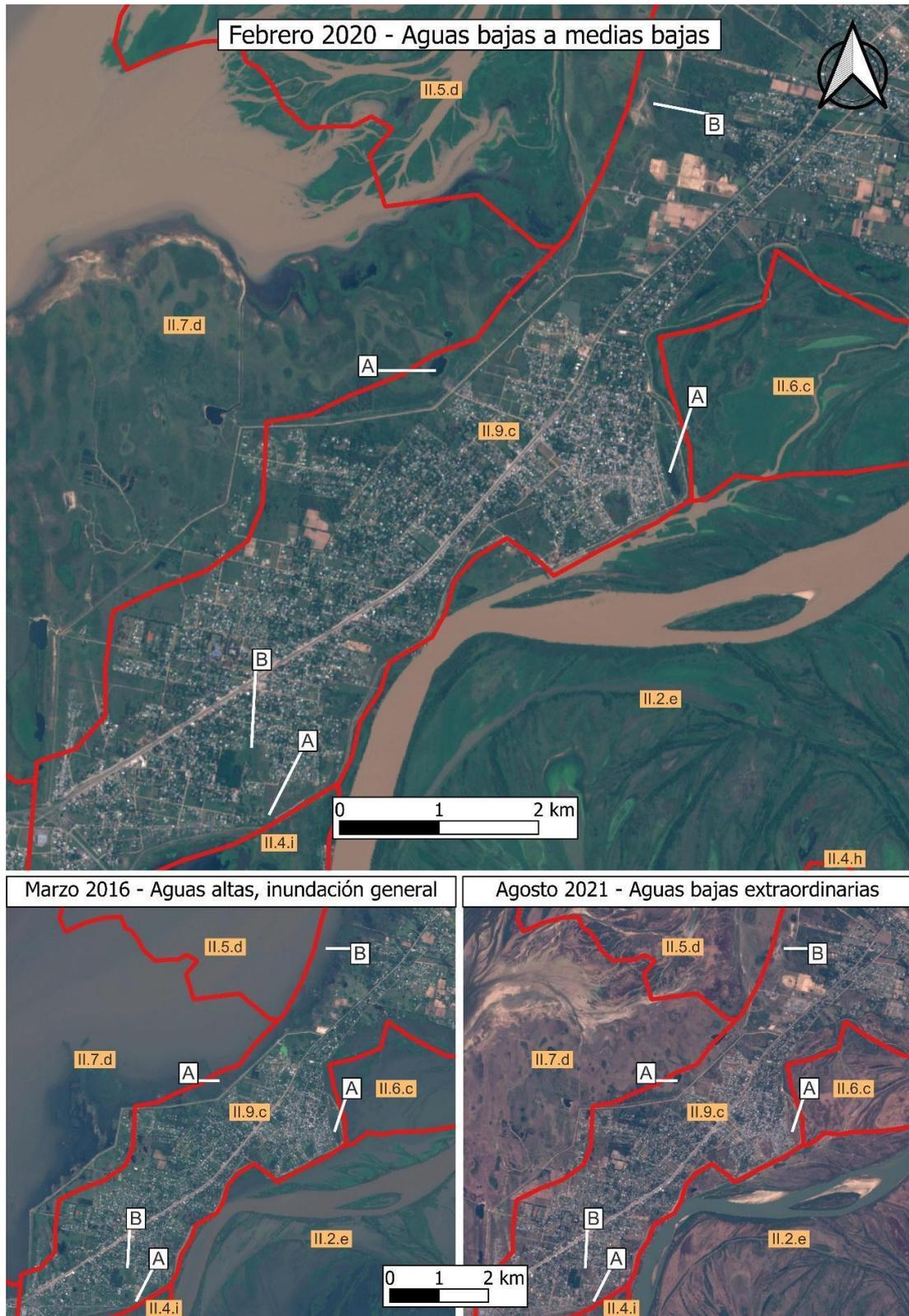
3.3.8.ñ. Conservación

No hay áreas protegidas en este sector. Existen algunos proyectos de áreas protegidas en torno a la laguna Setúbal que no han sido concretados.

3.3.8.o. Tipología de humedales

- A Lagunas o bañados artificiales
- B Lagunas y bañados de forma redondeada

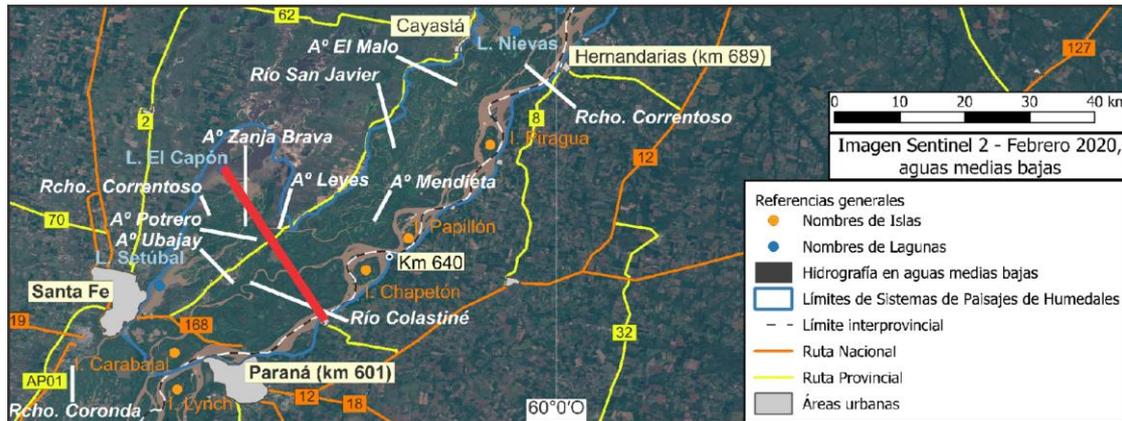
3.3.8.p. Vistas en planta



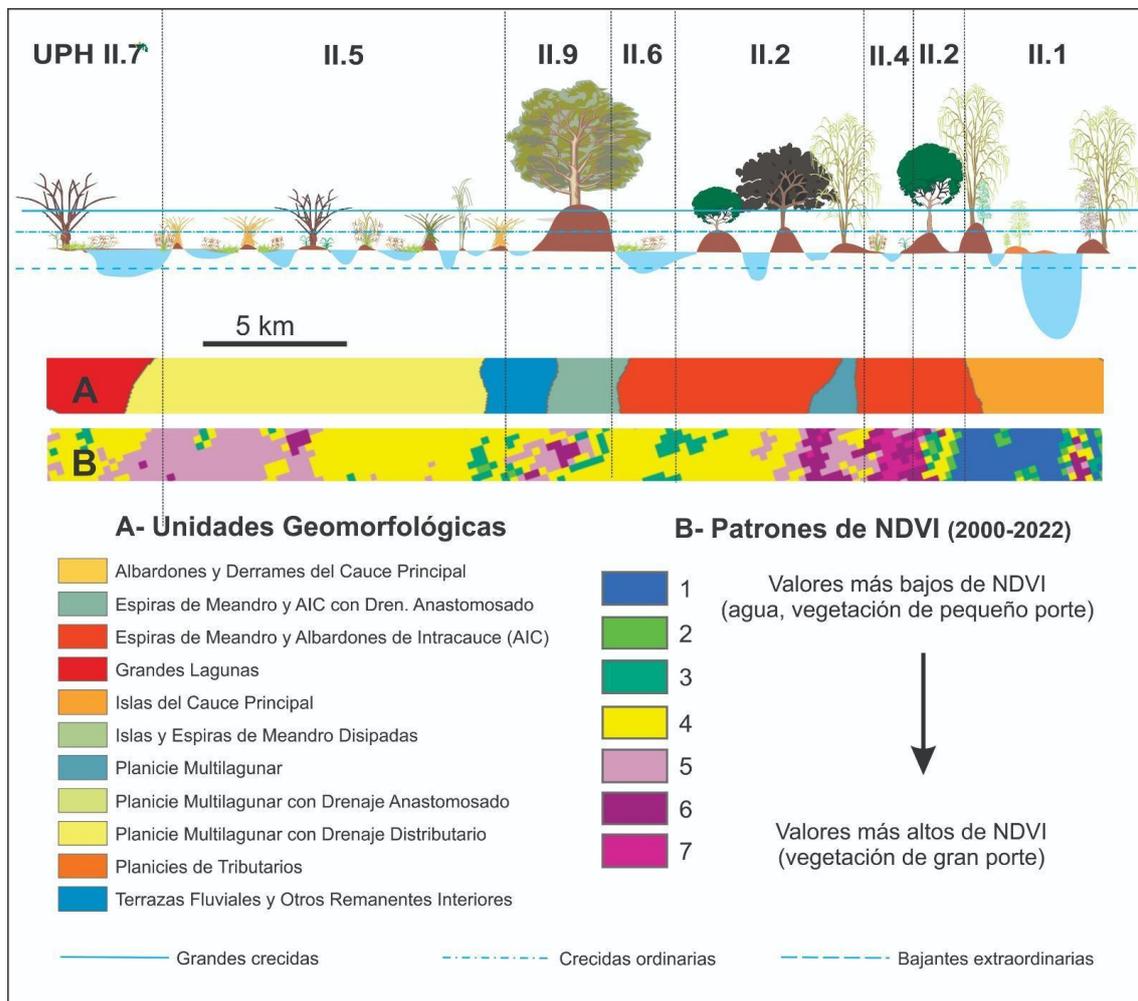
Vistas en planta ejemplificando la tipología de humedales (UH) de la UPH2. Los cuadros blancos indican tipos de UH y los cuadros naranjas la unidad de paisaje (UPH). La línea roja corresponde al límite con otra UPH colindante en el sector adoptado como ejemplo.

3.3.9. Perfil ecohidrogeomórfico del SPH Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria a los 31° 32' S (Lag. El Capón – Villa Urquiza)

Como síntesis gráfica de las principales propiedades de relieve/topografía general, geomorfología, fisonomías de vegetación (ilustrativas) dominantes, y patrones funcionales vinculados al comportamiento estacional/interanual fenológico e hidrológico de los humedales del SPH, la figura de abajo muestra, en términos comparativos *per se*, esos rasgos más o menos diferenciados en varias de las UPH descriptas precedentemente, según su disposición lateral a lo largo de una misma transecta perpendicular al eje de la planicie aluvial.



Ubicación del perfil ecohidrogeomórfico (línea roja).



4. CONSIDERACIONES FINALES

La elaboración del mapa de Unidades de Paisaje de Humedales (UPH) resultó de la adaptación de la metodología propuesta por Kandus y Minotti (2018) que constituye la base técnica del Documento Marco para el desarrollo del Inventario Nacional de Humedales de Argentina a una zona definida por la Fundación Humedales en acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, que fue ampliada al contexto de los límites reales de los Sistemas de Paisajes de Humedales involucrados (Minotti et al. 2013) que fueron, a su vez, revisados en extensión (o ubicación de límites) y re-denominados.

Junto al trabajo de Kandus et al. (2019), este aporte suma al inventario de las UPH del río Paraná en buena parte de su extensión en territorio nacional, volviéndose necesaria una equiparación de nomenclaturas de un par de ellas a uno y otro lado del eje Santa Fe – Paraná, ya que los criterios adoptados para su identificación y delimitación fueron idénticos.

De esta manera, la UPH Humedales del Cauce Principal (II.1, en Figura 3.1.1.B) identificada y así nombrada en este trabajo se continúa inmediatamente al sur de tal eje geográfico en la UPH “Humedales de fajas de espiras del Paraná y sus distributarios” de Kandus et al. (2019).

A su vez, la UPH “Humedales en Planicie Multilagunar” de tal zona (II.4.i, en Figura 3.1.1.B) equivale a la UPH “Humedales de albardones y derrames del Paraná” de esas autoras.

Con algunas contribuciones suplementarias a las consignadas en los trabajos antecedentes, la metodología empleada en este trabajo brinda una nueva experiencia para el desarrollo de inventarios de humedales en zonas dominadas por paisajes de humedales.

En tal sentido, las principales aportaciones se vinculan a la naturaleza de los límites de las UPH y el modo de denominarlas, así como la de nombrar a las Unidades de Humedales y su forma de presentarlas de manera sucesiva en un orden que considera la posición topográfica que cada emplazamiento de UH tiene dentro de una UPH particular, desde la de más baja altura a las de mayor elevación relativa (en otras palabras, un orden que indica el comienzo y la permanencia de la inundación o anegamiento por cada UH, en la forma consecutiva que se las enlista).

La incorporación de parámetros vinculados a la calidad de aguas de este sistema fluvial es otra de las contribuciones sumadas por el informe. Independientemente de la naturaleza más o menos diferencial que estos puedan mostrar en el río Paraná, la inclusión de tales descriptores en futuros procesos de inventario es altamente conveniente y necesaria.

La identificación y delimitación de Unidades de Paisaje de Humedales se logró considerando numerosos antecedentes académicos y técnicos disponibles sobre el área de análisis, así como el conocimiento experto (del área) y la interdisciplinariedad del equipo de especialistas, más la participación de varios de ellos en procesos previos del INH.

En esa vía, en este trabajo convergieron varias especialidades técnicas y académicas (e.g., geografía física, geomorfología, ecología del paisaje, hidrología, biodiversidad, teledetección y sistemas de información geográfica), conjugadas en una formación mínima sobre el enfoque ecohidrogeomórfico que requieren los ambientes particulares de los humedales.

En suma, en este inventario se identificaron y delimitaron 17 Unidades de Paisaje de Humedales entre el paralelo de 28° S y el eje Santa Fe - Paraná. La mayoría está representada como parches espacialmente discontinuos en cada uno de los SPH, totalizando medio centenar de polígonos en toda el área de análisis, dispuestos en forma más o menos paralela al eje de la planicie aluvial y su eje principal, pero no exclusivo, estructurador hidrosedimentológico, el cauce principal. En territorio de la provincia de Santa Fe las UPH suman 16 y los polígonos, 44.

Si bien varias de las UPH tienen en común ofertas de emplazamiento ecohidrogeomórfico a escala de sitio (o Unidades de Humedal, UH) similares, las cartografiadas difieren en la predominancia relativa de las UH que fueran comunes, y en su funcionalidad en lo que atañe a su dinámica hídrica bien de aguas bajas, medias y/o de inundación, sus patrones de vegetación dominantes y, de ahí, sus particularidades de biodiversidad, funciones, amenazas y régimen de disturbios.

De este modo, independientemente de sus superficies intrínsecas en relación a la del área completa mapeada, las diferentes UPH permiten abordar una gestión territorial diferenciada siguiendo propósitos de conservación y de planificación de usos o desarrollos sostenibles en este ambiente, muchas veces empequeñecido en su concepción administrativa (gubernamental) cuando se lo simplifica bajo la denominación popular, pero homogeneizadora, de “la isla” o “las islas” del Paraná, a todas luces contraria a la heterogeneidad bien documentada que lo caracteriza.

5. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alarcón, J.J.; R.N. Szupiany; M.D. Montagnini; H.E. Gaudin; H.H. Prendes y M.L. Amsler. 2003. Evaluación del transporte de sedimentos en el tramo medio del río Paraná. Primer Simposio Regional Sobre Hidráulica de Ríos. Ezeiza, Argentina. (En CD).
- Alberdi, R., y C. G. Ramonell. 2013. Evaluación de cambios morfométricos recientes en cauces menores del Río Paraná Medio. Sexto Simp. Reg. sobre Hidráulica de Ríos, Memorias CD, 15 pág. Santa Fe.
- Alberdi, R., C. G. Ramonell y M. S. Pereira. 2018. El tramo medio del río Paraná: sus límites, extensión y variabilidad hidrográfica. Revista del Instituto Geográfico Nacional, Nº 9: 4 – 9. Buenos Aires.
- Amsler, M.L. 2006. Evolución de la carga de lavado en el Alto Paraná (1968-2004). Incidencia sobre las sedimentaciones en la planicie aluvial del Paraná Medio. III Congreso Iberoamericano sobre Control de la Erosión y los Sedimentos. CICES. Buenos Aires, Argentina. (En CD).
- Amsler, M., E. Drago, E., y A. Paira. 2007. Fluvial sediments: main channel and floodplain interrelationships. In M. Iriondo, J. C. Paggi, & J. Parma (Eds.), *The Middle Paraná River: limnology of subtropical wetland* (pp. 123– 141). Berlin: Springer.
- Apodaca, M. J., L. Katinas, y E. L. Guerrero. 2019. Hidden areas of endemism: Small units in the South-eastern Neotropics. *Systematics and Biodiversity* 17: 425–438.
- Arana, M. D., E. Natale, N. Ferretti, G. Romano, A. Oggero, G. Martínez, P. Posadas y J. I. Morrone. 2021. Esquema biogeográfico de la República Argentina. Opera lilloana 56, Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.
- Archibald, S., C. E. R. Lehmann, C. M. Belcher, W. J. Bond, R. A. Bradstock, A. L. Daniau, K. G. Dexter, E. J. Forrestel, M. Greve y T. He. 2018. Biological and geophysical feedbacks with fire in the Earth system. *Environmental Research Letters* 13: 33003.
- Arzamendia, V. y A.R. Giraud. 2002. Lista y distribución de los ofidios (Reptilia: Serpentes) de Santa Fe, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 16:15-32.
- Arzamendia, V. y A.R. Giraud. 2004. Usando patrones de biodiversidad para la evaluación y diseño de áreas protegidas: las serpientes de la provincia de Santa Fe (Argentina) como ejemplo. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 335-348.
- Arzamendia, V. y A.R. Giraud. 2009. Influence of great South American rivers of the Plata basin in distributional patterns of tropical snakes: a panbiogeographic analysis. *Journal of Biogeography* 36: 1739-1749.
- Attademo, A.M. 2010. Diversidad de anfibios (Amphibia: Anura) en cultivos de soja de la República Argentina: implicancias en el control biológico de plagas. Universidad Nacional del Litoral. 173 pp.
- Attademo, A. M., Peltzer, P. M., Lajmanovich, R. C., Elberg, G., Junges, C., Sanchez, L. C., & Bassó, A. (2011). Wildlife vertebrate mortality in roads from Santa Fe Province, Argentina. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(3), 915-925.
- Barletta, M., A. J. Jaureguizar, C. Baigún, N.F. Fontoura, A.A. Agostinho, V. Almeida-Val, A. Val, R.A.Torres, L.F. Jimenes, T.Giarrizzo, N.N. Fabre, V. Batista, C. Lasso, D.C. Taphorn, M.F. Costa, P.T. Chaves, J.P.Vieira. y M.F.M. Correa. 2010. Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on Neotropical systems. *Journal of Fish Biology* 76: 2118-2176.
- Barquez, M.R., N.P. Giannini y M.A. Mares. 1993. Guía de los murciélagos de Argentina. Museo de Historia Natural de Oklahoma. Universidad de Oklahoma. 119 pp.

- Barquez, M.R., M.M. Díaz y R.A. Ojeda (eds.). 2006. Mamíferos de Argentina: sistemática y distribución. Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (SAREM), Tucumán. 359 pp.
- Beccaceci, M. 1994. A census of marsh deer in Ibera Natural Reserve, its Argentine stronghold. *Oryx* 29: 131-134.
- Bechara, J.A. y M.E. Varela. 1990. La fauna bentónica de lagunas y cursos de agua del sistema Iberá (Corrientes, Argentina). *Ecosur* 16: 45-60.
- Beltzer, A.H. y M.A. Quiroga. 2007. Birds. En Iriondo, M.H., J.C. Paggi y M.J. Parma (eds.): The Middle Parana River: limnology of a subtropical wetland: 363-377. Ed. Springer Verlag. Berlín.
- Benstead, P., M. Drake, P. José, O. Mountford, C. Newbold y J. Treweek. 1997. The Wet Grassland Guide: Managing Floodplain and Coastal Wet Grasslands for Wildlife. The Royal Society for the Protection of Birds. The Institute of Terrestrial Ecology and English Nature. U.K. 284 pp.
- Benzaquén, L., Blanco, D.E., Bó, R.F., Kandus, P., Lingua, G.F., Minotti, P., Quintana, R.D., Sverlij, S. y Vidal, L. (eds.). 2013. Inventario de los humedales de Argentina. Sistemas de paisajes de humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Proyecto GEF 4206 – PNUD ARG/10/003. ISBN 978- 987-29340-0-2.
- Benzaquén, L., G. Lingua, F. Firpo Lacoste y G. González Trilla. 2020. Documento Marco para el desarrollo del Inventario Nacional de Humedales de Argentina. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina, 56 pág. Buenos Aires.
- Bernardis, A. C., C. A. Roig y M. B. Vilches. 2005. Productividad y calidad de los pajonales de *Sorghastrum setosum* (Griseb.) Hitchc. en Formosa, Argentina. *Agricultura Técnica (Chile)* 65 (2): 177-185.
- Bérnils, R.S., A.R. Giraudo, S. Carreira y S.Z. Cechin. 2007. Répteis das porções subtropical y temperadas de Região Neotropical. *Ciencia y Ambiente* 35: 101-136.
- Biasatti, N. R., Rozzatti, J. C., Fandiño, B., Pautaso, A., Mosso, E. Marteleur G., Algarañaz, N., Giraudo, A. R. Chiarulli, C. Romano, M, Ramírez Llorens, P., Vallejos, Lucas L..2016. Las ecoregiones, su conservación y las Areas Naturales Protegidas de la provincia de Santa Fe. Ministerio de Medio Ambiente de Santa Fe. 244 pp.
- Blettler M., M.L. Amsler, L.A. Espinola, A.P. Rabuffetti, I. Ezcurra De Drago y E.E. Drago. 2019. Ecological relevance of anabranch confluences: Hydrological and morphological effects. *Ecohydrology*, 12:e2068. <https://doi.org/10.1002/eco.2068>
- Blettler, M.C., N.A. Garello, L. Ginon, E. Abrial, L.A. Espínola y K.M. Wantzen. 2019. Massive plastic pollution in a mega-river of a developing country: Sediment deposition and ingestion by fish (*Prochilodus lineatus*). *Environmental Pollution*, Volume 255, Part 3, 113348.
- Blettler, M. C. M., Abrial, E., Mitchell, C., y Espínola, L. A. 2020. El derrotero de la basura plástica en el río Paraná Medio. Pp: 193-207, en: Sbarbati Nudelman, N. Residuos plásticos en Argentina: su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular. 1a de. Volumen combinado. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: ANCEFN - Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2020.
- Bonetto, A.A. 1976. Calidad de las aguas del río Paraná: introducción a su estudio ecológico. Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables. Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas-Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. 202 pp.

- Bonetto, A.A. y C. Pignalberi. 1964. Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de los peces en los ríos mesopotámicos de la República Argentina. Comunicaciones del Instituto Nacional de Limnología No.1. Santo Tomé, Santa Fe.
- Bonetto, A. A.; E. Cordiviola de Yuan y O. Oliveros. 1971. Informaciones complementarias sobre migraciones de peces en la Cuenca del Plata. *Physis*, Buenos Aires, Argentina, 30(81): 505-520.
- Bonetto, A.A., E. Cordiviola de Yuan y C. Pignalberi. 1970. Nuevos datos sobre poblaciones de peces en ambientes leníticos permanentes del Paraná medio. *Physis* 30 (80):141-154.
- Bonetto, A.A., M. Canón Verón y D. Roldán. 1981. Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de peces en el río Paraná. *Ecosur* 8:29-40.
- Bonetto, A.A., M. Canón Verón y D. Roldán. 1981. Algunos aspectos estructurales y ecológicos de la ictiofauna del sistema Iberá (Corrientes, Argentina). *Ecosur* 8:79-89.
- Bonetto, A.A., E. Cordiviola de Yuan, C. Pignalberi y O. Oliveros. 1969. Ciclos hidrológicos del río Paraná y las poblaciones de peces contenidas en las cuencas temporarias de su valle de inundación. *Physis* 29:213-223.
- Bosisio, A., y C. G. Ramonell. 2014. Análisis por teledetección de la distribución espacial de la carga de lavado en un tramo del Río Paraná Medio (Argentina). 2do. Congr. Internac. de Hidrología de Llanuras, Artículos Completos (CD), 10 pág. Santa Fe.
- Bonetto, A.A., C. Pignalberi, E. Cordiviola de Yuan y O. Oliveros. 1971. Informaciones complementarias sobre migraciones de peces en la cuenca del Plata. *Physis* 30 (81):505-520.
- Bravo, S. P. 2022. The role of howler monkeys (*Alouatta caraya*) in the primary succession of the Paraná flooded forest (Argentina). *Biotropica*, 54(1), 71-77.
- Breiman, L. 1984. *Classification and Regression Trees* 1st ed. Routledge.
- Brumnich, F., Marchetti, Z.Y, Pereira, M.S. 2019. Changes in forest diversity over a chronosequence of fluvial islands. *Forest Biogeosciences and Forestry*. vol. 12 -306-316
- Burkart, R. N., O. Bárbaro, O., R. O. Sanchez y D. A. Gómez. 1999. *Ecorregiones de la Argentina*. Administración de Parques Nacionales y Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires.
- Cabrera, A. L.1994. Regiones fitogeográficas argentinas. En Kugler WF (Ed.) *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*. Tomo 2. 2a edición. 1a reimpression. Acme. Buenos Aires. Argentina. Fascículo 1. pp. 1-85.
- Campodónico V.A., M.G. García y A.I. Pasquini. 2015. The dissolved chemical and isotopic signature downflow the confluence of two large rivers: The case of the Parana and Paraguay rivers. *Journal of Hydrology*, 528, 161-178.
- Canziani, G., C. Rossi, S. Loiselle y R. Ferrati (eds.). 2003. *Los Esteros del Iberá*. Informe del Proyecto «El manejo sustentable de los recursos de humedales en el MERCOSUR». Fundación Vida Silvestre Argentina. 258 pp.
- Cappelletti, G., S. Drab, A. Galvagni, D. Lauría, M. Martínez, M.E. Nogueira y C. Pierini. 2006. *Economía: producción agropecuaria*. Tomo 9. *Enciclopedia geográfica de la provincia de Santa Fe*. La Capital y Fundación Universidad Nacional de Rosario.
- Carnevali, R. y R.P. Carnevali. 2008. Diversidad vegetal del macrosistema Iberá. En Basterra, I. y J.J. Neiff (eds.): *Manual de biodiversidad de Chaco, Corrientes y Formosa*: 163-175. Editorial Universitaria del Nordeste (EUDENE). Resistencia, Chaco.

- CASAFE (Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes). 2012. Mercado Argentino de Productos Fitosanitarios 2012. <https://www.casafe.org/pdf/2015/ESTADISTICAS/Informe-Mercado-Fitosanitario-2012.pdf>. Revisado 16/5/2023.
- Casco, S. 2012. Influencia del régimen de pulsos sobre la vegetación del río Paraná. Análisis aguas debajo de la confluencia con el río Paraguay. Editorial Académica Española. ISBN: 978-3-84656205-5. 149 pp.
- Cavallin A., Rossit D.G., Savoretti A.A., Frutos M., et al. 2017. Logística inversa de residuos agroquímicos en Argentina: resolución heurística y exacta. September 2017. 46 Jornadas Argentinas de Informática e Investigación operativa - XLIII Conferencia Latinoamericana de Informática. Ciudad de Córdoba, Argentina. 1-7
- Ceirano, E.B., C. Paoli y M.I. Schreider. 2000. Las inundaciones en el área de Santa Fe. Interpretación de sus efectos y simulación de los subsistemas Leyes-Setúbal y Ruta Nacional 168-Alto Verde. En Paoli, C. y M.I. Schreider (eds.): El río Paraná en su tramo medio: contribución a su conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura: 239-297. Tomo 2. Centro de Publicaciones de la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.
- Chebez, J.C. 2008. Los que se van (1). Ed. Albatros. Buenos Aires. 320 pp.
- Chuvieco, E. 1990. Fundamentos de teledetección espacial, Madrid, Ed. Rialp.
- Coe, D. E. (s/f). Floodplain visualization using lidar-derived relative elevation models. Washington State Department of Natural Resources.
- Collins P.A., Z.Y. Marchetti y A.R. Paira. 2021. Capítulo 14. Comunidades biológicas en el río Paraná. Algunas interacciones abióticas y bióticas. En: El río Paraná en su tramo medio: nuevas temáticas y enfoques para el desarrollo sostenible de un gran río de llanura. Tomo III. Editores: C.Paoli, M. Schreider. 2da Ed. Ediciones UNL.
- Cordiviola E.A., D. del Barco y M. Campana. 2006. Los peces del Sitio Ramsar "Jaaukanigás", río Paraná, Santa Fe, Argentina. Un inventario preliminar. Revista FABICIB. Volumen 10, 69-76.
- Darrigan, G. 2004. Moluscos Invasores, en especial Corbicula fluminea (Almeja asiática) y Limnoperna fortunei (Mejillón dorado) de la región Litoral. Miscelánea 12: 205-210. Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO). Universidad Nacional de Tucumán.
- De la Peña, M.R. 2006. Nueva lista y distribución de las aves de Santa Fe y Entre Ríos. Literature Of Latin America (L.O.L.A.).137 pp.
- Del Barco, D. 2008. Las Pesquerías del Sitio Ramsar Jaaukanigás y de la provincia de Santa Fe. En Giraudó, A.R. (ed.): Sitio Ramsar Jaaukanigás, Biodiversidad, Aspectos Socioculturales y Conservación: 49-53. Climax No. 14, Asociación de Ciencias Naturales del Litoral. Comité Intersectorial de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás. 145 pp.
- Delprat, M. A., Zunino, G. E., & Mudry, M. D. (1995). Estado actual del conocimiento de las poblaciones silvestres de primates de la Argentina. Treballs de la Societat Catalana de Biologia, 46, 177-188.
- Devercelli M., Y. Zalocar de Domitrovic, M.E. Forastier y N. Meichtry de Zaburlín. 2014. Phytoplankton of the Paraná River Basin. Advanc. Limnol. 65, p. 39–65.
- Di Giacomo, A.S. (ed.). 2005. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Temas de la naturaleza y conservación 5:1-514. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata.
- Di Giacomo, A.G., M. Manassero, H. Luna y L. Acquaviva. 2005. Cuña boscosa de Santa Fe. En Di Giacomo, A.S. (ed.): Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, temas de la naturaleza y conservación 5:1- 514. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata.

- Dinerstein, E., D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Bookbin y G. Ledec, G. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. The World Bank, Washington, D. C.
- Drago, E. 1977. Erosión y sedimentación en un tramo del cauce del Río Paraná Medio, Revista Asociación Geol. Argentina, T. XXXII, No. 4, pp. 277-290.
- Drago, E.C.E. y M.L. Amsler. 1988. Suspended sediment at cross section of the Middle Paraná River: concentration, granulometry and influence of the main tributaries. Sediment Budget (Proceedings of the Porto Alegre Symposium, 381-396). IAHS Publ. No. 174. Porto Alegre, Brasil.
- Drago E.C. y M. Vassallo. 1980. Campaña limnológica (Keratella 1) en el río Paraná Medio: características físicas y químicas del río y ambientes leníticos asociados. Ecol. Argentina 4, 45-54.
- Drago, E.C., I. Ezcurra de Drago, O.B. Oliveros y A.R. Paira. 2003. Aquatic habitats, fish and invertebrate assemblages of the Middle Parana River. Amazoniana 17:291-341.
- Emiliani F. 2004. Effects of hydroclimatic anomalies on bacteriological quality of the Middle Paraná River (Santa Fe, Argentina). Revista Argentina de Microbiología, 36, 193-201.
- Espinach Ros, A., S.B. Sverlij, F. Amestoy y M. Spinetti. 1998. Migration pattern of the sabalo *Prochilodus lineatus* (Pisces, Prochilodontidae) tagged in the lower Uruguay River. Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie 26: 2234-2236.
- Espinach Ros, A. (ed.), A. Dománico, D. Demonte, D. Del Barco, E. Cordiviola, M. Campana, D. Colautti, R. Fernández, A. Velazco, y J. Mantinian. (2012). Evaluación del recurso sábalo (*Prochilodus lineatus*) en el río Paraná. Período 2008-2011. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Estévez, A.L., C. Armúa de Reyes, A. Bachmann, D. Carpintero, M. López Ruf, S. Mazzucconi, P.J. Pérez Goodwyn y P. Hernández. 2003. Biodiversidad de heterópteros acuáticos y semiacuáticos de los esteros del Iberá. En Álvarez, B.B. (ed.): Fauna del Iberá: 369-375. Editorial Universitaria del Nordeste (EUDENE). Corrientes.
- EVARSA, 2009. Cuenca del Arroyo El Rey. Plan Maestro. ETAPA 3 - INFORME FINAL. Proyecto Básico de Obras de Protección contra Inundaciones de Áreas Urbanas. Secciones de Monitoreo e Instrumental. Gestión Hídrica. Resumen Ejecutivo. PROVINCIA DE SANTA FE. Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente.
- Ezcurra de Drago, I. y C.D. Cope. 1985. Cuenca del río Saladillo, zoobentos y sedimentos. En Estudios preliminares de la cuenca del río Saladillo (Santa Fe): 223-256. Instituto Nacional de Limnología. Universidad del Litoral. Santa Fe.
- Ezcurra de Drago, I., M. Marchese y L. Montalto. 2007. Benthic Invertebrates. En Iriondo, M.H., J.C. Paggi y M.J. Parma (eds.): The middle Parana River: limnology of a subtropical wetland: 251-271. Ed. Springer Verlag. Berlín.
- Fabri, S., S. Heinonen Fortabat, A. Soria y U. Padiñas. 2003. Los mamíferos de la Reserva Provincial Iberá, provincia de Corrientes, Argentina. En Álvarez, B.B. (ed.): Fauna del Iberá: 305-333. Editorial Universitaria del Nordeste (EUDENE). Corrientes.
- Fandiño, B. y A.R. Giraud. 2010. Revisión del inventario de aves de la provincia de Santa Fe, Argentina. Revista de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (FABICIB) 14:116-137.
- Federal Environmental Assessment Review Office (FEARO). 1978. Ecological land survey guidelines for environmental impact analysis. Ecological Land Classification Series. Federal

- Environmental Assessment and Review Process. 13: 42 p. Lands Directorate Environment Canada.
- Feldman, I. y S.R. Feldman. 1987. Brush problems in Argentina's rangelands. I. Chañar (*Geoffroea decorticans*) in northwestern Santa Fe province. *Rangelands* 9:251-254.
- Feldman, S.R., V. Bisaro y J.P. Lewis. 2004. Photosynthetic and growth responses to fire of the subtropical-temperate grass, *Spartina argentinensis* Parodi. *Flora* 199:491-499.
- Ferrati, R., G. Canziani y D. Ruiz Moreno. 2003. Caracterización hidrometeorológica e hidrológica del sistema Iberá. En Canziani, G., C. Rossi, S. Loiselle y R. Ferrati (eds.): *Los Esteros del Iberá: 83-101. Informe del Proyecto "El manejo sustentable de los recursos de humedales en el MERCOSUR"*. Fundación Vida Silvestre Argentina. 258 pp.
- Ferreira, H., M. Romano y M. Uhar. 2009. Recent and chronic exposure of wild ducks to lead in human-modified wetlands in Santa Fe Province, Argentina. *Journal of Wildlife Diseases* 45:823-827.
- FICH (Facultad de Ing. y Cs. Hídricas). 2003. Estudio hidráulico y sedimentológico de obras de dragado en el riacho Colastinecito y refulado en la boca del Colastiné. Comitente: Ministerio de Obras, Servicios Públicos y Vivienda de la Pcia. de Santa Fe. Univ. Nac. del Litoral, Informe Final. Santa Fe.
- FICH (Facultad de Ing. y Cs. Hídricas). 2016. Estudios básicos para la determinación de la vulnerabilidad a las inundaciones de las áreas costeras al río Paraná, próximas a las localidades de Goya y Reconquista: análisis ambiental. Convenio de colaboración entre la Subsecretaría de Recursos Hídricos, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Nación Argentina y la FICH-UNL. 2014-2015.
- FICH (Facultad de Ing. y Cs. Hídricas). 2016. Estudio de inventario y prefactibilidad del aprovechamiento hidroeléctrico sustentable de un río de llanura (Río Paraná). Comitente: Banco de Inversión y Comercio Exterior S.A. Univ. Nac. del Litoral, Informe Final. Santa Fe.
- FICH (Facultad de Ing. y Cs. Hídricas). 2022. Asistencia técnica al Proyecto Gasoducto Metropolitano para el cruce de la Laguna Setúbal (Etapa 2 del Gasoducto Metropolitano, ciudad de Santa Fe). Comitente: ENERFE SAPEM – Santa Fe Gas y Energías Renovables. Univ. Nac. del Litoral, Informe Final. Santa Fe.
- Findlay, C. S y J. Bourdages. 2000. Response time of wetland biodiversity to road construction on adjacent lands. *Conservation Biology*, 14(1): 86-94.
- Franceschi, E.A. y J.P. Lewis. 1979. Notas sobre la vegetación del valle santafesino del Río Paraná (República Argentina). *Ecosur* 6:55-82.
- Franceschi, E.A. y C. Alzugaray. 2001. La vegetación de la reserva Wildermuth (Santa Fe, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 36:111-124.
- Frutos, S.M. 2003. Zooplancton de lagunas y cursos de agua del sistema Iberá. En Poi de Neiff, A. (ed.): *Limnología del Iberá: 143-161*. Editorial Universitaria del Nordeste (EUDENE). Corrientes.
- Frutos, A. E., Ronchi-Virgolini, A. L., Giraudó, A. R., & Piña, C. I. 2020a. How does cattle raising affect bird communities in the delta of the Paraná River?. *Journal for Nature Conservation*, 57, 125872.
- Frutos, A. E., Leiva, P. M., & Piña, C. I. 2020b. Bird community changes associated with cattle raising management in the delta forests of the Paraná River. *Basic and Applied Ecology*, 49, 13-21.
- Gagneten A.M. et al. 2021. Informe técnico-científico sobre el uso e impactos del herbicida atrazina en Argentina]; coordinación general de Melina Álvarez; editado por Agustín Harte.

- 1a ed - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Programa Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD; Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación.
- Galloway T.S., M. Cole, y C. Lewis. 2017. Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. *Nat. Ecol. Evol.*, 1, p. 116, 10.1038/s41559-017-0116
- García de Emiliani, M.O. y M.I. Anselmi de Manavella. 1983. Fitoplancton de los principales cauces y tributarios del río Paraná: tramo Goya-Diamante, II. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 14 (2): 217-237.
- Garello N., M.C.M. Blettler, L.A. Espínola, K.M. Wantzen, D. Gonzalez-Fernandez y S. Rodrigues. 2021. The role of hydrodynamic fluctuations and wind intensity on the distribution of plastic debris on the sandy beaches of Parana ´ River, Argentina. *Environmental Pollution* 291, 118168
- Giacosa R., C. paoli y P. Cacik. 2021. Capítulo 2. Conocimiento del régimen hidrológico. En: El río Paraná en su tramo medio: nuevas temáticas y enfoques para el desarrollo sostenible de un gran río de llanura. Tomo I. Editores: C.Paoli, M. Schreider. 2da Ed. Ediciones UNL.
- Giraudó, A.R. 2009. Defaunación como consecuencia de las actividades humanas en la llanura del Chaco argentino. En Morello, J.H., A.F. Rodríguez (eds.): El Chaco sin bosques: la Pampa o el desierto del futuro: 314-345. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)/Medio Ambiente y Biosfera (MAB), Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente de la Universidad de Buenos Aires (GEPAMA)-Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo. Ed. Orientación gráfica.
- Giraudó, A. R. 2017. Plan de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás (Río Paraná, Santa Fe, Argentina): I-Sub-plan de Manejo de Turismo Sostenible o Ecoturismo. Comité Intersectorial de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás, Ramsar. 12 pp.
- Giraudó, A. R. 2018. Sitio Ramsar Jaaukanigás: Plan de Manejo de Vertebrados y Especies Amenazadas. Comité Intersectorial de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás, Ramsar. 28 pp.
- Giraudó, A. R. 2021. Sitio Ramsar Jaaukanigás: El desafío de innovar para conservar. *Revista de Aves Argentinas*, 60: 24-29.
- Giraudó A.; Aguer I.; Pena V.; Arzamendia V. y S. López. 2001. Mortalidad de vertebrados en rutas cercanas al Paraná medio (Santa Fe, Argentina). V Congreso Latinoamericano de Ecología. Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy, Argentina.
- Giraudó, A.R., M. Chatellenaz, C. Saibene, M.A. Ordano, E.R. Krauczuk, J. Alonso y A.S. Di Giacomo. 2003a. Avifauna del Iberá: composición y datos sobre su historia natural. En Álvarez, B.B. (ed.): Fauna del Iberá: 195-234. Editorial Universitaria del Nordeste (EUDENE), Corrientes.
- Giraudó, A.R., A.S. Di Giacomo, M.A. Ordano, E.R. Krauczuk, M. Chatellenaz y C. Saibene. 2003b. Aves amenazadas de los esteros del Iberá: un refugio que se desvanece. En Álvarez, B.B. (ed.): Fauna del Iberá: 373-303. Editorial Universitaria del Nordeste (EUDENE), Corrientes.
- Giraudó AR y V Arzamendia. 2004. ¿Son las planicies fluviales de la Cuenca del Plata, corredores de biodiversidad? Los vertebrados amniotas como ejemplo. In: Neiff JJ (ed) Humedales de Iberoamérica, Editado por el CYTED, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Cuba, pp 157-170.
- Giraudó A. R. y V. Arzamendia. 2008. Registro actual de una especie amenazada *Blastocerus dichotomus* (Illiger, 1815) en el Sitio Ramsar Jaaukanigás (Santa Fe, Argentina) y análisis de su estado de conservación en el Río Paraná. *Revista FABICIB*, 12: 91-102.

- Giraudó, A.R., V. Arzamendia y M.S. López. 2007. Reptiles. En Iriondo, M.H., J.C. Paggi y M.J. Parma (eds.): *The Middle Parana River: limnology of a subtropical wetland*: 341-360. Ed. Springer Verlag. Berlín.
- Giraudó, A.R., V. Arzamendia, S.M. López, R.O. Quaini, Y. Prieto, L.A. Leiva, S.A. Regner y J.M. Urban. 2008. Serpientes venenosas de Santa Fe, Argentina: conocimientos sobre su historia natural aplicados para la prevención de ofidismo. *Revista de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (FABICIB)* 12:69-89.
- Giraudó, A.R. y L. Moggia. 2008. Entre el agua y la tierra: anfibios, reptiles, aves y mamíferos de Jaaukanigás. En Giraudó, A.R. (ed.): *Sitio Ramsar Jaaukanigás, Biodiversidad, Aspectos Socioculturales y Conservación*: 57-68. *Climax* No. 14, Asociación de Ciencias Naturales del Litoral. Comité Intersectorial de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás. 145 pp.
- Giraudó AR y V Arzamendia. 2014. Una experiencia transdisciplinaria de conservación en el Sitio Ramsar Jaaukanigás (Santa Fe, Argentina). *Revista Ava de Antropología*, 24:141-159.
- Gobierno de la provincia de Santa Fe y Administración de Parques Nacionales. 1997. *Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas (SPANP)*. Publicación de la Asociación Cooperadora de la Estación Zoológica Experimental. Santa Fe. 174 pp.
- González, M.J.; S.M. González; G. Mayora; D. Alberto; M.C. Mora; M.F. Gutiérrez y F. Rojas Molina. 2021. Presión antrópica sobre la calidad bacteriológica de la laguna Setúbal (Santa Fe, Argentina) en un período primavera-verano. Congreso; 9no Congreso Argentino de Limnología. Esquel, Chubut, Argentina.
- Gudynas, E., J.E. Williams y M.M. Azpelicueta. 1988. Morphology, ecology and biogeography of the South American Caecilian *Chthonerpeton indistinctum* (Amphibia: Gymnophiona: Typhlonectidae). *Zoologische Mededelingen* 62(2):5-28.
- Hadad H.R. y M.A Maine. 2007. Phosphorous amount in floating and rooted macrophytes growing in wetlands from the Middle Paraná River floodplain (Argentina),” *Ecol. Eng.*, vol. 31, no. 4, pp. 251– 258. doi: 10.1016/j.ecoleng.2007.08.001
- Hadad, H., M. A. Maine, M. M. Mufarrege, G. A. Di Luca, y G. C. Sanchez. 2020. Nutrient concentrations in macrophytes from lotic and lentic environments of the Middle Parana River, Argentina,” *Ing. Univ.*, vol. 25, 2020. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.iued25.ncml>
- Huerta T., B. Lerman de Abramovich y E. Carrera. 1999. Fuentes de contaminación bacteriana en la laguna Setúbal (Santa Fe). *Factores influyentes*. *Revista FABICIB*, Volumen 3, 53-63.
- IGN (Instituto Geográfico Nacional). 2019. *Modelo Digital de Elevaciones de la República Argentina versión 2.0*.
- INTA. 2014. *Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente*. Compiladores. V. Aparicio, E. De Gerónimo, K. Hernández, D. Pérez, R. Portocarrero, C. Vidal. INTA Ediciones.
- INTA, 2022. *Los productos fitosanitarios en los sistemas productivos de la Argentina. Una mirada desde el INTA*. Informe de la Mesa de análisis y propuestas para el abordaje integral del uso de productos fitosanitarios. INTA, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina.
- Iriondo, M.H. 1987. Geomorfología y cuaternario de la provincia de Santa Fe (Argentina). *D’Orbignyana* 4:1-54.
- Iriondo, M. H. 2010. *Geología del Cuaternario en Argentina*. Museo Provincial de Cs. Naturales “Florentino Ameghino”, Santa Fe.
- Iriondo, M.H., J.C. Paggi y M.J. Parma (eds.). 2007. *The middle Parana River: limnology of a subtropical wetland*. Ed. Springer Verlag, Berlín.

- José de Paggi, S. 1983. Estudio sinóptico del zooplancton de los principales cauces y tributarios del valle aluvial del río Paraná: tramo Goya-Diamante. I. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral 14:163-178.
- José de Paggi, S. y J.C. Paggi. 1998. Zooplancton de ambientes acuáticos con diferente estado trófico y de salinidad. Neotrópica 44 (111-112): 95-106.
- José de Paggi, S. y J.C. Paggi. 2007. Zooplankton. En Iriondo, M.H., J.C. Paggi y M.J. Parma (eds.): The middle Parana River: limnology of a subtropical wetland: 229-249. Ed. Springer Verlag, Berlín.
- José de Paggi S.B. y M. Devercelli. 2011. Land Use and Basin Characteristics Determine the Composition and Abundance of the Microzooplankton. Water Air Soil Pollut 218:93–108 DOI 10.1007/s11270-010-0626-3
- Kandus P. y P. Minotti. 2018. Propuesta de un marco conceptual y lineamientos metodológicos para el Inventario Nacional de Humedales. Informe final elaborado por solicitud del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 3iA-UNSAM, 124 pp.
- Kandus, P., P. Minotti, I. Fabricante y C. Ramonel. 2017. Regionalización de humedales de Argentina. En: "Regiones de Humedales de la Argentina". Benzaquen, L., D.E. Blanco, R. Bo, P. Kandus, G. Lingua, P. Minotti y R. Quintana (editores). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Fundación Humedales/Wetlands International, Universidad Nacional de San Martín y Universidad de Buenos Aires.
- Kandus, P., P. Minotti, N. Morandeira y M. Gayol. 2019. Inventario de Humedales de la Región del Complejo Fluvio-litoral del Bajo Paraná. Programa Corredor Azul. Fundación Humedales / Wetlands International y Universidad Nacional de San Martín. Buenos Aires, Argentina.
- Kunst, C. 2011. Ecología y uso del fuego en la región chaqueña argentina: una revisión, Boletín del CIDEU 10: 81-105
- Kunst, C. y F. Moscovich. 1996. Fuego prescripto: introducción a la ecología de fuego y manejo de fuego prescripto. INTA EEA Santiado del Estero.
- Kunst, C., S. Bravo y J. Panigatti (eds). 2003. Fuego en los ecosistemas Argentinos. Santiago del Estero: Ediciones INTA.
- Leopold, L.B.; M.G. Wolman & J.P. Miller. 1964. Fluvial processes in geomorphology. W. H. Freeman. San Francisco.
- Liotta, J. 2005. Distribución geográfica de los peces de aguas continentales de la República Argentina. Probiota, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Serie Documentos No. 3.
- Liotta, J., M. Wagner y B. Giacosa. 2002. Presencia de *Acipenser baeri*, Brandt 1869 (Acipenseriformes: Acipenseridae) en el río Paraná Medio e Inferior (República Argentina) y propuesta de monitoreo. 3º Jornada sobre Conservación de la Fauna Íctica en el Río Uruguay, Comisión Administradora del río Uruguay, 25 y 26 de abril de 2002, Paysandú, Uruguay.
- López, H.L., C.C. Morgan y M.J. Montenegro. 2002. Ichthyological ecoregions of Argentina. Probiota, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Serie Documentos No.1: 1-68.
- López, H.L., R.C. Menni, M. Donato, y A.M. Miquelarena. 2008. Biogeographical revision of Argentina (Andean and Neotropical Regions): an analysis using freshwater fishes. Journal of Biogeography 35: 1564-1579.

- López Lanús, B. y D.E. Blanco. 2005. San Javier. En Di Giacomo, A.S. (ed.): Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad: 440-441. Temas de la naturaleza y conservación 5. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata.
- López Lanús, B., P. Grilli, E. Coconier, A.S. Di Giacomo y R. Banchs. 2008. Categorización de las aves de la Argentina según su estado de conservación: 1-64. Informe de Aves Argentinas / Asociación Ornitológica del Plata y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Lozano I.E., Y.G. Piazza, P. Babay, E. Sager, F. Román de la Torre, F.L.Lo Nostro. 2021. Ivermectin: A multilevel approach to evaluate effects in *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Characiformes, Prochilodontidae), an inland fishery species. *Science of the Total Environment*, 800, 149515.
- Luisoni, L. H. 2010. Tecnología de utilización de pajonales para el mejoramiento de la cría y recría. Cartilla INTA EEA Reconquista. 3° Jornada IPCVA en Campo Hardy (Santa Fe). 5 pp.
- Luisoni, L. H. 2012. Utilización de pajonales: Resultados y propuesta de manejo a los productores. *Ecos y Voces* 28: 34-35.
- Lupi L., K.S.B. Miglioranza, V.C. Aparicio, D. Marino, F. Bedmar y D.A. Wunderlin. 2015. Occurrence of glyphosate and AMPA in an agricultural watershed from the southeastern region of Argentina. *Science of the Total Environment*, 536, 687-694.
- Magnano, A. L., Vicari, R. L., Astrada, E. N., & Quintana, R. D. 2013. Ganadería en humedales: Respuestas de la vegetación a la exclusión del pastoreo en tres tipos de ambientes en un paisaje del Delta del Paraná. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes* 5: 137-148.
- Maine, M.A., N.L. Suñe y C. Bonetto. 2004. Nutrient concentrations in the Middle Paraná River: effect of the floodplain lakes. *Arch. Hydrobiol.* 160 1 85–103.
- Marchese M. y I. Ezcurra de Drago. 1992. Benthos of the lotic environments in the middle Parana River system: transverse zonation. *Hydrobiologia* 237 : 1 -13, 1992 .
- Marchese, M.R. e I. Ezcurra de Drago. 1983. Zoobenthos of the main tributaries of the Middle Paraná River in the stretch Goya-Diamante. Its relationships with the main and secondary channels. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 14: 97-107.
- Marchese, M.R., A.R. Rodriguez, P.J. Pave y M.R. Carignano. 2008. Benthic invertebrates structure in wetlands of a tributary of the middle Parana River (Argentina) affected by hydrologic and anthropogenic disturbances. *Journal of Environmental Biology* 29 (3): 343-348.
- Marchetti, Z., Giraud, A., Ramonell, C., y Barberis, I. M. 2013. Humedales del río Paraná con grandes lagunas. *Inventario de los Humedales de Argentina: Sistemas de Paisajes de Humedales del Corredor Fluvial Paraná Paraguay*, 187-206.
- Marchetti, Z. Y., E. M. Latrubesse., M. S. Pereira y C. G. Ramonell. 2013. Seasonal dynamics of the vegetation and relationships with geomorphic units in the floodplain of the Paraná River, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 46: 122-136 (doi: 10.1016/j.jsames.2013.03.010).
- Marchetti, Z.Y., P.G. Minotti, C.G. Ramonell., F. Schivo y P. Kandus. 2016. NDVI patterns as indicator of morphodynamic activity in the middle Paraná River floodplain. *Geomorphology* 253, 146-158.
- Marchetti, Z.Y., Villalba, A.B, Ramonell, C.G., Brumnich, F., Pereira, M.S. 2020. Biogeomorphic succession in a fluvial-lacustrine delta of the Middle Paraná River (Argentina): feedbacks between vegetation and morphodynamics. *Science of the Total Environment* 739, 2020.

- Marchetti Z.Y., Pereira M.S., Ramonell C.G & Latrubesse E.M. 2013. Vegetation and its relationship with geomorphologic units in the Parana River floodplain, Argentina, *Journal of South American Earth Sciences*. 46:122–136 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2013.03.010>)
- Marchetti Z.Y., C.G. Ramonell, F. Brumnich, R. Alberdi y P. Kandus. 2020. Vegetation and hydrogeomorphic features of a large lowland river: NDVI patterns summarizing fluvial dynamics and supporting interpretations of ecological patterns. *Earth Surface Processes and Landforms* 45, 694–706.
- Marchetti, Z.Y, y Scarabotti P.A. 2016. Macrophyte assemblages in relation to environmental, temporal and spatial variations in lakes of a subtropical floodplain-river system, Argentina. *Flora* 225, 82-91.
- Margalef R. 1983. *Limnología*. Ed. Omega, Barcelona, 1010 pp.
- Marino, G. D.; Z. Y. Marchetti & J. F. Pensiero. 2006. Clave para el reconocimiento de la flora leñosa nativa del Sitio Ramsar Jaaukanigás (Provincia de Santa Fe, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 41 (1-2): 77-84.
- Massa, E. S., D. E. Prado Y S. R. Feldman. 2017. Efecto del fuego o el corte sobre la producción y la calidad forrajera de un pajonal dominado por *Panicum prionitis*. *Revista Argentina de Producción Animal* 37 (1): 9-20.
- Massoia, E. 1976. Mammalia. En Ringuelet, R. (dir.): *Fauna de agua dulce de la República Argentina*. Fascículo 44:1-128. Fundación Editorial Ciencia y Cultura. Buenos Aires.
- Matteucci, S. 1998. La cuantificación de la estructura del paisaje. En Matteucci SD (Ed), *Sistemas ambientales complejos: herramientas de análisis espacial*. Eudeba. Buenos Aires, Argentina, 271-291.
- Matteucci, S. D. 2018. Ecorregión Delta e Islas de los ríos Paraná y Uruguay. En: J. Morello, S. D. Matteucci, A. F. Rodríguez, M. Silva (Eds.). *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*. (pp. 501–545). Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires.
- McFeeters, S.K. 1996. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features, *International Journal of Remote Sensing*, 17:7, 1425-1432.
- McFeeters, S.K. 2013. Using the Normalized Difference Water Index (NDWI) within a Geographic Information System to Detect Swimming Pools for Mosquito Abatement: A Practical Approach. *Remote Sens.* 2013, 5, 3544-3561.
- Mearns, L., M. Moritz, J.A. Myers, J.G. Pausas, A.F.A. Pellegrini, W.J. Platt, J. Roozeboom, H. Safford, F. Santos, R.M. Scheller, R.L. Sherriff, K.G. Smith, M.D. Smith y A.C. Watts. 2020. Fire as a fundamental ecological process: Research advances and frontiers. *Journal of Ecology* 108 (5): 2047–2069.
- Mesa L., Mayora G., Saigo M., y F. Giri F. 2015. Nutrient dynamics in wetlands of the Middle Paraná River subjected to rotational cattle management. *Wetlands* 35:1117-1125.
- Mesa, L. M., Maldini, C., Mayora, G., Saigo, M., Marchese, M., F. Giri. 2016. Decomposition of cattle manure and colonization by macroinvertebrates in sediment of a wetland of the Middle Paraná River. *Journal of Soils and Sediments*, 16(9), 2316-2325.
- Mesa L.M. I. Lindt, L. Negro, M.F. Gutiérrez, G. Mayora, L. Montalbo, M. Ballent y A. Lifschitz. 2017. Aquatic toxicity of ivermectin in cattle dung assessed using microcosms. *Ecotox. Environm. Safety* 144, 422-429.

- Mesa, L., Gutiérrez, M. F., Montalto, L., Perez, V., y Lifschitz, A. 2020. Concentration and environmental fate of ivermectin in floodplain wetlands: an ecosystem approach. *Science of the Total Environment*, 706, 135692.
- Minotti, P., C. G. Ramonell y P. Kandus. 2013. Regionalización del corredor fluvial Paraná-Paraguay. En: *Inventario de los humedales de Argentina. Sistemas de Paisajes de Humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay* (L. Benzaquén y otros, eds.): 33-90. Secr. de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Buenos Aires.
- Mitsch, W. y J. Gosselink. 2000. *Wetlands*. Third Ed. Hoboken: John Wiley y Sons.
- Montagnini, M. D., M. A. Basualdo, J. J. Alarcón, C. Frutos, L. E. Pertovt, C. G. Ramonell y M. L. Amsler (2005). Evolución morfológica de la embocadura de los ríos Colastiné y Leyes, planicie aluvial del Paraná Medio. Segundo Simp. Reg. sobre Hidráulica de Ríos, Memorias (CD), 26 pág. Neuquén.
- Moore, A., y Palmer, M. 2005. Invertebrate biodiversity in agricultural and urban headwater streams: implications for conservation and management. *Ecological Applications*, 15, 1169–1177.
- Murkin, H. R., A. G. van der Valk y W. R. Clark. 2000. *Prairie wetland ecology: the contribution of the Marsh Ecology Research Program*. 413 pp.
- Neiff, J.J. 2001. Diversity in some tropical wetland systems of South América. En Gopal, B., W.J. Junk y J.A. Davis (eds.): *Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation*, Vol. II: 157-186. Backhuys Publishers. The Netherlands.
- Neiff, J.J. 2003 a. Los ambientes acuáticos y palustres del Iberá. En Poi de Neiff, A. (ed.): *Limnología del Iberá: 3-16*. Editorial Universitaria del Nordeste (EUDENE). Corrientes.
- Neiff JJ y AR Giraud. 2006. Inundaciones y sequías: los grandes reguladores del río Paraná. Pp.: 69-75. En: Giraud, A. R. (ed) *Sitio Ramsar Jaaukanigás: Biodiversidad, Aspectos Socioculturales y Conservación* (Río Paraná, Santa Fe, Argentina). Colección Climax N°14, Asoc. Ciencias Naturales del Litoral, Comité Intersectorial de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás, Humedales para el Futuro, Ramsar. 148 p.
- Nigro, H. M., J. Paterno, O. Hugg y F. Corti. 2003. Principales Características de la Ganadería de la Zona de Islas de Romang y Las Garzas (Santa Fe). *Información Para Extensión N° 72*. INTA Reconquista. 6 pp.
- Oakley, L.J., D.E. Prado y J.F. Pensiero. 2006. Aspectos fitogeográficos de la provincia de Santa Fe. En Pensiero, J.F., H.F. Gutiérrez, A.M. Luchetti, E. Exner, V. Kern, E. Brnich, L.J. Oakley, D.E. Prado y J.P. Lewis (eds.): *Flora vascular de la provincia de Santa Fe, Argentina*. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.
- Olrog, C.C. y M. Lucero. 1980. *Guía de los mamíferos argentinos*. Ministerio de Cultura y Educación, Fundación Miguel Lillo. Tucumán. 154 pp.
- Olson, P. L, Legg, N. T., Abbe, T. B., Reinhart, M. A. & Radloff, J. K. 2014. A Methodology for delineating planning-level channel migration zones. *Whashington State Department of Ecology*.
- Orellana, J.A. y H. Bertoldi De Pomar. 1969. Introducción al estudio de los suelos isleños del Paraná Medio. *Asociación Argentina de Ciencias del Suelo. Actas de la 5ta. Reunión Argentina de Ciencias del Suelo 482-490*. Santa Fe.
- Paola, A. 2017. Evolución de las lagunas de la llanura aluvial del río Paraná Medio. Tesis Doctoral, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia.
- Paoli, C.U. 2010. Cambios en la serie de caudales máximos en Ríos de la Región Litoral y su incidencia en parámetros de diseño. En: Paoli, C. U & Malinow, G. V. (eds.): *Criterios para*

- la determinación de crecidas de diseño en sistemas climáticos cambiantes: 103-113. Ediciones UNL. Santa Fe, Argentina.
- Paoli, C. y M. Schreider (Eds.). 2000. El Río Paraná en su tramo medio. Una contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura. Tomos 1 y 2. Centro de Publicaciones de la Univ. Nac. del Litoral. Santa Fe, Argentina.
- Paoli, C. y M. Schreider (Eds.). 2020. El Río Paraná en su tramo medio. Contribución al conocimiento hidrológico, geomorfológico y sedimentológico. Tomo I (2da. reedición actualizada de C. Paoli y M. Schreider, Eds., 2000). Centro de Publicaciones de la Univ. Nac. del Litoral. Santa Fe, Argentina.
- Paoli, C. y M. Schreider (Eds.). 2020. El Río Paraná en su tramo medio. Prácticas ingenieriles en un gran río de llanura. Tomo II (2da. reedición actualizada de C. Paoli y M. Schreider, Eds., 2000). Centro de Publicaciones de la Univ. Nac. del Litoral. Santa Fe, Argentina.
- Paoli, C. y M. Schreider (Eds.). 2021. El Río Paraná en su tramo medio. Nuevas temáticas y enfoques para el desarrollo sostenible de un gran río de llanura. Tomo III. Centro de Publicaciones de la Univ. Nac. del Litoral. Santa Fe, Argentina.
- Paoli, C. y P. Cacik. 2000. Régimen de crecidas y análisis de caudales máximos. En Paoli, C. y M. Schreider (eds.): El río Paraná en su tramo medio: contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura: 109-171. Centro de Publicaciones de la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.
- Pautasso, A.A. 2008. Mamíferos de la provincia de Santa Fe, Argentina. Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales, Florentino Ameghino 13(2): 1-248.
- Pekel, J.F., A. Cottam, N. Gorelick y A.S. Belward. 2016. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, 540, 418–422.
- Peltzer, P.M. y R.C. Lajmanovich. 2007. Amphibians. En Iriondo, M.H., J.C. Paggi y M.J. Parma (eds.): *The Middle Parana River: limnology of a subtropical wetland*: 327-340. Ed. Springer Verlag. Berlín.
- Pensiero, J. F. 2017. Plan de Manejo de Pastizales del Sitio Ramsar Jaaukanigás (Río Paraná, Santa Fe, Argentina). Cartilla del Plan de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás. Comité Intersectorial de Manejo. Pp. 1-15. (<http://www.jaaukanigasturismo.com.ar/novedades/38-pastizales-y-ganader%C3%ADa.html>)
- Pensiero, J. F. 2021. Un oasis de verdes: Vegetación de Jaaukanigás. *Aves Argentinas. Revista de Naturaleza y Conservación* 60: 30-31.
- Pensiero, J. F. Flora y vegetación de Jaaukanigás. En Giraud, A. R. 2006. (Ed.) *Sitio Ramsar Jaaukanigás: Biodiversidad, Aspectos Socioculturales y Conservación* (Río Paraná, Santa Fe, Argentina). Colección Climax N° 14, Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, Comité Intersectorial de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás, Humedales para el Futuro, Ramsar. Pp: 35-40.
- Pensiero, J. F.; H. F. Gutiérrez; A. M. Luchetti; E. Exner; V. Kern; E. Brnich; L. Oakley; D. Prado & J. P. Lewis. 2005. Flora vascular de la provincia de Santa Fe. Claves para el reconocimiento de las familias y géneros. Catálogo sistemático de las especies. 403 pp. Ediciones UNL.
- Pereira, M. S. 2016. El Río Paraná: geomorfología y morfodinámica de barras e islas en un gran río anabranching. Tesis Doctoral, Fac. de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. La Plata.

- Pereira, M.S., C.G. Ramonell, E.M. Latrubesse & R.N. Szupiany. 2010. Análisis de bancos sumergidos del río Paraná Medio a través de imágenes satelitales. XXIV Cong. Latinoamer. de Hidráulica, CD de Artículos Completos, 8 pág. Punta del Este.
- Peruzzo J.P., A.A. Porta y A.E. Ronco. 2008. Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. *Environmental Pollution*, 156, 61-66.
- Pilon, N. A. L., M. G. B. Cava, W. A. Hoffmann, R. C. R. Abreu, A. Fidelis y G. Durigan. 2021. The diversity of post-fire regeneration strategies in the cerrado ground layer. *Journal of Ecology* 109: 154–166.
- Poi de Neiff A., J.J. Neiff y S.L. Casco. 2006. Leaf litter decomposition in three wetland types of the Paraná River floodplain. *Wetlands*, Vol. 26, No. 2, 558–566.
- Primost J.E., D.J.G. Marino, V.C. Aparicio, J.L. Costa y P. Carriquiriborde. 2017. Glyphosate and AMPA, “pseudo-persistent” pollutants under real-world agricultural management practices in the Mesopotamic Pampas agroecosystem, Argentina. *Environmental Pollution*, 229, 771-779. //doi.org/10.1016/j.envpol.2017.06.006
- Quintana, R.D. and Bó, R. 2011. ¿Por qué el Delta del Paraná es una región única en la Argentina? En: *El Patrimonio natural y cultural del Bajo Delta Insular. Bases para su conservación y uso sustentable*. R. Quintana, V. Villar, E. Astrada, P. Saccone y S. Malzof, Eds. Convención Internacional sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) /Aprendelta. 2011. Buenos Aires. Pp. 42-53. ISBN 978-987-27728-0-2.
- Quintana, R.D., M.V. Villar, P. Saccone, E. Astrada, W. Prado, S. Rosenfeldt y F. Brancolini. 2012. Animales, plantas y hongos de las islas. Una introducción a la biodiversidad del Bajo Delta del Río Paraná. Convención Internacional sobre los Humedales /Aprendelta. Buenos Aires. 302 pp.
- Quintana, R.D., R.F. Bó, E. Astrada y C. Reeves. 2014. Lineamientos para una ganadería ambientalmente sustentable en el Delta del Paraná. Fundación para la Conservación y el Uso sustentable de los Humedales, Buenos Aires, Argentina.
- Ramonell, C. G. 2021. Geomorfología y morfodinámica de la planicie aluvial del río Paraná en su tramo medio. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- Ramonell, C. G., e I. Cristina. 2014. Geomorfología y propagación de crecidas en el tramo medio del Río Paraná, Argentina. 2do. Congr. Internac. de Hidrología de Llanuras, Artículos Completos CD, 10 pág. Santa Fe.
- Ramonell, C.G.; M.L. Amsler y H. Toniolo. 2000. Geomorfología del cauce principal. En: *El Río Paraná en su tramo medio. Una contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura* (C. Paoli y M. Schreider, Eds.), Tomo 1: pp. 173-232. Centro de Publicaciones de la Univ. Nac. del Litoral. Santa Fe, Argentina.
- Ramonell, C. G., M. L. Amsler y H. Toniolo. 2002. Shifting modes of the Paraná River thalweg in its Middle-Lower reaches. *Zeitschrift für Geomorphologie, Suppl.-Bd.* 129: 129-142. Stuttgart.
- Ramonell, C. G., P. Collins, H. Prendes y P. Serra Menghi. 2021. Las bajantes y sus impactos. En: *El Río Paraná en su tramo medio. Nuevas temáticas y enfoques para el desarrollo sostenible de un gran río de llanura* (C. Paoli y M. Schreider, eds.), Tomo 3, Capítulo 16: 246-314. Centro de Publicaciones de la Univ. Nac. del Litoral. Santa Fe.
- Redford, K.H. y J.F. Eisenberg. 1992. *Mammals of the Neotropics: the southern cone*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 430 pp.

- Regaldo, L., Gutierrez, Reno U., Fernández V., Gervasio S., Repetti M.R., Gagneten A.M. 2018. Water and sediment quality assessment in the Colastiné-Corralito stream system (Santa Fe, Argentina): impact of industry and agriculture on aquatic ecosystems *Environmental Science and Pollution Research*. 25 (7): 6951-6968. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0911-4>.
- Ringuelet, R.A. 1961. Rasgos fundamentales de la zoogeografía de la Argentina. *Physis* 22 (63): 151-170.
- Ringuelet, R. A., 1968. *Ecología Acuática Continental*, EUDEBA, Buenos Aires, 138 pp
- Rojas Molina F. y S. José de Paggi. 2008. Zooplankton in the Parana River floodplain (South America) before and after the invasion of *Limnoperna fortunei* (Bivalvia). *Wetlands* 28 (3):695-702.
- Ronco A. E., D. J. G. Marino, M. Abelando, P. Almada y C. D. Apartin. 2016. Water quality of the main tributaries of the Paraná Basin: glyphosate and AMPA in surface water and bottom sediments. *Environ Monit Assess*, 188:458. DOI 10.1007/s10661-016-5467-0
- Rossi, L., D. Del Barco y E. Cordiviola. 2006. Migraciones de peces en el río Paraná. En Giraud, A.R. (ed.): *Sitio Ramsar Jaaukanigás, Biodiversidad, Aspectos Socioculturales y Conservación*: 54-56. *Climax No. 14*, Asociación de Ciencias Naturales del Litoral. Comité Intersectorial de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás. 145 pp.
- Rossi, L., E. Cordiviola y M.J. Parma. 2007. Fishes. En Iriondo, M.H., J.C. Paggi y M.J. Parma (eds.): *The Middle Parana River: limnology of a subtropical wetland*: 305-325. Ed. Springer Verlag. Berlín.
- Ruiz Díaz, F., J.A. Bechara, J. Casciotta y A. Almirón. 2005. Análisis preliminar de la biodiversidad taxonómica y funcional de la fauna íctica del Iberá. Resúmenes de la Reunión de Comunicaciones de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste.
- Santos, D. R. A., Martinez, J. M., Harmel, T., Borges, H. D., y Roig, H. 2020. Evaluation of SENTINEL-2/MSI Imagery Products LEVEL-2A Obtained by Three Different Atmospheric Corrections for Monitoring Suspended Sediments Concentration in Madeira River, Brazil", *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. 4212, pp. 243–248.
- SAYDS. 2008. *Primer compendio de Estadísticas Ambientales*. República Argentina.
- Salvia, M. 2010. *Porte de la teledetección al estudio del funcionamiento del macrosistema delta del paraná: análisis de series de tiempo y eventos extremos*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Trombulak, S. C. y C. A. Frissell. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14 (1): 18-30.
- Seimandi G., Gutiérrez H., Mesa L., Sánchez M. L., Sánchez R., Montalto L. 2017. Ganadería en islas: disponibilidad de forraje y sustentabilidad. III Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe.
- Schulz, R., y M. Liess. 1999. A field study of the effects of agriculturally derived insecticide input on stream macroinvertebrate dynamics. *Aquatic Toxicology*, 46, 155–176.
- Soldano, F. 1947. Régimen y aprovechamiento de la red fluvial argentina. Parte I. Editorial Címera. Buenos Aires. Argentina. 277 págs.
- Staver, A. C., S. Archibald y S. A. Levin. 2011. The Global extent and determinants of savanna and forest as alternative biome states. *Science* 334 (6053): 230–232.

- Sverlij, S., Liotta, J., Minotti, P., Brancolini, F., Baigún, C., & Firpo Lacoste, F. 2013. Los peces del corredor fluvial Paraná-Paraguay. Inventario de los humedales de Argentina: sistemas de paisajes de humedales del corredor fluvial Paraná Paraguay. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 341-356.
- Thalmeier, M.B; Rodríguez, L.; Heredia, J.; Veizaga, E. 2022. Hydrogeologic and hydrochemical framework of the Bajos Submeridionales, distal section of the Salado-Juramento fluvial megafan in the Gran Chaco. *Science of the Total Environment* 824 – 153543. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153543>
- Tou, J. T., y R. C. Gonzales. 1974. Pattern Recognition Principles. Isodata algorithm, Pattern Classification by Distance Functions. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, pp. 97–104.
- Tucci, C. E. M. & Clarke, R. T. (1998). Environmental issues in the La Plata Basin. *Water Resources Development* 14, 157–174.
- Walsh, C. J., A.H. Roy, J.W. Feminella, M. Cottingham, P.M. Groffman y R.P. Morgan. 2005. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. *The North American Benthological Society*, 24, 706–723.
- Wetzel, R. 2001. *Limnology-Lake and river ecosystems*. 3rd edition. Academic Press.
- Winter T. C. y D. O. Rosenberry. 1995. The interaction of ground water with prairie pothole wetlands in the Cottonwood Lake area, east-central North Dakota, 1979–1990. *Wetlands*. Volume 15, Issue 3, pp 193– 211.
- Winter, T. C. 2001. The concept of hydrologic landscapes. *Journal of the American Water Resources Association* 37: 335–349. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1752-1688.2001.tb00973.x6>.
- Wong, CM, Williams, CE, Pittock, J, Collier, U and P Schelle. 2007. *World's top 10 rivers at risk*. WWF International. Gland, Switzerland.
- Zaniboni Filho, E. y U.H. Schulz. 2003. Migratory Fishes of the Uruguay River. En Carolsfeld, J., B. Harvey, C. Ross y A. Baer: *Migratory Fishes of South America*. Biology, Fisheries and Conservation Status. The World Bank, World Fisheries Trust, International Development Research Centre Ottawa.
- Zilli F.L., L. Montalto y M.R. Marchese. 2008. Benthic invertebrate assemblages and functional feeding groups in the Parana´ River floodplain (Argentina). *Limnologica* 38, 159–171.
- Zóffoli, L., P. Kandus, N. Madanes y D. Calvo. 2008. Seasonal and interannual analysis of wetlands in South America using NOAA AVHRR-NDVI time series: The case of the Parana Delta Region. *Landscape Ecology*. H23(7): H 833-848.

ANEXO 1. Datos climáticos complementarios

Si bien las isohietas de precipitación anual tienen un trazado N-S, existen variaciones de la misma en sentido N-S. La precipitación entre Resistencia y Santa Fe desciende más de 300 mm, según las estaciones consideradas entre 4 y 10 mm cada 10 km en dirección norte-sur (Figura A1.1). Estos patrones tienen influencia en la riqueza latitudinal de ciertas especies de flora y fauna.

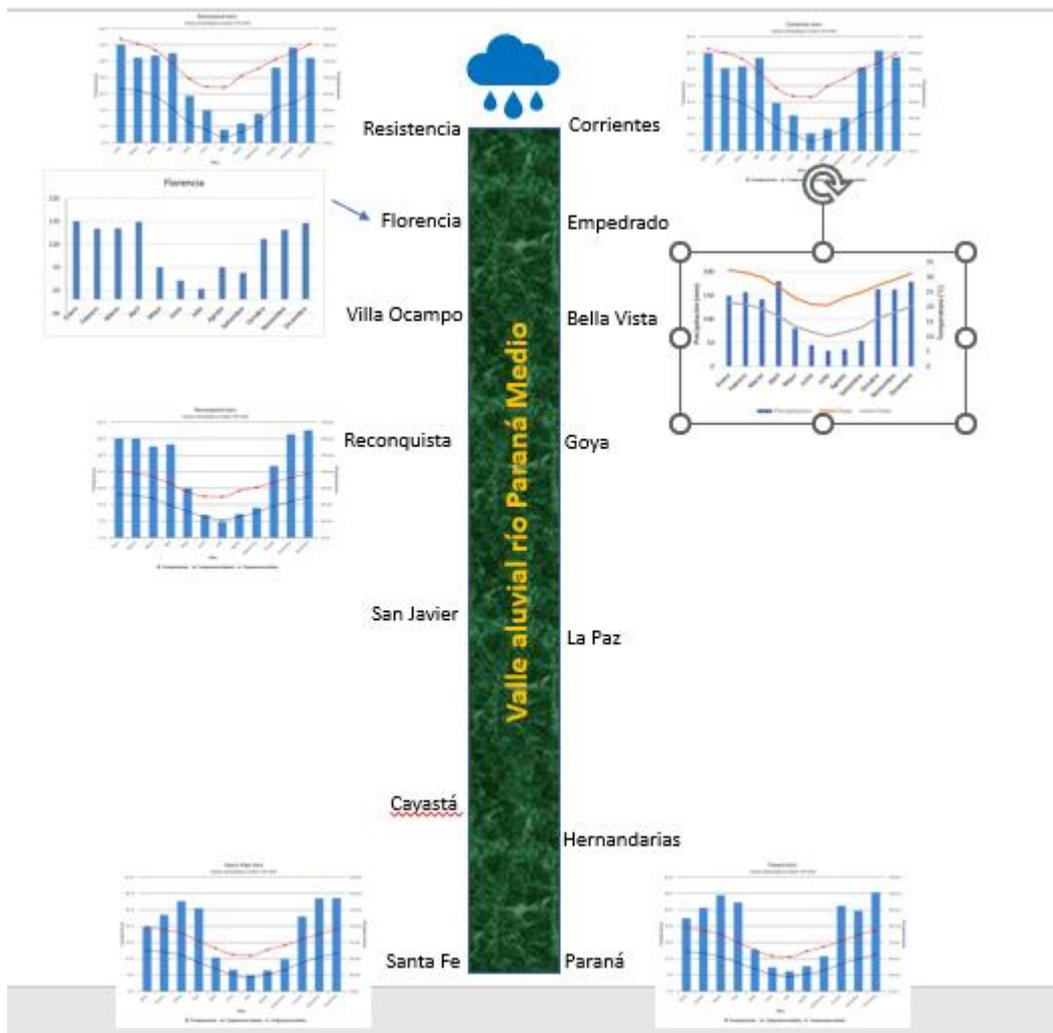


Figura A1.1. Localidades principales y climogramas (Series 1991-2020)

En el extremo norte del Sistema de Paisaje “Humedales del río Paraná con Grandes Lagunas entre Reconquista y Victoria”, la precipitación media anual es 1.225,8 mm (Reconquista), mientras que en el extremo sur es 1.075,8 mm (Santa Fe según datos estación del SMN en Sauce Viejo ubicada 20 km al sur). Los inviernos son secos, en los que la precipitación media mensual más baja es 25 mm en el mes de julio, tanto en el norte como en el sur. La época lluviosa se extiende entre los meses de octubre y abril, y concentra un gran porcentaje de la precipitación anual. La máxima precipitación mensual ocurre en diciembre (162,8 mm en Reconquista y 143,1 mm en Santa Fe). Las máximas temperaturas ocurren en enero, con una máxima media de 32 °C. La temperatura mínima media está entre 7 °C y 9 °C. La temperatura máxima absoluta en Reconquista fue 44,5 °C, el 2/11/2009. La velocidad media del viento en

esa localidad es algo elevada, alcanza 24,7 km/h, y la dirección dominante es del sudeste, con direcciones secundarias del noreste y este (Figura A1.2).



Figura A1.2. Rosa de los vientos (Serie 1/1/2015-31/12/2020- INTA Reconquista)

En el Sistema de Paisaje “Humedales del río Paraná con Relieves Aterrazados entre Confluencia y Reconquista”, el clima está caracterizado por una estación estival calurosa y húmeda, e inviernos secos, con temperaturas moderadas y baja ocurrencia de heladas. Para esta descripción se considera como extremo norte del SPH la localidad de Florencia. La precipitación media anual de Florencia es 1.328 mm, mientras que en Reconquista en el extremo sur es 1.225,7 mm. Ambas localidades están separadas una distancia lineal de aproximadamente 61 km, por ende, la precipitación desciende 17 mm cada 10 km.

Los inviernos son secos, en los cuales la precipitación media mensual más baja es alrededor de 24 mm en el mes de julio, tanto en el norte como en el sur. La época lluviosa se extiende entre los meses de octubre y abril, y concentra un gran porcentaje de la precipitación anual. La máxima precipitación media mensual ocurre en diciembre-enero (171 mm en Florencia y 162,8 mm en Reconquista).

El mes más cálido es enero. Su temperatura máxima media es 33 °C. El mes más frío es julio, su temperatura mínima media es 9 °C (Figura A1.1). Las heladas son muy esporádicas, en Bella Vista (Corrientes), se registraron solo 7 días con temperatura por debajo de cero en el período 1991-2020. En esta localidad, la máxima velocidad de viento fue de 116,6 km/h el 1/2/2015, la primavera es la estación más ventosa. En setiembre y octubre se registran vientos promedio de 6,2 km/h. El menos ventoso es marzo con 4 km/h.

ANEXO 2. Geoformas y ambientes leníticos y lóticos



Figura A2.1. Variedad de elementos geomorfológicos en una isla central de casi 3 km de anchura del CP, aguas abajo de Hernandarias (Km 689). De izquierda a derecha: albardones, bancos centrales vegetados, cauces colmatados total o parcialmente (perpendiculares a la traza de los brazos que enmarcan la isla) y bajos con lagunas entre bancos de acreción lateral; al fondo, laguna de contorno redondeado a irregular.



Figura A2.2. Islas del CP con una parte adosada a la unidad Planicie Multilagunar en Curtiembre (km 655). Además de las morfologías mencionadas en Figura A2.1 se distinguen a la derecha de la imagen un par de “albardones bajos” con cobertura herbácea, que se corresponden con albardones de intracauce (AIC).



Figura A2.3. En el centro, Albardones y Derrames (areno-limosos) del CP superpuestos a sedimentos cohesivos, limo-arcillosos, de la Planicie Multilagunar a los 31° 50' S (vista hacia el S); las geoformas se destacan por sostener un ancho bosque en galería de dosel pluriespecífico.



Figura A2.4. Unidad de Espiras de meandro y AIC en su porción al NNO de La Paz, a los 30° 27' S. Además de las morfologías nombradas y sus bajos asociados ocupados por lagunas y bañados se destacan los albardones sensu stricto (“albardones altos”) con bosques maduros y bañados alargados entre ellos (i.e., bañados en cauces abandonados).



Figura A2.5. Unidad de Espiras de meandro y AIC con Drenaje Anastomosado (cauces interconectados) en el borde O de la planicie a los 31° 16' S. Nótese la concordancia entre la traza de los cauces y las geofomas de las márgenes en primer plano, diferente a lo que se ve más hacia el NE en la toma, con lagunas alargadas e irregulares.



Figura A2.6. Vista de la misma unidad de arriba con el río San Javier en primer plano, espiras de meandro y cauces menores interconectados con lagunas de forma redondeada e irregular.



Figura A2.7. Planicie Multilagunar al S de la ciudad de Santa Fe, ca. de 31° 45' S, con lagunas y bañados de forma redondeada e irregular y bañados en cauces abandonados.



Figura A2.8. Planicie Multilagunar hacia la latitud de 31° 55' S. Nótese que los albardones perimetrales al bañado en cauce abandonado sostienen bosques poco densos y que un paleocauce está limpio de hidrófitas (laguna en cauce abandonado), manifestaciones ambas de funcionar como vías de flujo esporádico en las inundaciones procedente desde los cauces activos troncales del sistema (a la izquierda, en la toma).



Figura A2.9. Planicie Multilagunar con Drenaje Anastomosado a la latitud de Santa Elena (km 727), en contacto con la de Espiras de Meandro y AIC con Drenaje Anastomosado (en primer plano).



Figura A2.10. La unidad anterior a la latitud de Helvecia ($31^{\circ} 06' S$), con cauces menores interconectados con lagunas de forma redondeada e irregular.



Figura A2.11. Vista hacia el N de la laguna colindante a las unidades Islas del CP (derecha) y Espiras de Meandro y AIC (izquierda), a los 30° 34' S; la laguna ha experimentado una marcada reducción de área en el último ca. medio siglo, por la progradación deltaica del Aº El Negro en su interior (centro).

ANEXO 3. Tipos de vegetación

Tipos de vegetación dominados por especies leñosas (bosques y arbustales)

1. Bosques pioneros. Aparecen en los bancos del curso principal, así como en albardones y espiras bajas, y están fuertemente sometidos a procesos erosivos y de deposición. Por lo general estos bosques son coetáneos, con un dosel arbóreo uniforme, denso y casi continuo. Están formados por especies leñosas pioneras o colonizadoras, con una alta densidad de individuos, los que, según la especie dominante pueden ser:

1.1 Alisales. Bosques dominados por *Tessaria integrifolia* (“aliso de río”). Eventualmente acompañados por sauce criollo (Fig. 1).

1.2 Sausales. Bosques dominados por *Salix humboldtiana* (“sauce criollo”). De mayor longevidad en el paisaje, motivo por el cual llegan a conformar bosques maduros (Fig. 2).

1.3 Sangrosales. Bosques dominados por *Croton urucurana* (“sangre de Drago”). Al igual que los alisales, suelen ser formaciones puras.



Fig. 1. Bosque pionero (Alisal)



Fig. 2. Bosque pionero (Sausal)

2. Bosques secundarios. Generalmente son sauzales ubicados sobre albardones de cauces activos, los que durante las crecidas desbordan sobre el albardón provocando un surco erosivo y posterior depositación masiva de sedimentos, principalmente arenoso. Esta dinámica de inundación modifica la estructura y composición florística original del bosque, dando como resultado una formación pluriespecífica y heterogénea, en la que, si bien dominan las especies pioneras, éstas se encuentran representadas en diferentes parches y clases de edades, y acompañadas por especies arbóreas propias de los boques maduros, como *Inga uruguensis* (“ingá”) y *Albizia inundata* (“timpó blanco”) (Figs. 3 y 4)



Fig. 3. Bosque secundario



Fig. 4. Bosque secundario

3. Bosques maduros

3.1 Sausales. Estos corresponden a los bosques pioneros que originalmente colonizan bancos y albardones bajos, y que durante su desarrollo se enriquecen con especies propias de los bosques pluriespecíficos tales como *Albizia inundata*, *Croton urucurana*, *Inga uruguensis* y *Nectandra angustifolia* (“laurel de río”), entre otras. En general presentan estratos arbustivos de densidad media, en el que se pueden hallar *Byttneria filipes* (“abrojito”), *Hibiscus striatus* (“rosa del río”), entre otras; y uno o dos estratos herbáceos muy desarrollados en los que abundan distintas especies como *Hymenachne amplexicaule* (“carrizo chico”), *Louisiella elephantipes* (“pasto camalote”), *Paspalum fasciculatum* (“sorgo amargo”) y especies del género *Polygonum* (Figs. 5 y 6).



Fig. 5. Bosque maduro (Sausal)



Fig. 6. Bosque maduro (Sausal)

3.2 Bosques pluriespecíficos altos. Ubicados sobre albardones y espiras de mayor elevación, y en sustratos más desarrollados y fértiles que los bosques de bancos. Si bien estos bosques son inundados durante crecidas importantes, son más “estables”, y presentan una alta densidad y complejidad estructural, con un elevado número de especies leñosas y herbáceas. En estos bosques se pueden hallar especies arbóreas representadas por ejemplares de gran magnitud en alturas y diámetros de sus copas y fustes. Son bosques pluriestratificados, en los que se pueden hallar uno o dos estratos arbóreos, un estrato arbustivo que en sectores puede ser muy denso, y uno o dos estratos herbáceos. Una característica que poseen estos bosques es la riqueza y abundancia que presentan las plantas volubles o enredaderas como: *Aristolochia trilobata* (“flor de patito”), *Cayaponia podantha* (“sandía del monte”), *Cissampelos pareira* (“contrayerba”), *Cissus palmata* (“uva del diablo”), *Cissus verticillata* (“cortina del cielo”), *Dolichandra unguis-cati* (“sacha huasca”), *Dolichandra uncata*, *Funastrum clausum* (“tasi chico”), *Gonolobus parviflorus*, *Ipomoea alba* (“dama de noche”), *Ipomoea cairica* (“campanilla”), *Melothria candolleana* (“pepinito del monte”), *Mikania periplocifolia* (“guaco de río”), *Mikania variifolia* (“guaco”), *Passiflora foetida* (“pasiflora hedionda”), *Passiflora misera* (“mburucuyá mariposa”), *Paullinia elegans* (“ojo de muñeca”), *Paullinia pinnata* (“isipó morotí”), *Sicyos polyacanthus* (“tupe”) y *Solanum uncinellum*, entre otras.

Entre las especies arbóreas de mayor porte se destacan: *Albizia inundata* (“timbó blanco”), *Banara arguta* (“granadillo”), *Croton urucurana*, *Enterolobium contortisiliquum* (“timbó colorado”), *Erythrina crista-galli* (“seibo”), *Eugenia myrcianthes* (“ubajay”), *Geoffroea spinosa* (“maní guaycurú”), *Guarea macrophylla* subsp. *spiciflora* (“cedro blanco”), *Inga uruguensis* (“ingá”), *Muelleria sericea* (“ibirá itá”), *Myrsine laetevirens* (“canelón”), *Nectandra angustifolia*, *Peltophorum dubium* (“ibirá pitá”), *Pouteria gardneriana* (“aguai”), *Salix humboldtiana*, *Sapindus saponaria* (“palo jabón”), *Sapium haemospermum* (“curuí”) y *Tabernaemontana catharinensis* (“palo víbora”). Entre los árboles de menor porte se pueden mencionar a *Cecropia pachystachya* (“ambay”), *Crateva tapia* (“naranjillo”), *Celtis iguanaea* (“tala gateador”), *Celtis pallida* (“tala”), *Phyllanthus chacoensis* (“balcoca”), *Psidium striatulum* (“arazá guaycurú”), *Psychotria carthagenensis* (“jazmín de la costa”), *Solanum granulolum-leprosum* (“fumo bravo”) y *Xylosma venosa* (“espiná colorada”), entre otros.

En el estrato arbustivo se destacan algunas especies como *Abutilon grandoflorum* (“malva del monte”), *Byttneria filipes*, *Hibiscus striatus*, *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (“campanilla arbustiva”), *Ludwigia bonariensis* (“cruz de Malta”), *Ludwigia caparosa*, *Mimosa pigra* (“carpinchera”), *Sesbania virgata* (“rama negra”) y *Solanum caavurana*.

Los estratos herbáceos, tanto el superior como inferior, son ricos en especies y en general cubren gran parte de la superficie del suelo.

En estos bosques ocurren parches puros y muy densos de cañaverales o picanillares dominados por *Guadua paraguayana* (“picanilla”), en cuyo interior el sustrato se cubre totalmente de una capa de hojarasca que impide el crecimiento del tapiz herbáceo.

Las especies arbóreas presentes en estos bosques son de linaje paranaense y, dependiendo del gradiente latitudinal, van variando su composición y riqueza florística. Los más ricos y diversos se ubican en el extremo norte del área estudiada y se van empobreciendo a medida que se desciende hacia el sur (Figs. 7 y 8).



Fig. 7. Bosque pluriespecífico alto



Fig. 8. Bosque pluriespecífico alto

3.3 Bosques pluriespecíficos bajos. Corresponden a una versión empobrecida de los bosques anteriores. Su riqueza y diversidad disminuye en la medida que lo hace la actividad hidrosedimentológica de los cursos de agua, así como también en relación a su mayor edad y menor elevación topográfica. Según los sitios estos pueden estar dominados por una o más especies arbóreas y presentan un entramado arbustivo denso, con numerosas enredaderas y abundante vegetación herbácea. Entre las especies de gran frecuencia aparecen *Albizia inundata*, *Celtis iguanaea*, *Crateva tapia*, *Erythrina crista-galli*, *Parkinsonia aculeata* (“cina cina”), *Peltophorum dubium*, *Phyllanthus chacoensis*, *Sapium haematospermum*, *Scutia buxifolia* (“coronillo”), *Tabernaemontana catharinensis* y *Vachellia caven* (“aromito”), entre otras (Figs. 9 y 10).



Fig. 9. Bosque pluriespecífico bajo



Fig. 10. Bosque pluriespecífico bajo

3.4 Bosques de terrazas. Por lo general estos bosques se ubican en los sectores más alejados del curso de agua, por lo que solo son afectados por inundaciones extraordinarias, y próximos a bosques de linaje chaqueño. Constituyen los bosques más ricos en diversidad de todo el paisaje de humedales y se restringen a su sector noroeste. La presencia en estos bosques de especies leñosas que poseen maderas duras, ha ocasionado que los mismos hayan sido muy explotados, a tal punto que en la actualidad se puede considerar que quedan sólo áreas relictuales.

El estrato arbóreo es diverso y no hay una especie dominante, su altura puede alcanzar los 12-15 metros y las especies presentes siguen siendo de linaje paranaense. Entre las especies que conforman el dosel arbóreo se pueden citar: *Albizia inundata*, *Chloroleucon tenuiflorum* (“tatané”), *Cordia americana* (“guayaibí”), *Cupania vernalis* (“yagua ratay”), *Enterolobium contortisiliquum*, *Eugenia myrcianthes*, *Ficus luschnathiana* (“higuerón”), *Gleditsia amorphoides* (“espina corona”), *Holocalyx balansae* (“alecrín”), *Inga uraguensis*, *Myrsine laetevirens*, *Nectandra angustifolia*, *Phytolacca dioica* (“ombú”), *Pisonia zapallo* (“caspi zapallo”), *Pouteria gardneriana*, *Ruprechtia laxiflora* (“viraró”), *Sapindus saponaria*, *Sapium haematospermum*, *Sideroxylon obtusifolium* (“guaraniná”), *Sorocea sprucei* (“ñandipá”), *Syagrus romanzoffiana* (“pindó”) y *Tabernaemontana catharinensis*.

En el estrato arbóreo más bajo, y en el arbustivo, se pueden hallar *Abutilon grandifolium*, *Achatocarpus praecox* (“tala negro”), *Allophylus edulis* (“cocú”), *Annona emarginata* (“chirimoya de monte”), *Brunfelsia australis* (“jazmín del Paraguay”), *Byttneria filipes*, *Celtis iguanaea*, *Celtis pallida*, *Eugenia uniflora* (“ñangapirá”), *Luehea divaricata* (“Francisco Álvarez”), *Machaonia brasiliensis*, *Phyllostylon rhamnoides* (“palo lanza”), *Piper amalago*, *Pisonia aculeata* (“yaguá pindá”), *Psychotria carthagenensis*, *Scutia buxifolia*, *Senegalia bonariensis* (“uña de gato”), *Solanum granulosum-leprosum*, *Terminalia triflora* (“palo amarillo”), *Vachellia caven*, *Vasconcellea quercifolia* (“mamón del monte”), *Vassobia breviflora* (“sacha perilla”), entre otros.

Una particularidad que presentan estos bosques es que el estrato arbustivo en general permite el tránsito sin mayores problemas, el suelo está cubierto por hojarasca y son escasas las especies herbáceas que se pueden hallar en su interior. En el estrato herbáceo se destacan, entre otras, *Bromelia serra* (“cargo gancho”), *Justicia brasiliana* (“coral del monte”), *Oplismenus hirtellus*, *Petiveria alliacea* (“pipí”), *Pharus lappulaceus* (“arroz del monte”), *Rivina humilis* (“sangre de toro”). Por otra parte, posee una alta frecuencia de lianas y arbustos trepadores, en particular de *Dolichandra cynanchoides*, *Forsteronia glabescens* (“jazmín del monte”) y *Pisonia aculeata*, además de varias enredaderas comunes a las descriptas para los otros bosques.

En algunos sectores, algo más al suroeste de su distribución geográfica, estos bosques se entremezclan con especies de linaje chaqueño como *Aspidosperma quebracho-blanco* (“quebracho blanco”), *Copernicia alba* (“carandá”), *Geoffroea decorticans* (“chañar”), *Libidivia paraguariensis* (“guayacán”), *Neltuma alba* (“algarrobo blanco”), *Neltuma nigra* (“algarrobo negro”), *Sarcomphalus mistol* (“mistol”) y *Schinopsis balansae* (“quebracho colorado santafesino”) (Figs. 11 y 12).



Fig. 11. Bosque de terraza



Fig. 12. Bosque de terraza

4. Palmares. Bosques dominados por *Copernicia alba*, frecuentes en sitios deprimidos e inundables del sector norte de este paisaje de humedales, cuyo estrato herbáceo superior está dominado por *Coleataenia prionitis* (“paja brava”) (Figs. 13 y 14).



Fig. 13. Palmar



Fig. 14. Palmar

5. Picanillares. Cañaverales dominados por *Guadua paraguayana*, que ocurren en manchones en el interior de los bosques. Estos manchones o parches presentan una alta densidad de *Guadua paraguayana*, a tal punto en a veces resultan imposibles de penetrar, especie que puede alcanzar 10-12 m de alto (Figs. 15 y 16).



Fig. 15. Picanillar



Fig. 16. Picanillar

6. Espinillares. Éstos ocurren en espiras bajas y a veces en pequeñas lomadas, y están dominados por *Vachellia caven*, los que fisonómicamente por lo general se asemejan más a arbustales que a bosquecitos bajos. Estos espinillares ocurren en sectores abiertos y por lo general forman parches más o menos definidos en una matriz de paisaje de sabanas o pajonales (Fig. 17).

7. Arbustales. Estas comunidades ocurren, por lo general, en bordes o márgenes de algunas lagunas o cuerpos de agua semipermanentes, en sitios bajos, inundables. Entre las especies dominantes de estos arbustales se encuentran *Sesbania virgata*, *Baccharis salicifolia*, *Hibiscus striatus* y *Ludwigia elegans* (“duraznillo del agua”). En sitios de mayor elevación aparece *Mimosa pigra*, *Parkinsonia aculeata* y *Vachellia caven* (Fig. 18).



Fig. 17. Espinillar



Fig. 18. Arbustal (de *Sesbania virgata*)

Tipos de vegetación dominados por especies herbáceas (Sabanas, Pajonales, Praderas, Carrizales, Juncales, Pirizales, Catazales, Verdolagales, Camalotales)

8. Sabanas. Fisonómicamente este tipo de vegetación está dominado por especies herbáceas y acompañados con la presencia de elementos leñosos (árboles, arbustos o palmeras) dispersos. Se ubican en posiciones topográficamente intermedias del relieve y suelen ocupar grandes extensiones, principalmente en el centro y norte de este paisaje de humedales.

Las más extensas, especialmente en sectores bajos e inundables, son aquellas cuyo estrato herbáceo superior está dominado por *Coleataenia prionitis* ("paja brava"). En otros casos, se carece de un estrato herbáceo superior y dominan en el inferior numerosas especies rastreras, rizomatosas o estoloníferas, las que pueden ocupar entre el 30 al 80% de la superficie del suelo.

Los elementos leñosos que ocurren en estas sabanas varían según las zonas, siendo frecuente encontrar especies como *Copernicia alba*, *Erythrina crista-galli*, *Sapium haematospermum*, *Celtis pallida*, *Tabebuia nodosa* ("palo cruz"), *Vachellia caven*, y menos frecuentemente con *Butia yatay* ("yatay"), *Neltuma alba*, *Neltuma hassleri* var. *nigroides* ("algarrobo paraguayo"), *Neltuma nigra*, *Sarcomphalus mistol* y *Sideroxylon obtusifolium* (Figs. 19 y 20).



Fig. 19. Sabana con *Neltuma* sp.



Fig. 20. Sabana con *Copernicia alba*

9. Pajonales. Este tipo de vegetación, carente de elementos leñosos, está dominado por un estrato herbáceo superior denso y alto (2-2,5 m) de *Coleataenia prionitis*. Si bien pueden resultar ricos en especies, fisonómicamente se caracterizan por la dominancia de gramíneas altas que forman matas densas y muy vigorosas. Estos se ubican en posiciones topográficas similares o algo más bajas que las sabanas, y en las que frecuentemente pueden inundarse producto de las crecientes y/ode las lluvias (Figs. 21 y 22).



Fig. 21. Pajonal



Fig. 22. Pajonal

10. Praderas. Fisonómicamente este tipo de vegetación está dominado por un estrato herbáceo inferior, en el que ocurren gramíneas o pastos “cortos”, es decir, especies cuyo hábito de crecimiento es rastrero, sean éstas decumbentes, estoloníferas o rizomatosas. Estas comunidades ocurren en sustratos húmedos, más o menos fértiles, de sitios abiertos o en el interior de bosques. Este estrato herbáceo inferior (menor de 30 cm de alto) representa entre el 70 y 100% de la superficie, mientras que el estrato herbáceo superior (compuesto por especies cespitosas, que forman matas), en general no supera el 30%.

10.1 Praderas húmedas. Estas comunidades son frecuentes en sitios de sustratos húmedos, algo deprimidos, de lugares abiertos o más o menos sombreados. Son especies frecuentes de estas comunidades *Desmodium incanum* (“pega pega”), *Mimosa strigillosa* (“sensitiva enana”), *Paspalum conjugatum* (“pasto colchón”), *Paspalum denticulatum* (“pasto morado”), *Paspalum dilatatum* (“pasto miel”), *Paspalum notatum* (“pasto horqueta”), *Paspalum plicatulum* (“pasto cadena”), *Paspalum urvillei* (“pasto macho”), *Paspalum vaginatum* (“gramilla blanca”), *Phyla nodiflora* (“yerba del mosquito”) y *Stenotaphrum secundatum* (“pasto colchón”), entre otras (Fig. 23).

10.2 Praderas de gramilla o gramillar. Esta comunidad, cuya especie dominante es *Cynodon dactylon* (“gramilla”), se encuentra en suelos en general compactos y en lugares abiertos, viejos bancos re TRABAJADOS por el río, o cauces colmatados (Fig. 24).



Fig. 23. Pradera húmeda



Fig. 24. Pradera de gramilla

10.3 Praderas de canutillos o canutillar. Estas comunidades se caracterizan por la dominancia de pastos palustres, arraigados por sus raíces y con tallos que suelen presentar estructuras morfológicas tales que les permiten flotar a medida que el nivel del agua se incrementa. Ocurren en sitios bajos, deprimidos, que permanecen anegados durante el período de lluvias o en crecientes, bordes de lagunas y bañados. Posee un estrato herbáceo inferior (o flotante, según el nivel del agua) más o menos denso, y carece o son muy raras, las especies que formen matas. Son numerosas las especies que integran los canutillares, en particular gramíneas y ciperáceas, siendo las más comunes los “capines”: *Echinochloa helodes*, *Echinochloa crusgavonis*, *Hymenachne amplexicaule*, *Eleocharis elegans* (“junquillo”), *Leersia hexandra* (“pasto laguna”), *Luziola peruviana* (“pastito de agua”), *Oplismenopsis najada* (“canutillo”) y *Setaria geminata*. En algunas localidades también se conoce como canutillares a los extensos ensambles de vegetación acuática flotante que crece arraigada a las márgenes de los cauces secundarios y cursos menores. Se trata de praderas lólicas muy frecuentes y dominadas por *Louisella elephantipes* que incorporan además, otras especies tales como *Paspalum repens*, *Pontederia azurea*, *Polygonum ferrugineum* y especies flotantes libres que derivan por los cauces y quedan eventualmente ancladas en este tipo de formación (Figs. 25 y 26).



Fig. 25. Pradera de canutillos



Fig. 26. Pradera de canutillos

11. Carrizales. Este tipo de vegetación está dominado por un estrato herbáceo denso de pastos palustres, arraigados, de tallos por lo general huecos y flotantes denominados “carrizos”. Estas se ubican en sitios bajos e inundables próximos a cursos de agua activos, como en cursos con diferentes estados de colmatación. Son especies frecuentes *Cenchrus nervosum* (“simbol”), *Hymenachne amplexicaule*, *Hymenachne grumosa* (“paja mansa”), *Hymenachne pernambucense* (“carrizo”), *Louisiella elephantipes*, *Paspalum fasciculatum* y *Paspalum repens* (“gramilla del agua”) (Figs. 27 y 28).



Fig. 27. Carrizal



Fig. 28. Carrizal

12. Juncuales. Comunidades dominadas por *Schoenoplectus californicus* (“junco”), propia de bañados y el centro de lagunas de escasa profundidad. En ambientes acuáticos de mayores dimensiones se localiza en las márgenes acompañando los descensos de profundidad (Fig. 29)

13. Pirizales. Comunidad bien definida dominada por *Cyperus giganteus* (“papiro criollo”), que ocurre en bañados o lagunas de poca profundidad, con agua permanente o temporaria (Fig. 30).



Fig. 29. Juncal



Fig. 30. Pirizal

14. Cataizales. Comunidad dominada por distintas especies del género *Polygonum*, como *Polygonum ferrugineum*, *Polygonum hydropiperoides*, *Polygonum punctatum* y *Polypogon stelligerum*, todos ellos denominados comúnmente “catay”. Ocupan en general bordes de lagunas y bañados con diferentes conectividades hidrosedimentológicas. Entre los catays, *Polygonum ferrugineum* forma poblaciones de gran extensión y coloniza, al igual que los canutillos de *Louisiella elephantipes*, márgenes de cursos de agua menores (Fig. 31).

15. Verdolagales. Comunidades dominadas por *Ludwigia peploides* (“verdolaga”), planta arraigada, estolonífera, que forma un tapiz denso y continuo. Ocurre en lugares bajos, la mayor parte del año esta comunidad permanece con unos centímetros de agua en superficie. Aquí son frecuentes otras especies, en particular los “capines”: *Echinochloa helodes*, *Echinochloa cruspavonis*, *Echinodorus grandiflorus* (“cucharero”), *Eleocharis elegans*, *Setaria geminata* y *Sagittaria montevidensis* (“saeta”), entre otras (Fig. 32).



Fig. 31. Cataizal



Fig. 32. Verdolagal

16. Camalotales. Estas son comunidades dominadas por especies palustres, arraigadas o flotantes libres, siendo frecuentes aquellas denominadas comúnmente como “camalotes”: *Pontederia azurea*, *Pontederia crassipes*, *Pontederia cordata* y *Pontederia rotundifolia*. Pueden ser especies acompañantes *Nymphoides indica* (“estrella del agua”), *Pistia stratiotes* (“repollito de agua”), *Louisiella elephantipes*, *Paspalum fasciculatum*, *Salvinia biloba* (“acordeón del agua”), *Spirodela* sp. (Figs. 33 y 34).

Una especie particular que se puede hallar en estas comunidades, en particular en aguas quietas, es *Victoria cruziana* (“irupé”) (Fig. 35).



Fig. 33. Camalotal



Fig. 34. Camalotal



Fig. 35. *Victoria cruziana* ("irupé")



UNL • FACULTAD
DE INGENIERÍA Y
CIENCIAS HÍDRICAS



Universidad
Nacional
de San Martín



Wetlands
INTERNATIONAL



Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible
Argentina

Ministerio de Ambiente
y Cambio Climático

Santa Fe
Provincia



ISBN 978-631-90003-4-4



9 786319 000344