

# PROYECTO PILOTO DE INVENTARIO DE HUMEDALES DE LOS PARTIDOS DE LUJAN, PILAR Y ESCOBAR

## *Informe Final*

*Autoras:*

*Priscilla Minotti y Patricia Kandus*

*Agosto 2017*



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
SAN MARTÍN

**3iA**

INSTITUTO  
DE INVESTIGACIÓN  
E INGENIERÍA AMBIENTAL



## PROYECTO PILOTO DE INVENTARIO DE HUMEDALES DE LOS PARTIDOS DE LUJAN, PILAR Y ESCOBAR

### Resumen Ejecutivo

Por encomienda del MAyDS se realizó un inventario de humedales en un Área Piloto (AP) que comprende a los partidos de Luján, Pilar y Escobar, con detalle y metodologías semejantes a los que serían implementados en el Nivel 3 del Inventario Nacional. Los objetivos específicos de este inventario piloto fueron:

- Proponer un esquema metodológico para realizar un inventario de humedales de detalle apropiado a la extensión del AP acorde al Nivel 3 propuesto del Inventario Nacional a partir del análisis de los antecedentes de distintas experiencias de inventarios y del conocimiento del territorio.
- Identificar los diferentes tipos de humedales.
- Generar una cartografía digital de humedales
- Proponer y evaluar esquemas de validación de los elementos de humedal cartografiados
- Analizar los alcances del proceso de caracterización de los elementos de humedal cartografiados.

Se realizó un análisis exhaustivo de los documentos disponibles sobre inventario en diferentes regiones del mundo y sobre los avances en nuestro país. Se estableció un marco conceptual, que a los fines de este trabajo adoptó la definición de humedales propuesta en el Taller Hacia un Inventario Nacional de Humedales organizado por el MAyDS el 14 y 15 de septiembre de 2016 y un enfoque ecohidrogeomórfico para la identificación y delimitación de los mismos.

Desde el punto de vista metodológico se estableció un protocolo de trabajo en el cual se definieron los pasos metodológicos y los puntos críticos a considerar en el desarrollo del inventario. En este marco, se realizó un análisis de las características físicas ambientales consideradas factores forzantes de la presencia de los humedales. En segunda instancia se consideró la historia de ocupación y el uso actual del territorio, que en muchos casos afecta sustancialmente el emplazamiento de los humedales, su régimen hidrológico y también sus límites identificables. La complejidad que involucra la intervención humana en esta zona determinó que solamente se mapearon los humedales de origen natural.

Los resultados de este trabajo evidencian la necesidad de desdoblarse el Nivel III del inventario de humedales en dos niveles: Unidades de Paisaje de Humedal y Unidades de Humedal. Las Unidades de Paisaje pueden ser fácilmente identificadas y delimitadas utilizando fuentes cartográficas de escala 1:250 000 a 1: 50 000. La Unidad de Paisaje aporta un nivel de comprensión para la gestión particularmente en aquellos casos donde los elementos de humedales no puedan ser identificados o delimitados en forma inmediata. En el AP se identificaron y delimitaron cuatro unidades de paisaje, tres constituidas casi completamente por humedales (Planicie deltaica, Bajíos ribereños, Paleoestuarios) y una dominada por ambientes terrestres (Terraza alta).

La delimitación de elementos de humedal se llevó a cabo a partir del análisis e interpretación de material cartográfico preexistente, material aerofotográfico histórico e imágenes satelitales ópticas de resolución alta (QuickBird, Spot pancromatco) y media (series Landsat, Spot y Sentinel) en distintas situaciones hidrológicas, y con preferencia anteriores al mayor desarrollo de urbanizaciones cerradas sobre humedales. Las fuentes analizadas cubrieron un periodo que va desde 1965 hasta la fecha, con mayor énfasis en los años 1999-2003. Las escalas ideales para la delineación de elementos de humedal se sitúan entre 1:10 000 y 1: 5 000. Si se quiere incorporar los límites de los cursos de agua, naturales o artificiales, puede ser necesario trabajar a escalas mayores como 1: 2000, dado que el carácter netamente urbano y suburbano de la AP no permite discriminar fácilmente su traza. Se identificaron y delimitaron 15 tipos de humedales naturales diferentes. La



*Planicie Deltaica presentó los siguientes tipos de humedales principales: albardón del Paraná, bañado del bajo interior isleño, distributarios, horquetas, cresta de avance y su paleocanal asociado. En la Paleobahía se reconocieron los siguientes tipos de humedales dominantes: la faja fluvial del Río Luján, paleocauces, cordones litorales y bajos intercordones; también se definió una tipología para ambientes de humedal presentes en fotografías aéreas de los años 60 de baja resolución y que en fuentes posteriores se encontraban ya muy modificados. La unidad Paleoestuario se caracterizó por la presencia de extensos bañados de desborde ubicados en la planicie aluvial o en media loma, asociados a las fajas fluviales del Río Luján y de otros tributarios al Río Lujan Inferior como el Arroyo Escobar, donde también es común la presencia de lagunas y cauces temporarios. En la Terraza Alta los humedales identificados se expresan como parches de dimensiones reducidas siendo características las pequeñas cubetas de forma subcircular y las vaguadas de tributarios menores y de cañadas.*

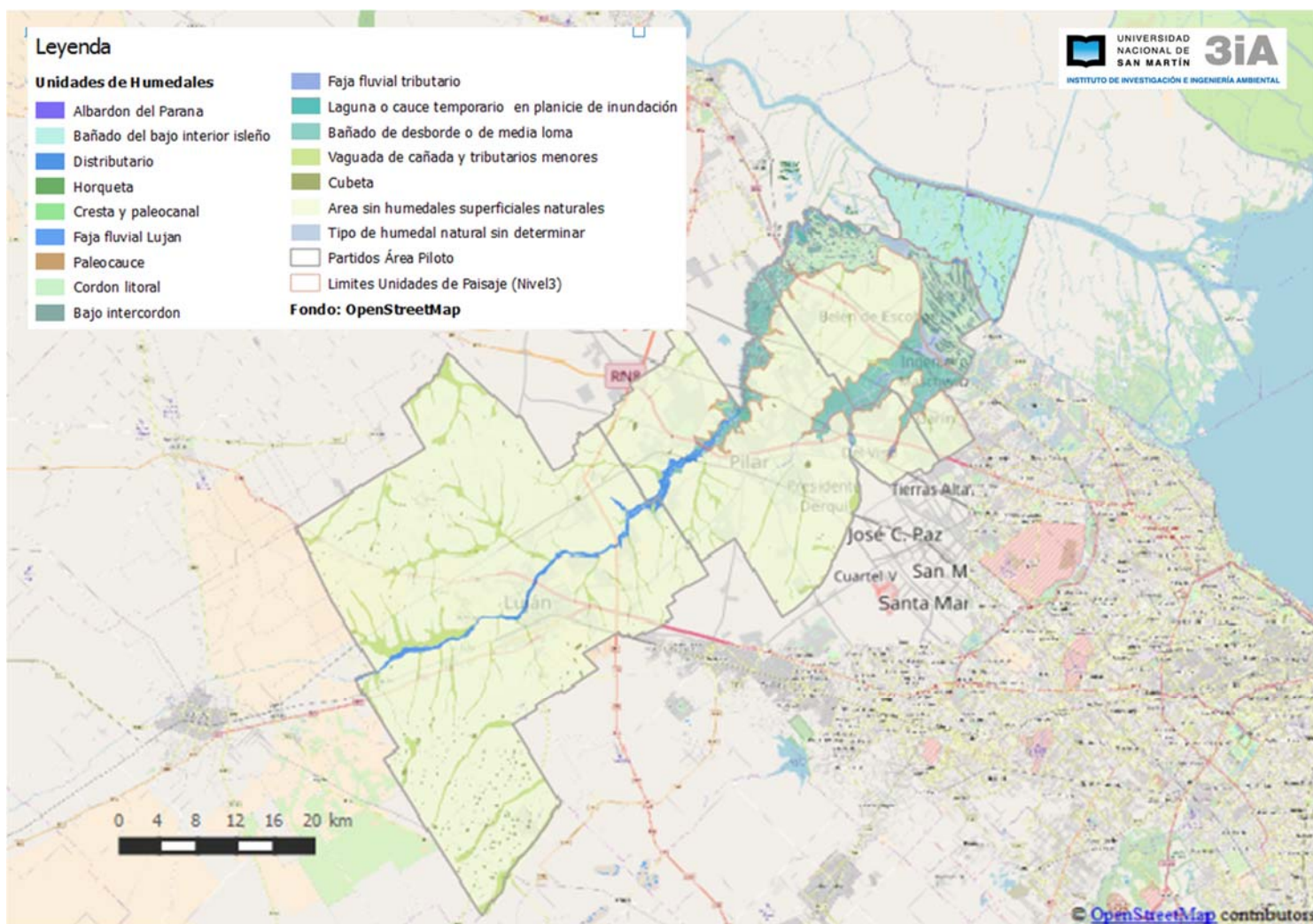
*El inventario a nivel digital presenta dos datasets, uno para Unidades de Paisajes de Humedales y otro para Unidades de Humedales, con los atributos correspondientes a la menor jerarquía de clasificación propuesta para el inventario y la superficie en Ha calculada por el sistema. Dado el carácter piloto de este inventario, no se presentan resultados vinculados con la superficie total de humedales naturales identificados ni tampoco con las modificaciones sufridas. No obstante, dichos datos permitirían verificar que el partido de Escobar es el que presenta la mayor superficie y variedad de humedales, tanto a nivel de unidades de paisaje como de tipos de humedales, y en él se verifican también la mayor parte de las transformaciones. En los partidos de Pilar y Lujan predomina la unidad Terraza Alta, que se caracteriza por una menor proporción de humedales.*

*El proceso de validación de la presencia de los elementos de humedal y sus límites se vinculan en forma directa con los caracteres diagnósticos propuestos por la definición de humedales: hidrológicos, edáficos y biota adaptada (en particular plantas hidrófitas). Los aspectos hidrológicos son los evaluados en primera instancia en gabinete a través del análisis de series multitemporales de datos satelitales, y para este estudio fueron tenidos en cuenta como parte de los criterios de delimitación. En cambio para los aspectos edáficos y bióticos, que emergen de las características hidrodinámicas del humedal, se proponen planillas de validación a campo. En este caso resultan aspectos críticos el diseño de selección y muestreo de los humedales a evaluar, la accesibilidad a los humedales, particularmente en áreas de propiedad privada, y la planificación y desarrollo de actividades de capacitación para los técnicos que lleven adelante el proceso de inventario a campo.*

*El proceso de caracterización de los humedales en el marco del inventario debiera ser orientado por tipo de humedal identificado. El mismo tiene diferentes dimensiones vinculadas en primer término a los aspectos ecohidrogeomórficos propios de cada tipo de humedal y en segundo término a variables vinculadas a los objetivos específicos del inventario. En el desarrollo de este inventario piloto se realizó una caracterización ecohidrogeomórfica y de servicios ecosistémicos por tipo de humedal de cada unidad de paisaje teniendo en cuenta exclusivamente las descripciones disponibles en la literatura evaluada en los antecedentes.*







Unidades de Humedales del Área Piloto



## Contenido

1. Introducción .....	1
1.1. Requerimientos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (MAyDS).....	1
1.2. Antecedentes sobre Inventarios de Humedales en Argentina .....	1
1.3. Experiencias de inventario de humedales en otros países .....	3
1.4. Objetivos del Inventario Piloto.....	6
1.5. Localización del Área Piloto.....	7
2. Marco conceptual.....	9
2.1. Definición Operativa de Humedal .....	9
2.2. Enfoques de clasificación e inventario de humedales .....	10
2.3. Esquema metodológico desarrollado para este inventario piloto.....	12
3. Antecedentes .....	15
3.1. Marco regional .....	15
3.2. Hidrografía.....	16
3.3. Geología.....	19
3.4. Geomorfología.....	24
3.5. Hidrogeología. ....	27
3.6. Clima y meteorología .....	30
3.6. Hidrología .....	35
3.7. Suelos .....	41
3.9. Vegetación.....	44
3.10. Población .....	46
3.11. Usos del territorio .....	46
3.13. Problemáticas ambientales. ....	54
3.14. Antecedentes sobre relevamientos de humedales en el área piloto .....	56
3.14.1. Inventario de Sistemas de Paisajes de Humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay .....	56
3.14.2. Reserva Nacional Estricta Otamendi (RNEO) .....	58
3.14.3. Inventario de Humedales del Partido de Campana .....	62



4. Criterios de identificación y delimitación de humedales .....	63
4.1. Criterios e Indicadores cartográficos.....	63
4.1.1 Cartografía topográfica. ....	63
4.1.2. Cartografía de cobertura/uso de suelo. ....	64
4.1.3. Cartografía de suelos.....	66
4.1.4. Indicadores hidrológicos. ....	68
4.2. Criterios e Indicadores de campo.....	75
4.2.1. Geoformas.....	75
4.2.2. Presencia y características del agua .....	76
4.2.3. Suelos .....	78
4.2.3. Sustratos (cuando no hay suelos).....	85
4.2.4. Biota adaptada .....	86
5. Clasificación jerárquica, Tipología y Caracterización de humedales para el Área Piloto .....	89
5.1. Niveles jerárquicos .....	89
6. Variables de caracterización de los humedales .....	99
7. Inventario de humedales del AP .....	101
7.1. Planicie Deltaica .....	105
7.1.1. Descripción .....	105
7.1.2 Humedales naturales.....	109
7.2. Bajios Ribereños .....	118
7.2.1. Descripción .....	118
7.2.2. Humedales naturales.....	123
7.3. Paleoestuarios .....	128
7.3.1. Descripción .....	128
7.3.2. Humedales naturales.....	132
7.4. Terraza alta.....	139
7.4.1. Descripción .....	139
7.4.2. Humedales naturales.....	144
8. Verificación a campo .....	152



8.1. Metodología .....	152
8.2. Resultados .....	156
8.3. Desafíos para la implementación del proceso de verificación a campo .....	180
9. Consideraciones finales .....	181
10 Agradecimientos.....	182
11. Bibliografía citada .....	182
ANEXO 1. Definiciones. ....	192
ANEXO 2. Especies hidrofítas comunes citadas para el AP .....	194



## PROYECTO PILOTO DE INVENTARIO DE HUMEDALES DE LOS PARTIDOS DE LUJAN, PILAR Y ESCOBAR

### 1. Introducción

#### 1.1. Requerimientos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (MAyDS)

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (MAyDS) impulsa la concreción del Inventario Nacional de Humedales, anticipándose a la definición de su desarrollo descripto en el proyecto de ley sobre Presupuestos Mínimos sobre Conservación y Uso Sustentable de los Humedales. En este marco, el MAyDS plantea en lo inmediato el desarrollo de proyectos piloto de inventario de humedales en áreas prioritarias designadas. Estos pilotos tienen como objetivo general adquirir experiencia y sentar las bases conceptuales y metodológicas para el desarrollo de un inventario de detalle que contribuya como herramienta a la gestión de los humedales.

Como objetivos particulares, los proyectos pilotos permitirán:

- Generar información sobre la distribución y presencia de humedales en áreas prioritarias designadas, como herramienta para su gestión y ordenamiento ambiental
- Desarrollar experiencias de inventario y delimitación de humedales en tres regiones de nuestro país, que puedan ser replicables para avanzar con el Inventario Nacional de Humedales
- Avanzar con el ajuste metodológico y la articulación de una red de equipos técnicos pertenecientes a distintos organismos de investigación, para el desarrollo del inventario y relevamiento de humedales en distintas regiones y tipos de humedales de nuestro país.

#### 1.2. Antecedentes sobre Inventarios de Humedales en Argentina

El reconocimiento de la importancia de realizar un inventario de humedales en Argentina lleva ya varios años y dio lugar a un proceso de conocimiento y capacitación por parte de investigadores y técnicos, así como de diferentes instituciones en el país.

En **1992**, Argentina por la Ley NC 23.919 pasa a formar parte contratante de la Convención de Ramsar. La Convención entró en vigor en el país el 4 de septiembre de 1992. Desde su inicio, la Convención de Ramsar sobre los Humedales ha reconocido la importancia de los inventarios nacionales de humedales como instrumentos esenciales para el establecimiento de políticas y otras medidas destinadas a lograr la conservación y el uso racional de estos ecosistemas.

En el año **1998**, la entonces Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable de la Nación, brindó apoyo para la publicación de "Los Humedales de la Argentina: Clasificación, situación actual, conservación y legislación" (Canevari, et al 1999). Esta publicación fue la primera en analizar la situación de los humedales de la Argentina a nivel nacional y brinda una base para el futuro inventario.

En **1999** a través del Programa MAB-UNESCO se publica el libro Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica, donde se recopilan por primera vez descripciones y estudios sobre aspectos ecológicos de los diversos humedales del país realizadas por investigadores reconocidos (Malvárez 1999).

Minotti P. y P. Kandus, 2017





En el año **2002** se realizó el curso-taller “Bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales”, organizado por el Laboratorio de Ecología Regional de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (en el que se desempeñaba como investigadora P. Kandus), con la colaboración de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y el apoyo económico del Fondo de Humedales para el Futuro (WFF/02/ARG/7) y del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EEUU. Su objetivo fue capacitar a profesionales de los ámbitos académicos y de gestión en los aspectos fundamentales de clasificación e inventario de humedales, como paso previo para la elaboración de estos instrumentos a nivel nacional. Los principales resultados y conclusiones del mismo, fueron editados posteriormente como Documentos del Curso Taller (Malvárez y Bó2004).

En junio de **2008** se realizó el Taller sobre Metodología para el Inventario Nacional de Humedales de la Argentina, organizado por el Grupo de Trabajo de Recursos Acuáticos de la Subsecretaría de Planificación y Política Ambiental, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, el Grupo de Investigaciones sobre Ecología de Humedales de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y la Fundación Humedales / Wetlands International. Participaron en el Taller más de cuarenta especialistas en humedales de diversas regiones del país. El Taller contribuyó a establecer lazos de colaboración e intercambio de ideas entre científicos y técnicos especialistas, intercambiar experiencias y conocimientos acerca de los procesos de clasificación e inventario realizados en regiones particulares, acordar un marco general sobre aspectos conceptuales y técnicos para la planificación y el desarrollo de un inventario nacional de humedales, proponer un conjunto de variables básicas para su identificación y caracterización, e identificar las escalas de análisis pertinentes para la expresión de sus funciones. En el documento de síntesis (Benzaquén et al 2009) se plantean tres niveles o escalas de trabajo para el Inventario Nacional de Humedales. El *Nivel 1* subdivide todo el país en grandes regiones, teniendo en cuenta los factores climáticos y topográficos que condicionan el desarrollo de humedales. El *Nivel 2* subdivide las regiones en sistemas y paisajes de humedales, teniendo en cuenta las características geomorfológicas, el origen de las fuentes de agua y los patrones de cobertura del terreno tanto por vegetación natural como por actividades antrópicas. El *Nivel 3* corresponde a la escala de mayor detalle del inventario nacional, donde se incluyen unidades de humedales, sin perjuicio de que jurisdicciones provinciales o municipales puedan realizar inventarios aún más detallados.

En **2011-2012**, en el marco del proyecto PNUDARG/10/003 “Ordenamiento pesquero y conservación de la biodiversidad de los humedales fluviales en los ríos Paraná y Paraguay, República Argentina”, se realizó el Inventario de sistemas de paisajes de humedales del área del proyecto, con énfasis en ambientes importantes para la conservación de la diversidad íctica, abordando el Nivel 2 del inventario nacional planteado en 2007. El proyecto fue llevado adelante por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, la Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales (Fundación Humedales) y el Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín (3iA-UNSAM). El proceso de delimitación fue llevado a cabo por el 3iA-UNSAM identificando 21 sistemas de paisaje de humedales (Minotti et al 2013). La caracterización de cada uno de los sistemas fue realizada de manera participativa por especialistas locales del ámbito científico-académico y de la gestión ambiental provincial (Benzaquén et al 2013).



En **2013**, la Fundación Humedales conjuntamente con el Grupo de Trabajo de Recursos Acuáticos y el 3iA-UNSAM llevaron adelante la regionalización de humedales a escala nacional, como primer ejercicio tendiente a identificar regiones de humedales de Argentina. Este trabajo fue financiado por la Iniciativa Humedales para el Futuro, en el marco de la Convención de Ramsar y con el apoyo del Departamento de Estado de los EE.UU. y del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EE.UU. El proceso de identificación y delimitación fue también llevado a cabo por el 3iA-UNSAM, identificándose 11 regiones, varias de las cuales se subdividen en subregiones. La caracterización de cada una de las regiones/subregiones fue realizada por especialistas del ámbito científico-académico y de la gestión, con conocimiento local. Actualmente se encuentra en etapa de edición un libro que contiene los resultados del trabajo.

Respecto al Nivel 3, las experiencias de clasificación y delimitación de humedales son muy acotadas. Caben mencionarse las de mallines patagónicos (Mazzoni y Rabassa 2011; Peña et al 2008; Mazzoni y Vazquez 2004), las de humedales altoandinos (Boyle et al 2004, Arzamendia et al 2006; Izquierdo et al 2015, 2016), los humedales fluvial costeros del Bajo Delta (Kandus et al 1999), y las de la región chaqueña (Ginsburg et al 2009).

El Laboratorio de *Ecología Teledetección y Ecoinformática* del Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín (LETyE-3iA-UNSAM) cuenta con una amplia experiencia en temas de delimitación y caracterización de humedales y sus principales referentes han acompañado el desarrollo y las experiencias que dieron lugar a la propuesta actual de inventario de humedales del país.

Desde fines del 2015 el Organismo para el Desarrollo Sustentable de la Provincia de Buenos Aires (OPDS) convocó al 3iA-UNSAM para participar de la iniciativa "Capacitación para la ejecución del Inventario de Humedales a nivel provincial" incluido en el del Plan Operativo Anual 2016 de la provincia (Proyecto 3.2.1). Este proyecto tiene como objetivo desarrollar actividades de capacitación para el cuerpo técnico de los organismos provinciales y municipales, con el objeto de formar recursos humanos y desarrollar capacidades para llevar adelante un proceso de inventario de humedales en la provincia. El proyecto fue presentado ante la Dirección Provincial de Políticas Públicas y Metropolitanas, y su implementación fue aprobada por la Subsecretaría de Asuntos Metropolitanos e Inter-jurisdiccionales, perteneciente al Ministerio de Coordinación y Gestión Pública de la Provincia de Buenos Aires. El LETyE-3iA-UNSAM trabaja en estrecha relación con los coordinadores del proyecto, la Lic. Susana Mulvany de la Coordinación Ejecutiva para el Desarrollo Sostenible, la Planificación Económica Ambiental y el Desarrollo de Energías Alternativas y el Arq. Marcos Canciani de la Dirección de Ordenamiento Ambiental Territorial del OPDS. Las actividades con OPDS comienzan por los municipios de las cuencas tributarias de los ríos Paraná y De la Plata, entre los cuales quedan incluidos los partidos del AP, Escobar, Pilar y Lujan. Los trabajos de colaboración ya se iniciaron en el mes de julio pasado con un taller general sobre conceptos de humedales, a fin de facilitar la comprensión y valoración de estos ecosistemas. Este taller tuvo una asistencia de 50 participantes, entre agentes municipales y del ámbito provincial. Un segundo taller fue realizado la última semana de noviembre, con un número de participantes limitado a 15 técnicos pertenecientes a municipios y diferentes organismos provinciales, con el objetivo de avanzar sobre los inventarios de humedales de los diferentes municipios de la zona inicial.

### **1.3. Experiencias de inventario de humedales en otros países**

Minotti P. y P. Kandus, 2017



A fin de analizar los alcances y complejidad del desarrollo de un inventario de humedales a nivel nacional, se pueden tomar como base algunas experiencias internacionales.

Uno de los primeros programas de inventario de humedal, sino el primero, corresponde a los Estados Unidos de Norteamérica (EEUU). Este país inició su inventario nacional de humedales (NWI, del inglés National Wetlands Inventory) a mediados de la década del '70 conducido por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EEUU. US (FWS, del inglés Fish and Wildlife Service) para aportar información sobre la distribución y tipos de humedales que contribuyan a los esfuerzos de conservación sobre estos ambientes (<https://www.fws.gov/wetlands/index.html>). El foco de trabajo del NWI ha sido la producción de mapas y bases de datos geospaciales digitales públicas e información regular sobre las tendencias de cambio en los humedales. Los productos elaborados durante los 30 años de actividad han sido puestos en disponibilidad a través de diferentes medios como atlas de humedales de los estados, mapas nacionales, y actualmente a través de su sitio en internet, Wetlands Mapper (<https://www.fws.gov/wetlands/data/mapper.html>).

El NWI se organiza con coordinadores del FWS distribuidos regionalmente, pero con un equipo de soporte que provee los estándares nacionales que se encuentra en Madison (Wisconsin), donde se localiza la base de datos geográfica de humedales así como también el personal que provee el soporte científico para todas las aplicaciones geospaciales de los datos de humedales. El sitio Wetlands Mapper sirve como un mecanismo de descubrimiento de datos que se maneja en conjunto con el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, del inglés U.S. Geological Survey) también en Madison. El FWS es la principal agencia federal que provee información al público sobre la extensión y estado de los humedales de toda la Nación y ha generado series de mapas temáticos para mostrar la expresión espacial de los distintos tipos de humedales y cuerpos de agua profunda. Esta información es usada por las agencias de gobierno federal, estadual y locales, instituciones académicas, industrias privadas, para la gestión, la investigación, el desarrollo de políticas, la educación y la planificación. El NWI tomó como base para el mapeo e inventario de humedales y cuerpos de agua profundas de todo el territorio de EEUU el sistema de clasificación desarrollado por Cowardin et al. (1979). Esta clasificación consta de cinco sistemas (marinos, estuáricos, riparios, lacustres y palustres) así como subsistemas y clases asociados en forma jerárquica. Los subsistemas se definen en términos de la permanencia del agua en tanto que las clases se refieren a modificadores tales como las características del sustrato y la cubierta vegetal.

Este esquema no pone de manifiesto diferencias en cuanto a morfometría, posición en el paisaje, fuentes de agua dominantes, que contribuyen a la caracterización de las funciones de los humedales. A pesar de esto el mismo fue ampliamente considerado y aplicado, por ejemplo, en la iniciativa de inventario de humedales de países del Mediterráneo, partícipes de la convención Ramsar (<http://medwet.org/>).

El conocimiento adquirido sobre los humedales, su diversidad y dinámica, en las últimas décadas han llevado a que los enfoques de tipo funcional tengan un importante desarrollo, particularmente frente a la necesidad de contar con un marco referencial en la restauración de humedales perdidos (Brooks et al 2011). Hay varios intentos tempranos para desarrollar sistemas de clasificación funcionales de humedales en ambientes costeros (Odum et al. 1974) y en manglares (Lugo and Snedaker 1974).



Brinson (1993a y b) propuso una clasificación funcional de humedales basada en criterios hidrogeomórficos (HGM), donde se reconocen siete clases principales de humedales: Planicies de suelo mineral, Planicies de suelo orgánico, Pendientes, Depresiones, Bordes Lacustres, Riparios, Bordes mareales (estuáricos y marinos). Por su parte, Semeniuk y Semeniuk (1995, 1997) señalan que aunque la tipología de hábitats y de ecosistemas de humedal de la Convención Ramsar ha sido útil y ampliamente usada, la misma se basa en un enfoque que integra y mezcla vegetación, suelo, inundación y formas del terreno muchas veces en forma inconsistente. Finlayson y Davidson en su revisión de 1999 concluyen que los sistemas de clasificación de humedales basados en las formas del terreno (geoformas) y el régimen hidrológico, resultan mucho más robustas al momento de identificar tipos de ambientes de humedal, debido a que son los dos aspectos fundamentales para la existencia y persistencia de estos ecosistemas, más allá de las condiciones climáticas, el tipo de suelo, y la biota presente.

Este tipo de clasificaciones, desarrolladas en EEUU (Brinson 1993) y en Australia (Semeniuk & Semeniuk 1995, Semeniuk 1987) han sido propuestas como el estándar para el inventario nacional de humedales en Australia (Finlayson 1999). Este enfoque también fue usado en el diseño de inventario de Asia (AWI), cuya clasificación de humedales incluye 13 categorías que surgen de la interacción de cinco tipos de geoformas con 4 características hidológicas (<https://www.wetlands.org/publications/a-manual-for-an-inventory-of-asian-wetlands/>).

Finlayson y Van der Valk (1995), por otra parte, señalan la necesidad de resolver las diferencias que emergen entre las definiciones de humedales a escala regional y su tipología. Ellos también indican la necesidad de estandarizar la colección de datos y dar acceso a nuevas tecnologías para ampliar el desarrollo de inventarios. Justamente debe tenerse en cuenta que la mayoría de los sistemas de clasificación fueron desarrollados en el hemisferio norte muchas décadas atrás con propósitos específicos que no se corresponden con el conocimiento actual de los humedales y sus requerimientos de regulación. Las aproximaciones modernas tales como la del AWI proveen una herramienta muy potente para la evaluación y monitoreo de los humedales en términos de biodiversidad y uso en general. Esto también fue reconocido por el Panel Revisor Científico y Técnico de Ramsar, el cual apoya actualmente el desarrollo de esquemas de clasificación basados en enfoques hidrogeomórficos.

En América Latina, el inventario de humedales resulta un emprendimiento incipiente. Para México, el objetivo general del Inventario Nacional de Humedales es contar con información cartográfica, ambiental y estadística de los ecosistemas de humedal del país para orientar la toma de decisiones y apoyar la gestión en términos de su aprovechamiento sustentable, conservación y relación con el cambio climático. Le compete a la *Comisión Nacional del Agua* (CONAGUA), en el marco de la Ley de Aguas Nacionales (1992, reformada DOF 29-04-2004), llevar y mantener el Inventario Nacional de Humedales (INH), así como delimitar y clasificar estos ambientes y proponer las normas para su protección, restauración y aprovechamiento, así como realizar las acciones y medidas necesarias para rehabilitar o restaurar los humedales, y fijar un entorno natural o perímetro de protección de la zona húmeda, a efecto de preservar sus condiciones hidrológicas y el ecosistema. El INH tiene un enfoque multiescalar (1:250,000 nivel nacional, 1:50,000 nivel cuencas y 1:20,000 nivel humedal o complejo de humedal). Hasta la actualidad el inventario cuenta con información sistematizada que permite ubicar, identificar y tipificar humedales a escala 1:250,000. En este contexto en forma congruente con la prioridad del Gobierno Federal y en el marco del Fondo Sectorial CONACYT-CNA, la UNAM ha iniciado el proyecto No. 84369 Minotti P. y P. Kandus, 2017



para el “*Estudio interdisciplinario de los humedales de la república mexicana: desarrollo metodológico para el inventario nacional de humedales y su validación a nivel piloto*”. El grupo multidisciplinario que lleva adelante este proyecto está integrado por 23 profesores e investigadores de 13 dependencias de la UNAM y de la Unidad Tapachula del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), con el liderazgo del Instituto de Ingeniería ([http://www.agua.unam.mx/proyectos\\_humedales.html](http://www.agua.unam.mx/proyectos_humedales.html)). A su vez, un notable volumen de información se encuentra disponible en internet, sobre los avances del inventario de humedales de México en temas de desarrollos conceptuales, sistemas de clasificación adoptados, resultados de talleres sobre temáticas particulares (i.e. <http://www.gob.mx/conagua/documentos/inventario-nacional-de-humedales>; [http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/149262/Clasificaci\\_n.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/149262/Clasificaci_n.pdf)).

En Brasil, el *Instituto Nacional de Áreas Umidas* (INAU) viene realizando desde 2008, año en el que se celebró el “8th International Wetlands Conference” en la ciudad de Cuiabá, enormes esfuerzos por instalar la temática de la conservación y uso sustentable de los humedales tanto en el ámbito académico como gubernamental. El INAU ha organizado, entre otros, 3 reuniones nacionales sobre humedales con una importante participación de invitados reconocidos en el ámbito científico internacional. Por otra parte desde el INAU, en busca de conformar un marco conceptual y metodológico que dé lugar al inventario de humedales de Brasil, se ha avanzado en una propuesta de esquema de clasificación de tipos de humedales del país (Junk et al 2013). La nueva clasificación de humedales de Brasil diferencia entre humedales costeros, continentales y artificiales y dentro de estos considera a la hidrología como el factor de mayor importancia para determinar las características de los humedales a través del concepto de “Pulso de inundación”. En segundo lugar se consideró a la cobertura vegetal como una variable de discriminación de tipos de humedal.

Colombia, por su parte, lleva adelante en forma sostenida un trabajo sobre la formulación de normas y legislación sobre el uso y gestión del agua y los ecosistemas. En este marco desde el año 2013 Colombia inicia un programa formal de Inventario de humedales bajo la coordinación del Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt. Se debe señalar como hito el desarrollo del taller *Construcción Colectiva de Criterios para la Delimitación de Humedales: Retos e Implicaciones del País* (Barranquilla, septiembre 2013) donde se acordó una definición de humedales para el inventario, y se discutieron criterios para la delimitación de humedales (<http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/455-construccion-colectiva>). A los fines de elaborar una tipología de ambientes, Colombia adoptó y adaptó el esquema de clasificación propuesto por Junk et al (op.cit.) antes mencionado (Wolfrang Junk y Luisa Ricaurte com. pers.) y en un proceso sin precedentes interdisciplinario e interinstitucional llevó adelante el mapeo de humedales a escala 1:100.000 de todo el país (Cortés Duque J. y L. M. Estupiñán Suárez 2016). A partir de estos trabajos se encuentran disponibles en la WEB una gran cantidad de materiales de gran valor conceptual y didáctico para llevar adelante un inventario de humedales (Jaramillo et al 2015; \_ 2016).

#### 1.4. Objetivos del Inventario Piloto

La encomienda solicitada por MAyDS es la de realizar un inventario de humedales en un Área Piloto (**AP**) que comprende a los municipios de Luján, Pilar y Escobar, con detalle y metodologías semejantes a los que serían implementados en el Nivel 3 del Inventario Nacional.







alcanzados. La información considerada adicional se vuelca en anexos y se suma un apartado de bibliografía citada.

Al presente informe se adjunta el Inventario de humedales como base de datos geográfica digital, en formato shapefile, sistema de referencia geográfica con coordenadas geográficas, elipsoide y datum WGS84 2D (código EPSG4326), con sus metadatos para datos vectoriales según el perfil implementado por la IDE Ambiental del MAyDS e IDERA.



## 2. Marco conceptual

### 2. 1. Definición Operativa de Humedal

Encarar un inventario de humedales requiere como condición de base contar con una definición de humedales. Esta debiera ser lo más clara y precisa posible, con acuerdo de los diferentes actores involucrados y basada en criterios científicos, dado que de la misma deberán derivar definiciones operativas a la hora de implementar el inventario de humedales y tomar decisiones cartográficas y de delimitación a campo. En el **Anexo 1**, se presentan definiciones de humedal adoptadas en diferentes ámbitos.

A los fines de este trabajo y en el marco de un Inventario Nacional de Humedales, se adoptó la definición propuesta en el Taller *Hacia un Inventario Nacional de Humedales* organizado por el MAyDS el 14 y 15 de septiembre de 2016:

*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.*

El término *flujos biogeoquímicos propios* se refiere a ciclos de nutrientes y materia en general que en el caso de los humedales están fuertemente afectados por las condiciones reductoras que se generan en el ambiente radicular, asociadas a los procesos de anaerobiosis derivados de la presencia prolongada de agua saturando el sustrato o cubriendo la superficie. También, estos flujos reflejan la alternancia de condiciones de procesos de óxido-reducción frecuentes en humedales anegados en forma estacional o periódica.

Entre los rasgos distintivos, el término *biota adaptada* se entiende como microorganismos, plantas y animales con adaptaciones a la presencia de agua o a la alternancia de falta y exceso de la misma. Presencia de *biofilms* bacterianos, invertebrados sésiles (moluscos), anfibios y reptiles indicadores, etc.

Entendemos por *plantas hidrófitas* a aquellas plantas que presentan adaptaciones celulares (bioquímicas), estructurales o fisiológicas para poder establecerse, desarrollarse y reproducirse en sitios donde hay agua somera en superficie o, la saturación del sustrato induce a condiciones de anaerobiosis en el ambiente radicular (Keddy 2000, Cronk y Fennessy 2001).

De acuerdo al Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA-Soil Conservation Service 1994), los *suelos hídricos* son aquellos formados bajo condiciones de saturación, inundación o anegamiento suficientemente prolongados durante la estación de crecimiento por lo cual se desarrollan condiciones de anaerobiosis en la porción superior del suelo (ambiente radicular) (Richardson y Vepraskas 2015). El concepto de suelo hídrico incluye suelos desarrollados bajo condiciones suficientemente húmedas para soportar el crecimiento y la regeneración de vegetación hidrófita.



Debe considerarse también que los "Suelos de humedales" suelen formarse muchas veces a partir de capas sedimentarias superpuestas y no desde una roca madre expuesta a los factores formadores de suelos como ocurre en ámbitos terrestres (Darío Ceballos com. pers.).

En el caso de que no haya formación de suelos, se entiende que el sustrato con rasgos de hidromorfismo presenta caracteres propios derivados de la presencia de agua en forma recurrente, ya sea indicadores de procesos reductores por saturación o anegamiento u oxido-reductores por alternancia de períodos de anegamiento y seca, patrones de sedimentación o erosivos por la recurrente acción del agua. En este caso se debe estudiar y establecer un listado de elementos diagnósticos operativos para aseverar de existencia de un humedal en ambientes donde no se registre la formación de suelos.

## 2.2. Enfoques de clasificación e inventario de humedales

La variabilidad intrínseca espacial y temporal, asociada principalmente al comportamiento hidrológico, es una propiedad inherente a los humedales, permite generar una enorme variedad de funciones ecosistémicas que brinda incontables beneficios a la sociedad. Sin embargo esta variabilidad involucra un desafío a la hora de clasificar e inventariar los humedales.

Es reconocido que las características ecosistémicas fundamentales de los humedales están condicionadas principalmente por el régimen hidrológico al cual están sometidos, en términos de origen del agua (aporte de agua subterránea, superficial o por lluvias), su energía, la frecuencia de inundación (o anegamiento) así como la intensidad y la duración de la misma y formas de salida de las aguas (evapotranspiración, escurrimiento superficial, infiltración) (Figura 2.2.1) (Mitch y Gosselink 2000). Sin embargo, la ocurrencia de los humedales está determinada por la existencia de un ámbito geomórfológico particular, así como de condiciones litológicas y edáficas que permitan el emplazamiento del humedal garantizando la *"presencia temporaria o permanente de agua superficial o subsuperficial"*.

En este sentido, es importante destacar algunos conceptos teóricos, sobre los cuales se deberá avanzar a fin de comprender la existencia y funcionamiento de muchos humedales. Por una parte la noción de criptohumedales pone en relevancia todos aquellos ambientes donde la presencia de la napa freática próxima a la superficie es el factor determinante del reconocimiento del humedal (Custodio 1987). Por otro lado el concepto de línea de costa o línea de ribera, que debe ser abordado desde el marco conceptual de la hidrogeomorfología y también la ecología a fin de establecer criterios compatibles con la gestión de los humedales. También es necesario considerar que la cuenca hídrica subterránea no necesariamente coincide con la superficial (cita), por lo que eventualmente debieran ser discutidas las implicancias sobre una clasificación y delimitación de los humedales.

Más allá de esto, hay consenso en hablar de que las propiedades funcionales de los humedales están íntimamente asociadas a aspectos hidrogeomorfológicos o hidrogeomórficos (Brinson 1993 a y b, Semeniuk y Semeniuk 1997). En este marco, los aspectos bióticos (i.e. biodiversidad, formas de vida) y ecológicos (estructura y procesos ecosistémicos) tienen una fuerte dependencia con los anteriores.

Como consecuencia de esto se entiende que los humedales son sistemas azonales, dado que la acción del clima no es la predominante para definir sus propiedades estructurales y funcionales. Por otra parte, en cuanto a su



expresión espacial, puede tratarse de sistemas subregionales, por estar incluidos dentro de una región climática terrestre, o transregionales, ya que un mismo humedal (sistema de humedales) puede traspasar los límites de regiones climáticas adyacentes. En algunas situaciones, los humedales constituyen transiciones entre sistemas acuáticos y terrestres (e.g. en ambientes costeros), mientras que, en otras, emergen como sistemas distintivos (e.g. turberas). A su vez, se desprende de esto que los humedales pueden presentar muy diversas fisonomías (bosques, sabanas de palmeras, pastizales, praderas de herbáceas hidrófilas, aguas abiertas), pero es su funcionamiento el carácter distintivo.

Este enfoque determina también la identificación de tipos diferentes en el marco de una clasificación (o tipología) de humedales. En consecuencia, para este trabajo

- 1) reconocemos la necesidad desarrollar una clasificación particular para el área de trabajo piloto pero cuya lógica pueda ser articulada con una clasificación más amplia y que involucre al resto del territorio y que a su vez responda a estándares internacionales permitiendo la comparación con humedales de otros lugares del mundo.*
- 2) queremos un sistema que haga énfasis en los aspectos hidrogeomórficos fundamentales como variables de delimitación dado que se las considera determinantes de las funciones ecológicas de los humedales.*
- 3) queremos obtener un sistema consistente en su nomenclatura, uso y comunicación para diferentes regiones geográficas.*
- 4) consideramos que los aspectos bióticos, ecológicos y socioculturales de los humedales son caracteres descriptores (variables de caracterización) de los diferentes tipos de humedal.*
- 5) consideramos que es necesario contar con atributos de caracterización de los tipos de humedales que den cuenta de las funciones ecosistémicas que estos poseen y que a su vez, vincule el inventario y mapeo de los humedales con la evaluación de estado y monitoreo de los mismos. Sin embargo, la selección de variables de caracterización, está ligada a los objetivos del inventario y pueden ser de tipos diversos (i.e. conservación, uso, calidad del agua, desarrollo turístico).*

En particular, este trabajo se enmarca en el Nivel 3 del inventario propuesto para Argentina. Este nivel involucra la identificación y delimitación de unidades de humedales, identificables a escala mayor a 1:100.000, y en particular se espera que el inventario sea al menos de escala 1:50.000 acorde al documento de Benzaquén et al (2009).

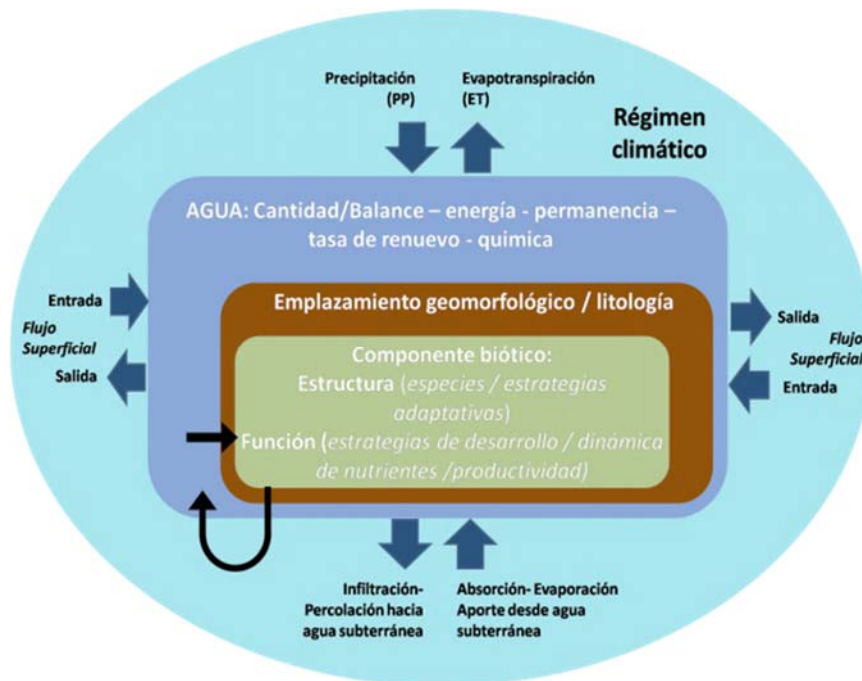
De acuerdo a lo expuesto, el trabajo de inventario del presente piloto se desarrolla en el marco de la aplicación de un enfoque hidrogeomórfico. Bajo este enfoque, la identificación y delimitación de entidades de humedal en forma cartográfica se realiza en base al análisis de las características geomórficas del paisaje y la expresión del régimen hidrológico. La validación de la presencia y delimitación se realiza a partir de datos satelitales y a campo a través del uso de criterios diagnósticos de la ocurrencia de humedal acordes a la definición de humedal adoptada: indicadores hidrológicos, presencia de biota adaptada, particularmente plantas hidrófitas, caracteres diagnósticos de presencia de suelos hídricos, caracteres hidromórficos en sitios donde no haya desarrollo de

Minotti P. y P. Kandus, 2017



suelos. La tipificación de los humedales se realizará en base a una clasificación conceptual elaborada ad hoc, en base a los criterios de clasificación discutidos en la literatura internacional.

Serán variables de caracterización de los humedales los aspectos hidrogeomórficos considerados previamente junto con aspectos ecológicos (estructurales y funcionales) y eventualmente socioculturales. Un inventario bajo este enfoque debe revelar las funciones de los humedales. Estas funciones son actividades o acciones naturales de los ecosistemas, resultantes de la estructura y procesos que en ellos ocurren (físicos, químicos y/o biológicos) y que dan lugar a los beneficios que la sociedad recibe.



**Figura 2.2.1.** Esquema conceptual de los factores que determinan la presencia de humedales, considerando un enfoque hidrogeomórfico.

### 2.3. Esquema metodológico desarrollado para este inventario piloto

El esquema metodológico que se propone para esta experiencia piloto involucra diferentes etapas, cada una de las cuales requiere su descripción y define los alcances del inventario.

En primer lugar se parte de disponer una definición operativa de humedal (ver ítem 2.1 arriba), un conjunto de objetivos a ser alcanzados por el inventario que definen cual será el uso y alcance de esta herramienta (ver ítem 2.2) y un marco conceptual de clasificación de humedales y de inventario (ver ítem 2.3) que se ajusten a la definición y los objetivos propuestos. A partir de estos 3 componentes y del análisis de documentos vinculados a la historia natural (geología, hidrología, geomorfología, climatología, edafología, ecología, biología, etc.) y a la historia de uso del paisaje es posible comprender la heterogeneidad del área estudiada y su dinámica (Figura 2.3.1). A partir de esta comprensión y en base al relevamiento de datos cartográficos y provenientes de sensores remotos es posible, en el gabinete, identificar UNIDADES DE PAISAJE que son áreas que incluyen tipos de

Minotti P. y P. Kandus, 2017



humedales, abundancia relativa y disposición espacial de estos humedales así como funcionamiento ecológico y régimen de disturbios semejantes. A partir las Unidades de Paisaje es posible en cada una identificar ELEMENTOS DE PAISAJE CANDIDATOS a ser UNIDADES DE HUMEDAL. Para que un elemento de paisaje pueda ser un humedal, deben tenerse en cuenta los indicadores cartográficos de la presencia y delimitación del humedal, como aspectos hidrológicos derivados del análisis de datos satelitales y, eventualmente, si existen dudas se requiere de elementos de evaluación a campo que derivan de la definición de humedal, tales como presencia de hidrofitas, caracteres diagnósticos en suelos.

Finalmente la caracterización de las UNIDADES DE HUMEDAL, puede involucrar innumerables variables, vinculadas a las características hidrogeomórficas de los humedales (usadas para su identificación y delimitación) pero también otras directamente vinculadas a los objetivos del inventario y que pueden ser definidos a priori o a posteriori según los requerimientos.

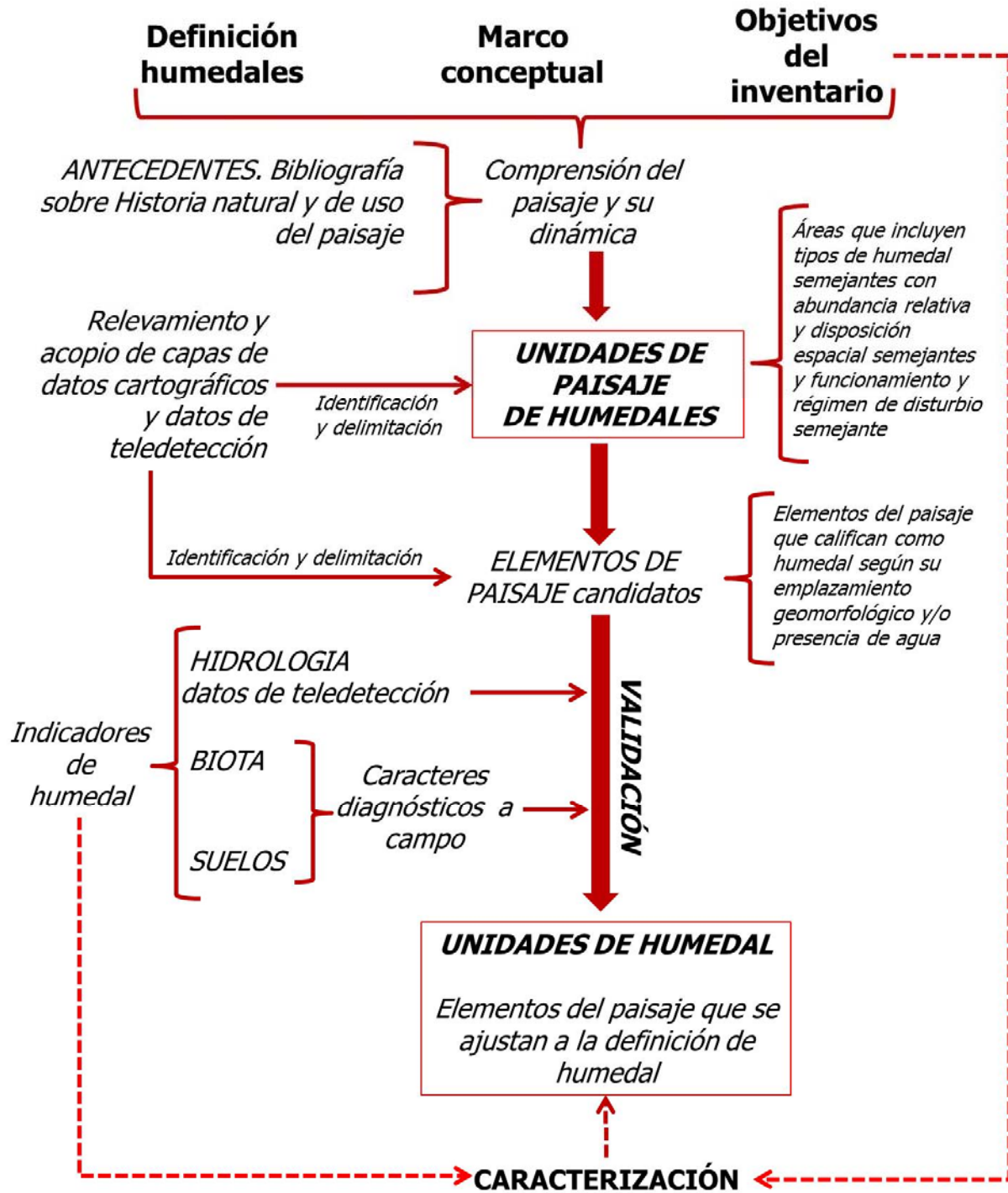


Figura 2.3. 1. Esquema metodológico para la realización del Inventario de Humedales



### 3. Antecedentes

#### 3.1. Marco regional

El AP se localiza totalmente en la provincia de Buenos Aires, y forma parte de distintos sistemas de regionalización ecológica e hídrica de Argentina. La mayor parte del área de estudio se enmarca en el Complejo Pampa Ondulada de la Ecorregión Pampeana, correspondiendo un sector del Partido de Escobar a la Ecorregión Delta e Islas del Paraná. El emplazamiento geográfico del AP lo hace una zona particular desde el punto de vista biogeográfico, dado que en el mismo coexisten áreas biogeográficas contrastantes. A su vez, la estrecha conexión de las cuencas involucradas con la Cuenca del Paraná y el Río de la Plata la transforman en un área compleja donde emergen componentes continentales, fluviales y estuáricos.

La Tabla 3.1.1 presenta al AP dentro de aquellas regionalizaciones de interés desde la perspectiva de sus humedales.

**Tabla 3.1.1** Marco regional de los humedales en el Área Piloto.

Sistema de clasificación	Nombre de la unidad	Fuente
Sistema Cuenca del Plata	Sub-cuenca: Río de la Plata	Tucci 2004
Cuenca del Río Luján	Código de cuenca: II.13 Región Noreste Vertiente: Atlántica Indirecta	Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH) 2010
Ecorregiones de Argentina	Pampa y Delta e islas de los RíosParaná y Uruguay	Burkart et al. 1999
Subregiones y Complejos Ecosistémicos Terrestres de Argentina	Pampa: Pampa Ondulada; Delta e islas de los RíosParana y Uruguay: Subregion Antiguo Estuario Marítimo, Complejo Delta del Paraná	Morello et al 2012
Región de Humedales de Argentina	Region de Humedales del Corredor Chaco-Mesopotámico, Subregión Ríos, esteros, Bañados y Lagunas del Río Paraná y Región de Humedales de la Pampa, Subregión de Lagunas de la Pampa Húmeda.	Kandus et al. 2016.
Sistemas de Paisaje del Corredor Fluvial Parana-Paraguay	Sistema Sur, Humedales del Delta del Paraná, Humedales de los tributarios del Paraná Inferior con amplias planicies de inundación y Humedales del complejo litoral del Paraná Inferior (Bajios ribereños)	Benzaquen et al 2013 Minotti et al 2013
Regiones de Agua Dulce del Mundo (FEOW)	Bajo Paraná (345)	Abell et al 2008
Regiones Fitogeográficas	Dominio chaqueño, Provincia Pampeana	Cabrera 1971
Regiones Zoogeográficas	Dominios subtropical y Pampásico	Ringuelet 1962
Áreas Ictiogeográficas de América del Sur	Dominio Paranaense: Provincia Paranaense-Platense	Ringuelet 1975
Regiones Ictiológicas de Argentina	Grandes Ríos, Eje potámico subtropical	López et al. 2002 López et al. 2005



### 3.2. Hidrografía

El curso principal que atraviesa los partidos de la AP es el Río Lujan. Nace de la confluencia de los arroyos Durazno y Los Leones, en el límite de los partidos de Suipacha y Carmen de Areco, próximo a la divisoria de aguas con la cuenca del Río Salado. Hacia aguas abajo recibe las aguas del arroyo Moyano en los alrededores de la localidad de M.J. García, de los arroyos Leguizamón (o del Chimango), Grande y Oro al norte de la ciudad de Mercedes, del arroyo Balta al oeste de la localidad de Olivera, de los arroyos Gutiérrez, Pereyra, Chañar y El Harás en las localidades de Villa Flandria y Luján, del arroyo Las Flores entre Open-Door y Manzanares, del arroyo Carabassa en las inmediaciones de la Ruta Nacional 8 y del Arroyo Burgos, y numerosos cursos menores entre aquella ruta y la Nacional 9. Desde su inicio hasta este punto, la dirección general del río Luján es SO-NE y después del cruce con la Ruta Nacional Nº 9 tuerce hacia un rumbo SE, paralelo al Paraná de la Palmas, desembocando en el Río de la Plata frente a las costas de San Fernando. En este último tramo recibe sobre su margen derecha el aporte de los arroyos Escobar, Garín, Claro, de las Tunas, del río Reconquista y otros arroyos menores. Por la margen izquierda se vincula con el Río Paraná de las Palmas, siendo los principales tributarios en el sector deltaico el canal Santa María, los arroyos Las Rosas y Correntino y el canal Arias.

Estas características hidrográficas han determinado que no haya una definición única ni típica de su cuenca, pudiendo ser considerada una región hídrica (Giraut 2010).

Considerando el documento del Plan Estratégico del Agua y Saneamiento del Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires (2014), el AP estaría integrada por a) Cuencas menores de los arroyos De La Cruz, Pescado y Pesquería (Lujan); b) Cuenca del Río Luján junto con las cuencas de los arroyos Escobar, Garín, Claro y De Las Tunas (Lujan, Pilar y Escobar) y c) Cuenca del río Reconquista (Lujan y Escobar). La cuenca del Río Paraná en el sector de islas de Escobar en el Bajo Delta no es mencionada, pero en otros proyectos provinciales queda incluida dentro de la del Río Luján (Figura 3.2.1).



**Figura 3.2.1** Detalle de la zona del Proyecto Integral de la Cuenca del Río Lujan en el mapa de las Principales Cuencas Hidrográficas de la Provincia de Buenos Aires. Fuente

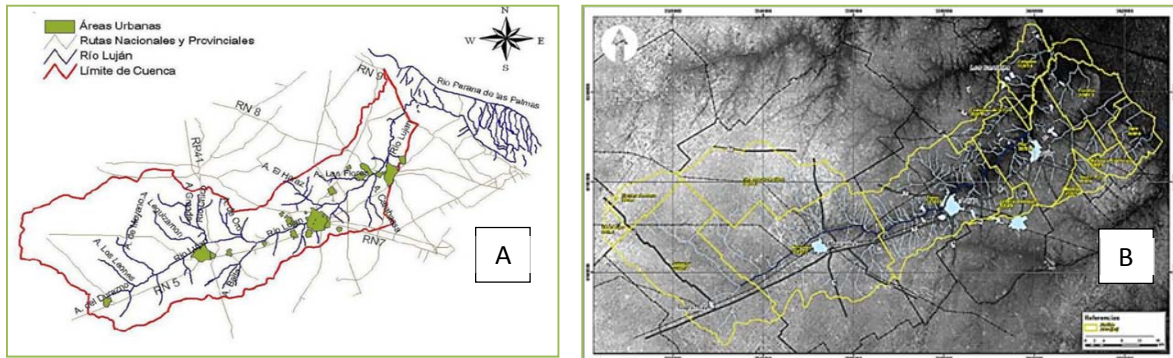
[http://www.mosp.gba.gov.ar/sitios/aguacloaca/informacion/92\\_06-Doc\\_Plan\\_Est2.pdf](http://www.mosp.gba.gov.ar/sitios/aguacloaca/informacion/92_06-Doc_Plan_Est2.pdf): pag 36.

Minotti P. y P. Kandus, 2017



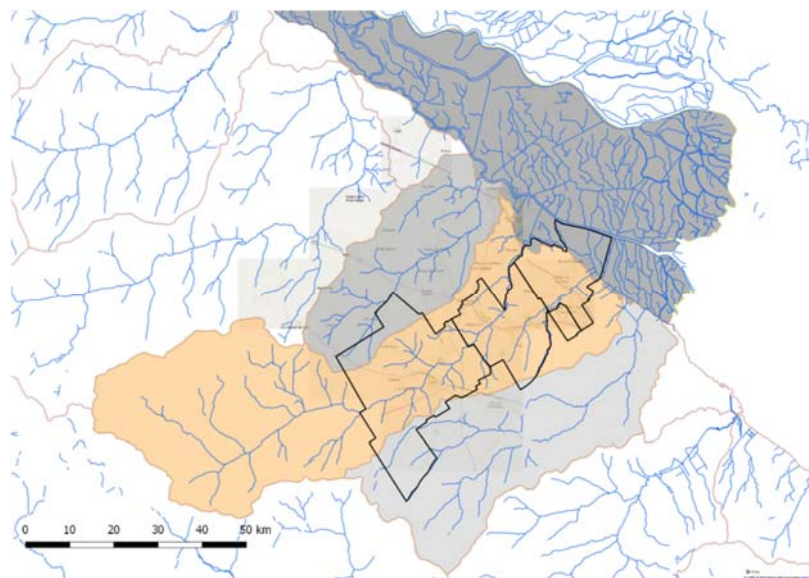


Algunos autores sólo han considerado como cuenca del Lujan propiamente dicha al sector aguas arriba de la Ruta Nacional 9 (Figura 3.2.2 A y B), cuyo modelo de drenaje presenta características más tradicionales.



**Figura 3.2.2.** Límites de la cuenca del Río Lujan usados en los estudios de modelización hidrológica. A. INA (Reyna et al 2007). Serman y Asociados (2015).

Tomando como fuente oficial al Atlas de la Secretaria de Recursos Hídricos de Argentina (SNIH 2010), el AP queda comprendida por cuatro cuencas: la del Arroyo de la Cruz, del Lujan (que incluye al Arroyo Otamendi y al Pesquería), del Río Reconquista y al sector bonaerense de la cuenca Delta del Paraná (Figura 3.2.3.).



**Figura 3.2.3.** Límites de cuencas o regiones hídricas del AP. Fuentes: límites de cuencas del Atlas 2010 (SRHN 2010), cursos de agua y límites de los partidos del AP del SIG250 (IGN 2013).



Las cuencas del sector continental son de forma aproximadamente rectangular con diseño de la red de drenaje también de tipo rectangular, haciéndose dendrítico hacia el oeste (EASNE 1972). En la sección insular, el diseño es considerado típicamente deltaico, es decir con distributarios.

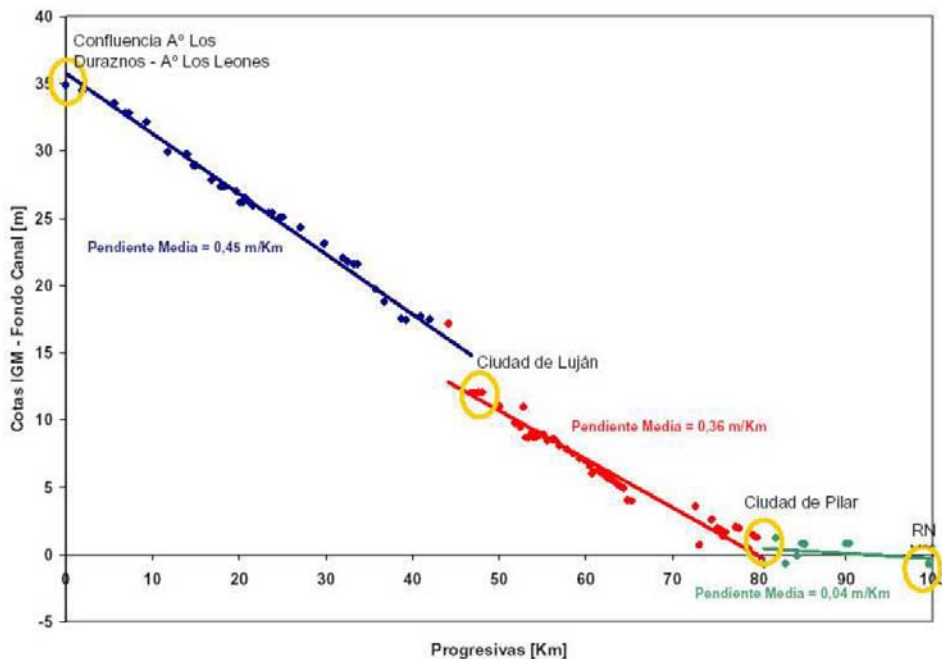
La cuenca del Río Lujan ha sido dividida en los siguientes sectores en función de la pendiente (Figura 3.2.4.):

Tramo Superior: extendiéndose desde las nacientes hasta la localidad de Jáuregui, con una longitud aproximada de 47 km de longitud. Presenta una pendiente media del tramo de unos 0,45 m/km.

Tramo Medio: de aproximadamente unos 30 km, desde la localidad de Jáuregui hasta las proximidades del cruce con la Ruta Nacional Nº 8, en la localidad de Pilar. Con una pendiente media del tramo de 0,36 m/km.

Tramo Inferior: se extiende desde las inmediaciones del cruce con la Ruta Nacional Nº 8 hasta el cruce de la Ruta Nacional Nº 9, atravesando algo más de 20 km de longitud. La pendiente media en este tramo es del orden de 0,04 m/km.

Esta división deja afuera el tramo final que junto con el tramo inferior constituyen la denominada Cuenca Baja (Perez Ballari et al 2014). En función de estos esquemas Los partidos del AP se localizan en el tramo medio y en la cuenca baja del río Lujan.



**Figura 3.2.4.** Perfil longitudinal del Río Lujan. Fuente: Reyna y Spalleti (2007).

La Cuenca del Río Paraná es la más importante de la Cuenca del Plata y uno de los ríos más extensos en términos de tamaño de la cuenca y longitud, junto al Amazonas y al Orinoco en América del Sur. El Río Paraná



fluye desde latitudes tropicales en Brasil hasta desembocar junto con el Uruguay en el Río de la Plata, en un ambiente templado. El caudal del Paraná se estima en 16,000 m<sup>3</sup>/s, superando los 60,000 m<sup>3</sup>/s, (Neiff et al., 1994; Latrouvese et al., 2005). En su porción terminal, el Río Paraná presenta una extenso complejo fluvial-costero, conocido como Región del Delta, el cual se desarrolló durante los últimos 6000 años (Iriundo and Scotta, 1979). En el sector que se conoce como Bajo Delta, la porción de islas de Escobar está conformada por cursos distributarios del Río Paraná de las Palmas que fluyen hacia el Río Luján. Entre estos se pueden mencionar los arroyos Las Rosas, Correntino, Leber y canales artificiales como el "Canal Aliviador Luján" y el Canal Arias.

### 3.3. Geología

Los municipios del AP se encuentran en la provincia geológica Llanura Chaco-pampeana (Ruso et al. 1979 y Ramos 1999). Los lineamientos básicos de la geología de la zona que incluye al área de estudio fueron establecidos por Ameghino (1908), Frenguelli (1950), revisados por Fidalgo et al. (1975) y por Yrigoyen (1993) y más recientemente para el área del AP por Fucks y Deschamps (2008) y Blasi et al (2009).

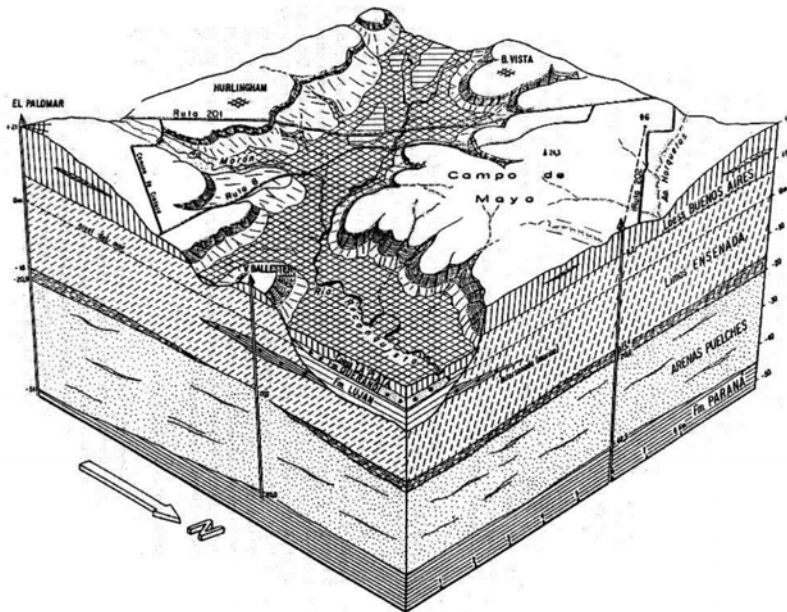
Los sedimentos aflorantes han sido agrupados según el clásico esquema de Pampeano y Postpampeano (Tabla 3.3.1.a y b), si bien Blasi et al 2009 señalan que no es el más apropiado. Las Figuras 3.3.1y 3.3.2. presentan un bloque diagrama y el mapa geológico que cubre totalmente la región del AP, respectivamente, elaborados por Fucks y Deschamps (2008),.

**Tabla 3.3.1. a.** Estratigrafía, edad y litología de las formaciones geológicas presentes en el AP. Fuente: Auge, 2004

Espesor (m)	Formación	Edad	Litología
0 - 10	La Plata	Holocena	Conchillas formando cordones
0 - 25	Querandí	Holocena	Arcillas y arenas muy finas, marinas
0 - 5	Luján	Holocena	Limos arcillo-arenosos, fluviales
0 - 120	Pampeano	Pleistocena	Limos arenosos y arcillosos c/ tosca, eolo - fluviales
10 - 50	Arenas Puelches	Plio-Pleistocena	Arenas sueltas, finas y medianas, fluviales
50 - 200	Paraná	Miocena superior	Arcillas y arenas c/fósiles marinos
100 - 300	Olivos	Miocena inferior	Areniscas y arcillitas c/yeso y anhidrita, eolo - fluviales
	Basamento Cristalino	Proterozoica	Genises, milonitas, granitos

**Tabla 3.3.1. b.** Esquema estratigrafico simplificado donde se identifican las formaciones continentales y marinas desde el Cenozoico tardío. La formación Pampa o Pampeano incluye las formaciones Ensenada y Buenos Aires ; el post Pampeano incluye la Formación Lujan y La Plata. Fuente:Tófaló y Castro (2015).

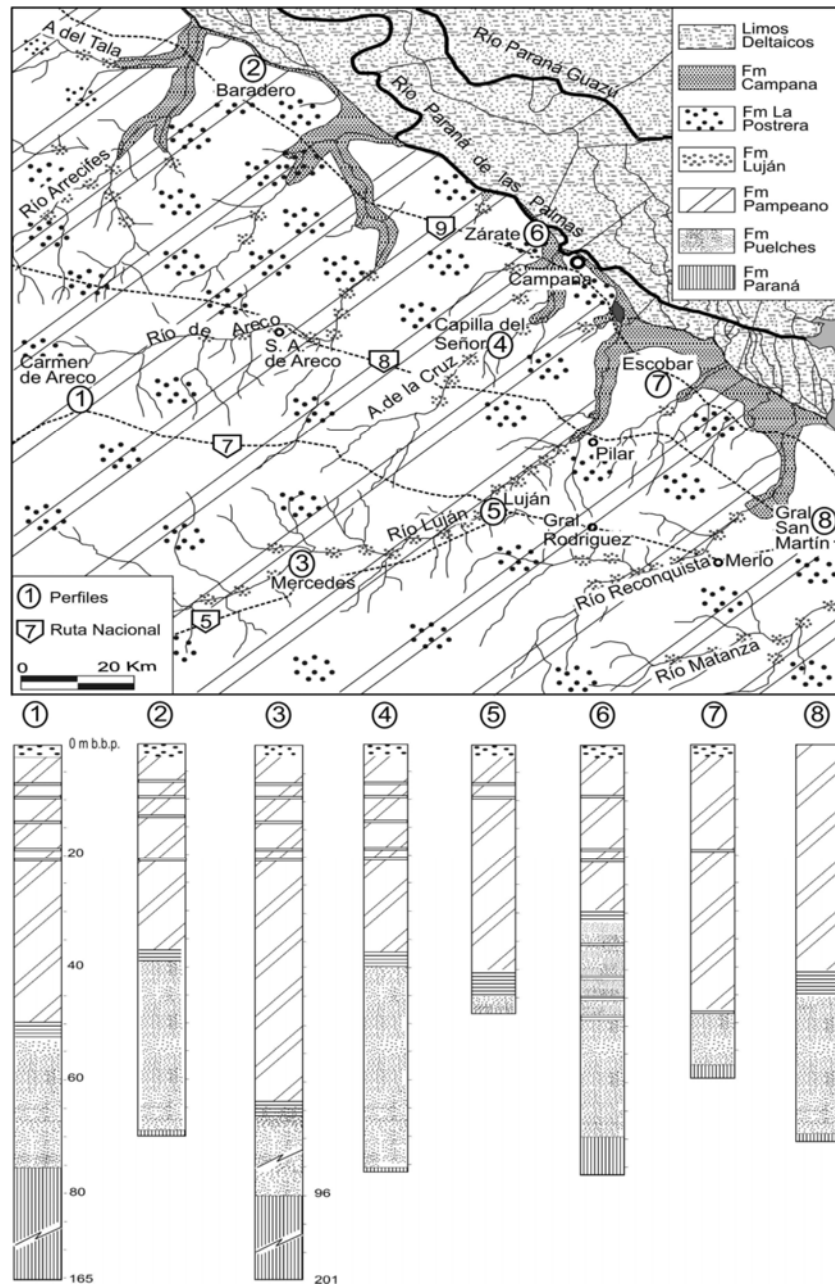
Periodo	Edad absoluta (años)	Formaciones continentales	Formaciones marinas	Eventos glaciales
Actual	-0---	Delta y prodelta	Estabilización del nivel del mar actual	
Holoceno	2000	Fm La Plata	Fm Las Escobas (Platense marino)	Neoglacial
	2900		Fm. La Postrera (Platense eólico)	Interglacial
	6000	Fm Lujan	Querandínense Formación Dto. Río Salado	Glaciación
Pleistoceno	10000		? Ingresión	Interglacial
	26.600-354000	Fm. Buenos Aires		Glaciación
	700.000		Fm. Belgrano	Interglacial
	1,2 Ma	Fm Ensenada		Glaciación
Plioceno	1,65,-1,90 Ma		Interensenadense	Interglacial
	Sup 3,5-3,8 Ma			Glaciación
	Inf 5,5Ma	Fm Puelche		



**Figura 3.3.1.** Diagrama en bloque de las distintas unidades litoestratigráficas de la cuenca del Río Reconquista, que son las mismas presentes en la cuenca del Lujan en el sector de la AP. Fuente Fucks y Deschamps (2008).

Minotti P. y P. Kandus, 2017





**Figura 3.3.2.** Mapa geológico y perfiles de detalle de las unidades litoestratigráficas del noreste bonaerense. Los perfiles 5 y 7 se localizan en el AP. Fuente Fucks y Deschamps (2008).



**Basamento Cristalino:** Conforman la unidad más antigua reconocida. El basamento cristalino alcanzado por las diversas perforaciones profundas en la Provincia de Buenos Aires, aflora a pocos kilómetros del área de estudio en la Isla Martín García, en el Río de la Plata y en la República Oriental del Uruguay, se profundiza hacia la cuenca del Río Salado en la Provincia de Buenos Aires y vuelve a aflorar en superficie formando el Sistema Serrano de Tandilia. Está compuesto por gneises graníticos y es de edad precámbrica.

**Formación Olivos:** En el noreste de la Provincia de Buenos Aires, sobre el basamento cristalino, fueron depositadas areniscas y arcillas de origen continental, de color pardo a rojizo, con intercalaciones calcáreas, conglomerádicas, y abundante yeso y anhidrita. Descriptas también en Cuenca del Salado, se les ha asignado una posible edad Terciario inferior. Niveles correlacionables con esta afloran en la costa del Río Uruguay en Entre Ríos denominados Formación Fray Bentos o Arroyo Avalos (Tófaló, 1986).

**Formación Paraná:** Son arcillitas limo-arenosas, gris verdoso oliva con intercalaciones de arenisca cuarzosa gris amarillenta. Las arcillitas pueden ser algo calcáreas con microfósiles marinos y palinomorfos. Se distribuye en el subsuelo de la Cuenca Chaco-Paranense de forma muy variable desde el norte desde Buenos Aires hasta la Provincia del Chaco y al oeste hasta las Sierras Pampeanas, e incluso en Tucumán presenta abundantes fósiles marinos.

**Formación Puelches:** Corresponden a depósitos continuos distribuidos a lo largo del lineamiento Paraguay-Paraná desde Asunción hasta la depresión del Salado en la Provincia de Buenos Aires, originados en los depósitos fluviales del Río Paraná en algún momento del Plioceno, entre 2 y 4 millones de años atrás (Iriando 1984). Esta formación recibe el nombre de Formación Ituzaingó en Corrientes y Chaco, mientras que en la región Pampeana es conocida como "Arenas Puelches" (Iriando 2010). Conforman una secuencia de arenas cuarzosas, pardo amarillentas a blanquecinas de gran selección granulométrica y composicional con intercalaciones arcillosas de variado espesor, (Santa Cruz, 1972). Hay lugares donde la arena casi fue reemplazada en su totalidad por material fino. En esos casos, las arenas Puelches pueden estar apoyadas directamente sobre la Formación Olivos. (Santa Cruz, J. N., 1993).

**Formación Pampeano:** Esta formación se conoce también como Sedimentos Pampeanos, Formación Pampiano y agrupa a las Formaciones Ensenada y Buenos Aires. Corresponde a los depósitos loésicos y limos que abarcan gran parte de la llanura Chaco-Pampeana. Constituye las divisorias de aguas y las paredes de valle de los cursos que drenan hacia el Río Paraná y hacia el Río Salado. Son depósitos medianos a finos, limos arcillo arenosos con intercalaciones calcáreas concrecionales o tipo mantiformes (tosca). El color dominante es el castaño, con tonalidades amarillentas arojizas. De variable espesor en la región pampeana entre decenas hasta incluso cientos de metros y edad Holoceno-Plio-pleistoceno. Muestran un aspecto compacto y presentan numerosos rasgos pedológicos, como horizontes argílicos, nátricos, cálcicos y petrocálcicos en diferentes sectores de la misma. En algunos sectores la Formación Ensenada tiene en su techo un potente calcrete que puede superar el metro de espesor, con evidentes estructuras pedogenéticas. Este calcrete se evidencia morfológicamente y, en ciertos sectores constituye el piso de los cauces fluviales que atraviesan la planicie loésica, formando resaltos

Minotti P. y P. Kandus, 2017





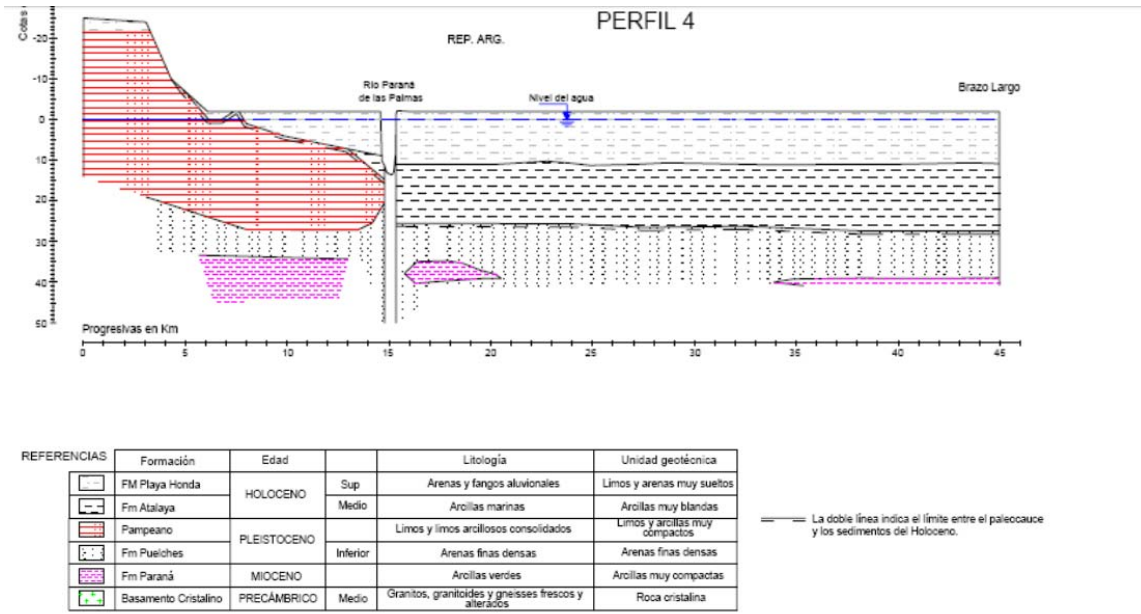
en el perfil longitudinal de los ríos y arroyos y en lateral de los valles. La Formación Ensenada posee hacia el techo dos paleosuelos que fueron denominados geosol Hisisa y geosol El Tala. Por encima de la Formación Ensenada, y en discordancia erosiva encuentran los sedimentos loésicos que componen la Formación Buenos Aires, formando el tope de la planicie loésica, salvo en los sectores en los cuales se halla parcialmente cubierta por sedimentos postpampeanos. Son esencialmente limos eólicos menos heterogéneos que en la unidad anterior, con numerosos niveles edafizados y calcretes. Solo presenta como estructuras sedimentarias a paleocauces, pequeños lentes lacustres de 50 a 100 cm de espesor medio y niveles de arenas eólicas. Esta unidad es portadora de restos de mamíferos representantes de la denominada "megafauna" así como de otros taxones cuaternarios.

**Sedimentos Postpampeanos:** Son depósitos de diferentes orígenes (fluvial, eólico, marino, lacustre), más modernos que los sedimentos Pampeanos, que ocupan el lapso Pleistoceno superior - Holoceno. Son limos, arcillas, arenas, conchillas y conglomerados calcáreos, pertenecientes a las Formaciones Luján, Querandí y La Plata. Los depósitos fluviales, de granulometrías limo-arenosas, se encuentran comprendidas dentro de la denominada Formación Luján o lujanense, incluido en el postpampeano. Ocupan los principales valles fluviales como en el caso de los ríos Matanzas-Riachuelo, Reconquista y Luján, y se hallan cubiertos parcialmente por depósitos fluviales más modernos. En algunos casos aparecen formando un nivel de terraza y aguas abajo se suelen interdigitar con las facies marinas ingresivas del querandinense. Cubriendo parcialmente a las anteriores se encuentran depósitos eólicos arenosos y limosos subordinados denominados Formación La Postrera por Fidalgo et al. (1975) (post-pampeano o platense eólico). Estos materiales generalmente poseen menos de 1m de espesor y se hallan totalmente edafizados.

**Sedimentos Querandinos:** Corresponden a las últimas ingresiones marinas que inundaron completamente el estuario del Río de la Plata. Se encuentran depósitos marinos y costeros, que pueden ser arenosas (cordones litorales) o arcillosos (canales de marea). Han recibido la denominación de Belgranense correspondiente a la ingresión pleistocena superior y Querandinense, aflorante sobre toda la planicie del río de la Plata, que se asocia a la ingresión holocena media. Constituyen unidades de poco espesor (2 –4 metros) en las que predomina el tamaño de grano fino, limo y arcilla de colores grises y verdosos, y algunos cordones conchales y conglomerados calcáreos Fm. La Plata ó Fm. Las Escobas. Las acumulaciones post-pampeanas son discontinuas en cuanto al área y se las encuentran en los valles de los ríos de la región noreste de Buenos Aires, Cuenca del Salado, Delta del Paraná, algunas depresiones interiores y zona costera del Río de la Plata. Se asigna una edad entre 5000 a 6000 años (Iriando, 1990) (Figura 3.3.3).

Una característica de los sedimentos de la región es la gran variabilidad lateral que pueden presentar, vinculados a cambios faciales en los ambientes sedimentarios, lo que se suma a la gran variabilidad vertical. Generalmente la variabilidad vertical se materializa por la presencia de horizontes edáficos enterrados correspondientes a paleosuelos usualmente antiguos Bt (horizontes argílicos) y niveles de tosca, que representan a horizontes petrocálcicos enterrados y calcretes poligenéticos. Tanto uno como otros suelen limitar severamente la capacidad de infiltración de los materiales.

Minotti P. y P. Kandus, 2017



**Figura 3.3.3.** Perfiles estratigráficos sobre el Delta del Paraná a la altura del AP. Fuente Silva Busso y Santa Cruz (2005).

### 3.4. Geomorfología.

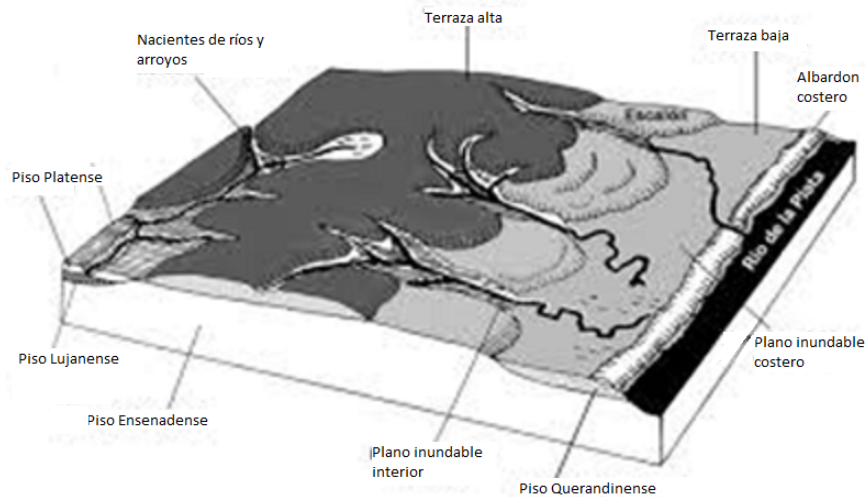
Las oscilaciones climáticas producidas durante al Cuaternario han tenido una influencia de indudable importancia en los procesos de erosión-acumulación en los diversos ambientes de la región pampeana, originando como consecuencia, una serie de secuencias sedimentarias alternando con paleosuelos y asociadas a un conjunto de geofomas que permiten asignar al ambiente una génesis compleja. Si bien el aspecto general de la llanura pampeana está vinculado con acumulaciones sedimentarias de origen eólico (loess) y con diferentes intensidades de retrabajo de éstos depósitos por acción del agua y la gravedad, los procesos fluviales han tenido una participación muy activa en el modelado del paisaje desde el Pleistoceno tardío, generando una red de drenaje organizada con secuencias fluvio-lacustres que reflejan los cambios ambientales producidos en la región (Fucks y Deschamps 2008). En los sectores terminales y medios de los cursos más importantes, los ascensos y descensos del nivel del mar han influido marcadamente, generando ambientes con geofomas y depósitos asociados a estas ingresiones (Iriondo y Scotta 1987, Cavalotto et al. 2004, Fucks 2005).

A partir de la interacción de estos factores a lo largo del tiempo se formaron varias unidades geomórficas. La mayoría de los autores diferencia dos grandes unidades de paisaje (**Figura 3.4.1**): la **terrazza alta**, prácticamente horizontal con suaves lomadas que la bordean y los valles de los ríos y arroyos que la disectan, y la **terrazza baja**, formada por todos aquellos terrenos ubicados altimétricamente entre el nivel del río Paraná y la cota 5,00 del I.G.M. Pereyra (2004) agrupa las unidades geomórficas en: 1) **eólicas**, representadas por laplanicie loésica

Minotti P. y P. Kandus, 2017



pampeana o terraza alta; 2) **fluviales**, incluyendo los valles fluviales, laterales de valle, terrazas y planicies aluviales y 3) **poligenéticas**, que comprende las planicies del Río de la Plata y de los ríos Matanza-Riachuelo, Luján, Reconquista-Tigre y el Delta del Paraná, que conforman la terraza baja.



**Figura 3.4.1.** Esquema geomorfológico general. Fuente Iriondo, y Drago (2004).

### Planicie loésica

Constituye las divisorias altas de los sistemas fluviales de la región. Tienen un relieve plano o suavemente ondulado. Esta unidad se caracteriza por poseer ondulaciones con amplias divisorias de pendientes suaves (1 a 2%) y que en planta comúnmente presentan dirección aproximada nordeste. La red de drenaje a lo largo de su recorrido tiene diferente comportamiento; en las cuencas altas está poco integrada, mientras que en las cuencas medias, la integración es mayor y tiene un diseño paralelo a dendrítico. Las cuencas altas comprenden la amplia divisoria con la cuenca del río Salado. En esta amplia divisoria se localizan varias lagunas desarrolladas en antiguas cubetas de deflación. Puede tener cierto control estructural en su desarrollo, debido a la presencia de mantos de tosca (calcretes), de espesores variables. Tienen diversos paleosuelos observables en cortes verticales. La capa freática se halla generalmente alta, controlada en parte por la presencia subsuperficial de tosca, lo que restringe severamente su capacidad de almacenamiento por infiltración y favorece el escurrimiento superficial hacia los cursos fluviales y depresiones.

Según Malagnino (1981), un aspecto interesante que está presente sobre esta unidad geomórfica y que se extiende en las áreas más elevadas de la cabecera de los cursos fluviales, es la existencia de innumerables depresiones de mínima profundidad y planta circular a subcircular que se formaron a partir de la disolución diferencial a lo largo de fracturas que afectan a los niveles de calcretes que están incluidos en la Formación Buenos Aires. Según este autor, se trata de la manifestación geomorfológica de un sistema de microkars. Su importancia radica en que configuran las condiciones que rigen la evolución de gran parte de la red fluvial del río Luján.

Minotti P. y P. Kandus, 2017



La planicie loéssica se encuentra marginada respecto al río de la Plata y tributarios mayores, por una escarpa de erosión que ha conformado una barranca. Esta barranca constituye un acantilado litoral inactivo o paleoacantilado. Se extiende con rumbo aproximado noroeste-sudeste, con un desnivel que puede superar los 10 m respecto a la planicie del río de la Plata. Desde la zona metropolitana de Buenos Aires, esta barranca se prolonga hacia el norte en Vicente López donde alcanza gran desarrollo, continuándose luego en San Isidro y el sector oriental de San Fernando. Luego desaparece, desdibujándose e internándose tierra adentro debido a la existencia del valle del río Reconquista (antiguo de las Conchas) en la zona de Tigre. Reaparece tras este valle especialmente en la zona de Escobar, donde en el barrio del Cazador alcanza un desnivel, respecto a la planicie del río de más de 15 metros. Esta barranca constituye un elemento geomórfico regional y se prolonga hasta la ciudad de Rosario.

### **Valles, terrazas fluviales y planicies aluviales**

Los principales cursos fluviales que desaguan en el Río de la Plata presentan en el eje de los valles la Formación Pampeano cubierta por depósitos fluviales y espesores más importantes de la ingresión holocena. Entre estos cursos se destacan además del Río Lujan, el Reconquista y el Matanza-Riachuelo. Los cursos menores, también poseen terrazas y planicies aluviales, que en muchos casos se hallan muy antropizados. Dado que sus márgenes están sobreelevadas (albardones artificiales) e impermeabilizadas se comportan como cursos «alóctonos». Esta unidad, asimismo tiene capas freáticas muy someras, generalmente a menos de 1 m, con oscilaciones entre 1,5 a 0,2 m, lo que genera problemas para la construcción y excavación de zanjas y canales.

### **Planicies poligenéticas**

Muestran una génesis que resulta de la interacción del proceso fluvial y la acción marina. Pueden subdividirse a su vez en la denominada llanura costera del nordeste bonaerense por Cavalotto (2002, 2009) o **Bajíos ribereños** por Bonfils (1963) y en la **planicie deltaica** propiamente dicha.

Los **Bajíos ribereños** abarcan una franja limitada aproximadamente por la cota de 5 m, donde el rasgo más conspicuo lo constituye una topografía ondulada asociada con la presencia de sistemas de cordones de conchillas. Es un ambiente de origen fluvio-estuarino, el último estado evolutivo de la sucesión de eventos de transgresión y regresión marina durante el Plio-Pleistoceno y el Holoceno, dentro de un antiguo valle fluvial que fue alternativamente llenado y vaciado por el mar. El desarrollo y la evolución de cordones estuvo genéticamente relacionado con un nivel del mar en descenso, luego de que el mar alcanzara el máximo nivel de + 6.5 m unos 6000 años AP (Guida y González 1984 y Cortelezzi et al. 1999). Estos cordones se encuentran en el nivel estratigráfico superior del registro sedimentario y forman parte de la llamada llanura costera que se extiende hasta la bahía de Sanborombón. Estas acumulaciones cordoniformes están compuestas en su mayor parte por conchilla, fueron originadas en la parte alta de la playa por la acción de tormentas cuando el nivel del mar descendía de los +6 a los 4m y luego a los 2.5m, entre 6000 y 3000 años AP. Los cordones presentan crestas redondeadas y su orientación general es paralela a subparalela entre sí (Cavalotto 2009). Presentan discontinuidades que representan realineaciones de la costa como respuestas a cambios en condiciones oceanográficas y a la medida del aporte de sedimentos. Se infiere la superposición de dos procesos: cambios en

Minotti P. y P. Kandus, 2017



las condiciones hidrometeorológicas que modificaron el clima de ola dominante, los cuales inciden en la dirección y tasa de progradación, y por otro lado fluctuaciones del nivel del mar responsables de variaciones morfológica y topográficas.

**La Planicie deltaica.** En la última etapa de regresión marina se produjo el descenso más rápido del nivel del mar que continuó hasta alcanzar el nivel actual. Las condiciones del Río de la Plata pasaron de estuáricas a fluviales, acompañando la instalación de un sistema deltaico que interrumpió la evolución de la secuencia de la llanura costera estuarica con cordones de progradación longitudinal, con otra formada bajo condiciones fluvio-estuáricas cuyos depósitos constituyen el actual delta fluvio estuárico que ocupa todo el ancho del lecho de río (Cavalotto 2009). Parker y Marcolini (1992) diferencian una zona emergida de otra subacuea, a las que Iriondo (2004) denomina respectivamente como zona subarea (Delta superior y medio) y la otra inundable por acción de las mareas. Las principales unidades geomorfológicas del delta fueron definidas por Iriondo y Scotta 1979, e Iriondo 2004. Son bajos con agua permanente y temporaria desarrollados en cotas inferiores a los +2.5 m y delimitados por albardones originados por acción fluvial. Debido a la naturaleza cohesiva de los materiales acarreados por los ríos y las bajas pendientes, los cursos tienen un hábito meandriforme de alta sinuosidad pero de escasa migración lateral.

### 3.5. Hidrogeología.

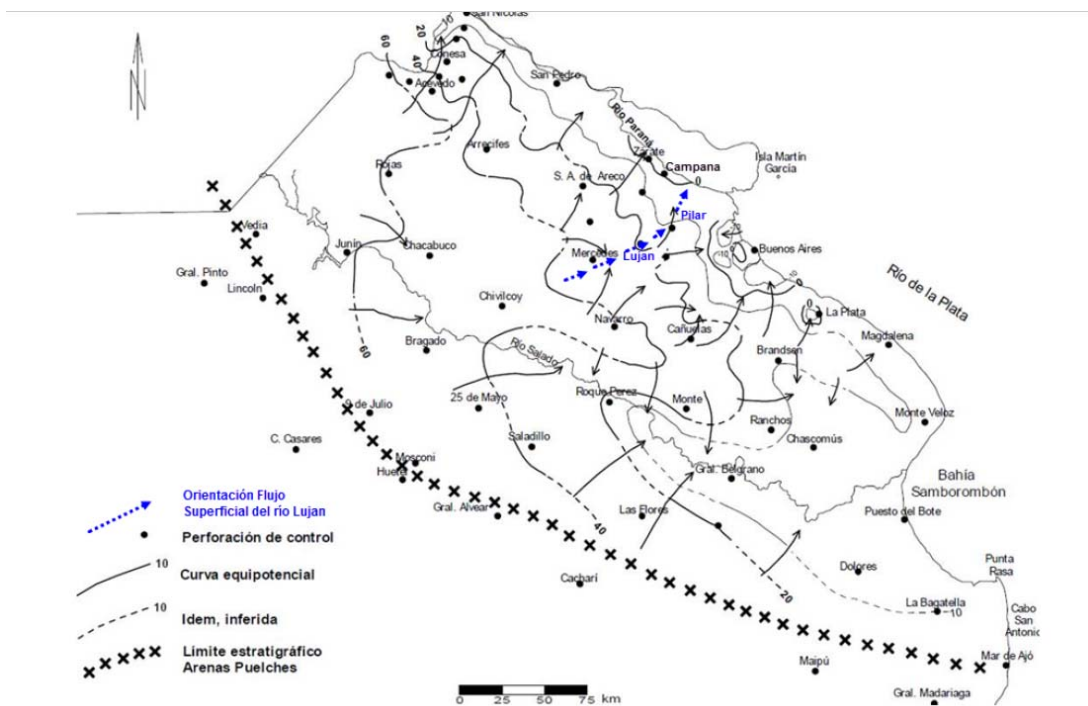
El AP se localiza en la Subregión Hidrogeológica I o Subregión Río Paraná (Santa Cruz y Silva Busso 2009) o ambiente hidrogeológico Noreste (Auge 2004) de la provincia de Buenos Aires. Se extiende desde la Cuenca del Río Salado al sur y sudoeste, hacia el norte hasta al menos el meridiano 33°30' o los bajos submeridionales, al este el Río Paraná y al oeste hasta aproximadamente el paralelo 62°30'. Los principales acuíferos de esta región se presentan en la **Tabla 3.5.1.**

**Tabla 3.5.1.** Principales acuíferos presentes en el AP. Basado en Auge (2004) y Silva Busso (2009)

Estratigrafía	Hidroestratigrafía	Acuíferos Principales
Sed. Pampeanos	Epiparaneano	Acuífero Pampeano
Formación Puelches	Epiparaneano	Acuífero Puelches
Formación Paraná	Paraneano	Acuífero Paraná
Formaciones Olivos, Mariano Boedo	Hipoparaneano	Acuitardo
Basamento Cristalino	Basme. Hidrogeol	Acuífugo

El *acuifero freático* es el que en condiciones naturales se halla más cerca de la superficie, está en equilibrio con la presión atmosférica y se alimenta directa o indirectamente del agua de lluvia que se infiltra. Este acuífero se encuentra alojado en los Sedimentos Pampeanos y Post-Pampeanos. La Zona No-Saturada (ZNS) posee un espesor variable entre pocos centímetros y 10m, llegando a aflorar la superficie freática en el sector de la planicie aluvial del río de la Plata. En la base del Pampeano se localiza un *acuitardo* (limos arcillosos, arcilla limosa), coincidente en general con la Formación Ensenada o equivalente, que sirve de techo al acuífero Puelche

Por debajo de la capa freática, se encuentran los Acuíferos Pampeano y Puelches. Al tratarse de acuíferos multicapa de llanura, están hidráulicamente conectados. Si se explota sólo el más profundo (el Puelches), baja el nivel en la freática, es decir que arrastra la depresión de la misma. A la inversa, si se extrae agua de la freática va a llegar un momento en que un acuífero más profundo va a aportar agua hacia arriba disminuyendo su nivel piezométrico, o sea la presión del agua. En volumen, el Puelches es el más explotado del país en la actualidad (Auge et al., 2002). La sobreexplotación del Puelches en algunas zonas del conurbano bonaerense ha provocado su depresión, creciente salinización y contaminación (Figura 3.5.1.).



**Figura 3.5.2.** Red de flujo del acuífero Puelche, superpuesto con el del Río Lujan. Basado en Auge 2004

El Acuífero Paraná (Formación Arenas Puelches) tiene un reducido desarrollo, entre 2 y 12 m. La secuencia continúa con un espesor de arcillas marinas verde-azuladas correspondiente a la sección superior de la Formación Paraná, de comportamiento *acuicludo*, por sobre arenas verdes a grisáceas también marinas, acuíferas, que conforman la base de dicha formación. Por debajo se hallan arcillas pardo-rojizas continentales muy plásticas, *acuicludas* y pertenecientes a la Formación Olivos (sección superior), techo de una unidad

Minotti P. y P. Kandus, 2017





acuífera confinada localizada en las arenas basales de esta formación. El hidroapoyo del sistema acuífero está constituido por rocas del basamento cristalino y en ciertos sectores, por rocas basálticas asignables a la Formación Serra General, sobrepuestas en discordancia a la anterior y halladas en perforaciones practicadas en el sector de San Nicolás-Pergamino y en la Bahía de Samborombón. Es considerado *acuífugo* al no poderse comprobar la existencia de acuíferos de fisuras.

La recarga del acuífero freático y semi-libre Pampeano es autóctona directa, a expensas de excedentes hídricos que superan los 250 mm/año, cuando la carga hidráulica de este último es positiva respecto a la del Puelche, circunstancia que se da precisamente en los sectores interfluviales. En el acuífero Puelche es autóctona indirecta por filtración vertical desde la unidad superior a través del acuitardo. Los acuíferos Paraná y Olivos reconocen recarga alóctona, habiéndose demostrado recientemente la inexistencia de filtración vertical a través de las arcillas de la Formación Paraná.

La descarga regional ocurre hacia los sistemas fluviales Paraná-de La Plata y Salado, directamente o por medio del caudal de base de los principales ríos y arroyos, al cual aporta el acuífero, Puelche a través del Pampeano que actúa como unidad de tránsito. La dirección del flujo subterráneo coincide aproximadamente con la del flujo superficial del Río Luján. La velocidad efectiva es muy variable y se ha estimado entre 0,005 y 0,01 m/día. La descarga artificial, si bien importante en gran parte de la región, se manifiesta especialmente en el área metropolitana de Buenos Aires. En el caso del acuífero Puelche, la intensa explotación introdujo una fuerte distorsión de la red equipotencial, evidenciando la existencia de extensos conos de depresión regional emplazados en el área metropolitana (conurbano). Estas hidroformas antrópicas forzaron un cambio en el sentido de flujo y en el comportamiento en parte de los ríos y arroyos del área, acompañando de intrusión salina desde la planicie aluvial del río de la Plata y depresión del conjunto freático-semilibre Pampeano (Silva Busso 2009). Desde la década de los '80, el desuso de perforaciones de servicio y la importación de agua fluvial produjo la recuperación de los niveles piezométricos y consecuentemente de los freáticos, con efectos de anegamiento en construcciones subsuperficiales y sectores bajos.

El acuífero freático y el semilibre Pampeano ofrecen en general aguas de buena calidad, con baja salinidad entre 500 y 2000 mg/l, excepto en la planicie aluvial del río de la Plata y valles inferiores de los ríos y arroyos principales donde puede alcanzar los 10000 mg/l. Para el acuífero Puelche normalmente no se superan los 2000 mg/l, desmejorando, como en el caso anterior, hacia la planicie del río de la Plata y cuenca del río Salado. Los acuíferos confinados infrapuestos albergan aguas salobres a salinas, con extremos de 3000 mg/l y > 10000 mg/l.

En cuanto a la hidroquímica, las aguas de la capa freática o libre pueden clasificarse como Bicarbonatadas Sódicas, Magnésicas-Cálcicas, mientras que las aguas semiconfinadas del Pampeano pueden clasificarse como Bicarbonatadas Sódicas, Cálcicas-Magnésicas. El acuífero registra un aumento de la salinidad de sus aguas hacia el oeste. En Baradero y Campana el residuo seco alcanza los 600 mg/l, en Arrecifes 800 mg/l., Pergamino 1000mg/l, Mercedes 900 mg/l., mientras que en Lincoln, por ejemplo, el residuo seco alcanza los 1200 mg/l., en Bolívar los 1100 mg/l., en Colón los 1800 mg/l. La salinidad del agua también aumenta en las áreas de las llanuras

Minotti P. y P. Kandus, 2017



de inundación de los grandes ríos y arroyos donde se hallan importantes depósitos de sedimentos Post-pampeanos, alcanzando incluso valores superior a los 2.000 mg/l. Por otra parte, el Pampeano se caracteriza por aportar a las aguas subterráneas elementos nocivos tales como Flúor y Arsénico que en muchos casos, dado los altos tenores, impide su utilización como agua potable. Estas circunstancias regulan la extracción en función de la potabilidad natural al Flúor o Arsénico, y no a sus posibilidades hidrodinámicas.

### 3.6. Clima y meteorología

El clima de la región esta modulado por las grandes masas de agua del Rio Paraná, del Rio de la Plata y del Atlántico. Según la clasificación climática de Köppen-Geiger la región se caracteriza por un tipo climático CFA, o sea templado con lluvias todo el año y temperatura media del mes más cálido superior a 22° C (Strahler y Strahler, 1992). Morello y Matteucci (1997) clasifican al clima como subtropical húmedo sin una estación seca marcada y con veranos cálidos. Malvárez (1999) señala que el sistema de humedales de la región genera un efecto de modificación sobre las principales variables climáticas, que modera tanto las temperaturas extremas como la deficiencia hídrica temporaria, lo cual origina condiciones más parecidas a las subtropicales húmedas que a las templado-subhúmedas de la zona circundante.

Las estaciones meteorológicas más próximas al AP corresponde a Lujan del SMN y a la EEA INTA DELTA (aunque presenta variables con periodos incompletos).

La temperatura media anual se encuentra entre los 16,7°C y los 19°C, con medias mensuales de 20°C en verano y de 12 °C en invierno. Presenta temperaturas medias estivales oscilando alrededor de los 25°C y las medias invernales aproximadamente en 9,5°C, sin cobertura de nieve. Las temperaturas mínimas medias se encuentran alrededor de los 6°C y las máximas medias en los 30°C, con temperaturas extremas que pueden llegar a -9°C en julio y 41°C en enero (Figura 3.6.1 a).

Las heladas son poco frecuentes, dándose entre fines de mayo y principios de septiembre. El mes de Julio concentra la mayor cantidad de días con heladas, con un promedio de 7 días con heladas. El total anual registrado para el INTA Delta oscila entre 22 heladas meteorológicas y 43 agronómicas. La ocurrencia de la primera helada suele ser entre la última semana de Abril y primera de Mayo mientras que las más tardías llegan incluso al mes de Octubre. Las temperaturas promedio de heladas en los meses de invierno oscilan en -4°C pero pueden alcanzar los -10°C (Figura 3.6.1. b)

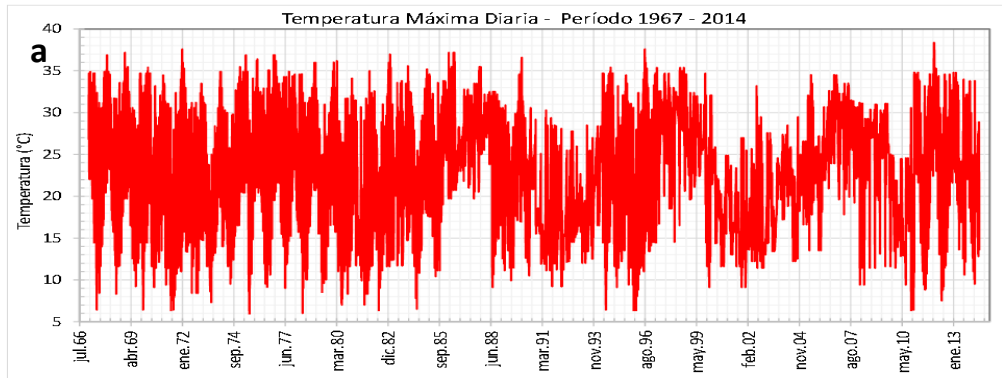


Figura 4-32: Estación Delta del Paraná. Temperatura máxima diaria para el período 1967-2014. Fuente: Elaboración propia con datos del INTA.

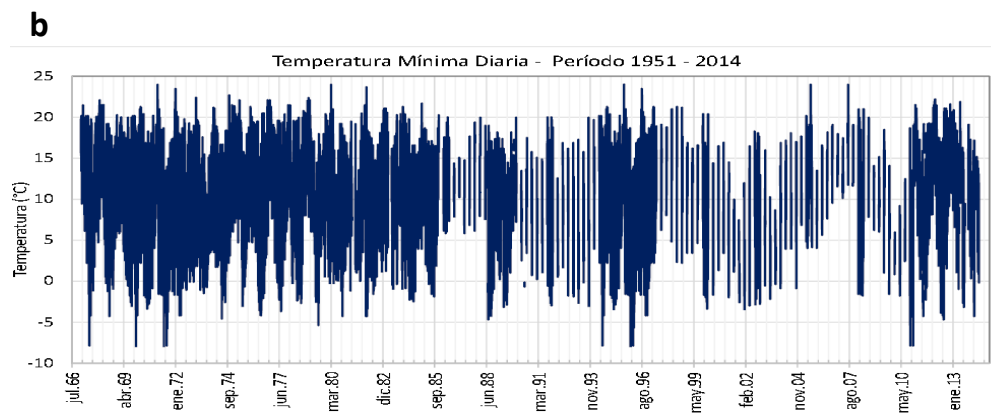


Figura 4-33: Estación Delta del Paraná. Temperatura mínima diaria para el período 1967-2014. Fuente: Elaboración propia con datos del INTA.

**Figura 3.6.1.** Registro de temperaturas para la Estación Experimental INTA Delta para el período 1967-2014. a) 4-32: Temperaturas máximas diarias, b) 4-33: Temperaturas mínimas diarias

El régimen de precipitaciones es de lluvias, con un promedio de alrededor de 950 mm, y con una distribución espacial que disminuye de E a O (Andrade 1986). En la Cuenca del Lujan, la precipitación anual puede alcanzar máximos de 1300 a 1400 mm en años muy lluviosos y mínimos de 600 mm (Figuras 3.6.2 a 3.6.4). Las precipitaciones se desarrollan durante todo el año, siendo ligeramente mayores de verano a otoño, e inferiores en invierno, con gran variabilidad interanual. El mes de abril es el que presenta mayor número de días con precipitación. La nubosidad presenta poca variabilidad a lo largo del año observándose los mayores promedios mensuales en el trimestre mayo-junio-julio (SI Consultores, 2008). Las lluvias intensas son provocadas por nubes convectivas, que son de gran desarrollo vertical (superiores a 10 Km.), que se generan en condiciones de inestabilidad atmosférica, con una media de 50 tormentas anuales, con un mínimo en invierno y un máximo en verano. Estas lluvias de verano revisten características torrenciales, con efectos fuertemente erosivos.

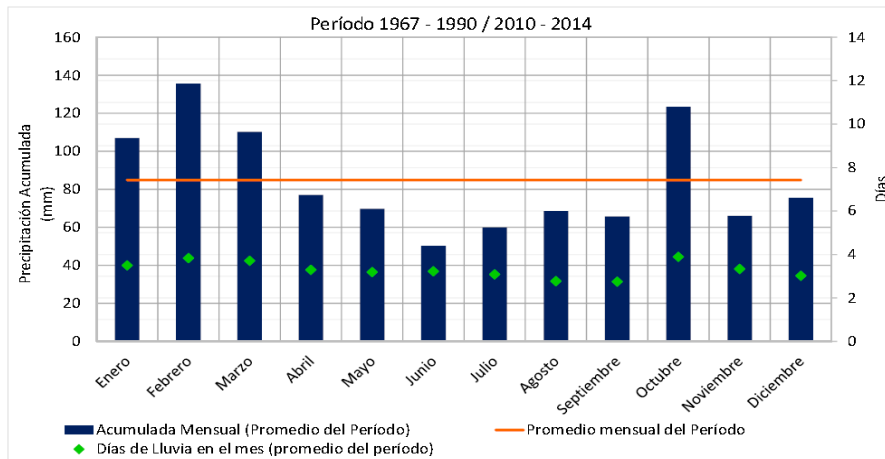


Figura 4-28: Estación Delta del Paraná. Precipitación diaria promedios mensuales para el período 1967-1990/2010-2014. Fuente: Elaboración propia con datos del INTA.

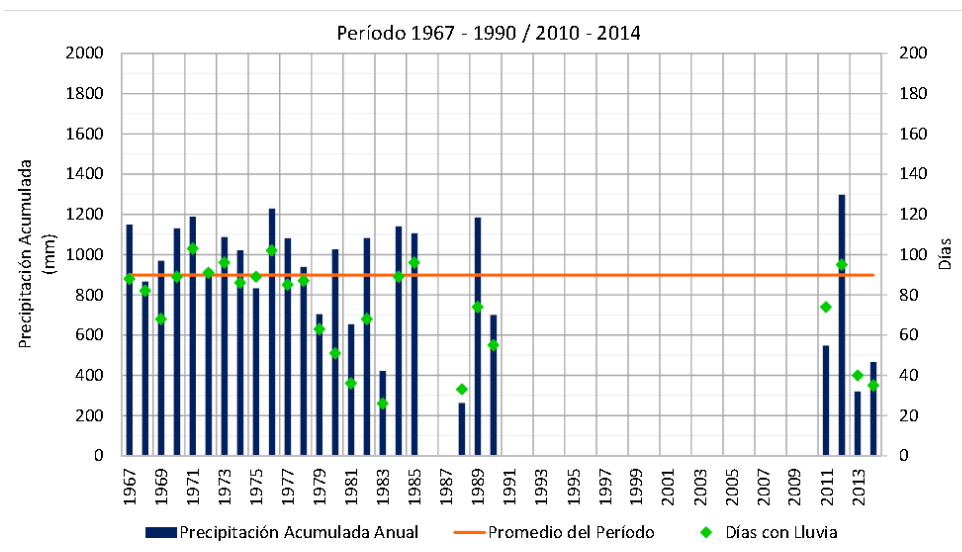


Figura 4-29: Estación Delta del Paraná. Promedio Anual de la precipitación diaria y precipitación promedio del período 1967-1990/2010-2014. Fuente: Elaboración propia con datos del INTA.

**Figura 3.2** Precipitación acumulada para la Estación Experimental INTA Delta para el período 1967-1990/2010-2014. a) 4-28: Promedios mensuales de la precipitación diaria, b) 4-29: Precipitación acumulada anual, Número de días de lluvia y Precipitación promedio del período.

En la Estación del INTA Delta el mes con mayores precipitaciones es marzo, seguido por febrero y octubre, siendo del orden de los 120 mm. También se observa claramente que el rango fluctúa entre 45 mm y 121 mm, y que el período de lluvias, se encuentra entre los meses de octubre a marzo.

Las precipitaciones medias mensuales históricas en la Estación Meteorológica Luján, fluctúan en un rango de 50 a 130 mm. El período de lluvias, se encuentra entre los meses de octubre a abril. La precipitación máxima promedio mensual es de 127,4 mm y se presenta en el mes de febrero, mientras que la precipitación mínima promedio mensual, es de 46,4 mm y se presenta durante el mes de julio.

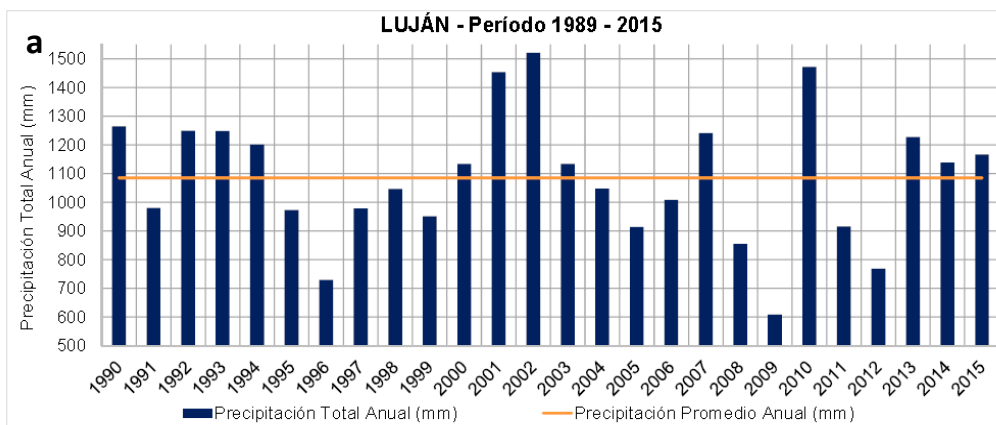


Figura 5.41: Precipitación total anual de la Estación Meteorológica Luján, período 1989-2015.

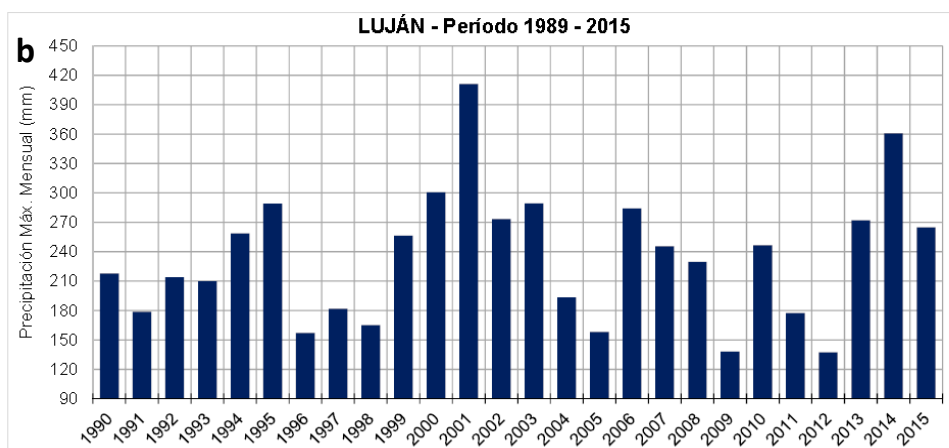


Figura 5.42: Precipitaciones máximas mensuales de la Estación Meteorológica Luján, período 1989-2015.

**Figura 3.6.3.** Precipitación para la Estación Meteorológica Luján para el período 1998-2015. **a)** 4-41: Precipitación total anual y promedio del período, **b)** 5-42: Precipitación máxima mensual.

Minotti P. y P. Kandus, 2017

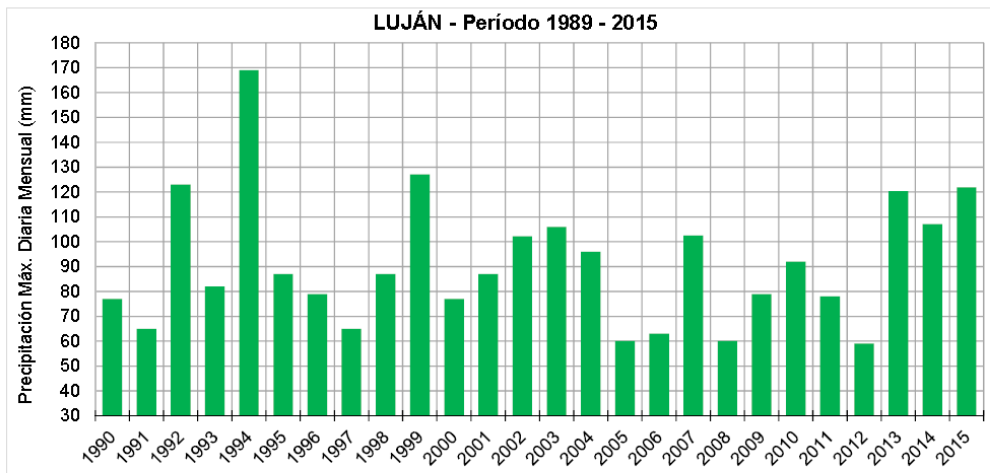
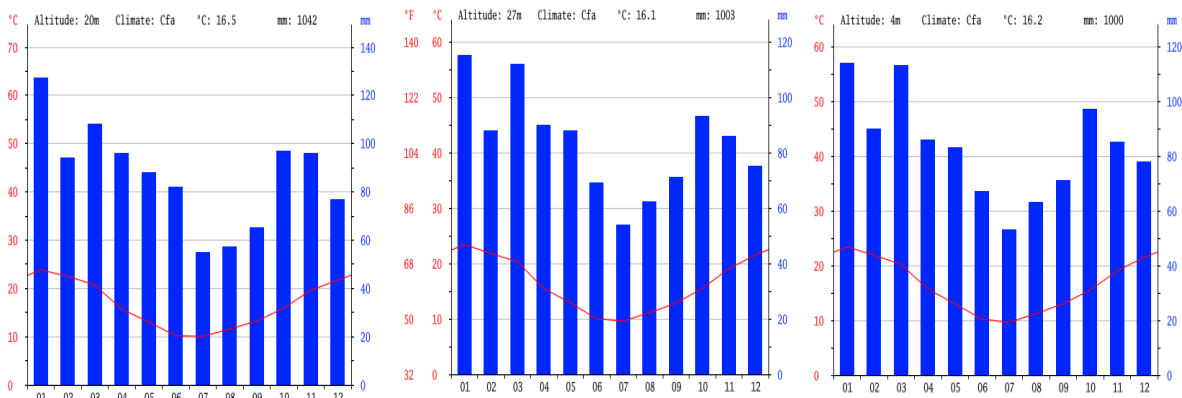


Figura 5.43: Precipitaciones máximas diarias mensuales de la Estación Meteorológica Luján, período 1989-2015.

**Figura 3.6.4.** Precipitación máxima diaria mensual para la Estación Meteorológica Luján para el período 1998-2015.

Asimismo cabe destacar que en las últimas décadas se ha verificado un aumento progresivo de las precipitaciones del orden de los 200 mm anuales. (Pereyra, 2004). Los períodos hidrológicos más importantes registrados son 1958/1959, 1968/1969, 2001/2002, 2009/2010 y 2013/2014, en todos ellos se supera los 1500 mm anuales. Por otra parte se observa que desde el año 2009 a la fecha, se vienen produciendo registros anuales de importancia, que superan ampliamente el promedio anual de 1050 mm.

Para el AP, la temperatura media anual estimada para las localidades de Luján, Pilar y Belén de Escobar rondan los 16C y la precipitación total media anual es de aproximadamente 1000 mm (Figura 3.6.5.).



Minot **Figura 3.6.5.** Climodiagramas para las localidades de Luján a la izquierda (Partido de Luján), Pilar en el centro (Pilar) y Belén de Escobar (Escobar) a la derecha. Fuente: <http://es.climate-data.org/>





La humedad relativa ambiente es superior al 70%. El excedente hídrico es del orden de los 200 mm anuales. La evapotranspiración potencial anual es de alrededor de 800mm anuales (Morello y Mateucci 1997). Los periodos secos de magnitud y duración variable se producen principalmente en verano. La mayor evapotranspiración en estos meses de verano determina un período con potenciales limitaciones de agua sin llegar a registrarse situaciones de déficit hídrico en condiciones normales.

Los vientos de la región son en general suaves con medias anuales de 4,0 Km/h (medida en la estación experimental INTA Delta) y en general los valores medios mensuales no presentan marcadas diferencias con el promedio anual (INA, 2004). El mes menos ventoso es abril con un promedio de 2,7 km/h y el que manifiesta mayor velocidad es el mes de Septiembre con valor promedio de 5,4 Km/h. Predominan los vientos del sector NE en todas las estaciones, siguiéndoles los de los cuadrantes SE y SW (Busso et al 2004). Los vientos del eje NE-SO provocan precipitaciones por el encuentro frontal de masas de aire, principalmente en verano. Los vientos provenientes del cuadrante SO, en cambio, provocan tiempo seco y frío. Los vientos del E y SE originan tormentas y precipitaciones abundantes que inciden en la crecida local de los ríos, provocando inundaciones.

El régimen eólico es importante por su influencia sobre el régimen hídrico superficial que actúa modificando el nivel hidrométrico de los cauces. Un fenómeno meteorológico importante es la sudestada, la cual se caracteriza por la ocurrencia de vientos persistentes de intensidad moderada a fuerte provenientes del sudeste, generalmente acompañada con lluvias, que no son de gran intensidad. Estos vientos del sector SE suelen frenar o retardar la velocidad de salida del agua debido a su escasa pendiente, como consecuencia de ello provoca crecientes de cierta magnitud, lo que combinado con precipitaciones locales o aporte de agua de la alta cuenca puede anegarse inundar extensas regiones complicando la evacuación de las mismas aguas abajo. Los vientos del sector NO, en cambio suelen favorecer las bajantes.

### 3.7. Hidrología

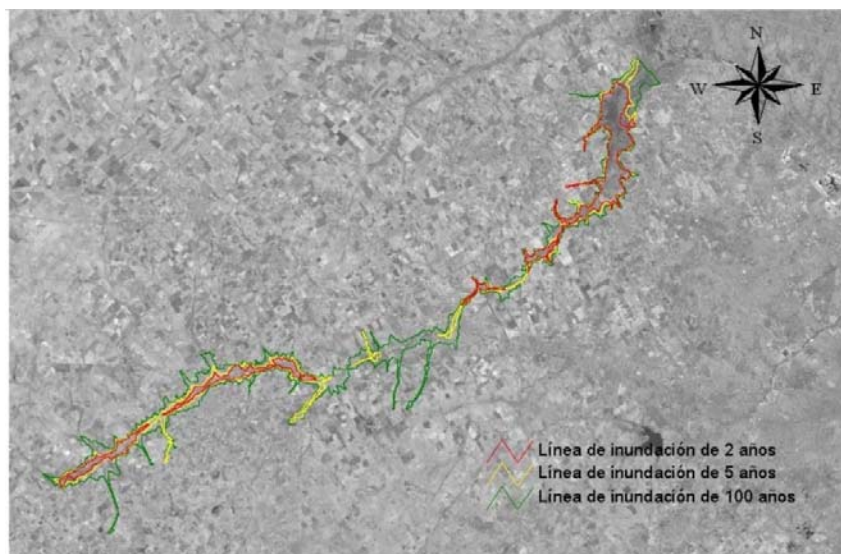
Los cursos de agua que integran el AP están sujetos al régimen de lluvias locales y los principales son de carácter permanente, salvo en sus cabeceras en la época de estiajes. El río Lujan se alimenta de precipitaciones pluviales y, en los tramos superior y medio, también de vertientes. La cuenca del Lujan está sometida a inundaciones periódicas y aperiódicas provocadas por el incremento en las precipitaciones, por las crecidas del Paraná y del estuario del Río de la Plata (Andrade, 1986).

Los principales estudios sobre el funcionamiento hidrológico del Río Lujan fueron realizados por el Instituto Nacional del Agua (INA 2007), complementados y actualizados recientemente en una consultoría solicitada por la DIPSOH a Serman y Asociados (2015). Ambos estudios tuvieron entre sus objetivos principales predecir la variabilidad hidrológica y evaluar las zonas con riesgo de inundación en la cuenca del Lujan (Figura 3.6.1).



El régimen de precipitaciones fue descrito en mayor detalle en la sección correspondiente al clima. Las precipitaciones en toda la cuenca son la principal causa de aumento de los niveles del Río Luján. Las crecidas más importantes del río Lujan coinciden con varias precipitaciones diarias máximas de importancia, particularmente en la cuenca superior. El nivel del río en estas situaciones puede subir en promedio hasta 2 m en un solo día, con una amplitud de variación diaria extrema del orden de 3 m en febrero de 2014 (Serman y Asociados 2015).

El módulo del **Río Luján** oscila entre 5,37 m<sup>3</sup>/seg y el máximo de 400 m<sup>3</sup>/seg (SRNyDS, 1999), con medias mínimas y máximas entre 10 m<sup>3</sup>/seg y 275 m<sup>3</sup>/seg observadas en las estaciones con más registros. Los valores estimados por simulación con el modelo hidrodinámico HEC-HMS distribuido por subcuencas, alimentado con datos pluviométricos y una base cartográfica de topografía y suelos, dio valores máximos entre 300 y 950 m<sup>3</sup>/seg según el sector del río y el nivel de recurrencia considerado (Reyna et al 2007), mientras que los observados para la crecida del 2001 se encuentran próximos a los 300 m<sup>3</sup>/seg (Sanchez Caro y Bianchi ).



**Figura 3.6.1.** Riesgo de inundación para distintas recurrencias. Fuente: Reyna et al. 2007

El régimen del **Río Paraná** está determinado principalmente por las precipitaciones tropicales y subtropicales en su alta cuenca. El régimen hidrológico de este río cuando llega al Delta muestra como de crecientes los meses de marzo y abril correspondientes a los aportes del Alto Paraná y en mayo a julio los del Río Paraguay, y el período de bajante se da en los meses de agosto y septiembre (Figura 3.6.2). Las lluvias que ocurren en su cuenca superior en los meses de primavera-verano son las que condicionan las crecidas más importantes. La onda de creciente puede observarse en el Bajo Delta, afectando un ancho aproximado de 10 Km a lo largo de los grandes cursos de agua). Presenta un patrón estacional con un período de ascenso a partir del mes de septiembre, culminando con un máximo en el mes de marzo. Cuando las distintas crecientes se producen en forma aislada, Minotti P. y P. Kandus, 2017



no son de graves consecuencias. Pero si el efecto de la sudestada se produce estando los ríos Paraná y Uruguay por encima de sus niveles medios, la creciente se nivela en todo el Delta, pudiendo producirse inundaciones extraordinarias las cuales cubren gran parte de la superficie del Bajo Delta, afectando también los sectores de los bajíos ribereños (Figura 3.6.3).

El **Río de la Plata** presenta un régimen de mareas lunares y también derivadas de la acción del viento. Las mareas lunares constituyen un fenómeno periódico y alcanzan una amplitud normal de aproximadamente 1 metro dos veces al día. Las mareas eólicas en cambio, producidas por los vientos del cuadrante sudeste puede elevar el nivel de las aguas hasta 2,5 y 3 metros por sobre el nivel medio. Los repuntes provenientes del estuario, ocasionados tanto por las mareas lunares como por las eólicas, pueden llegar a percibirse en forma amortiguada hasta la localidad de Zárate. Los factores meteorológicos, en particular los vientos, pueden afectar la altura de la marea significativamente. A título de ejemplo, vientos del cuadrante Sudeste de 20 a 50 Km/h, pueden incrementar el nivel en más de 1 metro. Inversamente ocurre en el caso de vientos del Oeste. El Río de la Plata tiene una orientación Oeste-Noroeste - Este-Sudeste y tiene un ancho que varía desde los 40 km en su parte superior hasta los 220 km en su boca. La sudestada se forma como consecuencia de fuertes interacciones entre el estuario del Río de la Plata y las condiciones atmosféricas, siendo los principales forzantes la dirección e intensidad del viento a lo largo del estuario, las mareas, las ondas de tormenta, y en menor medida las descargas de los ríos tributarios (Simionato y otros 2004). La influencia recién comienza a notarse cuando éstos sobrepasan los 60 km horarios. La intensidad y la duración de este viento regulan la magnitud de la creciente. La duración de las sudestadas suele ser de 1 a 3 días, donde el nivel del Río de la Plata se levanta en su crecida, por lo general a un valor de 2,45 m, con típicas fluctuaciones entre los 2,07 y los 2,82 metros. Es así que toda creciente que no alcanza los 2.82 m se la suele considerar "ordinaria". Mientras tanto, las que supera ese nivel, se la denominan "extraordinarias", y suelen darse cuando la condiciones del viento se mantienen por más de tres días, cuando se declara generalmente el estado de alerta. Asimismo, las estadísticas indican, que una vez por año, las sudestadas suelen elevar el agua del Plata hasta el nivel de 3,02 m. El 90 % de los días con sudestadas suelen aparecer entre los meses de abril y diciembre, con mayor concentración entre julio y octubre, siendo el mes de octubre el de mayor frecuencia de sudestadas. Las sudestadas fuertes en particular, ocurren entre marzo y octubre, siendo junio el mes con mayor número de sudestadas fuertes. Febrero es el mes que presenta el menor número de días con sudestada.

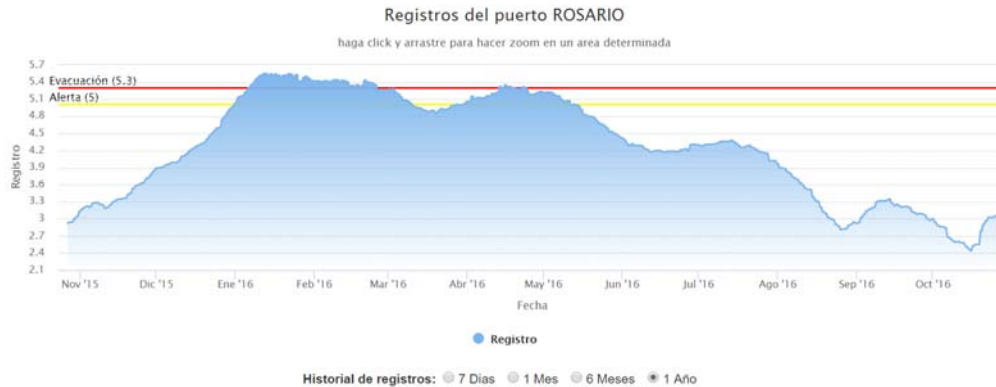
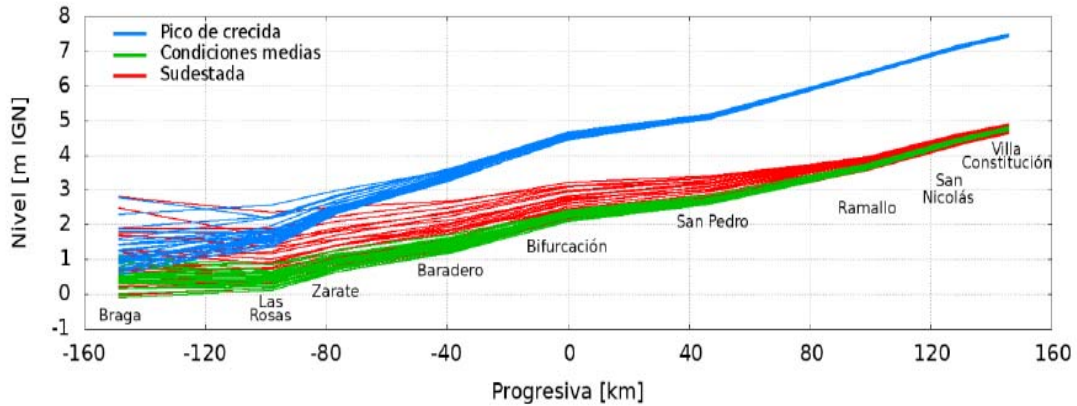


Figura 3.6.2. Niveles del Río Paraná en Rosario.

En el área del Río de la Plata se distingue dos causas que provocan alteraciones en el nivel medio de las aguas. Ellas son, los repuntes y las mareas. Los *repuntes* son producidos por las mareas comunes que ejercen su acción sobre las aguas del Río de la Plata, provocando oscilaciones en su nivel medio. Son cíclicos, de corta duración y no producen daños en los cultivos, tampoco paralizan la actividad económica de la zona; las *mareas* son crecientes o mareas del Río de la Plata producidas por los vientos del cuadrante sudeste, aunque su influencia recién comienza a notarse cuando éstos sobrepasan los 60 km/h. La intensidad y la duración de esos vientos regulan la magnitud de la creciente que se registra en el cerro del Riachuelo. Cuando en el Riachuelo marca los 2,50 mts. hay un fuerte repunte y cuando alcanza los 3,50 metros, se produce una marea en el Delta Inferior, independientemente de las crecientes de los ríos Paraná y Uruguay. Esta marea se caracteriza por poder generarse en pocas horas como consecuencia de una fuerte tormenta del sudeste, pero las aguas vuelven a su nivel normal inmediatamente después que desaparece. Su efecto normalmente llega hasta la altura de Campana o Zárate, pero si el Río Paraná está muy bajo, su influencia puede alcanzar hasta la ciudad de Rosario. Si se produce estando los ríos Paraná y Uruguay altos, la creciente se nivela en todo el Delta, pudiendo alcanzar proporciones de catástrofe como ocurrió en 1959.



a) Paraná – Paraná de las Palmas

**Figura 3.6.3.** Pendientes y variabilidad horaria de niveles hidrométricos en el Río Paraná de las Palmas según distintos forzantes. El AP se localiza a la altura de la estación hidrométrica Las Rosas. Fuente: Re et al 2015.

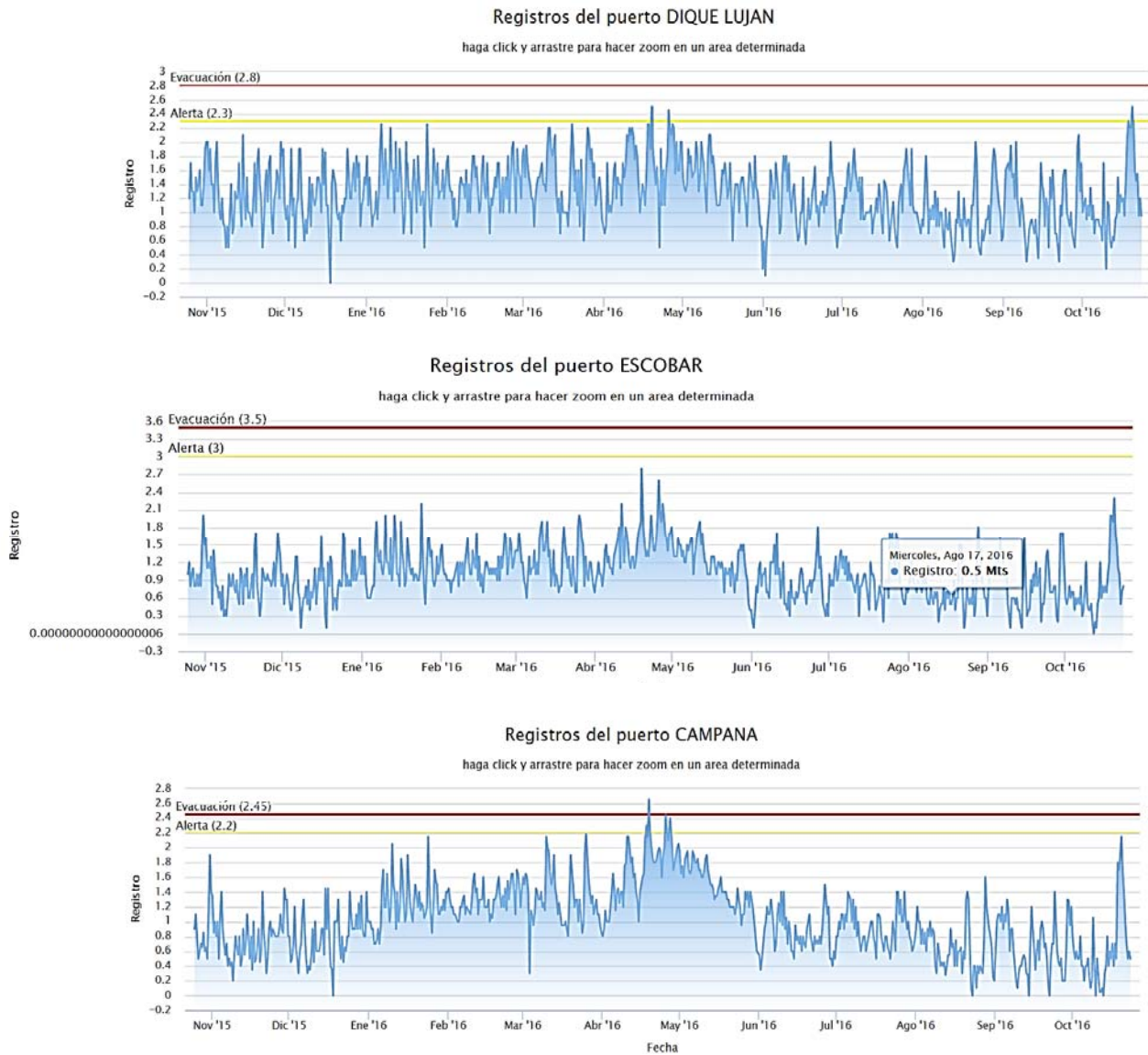
La Figura 3.6.4 muestra el registro hidrométrico para este último año de los tres puertos en el área de influencia de la AP: Campana, Escobar y Dique Lujan. Los picos de alturas máximas observados se corresponden con condiciones de sudestadas. Se destaca la sudestada correspondiente al 18 de abril, en coincidencia con la época de aguas altas del Río Paraná, que alcanzó los 2,65 m en el puerto de Campana, 2,8 m en el puerto de Escobar y 2,5 m en Dique Lujan.

Para el área de estudio se reconocen entonces dos situaciones de inundación detonantes (Perez Ballari y Botana 2011): **a)** lluvias torrenciales, que colman la capacidad instalada de los desagües pluviales y provocan anegamientos y desbordes interiores de los arroyos, y **b)** el efecto de las Sudestadas, que elevan el nivel del río de la Plata generando flujos en contracorriente que forman una especie de tapón hidráulico, inhibiendo las descargas que terminan derramando en la superficie. Estas condiciones, que pueden presentarse en forma independiente o ser concurrentes, son el punto de partida para una serie de sucesos encadenados, donde los factores de control están íntimamente asociados a la topografía del área y a las formas en que se ha desarrollado la urbanización del territorio (Prudkin y De Pietri, 2001). Pérez Ballari y Botana (2011, 2013), señalan que para la cuenca baja del Lujan la zona de exposición a inundaciones y posible anegamiento hídrico está representada por la cota de los 7,5 m mientras que las áreas de anegabilidad y eventos de inundación del Río de La Plata tiene como límite la cota de 4 m.

A pesar de la importancia y recurrencia de las inundaciones sobre áreas urbanas, y los estudios llevados a cabo para entender su comportamiento hidrológico, el Río Lujan no cuenta a la fecha con un sistema de alerta temprana. En mayo del corriente año se realizó un taller participativo para la implementación de un sistema de alerta temprana para la cuenca, donde participaron la Universidad Nacional de Luján, el Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA UBA – CONICET), el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), el Instituto Nacional del Agua (INA) y el INTA del Área Metropolitana de Buenos Aires (INTA AMBA), destinado a



formar a los promotores que acompañarán la implementación del sistema y la construcción de un mapa de riesgo.



**Figura 3.6.4.** Niveles del Rio Paraná en los puertos de influencia del AP: Dique Lujan, Escobar y Campana. Fuente: <http://www.prefecturanaval.gov.ar/alturas/grafico.php> accedido el 23-10-2016.





### 3.8. Suelos

La Pampa Ondulada se caracteriza por presentar períodos de pedogénesis dominante y morfogénesis subordinada (medios estables), lo que ha resultado en la formación de suelos con un alto grado de desarrollo y, dada la complejidad de paisajes son suelos variables espacialmente. Los Argiudoles típicos son los suelos predominantes, desarrollados en las divisorias y en las laderas de valles y formados a partir de los sedimentos loésicos, son suelos profundos (más de 1,5 m), texturas franco-limosas, salvo en aquellos perfiles con horizontes argílicos (Bt) y con elevadas concentraciones de materia orgánica.

En los laterales de los valles los **Argiudoles** son menos potentes, con el horizonte C algo carbonatado y, a veces se forman horizontes E (Suborden Alboles). Pese a encontrarse en aquellas zonas menos anegables, pueden presentar evidencias de condiciones reductoras y saturación temporal con agua a poca profundidad (a 25-40 cm aparecen concreciones y moteados). En algunos sectores se encuentran Hapludoles típicos, con perfiles simples.

En los valles fluviales se observan suelos de menor desarrollo edáfico y mayor expresión de rasgos hidromórficos. Son **Endoacuoles típicos**, de perfiles comparativamente simples, que gradan pendiente arriba a Hapludoles ácuicos, típicos y énticos. En general los Endoacuoles se hallan bien provistos de materia orgánica y dominan las texturas limosas y franco-limosas. Los rasgos hidromórficos, como moteados y colores gley, suelen aparecer por debajo del horizonte superficial, en general mólico.

En las proximidades de los cursos fluviales se encuentran Entisoles, principalmente Fluventes y Acuentes de muy escaso desarrollo pedogenético, con horizonte superficial rico en Materia Orgánica y presencia de un horizonte arcilloso a los 30 cm de profundidad que no llega a ser Bt.

El antiguo ambiente litoral tiene una mayor complejidad edáfica, dada la heterogeneidad geomorfológica que exhibe. Los cordones de conchillas poseen suelos de tipo **Haprendoles**. Son Molisoles que precisamente deben sus principales características a la presencia de abundante CaCO<sub>3</sub> (procedente de las conchillas). Se encuentran bien provistos de materia orgánica y de texturas gruesas (arenosos, yareno-gravillosos). Se asocian estrechamente a la vegetación de talas. El ambiente de la antigua planicie de marea se caracteriza por tener suelos de texturas finas, generalmente arcillosas, debidas a la incidencia del factor material originario. Las arcillas presentan importante participación de especies mineralógicas expansivas (Smectitas e interestratificados) que determinan la presencia de caras de deslizamiento entre los agregados del suelos. Consecuentemente, se reconocen suelos del Orden **Vertisoles**, del Gran grupo **Hapludertes**. En los sectores en los que los cordones se hallan cubiertos de materiales eólicos arenosos retransportados, se encuentran **Udipsamientos (Entisoles)** de muy débil desarrollo pedogenético.

En el visor geográfico de INTA se encuentra disponible el mapa de suelos escala 1:50.000 que incluye al AP (Figura 3.7.1). En el mismo se discriminan diferentes complejos de suelos hidromórficos asociados a los cursos de agua, suelos relacionados con lagunas permanentes y temporarias.

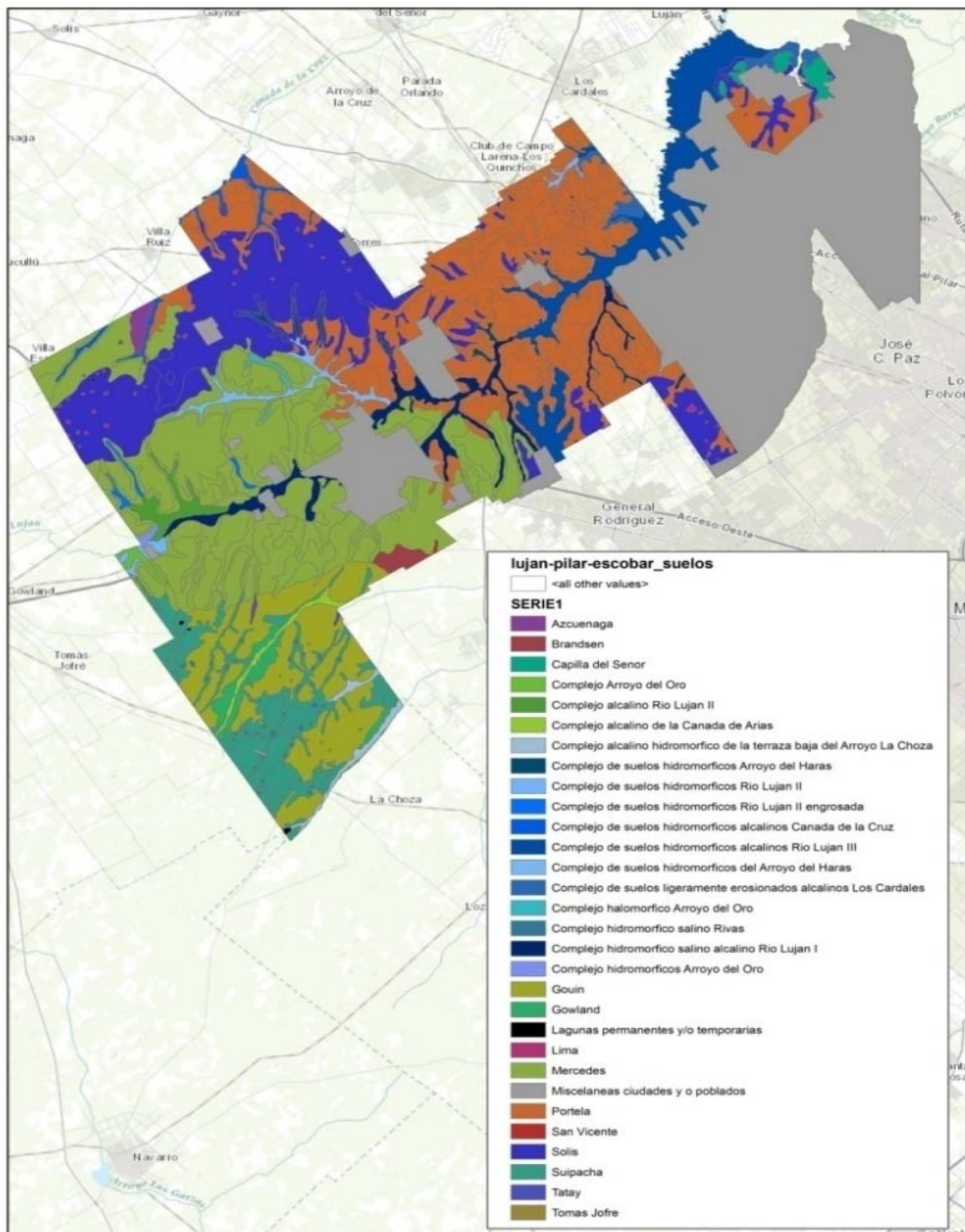


Figura 3.8.1. Mapa de Suelos. Escala 1:50.000. Fuente: Instituto de Suelos INTA.



Los suelos de las islas del Delta, fueron descriptos tempranamente por Bonfils (1962). Según este autor, el sector de islas del Bajo Delta del Paraná se caracteriza por la presencia de suelos hidromórficos que incluyen suelos con avenamiento impedido, sometidos a procesos de gleyzación asociados a que la napa freática se encuentra cercana a la superficie con fluctuaciones diarias asociadas al régimen de mareas del Río de la Plata. En este caso se considera el término gley en sentido amplio, como la presencia en el perfil de suelo de un horizonte de reducción anegado con matices gris azulado verdoso, donde predominan condiciones de vida anaerobia.

La mayor parte del área (alrededor del 80%) corresponde a suelos semipantanosos presentes en los sitios topográficamente más bajos del interior de las islas, que se caracterizan por tener una cubierta orgánica u orgánica-mineral poco descompuesta apoyada sobre un horizonte mineral gris azulado. Son suelos de tipo AG, originados a partir de fango fluvio-lacustre pardo-amarillo. El régimen hídrico del perfil se encuentra fuertemente influenciado por la presencia de una napa freática muy cercana a la superficie, de carácter permanente y la afluencia lateral de las aguas de mareas y o crecientes que generan condiciones reductoras prolongadas con fenómenos de gleyzación.

Siguiendo con la descripción de Bonfils (op.cit), en los sectores más elevados del terreno, albardones, frecuentemente inundados por repuntes de los ríos pero bajo condiciones de mejor drenaje, se desarrollan suelos del tipo gley húmicos. Los mismos se forman a partir de materiales fluviales en un relieve plano convexo, con vegetación arbórea y bajo el influjo de un nivel de agua fluctuante pero con una napa freática más profunda, entre 1m y 1,5 m de profundidad. La menor permanencia del agua, y las condiciones de aireación del perfil favorecen la humificación de los restos vegetales. En estos suelos se verifica la presencia de moteados ocre, y compuestos ferruginosos y ferro-mangánicos, en forma de manchas herrumbrosas o de laminillas costras y concreciones debido a las condiciones que se generan localmente de alternancia de oxidación y reducción. En albardones también se identifican suelos low humic gley, con horizontes húmicos muy delgados, ricos o no en materia orgánica y con una capa gley a poca profundidad.

En un relevamiento realizado en la Quinta Everglades en el sector de islas del Partido de Escobar en 1999, el Lic. Gomez del INTA describe en un informe técnico las características principales de los suelos a partir de 5 calicatas. Según el informe en todos los casos se trata de suelos modificados por la actividad forestal siendo del **Orden Molisol, Suborden Udoles, Gran Grupo Udifluventes, Subgrupo típico**. Los perfiles mostraron una capa A superficial delgado con restos vegetales y luego diferentes capas minerales (C).

La porción superficial de los perfiles analizados (primeros 25cm) resultó en general de carácter extremadamente a fuertemente ácido, rico a bien provisto de carbono orgánico muy altos a medios valores de Nitrógeno Total, y una relación Carbono/Nitrógeno media a baja. La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) resultó alta a media. El fósforo asimilable es muy bajo y la conductividad eléctrica sugiere un sustrato no salino. En cuanto a la clase textural resultaron arcillo limoso o franco arcillo limoso.



### 3.9. Vegetación

La vegetación natural predominante en los campos altos de la región de Pampa Ondulada es el pastizal, o estepa gramínea, pseudoestepa gramínea o estepa pampeana (Cabrera 1971, Matteucci et al 1999). Actualmente está convertido en gran parte a cultivos y se encuentran parches de neoecosistemas formados por especies leñosas exóticas acompañadas por arbustos, hierbas y gramíneas nativas. En los partidos analizados, particularmente Escobar y Pilar, una importante proporción de la cobertura fue eliminada por el proceso de expansión de la urbanización. En Luján, sobre todo, y también en Escobar, la mayor parte de la cubierta vegetal original ha sido reemplazada por las actividades agrícolas.

Los pastizales naturales incluyen una amplia diversidad de comunidades vegetales debido a que pequeñas variaciones topográficas y de tipos suelos, tipo de sedimentos y modelado geomorfológico determinan cambios notorios en la composición de especies (Lewis et al 1985, Matteucci 2012). Especies comunes del pastizal son *Bothriochloa laguroides*, *Stipa neesiana*, *Piptochaetium montevidensis*, *Aristida murina*, y *Stipa papposa*. Otros pastos frecuentes son *Paspalum dilatatum*, *Piptochaetium bicolor*, *Briza brisoides* y *Melica brasiliana*. Prácticamente no hay sufrutices ni arbustos, aunque a veces se los encuentra en parches de *Eupatorium buniifolium*, *Baccharis articulata*, *Adesmia bicolor*, *Baccharis notoserigila*, *Conyza bonariensis*. En suelos levemente alcalinos, aparecen otros pastos como *Sporobolus oqramidatus*, *Sporobolus indicus*, *Stippa papposa*, *Bouteloa megapotámica*, y las hierbas *Jaborosa runcinata* y *Solanum juvenale*.

Las barrancas del Paraná y de sus tributarios del norte de la provincia de Buenos Aires y los cordones de conchillas del borde este, presentan bosques xeromórficos dominados por *Celtis tala* (tala) o codominados por este y *Scutia buxifolia* (coronillo).

En los ambientes de bajos en la zona estudiada, las comunidades más comunes según Cabrera (1968) son: juncales (*Schoenoplectus californicus*) en sitios de agua permanente, totorales (*Typha* spp.) en lagunas y arroyos de poca corriente, cardales (*Eryngium eburneum*) en suelos inundables pero con períodos secos prolongados, duraznilares (*Solanum malacoxylon*) en terrenos bajos, inundables durante las lluvias, pajonales de paja colorada (*Paspalum quadrifarium*) frecuentes en campos bajos húmedos, no salobres (muy común en la depresión del Salado), praderas de ciperáceas (*Schoenoplectus americanus*) en cauces de inundación de arroyos y bordes bajos de lagunas, estepas halófilas (asociaciones de *Distichlis* spp.) en campos bajos arcillosos y salados, espartillares (*Spartina densiflora*) en suelos arcillosos salados e inundables.

En la porción de islas del Bajo Delta, sobre suelos aluvionales elevados, que forman los albardones sometidos a inundación recurrente por desborde de los cauces, la vegetación natural correspondía originalmente a una selva marginal muy rica en especies formada por asociaciones de *Ocotea acutifolia* (laurel), *Allophylus edulis* (chachal), *Pouteria salicifolia* (matajojo), *Sebastiania brasiliensis* (blanquillo), conocidas como "Monte Blanco" (Burkart 1957). Otras especies de árboles muy abundantes son *Nectandra falcifolia*, *Erythrina crista-galli*, *Inga uruguayensis*, *Blepharocalix twediei*, *Cytharexilon montevidense*, *Rapanea lorentziana*, *Sapium haematospermum*, etc. Esta formación ha sido totalmente reemplazada ya desde principios de siglo XX por la ocupación y el desarrollo de actividades agrícolas (fruticultura y luego forestación), hoy apenas se encuentran relictos. En áreas de albardones donde la actividad productiva fue abandonada, se desarrollan bosques



secundarios o neoecosistemas, dominado por especies exóticas como el ligustro (*Ligustrum lucidum*), la ligustrina (*Ligustrum sinense*), el fresno (*Fraxinus excelsior*), el arce (*Acer campestre*), acompañados a veces por zarzamora (*Rubus* spp.) y madreselva (*Lonicera japónica*) que forman una matriz cerrada, donde las especies nativas aparecen en forma aislada (Kalesnik 2001). Hacia el interior de las islas, en la medialoma, se extienden bosques puros de ceibo (*Erythrina crista-galli*), en un ambiente pantanoso con el sodobosque dominado por paja brava (*Scirpus giganteus*) (Kandus et al 1998). En los ambientes bajos del interior de las islas, sometidos a inundación recurrente por ascenso de la napa o desbordes se emplazan extensos pajonales de paja brava y en aquellos lugares con mayor permanencia de las aguas juncales dominados por *Shoenoplectus californicus* (Kandus 1997, Kandus et al 2003, 2004). El junco también coloniza los bancos de sedimentos depositados en las márgenes de los cursos de agua.

En el trabajo realizado en la Reserva Natural Estricta Otamendi, Chichizola (1993) hace una descripción detallada de las principales comunidades vegetales del área representativa del sector denominado por Burkart (1957) como bajíos ribereños. Este autor identificó 9 comunidades herbáceas: 1) el juncal de *S. californicus* ubicado en zonas con la napa freática en superficie; 2) el pajonal de *Scirpus giganteus* cubre extensas superficies en bajos; 3) el juncal de *Scirpus americanus* ssp. *monophyllus*, forma comunidades de entre 40 y 90cm de altura en suelos saturados o donde el agua no supera los 20 cm y bordean a las comunidades anteriores; 4) el pastizal de *Spartina densiflora* (esparto) ocupa considerables extensiones en suelos bajos arcillosos, pantanosos y salobres, que usualmente están prácticamente secos en verano y si bien el esparto presenta una dominancia absoluta, suele estar acompañado a veces por especies como *Sarcochornia virginica*, *Limonium brasiliense*, *Cortaderia selloana*, *Atriplex hastata*; 5) el hunquillar de *Juncus acutus* var. *leopoldii* emplazados en zonas húmedas susceptibles a inundaciones por lluvias y desbordes de arroyuelos; 6) el cortaderal de *Cortaderia selloana* se emplaza en ambientes disturbados en las márgenes de arroyuelos (en lomadas), vías de ferrocarril o terraplenes y en ambientes con inundaciones periódicas donde la napa se encuentra a escasa profundidad; 7) el cardasal de *Eryngium cabreræ* está en un escalón intermedio entre el pajonal y el pastizal inundable; 8) el pastizal de *Distichlis spicata* se emplaza en las partes más elevadas del microrelieve, en zonas bajas sin anegamiento permanente ni inundaciones periódicas; 9) el pastizal de *Sporobolus pyramidatus* y *Xanthium cavanillesii* en los albardones del Río Luján. Entre los bosques este autor menciona: 1) el Ceibal de *Erythrina crista-galli*, un bosque puro abierto (ronda una cobertura del 40%) y de altura promedio de 10m, que se emplaza en suelos pantanosos cerca de la orilla del Paraná de las Palmas y a continuación del albardón del mismo río hasta encontrarse con los pajonales de paja brava; 2) el sauzal de *Salix humboldtiana*, es un bosque semicerrado (80-90% de cobertura) emplazado en el albardón del río Paraná de las Palmas y que está acompañado por diversas especies exóticas como *Ligustrum lucidum* (ligustro), *Populus* sp. (álamo), *Salix fragilis*, *Lonicera japonica* (madreselva), *Rubus divaricatus* (zarzamora), *Sonchus asper*, *Canna glauca* (achira amarilla); 3) el talar de *Celtis tala* constituye la vegetación de la barranca con una cobertura del 70% y alcanzando alturas de 6 a 8 metros.





### 3.10. Población

La población total combinada de los tres municipios del AP para el año 2010 era de 617.969 habitantes, aumentando un 22,7% desde el 2001. Si bien Pilar es el partido con mayor número de habitantes, Escobar presenta la mayor densidad poblacional (Tabla 3.10.1).

**Tabla 3.10.1.** Datos poblacionales de los partidos que conforman la AP (Escobar, Luján y Pilar). Fuente: Indec, censo nacional de población y vivienda 2001 y 2010.

Partido	Superficie (km <sup>2</sup> )	Población 2001	Población 2010	Variación 2010-2001 (%)	Población provincia I%	Densidad poblacional 2010 (nro./km <sup>2</sup> )
Escobar	232	177.155	213.619	19,9%	1,37%	920,8
Luján	800	93.992	106.273	13,1%	0,68%	132,8
Pilar	355	232.463	299.077	28,9%	1,91%	842,5
<b>Total</b>	1387	504.610	618.969	22,7%	3,96%	446,3

### 3.11. Usos del territorio

Se trata de un área compleja, donde se distinguen distintas categorías de uso y cobertura del suelo.

Desde la Ciudad de Buenos Aires la urbanización se extiende como una mancha continua con edificación contigua, siguiendo el rumbo de las grandes arterias de circulación que se irradian hacia el interior. Sobre estas mismas vías la urbanización se desgrana luego en manchas aisladas y de traza irregular, como un rosario de cuentas que se insertan en grandes áreas verdes con edificación dispersa, correspondientes a grandes conjuntos industriales concentrados en parques u organizados a lo largo de las arterias viales. Se suman a al paisaje obras de infraestructura (ferrocarriles, autopistas, aeropuertos, embalses, etc.), espacios degradados (cavas, basurales, áreas de relleno sanitario) hasta llegar a un predominio de espacios abiertos de uso agropecuario con distinto grado de intensidad (Lanson e Iglesias 2011).

El AP expresa este gradiente de transformación a lo largo de su territorio.

El territorio del Partido de Escobar está principalmente asociado al uso urbano con alta densidad poblacional y una dinámica socioeconómica muy vinculada a la Región Metropolitana de Buenos Aires (Gran Buenos Aires y su aglomerado urbano). En el sector deltaico y de bajíos ribereños de ese partido, en cambio, el territorio está destinado principalmente a la actividad forestal y usos turísticos y recreacionales.

Los partidos de Luján y Pilar presentan una composición mixta entre actividad agropecuaria, industrial y una dinámica urbana, y es especialmente en las cabeceras municipales donde se concentra la mayor parte de su población.

En la Figura 3.11.1 se expresan los diferentes tipos de uso del territorio del AP consignados en el mapa de la cobertura del suelo realizado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Entre los mismos se destacan **A)** Asentamientos urbanos (urbanizaciones exclusivas, cerradas y suburbano); **B)** Usos agropecuarios e industriales (tierras agrícolas, ganaderas y forestales), **C)** Usos recreacionales y turísticos y **D)** Conservación.

Minotti P. y P. Kandus, 2017



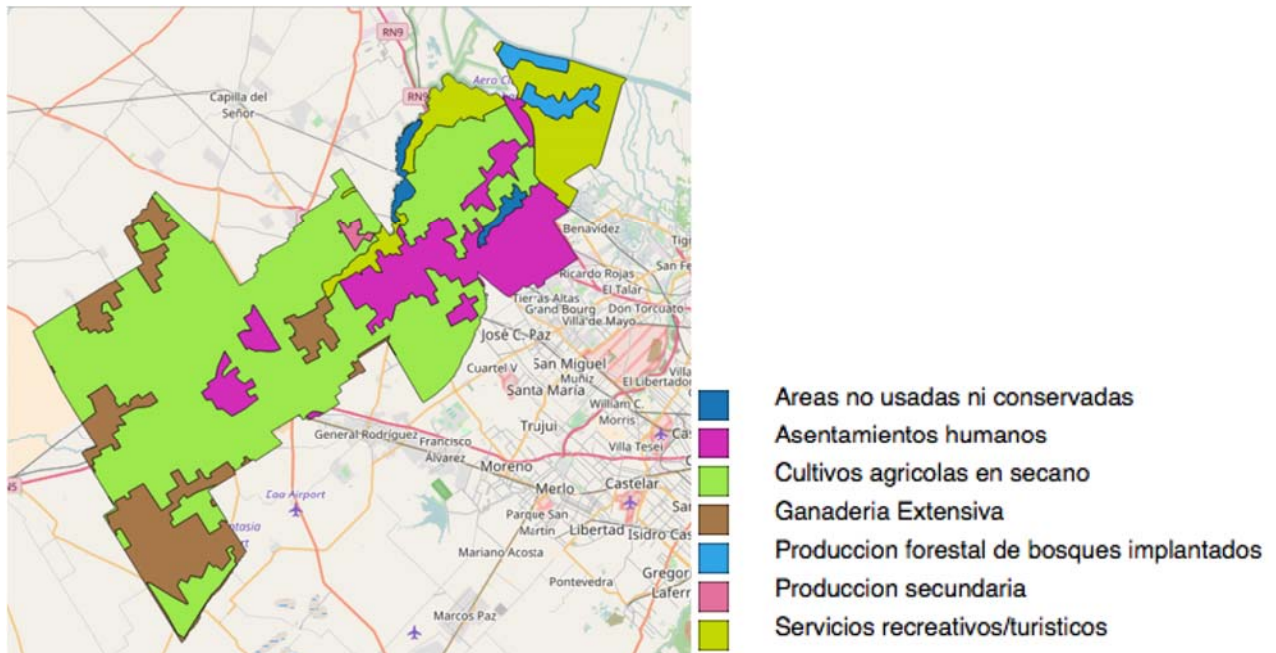


Figura 3.11.1. Principales usos de la tierra en el AP. Fuente: INTA 2009.

### A) Asentamientos urbanos.

Los municipios del AP se consolidan como territorios urbanos y se incorporan en su mayoría desde las dos últimas décadas (años noventa y dos mil) a la segunda y tercer corona de la RMBA, dada la creciente expansión urbana hacia la periferia de la Capital Federal. De acuerdo con Ciccolella y Vecslir(2012) las transformaciones en los procesos territoriales en la región registran “dos procesos de crecimiento económico con estrategias diferentes, uno de sesgo netamente *neoliberal* (años noventa) y el otro *neodesarrollista* (desde 2003 en adelante), separados por la profunda crisis económica y política de 2001-2002. En el AP se identifican tres clases de urbanizaciones:

Urbano exclusivo, hace referencia a las localidades o contextos urbanos abiertos. Los centros tradicionales de la RMBA están representados básicamente por las cabeceras de partidos bonaerenses de mayor dimensión de la primera corona.

Urbanizaciones cerradas, hace referencia a diversos tipos de urbanizaciones de tipo privadas (i.e. country, marinas, barrios privados, pueblos privados, ciudades privadas, clubs de campo -Figura 3.11.2-). Se desarrollaron en forma incipiente a principios de la década del 90 pero adquirieron un enorme impulso durante la última década. En términos de conectividad estos desarrollos se han visto favorecidos y potenciados por la ampliación del Acceso Norte de la CABA. Para el año 2012, Fabricante et al contabilizaron 229 urbanizaciones cerradas en áreas consideradas de humedal. El 90 % de estas urbanizaciones estaban emplazadas en tierras continentales y el resto en el Delta del Paraná (Figura 3.11.3). En las áreas de humedal continental, se mapearon

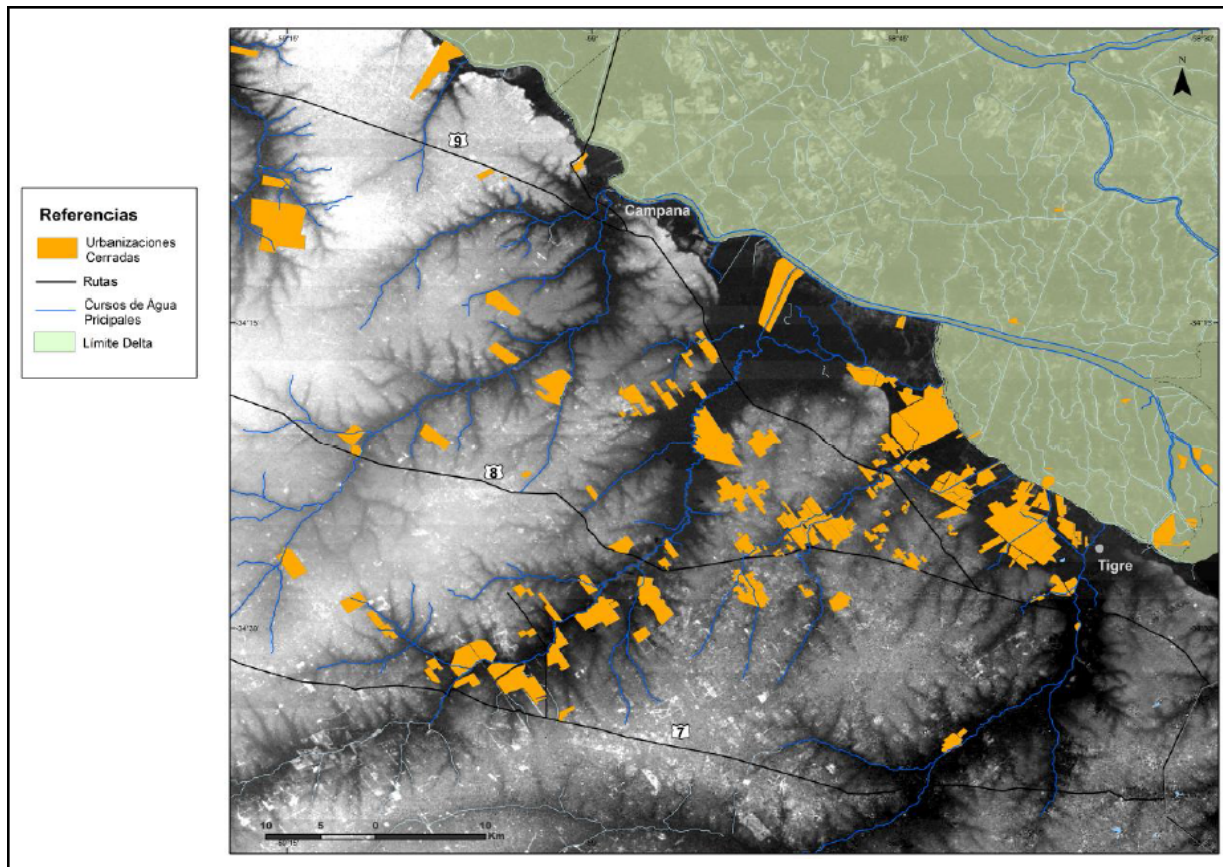


54 urbanizaciones (23%) en la planicie de inundación del Pinazo- Escobar, 43 (19%) en la del Río Luján, 34 (15%) en la del Reconquista y 9 (aprox. 4%) en el Arroyo de la Cruz.

Asentamientos informales, constituyen ámbitos suburbanos, villas y asentamientos que, en general, se expresan como extensiones periurbanas de los contextos urbanos abiertos. Emergen como tejido marginal de las ciudades y barrios cerrados. Se caracterizan por ser barrios cuyos conjuntos de viviendas, que presentan diferentes grados de precariedad y hacinamiento, buscan mantener la trama urbana como continuidad del tejido de la ciudad formal. Éstos fueron conformados a través de diversas estrategias de ocupación del suelo, presentan un déficit en el acceso formal a los servicios básicos (agua potable, luz eléctrica y alcantarillado público) y una situación dominial irregular en la tenencia del suelo.



**Figura 3.11.2.** Principales tipos de urbanizaciones cerradas: A. Barrio cerrado; B: Barrio de Chacras; C: Barrio Náutico; D: Megaurbanización. Fuente: Fabricante et al 2012.



**Figura 3.11.3.** Distribución de urbanizaciones cerradas emplazadas en los valles de los cursos de agua pampeanos. Fuente: Fabricante et al 2012.

### B) Usos agropecuarios e industriales.

La mayor parte del territorio correspondiente al sector de interfluvios de la Pampa Ondulada se destina a la actividad agrícola, principalmente cultivos de secano y en menor medida tierras destinadas a la ganadería bovina de carácter extensivo. En la Tabla 3.11.2. se observa que en el partido de Lujan la actividad agrícola se desarrolla en parcelas entre 100 y 1000 has. y también menores, pero en los partidos de Escobar y Pilar el grueso de la actividad corresponde a parcelas pequeñas (menores de 100has.). En la Tabla 3.11.3. se analizan los porcentajes de la superficie agrícola destinados a los diferentes cultivos. El Partido de Luján sobresale porque el grueso de sus tierras agrícolas está asociado a la producción de cereales de grano, oleaginosas y forraje. El uso agrícola intensivo frutícola y hortícola, se realiza en parcelas pequeñas, de superficie menor a 5 ha. y se practica principalmente en áreas periurbanas para abastecer la demanda de frutas y verduras tanto a nivel local como metropolitano (en el caso de los partidos más cercanos a la Región Metropolitana de Buenos Aires). Estos usos se desarrollan particularmente en Pilar y Escobar, y suelen complementarse con la producción de flores de corte (Guichón et al. 1999). El uso forestal se concentra en la zona de islas del Delta del Paraná en el Partido de Escobar,





donde se cultivan salicáceas (sauces y álamos) para la producción de papely madera.Tanto en Pilar como Escobar, el cultivo de hortalizas y flores conlleva sistemas de riego.

**Tabla 3.11.2.** Cantidadde Emprendimientos Agropecuarios (EAPs ) ysuperficie en los partidos de la AP. Fuente: CNA 2002 INDEC.

Partido	EAPs	Superficie Ha	sup. total	TamañoEAPs		
				Menora100 has.	100-1000has.	Mayor a 1000has.
Luján	90	26.860,6	34,6%	28,9%	65,6%	5,6%
Pilar	101	1.621,7	4,2%	97,0%	3,0%	0,0%
Escobar	152	2873	9,5%	95,4%	3,9%	0,7%

**Tabla 3.11.3.** Cantidadde Emprendimientos Agropecuarios (EAPs) ysuperficie en los partidos de la AP.Fuente: CNA 2002 INDEC

Partido	Superficietota l Cultivada (Has)	Cereales de grano	Oleaginosas	Forrajeras	Hortalizas	Fruticultura	Viveros	Flores de corte	Forestación
Luján	20425,8	31,8%	24,8%	38,7	-	4,7%	-	-	-
Pilar	1185,2	1,1%	8%	45,9%	34,4%	-	-	1,1%	-
Escobar	1512,5	1%	5,6%	34%	29,2%	-	11,3	2,8%	15,7%

En el AP hay una presencia importante de industrias. En los partidos de Pilar y Luján se registra una fuerte presencia de establecimientos industriales concentrados en zonas de uso industrial exclusivo (Parques Industriales). Se destaca el asentamiento de industrias metalúrgicas, automotrices, químicas y petroquímicas en el Parque Industrial Pilar, y la industria textil en toda la zona en general.Pilar concentra 263 industrias de 2ª y 3ª categoría y el Municipio de Luján (132 industrias). En Escobar la actividad insdustrial también es importante (178 industrias) con Parques Industriales como el Centro Industrial Garín y el Parque Oks. Además se debe considerar un sector de comercios y serviciosconcentrado en las áreas urbanas (Rodríguez et. al. 2007).

### C) Usos turístico y recreacional.

La actividad turística y recreacional tienen una marcada impronta en este territorio, particularmente alentada por su proximidad y conexión con la ciudad de Buenos Aires y el Gran Buenos Aires. El turismo de fin de semana y la recreación cobran en este sentido singular importancia, y se vinculan tanto a aspectos del patrimonio cultural de la zona como a la oferta de espacios que ofrecen un mayor contacto con la naturaleza. En este sentido, los humedales cobran un valor particular con actividades como la pesca deportiva y recreacional en los cursos de agua, la náutica, o simplemente la contemplación en un ámbito relajado, convocando una gran afluencia de visitantes. En el sector deltaicosolamente se emplaza una cantidad de clubes náuticos, así como recreos para la actividad de esparcimiento.

### D) Áreas protegidas.

El AP cuenta con una reserva provincial, dos municipales y dos privadas (Perez Ballari et al 2009), ubicadas en el sector de la cuenca baja del Río Luján, que rondan las 1400 Ha (Tabla 3.11.4).

**Tabla 3.11.4.** Áreas protegidas de la cuenca baja del río Luján. Basado en Pérez Ballari et al (2009).

RESERVA Y CATEGORÍA	CREACIÓN Y LOCALIZACIÓN	FUNDAMENTOS DE SU CREACIÓN
<b>RÍO LUJÁN</b> Reserva provincial de usos múltiples	Fue creada por el decreto 2758/94 del gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Ratificada por la Ley provincial 11.811.  Está emplazada en el partido de Luján y posee una superficie de 1000 ha.	Conservación y recuperación de un área natural que aún mantiene especies nativas. Revalorización de especies en peligro tales como la "Palmera Pindó" y el "Ciervo de los Pantanos" (este último ha sido declarado "Monumento natural" por la Ley nacional N° 22.351)
<b>PILAR</b> Reserva natural	Creada por la ordenanza municipal 44/91, promulgada por decreto municipal 147/91 y ampliada por ordenanzas posteriores. Está ubicada en el partido de Pilar, cerca del centro urbano, con una superficie de 268 ha.	Protección del ambiente natural y conservación la flora y la fauna a través de la Declaración de Interés Ecológico Municipal (por la ordenanza 82/03, decreto 931/03), como por ejemplo los bosques de sarandí colorado, uno de los pocos del país, que ha sido declarado monumento municipal por el Consejo Deliberante local.
<b>QUINTA CIGORDIA</b> Reserva urbana	Fue fundada en el año 1973 por la ordenanza municipal 3075/73 y declarada "Reserva forestal y paisajística" en 1993. Se encuentra en el partido de Luján, con una superficie de 15 hectáreas y más de 500 metros de costa sobre el río Luján.	Promover la educación ambiental y fomentar el desarrollo de hábitos conservacionistas. Proteger los remanentes de naturaleza frente a la expansión de los centros urbanos.
<b>TALAR DE BELÉN</b> Reserva privada	Fue creada en 1991 a través de un convenio firmado entre el propietario y la Sociedad Ornitológica del Plata. Emplazada en el partido de Escobar, posee una superficie de 100 ha.	Resguardar un ambiente natural donde se desarrollan bosques de talas que ocupan las barrancas, bajos inundables y bosques ribereños del río Luján. Valorizar especies correspondientes a los biomas del Espinal, Pastizal Pampeano y Delta del Paraná.
<b>LALO MANDOJANA</b> Reserva privada	Localizada en el partido de Escobar.	Sin datos



### 3.12. Servicios ecosistémicos

Los humedales del AP proveen un diverso número de beneficios a la comunidad, aunque no necesariamente estos son percibidos por la sociedad y no abunda la documentación acerca de los mismos.

Los beneficios que proveen los humedales a la sociedad, entendidos usualmente como bienes o servicios ecosistémicos, derivan de las funciones de estos ecosistemas, que pueden ser clasificadas en términos de regulación hidrológica, regulación biogeoquímica y regulación ecológica (Tabla 3.12.1). Estas funciones se transforman en servicios de provisión, regulación o culturales. La provisión de servicios ecosistémicos por parte de los humedales ha sido reconocida como crítica para el desarrollo de las actividades humanas en todo el planeta (Constanza et al, 1997, 1998).

Cada tipo de uso del suelo enumerado en los apartados anteriores para la AP, presenta diferentes demandas sobre los servicios ecosistémicos. Entre los servicios de provisiónse destacael consumo de agua para usos productivos, urbanos e industriales. La provisión de materias primas vegetales para pasturas y la regulación de ciclos biogeoquímicos quesostiene la actividad agrícola-ganadera y agroindustrial.

En toda la cuenca del Luján y en particular en el sector de islas del Delta, resulta de enorme importancia la provisión de hábitats para un gran número de especies que utilizan los humedales como el coipo (*Myocastor coypus*), ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*) y carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*), diversas especies de aves y peces. Esto permite sostener no solo actividades productivas como la apicultura y de subsistencia local como la caza y la pesca, sino diversas actividades turísticas que se basan en la oferta estética de los paisajes, el vínculo con los ambientes naturales y las actividades recreacionales y deportivas asociadas al agua como la pesca deportiva y las actividades náuticas.

Entre los servicios de regulación, los humedales de la planicie de inundación del Río Luján son reconocidos esencialmente en cuanto al control que ejercen sobre las inundaciones. También actúan como reservorios en períodos de lluvias intensas, y como sumideros de carbono y nutrientes gracias a la presencia de la vegetación acuática, retienen sedimentos, reciclan nutrientes, y tendrían un papel importante en la depuración del agua que es vertida por efluentes urbanos e industriales y como producto de la actividad agrícola y ganaderas.

Entre los servicios culturales se puede considerar la actividad recreativa y turística a lo largo del valle del Río Luján y el Delta del Paraná. Los humedales poseen también alto valor estético y son sin duda parte de la cultura de las poblaciones asentadas a sus orillas. A su vez, proporcionan una fuente de inspiración para actividades artísticas como fotografía, artes plásticas y aportan a la educación de la sociedad acerca del valor que poseen como ecosistemas particulares y por su valor de conservación en términos de biodiversidad .





**Tabla 3.12.1.** Funciones ecosistémicas genéricas y específicas que brindan beneficios a la sociedad que pueden ser entendidos como bienes o servicios ecosistémicos. Fuente: Kandus et al 2010.

Funciones ecosistémicas		Bienes y servicios (ejemplos)
Genéricas	Específicas	
Regulación Hidrológica	Desaceleración de los flujos y disminución de turbulencia del agua	<i>Estabilización de la línea de costa. Disminución del poder erosivo.</i>
	Regulación de Inundaciones	<i>Disminución de la intensidad de los efectos de las inundaciones sobre áreas vecinas</i>
	Retención de agua Almacenaje a largo y corto plazo	<i>Presencia de reservorios de agua para consumo y producción.</i>
	Recarga de acuíferos	<i>Reservas de agua dulce para el hombre, para consumo directo y para utilización en sus actividades productivas</i>
	Retención y estabilización de sedimentos	<i>Mejoramiento de la calidad del agua</i>
	Regulación de procesos de evapotranspiración	<i>Atemperación de condiciones climáticas extremas</i>
Regulación Biogeoquímica	Ciclado de nutrientes (Nitrógeno, Carbono, Fósforo, etc.) Almacenaje / retención de nutrientes (ej. Fijación/ acumulación CO <sub>2</sub> , liberación de NH <sub>4</sub> )	<i>Retención de contaminantes Mejoramiento de la calidad del agua Acumulación de Carbono Orgánico (ie.turba). Regulación climática</i>
	Transformación y degradación de nutrientes y contaminantes	<i>Mejoramiento de la calidad del agua. Regulación climática</i>
	Exportación de nutrientes y compuestos.	<i>Vía agua: Sostén de cadenas tróficas vecinas Regulación Climática: Emisiones CH<sub>4</sub> a la atmósfera</i>
	Regulación de salinidad	<i>Provisión de agua dulce - Protección de suelos - Producción de sal</i>
Ecológicas	Producción primaria	<i>Secuestro de carbono en suelo y en biomasa Producción agrícola Producción de forraje para ganado doméstico y especies de fauna silvestre de interés. Producción apícola Producción de combustible vegetal y sustrato para cultivos florales y de hortalizas (turba)</i>
	Producción secundaria	<i>Producción de proteínas para consumo humano o como base para alimento del ganado doméstico ( fauna silvestre , peces e invertebrados acuáticos) Producción de especies de interés cinegético Producción de especies de peces para pesca deportiva y comercial. Producción de especies de interés turístico-recreacional (aves, mamíferos, reptiles, anfibios)</i>
	Provisión de hábitat	<i>Ambientes de interés paisajístico Oferta hábitat de especies de interés comercial, cinegético, cultural, etc. Provisión de hábitats críticos para especies migradoras (ej. aves) Provisión de hábitats críticos para la reproducción de especies animales (ej. aves, tortugas acuáticas, peces e invertebrados acuáticos)</i>
	Mantenimiento de interacciones biológicas	<i>Mantenimiento de cadenas tróficas locales y de ecosistemas vecinos Exclusión de especies invasoras.</i>
	Mantenimiento de la diversidad tanto específica como genética	<i>Provisión de productos animales y vegetales alimenticios, y construcción. Provisión de productos animales y vegetales no alimenticios (cueros, pieles, plumas, plantas y peces ornamentales, mascotas, etc.) Provisión de productos farmacológicos y etnobiológicos (para etnomedicina, con fines religiosos, rituales, etc.) Producción agrícola</i>



### 3.13. Problemáticas ambientales.

Las problemáticas ambientales del AP, en particular y de la Cuenca del Lujan en general están estrechamente asociadas a los diferentes paisajes propios y los usos del suelo industriales, agrarios, residenciales y de servicio, de diferente complejidad, y en muchos casos acentuadas por la presencia de obras de infraestructura de diverso tipo que contribuyen a alterar las condiciones naturales del territorio. Los mismos pueden ser enmarcados en un contexto de ausencia de ordenamiento territorial, y se pueden caracterizar desde un crecimiento urbano e industrial no planificado que impacta sobre el medio ecológico (físico y biológico), los usos del suelo y el ambiente en general (Lanson e Iglesias 2011).

De acuerdo al Índice Ponderado de Parámetros de Riesgo Sanitario (IPPRS), definido en la Evaluación Ambiental Estratégica para el Sector de Saneamiento (E.A.E), elaborada por la U.N.L.P (Universidad Nacional de La Plata), en el año 2004, los municipios de Escobar (IPPRS: 227,97) y Pilar (IPPRS: 232,19) se encuentran entre los de mayor riesgo de vulnerabilidad sanitaria, seguidos por Luján (IPPRS: 167,87) que también presenta riesgo alto. El IPPRS es un indicador objetivo y relativo que cuantifica el riesgo sanitario por la combinación de falta de agua y desagües cloacales (falta de servicios), las condiciones socioeconómicas de la población (pobreza) y otros parámetros estructurales como la densidad poblacional y la degradación del medioambiente.

Según Lanson e Iglesias (op.cit.), gran parte de la contaminación de las aguas y los suelos en la Cuenca del Río Luján es ocasionada por la falta de tratamiento de los efluentes industriales y domésticos, dado que en la mayoría de los partidos que la componen no existe un plan regulador para los usos del suelo. Contribuye a ello el crecimiento de la población y la localización en su ámbito de establecimientos industriales en forma desordenada y anárquica. Las plantas depuradoras de líquidos cloacales para efluentes recolectados por camiones atmosféricos y/o provenientes de red se encuentran sobrecargadas en capacidad, no funcionan o bien son inexistentes. De igual modo la mayoría de los establecimientos industriales del área no realizan el tratamiento adecuado de los residuos de sus procesos de fabricación, lo hacen de manera incompleta o bien los vuelcan crudos a los cursos de agua o a los dispositivos de infraestructura sanitaria disponibles.

El sector industrial es un actor clave en términos de impacto, ya que utiliza el recurso hídrico en dos sentidos: para abastecimiento de agua y para sumidero de efluentes (Rodríguez et al. 2007). (ver Secciones 4.1.6 Calidad de agua y de los sedimentos y 4.1.7 Estado Ecológico de la Cuenca). Según información relevada mediante entrevistas al Secretario de Medio Ambiente del Municipio de Escobar, en el año 2012 entró en vigencia el Programa de Monitoreo Industrias Comprometidas con el Ambiente (PROMICA-Ord. 2012). Este programa establece una aplicación impositiva diferencial a las empresas según el cumplimiento de normativa ambiental. Según el diagnóstico realizado en el marco de este programa, el 90% de las industrias vertían líquidos fuera de la norma. A partir de la implementación de PROMICA, a las empresas que adhieren de forma voluntaria se les entrega una certificación de cumplimiento. En mayo de 2013 se emitieron los primeros certificados revirtiendo la irregularidad del 70% de los vuelcos de efluentes líquidos. En abril de 2015 el 95% de las industrias están adheridas al programa volcando correspondientemente. Los controles fueron realizados a través del laboratorio de Aguas públicas del Río Luján/ Río Paraná (Serman y Asociados 2015)



Los efectos e impactos ambientales potenciales sobre el territorio son considerables dada la transformación profunda que se ha realizado sobre el medio natural y su particular situación de zona de contacto entre la llanura pampeana y el eje fluvial Paraná-Plata. Las prácticas agrícolas y pecuarias han transformado en forma profunda la cobertura vegetal herbácea; las formaciones leñosas fueron alteradas a causa de la explotación para leña, carbón o suelos. Entre los principales efectos negativos se puede mencionar los procesos de erosión hídrica, con pérdida paulatina de fertilidad, la pérdida total de la capa arable por el uso de tierras negras arcillosas como materia prima para hornos de ladrillo y fábricas de cerámica, los procesos de contaminación de suelos y aguas superficiales y subterráneas por uso indiscriminado de biocidas y fertilizantes y, también, los impactos derivados de la disposición de residuos urbanos e industriales en zonas agrarias Lanson e Iglesias (2011).

No se han encontrado gran cantidad de estudios para detectar el uso y la potencial incidencia de la contaminación por usos agropecuarios en la Cuenca. Debido a que sus fuentes son "difusas" o no puntuales, ya que provienen de áreas extensas de tierra, sumonitoreo y regulación son dificultosos (Plataroti 2010). Por otra parte, resulta difícil determinar qué proporción de efluentes orgánicos corresponde a desechos de la actividad agropecuaria y cuál a desechos cloacales o residuales de los pueblos y ciudades. En su tesis "Biomarcadores de contaminación acuática: estudios en los ríos Luján y Reconquista", Natalia Alejandra Ossana, (UBA 2011) analizó en dos puntos de muestreo compuestos organoclorados y organofosforados: De los pesticidas analizados para las muestras de Verano 2007 y 2008 solo se registró 3.54 µg/l de Clorpirifos en S1 en verano 2007. En todos los otros muestreos, todas las otras determinaciones de pesticidas estuvieron por debajo del límite de detección de la técnica analítica.

A los efectos de contaminación hídrica de aguas superficiales y subterráneas se suman los episodios de inundaciones recurrentes que afectan la planicie de inundación e impactan en áreas urbanas, provocados por lluvias que generan desbordes del Río Luján. Estas inundaciones son consignadas como la problemática ambiental de mayor resonancia en los últimos tiempos, por el impacto evidente sobre la población en general y también debido al deterioro de importantes sectores urbanos que conforman parte del patrimonio histórico-cultural (Basílica de Nuestra Señora de Luján, cabildo de Luján, etc.).

La construcción de obras de infraestructura vial y el desarrollo de urbanizaciones cerradas, con el levantamiento de la cota de los terrenos en tierras de la planicie de inundación que obstaculiza el escurrimiento de los excedentes hídricos, particularmente del Río Luján, constituye un factor que agudiza esta problemática y sensibiliza la opinión pública.

### 3.14. Antecedentes sobre relevamientos de humedales en el área piloto

Para el área piloto no se cuenta con inventarios de humedales propiamente dichos, pero como antecedentes próximos al AP se pueden considerar los siguientes trabajos:

- Inventario de Sistemas de Paisajes de Humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay (Benzaquen et al 2013)
- Plan de Manejo de Reserva Nacional Estricta Otamendi 2016-2021 (APN 2015)
- Inventario de Humedales del Partido de Campana (GTRA, SAyDS 2015)

A continuación se presenta una síntesis incremental de los conceptos y resultados presentados en cada uno de estos inventarios.

#### 3.14.1. Inventario de Sistemas de Paisajes de Humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay

Este inventario tuvo como objetivos zonificar la región del proyecto en unidades ambientales que presentaran características homogéneas en cuanto a funcionamiento hidrológico, condiciones de habitabilidad para los peces y gestión pesquera. Bajo este objetivo de gestión se consideró que el concepto de Sistemas de Paisajes de Humedales podría ser aplicable para definir unidades de gestión pesquera y al mismo tiempo constituir una prueba de concepto o piloto para la elaboración de un inventario de Nivel II. El alcance del trabajo no contempló la realización de la cartografía de unidades de humedales de mayor detalle pero incluye, para cada sistema de paisajes de humedales, un listado y una breve descripción de los ambientes de humedal reconocidos.

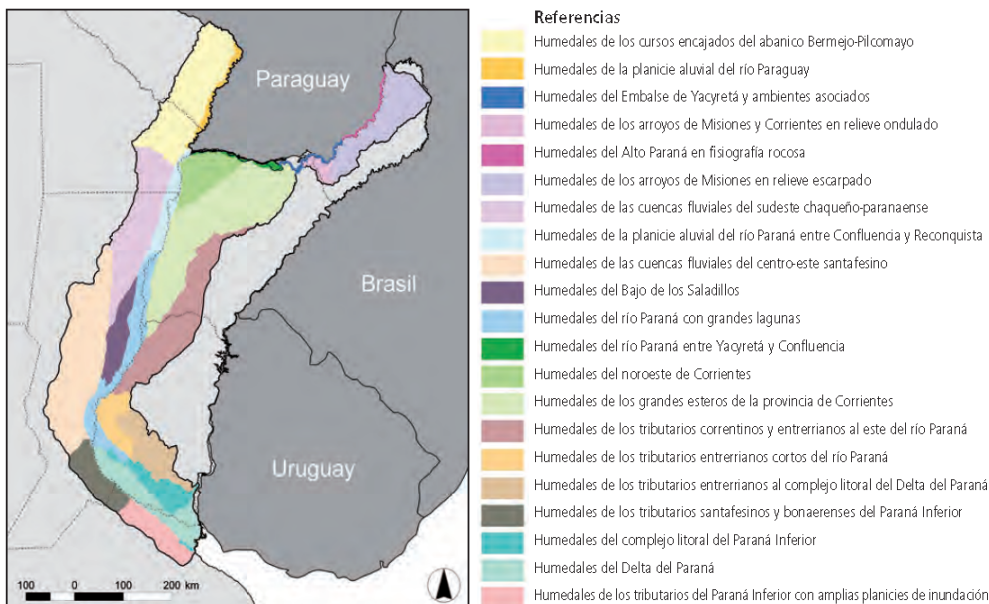


Figura 3.14.1.1. Sistemas de Paisajes de Humedales del Corredor Fluvial Paraná Paraguay. Fuente: SAyDS 2013.



Bajo esta zonificación, el AP queda comprendido por los siguientes sistemas y subsistemas de humedales (Figura 3.14.1) :

- Humedales de los tributarios del Paraná Inferior con amplias planicies de inundación
- Humedales del complejo litoral del Paraná Inferior (Bajíos ribereños)
- Humedales del Delta del Paraná (Pajonales y bosques de las islas deltaicas)

**Sistema de Humedales de los tributarios del Paraná Inferior con amplias planicies de inundación.** Minotti et al (2013) lo describen con el paisaje típico de la pampa ondulada, donde se insertan cursos con patrones de drenaje subdendríticos subangulares en una matriz netamente terrestre. Estos cursos tienen como característica distintiva la presencia de grandes planicies aluviales en sus desembocaduras generadas por procesos costeros durante la última ingresión marina (Iriondo 2004, Toledo 2011). El paisaje está compuesto por: a) Cursos relativamente cortos con cauces meandriformes irregulares de bajo orden, entre los que se pueden citar los ríos Reconquista, Luján, Salto, Arrecifes, de Areco; la Cañada Honda y los arroyos de los Cueros, Espinillo y del Tala. b) Planicies activas aluviales bien desarrolladas y muy grandes en sus desembocaduras; c) Cubetas circulares, cañadas y paleocursos rectilíneos de bajo orden, apenas perceptibles en los interfluvios, y d) Numerosas canalizaciones y drenajes antrópicos, de origen agropecuario y vial.

En la caracterización ambiental, Lombardo (2013) señala que este sistema presenta una alta diversidad de humedales tanto naturales como artificiales. En la terraza alta se encuentran ríos y arroyos permanentes, arroyos intermitentes, meandros o brazos muertos de ríos, lagunas permanentes, lagunas en llanuras de inundación y zonas inundadas intermitentes, así como canales de regadío, canteras de tosca y zanjas laterales de caminos y vías férreas. En la terraza baja “paranaense”, desde la barranca hasta el río Paraná, predominan pajonales inundables donde aflora la napa freática, zonas húmedas inundables por lluvias o por desborde de arroyos y suelos bajos, salobres, arcillosos y anegados que, durante los meses de verano suelen estar prácticamente secos. En períodos de grandes crecidas, estas llanuras pueden estar completamente inundadas comportándose como un único cuerpo de agua, mientras que en períodos de sequía extrema, sólo pueden distinguirse el curso principal y sus afluentes de mayor orden sobre una planicie totalmente seca.

**Humedales del complejo litoral del Paraná Inferior: Bajíos Ribereños.** Este sistema de humedales está formado por un complejo de geoformas costeras con modelado marino, fluvial y eólico, formadas durante la última ingresión marina (Cavallotto et al. 2004, Iriondo 2004). La progradación hacia el este de los depósitos del río Paraná sobre el Río de La Plata, ha fragmentado esta unidad, dejando un complejo al norte y otro minoritario al sur, esta última conformada como el Subsistema Bajíos Ribereños, que forma un único sector funcional integrada por áreas deprimidas, anegables y con materiales finos entre cordones litorales y crestas de playa (llamadas playas de regresión en Iriondo 2004). Dentro de este sistema, Quintana y Bo (2013) resumen las características de los humedales presentes, distinguiendo bañados (sensu Ringuelet 1963) de media loma salinos; bañados, esteros y cañadas de bajos topográficos dominados por pajonales inundables (con 5 a 30 cm de agua en superficie), y lagunas y cursos de aguas relativamente abiertas. En los altos relativos (albardones próximos a los ríos Paraná de las Palmas y Luján, arroyo Pescado y algunos canales) domina el monte ribereño mientras que en la zona de la “barranca” se distingue un ambiente de media loma alta, dominado por bosques





bajos y/o arbustales. Los bañados de la terraza baja incluyen cinco formaciones vegetales herbáceas las que, según su posición topográfica, pueden anegarse o inundarse por períodos variables. En los sectores topográficamente más bajos (inundables por períodos más prolongados), dominan pajonales de herbáceas altas graminiformes y/o equisetoides (Chichizola 1993, Haene y Pereira 2003, APN 2005). En las lagunas y cursos predominan las aguas abiertas pero, en condiciones de tranquilidad, suelen estar ocupadas por praderas de plantas acuáticas flotantes (Chichizola 1993, Izaguirre et al. 2001, Haene y Pereira 2003). Los montes ribereños son relativamente escasos y se encuentran ocupados por distintas formaciones arbóreas, destacándose la selva ribereña, el bosque de sauce criollo, el bosque de seibo y los bosques de exóticas (Burkart 1957, Chichizola 1993, Quintana et al. 2002, Haene y Pereira 2003, APN 2005). Los humedales de los sectores de bajo se encuentran altamente conectados debido a su posición topográfica y a la presencia de una red de drenaje dendrítica que favorece períodos de inundación relativamente extendidos. Los humedales de medias lomas, en cambio, tienen un grado de conexión menor que sólo se manifiesta cuando se anegan durante los períodos de lluvias intensas y/o en épocas de grandes inundaciones.

***Humedales del Delta del Paraná: Pajonales y bosques de las islas deltaicas.*** Este sistema de humedales conforma la porción terminal de la planicie aluvial del río Paraná. Es una planicie deltaica con sectores de distinta antigüedad, formada por sucesivos frentes de avance originados en la interacción del modelado fluvial del río Paraná y el modelado costero del estuario del Río de la Plata. Presenta un régimen de inundaciones complejo, dado por crecientes del Paraná, por mareas lunares y eólicas (sudestadas) y de manera excepcional por grandes ondas oceánicas. En el paisaje del AP estarían presentes los siguientes sectores funcionales: a) el curso principal del Paraná Inferior, y su entorno; d) cursos distributarios del delta actual, con albardones perimetrales cuyos sedimentos están constituidos por limos arenosos y arenas finas (ej. Arroyo Las Rosas); c) una planicie deltaica antigua, ubicada en una posición topográfica ligeramente menor que la planicie deltaica actual, con paleocanales de marea, crestas de playa y bañados internos donde se depositan materiales finos con cada creciente, surcado por canalizaciones para el drenaje asociado a actividades agropecuarias. En la caracterización de ese subsistema, Quintana (2013) reconoce bañados anegados permanente o temporariamente dominados por plantas equisetoides y graminiformes altas. También se encuentran presentes bañados de praderas de herbáceas mixtas anegados permanentemente y áreas de anegamiento temporario con bosques o herbáceas de alto porte. Los pulsos recurrentes de inundación, tanto por efecto de las crecidas de los ríos Paraná y Uruguay como de las mareas eólicas y lunares del estuario del Plata imprimen sobre este subsistema una importante dinámica hídrica, la que se expresa en una alta conectividad de los cursos de agua y las áreas deprimidas interiores de las islas, tanto por ascenso de la napa como por derrame de las aguas de inundación al atravesar los albardones.

#### **3.14.2. Reserva Nacional Estricta Otamendi (RNEO)**

La RNEO se localiza en el municipio de Campana, y comparte parte de la cuenca baja del Río Lujan con los partidos del AP. El plan de manejo vigente presenta zonificaciones ambientales que consideran la presencia de humedales dentro de la reserva y su zona de influencia. En la sección Hidrología zonifica la región donde se

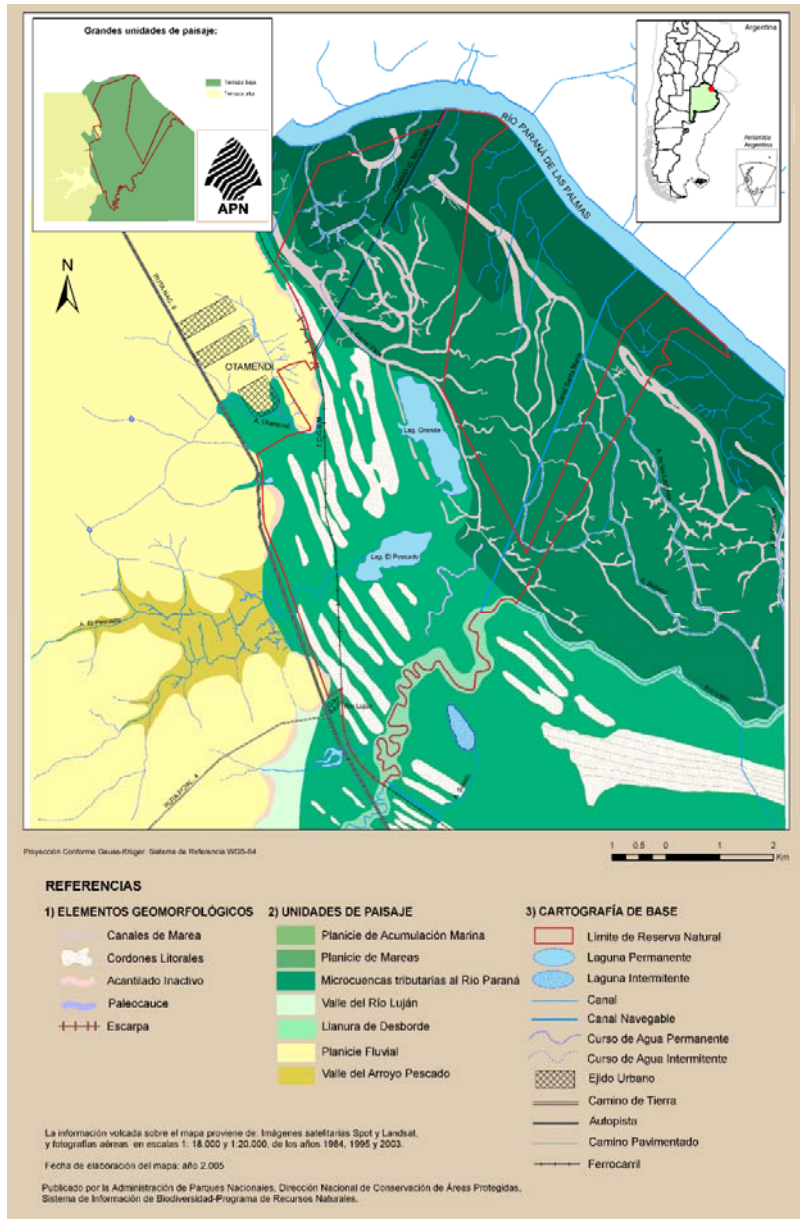




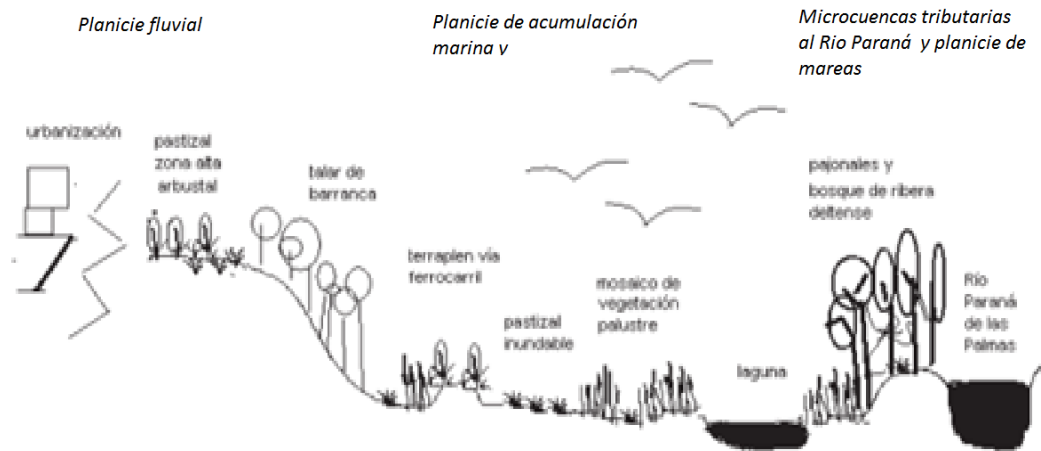
inserta la RNEO en dos grandes unidades de paisaje ([terrazza] alta y [terrazza] baja) y siete unidades de paisajes propiamente dichas, diferenciadas según su geomorfología y geología (Tabla 3.14.2.1). En cada una de ellas se señalan distintos humedales de la reserva sin hacer una tipología o clasificación particular de los mismos. No obstante, el mapa geomorfológico presenta un conjunto de elementos geomorfológicos asimilables a unidades de humedales del nivel 3 (Figura 3.14.2.1). Por otra parte el plan de manejo presenta una zonificación más detallada basada en Haene (2003), quien considera seis unidades ambientales con sus respectivas comunidades vegetales, definidas en base a la posición topográfica, la inundabilidad, los suelos y la vegetación (Figuras 3.14.2.2-4). Cuatro de estas unidades son ambientes de humedal, ocupando en conjunto más del 90% de la Reserva: pastizales salinos (22.7%), pajonales inundables (62.6%) bosque ribereño (3.3%) y áreas de aguas abiertas (4.6%).

Gran Unidad de Paisaje	Unidad de paisaje	RELIEVE	LITOLOGÍA	RED DE DRENAJE	SUELOS
BAJO	Planicie de acumulación marina	Relieve suavemente ondulado con formas alargadas y paralelas entre sí con relieve positivo (cordones litorales), separadas por depresiones (senos).	Los cordones litorales están constituidos por arenas y restos de conchilla, y en los senos predominan los limos.	El diseño es paralelo y está controlado por los cordones litorales.	Pobres a imperfectamente drenados, de escaso a nulo grado de desarrollo. Clasificación: ENTISOL, Udispasamente típico y Udispasamente ácuico.
	Planicie de mareas	Relieve plano con suave pendiente hacia el SE. Se encuentra disectada por antiguos canales de marea.	Depósitos areno-limoarcillosos de color gris a gris verdoso, con abundante materia orgánica.	El diseño es dendrítico. Cursos cortos y sinuosos, más anchos hacia el cauce principal, con un régimen permanente y cubiertos de vegetación	Mal drenados, de escaso a nulo grado de desarrollo. Sufren inundaciones periódicas. Clasificación: ENTISOL, Endoacuente aérico.
	Valle del Río Lujan	Relieve plano con una suave pendiente hacia el NE.	Sedimentos predominantemente limosos y ocasionalmente arcillosos, con alto contenido de materia orgánica.	El río presenta una dirección SO-NE y al abandonar la planicie fluvial cambia el rumbo hacia el SW, para desaguar en el Río de la Plata. Es de régimen permanente.	Pobre a imperfectamente drenados de escaso grado de desarrollo. Clasificación: MOLISOL, Endoacuol típico.
	Planicie de desborde del río Lujan	Relieve plano con suave pendiente en el que se destaca una forma positiva (albardón) paralela a la costa del río.	Limos y arcillas con alto contenido de materia orgánica provenientes de los desbordes del río Lujan.	No presenta una red de drenaje organizada. Se observan canaliculos incipientes.	Suelos de escaso grado de desarrollo. Clasificación: Udifluvente ácuico.
	Microcuencas tributarias del río Paraná de las Palmas	Relieve plano con suave pendiente en dirección predominantemente norte.	Sedimentos limoarenosos provenientes de los desbordes del río Paraná de las Palmas.	Diseño dendrítico.	Suelos pobres a imperfectamente drenados de textura arcillo limosa con características gley. Clasificación: ENTISOL, Udifluvente típico.
ALTO	Planicie fluvial	Relieve suavemente ondulado.	Sedimentos loessicos con una fracción de arenas y arcillas de color castaño claro a rojizo que pueden intercalarse con lentes verdosas. Se presentan también concreciones de tosca y nódulos de carbonato de calcio.	Diseño rectangular a subdendrítico. Arroyos con régimen temporario.	Imperfecta a moderadamente bien drenados. Moderado grado de desarrollo. Clasificación: MOLISOLES, Natracuole típico. ALFISOLES, Natracuallés típicos.
	Valle del arroyo El Pescado	Relieve plano con escasa pendiente hacia el NE.	Sedimentos fluviales limosos y arcillosos.	Diseño dendrítico. Los cursos principales tienen dirección SO-NE. Cursos de régimen permanente con cabeceras fuera de la unidad.	Pobre a imperfectamente drenados de escaso grado de desarrollo. Clasificación: MOLISOL, Endoacuol típico

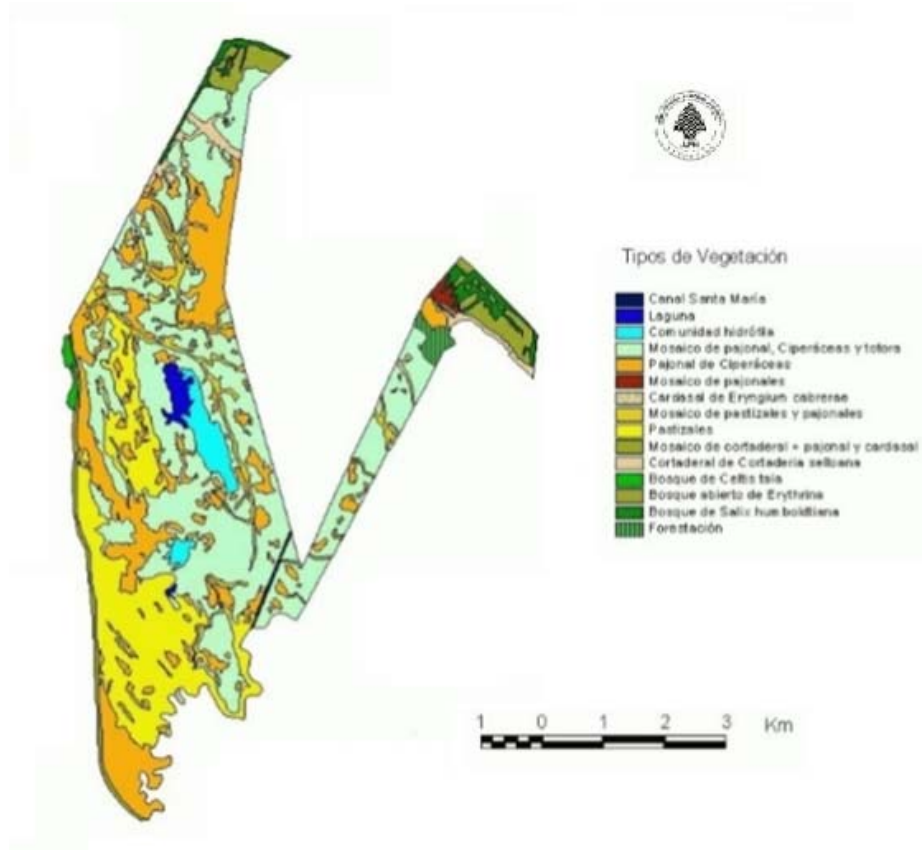
Tabla 3.14.2.1. Unidades de paisaje de la RNEO. Fuente: APN (2015).



**Figura 3.14.2.2** Unidades de paisaje de la Reserva Natural Estricta Otamendi descritas en la Tabla 3.x. Fuente: APN 2015.



**Figura 3.14.2.3.** Perfil topográfico y distribución de las unidades de vegetación de la RNEO en relación a las unidades de paisaje. Modificado de APN 2015.



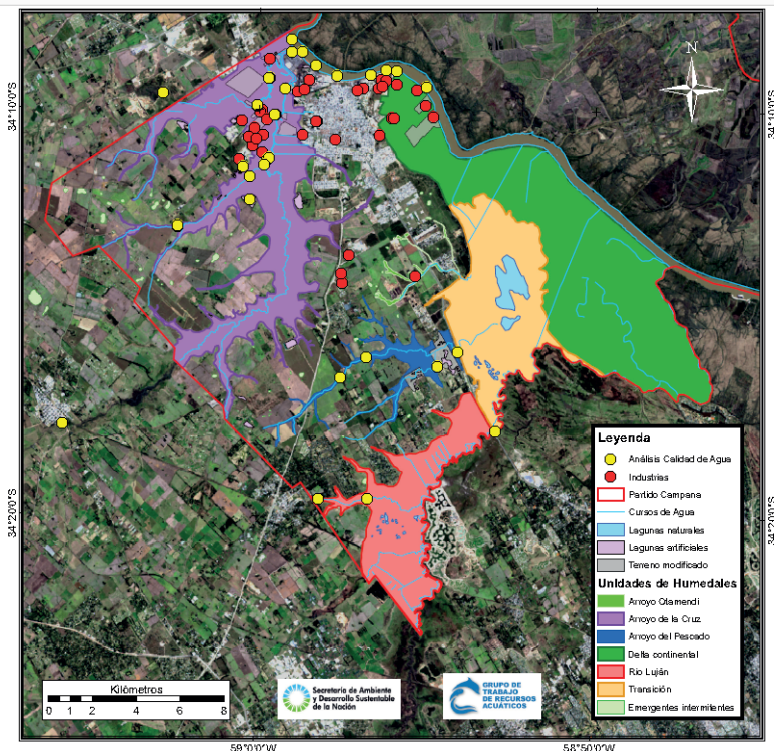
**Figura 3.14.2.4.** Mapa de fisonomías vegetales de la RNEO. Modificado de APN 2015.



### 3.14.3. Inventario de Humedales del Partido de Campana

El trabajo fue realizado por el Grupo de Trabajo de Recursos Acuáticos, en el municipio de Campana vecino al AP, con el cual comparte la Cuenca del Lujan además de todas las características geográficas descriptas anteriormente. El trabajo considera una primera subdivisión endos unidadesde paisajes. La primera unidad corresponde a una zona baja por debajo de los 10 msnm, compuesta hacia el NE por un sistema de humedales deltaicos homogéneos atravesada por el Rio Paraná de las Palmas, y hacia el SO presenta humedales que se distribuyen en fajas orientadas por antiguas crestas de playa (Malagnino, 2011). La segunda unidad se sitúahacia el sector oeste del partido, con humedales emplazados en valles fluviales intercalados entre lomas suaves que se ubican en los interfluvios entre los 30 y 15 msnm. Las unidades de paisaje fueron a su vez divididas en siete unidades de humedales teniendo en cuenta la hidrografía (Figura 3.14.3.1).

Los autores identifican y describen en cada unidad de humedal cuatro tipos de ambientes acuáticos de acuerdo al tipo de vegetación y la composición del sustrato (limneticos, emergentes, arbustivos y forestales), que a su vez son calificados en intermitentes o permanentes según la presencia continua de agua libre. El trabajo presenta un mapeo de arroyos, canales de drenaje, grandes lagunas naturales (Grande, y Pescado), cavas de tosquera y de depresionessemicirculares y lineales (cubetas). Dentro de la caracterizaciónse destaca el aporte de información novedosa dada por la recopilación de datos municipales y mediciones in situ de la calidad del agua.



**Figura 3.14.3.1.** Mapa de unidades de humedales en la porción continental del Partido de Campana. Imagen base: Landsat 8 OLI combinación bandas color (432) del 25/08/2013. Fuente: Grupo de Trabajo de Recursos Acuáticos, Secretaría de Ambiente y Desarrollo sustentable de la Nación (2014).



#### 4. Criterios de identificación y delimitación de humedales

La identificación y delimitación cartográfica de humedales está intrínsecamente vinculada a los objetivos generales y particulares del inventario, al marco conceptual, a la definición de humedales adoptada (legal u operativa), y al rango de escalas de detalle necesarias. Como ejemplo, la legislación de Estados Unidos hace énfasis en la identificación de humedales a escala local para evitar cambios en el uso del suelo que afecten la seguridad hídrica, la seguridad alimentaria y la biodiversidad bajo protección legal.

Dados el marco conceptual, los objetivos, el nivel de detalle y la definición de humedales adoptada, el primer paso es examinar distintas fuentes cartográficas para determinar la presencia potencial de humedales, identificar su tipología y delinear de manera aproximada su extensión. Las fuentes típicas son las cartas topográficas, las cartas de suelos y diversos productos de teledetección como fotografías aéreas, imágenes satelitales y modelos de elevación digital. En segundo lugar se realiza un relevamiento a campo, tomando muestras que confirmen la condición de humedal y también buscando precisar los límites físicos. En general, no se validan todos los humedales identificados en las fuentes cartográficas, salvo cuando el área es poco extensa o haya una solicitud expresa de índole administrativa o judicial (ej. estudio o monitoreo de impacto ambiental). En estos casos, la información recopilada en el campo es usada para mejorar la precisión en los límites y la tipología de los humedales delineados en gabinete.

A continuación se presentan un resumen de los principales criterios e indicadores para delimitar en gabinete y validar a campo la presencia y extensión de los ambientes de humedales del AP.

##### 4.1. Criterios e Indicadores cartográficos.

Las fuentes típicas para determinar la presencia potencial de humedales han sido las cartas topográficas, las cartas de suelos, diversas fuentes de teledetección como fotografías aéreas, imágenes satelitales y modelos de elevación digital, como así también productos temáticos derivados tales como cartografía geomorfológica, de vegetación o de estructura del paisaje.

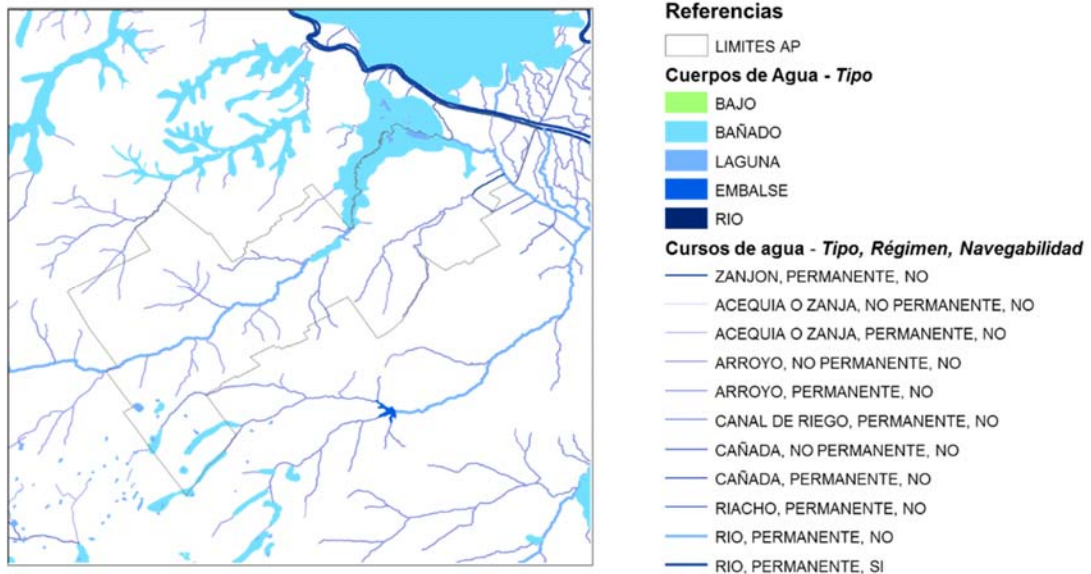
##### 4.1.1 Cartografía topográfica.

La principal fuente de información cartográfica sobre la distribución potencial de humedales está dada por las cartas topográficas. Lo ideal es contar con cartografía de la escala apropiada, y en versiones de distintas fechas ya que las cartas más antiguas pueden mostrar áreas de humedales que hoy en día han sido modificadas.

Para la región del AP, las cartas topográficas de mayor escala son las de Geodesia de la Provincia de Buenos Aires (escalas 1:5000 y 1:10000) y las del Instituto Geográfico Nacional (IGN, escala 1:50000). En general esta cartografía está enfocada en los ejidos urbanos y no está disponible como cartografía de línea en formato digital ni accesible on-line.

En escala 1:250.000 se cuenta con el SIG250 del Instituto Geográfico Nacional, que es un sistema de información geográfica con capas que presentan entidades o elementos cartográficos que identifican y delimitan componentes de la red de drenaje superficial. La cartografía topográfica original fue desarrollada a lo largo de diversos años, a partir de la restitución de fotografías aéreas impresas, la compilación de cartografía disponible

a escalas mayores y la realización de trabajos a campo, mayormente entre las décadas del 50 y 70. Estas capas fueron llevadas a formato digital en los 90's, y hacia fines de esa década fueron reestructuradas y actualizadas usando imágenes *Landsat TM*, conformando el SIG250 cuya última versión corresponde al 2013. Las capas *Cursos de agua* y *Cuerpos de agua* presentan distintos elementos de la red de drenaje que pueden servir como punto de partida (Figura 4.1.1.1).



**Figura 4.1.1.1.** Indicadores cartográficos de la presencia de humedales y cuerpos de agua profunda en las capa Cuerpos de Agua y Cursos de Agua del SIG250 IGN.

#### 4.1.2. Cartografía de cobertura/uso de suelo.

A nivel internacional esta cartografía se conoce por sus siglas en inglés LULC (Land Use/Land Cover). Indicadores de vegetación. Los mapas de cobertura/uso del terreno pueden tener categorizaciones que incorporen vegetación de humedales o condiciones de inundabilidad.

El SIG250 del IGN presenta una capa de Coberturas del Suelo (Figura 4.1.2.1), donde los valores del atributo Tipo se corresponden con denominaciones de ambientes de humedal tales como bañados, ciénagas, cañadas, pajonal, paleocauce, etc.

Por otra parte, en el servidor del INTA (<http://geointa.inta.gov.ar/visor/>) se encuentra una Capa de Cobertura/Usos del Suelo desarrollada por esa institución con datos de Modis EVI 2006 -2007 siguiendo los criterios de FAO (Volante 2009). Este esquema está compuesto por siete clases principales, de los cuales la clase 3 y la 7 se corresponden con ambientes de humedal o cuerpos de agua. (Figura 4.1.2.2)





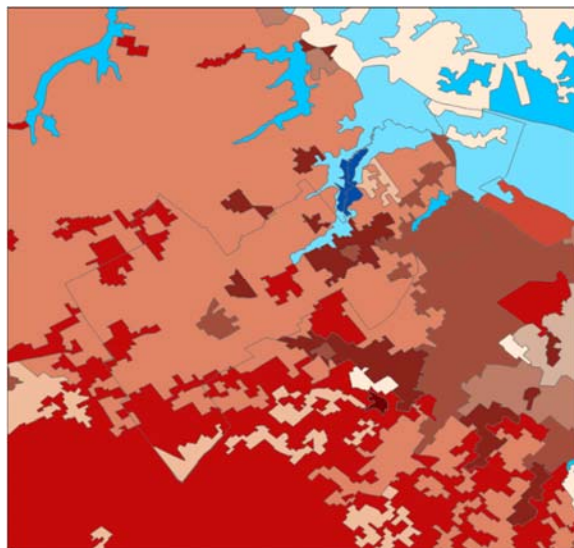
**Referencias**

□ LIMITES AP

**Cobertura del suelo - Tipo**

- BAÑADOS.
- CAÑADAS.
- CIENAGA, TREMEDAL, TEMBLADERAL, EMBALSADO, TURBAL, MENUCO.
- CORDONES O ACUMULACIONES DE CONCHILLAS.
- PAJONAL, JUNCAL, MALEZAL, MATORRAL Y JARILLAL.
- PALEOCAUCE O CAUCE ABANDONADO.
- ESPEJO DE AGUA.
- PLAYA DE PIEDRA O RESTINGA.
- BOSQUE, SELVA, FORESTA, PARQUE NATURAL TRANSITABLE.
- BOSQUE ARTIFICIAL.
- CONIFERAS.
- PLANTACIONES PERENNES.
- USO DE TIERRA MIXTO (16 + 28).
- PLANTA URBANA.

**Figura 4.1.2.1** Indicadores cartográficos de presencia de humedales en la capa Coberturas de Suelo del SIG250 IGN. Las clases en tonos de azules y celestes se corresponden con ambientes de humedal según el atributo *Tipo*.



**Referencias**

□ Limites AP

**LCCS- Nivel 3**

- 11100
- 13100
- 13200
- 14000
- 23100
- 31100
- 33100
- 41100
- 41200
- 41300
- 41400
- 61000
- 71100

- 3 VEGETACIÓN NATURAL O SEMI-NATURAL DE ÁREAS REGULARMENTE INUNDADAS/ANEGADAS O ACUÁTICAS.
  - 3.1 Árboles
    - 3.1.1 Bosques cerrados
      - 3.1.1.1 Bosques cerrados con un estrato.
      - 3.1.1.2 Bosques cerrados con mas de un estrato.
    - 3.1.2 Bosques abiertos.
    - 3.1.3 Árboles dispersos.
  - 3.2 Arbustos.
    - 3.2.1 Arbustal cerrado a abierto.
  - 3.3 Herbáceas.
    - 3.3.1 Herbáceas cerradas.
      - 3.3.1.1 Áreas (Semi) permanentemente inundadas o anegadas.
      - 3.3.1.2 Áreas temporalmente inundadas o anegadas.
      - 3.3.1.3 Áreas saturadas o con freática alta.
- 7 CUERPOS DE AGUA, NIEVE O HIELO NATURAL.
  - 7.1 Agua.
    - 7.1.1 Cuerpos de agua estacionarios
      - 7.1.1.1 Permanente
      - 7.1.1.2 Temporaria
    - 7.1.2 En movimiento
      - 7.1.2.1 Permanente
      - 7.1.2.2 Temporaria
  - 7.2 Nieve.
  - 7.3 Hielo.

**Figura 4.1.2.2.** Indicadores cartográficos de presencia de humedales en la capa Coberturas de Suelo del INTA. Las clases en tonos de azules y celestes se corresponden con ambientes de humedal según el atributo *Nivel 3*. A la derecha se presenta la leyenda detallada correspondiente a las clase 3 (humedales) y a la 7 (cuerpos de agua).



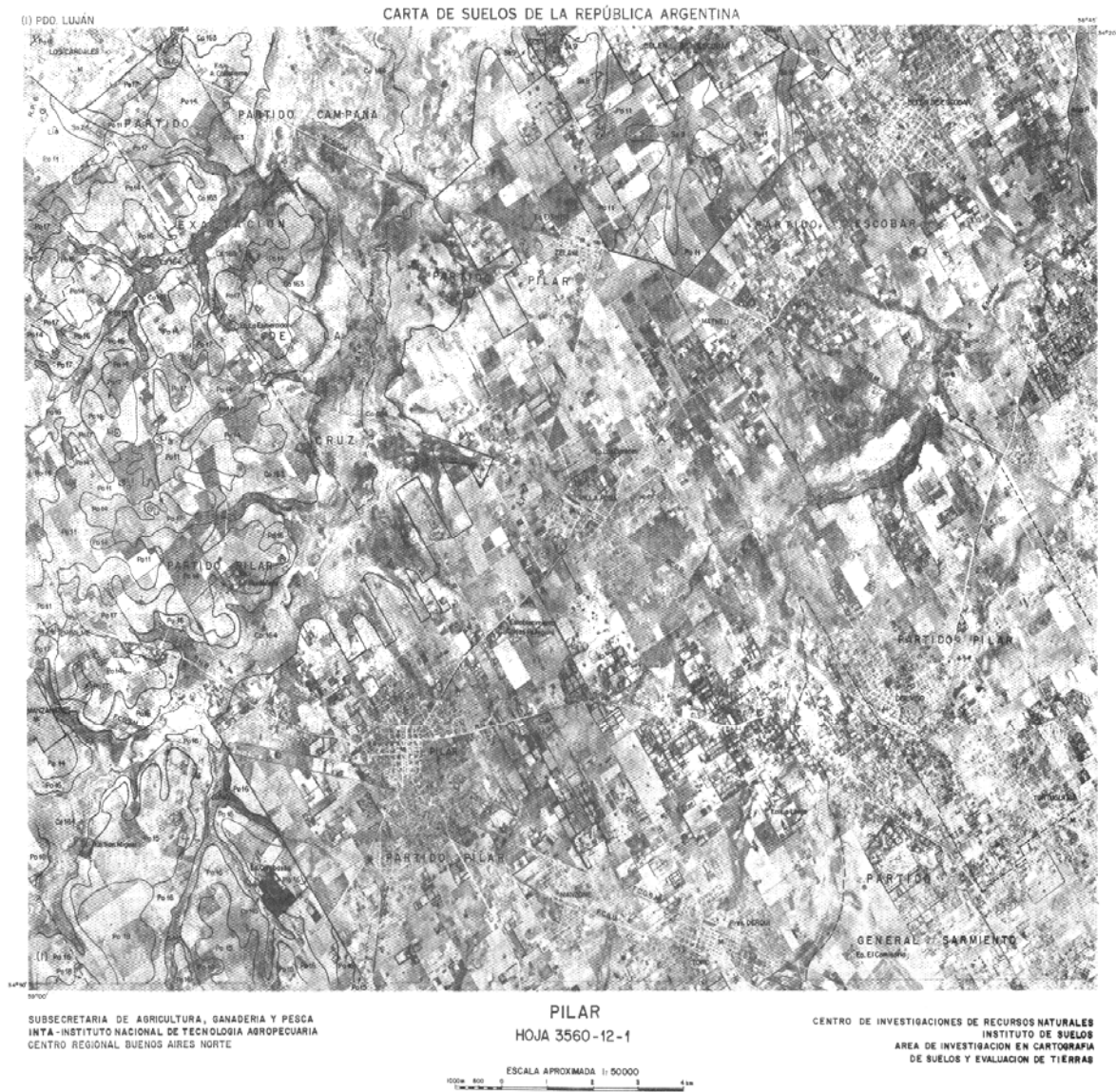
#### 4.1.3. Cartografía de suelos.

El INTA cuenta con diversos productos cartográficos, todos los cuales brindan una primera aproximación a la distribución de humedales de una región determinada. Para el área de estudio se encuentran los siguientes: fotomosaicos georeferenciados 1:50.000, cartografía digital 1:50.000, cartografía digital 1:500.000, todos disponibles desde el visor de GeoINTA. <http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/index.htm>

Las unidades cartográficas de suelos suelen presentar información asociada con características de humedales, tales como impedimentos al cultivo debido a drenaje deficiente u otras condiciones hídricas de los suelos (Figura y Tabla 4.2.3.1).

Se pueden interpretar como humedales las unidades de suelos que presentan complejos de suelos hidromórficos o alcalinos, con limitantes primarios, secundarios o terciarios que se asocian con drenaje deficiente, alcalinidad en menos de 50 cm o salinidad e los primeros 50 cm, erosión hídrica o susceptibilidad a la erosión hídrica, cuya posición principal o secundaria es la de bañados, lagunas temporarias o permanentes, o senos entre lomas.

El símbolo se corresponde con el código de las unidades representadas en las cartas de suelo. En la descripción de la composición de la unidad ya pueden presentarse indicadores de la presencia de humedales. Las series que formen parte del complejo, asociación o consociación o de las fases de la unidad del suelo dan también indicación del carácter hidromórfico, alcalinidad o drenaje pobre. Por ejemplo las cubetas son ambientes de humedal muy comunes en la terraza alta pampeana; presentan simbología *Li* que corresponde a la Serie Lima, cuya descripción indica que " Es un suelo profundo, de aptitud ganadera que se encuentra en un paisaje de microdepresiones en áreas planas, su posición es la periferia de ciertas cubetas y microdepresiones circulares de 0,5 a 6 ha que suelen encontrarse diseminadas en casi todas las lomas y planos altos de la región Pampa Ondulada alta, se distinguen en el terreno por una vegetación rala o aspecto de "peladal" bajo vegetación indicadora de suelos hidromórficos, pobremente drenado, formado sobre sedimentos "limos palustres", franco arcillo limosos, no alcalino, no sódico, pendiente de 0-0,5 %", (<http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/series/Lima.htm>, accedida el 1 de septiembre de 2016).



**Figura 4.1.3.1.** Carta de suelos 1:50.000 correspondiente a la hoja 3560-12-1- Pilar. Las distintas unidades de suelo esta delineadas sobre la foto carta e identificadas con un código (símbolo).





**Tabla 4.1.3.1.** Ejemplo de la descripción de los códigos usados en las cartas de suelos. El símbolo se corresponde con el código de las unidades representadas en las cartas de suelo. En la descripción de la composición de la unidad ya pueden presentarse indicadores de la presencia de humedales.

Hoja 3560-12 - Campo de Mayo  
Guía de Unidades Cartográficas

Símbolo	Composición de la Unidad	Capacidad de uso	Índice de Productividad
AnoR	Áreas no Relevadas a escala 1:50.000	-	-
Br8	Complejo series Brandsen (45%), San Vicente (35%) y Plomer (20%)	IIIws	54,6_A
Br10	Complejo series Brandsen (50%), Las Heras (30%) y San Vicente (20%)	IIIws	52,5_A
Co145	Complejo de suelos hidromórficos, Río Luján I (100%)	VIws	16,0
Co155	Complejo de suelos hidromórficos, Río Luján II (100%)	VIws	25,0
Co163	Complejo de suelos ligeramente erosionados, alcalinos, Los Cardales (100%)	VIes	16,0
Co164	Complejo de suelos hidromórficos alcalinos, Río Luján III (100%)	VIIws	5,0
CoAoLCh	Complejo de suelos alcalinos - hidromórficos de la terraza baja del A° La Choza (100%)	VIIws	8,0
CoCA	Complejo de suelos alcalinos de la Cañada de Arias (100%)	VIIws	7,0
CS1	Asociación serie Capilla del Señor (60%), Cañada Honda (40%)	IIes	69,1_A
Li	Consociación serie Lima (100%)	Vw	40,5_A
M	Áreas Misceláneas/Urbanas	VIII	1
Po11	Asociación series Portela, ligeramente erosionada (70%) y Solís (30%)	IIIes	65,6_A
Po14	Asociación series Portela, fase moderadamente erosionada (60%) Río Tala, fase moderadamente erosionada (30%) y Santa Lucía (10%)	IVes	45,5_A
Po15	Asociación series Portela, fase ligeramente erosionada (80%) y Santa Lucía (20%)	IIIes	56,3_A
Po16	Complejo series Portela, fases moderadamente inclinada y moderadamente erosionada (50%), Río Tala, fases moderadamente inclinada y moderadamente erosionada (30%) y Manantiales (20%)	IVes	40,3_A
Po17	Complejo series Portela, fase moderadamente erosionada (50%), Solís, fase moderadamente erosionada (40%) y Río Tala, fase moderadamente erosionada (10%)	IIIes	52,5_A
Po18	Consociación series Portela, fase moderadamente erosionada (90%) y Manantiales (10%)	IVes	37,4_A
Ss6	Asociación series Solís, fases moderadamente inclinada y severamente erosionada (60%) y Capilla del Señor, fases moderadamente inclinada y severamente erosionada (40%)	IVes	35,0_A
Ss9	Asociación series Solís, fases moderadamente inclinada y moderadamente erosionada (50%) y Capilla del Señor, fases moderadamente inclinada y moderadamente erosionada (50%)	IVes	45,9_A
Ss22	Asociación series Solís (80%) y Gowland (20%)	IIIws	68,9_A
Ss23	Asociación series Solís (60%) y Portela (40%)	IIws	75,3_A
Ss24	Asociación series Solís, fases ligeramente erosionada y ligeramente inclinada (60%) y Portela, fases ligeramente erosionada y ligeramente inclinada (40%)	IIIes	69,3_A
SV4	Complejo series San Vicente, fase algo pobremente drenada (40%), Las Heras (30%) y Tatay (30%)	VIws	32,0_A
SV5	Complejo series San Vicente, fase algo pobremente drenada (65%), Las Heras (30%) y Tatay (5%)	IVws	44,6_A

\*Nueva simbología - No publicada en las fotocartas

#### 4.1.4. Indicadores hidrológicos.

La presencia de agua libre o condiciones de suelo o sustrato saturado puede ser determinada a partir de fotografías aéreas e imágenes satelitales. A su vez, el análisis de este material, incorpora también la cubierta vegetal de los sitios, que contribuye a determinar también los límites que separan las áreas de humedal del contexto terrestre, o discriminan tipos de humedales entre sí. El análisis de imágenes satelitales o aéreas se realiza en conjunto con información sobre las condiciones hidrológicas o meteorológicas, para confirmar que esta respuesta es debida a la dinámica hídrica. Hay regiones con variabilidad climática muy grande, para lo que es necesario mirar imágenes tanto de años normales como húmedos y secos a fin de poder establecer los límites

Minotti P. y P. Kandus, 2017



del cuerpo de humedal (Wright & Gallant, 2007). Incluso, puede ser necesario analizar secuencias temporales largas, para identificar los patrones de inundación-seca y delimitar los humedales. Como sea, en lo que coincide la literatura es que la detección y monitoreo de humedales mediante el uso de observaciones satelitales es un tema complejo y en pleno desarrollo (Gallant 2015).

Entre la oferta de imágenes disponibles, las conocidas como ópticas, tales como las provenientes de las series *Landsat*, *Spot* o, más recientemente *Sentinel*, son de particular interés. Estos sistemas satelitales, disponen de sensores que registran la energía reflejada por los elementos de la superficie terrestre en diferentes porciones del espectro electromagnético (se generan imágenes multispectrales) entre el azul del visible (desde  $\sim 0,4\mu\text{m}$ ) y el infrarrojo reflectivo medio (hasta  $\sim 2,30\mu\text{m}$ ) y con resolución espacial que oscila entre 30 y 10 metros, dependiendo del sistema satelital (Figura 4.1.4.1 a y b); cuentan también con escenas pancromáticas en la porción del visible del espectro (i.e. en *Landsat* 8: 0.50–0.68  $\mu\text{m}$  y resolución espacial de 15 metros y en *Spot* 5, 0.48–0.71  $\mu\text{m}$  y resolución espacial 2.5 y 5 m.) (Figura 4.1.4.2). En el caso de los sistemas de la serie *Landsat*, los mismos presentan sensores que registran las emisiones de la superficie terrestre en el infrarrojo térmico (i.e. en *Landsat* 8 TIR: banda 10 -entre 10,6 y 11,2  $\mu\text{m}$  y banda 11 –entre 11,5 y 12,5  $\mu\text{m}$ -).

En términos generales, son las bandas espectrales correspondientes a los infrarrojos, cercano y medio, las que brindan un mayor contraste entre las áreas de tierras secas y aquellas cuyo sustrato está húmedo, saturado o cubierto por agua de inundación o anegamiento (Figura 4.1.4.3.). Esto se debe a que el agua absorbe la mayor parte de la energía que le llega en esas longitudes de onda, mostrándose como superficies completamente oscuras en las imágenes, en tanto que la vegetación o el suelo seco presentan reflejan un mayor porcentaje de la energía que les llega en estas longitudes de onda. En los casos en que una superficie vegetada presenta un alto contenido de agua en sus tejidos (vegetación mesófitas) o su sustrato se encuentra inundado, la señal reflejada en la porción del infrarrojo (cercano y medio) disminuye en comparación con la vegetación seca o de lugares vegetados bien drenados (Figura 4.1.4.4.a y b). Estas características facilitan la identificación y delimitación de humedales. Suelen usarse frecuentemente índices sintéticos que se generan a partir de estas imágenes, y constituyen una nueva variable generada por una combinación matemática (diferencias, cocientes) de dos o más bandas espectrales originales. Entre los índices más usados para fines como los que se analizan en este informe, están los que aprovechan lo que se conoce como “el salto en el rojo”, que es la diferencia entre el infrarrojo cercano (IRc) y el rojo del visible (Rv). Uno de los índices usados más frecuentemente es el Índice Verde Normalizado ( $\text{NDVI} = \frac{\text{IRc} - \text{Rv}}{\text{IRc} + \text{Rv}}$ ), que permite enfatizar las diferencias entre áreas vegetadas (el índice toma valores positivos) y con aguas abiertas (toma valores negativos) (Figura 4.2.4.5.). La transformación *Tasseled Cap* también es muy usada para la conversión de los datos contenidos en las bandas originales de una imagen satelital a un nuevo conjunto de bandas con significado físico-biológico (Kauth and Thomas 1976). Esta transformación genera una imagen de humedad (conocida como “*wetness*” por su nombre en inglés) que también facilita la delimitación de humedales.

Es importante señalar el aporte de las series de datos ópticos multitemporales (Serie *Landsat*) o series de tiempo (productos MODIS), disponibles en la actualidad por ejemplo en el sitio <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Estas series constituyen una herramienta por demás poderosa para el monitoreo del comportamiento hidrológico en las áreas sospechadas de ser humedal. Las series de índices verdes, permiten identificar áreas inundables con Minotti P. y P. Kandus, 2017





diferente frecuencia. Por otra parte, en la Figura 4.2.4.6 se ilustra el comportamiento del índice NDVI para diferentes ambientes de humedal de laplanicie de inundación del Río Paraná frente a las costas de Santa Fé.

El uso de imágenes térmicas, también permite realizar esta delimitación, debido a que los humedales con agua en superficie, suelen tener una menor temperatura que el ambiente terrestre circundante, aunque la resolución espacial, menor, resulta un elemento desestimulante para esta aplicación.

Uno de los problemas que surge durante la identificación y la delimitación de humedales es que frecuentemente la cobertura vegetal es sumamente densa e imposibilita la detección de agua por debajo del dosel por parte de los sistemas satelitales ópticos. En este caso, suele indicarse el uso de observaciones provistas por sistemas activos, más precisamente radares de apertura sintética (SAR, del inglés *Synthetic Aperture Radar*) (Brisco et al 2013). Estos sistemas operan en la porción de las microondas del espectro electromagnético que están en el orden de los centímetros; emiten un pulso de radiación, con polarización conocida y miden intensidad y diferencia de fase de la porción dispersada por los objetos de la superficie que vuelve al sensor (a esta porción se la denomina retrodispersión). La señal registrada por los radares es sensible a la geometría de los objetos de la superficie, la rugosidad de la superficie y por su permitividad. En los humedales, dependiendo de la longitud de onda, su polarización, y el ángulo de incidencia del haz emitido, se establecen diferentes mecanismos de interacción entre la señal, la vegetación y el agua o el sustrato, que permiten identificar y delimitar los humedales aunque el agua no se encuentre visible (Figuras 4.2.4.7 y 4.2.4.8 a y b).



**Figura 4.1.4.1.** Imágenes ópticas multispectrales. Composición color de bandas que registran la porción visible del espectro electromagnético (azul, rojo verde): a) *Landsat 8 OLI* del 16/08/2016, resolución espacial: 30m; b) *Sentinel 1* 17/08/2016, resolución espacial: 10m.



Figura 4.1.4.2. Imagen *Landsat 8* (Path-Row: 225-84) del 02/12/2014. Banda pancromática.

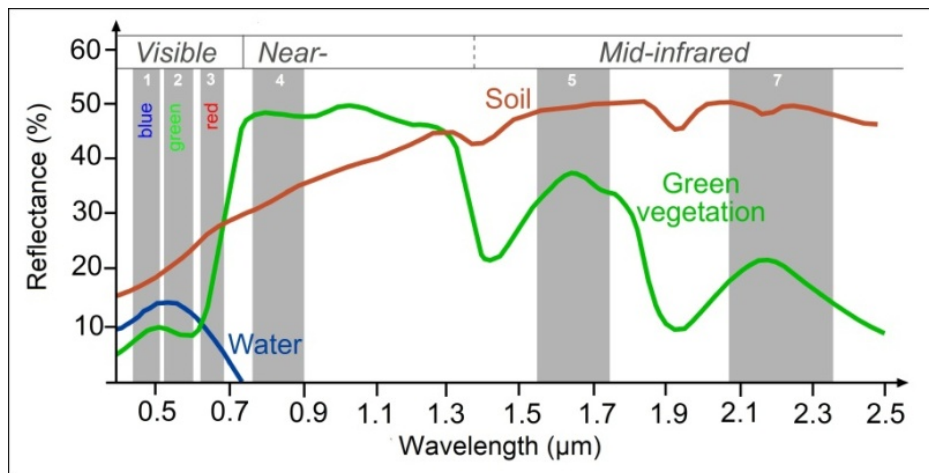
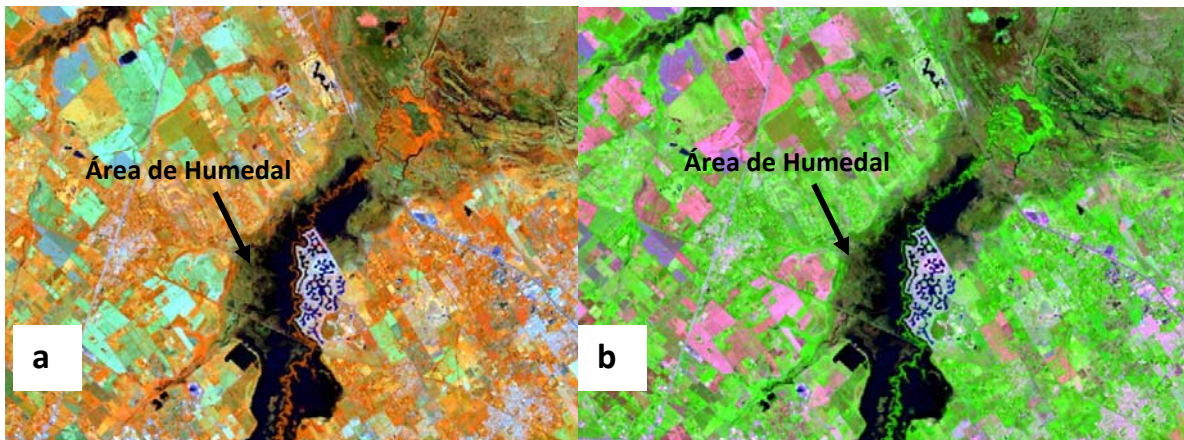


Figura 4.1.4.3. Firmas espectrales teóricas de suelo, vegetación y agua en términos de energía reflejada como porcentaje de la incidente en relación a las diferentes porciones del espectro electromagnético. En gris se indica las bandas correspondientes al sensor *Thematic Mapper* del Sistema *Landsat 5*. <http://www.seos-project.eu/modules/classification/classification-c00-p05.html>





**Figura 4.2.4.4.** Imagen Landsat 8 (Path-Row: 225-84) del 02/12/2014. Composición color de bandas a) Infrarrojo cercano, Infrarrojo medio, y Rojo visible; b) Infrarrojo medio, Infrarrojo cercano y Rojo visible.



**Figura 4.1.4.5.** Imagen Landsat 8 (Path-Row: 225-84) del 02/12/2014. Índice Verde Normalizado (NDVI).

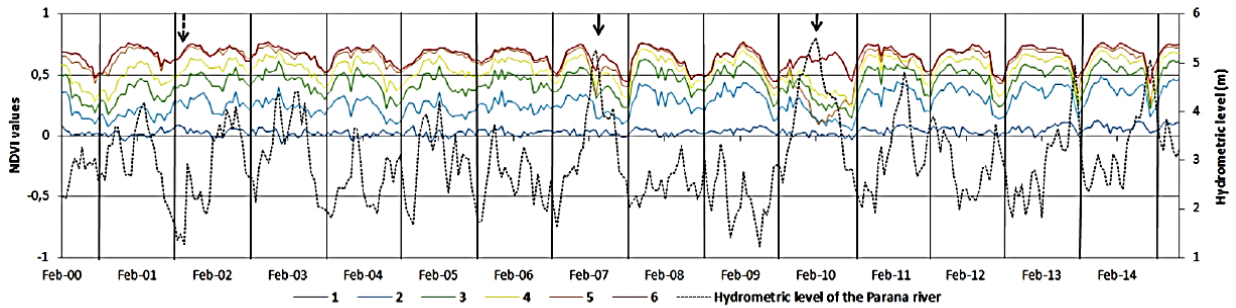
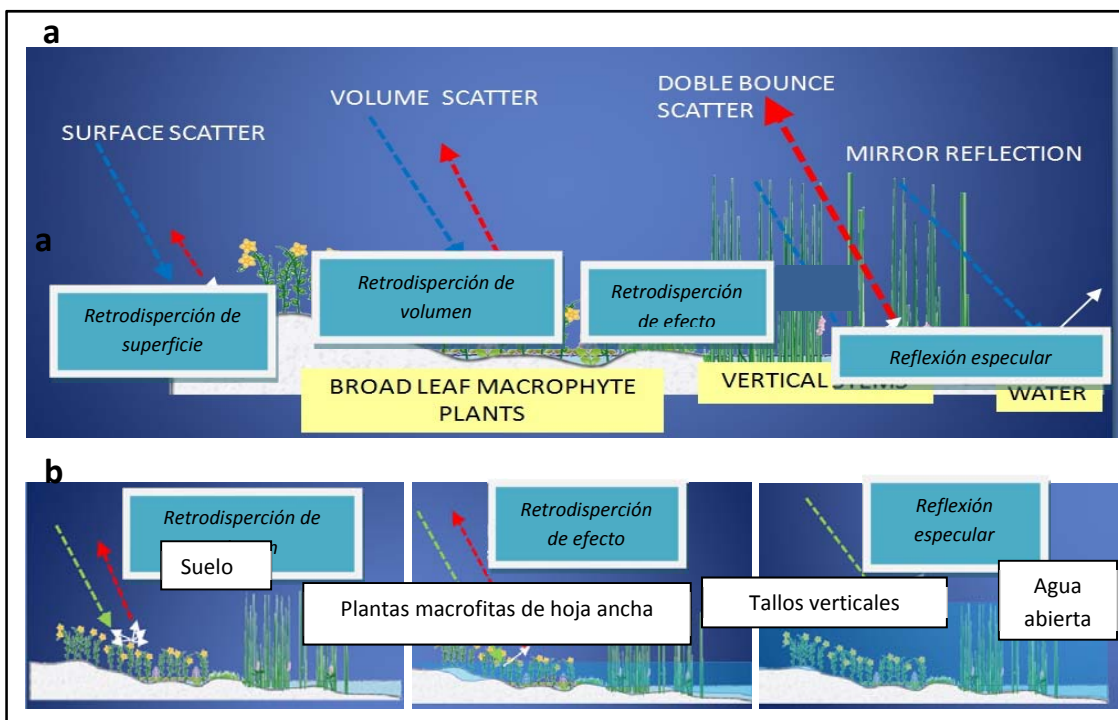


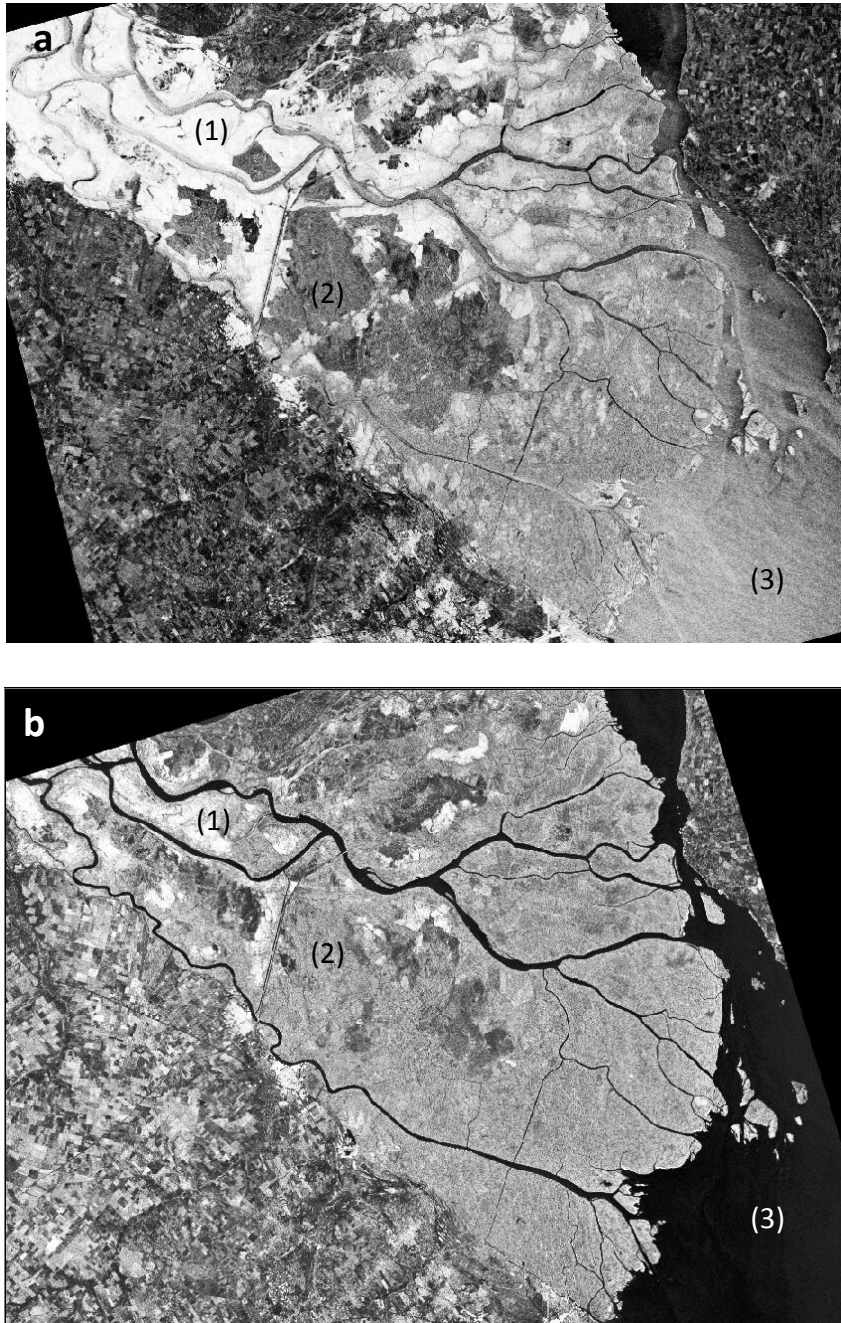
Fig. 7. Extended temporal NDVI signatures (1–6) and water level of the Paraná River at Paraná gauge station. Black lines indicate cold season while arrows indicate pronounced low (dotted arrow) and high water phases (complete arrows).

**Figura 4.1.4.7.** Serie de tiempo de valores de NDVI desde febrero de 2000 a febrero de 2014 del producto MODIS MOD13Q1 para diferentes coberturas en el valle del Río Paraná. Fuente: Marchetti, Z. P. Minotti, F. Schivo, C. Ramonell y P. Kandus. 2015. NDVI patterns as indicator of morphodynamic activity in the Middle Paraná River floodplain. *Geomorphology* 253 (2016) 146–158. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.10.003> 0169-555X/



**Figura 4.1.4.6.** Mecanismos de interacción dominantes entre la señal de radar y los elementos de la superficie en un humedal. a) mecanismos de interacción en suelo, agua y vegetación de diferentes tipos; b) cambios en los mecanismos de interacción por aumento del nivel del agua. Fuente: Morandira (2014). Minotti P. y P. Kandus, 2017





**Figura 4.1.4.6.** Imagen satelital SAR Radarsat 1 (HH). a) S1. Angulo de incidencia:  $23^\circ$ , b) S6:  $44^\circ$ . (1) Se distinguen juncales sobre sustrato anegado en blanco saturado por efecto esquina (a) y con diferentes niveles de grises por la mayor interacción entre la señal y la vegetación a mayor ángulo de incidencia (b); (2) plantaciones forestales sobre sustrato seco, (3) el aguadel Río de la Plata en tonos grises por efecto del viento (a), y oscura en (b) porque domina la reflexión especular.

Minotti P. y P. Kandus, 2017





#### 4.2. Criterios e Indicadores de campo.

Aplicar cualquiera de las definiciones de humedal a las condiciones de campo requiere del conocimiento de diversas disciplinas: botánica, edafología, geomorfología e hidrología (con particular énfasis en las dos primeras). En el ámbito científico-académico estas definiciones han sido interpretadas a la luz de sus aspectos ecológicos (relaciones planta-suelo hidrología) y geomorfológicos (geofomas y posición en el paisaje).

En el ámbito de la gestión, en los países que han iniciado un programa de inventario se han desarrollado protocolos y manuales para la interpretación de las definiciones de humedales a fin de alcanzar consistencia y repetitividad en su aplicación en un marco regulatorio (Tinner 1999). Estos manuales usan aspectos biológicos o físicos (plantas, suelos y signos de la hidrología) para establecer criterios de identificación de humedales. Según Tinner (op. cit.), la llave para la identificación precisa de los humedales es disponer de una definición basada en conocimientos científicos y una guía lo más clara y exhaustiva posible sobre el uso de diversos indicadores que permitan verificar la presencia de un humedal en el campo.

La definición de humedales acordada en nuestro país recientemente, hace referencia explícita a los diferentes rasgos distintivos que son orientativos de los criterios e indicadores operativos que pueden ser usados para la identificación y delimitación a los humedales (ver ítem definición). Los criterios de campo involucran indicadores de la presencia y características del agua, aspectos edáficas o de los sustratos y de los componentes bióticos.

Estos indicadores debieran ser

- 1) diagnósticos de la presencia de humedales,
- 2) capaces de discriminar los humedales de los ambientes terrestres y acuáticos adyacentes y
- 3) aptos para validar la delimitación cartográfica realizada.

Estos indicadores deberían ser usados en aquellos casos en que existan dudas acerca de la existencia o delimitación de los humedales cartografiados a fin de validar el inventario.

##### 4.2.1. Geofomas

La forma del terreno constituye un primer indicador orientativo de la presencia de humedales. En el contexto de un paisaje particular, las geofomas presentes y los materiales del sustrato permiten inferir aspectos de la dinámica del agua y eventualmente la posibilidad de su almacenaje. La presencia de sedimentos finos expuestos en superficie o, evidencias de depósitos aluviales recientes (como bancos de arena o gravas), son indicadores de la acción del agua. Los elementos del relieve como formas fluviales (lagunas semilunares, espiras, albardones), cubetas anegables, depresiones, canales cambios abruptos de pendientes, superficies muy planas son elementos a tener en cuenta en el campo para describir el emplazamiento de un humedal (Figura 4.2.1.1).



**Figura 4.2.1.1.** Indicadores del emplazamiento geomórfico. a) topografía y canal de drenaje; b) depresión dentro de un área plana; c) depresión somera con drenaje encausado; d) arroyo y planicie de inundación. Fotos Mariano Perez Safontas

#### 4.2.2. Presencia y características del agua

El agua es de por sí un elemento distintivo de los humedales ya en su definición. Sin embargo, su presencia es por naturaleza dinámica, variando anual, diaria o estacionalmente dependiendo del tipo de humedal y de la región en que se encuentre. Como consecuencia de esto, una única recorrida de manera ocasional a un sitio, considerado potencial candidato a humedal, no permite obtener un dato de validación contundente a partir de la sola presencia o ausencia del agua. La presencia de agua debe ser evaluada en gabinete a través de datos satelitales (ver apartado anterior) y a campo a través de criterios que perduran (i.e. la vegetación o el tipo de suelo) independientemente a que en el momento particular de visita al campo, el agua no esté presente.

Algunos aspectos de la presencia del agua, sin embargo, dejan su huella y aunque no sean definitorios, ayudan a comprender la dinámica del agua en un sitio. Ejemplo de esto son las marcas de inundación en los troncos de



árboles (Figura 4.2.1.1), la presencia de materiales acumulados por arrastre durante una creciente (vegetación seca o resaca) (Figura 4.2.1.2 y 3), o señales de erosión de los suelos (surcos, pedestales).

La dinámica del agua en el humedal, sin embargo, no resulta entonces un elemento que permita la identificación y delimitación de humedales sino más bien su caracterización y tipificación, y su evaluación estricta a campo requiere de un plan de monitoreo en un lapso de tiempo extendido.



**Figura 4.2.2.1.** Marca dejada por la inundación en los troncos de un bosque de timbó (*Enterolobium contortisiliquum*) sobre el albardón del Riacho Timbó Colorado en el Bajo Paraná, cercanías de la localidad de Puerto Gaboto. (Foto: P. Kandus)



**Figura 4.2.2.2.** Materia vegetal seca (resaca) dejada por la creciente en los alambrados. Municipio de Luján. Pcia. de Buenos Aires. (Foto: P. Kandus)





**Figura 4.2.2.3.** Materia vegetal seca (resaca) dejada por la creciente al pie de los postes de alambrados. Municipio de Luján. Pcia. de Buenos Aires. (Foto: P. Kandus)

#### 4.2.3. Suelos

La “Soil Taxonomy” (Soil survey Staff, USDA, 2014), define suelo a un cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de la tierra y que ocupa un espacio que se caracteriza por uno o ambos de las siguientes características: 1) la existencia de horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o, 2) por la habilidad de soportar plantas en un ambiente natural (Soil Survey Staff, 1999).

En el caso de los humedales, uno de los elementos reconocidos como diagnósticos de su ocurrencia es la presencia de **suelos hídricos**, particularmente en ambientes donde la hidrología no ha sido fuertemente modificada y sobre todo en lugares donde la vegetación ha sido removida. En general existe un estrecho vínculo entre la presencia de vegetación hidrófila y suelos hídricos, aunque existen excepciones (Tinner 1999, Vepraskas y Craft 2016 )

De acuerdo al National Research Council (1995) los suelos hídricos tienen una capa de agua que cubre la superficie o están saturados cerca o en la superficie por períodos significativos de tiempo, particularmente durante la estación de crecimiento de las plantas, que generan condiciones de anaerobiosis que impiden el desarrollo de la mayoría de las plantas a menos que presenten adaptaciones particulares. Los suelos bien drenados que se inundan frecuentemente o saturados por cortos períodos de tiempo no serían considerados suelos hídricos, mientras que los que se inundan por una semana o más, si lo son. Los suelos hídricos que han sido drenados en forma efectiva, son considerados “suelos hídricos drenados” pero las áreas ya no son humedales. Esto es sumamente importante porque indica que el drenaje de un área, modifica el carácter de un

Minotti P. y P. Kandus, 2017



ecosistema, transformándolo a terrestre y perdiendo las funciones de los humedales y en consecuencia los servicios que brindan a la sociedad. La ausencia de suelos hídricos no es, sin embargo, indicador de que el área no sea un humedal. Por otra parte, si bien la mayoría de los suelos hídricos presentan propiedades típicas, algunos no las tienen. Con respecto a esto último, también ocurre que no todos los suelos de humedales desarrollan anaerobiosis y tienen condiciones reductoras (Vepraskas y Craft 2016).

*Cabe destacar aquí, que lo descrito en el párrafo anterior procede de un desarrollo científico y técnico que surge del trabajo de muchos años realizado para poder identificar caracteres edáficos diagnósticos de humedales. En el caso de nuestro país, será imprescindible revisar estos conceptos para establecer su aplicación en la gran diversidad de condiciones ambientales (y tipos de suelos) existentes en el territorio.*

Los principales tipos de suelos hídricos pueden discriminarse en dos principales categorías sobre la base de su composición: Suelos orgánicos (Histosoles) y Suelos Minerales.

La formación de **suelos orgánicos** está íntimamente relacionada a la ocurrencia de condiciones de inundación o saturación prolongados que promueven un ambiente anaeróbico que produce la desaceleración de los procesos de mineralización de la materia orgánica debido a la menor eficiencia de la actividad microbiana. Las condiciones de saturación impiden la descomposición (oxidación) de la biomasa (i.e. hojas, raíces, tallos y otros) y dan como resultado una acumulación neta de materia orgánica a lo largo del tiempo. Esta materia orgánica tiene la forma de turba o material orgánico en diferentes grados de descomposición. Estos suelos pueden darse en sitios con alta productividad vegetal, o en ambientes con baja productividad vegetal pero donde las bajas temperaturas disminuyen sustancialmente la actividad de los organismos descomponedores (i.e. turberas patagónicas).

Los suelos orgánicos suelen ser los suelos arenosos o arcillosos (con 30% o más de arcilla) que tienen 20% o más de materia orgánica (MO) por peso, en los primeros 40,64 cm (16 pulgadas). Suelos con menor proporción de materia orgánica son considerados minerales. El contenido de carbono orgánico (CO) de los suelos hídricos se mide en relación al contenido de arcillas: 12% de CO cuando no hay arcilla, mas de 18% de CO si hay más de 60% de arcilla y entre 12 y 18% de CO cuando el contenido de arcilla está entre 0 y 60% (Soil Survey Staff 1975).

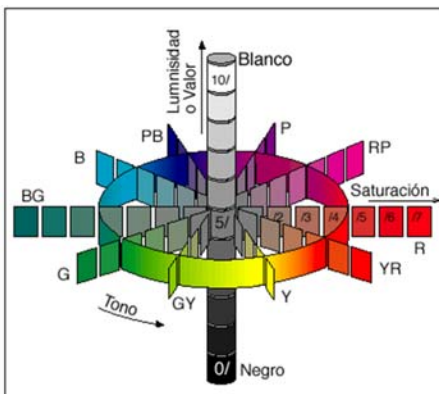
Los **suelos minerales** están dominados por diferentes combinaciones de arenas limos y arcillas con menor contenido de materia orgánica. De acuerdo con el Soil Survey Staff (1998), los suelos minerales hídricos se dan en lo que se denomina **condiciones ácuicas**, que se manifiestan por la continua o periódica saturación y condiciones de reducción en el perfil, que determinan la presencia de **características redoximórficas**. Tradicionalmente el color ha sido usado como un indicador de la ocurrencia de un régimen ácuico de humedad y consecuentemente condiciones reductoras, usualmente bajos niveles cromáticos de colores ( $\leq 2$  en grises) y en algunos suelos una combinación de tonalidades 2.5Y o 5Y y presencia de moteados de hierro. En estos suelos la acumulación de materia orgánica en superficie no excede los 40,64 cm (16 pulgadas) de espesor y con un predominio de arcilla limo o arena en proporciones variables. En algunos suelos hídricos los moteados suelen no ser visibles dado que su presencia es enmascarada por el contenido de MO, tal es el caso de los molisoles (Vepraskas y Craft 2016).



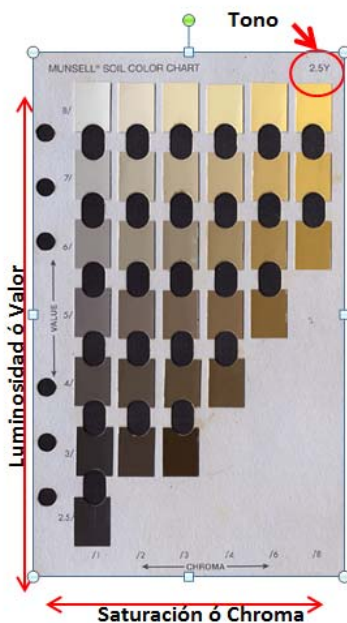


El color de los suelos se describe usando una Tabla de color Munsell (nombre de quien la creó). El sistema de ordenación del color de Munsell es una forma precisa de especificar y mostrar las relaciones entre los colores. Cada color dispone de tres cualidades o atributos: tono, valor y croma o saturación (Figura 4.3.2.1).

La Tabla Munsell incluye todos los matices del rango visible del espectro electromagnético, pero en suelos se utiliza sólo alrededor de la quinta parte del rango total de matices. Esta tabla está compuesta de hojas, representando cada una de ellas un matiz (hue) específico que aparece en la parte superior derecha de dicha página (Figura 4.3.2.2). Cada hoja presenta una serie plaquitas o "chips" diferentemente coloreados y sistemáticamente arreglados en la hoja, que representan la claridad (value) y la pureza (chroma). Las divisiones de claridad (value) se presentan en sentido vertical, incrementando su valor (haciéndose más claro) de abajo hacia arriba; las divisiones de pureza (chroma) se presentan en sentido horizontal, en la parte inferior de la hoja, incrementándose de izquierda a derecha (Domínguez Soto et al 2012)



**Figura 4.3.2.1.** Magnitudes colorimétricas que se derivan matemáticamente de tres estímulos: luminosidad o claridad (value), Tono (Hue) y Saturación o pureza (Chroma). Fuente: [http://redgeomatica.rediris.es/cart02/arbolB/cart0B/Bcap5/5\\_9\\_1.htm](http://redgeomatica.rediris.es/cart02/arbolB/cart0B/Bcap5/5_9_1.htm)



**Figura 4.3.2.2.** Ejemplo de una hoja de la Tabla Munsell. Magnitudes colorimétricas que se derivan matemáticamente de tres estímulos: luminosidad o claridad (value), Tono (Hue) y Saturación o pureza (Chroma). Fuente: <http://redgeomatica.rediris.es/cart02/arbolB/cart0B/Bcap5/591.htm>



Resumiendo, algunos criterios técnicos para identificar a los suelos hídricos de acuerdo al National Research Council (1995) (extraído de Tinner 1999) son:

1) Todos los Histosoles, a excepción de Folist

2) Suelos de suborden, gran grupo o subgrupo Ácuico, suborden Albolls, Aquisalids, subgrupo Pachic y subgrupos Cumulic que son:

a. Algo pobremente drenados con agua saturando el perfil en superficie durante la estación de crecimiento, o

b. Pobremente o muy pobremente drenados y que tienen:

- i. Agua saturando en superficie durante la estación de crecimiento si las texturas son arenas gruesas, arenas o arenas finas en todas las capas dentro de los 50cm (20 pulgadas) superficiales.

Para otros suelos

- ii. Nivel de agua a menos de 15,24cm de profundidad (0,5 piés) durante la estación de crecimiento si la permeabilidad es mayor a 15,24 cm/h (6 pulgadas/h) en todas las capas dentro de los 50cm (20 pulgadas) superficiales, o
- iii. Nivel de agua al menos de 30,48cm de profundidad (1pié) de la superficie durante la estación de crecimiento si la permeabilidad es menor a 15,24 cm/h (6 pulgadas/h) en todas las capas dentro de los 50cm (20 pulgadas) superficiales

3) Suelos encharcados durante la estación de crecimiento

4) Suelos frecuentemente inundados por períodos largos o muy largos durante la estación de crecimiento.

Un aspecto importante a considerar aquí es el concepto de "estación de crecimiento". La mayor parte de las definiciones de humedal enfatizan la condición de saturación de los suelos durante la época de crecimiento de las plantas, debido al efecto limitante que se ejerce sobre la actividad de las mismas. Esto se vincula a que durante la estación de crecimiento se alcanzarían condiciones reductoras mucho más rápido debido a la actividad biológica. Por ejemplo, frecuentemente se considera el período libre de heladas como indicador del período de crecimiento. La aplicación de este concepto en nuestro país debería ser discutida por los especialistas dado que en buena parte de nuestro territorio no hay una estacionalidad térmica o hídrica marcada, y la actividad biológica se extiende aún en épocas invernales o de seca.

Finalmente según lo establece la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff 1996) es posible considerar los siguientes Horizontes y Características de Diagnóstico tanto para suelos minerales como para suelos Orgánicos que corresponden a humedales:

- 1) Condiciones Ácuicas. Los suelos con condiciones ácuicas (L. aqua, agua) son aquellos que actualmente presentan una saturación y reducción continua o periódica. La presencia de tales condiciones es indicada por rasgos redoximórficos, excepto en los Histosoles e Histeles, y pueden verificarse por la medición de la saturación y la reducción, excepto en suelos drenados artificialmente. El drenaje artificial se define aquí

Minotti P. y P. Kandus, 2017



como la remoción del agua libre de los suelos que tienen condiciones ácuicas por *bordos* superficiales, *diques*, o *baldosas* subsuperficiales o cuando se realizan obras para prevenir que el agua superficial o freática no alcance a los suelos, a través de *presas*, *terraplenes*, *bombes* superficiales u otros medios. En estos suelos, los niveles freáticos del agua y/o su duración cambian significativamente en relación con los tipos específicos de uso de la tierra. Al remover las prácticas de drenaje se vuelven a presentar las condiciones ácuicas. En las claves, los suelos artificialmente drenados se incluyen dentro de los suelos que tienen condiciones ácuicas. La duración de la saturación que se requiere para crear condiciones ácuicas es variable, depende del ambiente del suelo y no está especificado.

2) Tipos de saturación. Los tipos de saturación hacen referencia, en parte, al origen y modo de circulación del agua en el suelo. Es posible discriminar:

**a. Endosaturación.**— El suelo está saturado con agua en todas las capas a partir del límite superior de saturación hasta una profundidad de 200 cm o más de la superficie del suelo mineral.

**b. Episaturación.**— El suelo está saturado con agua en una o más capas dentro de los 200 cm de la superficie del suelo mineral y también tiene una o más capas no saturadas; con un límite superior arriba de los 200 cm de profundidad, y por abajo de la capa saturada, es decir, el nivel freático está localizado sobre una capa relativamente impermeable.

**c. Saturación antrúica.**— Este término se refiere a un tipo especial de condiciones ácuicas que ocurren en suelos que están cultivados e irrigados (riego por inundación). Los suelos con condiciones antrúicas deberán cumplir los requisitos para condiciones ácuicas, además tienen ambas de las siguientes características:

- Una capa superficial cultivada a la cual inmediatamente subyace una capa con permeabilidad lenta que tiene, para 3 meses o más en años normales, ambas:
  - (a) Saturación y reducción; y
  - (b) Un *chroma* en la matriz de 2 o menos; y
- Un horizonte subsuperficial con una o ambas de las siguientes características:
  - (a) Empobrecimientos redox con un color del *value*, en húmedo, de 4 o más y un *chroma* de 2 o menos en macroporos; o
  - (b) Concentraciones *redox* de hierro; o
  - (c) 2 veces o más cantidad de hierro (por ditonito citrato) que la contenida en la capa superficial cultivada.

3) Grado de reducción se puede caracterizar por la medición directa de los potenciales redox. Las mediciones directas deberán tomar en cuenta los equilibrios químicos como se expresan en los diagramas de estabilidad en los libros de texto de suelos. Los procesos de oxidación y reducción también son una función del pH del suelo; son difíciles de obtener medidas exactas del grado de reducción en los suelos. En



el contexto de esta taxonomía, sin embargo, se considera solamente el grado de reducción que resulte del hierro reducido, ya que produce rasgos visibles redoximórficos que se identifican en las claves.

***Prueba de campo simple** para determinar si se presentan iones de hierro reducido: se quiebra una muestra de suelo saturada en condiciones de campo y sobre una de las superficies recientemente expuesta se le aplica una solución alfa neutral de dipiridil-alfa, con acetato de amonio 1 N. El surgimiento de un color rojo intenso sobre la superficie recientemente expuesta, indica la presencia de iones de hierro reducidos. Una reacción positiva a la prueba de campo para hierro ferroso con dipiridil-alfa, alfa (Childs, 1981), se puede usar para confirmar la existencia de condiciones de reducción y es especialmente útil en situaciones en donde, a pesar de la saturación, los indicadores morfológicos normales de tales condiciones estén ausentes o enmascarados (colores oscuros característicos de los grandes grupos melánicos). Una reacción negativa, no implica sin embargo, que las condiciones de reducción estén siempre ausentes. Lo anterior puede significar que el nivel de hierro libre en el suelo este por abajo del límite de la sensibilidad de la prueba o que el suelo este en una fase de oxidación en el momento de la prueba.*

*Para suelos con niveles muy bajos de hierro el uso de una prueba de campo, como la del Indicador de Reducción en Suelos (IRIS) con tubos pintados con hierro férrico esta justificada, con el fin de documentar las condiciones de reducción. El uso del dipiridil-alfa, alfa en una solución de ácido acético al 10 por ciento no se recomienda porque es común que el ácido cambie las condiciones del suelo; por ejemplo, puede disolver al  $\text{CaCO}_3$ . No se ha especificado aún la duración requerida de reducción para crear las condiciones ácuicas.*

- 4) Rasgos redoximórficos asociados con el humedecimiento, resultan de períodos alternos de reducción y oxidación de los compuestos de hierro y manganeso en el suelo. La reducción ocurre durante la saturación con agua y la oxidación cuando el suelo no está saturado. Los iones de hierro y manganeso en forma reducida son móviles y pueden ser transportados por el agua, que es la forma como se mueven en el suelo. Ciertos patrones redox ocurren como una función de los patrones de acarreo por el agua de los iones a través del suelo y como una función de la localización de las zonas aireadas del suelo. Los patrones redox también están afectados por el hecho de que el ión manganeso se reduce más rápidamente que el ión hierro; mientras que el hierro se oxida más rápidamente al airearse. Estos procesos originan patrones de colores característicos. Los iones reducidos de hierro y manganeso se pueden remover de los suelos, si ocurren flujos de agua vertical o lateral; en tales casos, no existe precipitación de hierro y manganeso. Cuando el hierro y el manganeso están oxidados y precipitados, forman masas suaves o concreciones duras o nódulos. El movimiento del hierro y del manganeso como resultado de procesos redox en un suelo puede originar rasgos redoximórficos que se definen a continuación:



- a) **Concentraciones redox.**—Son zonas de acumulación aparente de óxidos de Fe-Mn, que incluyen:
- i) Nódulos y concreciones, que son cuerpos cementados que se pueden remover en forma intacta del suelo. Las concreciones se distinguen de los nódulos con base en su organización interna. Una concreción típicamente tiene capas concéntricas visibles a simple vista. Es común que los nódulos no tengan una estructura con organización interna visible. Los límites son difusos si se forman in situ y son abruptos después de la pedoturbación. Los límites abruptos pueden en algunos suelos rasgos relictos; y
  - ii) Masas que son concentraciones de sustancias no cementadas dentro de la matriz; y
  - iii) Revestimientos de poros, es decir, zonas de acumulación a lo largo de los poros que pueden estar revistiendo a las superficies o impregnando a la matriz adyacente a los poros.
- b) **Empobrecimientos redox.**—Son zonas de bajo chroma (chromas menores a los de la matriz) donde los óxidos de Fe-Mn solos o en combinación con la arcilla han sido eliminados incluyendo:
- i) Empobrecimientos de hierro, es decir, zonas con bajos contenidos de óxidos de Fe y Mn, pero tienen un contenido de arcilla similar al de la matriz adyacente (con frecuencia son referidos como albanes o neoalbanes); y
  - ii) Empobrecimientos de arcilla, es decir, zonas que contienen bajas cantidades de Fe, Mn y arcilla (con frecuencia son referidos como revestimientos de limos o esqueletanes).
- c) **Matriz reducida.**—Esta es una matriz de suelo que tiene bajo chroma in situ, pero que al menos cambia en el Tono o en la saturación dentro de los primeros 30 minutos después de haber sido expuesto el material del suelo al aire.
- d) **En suelos que no tienen rasgos redoximórficos visibles,** una reacción a la solución dipiridil-alfa, alfa satisface los requisitos de rasgos redoximórficos. Este podría ser el caso de los molisoles, que son suelos minerales que se desarrollan en praderas herbáceas y son típicos en la región pampeana.

*Los rasgos descriptos indican la ocurrencia de humedales pero también su límite terrestre.*

La experiencia de campo indica que no es posible definir un conjunto específico de *rasgos redoximórficos* que sean característicos de todos los taxa en una categoría particular. Por lo tanto, los patrones de colores que sean únicos para taxa específicos están mencionados en las claves.

Las condiciones *antrácicas* son una variante de la *episaturación* y están asociadas con inundaciones controladas (para cultivos como el arroz y el arándano agrio), que causan procesos de reducción en la parte saturada, en la superficie encharcada del suelo y oxidación de las formas reducidas de hierro y manganeso y su movilización en el subsuelo no saturado.





#### 4.2.3. Sustratos (cuando no hay suelos)

Los sustratos formados por material no consolidado y carente de vegetación no son considerados suelos. Áreas con glaciares, superficies rocosas, salares, playas y bancos de arena, costas barrosas, *badlands* (afloramientos rocosos) y tierras áridas, no son considerados suelos. Planicies de marea, playas de arena intermareales y costas rocosas son ejemplos de humedales sin suelo (Tinner 1999).

En diversas oportunidades los humedales presentan sustratos, que no tienen un desarrollo que haya permitido la formación de suelos. Este es el caso, por ejemplo de los depósitos de sedimentos en cursos de agua y ambientes deltaicos conformando bancos de cauce o desembocadura. En estos casos se trata frecuentemente de *etapas sucesionales*<sup>1</sup> tempranas, que luego del tiempo y condiciones ambientales favorables pueden llevar a la formación de un suelo hídrico o incluso eventualmente a un ambiente terrestre frente a un cambio de condiciones ambientales.

También estarían incluidas aquí las áreas de acumulación de sedimentos no consolidados, como playas (i.e. arena, limo, rodados) y planicies de marea en ambientes costeros marítimos y estuáricos, o incluso planicies de abración costeras, que no necesariamente constituyen etapas sucesionales ecológicas sino mas bien, estados de equilibrio dinámico vinculados al régimen hidrológico en términos de una dinámica de disturbio.

En estos casos, la descripción clara del emplazamiento geomórfico, las condiciones de saturación del sustrato, (permanente o temporaria), la presencia de características asociadas a condiciones de reducción, la biota presente y la dinámica de disturbio serían criterios para su identificación.



<sup>1</sup> Se entiende etapas en el marco de un proceso de cambio en tiempos ecológicos donde se registran transformaciones direccionales a lo largo del tiempo, irreversibles, que involucran comunidades bióticas y desarrollo edáfico.

Minotti P. y P. Kandus, 2017



Ejemplos de rasgos de hidromorfismo. A) Matriz de suelo reducida. Concentraciones rojizas-naranjas en poros y canales de raíces vivas. Alaska. B) la matriz gley en este perfil se inicia cerca de los 15cm de profundidad. La matriz tiene valor de 4 o más según la Tabla Munsell. C) Histosol o histel; el perfil tiene, desde la superficie, más de 76cm de materia orgánica en diferentes grados de descomposición. Fuente: [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_053171.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_053171.pdf)

#### 4.2.4. Biota adaptada

Se entiende por biota adaptada y cuya presencia reviste carácter diagnóstico de la ocurrencia de humedales, a todos aquellos organismos que por sus adaptaciones morfológicas, fisiológicas o comportamentales requieren de los humedales para desarrollar la totalidad o parte de su ciclo de vida. Estas adaptaciones responden a la presencia temporaria o permanente de agua superficial o subsuperficial y que causa flujos biogeoquímicos propios y diferentes a los ambientes terrestres y acuáticos.

Entre la biota se destaca por su carácter diagnóstico la presencia de **plantas hidrófitas** que permiten establecer la presencia y límites del humedal.

Son **plantas hidrófitas** aquellas que presentan adaptaciones estructurales o fisiológicas para poder establecerse, desarrollarse y reproducirse en sitios donde hay agua somera en superficie o saturación del sustrato en forma permanente o temporaria que induce a condiciones de anaerobiosis en el ambiente radicular (Keddy 2000). Cronk y Fennessy (2001), también se refieren en un sentido más amplio a "plantas de humedal".

Para las plantas hidrófitas son adaptaciones estructurales la presencia de aerénquima, raíces adventicias, hipertrofia del tallo, el crecimiento vertical rápido, un sistema radicular poco profundo, neumatóforos, lignificación o de raíces, raíces aéreas osuculentas, hipertrofia de lenticelas, entre otros.

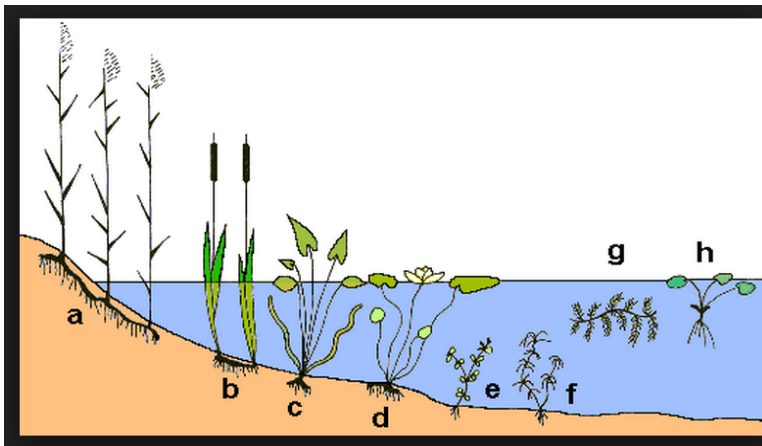
Entre las adaptaciones fisiológicas se pueden mencionar el flujo presurizado de gases, el transporte de oxígeno a las raíces desde las lenticelas y/o las hojas, la disminución de la captura de H<sub>2</sub>O, la absorción alterada de nutrientes, la evasión del sulfuro, la respiración anaeróbica, el incremento en la producción de etileno, la reducción de nitratos a óxido nitroso y nitrógeno libre, producción y acumulación de malatos, reoxidación de NADH, etc.

Otras adaptaciones o respuestas a la inundación o anegamiento incluyen la producción de semillas bajo el agua, semillas vivíparas, semillas longevas, producción de semillas o plántulas flotantes, un banco persistente de semillas, la regeneración de raíces (i.e. raíces adventicias), la dormición (durante la inundación), la elongación de tallos, pecíolos y raíces, estructuras adicionales en la pared celular de epidermis y cortex, micorrizas en raíces en la porción cercana a la superficie del suelo, cambios en la dirección de crecimiento de tallos y raíces, tubérculos o semillas resistentes a las condiciones de anoxia provocadas por la inundación o el anegamiento y la reproducción vegetativa, entre otros.

Desde el punto de vista del habitat y el nicho ecológico, las plantas hidrófitas pueden clasificarse a su vez según Daubenmire (1947) en cinco grupos morfoecológicos: arraigadas emergentes (a,b), arraigadas con hojas flotantes (c,d), arraigadas totalmente sumergidas (e,f) y libres sumergidas (g) y libres flotantes (h) (ver Figura4.3.4.1).

En el Anexo 2 se listan en forma no exhaustiva las especies que serían potencialmente indicadoras de humedales en el AP.

*Estos criterios, se refieren en forma particular a individuos y en general especies. En consecuencia, un producto requerido para las diferentes áreas (quizás regiones) cuyos humedales sean inventariados, es disponer (o construir) listados de géneros, especies o subespecies catalogadas como hidrófitas, según sus adaptaciones, el grupo morfoecológico al cual pertenece y su frecuencia de aparición en los humedales.*



**Figura 4.2.4.1** Grupos morfoecológicos de plantas hidrófitas según Daubenmire (1947)

En el trabajo de campo el concepto de hidrófita se debe trasladar de la planta a la vegetación a fin de evaluar la presencia o los límites de los humedales identificados previamente en forma cartográfica. De esta forma es necesario estimar la abundancia de plantas (frente al suelo o sustrato desnudo) y, entre las plantas, la abundancia relativa de las especies hidrófitas. En consecuencia, se requiere determinar un diseño de muestreo en los humedales, a partir del cual se establezcan sitios de relevamiento. Según el área y el tipo de vegetación deberá considerarse el tamaño, la forma y el número de parcelas y su disposición espacial. Las variables a relevar en cada parcela pueden ser frecuencia de ocurrencia o cobertura de los tipos de planta hidrófitas (pueden ser especies).

Cowardin (1979) clasifica a las plantas en los humedales de acuerdo a su frecuencia de aparición en estos ambientes, siendo: (1) obligatorias de humedales (OBL)- siempre se encuentran en humedales (>95% de las veces que son encontradas), (2) facultativas de humedal (FACH)-usualmente encontradas en humedales (67-95%), (3) facultativas (FAC) -frecuentemente son encontradas en humedales (34-66%), y (4) facultativas terrestres (FACT) -alguna vez se las encuentra en humedales («33%). La presencia de plantas hidrófitas obligadas (OBL) y de facultativas de humedal (FACH) probablemente sean buenos indicadores de la ocurrencia de humedal. Sin embargo, en un sentido amplio la definición de vegetación hidrofítica puede incluir la presencia de plantas FAC, asumiendo que la presencia de suelos hídricos también intervendrá en la delimitación final.

El criterio de frecuencia de aparición se desarrolló a partir de un intenso y extenso trabajo de investigación basado en censos de vegetación en diferentes humedales y no humedales. En nuestro país, al igual que en muchas regiones del mundo no se cuenta con esta información, pero incluso aunque así fuera, este enfoque debiera ser revisado y podría ser más sencillo usar simplemente valores umbrales de cobertura de plantas

Minotti P. y P. Kandus, 2017

reconocidas como hidrófitas. Una de las formas tradicionales y expeditivas para relevar la cobertura es la estimación a partir de la escala semicuantitativa de Abundancia – Cobertura de Braun Blanquet (Tabla 4.3.4.1).

Los datos adquiridos durante el relevamiento requieren luego su procesamiento en gabinete para obtener resultados sobre la ocurrencia de plantas hidrófitas que, a partir de criterios establecidos, permitan evaluar la ocurrencia de un humedal.

**Tabla 4.2.4.1.** Escala de Abundancia-Cobertura (Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974)

Escala de Braun Blanquet	Rango de cobertura (%)
5	75-100
4	50-75
3	25-50
2	5-25
1	<5 (bastantes individuos)
+	<5 (pocos individuos)
r	Rara. Individuos solitarios con muy poca cobertura.

#### **Otros elementos de la biota con carácter indicador.**

La fauna en general puede oficiar de diagnóstica de la presencia de un humedal, pero no lo es tan así de sus límites. Esto se debe en primer lugar al carácter móvil de la fauna junto al hecho de que, si bien diversos elementos de la fauna desarrollan su ciclo de vida en humedales en forma obligada (peces, anfibios e invertebrados), frecuentemente el hábitat de los organismos animales transgrede los límites de los humedales e incorpora ambientes terrestres y netamente acuáticos para que estos cumplan la totalidad de sus requerimientos de vida.

Reptiles tales como el yacaré y las serpientes con hábitos acuáticos del NE del país (i.e. ñacanina -*Hydrodynastes gigas*-o la boa curiyú -*Eunectes notaeus*-), mamíferos como el carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*), la nutria (*Myocastor coypus*) o el ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*) y diversas aves acuáticas precisan de los humedales como parte indispensable de su hábitat, aunque se los pueda encontrar en ámbitos terrestres adyacentes al humedal.

En el caso de ambientes intermareales, los invertebrados mitílidos filtradores bivalvos sésiles (i.e. mejillones), que se aferran a sustratos rígidos en ambientes costeros, o móviles (i.e. berberechos y almejas) que requieren de playas arenosas intermareales para enterrarse, así como artrópodos crustáceos (i.e. colonias de cangrejos cuyas cuevas se emplazan en áreas intermareales estuáricas barrosas), podrían considerarse como indicadores de presencia del humedal y de sus límites. Como consecuencia de lo mencionado, la posibilidad de usar a la fauna silvestre como indicadora de la presencia de humedales deberá ser analizada para cada caso particular.



## 5. Clasificación jerárquica, Tipología y Caracterización de humedales para el Área Piloto

### 5.1. Niveles jerárquicos

La clasificación jerárquica de humedales adoptada está basada en la Ecología Regional y en la Ecología de Paisajes, disciplinas que hacen foco en la configuración espacial de los ecosistemas, sus factores genéticos, su conectividad y vinculación funcional, y permite conceptualizar los ecosistemas de humedales en un contexto más amplio. En función del marco conceptual propuesto y las características ambientales descriptas en los antecedentes, se propone el siguiente esquema de clasificación jerárquica para el AP donde se discriminan los siguientes niveles:

- Nivel I: Región de Humedales,
- Nivel II: Sistema de Paisajes de Humedales,
- Nivel III: Unidades de Paisaje de Humedales y
- Nivel IV: Unidades de Humedales.

Las **Regiones de Humedales** representan áreas con condiciones climáticas (en términos de balance hídrico y condiciones térmicas) y relieve común. Para la jerarquía de Región de Humedales se adopta la regionalización de Kandus et al (2016).

Los **Sistemas de Paisajes de Humedales** están definidos desde una perspectiva ecohidrogeomórfica como territorios que presentan un origen geológico, climático y geomorfológico común, donde la acción del agua de lluvia, de la escorrentía superficial y subterránea, han generado modelos de drenaje y permanencia del agua distintivos. Para el Sistema de Paisajes de Humedales se emplea la zonificación propuesta por Minotti et al (2013).

Estas dos primeras jerarquías se integran en el AP de acuerdo a la Tabla 5.1.1.

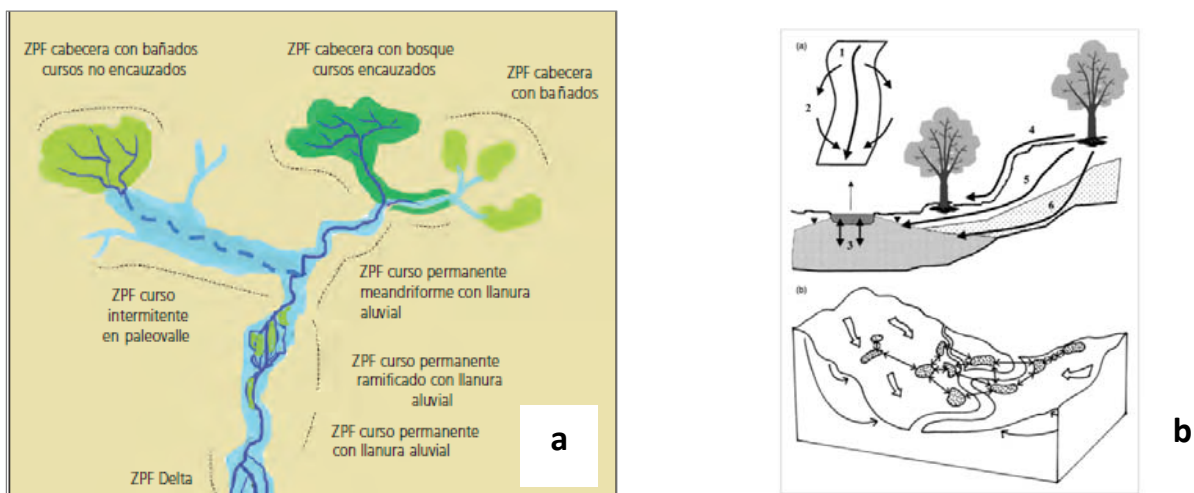
**Tabla 5.1.1.** Regiones, subregiones y sistemas de humedales involucrados en el AP.

REGION	SUBREGION	SISTEMA
Región de Humedales del Corredor Chaco-Mesopotámico	Subregión Ríos, Esteros, Bañados y Lagunas del Río Paraná	Sistemas de Humedales del Delta del Paraná,
		Sistemas de Humedales del complejo litoral del Paraná Inferior
Región de Humedales de la Pampa	Subregión de Lagunas de la Pampa Húmeda.	Sistema de Humedales de los tributarios del Paraná Inferior con amplias planicies de inundación



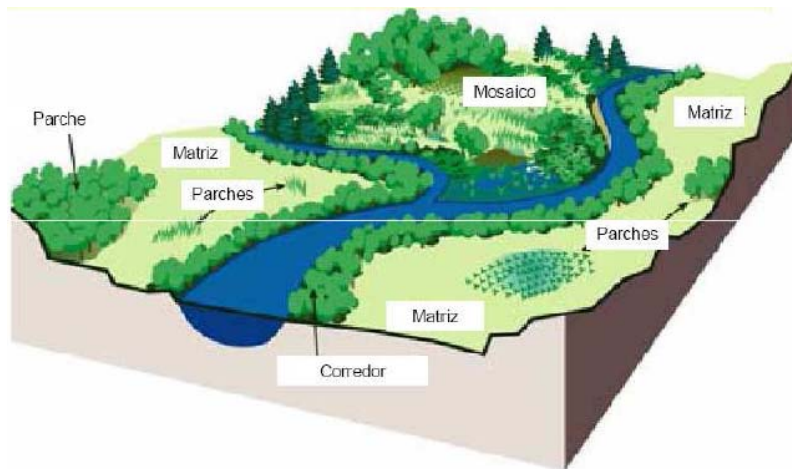
En función del análisis de antecedentes, la cartografía disponible, los distintos indicadores de rasgos físicos descriptos en la secciones anteriores y las recorridas previas a campo, se evidenció la necesidad de desdoblar el Nivel III (Unidades de Humedal) propuesto originalmente para el Inventario Nacional de Humedales en dos niveles, que denominamos **Unidades de Paisaje de Humedal** y **Unidades de Humedal** propiamente dichas. Las Unidades de Paisaje pueden ser fácilmente identificadas y delimitadas utilizando fuentes cartográficas de escala 1:250 000 a 1: 50 000. Los elementos de humedal se observan mejor a escalas con más detalle que 1:25 000.

Las **Unidades de Paisaje de Humedales** ponen la mirada en los componentes físicos que determinan la conectividad hidrológica, dada por los flujos de agua superficial y subterráneo y las interacciones entre el agua atmosférica, superficial y subterránea (Winter 2000). Para definir estas unidades se consideran los patrones de relieve, las redes de drenaje, las características geológicas y geomorfológicas, en relación a la dinámica hídrica. 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. Thorp et al. (2006) denominan a estos sectores zonas de procesos funcionales (ZPF, Figura 5.1.1a) mientras Verhoeven et al (2008) los denominan unidades operacionales de paisajes (UOP) (Figura 5.1.1b). Cada unidad de humedal presenta una variedad de emplazamiento geomórficos de los humedales y cuerpos de agua más profunda característicos.



**Figura 5.1.1** Conectividad hidrológica en el paisaje. **a.** Esquema de una red de drenaje como mosaico de *zonas con distinto funcionamiento hidroecogeomorfo* (ZPF). Fuente: Minotti et al 2013, basado en Thorp et al 2006. **b.** Esquema de conectividad ecohidrogeomorfo para una unidad operacional del paisaje. Fuente: Verhoeven et al 2007.

La ecología de paisajes considera que las unidades de paisaje están 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. Atendiendo a su extensión, forma y conectividad estos elementos son clasificados como **matriz, corredor, parche o mosaico** (Figura 5.1.2).



**Figura 5.1.2.** Esquema simple de un patrón de paisaje donde se identifica la matriz, parches, corredor y áreas donde se expresa un mosaico de parches. Modificado de: <http://www.intechopen.com/books/advances-in-landscape-architecture/understanding-landscape-structure-using-landscape-metrics>.

La *matriz* es el elemento (ambiente, ecosistema) dominante del paisaje, es el más extenso y conectado, jugando un papel primordial en el funcionamiento del paisaje. Los *parches* son elementos del paisaje no lineales, que se diferencian de su vecindad por su estructura, (vegetación, tipo de suelo, características del agua, etc.), funcionamiento y régimen de disturbio. Los *corredores*, son elementos de carácter lineal, que atraviesan el paisaje conectando diferentes tipos de parches. Típicamente, los cursos de agua y sus ambientes riparios suelen constituir corredores del paisaje. Se entiende por *mosaico* cuando en un paisaje ningún elemento llega a conformar una matriz y, en cambio, se trata de un conjunto de parches diferentes.

Cuando la conectividad hídrica de una unidad del paisaje es predominantemente superficial, la matriz es todo humedal o un mosaico de humedales, y se habla de un *paisaje de humedales* (Figura 5.1.3). En cambio, cuando la conectividad hídrica es predominantemente subterránea, el paisaje presenta una matriz terrestre con parches de humedales, y es propio hablar de un *paisaje con humedales* (Figura 5.1.4). Las unidades de paisajes de humedales, entonces, capturan la dinámica hídrica y aportan un nivel de comprensión mayor para la gestión territorial, particularmente en aquellos casos donde los elementos de humedales no pueden ser identificados o delimitados en forma inmediata.



**Figura 5.1.3.** Paisaje de humedales. Planicie de inundación del Rio Parana. Foto: Zuleica Marchetti y Carlos Ramonell.



**Figura 5.1.4.** Paisaje con humedales. Llanura pampeana santafecina. Foto: Zuleica Marchetti y Carlos Ramonell.

Minotti P. y P. Kandus, 2017



En cada uno de estos paisajes se pueden identificar elementos o geoformas que pueden asociarse a la presencia de humedales, es decir, aquellas que permiten la acumulación de agua y que en general se encuentran localizadas en las posiciones más bajas del paisaje (Cwikiel 2003), aunque esta posición a nivel regional sea relativa. Cada uno de los elementos identificables en una unidad de paisaje puede ser considerado como una **unidad de humedal candidata**. Una primera aproximación a la diferenciación de unidades candidatas esta dada por las geoformas presentes y sus patrones de cobertura vegetal, que representarían emplazamientos geomórfico distintivos. Para corroborar su carácter o condición de humedal es necesario evaluar mediante indicadores cartográfico sy/ o a campo, si cumplen con uno o más criterios de la definición:

- Presencia temporaria o permanente de agua superficial o subsuperficial
- Flujos biogeoquímicos propios y diferentes a los ambientes terrestres y acuáticos.
- Presencia de biota adaptada, típicamente plantas hidrófitas.
- Suelos hídricos o sustratos con rasgos de hidromorfismo.

## 5.2. Tipología de Humedales

En los párrafos siguientes se presentan las tipologías de las jerarquías Unidades de Paisajes y Unidades de Humedales de manera general, ya que en las secciones siguientes son desarrolladas de acuerdo a la extensión geográfica y características ambientales propias de la AP.

### 5.2.1. Unidades de Paisajes

En función del análisis de antecedentes, la cartografía disponible y teniendo en cuenta los distintos indicadores de rasgos físicos descriptos en la secciones anteriores, se reconocieron cuatros unidades de paisaje que llamamos **Planicie Deltaica**, **Bajos Ribereños**, **Paleoestuarios** y **Terraza Alta** (Figura 5.2.1), siguiendo denominaciones dadas en la literatura. Esta zonificación está en línea con las unidades de paisaje presentadas para la Reserva Natural Estricta Otamendi, guardan correspondencia parcial con las Unidades de Humedales del partido de Campana y con las zonas funcionales señaladas en el Inventario del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay.



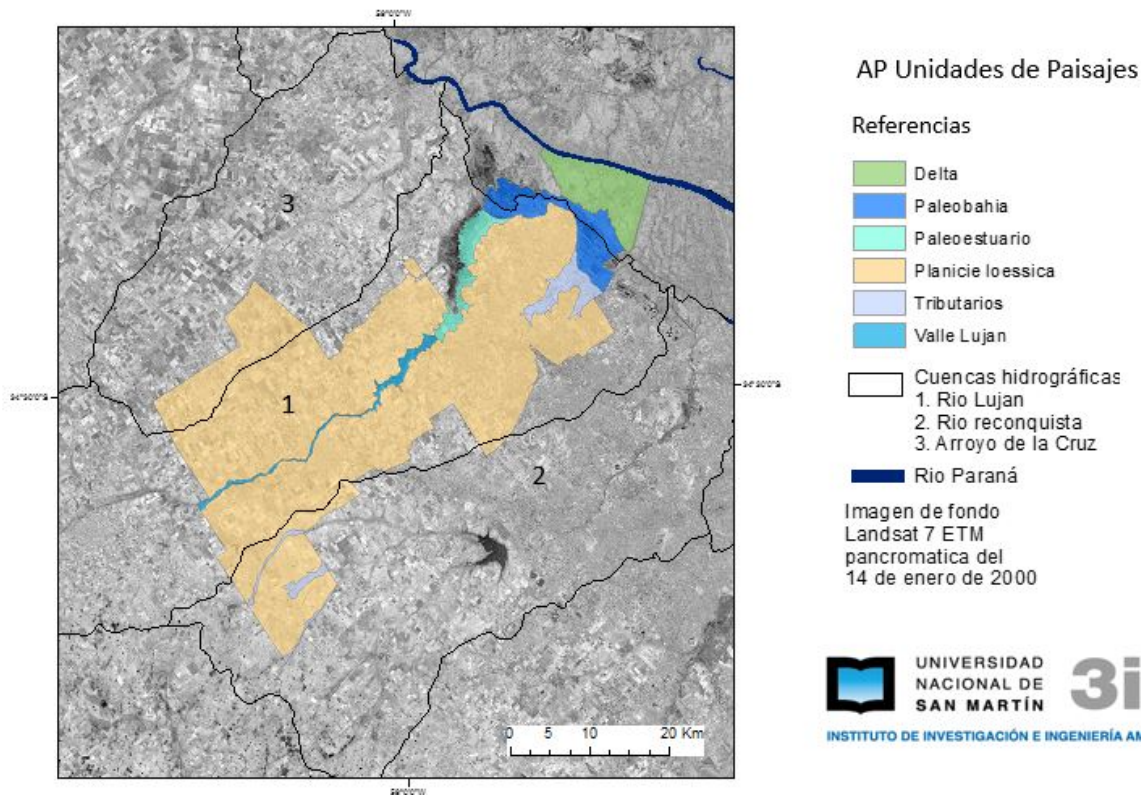


Figura 5.5. Unidades de Paisaje del AP.

### 5.2.2. Unidades de Humedal

Para distinguir la variedad de humedales hemos adoptado una tipología basada en las características de emplazamiento geomorfo y funcionamiento hidrológico, ya estas indicadores son fácilmente identificables en fotografías aereas e imágenes satelitales de resolucion espacial apropiada y de distintas condiciones hidrológicas. La historia de ocupación y el uso actual del territorio genera modificaciones permanentes que afectan sustancialmente el emplazamiento de los humedales y su régimen hidrológico. Esto a su vez influye sobre el funcionamiento de los humedales e incide en sus limites identificables. Si bien existen diversas fuentes cartográficas y algunos antecedentes de inventario, ninguno constituye una línea de base apropiada sobre la cual mapear ni tipificar las unidades existentes actualmente. No es fácil definir en los parches relictuales cuáles son los limites de humedal remante que aun funcionan como tal, como tampoco evaluar cuáles de la variedad de ambientes acuáticos artificiales realmente pueden ser considerados humedales de acuerdo con la definición de humedal y los criterios de evaluación considerados. Por esta razón, se decidió mapear solamente humedales de origen natural, identificables a partir de un análisis topográfico y de fuentes de teledetección actuales e históricas, y se estableció una tipología ecohidrogeomórfica *ad-hoc*.





En función de los antecedentes descriptos en la sección correspondiente y la inspección visual de imágenes de alta resolución QuickBird mediante el geoservicio Google Earth, se propone una tipología inicial de candidatos, En la misma se agrupan los diferentes elementos (humedales candidatos) según la unidad de paisaje correspondiente (Tablas 5.2.2.1-4).

Tabla 5.2.2.1. Tipología de unidades de humedal candidatos de la Planicie Deltaica






Unidad de paisaje	Elemento del paisaje candidato a humedal	Ejemplo
Planicie Deltaica	1. Albardón del Paraná	
	2. Distributarios (albardón y cauce de cursos menores activos y conectados con el Parana de las Palmas y el Lujan)	
	3. Horquetas (Albardón y cauce de cursos ciegos)	
	4. Crestas de avance y paleocauces de canales de mareas asociados	
	5. Bañado de bajo interior	



Tabla 5.2.2.2. Tipología de unidades de humedal candidatos de la Paleobahía





Unidad de paisaje	Elemento del paisaje candidato a humedal	Ejemplo
Paleobahia	6. Faja fluvial actual del Rio Lujan (cauce, albardón, derrames laterales, meandros abandonados)	
	7. Paleocauces	
	8. Cordones litorales	
	9. Ambientes intercordones	



Tabla 5.2.2.3. Tipología de unidades de humedal candidatos de los Paleoestuarios








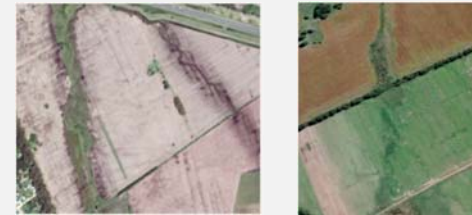

Unidad de paisaje	Elemento del paisaje candidato a humedal	Ejemplo
Paleo-estuarios	6. Faja fluvial actual del Rio Lujan (cauce, albardón, derrames laterales, meandros abandonados)	
	10. Bañados de borde de planicie aluvial y su media loma	
	11. Lagunas y cauces temporarios de la planicie aluvia	
	12. Fajas fluviales activas de tributarios al Rio Lujan (Escobar y otros)	 



Tabla 5.2.2.4. Tipología de unidades de humedal candidatos de la Terraza Alta

Unidad de paisaje	Elemento del paisaje candidato a humedal	Descripcion
Terraza Alta	6. Faja fluvial actual del Rio Lujan (cauce, albardón, valle aluvial)	
	13. Tributarios menores	
	14. Cañadas	
	15. Cubetas aisladas o en complejos	



### 5.3. Variables de caracterización de los humedales

La caracterización de humedales tiene dos objetivos simultáneos. Por un lado, deben brindar una descripción de las características hidroecogeomórficas que dan cuenta del funcionamiento general del tipo de humedal. Por otro lado, la caracterización debe atender a los objetivos propuestos para el inventario.

La etapa de caracterización puede involucrar numerosas variables, dependiendo del nivel jerárquico abordado en el inventar y también de los objetivos propuestos. Para el caso del Nivel III, las variables de caracterización debieran ser incluidas en la base de datos espacial, como campos que describen los atributos de cada polígono (unidad de humedal) identificado y delimitado.

En primer lugar, debieran ser variables de caracterización todas aquellas referidas a la pertenencia a otros niveles jerárquicos (Nivel I de regiones y subregiones, Nivel II de Sistemas de Paisaje y Unidades de Paisajes).

En segundo término, se deben incorporar aquellas variables involucradas en, o derivadas de, el proceso de identificación y delimitación de los humedales:

- Nombre de la unidad de paisaje
- Tipo de humedal

En tercer lugar se encuentran las variables que informan sobre el funcionamiento ecohidrogeomorfo distintivo de la la tipología de humedales como las cubiertas vegetales, los tipos de suelo o la permanencia del agua, entre otras.

Por ultimo, se deberían incluir las variables de caracterización consideradas relevantes a los fines de los objetivos del inventario. Estos objetivos pueden referirse a determinados aspectos de la biodiversidad, estado de conservación, usos o la provision de servicios ecosistémicos. Por ejemplo, en relación a los servicios ecosistémicos, las variables de caracterización de las unidades de humedal pueden incluir las funciones específicas listadas en la Tabla 5.3.1. Cada una de estas variables (i.e. desaceleración de flujos, recarga de acuíferos, regulación de salinidad, etc.) puede ser estimada a partir de mediciones de variables estructurales y funcionales particulares (variables fisicoquímicas del agua, cobertura vegetal, diversidad de especies vegetales y animales, etc.) expresadas en forma cuali o cuantitativa. Lo mismo se puede aplicar para describir el estado de deterioro (i.e. presencia y concentración de metales pesados, de contaminantes orgánicos, salinización, deterioro de las coberturas, pérdida de diversidad biológica, presencia de especies invasoras, incremento de especies de hábitos terrestres, etc.). La medición de estas variables puede involucrar en cada caso metodologías específicas que deben ser llevadas a cabo por técnicos capacitados o incluso deberá contarse con instructivos o manuales que permitan establecer niveles de calidad esperables de los datos. En cada caso, a su vez se deberá definir estrictamente que se entiende por cada variable.



**Tabla 5.3.1.** Clasificación de Servicios Ecosistémicos. Fuente: Elaboración propia en base a MEA (2005), Bolund y Hunhammar (1999), Hernández-Morcillo, Plienin-ger y Bieling (2013), Kandziora, Burkhard, y Müller (2005 y 2013) y Niemelá et al. (2010). Tomado de Vazquez 2016.

Servicios de regulación	Servicios de Provisión	Servicios culturales	Servicios de soporte
Regulación del clima local	Cultivos	Recreación, turismo y ecoturismo	Formación de suelo
Regulación de calidad de aire	Forraje	Inspiración y belleza escénica	Fotosíntesis
Infiltración y drenaje de aguas	Ganado	Conocimiento de los sistemas	Producción primaria
Purificación de aguas	Fibra	Experiencia espiritual y religiosa	Ciclado de nutrientes
Regulación de erosión	Madera	Patrimonio y diversidad cultural	Ciclado del agua
Protección ante riesgos naturales	Leña	Patrimonio natural y biodiversidad	
Polinización	Acuicultura	Valor educativo	
Control de plagas y enfermedades	Alimentos y vegetación	Integración social	
Descomposición de orgánicos	Medicamentos y bioquímicos	Salud mental y física de personas	
Reducción del ruido	Agua fresca y potable		
Regulación de gases (O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> )	Recursos minerales		
Secuestro de carbono	Recursos energéticos abióticos		
Provisión de habitat	Recursos genéticos		

La posibilidad de abordar estas listas trasciende el alcance del presente informe, y se sugiere establecer un plan de trabajo para definir tanto los objetivos como las variables de caracterización mínimas que respondan a esos objetivos, particularmente en los niveles II y III del inventario de humedales.

Lo que surge como evidente es la dificultad de completar una caracterización exhaustiva para cada polígono-unidad de humedal identificada. La caracterización, en cambio, se lleva adelante por cada tipo de humedal y cada unidad de paisaje de humedales. Desde el punto de vista metodológico, esto debiera considerar un muestreo estadístico (con un número de unidades de humedal representativo de cada tipo e independientes entre sí). En la medida que surjieran requerimientos particulares en un sitio (i.e. una unidad de humedal importante para una comunidad o un municipio), se podrá extender la caracterización para el mismo.

Enfoques interesantes a considerar para la caracterización pueden encontrarse en U.S. Army Corps (2015) <http://www.nae.usace.army.mil/Portals/74/docs/regulatory/Forms/HighwaySupplement6Apr2015.pdf>, en el sitio de evaluación de la EPA de humedales del Estado de Wisconsin <http://dnr.wi.gov/topic/wetlands/methods.html> y en el sitio del inventario de humedales del estado de Queensland (Australia) <https://wetlandinfo.ehp.qld.gov.au/wetlands/resources/tools/assessment-search-tool/>.



## 6. Inventario de humedales del AP

De acuerdo a la tipología propuesta en el apartado 5, se realizó el relevamiento y mapeo del AP. Las Unidades de Paisaje fueron identificadas y delimitadas utilizando fuentes cartográficas de escala 1:250 000 a 1: 50 000.

En el Area Piloto se reconocieron las siguientes **Unidades de Paisaje de Humedales** (Figura 6 a y b):

- **Planicie Deltaica**
- **Bajios Ribereños**
- **Paleoestuarios**
- **Terraza alta**

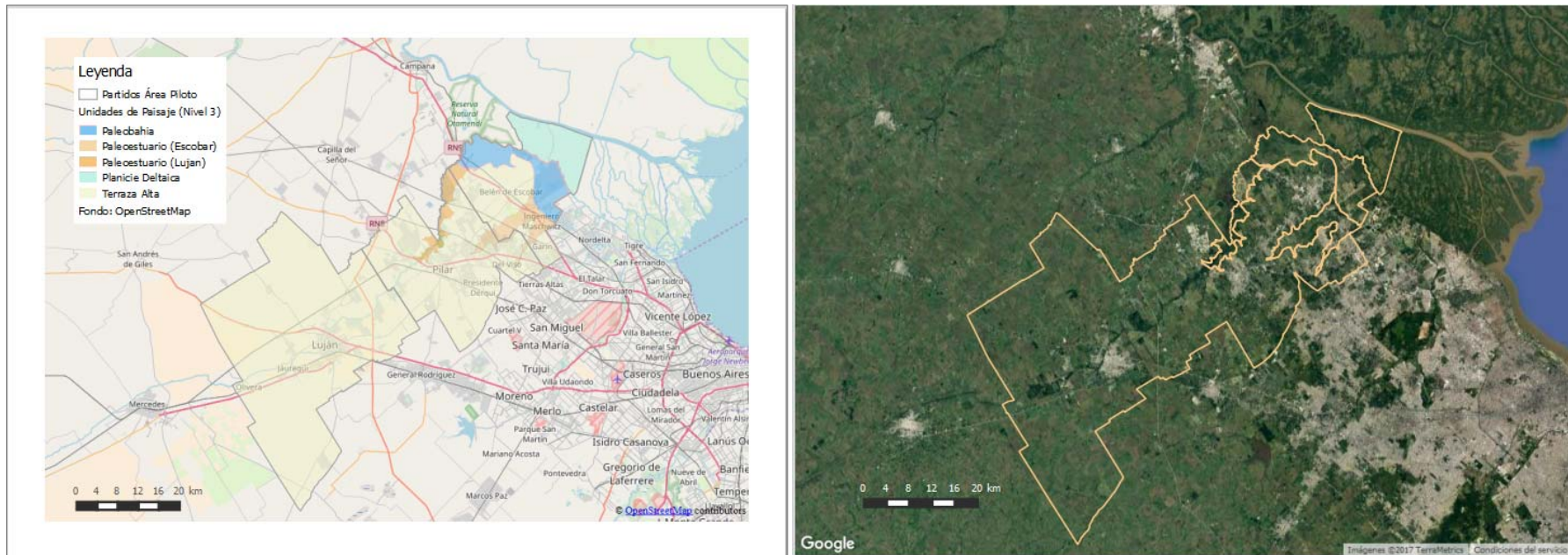
Dentro de cada unidad se identificaron y delimitaron diferentes elementos de paisaje candidatos a humedales. La delimitación de elementos de humedal se llevó a cabo a partir del análisis e interpretación de material cartográfico preexistente, material aerofotográfico histórico e imágenes satelitales ópticas de resolución alta (QuickBird, Spot pancromatico) y media (series Landsat, Spot y Sentinel) en distintas situaciones hidrológicas y, con preferencia, anteriores al mayor desarrollo de urbanizaciones cerradas sobre humedales. Las fuentes analizadas cubrieron un periodo que va desde 1965 hasta la fecha, con mayor énfasis en los años 1999-2003. Las escalas ideales para la delineación de elementos de humedal se sitúan entre 1:10 000 y 1: 5 000. Para incorporar los límites de los cursos de agua, naturales o artificiales, sería necesario trabajar a escalas mayores como 1: 2000, dado que el carácter netamente urbano y suburbano de la AP no permite discriminar fácilmente su traza.

Se identificaron y delimitaron 15 tipos de humedales naturales diferentes (Figura 6.c). La Planicie Deltaica presentó los siguientes tipos de humedales principales: albardón del Paraná, bañado del bajo interior isleño, distributarios, horquetas, cresta de avance y su paleocanal asociado. En la Paleobahía se reconocieron los siguientes tipos de humedales dominantes: la faja fluvial del Rio Luján, paleocauces, cordones litorales y bajos intercordones; también se definió una tipología para ambientes de humedal presentes en fotografías aéreas de los años 60 de baja resolución y que en fuentes posteriores se encontraban ya muy modificados. La unidad Paleoestuario se caracterizó por la presencia de extensos bañados de desborde ubicados en la planicie aluvial o en media loma, asociados a las fajas fluviales del Rio Luján y de otros tributarios al Rio Lujan Inferior como el Arroyo Escobar, donde también es común la presencia de lagunas y cauces temporarios. En la Terraza Alta los humedales identificados se expresan como parches de dimensiones reducidas siendo características las pequeñas cubetas de forma subcircular y las vaguadas de tributarios menores y de cañadas.

El inventario a nivel digital presenta dos datasets, uno para Unidades de Paisajes de Humedales y otro para Unidades de Humedales, con los atributos correspondientes a la menor jerarquía de clasificación propuesta para el inventario y la superficie en Has calculada por el sistema. Dado el carácter piloto de este inventario, no se



presentan resultados vinculados con la superficie total de humedales naturales identificados ni tampoco con las modificaciones sufridas. No obstante, dichos datos permitirían verificar que el partido de Escobar es el que presenta la mayor superficie y variedad de humedales, tanto a nivel de unidades de paisaje como de tipos de humedales, y en él se verifican también la mayor parte de las transformaciones. En los partidos de Pilar y Lujan predomina la unidad Terraza Alta, que se caracteriza por una menor proporción de humedales. En función de la superficie relativa de las unidades de humedales identificadas, tres de las unidades de paisaje están constituidas casi completamente por humedales (Planicie deltaica, Bajíos ribereños, Paleoestuarios) y una dominada por ambientes terrestres (Terraza alta).



**Figura 6.** Unidades de Paisaje de Humedales del AP. a. Ubicación de las unidades de paisaje de humedales sobre mapa base e OpenStreetMaps donde se destaca la fragmentación del territorio dada por las vías de comunicación terrestre. B. Unidades de paisaje de humedales sobre mapa base de Google Earth satelital, donde se destacan las áreas urbanizadas en colores blaquesinos.



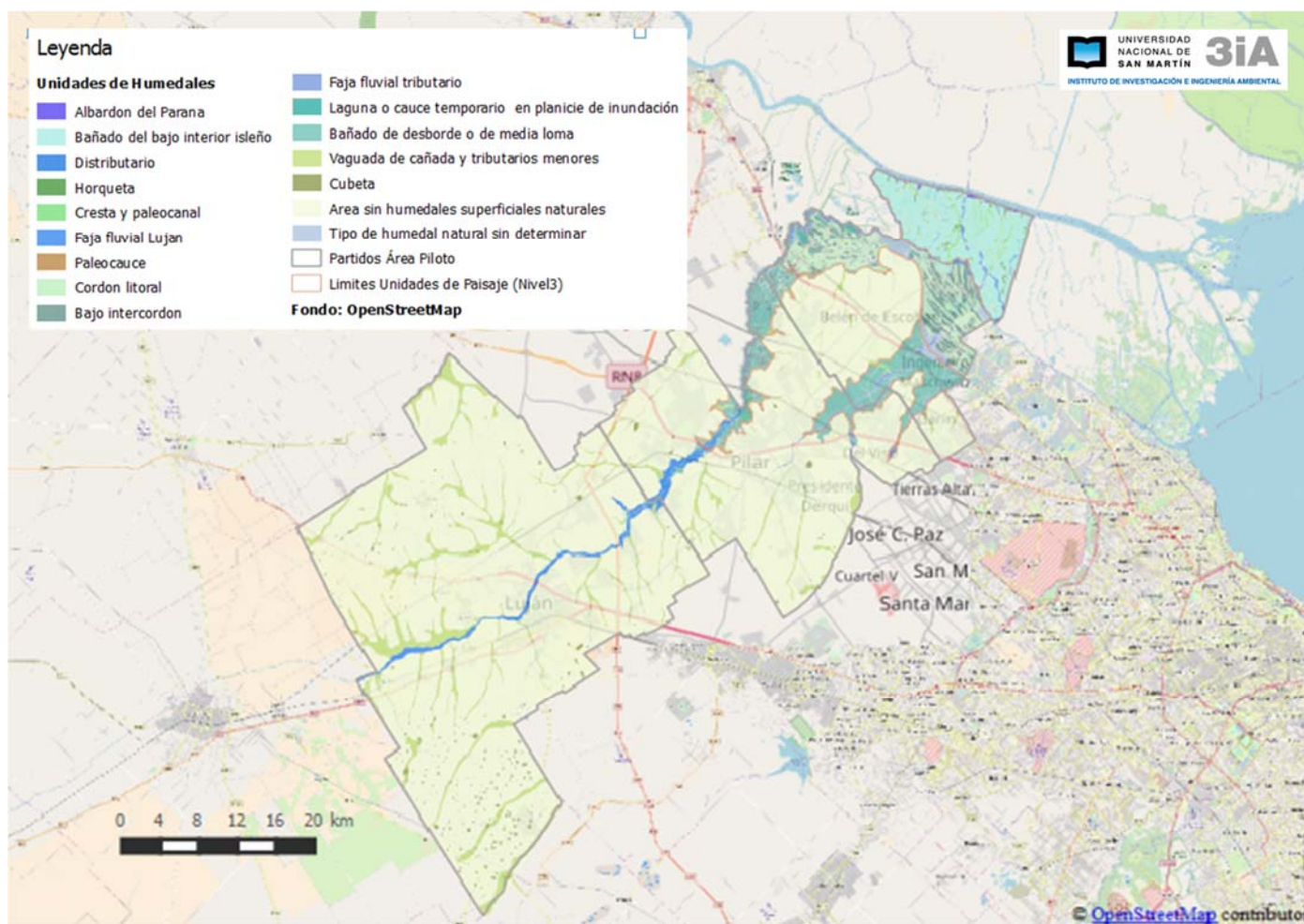


Figura 6. (cont.) c. Unidades de Paisaje y tipos de humedales del AP.





## 6.1. Planicie Deltaica

### 6.1.1. Descripción

**Geomorfología:** Se trata de una formación de islas desarrolladas a partir del retroceso marino durante el Holoceno medio y la consolidación de un ambiente de carácter fluvial a la que Cavalotto (2009) denomina delta subaéreo. En la última etapa de regresión marina holocénica (entre 6000 y 3000 años AP) se produjo el descenso más rápido del nivel del mar que continuó hasta alcanzar el nivel actual. Las condiciones del Río de la Plata pasaron de estuáricas a fluviales, acompañando la instalación de un sistema deltaico formado bajo condiciones fluvio-estuáricas cuyos depósitos constituyen el actual delta fluvio estuárico que ocupa todo el ancho del lecho de río (Cavalotto 2009). Las islas deltaicas se caracterizan por el predominio de superficies de bajos con agua permanente o temporaria desarrollados en cotas inferiores a los +2.5 m y delimitados por albardones originados por acción fluvial. Debido a la naturaleza cohesiva de los materiales acarreados por el Paraná y sus distributarios en el Delta y las bajas pendientes, los cursos tienen un hábito meandriforme de alta sinuosidad pero de escasa migración lateral.

**Regimen hidrológico.** Las islas reciben el constante aporte de las aguas que bajan del Paraná, pero están sometidas también al régimen de repuntes y mareas del Estuario del Plata. Los repuntes son producidos por las mareas lunares que ejercen su acción sobre las aguas del Río de la Plata, provocando oscilaciones cíclicas en su nivel medio que oscilan en  $\pm 1$ m. Las mareas del Río de la Plata son producidas por los vientos del cuadrante sudeste. La intensidad y la duración de esos vientos regulan la magnitud de la creciente que se registra en el cerro del Riachuelo. Cuando en el Riachuelo marca los 2,50 mts. hay un fuerte repunte y cuando alcanza los 3,50 metros, se produce una marea en el Delta Inferior, independientemente de las crecientes de los ríos Paraná y Uruguay. Esta marea se caracteriza por poder generarse en pocas horas como consecuencia de una fuerte tormenta del sudeste, pero las aguas vuelven a su nivel normal inmediatamente después que desaparece. Si la marea se produce estando los ríos Paraná y Uruguay altos, la creciente se nivela en todo el Delta, pudiendo alcanzar proporciones de catástrofe como ocurrió en 1959.

**Suelos.** Las islas se caracterizan por la presencia de suelos hidromórficos que incluyen suelos con avenamiento impedido, sometidos a procesos de gleyzación asociados a que la napa freática se encuentra cercana a la superficie con fluctuaciones diarias asociadas al régimen de mareas del Río de la Plata. En este caso se considera el término gley en sentido amplio, como la presencia en el perfil de suelo de un horizonte de reducción anegado con matices gris azulado verdoso, donde predominan condiciones de vida anaerobia.

**Vegetación.** El patrón de la vegetación natural está representado por formaciones boscosas (selvas marginales, bosques puros de ceibo y bosques secundarios dominados por especies exóticas) y pajonales de paja brava, así como praderas de hidrófitas arraigadas y libres en las márgenes de los cursos de agua y en los cauces menores.



**Humedales.** Esta unidad de paisaje está conformada por un mosaico de humedales, y cada uno de los elementos presentes constituye algún tipo de humedal. Los tipos de humedales naturales identificados son los siguientes y se expresan en la Figura 6.1.1.1:

- Albardón del Paraná
- Distributarios (cauce y albardones de cursos menores activos)
- Horquetas. Albardón y cauce de cursos ciegos
- Crestas y paleocanales de mareas.
- Bañado de bajo interior

**Usos:** El principal uso productivo del área corresponde a la forestación con salicáceas, con plantaciones de sauces a zanja abierta y alamos en general en predios con atajarepunes y algunos diques. En menor medida se dan plantaciones frutales y la apicultura. El uso turístico y recreacional está bastante difundido, con quintas de fin de semana y recreos para el desarrollo de actividades náuticas y la pesca.

**Servicios ecosistémicos:** Son numerosos e incluyen la regulación de excedentes hídricos, el sostenimiento de la fertilidad del suelo, la oferta de hábitat para una gran diversidad de especies de fauna silvestre que desarrollan en las islas su ciclo de vida y el sostenimiento de especies vegetales (ej. juncos) y animales (ej. peces) que además de su valor natural son de interés económico.

**Amenazas.** La vegetación boscosa original ha sido totalmente reemplazada ya desde principios de siglo XX por la ocupación y el desarrollo de actividades agrícolas (fruticultura y luego forestación), hoy apenas se encuentran relictos. Los bajos del interior de las islas, ocupados por pajonales, suelen ser atravesados por canales y zanjas para facilitar el drenaje de los excedentes hídricos provocados por los repunes y mareas. En otros casos, se realizan endicamientos que impiden el ingreso del agua a las islas, perdiendo estas su potencial de amortiguación de excedentes hídricos. Una de las principales amenazas la constituye el avance de emprendimientos inmobiliarios de carácter transformador del sistema (barrios cerrados, endicados).

**Ambientes acuáticos artificiales.** Zanjas forestales, canales de drenaje y de navegación

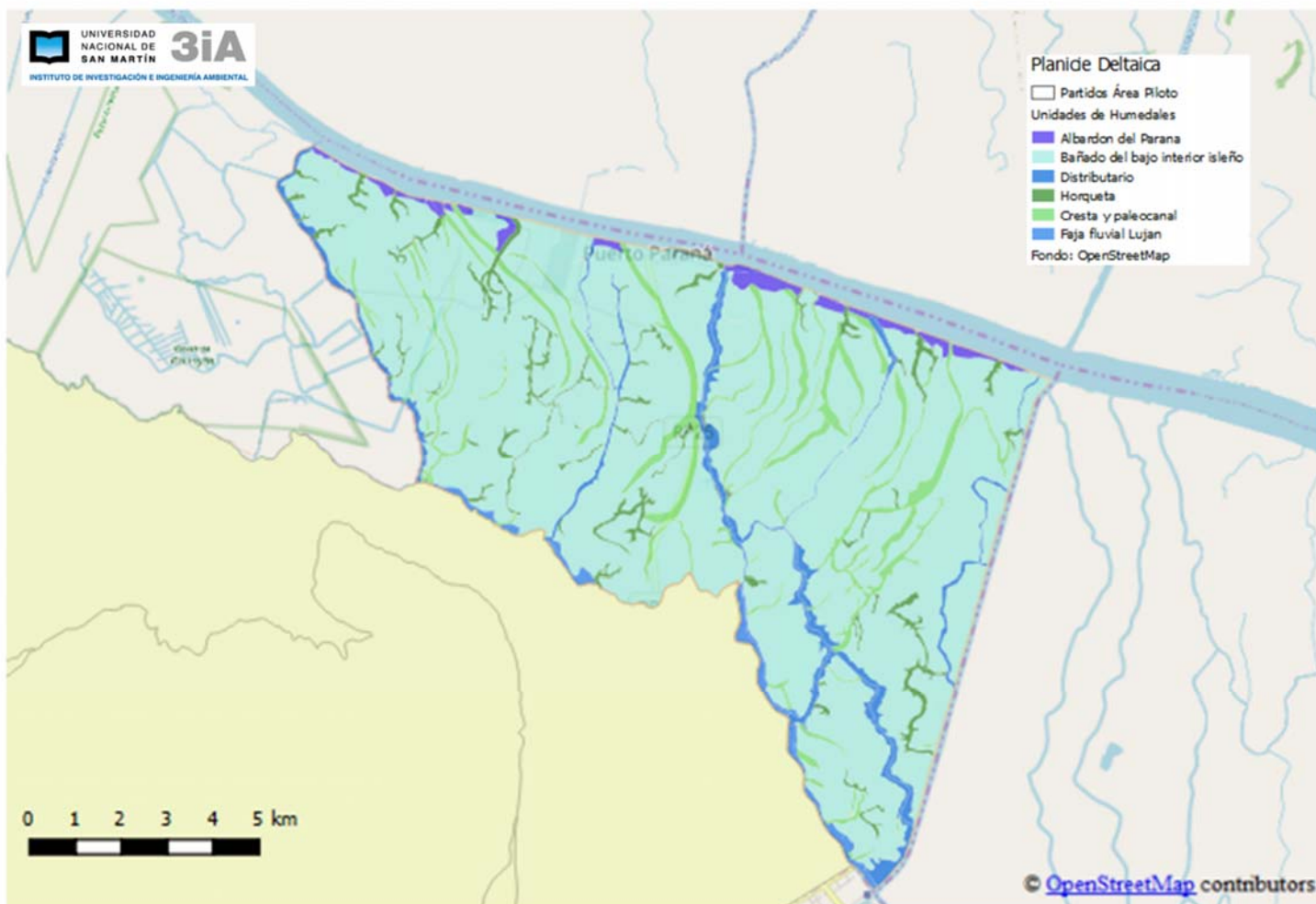
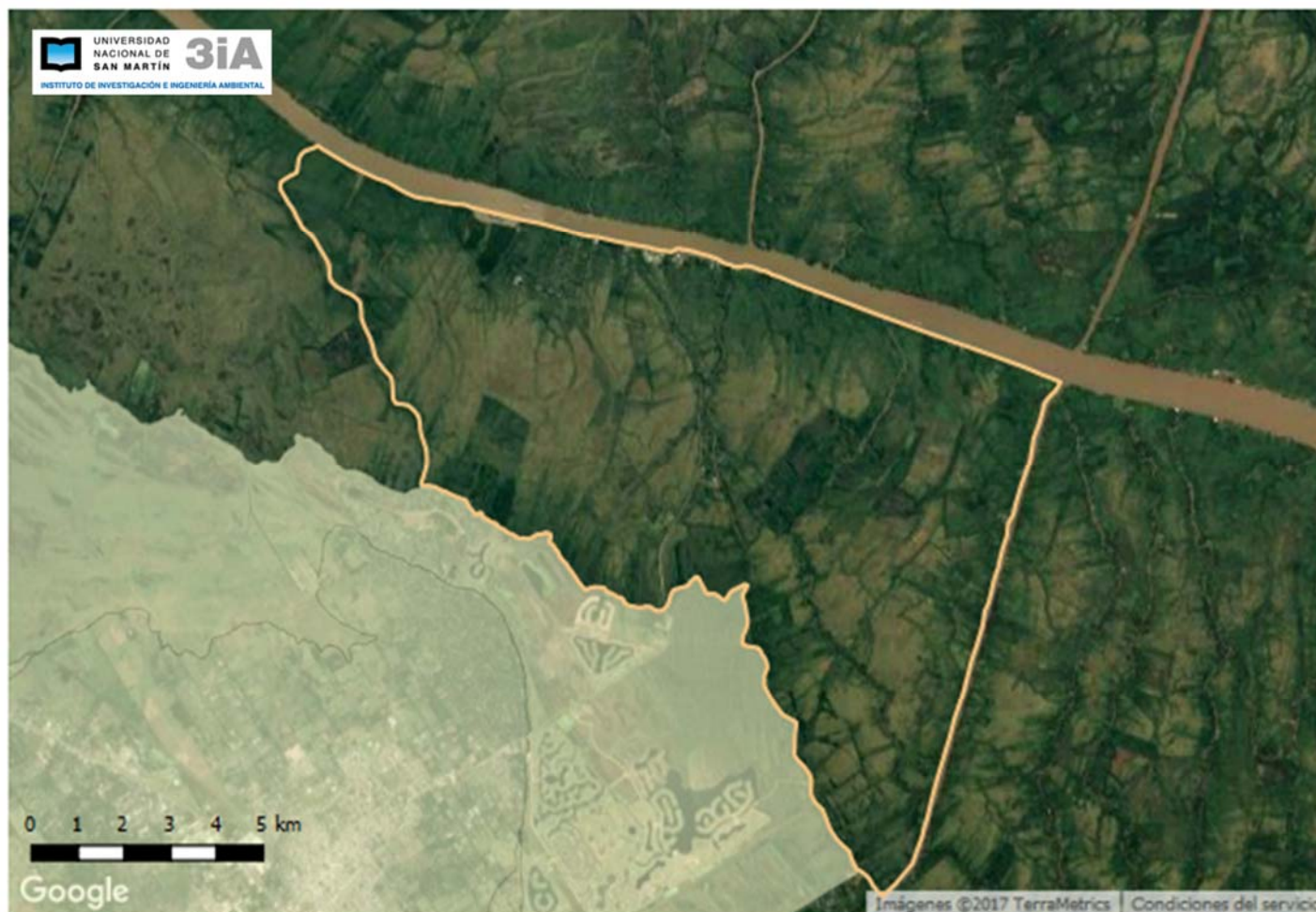


Figura 6.1.1.1 Mapa humedales naturales de la unidad de paisaje Planicie Deltaica.



**Figura 6.1.1.2** Imagen Google Satellite de la unidad de paisaje Planicie Deltaica. Se observan las áreas de plantación forestal de salicáceas con sus canales y zanjas de drenaje.





### 6.1.2 Humedales naturales

**Nombre del Tipo de humedal:** Albardón del Paraná.

**Emplazamiento geomorfo:** se desarrolla de manera discontinua a la vera del cauce del Río Paraná. El relieve es plano convexo con un ancho menor a los 100 metros y altura no mayor a los 3 m.s.n.m.

**Hidro fuente/hidroperiodo:** Estos ambientes son frecuentemente inundados por mareas del Río de la Plata, pero presenta condiciones de buen drenaje.

**Suelos:** Son del tipo gley húmicos que se forman a partir de materiales fluviales, con vegetación arbórea y bajo el influjo de un nivel de agua fluctuante pero con una napa freática relativamente profunda (entre 1m y 1,5 m). La menor permanencia del agua, y las condiciones de aireación del perfil favorecen la humificación de los restos vegetales. En estos suelos se verifica la presencia de moteados ocre, y compuestos ferruginosos y ferromangánicos, en forma de manchas herrumbrosas o de laminillas costras y o concreciones debido a las condiciones que se generan localmente de alternancia de oxidación y reducción. En albardones también se identifican suelos low humic gley, con horizontes húmicos muy delgados, ricos o no en materia orgánica y con una capa gley a poca profundidad.

**Vegetacion:** la vegetación natural correspondía originalmente a una selva marginal muy rica en especies formada por asociaciones de *Ocotea acutifolia* (laurel), *Allophylus edulis* (chal-chal), *Pouteria salicifolia* (matajojo), *Sebastiania brasiliensis* (blanquillo), conocidas como "Monte Blanco" (Burkart 1957). Otras especies de árboles muy abundantes son *Nectandra falcifolia*, *Erythrina crista-galli*, *Inga uruguayensis*, *Blepharocalix twediei*, *Cytharexilon montevidense*, *Rapanea lorentziana*, *Sapium haematospermum*, etc. Los estratos inferiores presentaban una gran variedad de especies herbáceas y también arbustivas. De esta formación solo quedan relictos y, en cambio, se suelen encontrar bosques secundarios o neoeosistemas, dominados por especies exóticas como el ligustro (*Ligustrum lucidum*), la ligustrina (*Ligustrum sinense*), el fresno (*Fraxinus excelsior*), el arce (*Acer campestre*), acompañados a veces por zarzamora (*Rubus spp.*) y madre selva (*Lonicera japónica*) que forman una matriz cerrada, donde las especies nativas aparecen en forma aislada (Kalesnik 2001). En áreas de remansos suele colonizar el junco (*Schoenoplectus californicus*).

**Servicios reconocidos:** Habitat para fauna silvestre (i.e. ciervo de los pantanos, pava de monte) que requieren de estos ambientes para alimentación, refugio y reproducción. El junco (*Schoenoplectus californicus*) tiene un papel fundamental en la protección de la línea de costa frente al oleaje del tránsito fluvial y las tormentas.

**Usos:** La principal actividad es la forestal de salicáceas: alamos y sauces y en menor medida la apicultura. También se desarrolla actividad recreativa con fincas y recreos de fin de semana donde se realizan actividades náuticas y pesca entre otras.

**Impactos y Amenazas:** La vegetación boscosa original ha sido totalmente reemplazada ya desde principios de siglo XX por la ocupación y el desarrollo de actividades forestales, hoy apenas se encuentran relictos. Donde la actividad productiva fue abandonada, se desarrollan bosques secundarios o neoeosistemas boscosos. El tráfico fluvial de barcos y lanchas, genera oleaje pone en riesgo la estabilidad de las costas, más aun cuando disminuye la cobertura vegetal. Instalación de marinas y puertos.

Minotti P. y P. Kandus, 2017





Albardón del Paraná. Foto Agustin Sequeira. Fuente: Panoramio



Albardón del Paraná. Foto Javier E. Fuente: Panoramio  
Minotti P. y P. Kandus, 2017



**Nombre del Tipo de humedal:** Distributarios.

---

**Emplazamiento geomorfo:** son cauces que se desarrollan a partir del Río Paraná, junto con sus delgados albardones asociados.

**Hidro fuente/hidroperiodo:** Los cursos de agua son permanentes, de ancho variable, de menos de 5 metros de profundidad. El sentido normal del flujo es del Río Paraná hacia el Río Lujan, e invierten su circulación en relación al ciclo de mareas del Río de la Plata o cuando soplan vientos fuertes del Sudeste. Los albardones de forma plano convexa pueden ser cubiertos por las mareas, pero presenta condiciones de relativo buen drenaje.

**Suelos:** Los albardones presentan suelos del tipo gley húmicos que se forman a partir de materiales fluviales, con vegetación arbórea y bajo el influjo de un nivel de agua fluctuante pero con una napa freática relativamente profunda (entre 1m y 1,5 m). La menor permanencia del agua, y las condiciones de aireación del perfil favorecen la humificación de los restos vegetales. En estos suelos se verifica la presencia de moteados ocre, y compuestos ferruginosos y ferro-manganesicos, en forma de manchas herrumbrosas o de laminillas costras y o concreciones debido a las condiciones que se generan localmente de alternancia de oxidación y reducción. En albardones también se identifican suelos low humic gley, con horizontes húmicos muy delgados, ricos o no en materia orgánica y con una capa gley a poca profundidad.

**Vegetación:** la vegetación natural correspondía originalmente a una selva marginal muy rica en especies formada por asociaciones de *Ocotea acutifolia* (laurel), *Allophylus edulis* (chal-chal), *Pouteria salicifolia* (matajojo), *Sebastiania brasiliensis* (blanquillo), conocidas como "Monte Blanco" (Burkart 1957). Otras especies de árboles muy abundantes son *Nectandra falcifolia*, *Erythrina crista-galli*, *Inga uruguayensis*, *Blepharocalix twediei*, *Cytharexilon montevidense*, *Rapanea lorentziana*, *Sapium haematospermum*, etc. Los estratos inferiores presentaban una gran variedad de especies herbáceas y también arbustivas. De esta formación solo quedan relictos y, en cambio, se suelen encontrar bosques secundarios, dominados por especies exóticas como el ligustro (*Ligustrum lucidum*), la ligustrina (*Ligustrum sinense*), el fresno (*Fraxinus excelsior*), el arce (*Acer campestre*), acompañados a veces por zarzamora (*Rubus spp.*) y madre selva (*Lonicera japónica*) que forman una matriz cerrada, donde las especies nativas aparecen en forma aislada (Kalesnik 2001). En áreas de remansos suele colonizar el junco (*Schoenoplectus californicus*).

**Servicios reconocidos:** Habitat para fauna silvestre (i.e. ciervo de los pantanos, pava de monte) que requieren de estos ambientes para alimentación, refugio y reproducción. El junco (*Schoenoplectus californicus*) tiene un papel fundamental en la protección de la línea de costa frente al oleaje del tránsito fluvial y las tormentas. Sitios para emplazamiento humano, desarrollo turístico y recreacional.

**Usos:** La principal actividad es la forestal. También se desarrolla actividad recreativa con fincas y recreos de fin de semana donde se realizan actividades náuticas y pesca entre otras.

**Impactos y Amenazas:** La vegetación boscosa original ha sido totalmente reemplazada ya desde principios de siglo XX por la ocupación y el desarrollo de actividades agrícolas (fruticultura y luego forestación), hoy apenas se encuentran relictos. Donde la actividad productiva fue abandonada, se desarrollan bosques secundarios o neoecosistemas. El tráfico fluvial de barcos y lanchas, genera oleaje que en algunos casos atenta contra la estabilidad de las costas, más aun cuando disminuye la cobertura vegetal.





Distributario del Paraná Paraná. Foto Walter Preiss. Fuente: Panoramio



Distributario del Paraná Paraná: Arroyo Correntino. Foto Roberto Saco. Fuente: Panoramio  
Minotti P. y P. Kandus, 2017



**Nombre del Tipo de humedal:** Horquetas.

**Emplazamiento geomorfo:** Son cauces ciegos del interior de islas y su albardón. Los cauces se desarrollan desde los distributarios del Paraná hacia el interior de las islas donde se hacen cada vez más finos hasta perderse. A lo largo de estos cursos suelen encontrarse albardones apenas desarrollados, que pierden altitud hacia el interior de la isla.

**Hidro fuente/hidroperiodo:** Se trata de cursos de agua permanente, de ancho variable pero menor a 2 metros e invierten su circulación en relación al ciclo de mareas del Río de la Plata. Los albardones son cubiertos totalmente por las mareas pero presentan condiciones de relativo buen drenaje.

**Suelos:** los albardones son del tipo gley húmicos que se forman a partir de materiales fluviales, con vegetación arbórea y bajo el influjo de un nivel de agua fluctuante. La menor permanencia del agua, y las condiciones de aireación del perfil favorecen la humificación de los restos vegetales, sin embargo al perder altura se incrementa la inundabilidad de los sitios.

**Vegetación:** la vegetación natural correspondía originalmente a una selva marginal conocida como "Monte Blanco", muy rica en especies formada por asociaciones de *Ocotea acutifolia* (laurel), *Allophylus edulis* (chálchal), *Pouteria salicifolia* (mataajo), *Sebastiania brasiliensis* (blanquillo) (Burkart 1957). Otras especies de árboles muy abundantes son *Nectandra falcifolia*, *Erythrina crista-galli*, *Inga uruguayensis*, *Blepharocalix twediei*, *Cytharexilon montevidense*, *Rapanea lorentziana*, *Sapium haematospermum*, etc. Los estratos inferiores presentaban una gran variedad de especies herbáceas y también arbustivas. Al disminuir la altura de los albardones hacia el interior de las islas se incrementa la presencia del ceibo (*Erythrina crista-galli*) que suele formar bosques puros aunque bajos (altura menor a 5 metros) con el sotobosque que pasa de una relativa variedad de herbáceas a la dominancia de paja brava (*Scirpus giganteus*). El cauce suele presentar gran abundancia de plantas hidrófitas flotantes (camlotes) y arraigadas como *Echinodorus grandiflorus*, *Schoenoplectus californicus*, *Zizaniopsis bonariensis*, entre otras.

**Servicios reconocidos:** Habitat para fauna silvestre que requieren de estos ambientes para alimentación, refugio y reproducción.

**Usos:** La principal actividad es la forestal con especies de salicáceas

**Impactos y Amenazas:** la formación vegetal ha sido fuertemente reemplazada por la actividad forestal de salicáceas. En áreas de albardones donde la actividad productiva fue abandonada, o en las periferias de las plantaciones activas, se desarrollan bosques secundarios de sauces que también invaden a los bosques de ceibo. También aparecen asociaciones de plantas dominadas por especies exóticas como el ligustro (*Ligustrum lucidum*), la ligustrina (*Ligustrum sinense*), que forman una matriz cerrada.



Arroyo interno. Foto Fermin Z. Fuente: Panoramio





**Nombre del Tipo de humedal:** Crestas y paleocanales.

**Emplazamiento geomorfo:** las crestas son antiguos depósitos asociados a canales de marea formados en un ambiente donde aun predominaban las condiciones estuáricas por sobre las fluviales. Las crestas tienen forma alargada de longitud variable siendo el ancho de apenas 5 metros. Se emplazan en los bajos del interior de las islas como parches aislados en la matriz de pajonal.

**Hidro fuente/hidroperiodo:** Se trata de ambientes desconectados actualmente del curso de agua principal con la napa freática muy cercana a la superficie y se cubren con agua por las lluvias locales o por desbordes asociados a repuntes y mareas.

**Suelos:** suelos hidromórficos.

**Vegetación:** la vegetación natural corresponde a ambientes de pajonal de paja brava (*Scirpus giganteus*) con presencia de arbustos (i.e. *Aeschynomene montevidensis*, *Sesbania* sp., *Baccharis salicifolia*) y arboles aislados como ceibos (*Erythrina crista-galli*) y sauces (*Salix* sp.).

**Servicios reconocidos:** Habitat para fauna silvestre que requieren de estos ambientes para alimentación, refugio y reproducción.

**Usos:** La principal actividad es la forestal con especies de salicáceas.

**Impactos y Amenazas:** la formación vegetal ha sido fuertemente reemplazada por la actividad forestal de salicáceas.



Camino cortando una cresta. Foto Federico Lausi. Fuente: Panoramio



**Nombre del Tipo de humedal:** *Bañado del bajo interior*

---

**Emplazamiento geomorfo:** *corresponde a extensos bajos que ocupan el interior de las islas deltaicas. Representan aproximadamente el 80% de la superficie de las islas. Estos bajos se encuentran rodeados por albardones que los separan de los cauces de agua principales y son atravesados por cauces ciegos (horquetas) y depósitos estuáricos asociados a antiguos canales de marea (crestas).*

**Hidro fuente/hidroperiodo** *Se trata de ambientes, desconectados del curso de agua principal con la napa freática muy cercana a la superficie y se cubren con agua por las lluvias locales o por desbordes asociados a repuntes y mareas.*

**Suelos:** *corresponde a suelos semipantanosos que se caracterizan por tener una cubierta orgánica u orgánica-mineral poco descompuesta apoyada sobre un horizonte mineral gris azulado. Son suelos de tipo AG, originados a partir de fango fluvio-lacustre pardo-amarillo. El régimen hídrico del perfil se encuentra fuertemente influenciado por la presencia de una napa freática muy cercana a la superficie, de carácter permanente y la afluencia lateral de las aguas de mareas y o crecientes que generan condiciones reductoras prolongadas con fenómenos de gleyzación. .*

**Vegetación:** *la vegetación natural corresponde a pajonales de paja brava (*Scirpus giganteus*). Esta especie es dominante clonal, con una cobertura mayor al 80% de la superficie, altura de hasta 2 metros. Suelen acompañar en forma aislada arbustos (i.e. *Aeschynomene montevidensis*, *Sesbania sp.*, *Baccharis salicifolia*).*

**Servicios reconocidos:** *Amortiguación de los excedentes de agua producto de repuntes y mareas. Refugio para especies de fauna silvestre que requieren de estos ambientes para alimentación, refugio y reproducción (i.e. ciervo de los pantanos, carpincho, nutria).*

**Usos:** *La principal actividad es la forestal con especies de salicáceas con sauces.*

**Impactos y Amenazas:** *la formación vegetal ha sido fuertemente reemplazada por la actividad forestal de salicáceas. En áreas de albardones donde la actividad productiva fue abandonada, o en las periferias de las plantaciones activas, se desarrollan bosques secundarios de sauces que también invaden a los bosques de ceibo. También aparecen asociaciones de plantas dominadas por especies exóticas como el ligustro (*Ligustrum lucidum*), la ligustrina (*Ligustrum sinense*), que forman una matriz cerrada.*



Pajonal de cortadera en el bañado del bajo interior de islas. Foto Patricia Kandus.



## 6.2. Bajios Ribereños

### 6.2.1. Descripción

**Geomorfología:** Los Bajíos ribereños abarcan una franja limitada aproximadamente por la cota de 5 m y las islas deltaicas del Paraná. El rasgo más conspicuo lo constituye una topografía ondulada asociada con la presencia de sistemas de cordones de conchillas. Es un ambiente de origen fluvio-estuarino, el último estado evolutivo de la sucesión de eventos de transgresión y regresión marina durante el Plio-Pleistoceno y el Holoceno, dentro de un antiguo valle fluvial que fue alternativamente llenado y vaciado por el mar.

La unidad de paisaje está dominada por facies marinas ingresivas del querandinense, cuyos sedimentos corresponden a las últimas ingresiones marinas que inundaron completamente el estuario del Río de la Plata. Se encuentran depósitos marinos y costeros, que pueden ser arenosas (cordones litorales) o arcillosos (canales de marea). El desarrollo y la evolución de cordones estuvo genéticamente relacionado con un nivel del mar en descenso, luego de que el mar alcanzara el máximo nivel de + 6.5 m unos 6000 años AP (Guida y González 1984 y Cortelezzi et al. 1999). Estos cordones se encuentran en el nivel estratigráfico superior del registro sedimentario y forman parte de la llamada llanura costera que se extiende hasta la bahía de Sanborombón. Estas acumulaciones cordoniformes están compuestas en su mayor parte por conchilla, fueron originadas en la parte alta de la playa por la acción de tormentas cuando el nivel del mar descendía de los +6 a los 4m y luego a los 2.5m, entre 6000 y 3000 años AP. Los cordones presentan crestas redondeadas y su orientación general es paralela a subparalela entre sí (Cavalotto 2009). Presentan discontinuidades que representan realineaciones de la costa como respuestas a cambios en condiciones oceanográficas y a la medida del aporte de sedimentos. Se infiere la superposición de dos procesos: cambios en las condiciones hidrometeorológicas que modificaron el clima de ola dominante, los cuales inciden en la dirección y tasa de progradación, y por otro lado fluctuaciones del nivel del mar responsables de variaciones morfológica y topográficas.

### Regimen hidrológico.

Durante mareas del Río de la Plata se registren incrementos en la altura de las aguas. También se producen desbordes originados por avenidas del Río Luján, vinculadas a las lluvias en la cuenca alta y media. Debe señalarse también el aporte de la napa freática que se encuentra cercana a la superficie y los de lluvias locales, que según sea su magnitud pueden generar situaciones de anegamiento significativo.

**Suelos.** Es un área compleja desde el punto de vista edáfico dada la heterogeneidad geomorfológica que exhibe. Los cordones de conchillas poseen suelos de tipo Haprendoles. Son Molisoles que precisamente deben sus principales características a la presencia de abundante CaCO<sub>3</sub> (procedente de las conchillas). Se encuentran bien provistos de materia orgánica y de texturas gruesas (arenosos, yareno-gravillosos). El ambiente de la antigua planicie de marea se caracteriza por tener suelos de texturas finas, generalmente arcillosas, debidas a la incidencia del factor material originario. Las arcillas presentan importante participación de especies mineralógicas expansivas (Smectitas e interestratificados) que determinan la presencia de caras de deslizamiento entre los agregados del suelo. Consecuentemente, se reconocen suelos del Orden Vertisoles, del Gran grupo Hapludertes. En los sectores en los que los cordones se hallan cubiertos de materiales eólicos arenosos retransportados, se encuentran Udipsamentos (Entisoles) de muy débil desarrollo pedogenético.

**Vegetación.** En el trabajo realizado en la Reserva Natural Estricta Otamendi, Chichizola (1993) hace una descripción detallada de las principales comunidades vegetales del área representativa del sector denominado por Burkart (1957) como bajíos ribereños. Este autor identificó 9 comunidades herbáceas: 1) el juncal de *Schoenoplectus californicus* ubicado en zonas con la napa freática en superficie; 2) el pajonal de *Scirpus* Minotti P. y P. Kandus, 2017





*giganteus* cubre extensas superficies en bajos; 3) el juncal de *Scirpus americanus* ssp. *monophyllus*, forma comunidades de entre 40 y 90cm de altura en suelos saturados o donde el agua no supera los 20 cm y bordean a las comunidades anteriores; 4) el pastizal de *Spartina densiflora* (esparto) ocupa considerables extensiones en suelos bajos arcillosos, pantanosos y salobres, que usualmente están prácticamente secos en verano y si bien el esparto presenta una dominancia absoluta, suele estar acompañado a veces por especies como *Sarcochornia virginica*, *Limonium brasiliense*, *Cortaderia selloana*, *Atriplex hastata*; 5) el hunquillar de *Juncus acutus* var. *leopoldii* emplazados en zonas húmedas susceptibles a inundaciones por lluvias y desbordes de arroyuelos; 6) el cortaderal de *Cortaderia selloana* se emplaza en ambientes disturbados en las márgenes de arroyuelos (en lomadas), vías de ferrocarril o terraplenes y en ambientes con inundaciones periódicas donde la napa se encuentra a escasa profundidad; 7) el cardasal de *Eryngium cabreræ* está en un escalón intermedio entre el pajonal y el pastizal inundable; 8) el pastizal de *Distichlis spicata* se emplaza en las partes más elevadas del microrelieve, en zonas bajas sin anegamiento permanente ni inundaciones periódicas; 9) el pastizal de *Sporobolus pyramidatus* y *Xanthium cavanillesii* en los albardones del Río Luján. Las formaciones boscosas son menos comunes y solo se emplazan en los escasos ambientes más elevados topográficamente. Se pueden registrar parches de bosque con ceibo (*Erythrina crista-galli*), sauce (*Salix humboldtiana*), y diversas especies exóticas como *Ligustrum lucidum* (ligustro), *Populus* sp. (álamo), *Salix fragilis*, *Lonicera japonica* (madreselva), *Rubus divaricatus* (zarzamora), *Sonchus asper*, *Canna glauca* (achira amarilla). Son frecuentes las formaciones de acacia negra (*Gleditsia triacanthos*) y talas (*Celtis tala*). Esta descripción es genérica y fue realizada para ambientes comparables en áreas de la Reserva estricta Otamendi; por lo tanto debe ser verificada y completada con estudios locales.

**Humedales.** Esta unidad de paisaje está conformada por un mosaico de humedales, y cada uno de los elementos presentes constituye algún tipo de humedal. Los tipos de humedales naturales identificados son los siguientes y se expresan en la Figura 6.2.1.1:

- Faja fluvial actual del Río Luján
- Paleocauces
- Cordones litorales
- Ambientes intercordones

**Usos.** Se trata de un área fuertemente transformada. Inicialmente por el uso forestal, con plantaciones de salicácea y también fincas privadas de uso recreacional. En los últimos años, se ha registrado un fuerte desarrollo inmobiliario, particularmente de barrios cerrados.

**Servicios ecosistémicos.** Son numerosos pero probablemente el principal se trate de la regulación de excedentes hídricos. Además se puede mencionar la oferta de hábitat para una gran diversidad de especies de fauna silvestre que desarrollan en las islas su ciclo de vida y el sostenimiento de especies vegetales y fauna silvestre que además de su valor natural tiene interés económico, por ejemplo como oferta de flora apícola, forraje ganadero, entre otros.





**Impactos y Amenazas.** Uno de los principales impactos y amenaza aun vigente lo constituye el avance de emprendimientos inmobiliarios de carácter transformador del sistema (barrios cerrados, endicados). Estas obras promueven la pérdida de superficie de humedal con la pérdida del potencial de amortiguación de excedentes hídricos de estos ambientes. Al igual que el desarrollo de muchas obras viales, estas obras modifican en forma drástica los patrones de drenaje naturales, promoviendo que se agudicen las situaciones de inundación en sitios no previstos. La vegetación boscosa original ha sido prácticamente reemplazada en forma total ya desde principios de siglo XX por la ocupación y el desarrollo de actividades agrícolas (fruticultura y algo de forestación). Los bajos ocupados por pajonales y praderas de herbáceas hidrófitas, suelen ser atravesados por canales y zanjas para facilitar el drenaje de los excedentes hídricos. La mayor parte de los ambientes de humedal de esta unidad de paisaje se han perdido principalmente por el desarrollo urbano de barrios cerrados.

**Ambientes acuáticos artificiales.** Canales, zanjas, cavas.

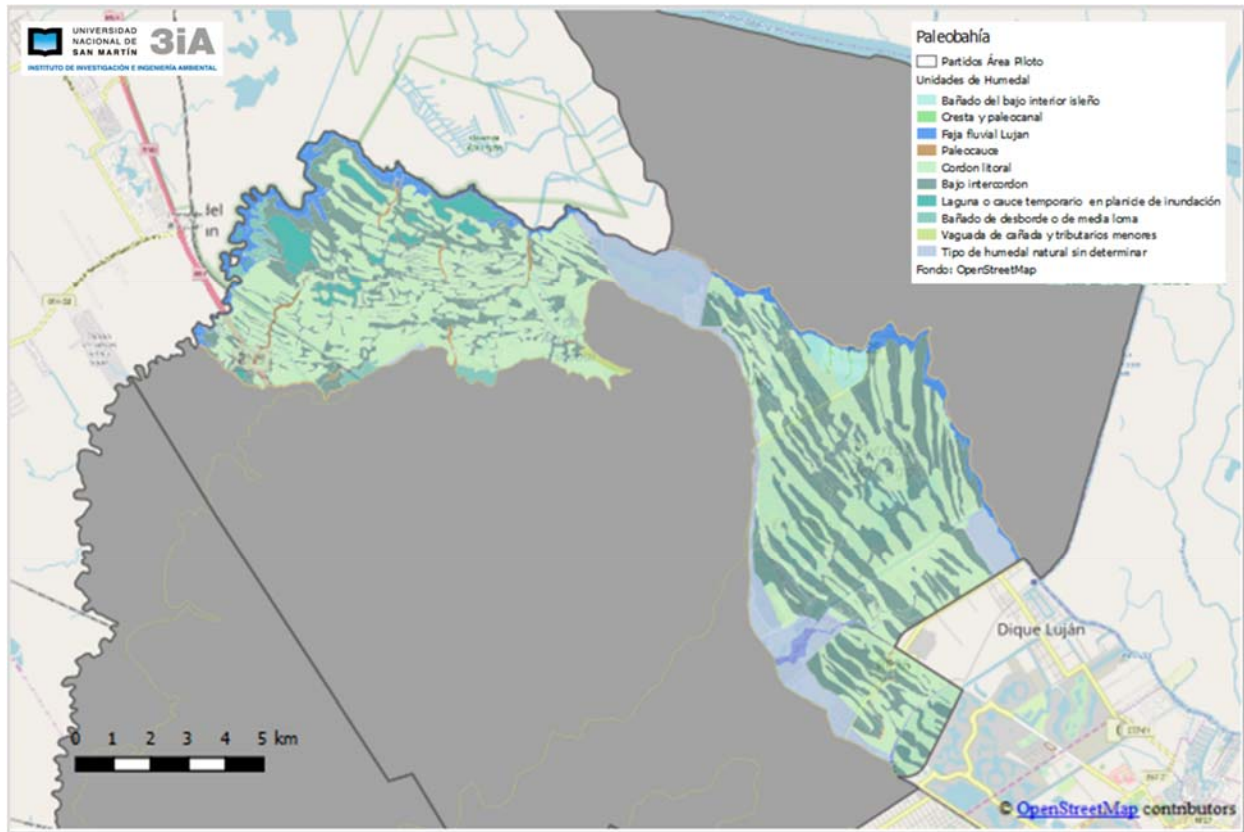


Figura 6.2.1.1 Mapa de humedales naturales de la unidad de paisaje Bajos Ribereños.



**Figura 6.2.1.2** Imagen Google Satellite de la unidad de paisaje Bajíos Ribereños. En amarillo límites de tipos de humedal. Se observan las áreas correspondientes a humedal transformadas con sus canales y zanjas de drenaje.



## 6.2.2. Humedales naturales

**Nombre del Tipo de humedal:** Faja fluvial actual del Río Lujan

**Emplazamiento geomorfo:** se trata del curso activo del Río Lujan inferior y su planicie aluvial actual, desde un poco antes de su intersección con la Ruta Nacional Nro. 9 y luego en su camino hacia el Río de la Plata. Corre limitando esta unidad con la planicie deltaica del Paraná. A cada lado al canal fluvial se desarrolla un albardón marginal definido, con rupturas en algunos tramos a través de las cuales tienen lugar derrames laterales que forman cursos pequeños y cortos, similares a las horquetas deltaicas, también llamados fugas.

**Hidro fuente/hidroperiodo:** El módulo del Río Luján oscila entre 5,37 m<sup>3</sup>/seg y el máximo de 400 m<sup>3</sup>/seg (SRNyDS, 1999), con medias mínimas y máximas entre 10 m<sup>3</sup>/seg y 275 m<sup>3</sup>/seg observadas en las estaciones con más registros. Los valores estimados por simulación con el modelo hidrodinámico HEC-HMS distribuido por subcuencas, alimentado con datos pluviométricos y una base cartográfica de topografía y suelos, dio valores máximos entre 300 y 950 m<sup>3</sup>/seg según el sector del río y el nivel de recurrencia considerado (Reyna et al 2007), mientras que los observados para la creciente del 2001 se encuentran próximos a los 300 m<sup>3</sup>/seg (Sanchez Caro y Bianchi).

**Suelos:** Presencia de suelos hidromórficos. En porciones más elevadas del gradiente topográfico donde la napa freática es más profunda y las condiciones de aireación más favorables, mejoran las condiciones de humificación de la materia orgánica.

**Vegetación:** Se suceden ambientes de pastizal en albardones y se pueden registrar parches de bosque con ceibo (*Erythrina crista-galli*), sauce (*Salix humboldtiana*), y diversas especies exóticas como *Ligustrum lucidum* (ligustro), *Populus sp.* (álamo), *Salix fragilis*, *Lonicera japonica* (madreselva), *Rubus divaricatus* (zarzamora), *Sonchus asper*, *Canna glauca* (achira amarilla). Son frecuentes las formaciones de acacia negra (*Gleditsia triacanthos*) y talas (*Celtis tala*). En el cauce del río se suelen encontrar masas de vegetación acuática flotante como camalotales (i.e. *Eichorria azulea*) y praderas flotantes de gramíneas (i.e. *Panicum elephantipes*) y en las márgenes también plantas arraigadas como el junco (*Schoenoplectus bonariensis*), el cucharero (*Echinodorus grandiflorus*), la saeta (*Sagittaria montevidensis*) y sobre las márgenes, aparecen cortaderia (*Cortaderia selloana*), cardas (*Eryngium sp.*), entre otras.

**Servicios reconocidos:** Papel fundamental es la amortiguación de inundaciones. La vegetación costera contribuye a la protección de la línea de costa frente al oleaje del tránsito fluvial y las tormentas. Habitat para fauna silvestre (i.e. coipo, ciervo de los pantanos, pava de monte) que requieren de estos ambientes para alimentación, refugio y reproducción.

**Usos:** La principal actividad es la actividad recreativa de fin de semana particularmente las náuticas y pesca.

**Impactos y Amenazas:** La principal amenaza actual es el avance del desarrollo urbano de la mano de emprendimientos de barrios residenciales cerrados.





Río Luján cerca del Ar. Las Rosas. Foto Fermin Z. Fuente: Panoramio



Río Luján. Foto Fermin Z. Fuente: Panoramio

Minotti P. y P. Kandus, 2017





**Nombre del Tipo de humedal:** *Paleocauces del Rio Lujan*

---

**Emplazamiento geomorfológico:** *De acuerdo a Malagnino (2011) son cauces labrados por el Rio Lujan en la llanura de mareas estuarica en distintos periodos, durante el descenso del nivel del mar.*

**Hidro fuente/hidroperiodo:** *están alimentados por los desbordes del Rio Lujan, las lluvias locales, los niveles del freático libre aflorantes y también por mareas.*

**Suelos:** *No hay información sobre el suelo o sustrato del fondo.*

**Vegetación:** *Si tienen albardones incipientes o derrames laterales, suelen presentar rodales puros de Acacia negra (*Gleditsia triacanthos*).*

**Servicios reconocidos:** *Drenaje de excedentes hidricos.*

**Usos:** *Pesca recreativa, drenaje de excedentes hidricos.*

**Impactos y Amenazas:** *Los principales paleocauces han sido profundizados y rectificadas para funcionar como aliviadores de las aguas represadas por la ruta Panamericana. Algunos presentan también parte de sus laterales modificados con terraplenes agropecuarios.*



Paleocauce del Luján. Foto Daniel Bavarisco. Fuente: Panoramio

Minotti P. y P. Kandus, 2017



**Nombre del Tipo de humedal:** Cordones litorales

---

**Emplazamiento geomorfo:** *Esto ambientes corresponden a crestas de playa configurando una serie de líneas recurvadas concéntricas con respecto al margen de la antigua palebahía. Se presentan como una serie de fajas paralelas, aplanadas, de muy escaso relieve, separadas por depresiones pandas en general anegadas. El ancho de los cordones es de poca variación ya que oscila entre 130 y 100 metros. La secuencia de cordones, desde el Sudoeste al Noreste, representa un nivel marino inicialmente más elevado (5m), que fue disminuyendo de manera progresiva hasta el nivel actual (1m).*

**Hidro fuente/hidroperiodo:** *sus fuentes principales son superficiales, dadas por las crecientes del Rio Parana, las mareas eólicas del Rio de la Plata y también las crecientes del Rio Lujan cuando llegan al tramo inferior. Algunos sectores de los cordones se hallan actualmente semisumergidos.*

**Suelos:** *Los cordones de conchillas poseen suelos de tipo Haprendoles. Son Molisoles que precisamente deben sus principales características a la presencia de abundante CaCO<sub>3</sub> procedente de las conchillas. Se encuentran bien provistos de materia orgánica y de texturas gruesas (arenosos, y areno-gravillosos). Se asocian estrechamente a la vegetación de talas.*

**Vegetacion:** -----.

**Servicios reconocidos:** *Habitat para fauna silvestre.*

**Usos:** *el uso principal actual de los ambientes naturales sería el ganadero.*

**Impactos y Amenazas:** *Presentan un nivel de fragmentación elevado. Las mayores intervenciones ocurren en el partido de Escobar con urbanizaciones endicadas, endicamientos agropecuarios, instalaciones industriales, localización y fragmentación por canales y terraplenes de caminos interiores y del complejo vial de la ruta Panamericana. Estas construcciones afectan la dinámica del agua en la paelobahia, que registra inundaciones más prolongadas que afectan la integridad de los cordones.*



**Nombre del Tipo de humedal:** *Ambientes intercordones*

---

**Emplazamiento geomorfo:** *Son los bajos entre las crestas de playa de los cordones. Son someros, de perfil pando. También se incluyen en esta tipología a los bajos resultantes de la fragmentación de los cordones.*

**Hidro fuente/hidroperiodo:** *Están alimentados por los niveles del freático libre aflorante y también por mareas altas ordinarias. Reciben también de manera aguas de las crecientes del Río Parana, las mareas eólicas del Río de la Plata y también la inundación del Río Lujan cuando llega al tramo inferior.*

**Suelos:** -----.

**Vegetación:** *Los ambientes anegados permanentes presentan comunidades de macrofitas emergidas como juncos (*Schoenoplectus californicus*) y totoras (*Typha dominguensis*). Durante el verano presentan extensas superficies cubiertas por macrofitas flotantes y arraigadas.*

**Servicios reconocidos:** *áreas importantes de biodiversidad, en especial de aves y tortugas acuáticas.  
Regulación de exedentes hídricos*

**Usos:** -----.

**Impactos y Amenazas:** *En las áreas que no han sido eliminados por urbanizaciones o establecimientos industriales endicados, presentan un nivel de alteración elevado debido a canalizaciones agropecuarias y a procesos erosivos de encauzamiento de las aguas después de las crecientes. (Por un lado recibe un volumen de agua mayor aportado por las alcantarillas y aliviadores de la ruta Panamericana como también de viejos canales de drenaje que nacen en el interior de la paelobahia y terminan en el río Lujan inferior, cuya pendiente hidráulica favorece el ingreso de aguas durante las crecientes del Parana o durante la marea alta .. Por un lado las aguas de escorrentía no pueden escurrir hacia el Río Lujan inferior, ya que éste presenta parte de sus cursos con albardones alteados.)*



## 6.3. Paleoestuarios

### 6.3.1. Descripción

**Geomorfología:** Corresponde en el AP a la porción de las cuenca media del Río Luján y las cuencas baja del Río Escobar (desde la intersección de los mismos con la Ruta Nacional Nro 8) y el Arroyo Garín. Son ambientes de origen fluvio-estuarío, vinculados al último estado evolutivo de la sucesión de eventos de transgresión y regresión marina durante el Plio-Pleistoceno y el Holoceno, en la desembocadura de los cauces continentales dentro de un antiguo valle fluvial que fue alternativamente llenado y vaciado por el mar. La unidad de paisaje se presenta como amplios valles asociados a los cauces.

Los depósitos fluviales, de granulometrías limo-arenosas, se encuentran comprendidas dentro de la denominada Formación Luján o Lujanense, incluido en el postpampeano. Ocupan los principales valles fluviales como en el caso de los ríos Matanzas-Riachuelo, Reconquista y Luján, y se hallan cubiertos parcialmente por depósitos fluviales más modernos y se interdigitan con las facies marinas ingresivas del querandínense.

#### **Regimen hidrológico.**

Recibe el aporte de las avenidas de los cauces asociadas a las lluvias en las cuencas media y alta. Durante las mareas del Río de la Plata se registran incrementos en la altura de las aguas por el impedimento a la circulación en la desembocadura. Debe señalarse también el aporte de la napa freática que se encuentra cercana a la superficie y los de lluvias locales, que según sea su magnitud pueden generar situaciones de anegamiento significativo.

**Suelos.** Se señala la presencia de suelos hidromórficos que incluyen suelos con avenamiento impedido, semipantanosos, sometidos a procesos de gleyzación asociados a que la napa freática se encuentra cercana a la superficie con fluctuaciones regulares asociadas al régimen de desbordes del Río Luján y las mareas del Río de la Plata y al aporte por lluvias. En porciones más elevadas del gradiente topográfico donde la napa freática es más profunda y las condiciones de aireación más favorables, mejoran las condiciones de humificación de la materia orgánica. Esta descripción es tomada de textos generales (Bonfils 1961) y debe ser verificada, actualizada y completada con relevamientos locales.

**Vegetación.** No se encuentra información específica de esta unidad, y esta descripción se realiza a modo orientativo en base a visitas realizadas por las autoras. La unidad se caracteriza por extensos bañados y lagunas temporarias con praderas de herbáceas que cubren la mayor parte del valle, conformado un mosaico de comunidades con diversas especies hidrófitas dominantes (*Althrantera phyloxeroide*, *Polygonum* sp., *Ludwigia* sp. *Spartina* sp. y otras gramíneas) y arbustos aislados (*Sesbania punicea*, *Aeschynomene montevidensis*, entre otras). En este marco se emplazan también ambientes de aguas más profundas en general de carácter permanente (alimentadas en épocas secas por el aporte de la napa freática), con aguas abiertas o cubiertas por vegetación arraigadas emergente (juncuales), flotantes y sumergidas. Los bosques se extienden en fajas adyacentes a los cauces principalmente dominados por la especie invasora acacia negra (*Gleditsia triacanthos*). También se encuentran matorrales de *Baccharis salicifolia* (chilcales).



**Humedales.** Esta unidad de paisaje está conformada por un mosaico de humedales, y cada uno de los elementos presentes constituye algún tipo de humedal. Los tipos de humedales naturales identificados son los siguientes y se expresan en la Figura 6.3.1:

- Faja fluvial del Lujan
- Fajas fluviales de tributarios menores (i.e. Escobar, Garín)
- Bañados
- Lagunas y cauces temporarios

**Usos:** Se trata de un área fuertemente disturbada por las obras viales (rutas nacionales 8 y 9), y transformada por el avance inmobiliario con barrios cerrados. El uso de la planicie involucra principalmente la ganadería.

**Servicios ecosistémicos:** El principal servicio es el de regulación de excedentes hídricos. Además se puede mencionar la oferta de hábitat para especies de fauna silvestre y forraje natural.

**Amenazas.** Una de las principales amenazas la constituye el avance de emprendimientos inmobiliarios de carácter transformador del sistema (barrios cerrados, endicados). Estas obras promueven la pérdida de superficie de humedal con la pérdida del potencial de amortiguación de excedentes hídricos de estos ambientes. Al igual que el desarrollo de muchas obras viales, estas obras modifican en forma drástica los patrones de drenaje naturales, promoviendo que se agudicen las situaciones de inundación aguas arriba. Es importante destacar la expansión de especies invasoras como la acacia negra (*Gleditsia triacanthos*).

**Cuerpos de agua artificiales.** Canales, zanjas, cavas



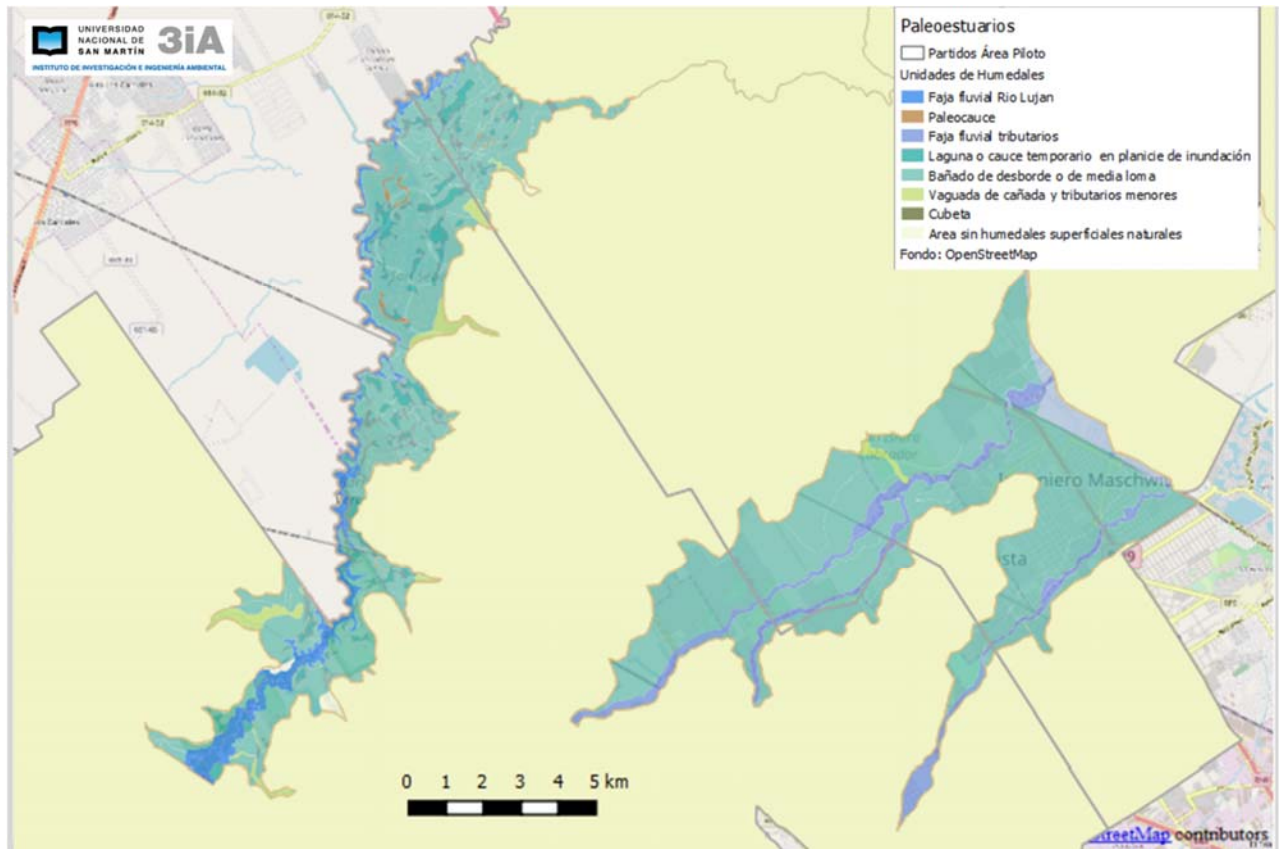
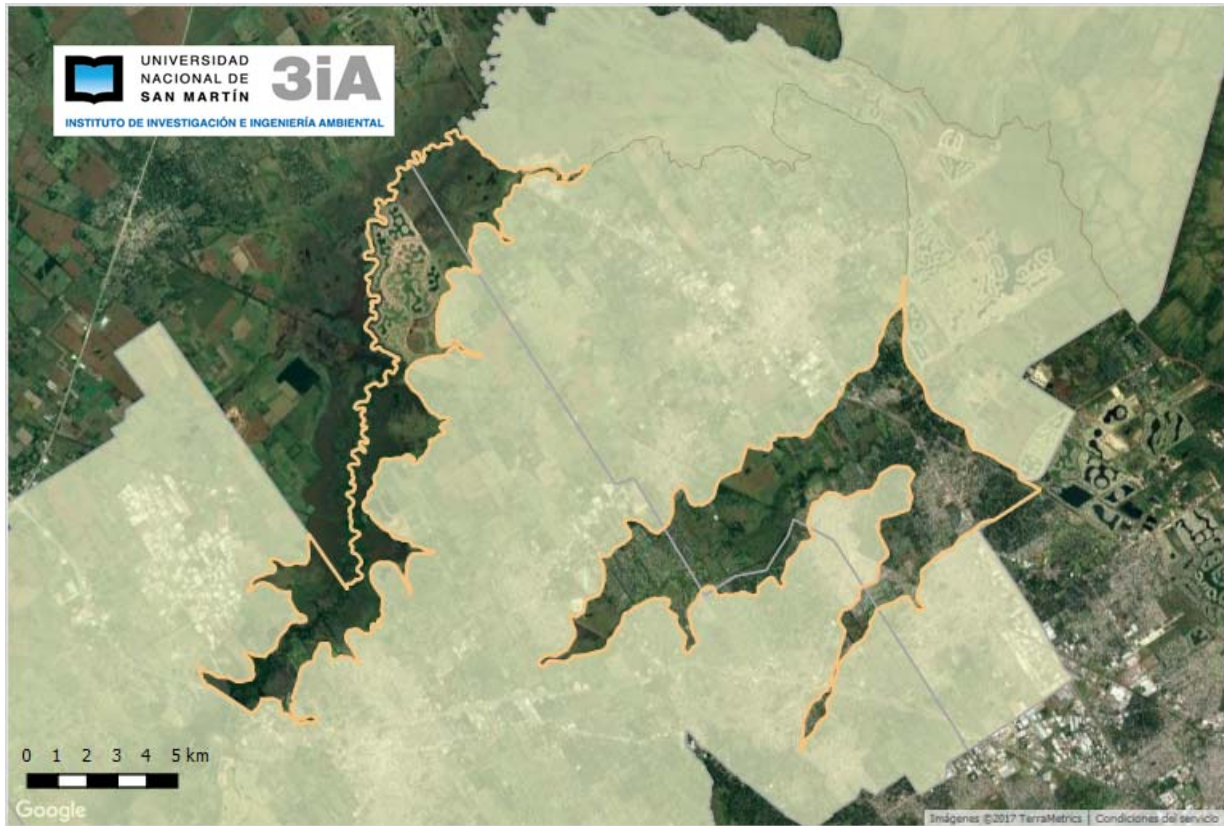


Figura 6.3.1.1 Mapa humedales naturales de la unidad de paisaje Paleoestuarios.



**Figura 6.3.1.2** Imagen Google Satellite de la Unidad de paisaje Paleostuarios. Se destacan las áreas de urbanizadas y en particular los barrios cerrados.



### 6.3.2. Humedales naturales

**Nombre del Tipo de humedal:** Faja fluvial del Lujan

**Emplazamiento geomorfo:** Estan conformados por los depósitos aluviales (albardones y espiras) en las inmediaciones del cauce del Río Luján.

**Hidro fuente/hidroperiodo:** Recibe el aporte de las avenidas del Río Luján asociadas a las lluvias en la cuenca media y alta. Durante las mareas del Río de la Plata se registran incrementos en la altura de las aguas por el impedimento a la circulación en la desembocadura. Debe señalarse también el aporte de la napa freática que se encuentra cercana a la superficie y los de lluvias locales, que según sea su magnitud pueden generar situaciones de anegamiento significativo.

**Suelos:** Se trata de suelos aluviales. En porciones mas elevadas del gradiente topográfico donde la napa freática es mas profunda y las condiciones de aireación más favorables, mejoran las condiciones de humificación de la materia orgánica con desarrollo de suelos gley húmicos.

**Vegetación:** Los bosque se extienden en fajas adyacentes a los cauces principalmente dominados la especie invasora acacia negra T(*Gleditsia triacanthos*). También se encuentran matorrales de *Baccharis salicifolia* (chilcales).

**Servicios reconocidos:** Oferta de forraje y biodiversidad.

**Usos:** ganadería.

**Impactos y Amenazas:** Desaparición por avance de los emprendimientos inmobiliarios.



Cauce del Río Luján. Foto Hugo Celiz. Fuente: Panoramio

Minotti P. y P. Kandus, 2017





Faja fluvial del Río Luján intersección Ruta Nac. 9. Foto Reynald.d.Chatillon. Fuente: Panoramio



Faja fluvial del Río Luján. Foto Hugo Celiz. Fuente: Panoramio  
Minotti P. y P. Kandus, 2017



**Nombre del Tipo de humedal:** *Fajas fluviales de tributarios menores (i.e. Escobar, Garín)*

---

**Emplazamiento geomorfo:** *Están conformados por los depósitos aluviales en las inmediaciones de los cauces de los arroyos Garín y Escobar que desembocan en el tramo inferior del Río Luján.*

**Hidro fuente/hidroperiodo:** *Recibe el aporte directo de las lluvias locales y de la napa freática que se encuentra cercana a la superficie, que según sea su magnitud pueden generar situaciones de anegamiento significativo. Durante las mareas del Río de la Plata se registran incrementos en la altura de las aguas por el impedimento a la circulación en la desembocadura.*

**Suelos:** *Se trata de suelos aluviales. En porciones más elevadas del gradiente topográfico donde la napa freática es más profunda y las condiciones de aireación más favorables, mejoran las condiciones de humificación de la materia orgánica con desarrollo de suelos gley húmicos.*

**Vegetación:** *Ha sido totalmente transformada durante el proceso de urbanización.*

**Servicios reconocidos:** *Amortiguación de inundaciones.*

**Usos:** -----.

**Impactos y Amenazas:** *Avance urbanístico. Degradación por efluentes industriales y urbanos.*





Arroyo Escobar. Foto Juan Manuel Gassmann. Fuente: Panoramio



Golf inundado por desborde del Arroyo Escobar. Foto Juan Manuel Gassmann. Fuente: Panoramio

Minotti P. y P. Kandus, 2017



---

**Nombre del Tipo de humedal:** *Bañados*

---

**Emplazamiento geomorfo:** *Se localizan sobre la llanura de mareas estuarial relictual que es actualmente la llanura de inundación del Río Luján o las llanuras del Escobar y del Garín. Esta superficie es de fondo plano, con baja inclinación en su perfil longitudinal y presenta una micromorfología de cauces y lagunas que permanecen inundadas permanentemente.*

**Hidro fuente/hidroperiodo:** *Están alimentado por los niveles del freático libre, las precipitaciones locales, las inundaciones del Río Luján y sus tributarios, como también las de Escobar y Garín, en la planicie estuarina correspondiente a estos cursos.*

**Suelos:** *El ambiente de la antigua planicie de marea se caracteriza por tener suelos de texturas finas, generalmente arcillosas, debidas a la incidencia del factor material originario. Las arcillas presentan importante participación de especies mineralógicas expansivas (Smectitas e interstratificados) que determinan la presencia de caras de deslizamiento entre los agregados de suelos. Consecuentemente, se reconocen suelos del orden Vertisoles, del Gran grupo Hapludertes. Se señala la presencia de suelos hidromórficos que incluyen suelos con avenamiento impedido, semipantanosos, sometidos a procesos de gleyzación asociados a que la napa freática se encuentra cercana a la superficie con fluctuaciones regulares asociadas al régimen de desbordes del Río Luján y al aporte por lluvias.*

**Vegetación:** *Los bañados y lagunas temporarias presentan praderas de herbáceas, conformado un mosaico de comunidades con diversas especies hidrófitas dominantes (*Althrantera phyloxeroides*, *Polygonum sp.*, *Ludwigia sp.*, *Spartina sp.* y otras gramíneas) y arbustos aislados (*Sesbania punicea*, *Aeschynomene montevidensis*, entre otras). En este marco se emplazan también ambientes de aguas más profundas en general de carácter permanente (alimentadas en épocas secas por el aporte de la napa freática), con aguas abiertas o cubiertas por vegetación arraigadas emergente (juncales), flotantes y sumergidas.*

**Servicios reconocidos:** *El principal servicio es el de regulación de excedentes hídricos. Además se puede mencionar la oferta de hábitat para especies de fauna silvestre y forraje natural. Calidad paisajística*

**Usos:** *Ganadería, sobrevuelo en globos aerostáticos.*

**Impactos y Amenazas:** *La principal amenaza es el avance de emprendimientos inmobiliarios de carácter transformador del sistema (barrios cerrados, endicados). Estas obras promueven la pérdida de superficie de humedal con la pérdida del potencial de amortiguación de excedentes hídricos de estos ambientes. Al igual que el desarrollo de muchas obras viales, estas obras modifican en forma drástica los patrones de drenaje naturales, promoviendo que se agudicen las situaciones de inundación aguas arriba*

---





Bañados. Reserva del Pilar. Foto Javier E. Fuente: Panoramio



Bañados. Reserva del Pilar. Foto Javier Horacio. Fuente: Panoramio  
Minotti P. y P. Kandus, 2017



**Nombre del Tipo de humedal:** *Lagunas temporarias y cauces menores*

**Emplazamiento geomorfo:** *Corresponden a las posiciones topográficamente más deprimidas de la planicie estuarica.*

**Hidro fuente/hidroperiodo** *Se alimentan por la inundacion del Rio Luján cuando llega al tramo inferior, las precipitaciones locales, la escorrentía superficial y también los niveles del freático libre que afloran allí.*

**Suelos:** -----.

**Vegetacion:** *Presentan aguas abiertas o cubiertas por vegetación arraigadas emergente (juncales y praderas de herbáceas hidrófitas), arraigadas, flotantes y sumergidas.*

**Servicios reconocidos:** -----.

**Usos:** *Ganadería.*

**Impactos y Amenazas:** *Como la mayor parte de los ambientes de las planicies estuáricas, desaparecen por el avance de emprendimientos endicados y-o rellenadas sobre la planicie de inundacion del Lujan.*



Cauce temporario. Pradera de lagunilla (*Alternanthera philoxeroides*) y verdolaga (*Ludwigia* sp.), Pilar. Foto Jerónimo Valle.





## 6.4. Terraza alta

### 6.4.1. Descripción

#### Geomorfología:

Se trata de una unidad de paisaje de matriz terrestre, con presencia de humedales. La misma corresponde a lo que se denomina **terrazza alta**, prácticamente horizontal con suaves lomadas que la bordean y los valles de los ríos y arroyos que la disectan. Si bien el aspecto general de la llanura pampeana está vinculado con acumulaciones sedimentarias de origen eólico (loess) y con diferentes intensidades de retrabajo de éstos depósitos por acción del agua y la gravedad, los procesos fluviales han tenido una participación muy activa en el modelado del paisaje desde el Pleistoceno tardío, generando una red de drenaje organizada con secuencias fluvio-lacustres que reflejan los cambios ambientales producidos en la región. En términos generales, esta unidad de paisaje está definida por la presencia de Sedimentos Pampeanos. Esta formación se conoce también como Formación Pampiano y agrupa a las Formaciones Ensenada y Buenos Aires. Corresponde a los depósitos loésicos y limos que abarcan gran parte de la llanura Chaco-Pampeana. Constituye las divisorias de aguas y las paredes de valle de los cursos que drenan hacia el Río Paraná y hacia el Río Salado. Son depósitos medianos a finos, limos arcillo arenosos con intercalaciones calcáreas concrecionales o tipomantiformes (tosca). El color dominante es el castaño, con tonalidades amarillentas arojizas. Muestran un aspecto compacto y presentan numerosos rasgos pedológicos, como horizontes argílicos, nátricos, cálcicos y petrocálcicos en diferentes sectores de la misma. En algunos sectores la Formación Ensenada tiene en su techo un potente calcrete que puede superar el metro de espesor, con evidentes estructuras pedogenéticas. Este calcrete se evidencia morfológicamente y, en ciertos sectores constituye el piso de los cauces fluviales que atraviesan la planicie loésica, formando resaltos en el perfil longitudinal de los ríos y arroyos y en lateral de los valles. La Formación Ensenada posee hacia el techo dos paleosuelos que fueron denominados geosol Hisisa y geosol El Tala. Por encima de la Formación Ensenada, y en discordancia erosiva encuentran los sedimentos loésicos que componen la Formación Buenos Aires, formando el tope de la planicie loésica, salvo en los sectores en los cuales se halla parcialmente cubierta por sedimentos postpampeanos. Son esencialmente limos eólicos menos heterogéneos que en la unidad anterior, con numerosos niveles edafizados y calcretes. Solo presenta como estructuras sedimentarias a paleocauces, pequeños lentes lacustres de 50 a 100 cm de espesor medio y niveles de arenas eólicas. Los principales valles fluviales como en el caso de los ríos Matanzas-Riachuelo, Reconquista y Luján, están ocupados por depósitos fluviales, de granulometrías limo-arenosas, se encuentran comprendidas dentro de la denominada Formación Luján o lujanense, incluido en el postpampeano. Estos depósitos se hallan cubiertos parcialmente por depósitos fluviales más modernos.

#### Regimen hidrológico.

Esta unidad conforma las cabeceras de las cuencas de tributarios al Paraná (en el caso de la AP el Luján, el Escobar y el Garín) y recibe principalmente el aporte de lluvias locales y también en las áreas topográficamente más bajas, el aporte de la napa freática. El acuífero freático es el que en condiciones naturales se halla más cerca de la superficie, está en equilibrio con la presión atmosférica y se alimenta directa o indirectamente del agua de lluvia que se infiltra. Este acuífero se encuentra alojado en los Sedimentos Pampeanos y Post-Pampeanos. La Zona No-Saturada (ZNS) posee un espesor variable entre pocos centímetros y 10m, llegando a aflorar la superficie freática en el sector de la planicie aluvial del río de la Plata. En la base del Pampeano se localiza un acuitardo (limos arcillosos, arcilla limosa), coincidente en general con la Formación Ensenada o equivalente, que sirve de techo al acuífero Puelche. La recarga del acuífero freático y semi-libre Pampeano es autóctona directa, a expensas de excedentes hídricos que superan los 250 mm/año, cuando la carga hidráulica de este último es Minotti P. y P. Kandus, 2017





positiva respecto a la del Puelche, circunstancia que se da precisamente en los sectores interfluviales. En el acuífero Puelche es autóctona indirecta por filtración vertical desde la unidad superior a través del acuitardo.

**Suelos.** Se caracteriza por presentar períodos de pedogénesis dominante y morfogénesis subordinada (medios estables), lo que ha resultado en la formación de suelos con un alto grado de desarrollo y, dada la complejidad de paisajes son suelos variables espacialmente. Los Argiudoles típicos son los suelos predominantes, desarrollados en las divisorias y en las laderas de valles y formados a partir de los sedimentos loésicos, son suelos profundos (más de 1,5 m), texturas franco-limosas, salvo en aquellos perfiles con horizontes argílicos (Bt) y con elevadas concentraciones de materia orgánica.

En los laterales de los valles los Argiudoles son menos potentes, con el horizonte C algo carbonatado y, a veces se forman horizontes E (Suborden Alboles). Pese a encontrarse en aquellas zonas menos anegables, pueden presentar evidencias de condiciones reductoras y saturación temporal con agua a poca profundidad (a 25-40 cm aparecen concreciones y moteados). En algunos sectores se encuentran Hapludoles típicos, con perfiles simples.

En los valles fluviales se observan suelos de menor desarrollo edáfico y mayor expresión de rasgos hidromórficos. Son Endoacuales típicos, de perfiles comparativamente simples, que gradan pendiente arriba a Hapludoles ácuicos, típicos y énticos. En general los Endoacuales se hallan bien provistos de materia orgánica y dominan las texturas limosas y franco-limosas. Los rasgos hidromórficos, como moteados y colores gley, suelen aparecer por debajo del horizonte superficial, en general mólico.

En las proximidades de los cursos fluviales se encuentran Entisoles, principalmente Fluventes y Acuentes de muy escaso desarrollo pedogenético, con horizonte superficial rico en Materia Orgánica y presencia de un horizonte arcilloso a los 30 cm de profundidad que no llega a ser Bt.

**Vegetación.** La vegetación natural predominante en los campos altos de la región de Pampa Ondulada es el pastizal, o estepa gramínea, pseudoestepa gramínea o estepa pampeana (Cabrera 1971, Matteucci et al 1999). Actualmente está convertido en gran parte a cultivos y se encuentran parches de neoecosistemas formados por especies leñosas exóticas acompañadas por arbustos, hierbas y gramíneas nativas.

En los partidos analizados, particularmente Escobar y Pilar, una importante proporción de la cobertura fue eliminada por el proceso de expansión de la urbanización. En Luján, sobre todo, y también en Escobar, la mayor parte de la cubierta vegetal original ha sido reemplazada por las actividades agrícolas.

Los pastizales naturales incluyen una amplia diversidad de comunidades vegetales debido a que pequeñas variaciones topográficas y de tipos suelos, tipo de sedimentos y modelado geomorfológico determinan cambios notorios en la composición de especies (Lewis et al 1985, Matteucci 2012). Especies comunes del pastizal son *Bothriochloa laguroides*, *Stipa neesiana*, *Piptochaetium montevidensis*, *Aristida murina*, y *Stipa papposa*. Otros pastos frecuentes son *Paspalum dilatatum*, *Piptochaetium bicolor*, *Briza brisoides* y *Melica brasiliana*. Prácticamente no hay sufrutices ni arbustos, aunque a veces se los encuentra en parches de *Eupatorium buniifolium*, *Baccharis articulata*, *Adesmia bicolor*, *Baccharis notoserigila*, *Conyza bonariensis*. En suelos levemente alcalinos, aparecen otros pastos como *Sporobolus oqramidatus*, *Sporobolus indicus*, *Stippa papposa*, *Bouteloa megapotámica*, y las hierbas *Jaborosa runcinata* y *Solanum juvenale*. En los ambientes de bajos en la zona estudiada, las comunidades más comunes según Cabrera (1968) son: juncales (*Schoenoplectus californicus*) en sitios de agua permanente, totorales (*Typha* spp.) en lagunas y arroyos de poca corriente, cardales (*Eryngium eburneum*) en suelos inundables pero con períodos secos prolongados, duraznilares (*Solanum malacoxylon*) en terrenos bajos, inundables durante las lluvias, pajonales de paja colorada (*Paspalum quadrifarium*) frecuentes en campos bajos húmedos, no salobres (muy común en la depresión del Salado), praderas de ciperáceas



(*Schoenoplectus americanus*) en cauces de inundación de arroyos y bordes bajos de lagunas, estepas halófilas (asociaciones de *Distichlis* spp.) en campos bajos arcillosos y salados, espartillares (*Spartina densiflora*) en suelos arcillosos salados e inundables.

**Humedales.** En esta unidad de paisaje, los humedales constituyen parches o corredores incertos en una matriz de carácter terrestre. Los tipos de humedales naturales identificados son los siguientes y se expresan en la Figura 6.1.1:

- Faja fluvial de ríos tributarios al Parana (ej. Río Lujan, Arroyo Escobar, Arroyo Garin)
- Cauces menores y cañadas (no están diferenciados por ahora)
- Cubetas
- Bañados

**Usos:** Se trata de un área fuertemente transformada. En los partidos analizados, particularmente Escobar y Pilar, una importante proporción de la cobertura fue eliminada por el proceso de expansión de la urbanización. En Luján, sobre todo, y también en Escobar, la mayor parte de la cubierta vegetal original ha sido reemplazada por las actividades agrícolas.

**Servicios ecosistémicos:** Almacenaje de agua a corto y mediano plazo, recarga y descarga de acuíferos, regulación hidrológica vinculada a la amortiguación de inundaciones, oferta de hábitat para fauna silvestre y forraje natural y agua para ganadería entr otros servicios

**Impactos y Amenazas.** Una de las principales amenazas la constituye el avance de las actividades agrícolas sobre los humedales, mediante la realización de obras de drenaje para disponer de las tierras. También se consideran los emprendimientos inmobiliarios como barrios cerrados endicados. Estas obras promueven la pérdida de superficie de humedal con la pérdida del potencial de amortiguación de excedentes hídricos de estos ambientes. Por otra parte, otro factor de impacto son las obras viales, que modifican en forma drástica los patrones de drenaje naturales.

**Cuerpos de agua artificiales.** Zanjas, cavas.

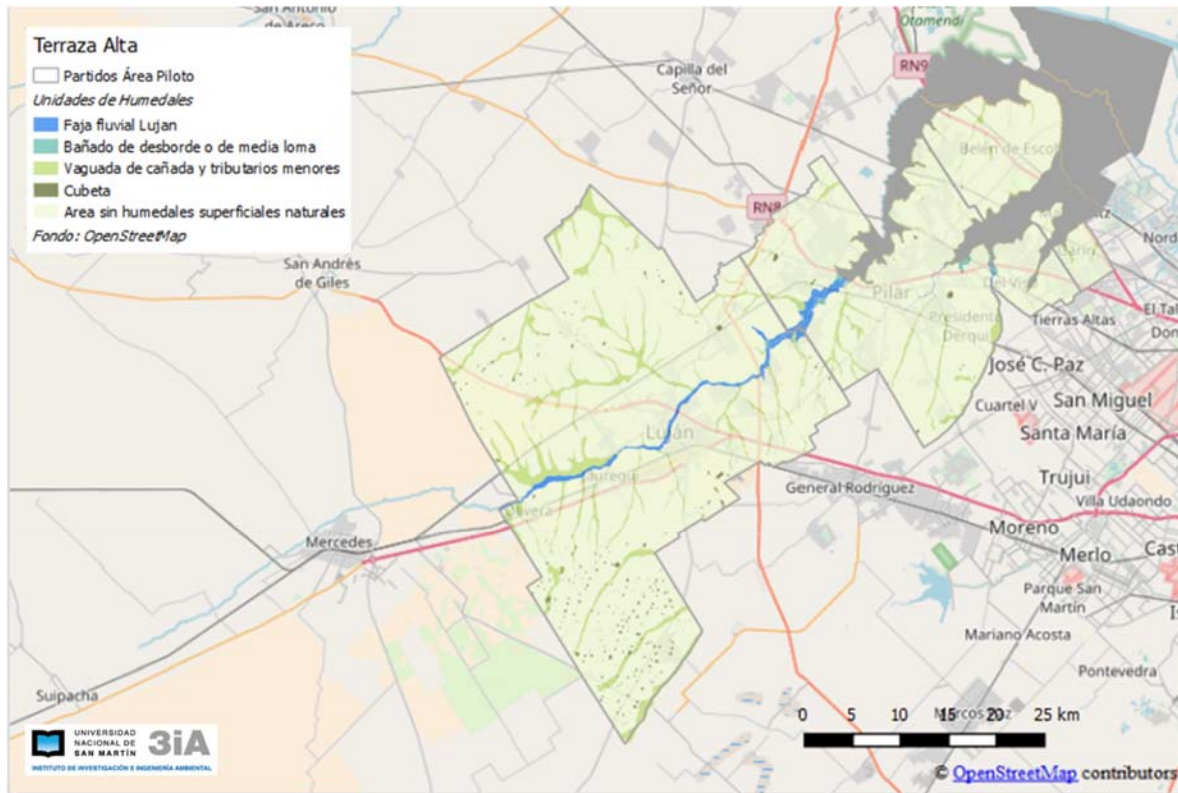
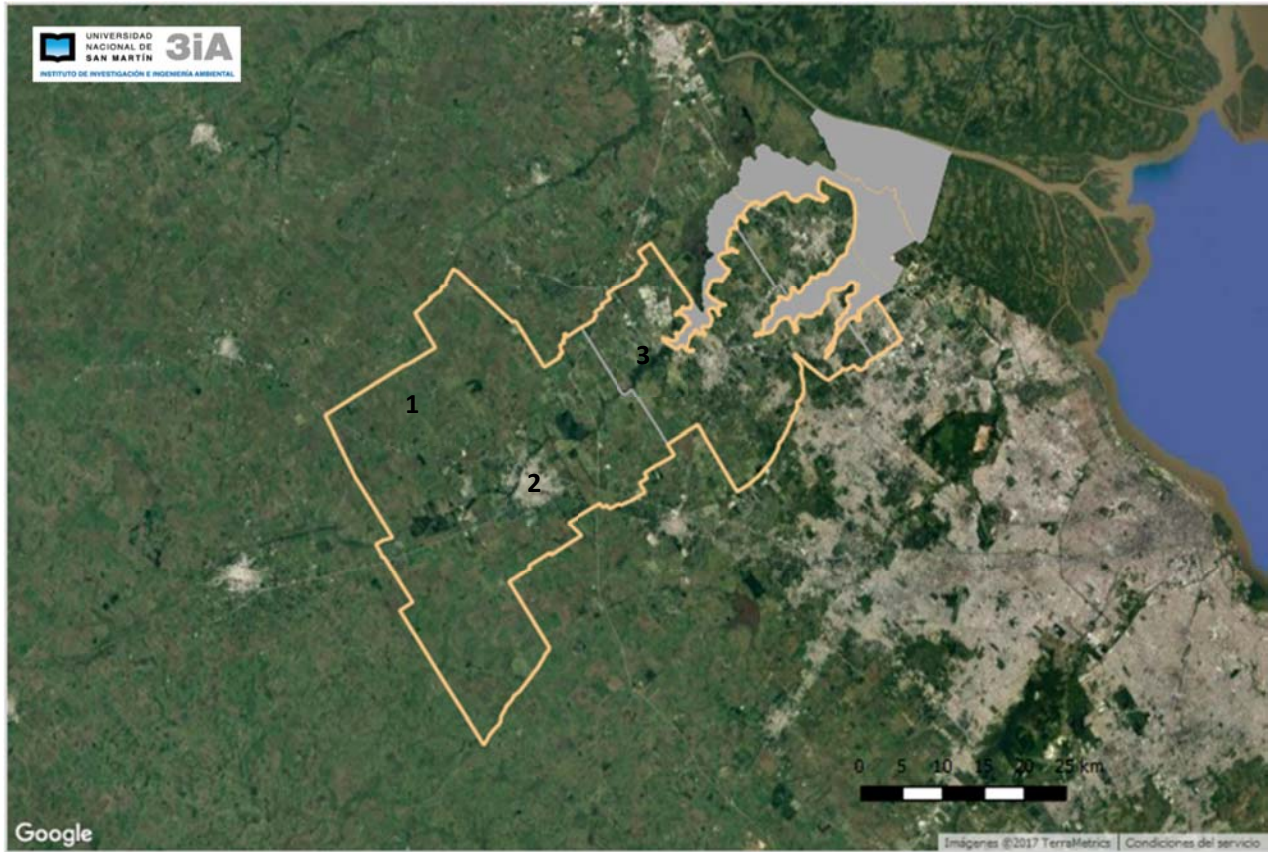


Figura 6.4.1.1 Mapa humedales naturales de la unidad de paisaje Terraza Alta.



**Figura 6.4.1.2** Imagen Google Satellite de la unidad de paisaje Terraza Alta. Línea blanca: límites de partidos. Se observan las áreas con un patrón de uso agrícola (1) y urbano (2). Se identifica también los parches de bosque asociados al curso del Río Luján (3).





#### 6.4.2. Humedales naturales

**Nombre del Tipo de humedal:** *Faja fluvial de ríos tributarios (Río Lujan cauce y llanura de inundación)*

**Emplazamiento geomorfo:** *Se trata del curso activo del Río Lujan en su cauce superior medio extendiéndose desde las nacientes hasta la localidad de Jáuregui, con una longitud aproximada de 47 km de longitud. Presenta una pendiente media del tramo de unos 0,45 m/km. El valle del río corre encajonado en sedimentos de la formación Pampeano. A lo largo del valle, los depósitos fluviales, de granulometrías limo-arenosas, se encuentran comprendidas dentro de la denominada Formación Luján o lujanense, incluido en el postpampeano.*

**Hidro fuente/hidroperiodo:** *El módulo del Río Luján oscila entre 5,37 m<sup>3</sup>/seg y el máximo de 400 m<sup>3</sup>/seg (SRNyDS, 1999), con medias mínimas y máximas entre 10 m<sup>3</sup>/seg y 275 m<sup>3</sup>/seg observadas en las estaciones con más registros. Los valores estimados por simulación con el modelo hidrodinámico HEC-HMS distribuido por subcuencas, alimentado con datos pluviométricos y una base cartográfica de topografía y suelos, dio valores máximos entre 300 y 950 m<sup>3</sup>/seg según el sector del río y el nivel de recurrencia considerado (Reyna et al 2007), mientras que los observados para la creciente del 2001 se encuentran próximos a los 300 m<sup>3</sup>/seg (Sanchez Caro y Bianchi).*

**Suelos:** *En los laterales de los valles los Argiudoles son menos potentes, con el horizonte C algo carbonatado y, a veces se forman horizontes E (Suborden Alboles). Pese a encontrarse en aquellas zonas menos anegables, pueden presentar evidencias de condiciones reductoras y saturación temporal con agua a poca profundidad (a 25-40 cm aparecen concreciones y moteados). En algunos sectores se encuentran Hapludoles típicos, con perfiles simples.*

*En los valles fluviales se observan suelos de menor desarrollo edáfico y mayor expresión de rasgos hidromórficos. Son Endoacuales típicos, de perfiles comparativamente simples, que gradan pendiente arriba a Hapludoles ácuicos, típicos y énticos. En general los Endoacuales se hallan bien provistos de materia orgánica y dominan las texturas limosas y franco-limosas. Los rasgos hidromórficos, como moteados y colores gley, suelen aparecer por debajo del horizonte superficial, en general mólico. En las proximidades de los cursos fluviales se encuentran Entisoles, principalmente Fluventes y Acuentes de muy escaso desarrollo pedogenético, con horizonte superficial rico en Materia Orgánica y presencia de un horizonte arcilloso a los 30 cm de profundidad que no llega a ser Bt.*

**Vegetación:** *A lo largo del curso del río Lujan se desarrollan pastizales y parches de bosque, en general dominados por acacia negra.*

**Servicios reconocidos:** *Estabilidad de costas, ciclado de nutrientes y contaminates.*

**Usos:** *Recreativo,*

**Impactos y Amenazas:** *Avance de agricultura y urbanización*





Faja fluvial del Río Luján. Foto César C. Fuente: Panoramio



Faja fluvial del Río Luján. Foto Mario Lena. Fuente: Panoramio

Minotti P. y P. Kandus, 2017



**Nombre del Tipo de humedal:** *Cauces menores y cañadas*

**Emplazamiento geomorfo:** *Cauces tributarios al Río Luján, angostos y de escasa profundidad .*

**Hidro fuente/hidroperiodo:** *Aportes por precipitaciones locales y por la napa freática.*

**Suelos:** -----.

**Vegetación:** *Pajonales de totora (Titha sp.), espadaña (Zizaniopsis bonariensis) o carrizales (Panicum sp. entre otras. Praderas de herbáceas bajas latifoliadas (i.e. Althernanthera philoxeroides), graminoides y equisetoides (Juncaceas y ciperáceas)*

**Servicios reconocidos:** *Drenaje de excedentes hídricos, amortiguación de inundaciones, almacenaje de agua.*

**Usos:** -----.

**Impactos y Amenazas:** *Degradación por contaminaminación debido al vertido de efluentes y actividad agrícola.*



Cauces menores.. Foto *P. Kandus*.



*Cañada* - Foto *P. Kandus*.

Minotti P. y P. Kandus, 2017



**Nombre del Tipo de humedal:** Cubetas

---

**Emplazamiento geomorfo:** Bajos relativos pandos de mínima profundidad y planta circular a subcircular que se extiende en las áreas más elevadas de la cabecera de los cursos fluviales, y se formaron a partir de la disolución diferencial a lo largo de fracturas que afectan a los niveles de calcretes (tosca) que están incluidos en la Formación Buenos Aires. En algunas áreas las depresiones se evidencian alineadas aunque todavía no han evolucionado integrándose, pero en otras comarcas se puede reconocer claramente la formación de incipientes cauces relacionados con ellas

**Hidro fuente/hidroperiodo:** Precipitaciones locales y aporte de la napa freática.

**Suelos:** hidromórficos.

**Vegetación:** -----.

**Servicios reconocidos:** Almacenaje de agua. Oferta de hábitat para fauna silvestre. Configuran las condiciones que rigen la evolución de gran parte de la red fluvial del río Luján.

**Usos:** Ganadería.

**Impactos y Amenazas:** Pérdida por avance de la agricultura y degradación por sobrecarga ganadera.





*Cubetas. Foto Mariano Perez Afontas*



*Cubetas. Foto Patricia Kandus*

Minotti P. y P. Kandus, 2017





**Nombre del Tipo de humedal:** *Bañados*

---

**Emplazamiento geomorfo:** *Son ambientes donde se observa en las imágenes que el suelo esta saturado de forma difusa, pero no siempre mapeables, a veces están asociados a las cañadas o a las cubetas.*

**Hidro fuente/hidroperiodo:** *Aportes por lluvias y napa freática.*

**Suelos:** -----.

**Vegetacion:** *Praderas de herbáceas hidrófitas gramíneas y latifoliadas.*

**Servicios reconocidos:** -----.

**Usos:** *Agricultura y ganadería.*

**Impactos y Amenazas:** *Drenaje (canalizaciones y zanjas) asociados a la actividad agrícola.*



*Bañados. Foto Mariano Perez Afontas.*



*Bañados. Foto Susy de Luján. Fuente: Panoramio*

Minotti P. y P. Kandus, 2017



## 7. Verificación a campo

Se realizaron tres visitas a campo con el objetivo de proporcionar procedimientos para:

1. Proponer un formulario elaborado *ad hoc* para relevar datos de campo apto para
  - Validar el esquema de clasificación de las tipologías de humedales de la AP
  - Validar la identificación y delimitación de unidades de humedales realizados en gabinete.
2. Documentar fotográficamente humedales representativos de diferentes tipos identificados.
3. Identificar los principales problemas para llevar a cabo los trabajos de verificación a campo

### 7.1. Metodología.

Se realizaron visitas a campo para identificar unidades de humedal. Las unidades de humedal visitadas fueron elegidas en función de su accesibilidad. Se elaboró una planilla ad hoc a los fines de recolectar la información a campo. De acuerdo a la experiencia realizada en cada salida, el formulario se fue corrigiendo hasta obtener una propuesta final. Para el diseño y organización de la planilla se consideraron tres aspectos fundamentales para la identificación y delimitación de humedales vinculados a:

- 1) Localización general del humedal en el paisaje, el emplazamiento geomorfológico, el régimen hidrológico incluyendo un esquema simplificado del perfil del gradiente ambiental si se identifica;
- 2) Suelo, en términos de la identificación de horizontes distintivos, características (color, textura) de la matriz y presencia de rasgos redoximórficos. Los suelos son inspeccionados visualmente pero, de ser necesario, es posible extraer muestras de cada capa para analizar en el laboratorio (% materia orgánica, textura, pH).
- 3) Vegetación, se considera la cobertura general, número y tipo de estratos (según las formas de vida dominantes: arboles arbustos herbáceas y enredaderas), cobertura por estrato y por especie dominante dentro de cada estrato con énfasis en la identificación de plantas indicadas como hidrófitas.

#### *Elementos para el trabajo de campo:*

Formulario de campo, cinta métrica, barreno tipo *Oakfield Model B Tube Sampler Soil Probe* para extraer muestras de suelo, cuchillo, botella o piseta con agua, trapos/papel (para limpieza de los elementos). Tabla Munsell para determinación de color (Figura 6.1.1). Existen aplicativos para teléfono celular con la tabla de colores. También se dispuso de una tabla de criterios para determinar categorías texturales a campo (Figura 6.1.3)

En el caso de la vegetación se dispuso de guías de campo de plantas para consulta rápida (ej. Lahitte et al 1997) y se llevaron bolsas de nylon y papel de diario para herborizar el material no identificado en forma directa.



También se dispuso de una planilla de ayuda para la estimación de coberturas de especies (Figura 6.1.4). Este material debe llevarse al campo como guía y consulta.

Las salidas al campo fueron coordinadas con personal del Instituto de Investigación e Ingeniería ambiental (3iA-UNSAM: Eliana Gonzalez, Maira Gayol, Laura San Martín, Irene Fabricante), del Organismo para el Desarrollo Sustentable (OPDS) y de los Municipios de Escobar y Luján. También participó la Lic. Soledad Mondedeu por el Instituto Darwinion (CONICET). Participaron por OPDS: Mariana Tangorra (Ordenamiento Ambiental Territorial), Mariano Pérez Safontas y Tamara Sánchez Actis (Sistema de Analisis Territorial Ambiental- SATA) y Diego Fernández Gagneux (Recursos Naturales); por el Municipio de Luján Antonio Graglia (Responsable Defensa Civil); por el Municipio de Pilar el Lic. Jerónimo Valle y Sebastián Portillo (Figura 6.1.2).



**Figura 6.1.1** Material usado a campo para análisis de suelos. Fotos: P. Kandus



**Figura 7.1.2.** En el campo. Fotos Mariano Pérez Safontas y Jerónimo Valle



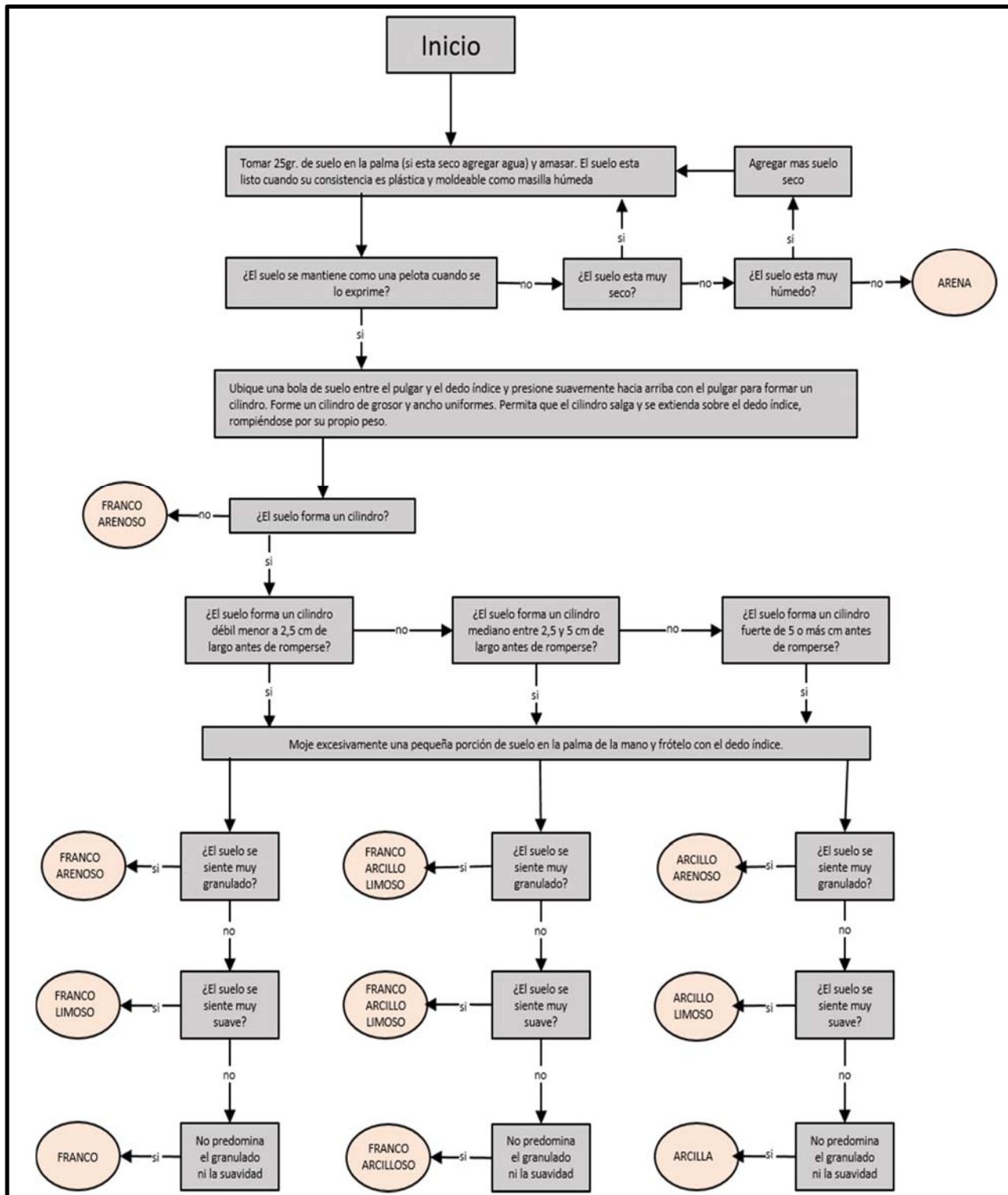
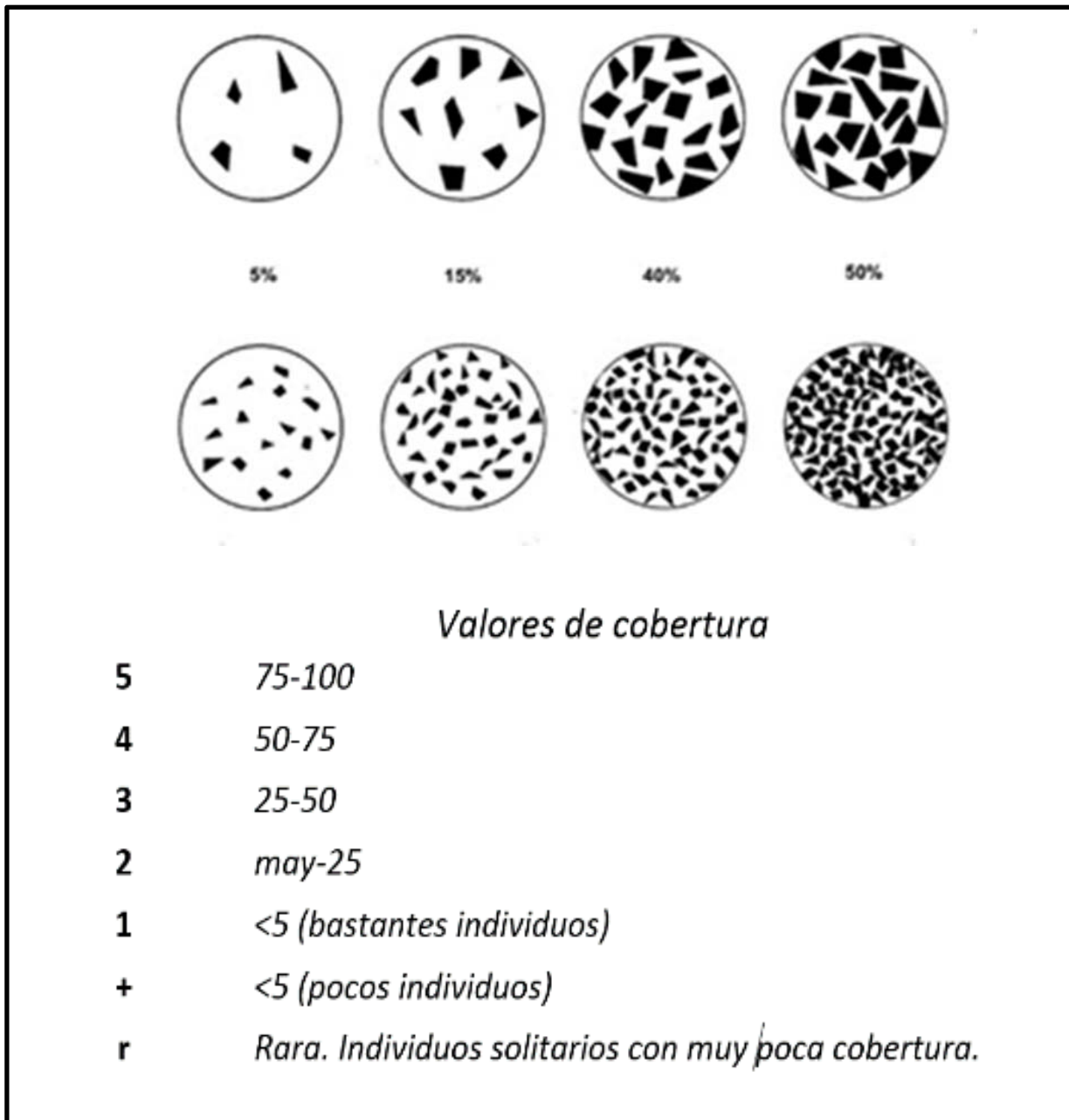


Figura 7.1.3. Diagrama de flujo para determinación de textura a campo.

Minotti P. y P. Kandus, 2017



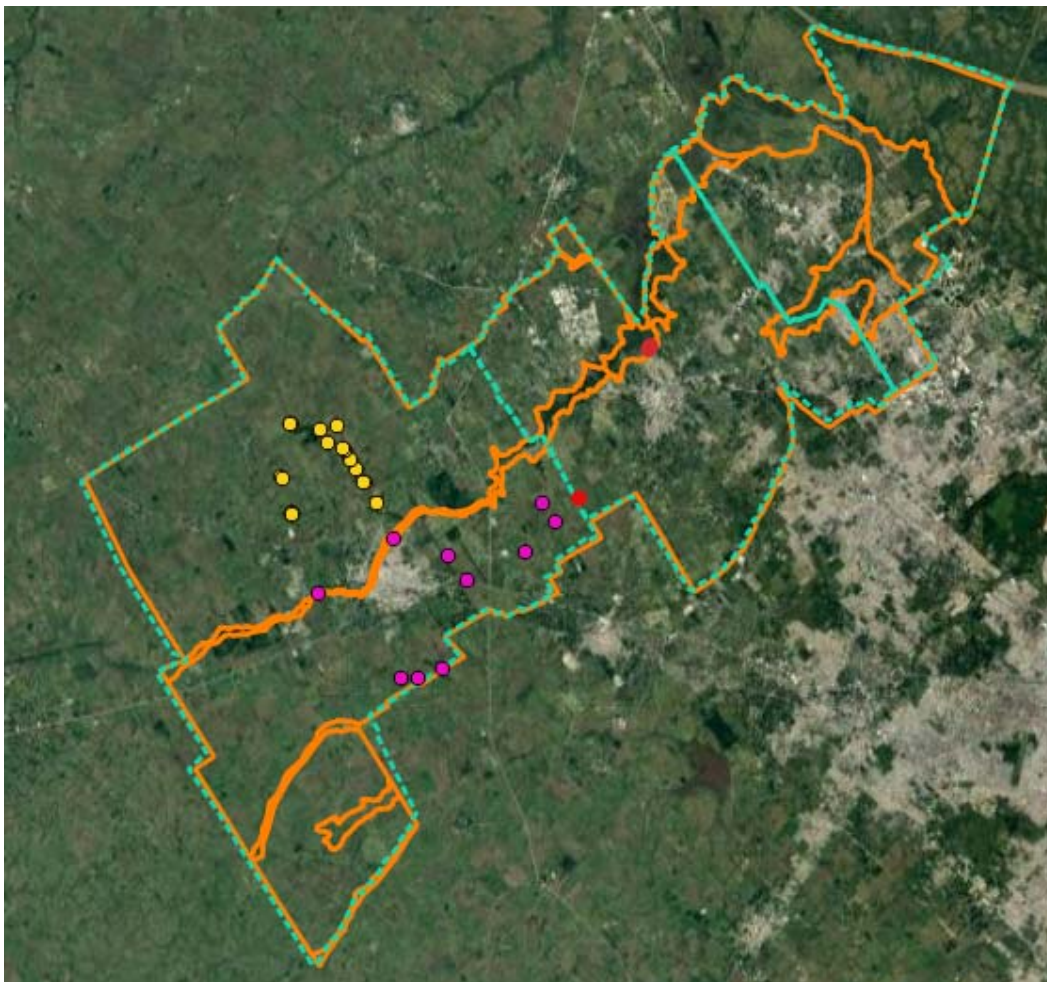
**Figura 7.1.4.** Guía para la estimación de cobertura vegetal. Arriba: forma gráfica; abajo: Escala de cobertura basada en el esquema de Braun Blanquet (1950).



## 7.2. Resultados

### Visitas a campo

Las visitas a campo fueron realizadas en vehículo terrestre y caminatas y se detallan en la Figura 6.2.1. En algunos casos se realizó una inspección visual con documentación fotográfica. En lugares seleccionados se puso a prueba la planilla de campo elaborada y a partir de su uso se reelaboró hasta su presentación final. Debido a que no se contó a tiempo con los fondos necesarios para llevar adelante el trabajo de campo, el mismo se redujo al mínimo indispensable.



**Figura 7.2.1.** Distribución de los sitios visitados en el AP para la verificación a campo. Rojo Visita 1, Amarillo Visita 2 y violeta Visita 3.

A continuación se presentan datos ejemplificando los ambientes de humedal identificados en las tres visitas realizadas. Durante las visitas se accedió a algunos sitios donde se verificó la presencia de humedal a campo. En



otros casos solo se pudo obtener un registro fotográfico debido a la imposibilidad de acceder por la dificultad del acceso o por tratarse de propiedad privada.

**Visita 1. (V1)** Humedales del Partido de Pilar. Fecha de realización 22/11/2016.

Con fecha 22/11/2016 en el Partido de Pilar se visitaron dos sitios donde se verificó la presencia de humedal a campo. **Participantes:** Lic. Jerónimo Valle y Sebastián Portillo por el Municipio de Pilar (Municipio de Pilar) y Maira P. Gayol y Patricia Kandus (UNSAM).

#### **V1\_Sitio1.** Planicie aluvial actual del Lujan /Paleoestuario

Se realizó en una zona adyacente al casco urbano de la localidad de Pilar (Figura 6.2.2). Corresponde a la Unidad de paisaje Paleoestuario o planicie aluvial actual del Lujan (inf) hasta 5m IGN. Localización geográfica: 58°55'4" O, 34°25'33" S.,

En el recorrido hacia el sitio (línea amarilla) se observó un mosaico de humedales representados por diversas asociaciones vegetales dominadas por plantas hidrófitas (Figura 6.2.3). Aspectos como inundabilidad, tipo de sustrato y relaciones interespecíficas determinan una considerable diversidad de parches: praderas de pastizal denso, duraznillares (*Solanum glaucophyllum*), en lugares de mayor inundabilidad praderas de lagunilla (*Althernatera philoxelroides*) o verdolaga (*Ludwigia* sp.), e isletas de bosque dominado por acacia negra (*Gleditsia triacanthos*). La entrada de agua estaría representada por lluvias locales y desbordes del Río Luján. El inicio del trayecto a pie coincide con la margen del casco urbano donde se emplaza un basural y sitio de acumulación de chatarra. El recorrido está incluido en la planicie de inundación del Río Luján.

**Uso:** La presencia de bosteos y pisadas indican su uso para pastoreo.

**Servicios ecosistémicos percibidos:** Amortiguación de excedentes hídricos al ser parte de la planicie de inundación del Río Luján. Oferta de forraje.

**Amenazas:** pérdida por avance de emprendimientos urbanos. Degradación por depósito de desechos sólidos y efluentes.

**Descripción del punto de verificación:** El sitio de muestreo fue elegido en un área dentro de la planicie, que no presentara agua en superficie. La cobertura vegetal resultó del 100% con dos estratos. Un estrato herbáceo con cobertura del 100% conformado por una pradera con la codominancia de hidrófitas tales como *Eleocharis* sp., *Alternanthera philoxeroides* (lagunilla) y *Polygonum* sp. (catay). Luego se encuentra un estrato arbóreo bajo (entre 3 y 5 metros), de individuos dispersos de acacia negra (*Gleditsia triacanthos*) (cobertura menor al 10%) (Figura 6.2.4).

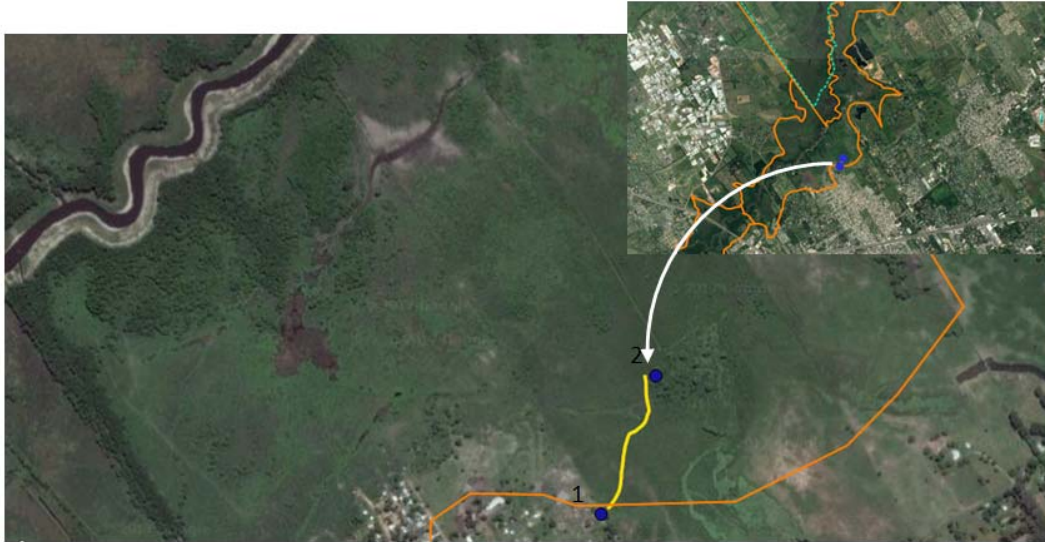
Sobre el suelo no se observa la presencia de restos vegetales en descomposición (hojarasca), lo que puede indicar la acción de remoción por parte de los flujos de desborde. Indicador de la ocurrencia de inundación es una bolsa plástica enganchada en un árbol, a 50cm del piso.

El suelo se encuentra bastante compactado, con una capa superior de no más de 5 cm, color pardo oscuro con abundante contenido de materia orgánica y raíces finas. Por debajo se encuentra una capa color gris, con abundantes moteados negros y en profundidad se observa una matriz arcillosa gris (gley) con abundantes Minotti P. y P. Kandus, 2017





barnices y moteados negros, cutanes ferruginosos alrededor de raicillas, y algunas concreciones ferruginosas. También se observan restos de conchillas (Figura 6.2.5).



**Figura 7.2.2.** Localización del sitio (punto azul) 1) parada vehiculo terrestre, 2) sitio de muestreo piloto. En amarillo trayecto recorrido a pie. Línea naranja: límite de la unidad de paisaje. En el extremo superior derecho se indica la localización general.



**Figura 7.2.3.** Asociaciones vegetales observadas en el reocrrido realizado. a) Duraznillar, b) pradera con isletas de bosque abierto de acacia negra, c) pradera de lagunilla (*Alternanthera philoxeroides*) y verdolaga (*Ludwigia* sp.) en cauce temporario, d) vista desde el campo hacia el inicio del trayecto donde se observa acumulación de basura y chatarra.



**Figura 7.2.4.** Escenas del sitio de muestreo. a) vista general, b) vista general, y marca de inundación, a)Extracción de muestra de suelo mediante barreno



**Figura 7.2.5** Suelos ., b) capa superficial, con materia orgánica incorporada y por debajo una capa arcillo limosa gris (15cm). C) Los 15 cm siguientes decolor gris muy oscuro, de carácter arcillo muy plástico. C) Detalle de muestra de suelo, se observa matriz arcillosa gris con abundantes barnices y moteados negros y algunas concreciones ferruginosas.





### V1\_Sitio 2. Cauce en la planicie Loessica

El sitio 2 corresponde a la unidad de paisaje denominada Planicie Loessica. Localización geográfica 34° 31' 7.616" S 58° 58' 13.8" O (Figura 7.2.6). El sitio se encuentra en las inmediaciones del límite con el Partido de Luján y fue elegido porque corresponde a la planicie de inundación de un Arroyo, tributario del Río Luján al cual se accedió desde la Ruta Provincial 34. Se emplaza en una matriz terrestre agrícola y aguas arriba sus nacientes se encuentran en un campo de golf en la localidad de General Rodríguez en donde también atraviesa zonas urbanas.

Se recorrió desde la ruta hasta el sitio de muestreo. Se trata de un valle con un gradiente abrupto hacia el cauce, con el curso de agua de aproximadamente 5 metros de ancho en el sector visitado, una porción de ribera dominado por plantas herbáceas hidrófitas y en la medida que se toma distancia en forma perpendicular a la dirección del cauce, el terreno asciende hasta un pastizal dominado por plantas terrestres. No se observa agua en superficie pero hay evidencias de creciente por material de arrastre acumulado en alambrados (Figura 7.2.7).

**Usos percibidos:** Pesca (anguilas), ganadería.

**Servicios ecosistémicos percibidos:** Amortiguación de excedentes hídricos y depuración de aguas. Oferta de forraje y pesca

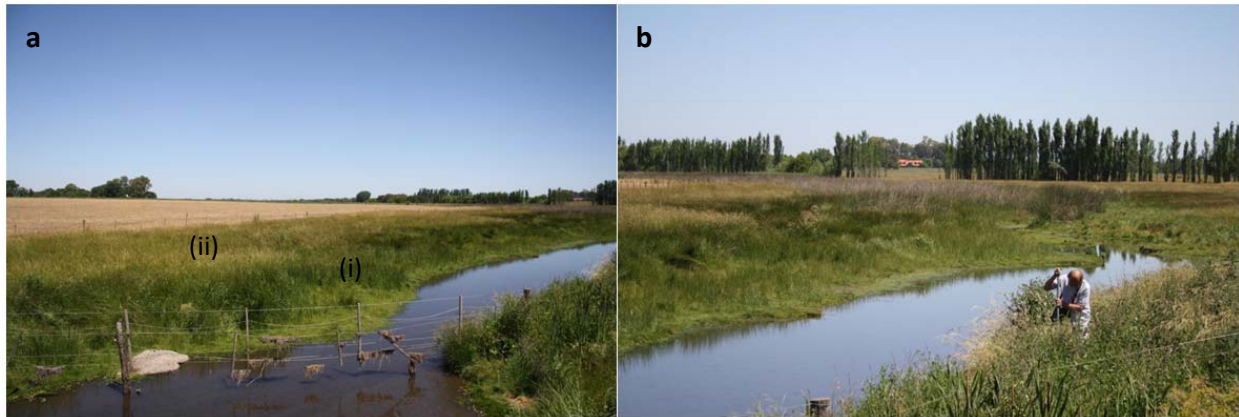
**Amenazas potenciales:** Degradación por contaminación (efluentes industria las aguas arriba y ).

**Descripción del punto de verificación (PV):** El punto de muestreo fue emplazado en la planicie adyacente al cauce. La cobertura vegetal resultó de 100% con un solo estrato herbáceo dominado por una cyperacea (*Cyperus* sp.) siendo acompañante frecuente *Plantago* sp. (Figura 7.2.8). El suelo se encontraba húmedo, pero no saturado, con alto grado de compactación, lo cual dificultaba extraer la muestra con el barreno. El suelo presenta color gris- pardo, con abundante materia orgánica incorporada al perfil.

Hacia la medialoma alta, la matriz de ciperáceas es reemplazada por gramíneas, (la especie dominante debe ser chequeada), que evidencia un menor grado de inundabilidad (Figura 7.2.9).



**Figura 7.2.6.** Localización del sitio (punto azul) 1) parada vehiculo terrestre, 2) sitio de muestreo piloto. En amarillo trayecto recorrido a pie. Extremo inferior izquierdo, localización general. Línea naranja: límite de las unidades de paisaje, verde punteada: límite del Partido.



**Figura 7.2.7.** Arriba. a) vista general del arroyo desde la Ruta Prov. 34., al fondo una parcela agrícola b) vista del arroyo y pescador de anguilas. (i) dominancia de ciperáceas; (ii) dominancia de gramíneas

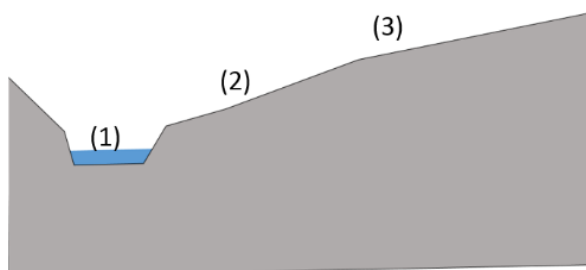


**Figura 7.2.8.** Izquierda Pradera de ciperáceas (hidrófitas). Detalle de la densa cobertura vegetal, con abundante materia seca en pie. Acompaña *Plantago* sp. Detalle del suelo arcillo limoso, con abundante materia orgánica.





Figura 7.2.9. Pastizal de la medialoma alta.



Perfil del punto de verificación, adyacente al arroyo (1) arroyo, (2) media loma baja, (3) media loma alta. La flecha indica el sitio de muestreo



**Visita 2.** (V2) Humedales del Partido de Luján. Fecha de realización 23/11/2016.

Durante la visita realizada el 23/11/2016 se visitaron 2 sitios donde se realizó trabajo de campo para verificar la presencia de humedal y en otros casos se tomaron registros fotográficos.

**Participantes:** Por OPDS: Mariana Tangorra (Ordenamiento Ambiental Territorial), Mariano Pérez Safontas y Tamara Sánchez Actis (Sistema de Análisis Territorial Ambiental- SATA) y Diego Fernández Gagneux (Recursos Naturales); por el Municipio de Luján Antonio Graglia (Responsable Defensa Civil). Participaron también: Lic. Jerónimo Valle y Sebastián Portillo (Municipio de Pilar), Eliana Belén González y Patricia Kandus (UNSAM) y Soledad Mondedeu (Darwinion-CONICET).

**V2\_Sitio 1. Unidad de paisaje Planicie Loessica.**

El trabajo se realizó en un área de bajo en la unidad de paisaje "planicie loésica", con localización geográfica - 34° 28'25,46" S, 59°11'7,9" O (Figura 6.2.10).

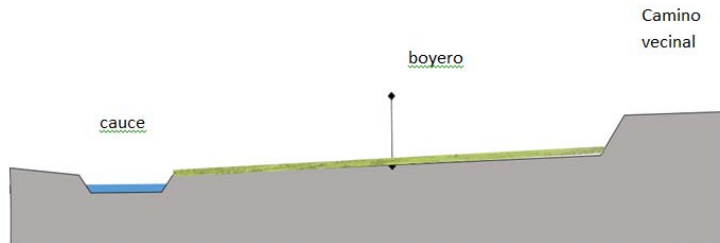
El sitio elegido fue accedido desde un camino vecinal. Se trata de un campo con una pendiente suave desde el camino hacia el bajo. El bajo resulta una vía de drenaje natural de la cuenca del Río Luján. El campo está atravesado por un alambre boyero para ganado además del alambrado tradicional. El paisaje está conformado por una pradera de herbáceas bajas, aunque a la distancia, separado por un alambrado, se visualiza un cambio abrupto de la vegetación a una pradera de herbáceas hidrófitas altas (del tipo juncal o totoral). El bajo presenta un curso de agua, sin movimiento perceptible, de apenas dos metros de ancho y menos de 15cm de profundidad, con agua libre y cobertura de hidrófitas tales como *Althernanthera filoxeroides* (lagunilla), *individuos de Sagittaria montevidensis* (flecha de agua o achira). (Figura 6.2.11)

**Usos percibidos:** Ganadero.

**Servicios ecosistémicos percibidos:** Drenaje natural de campos. Habitat fauna silvestre, oferta de forraje y agua para ganadería.

**Amenazas potenciales:** Degradación por uso de los campos aledaños con agricultura intensiva y sobrepastoreo.

**Descripción del punto de verificación:** El sitio de muestreo fue elegido en un área dentro del plano hacia el bajo. La cobertura vegetal resultó del 100% con un solo estrato herbáceo muy bajo (menos de 10cm). La composición florística es muy diversa pero particularmente se destaca la dominancia de *Eleocharis* sp. (75-100% de cobertura) denotando la inundabilidad del sitio. Como acompañantes se identificaron *Trifolium* sp., *Althernanthera filoxeroides*, *Rumex crispus*, *Eryngium* sp. *Juncus* sp. e *Hidrocótile bonariensis*, todas reconocidas como plantas hidrófitas. El suelo se presenta fuertemente saturado con agua, con una capa superficial de color pardo negro debido al contenido de materia orgánica y luego de color pardo claro, limo arcilloso con moteados negros y naranjas.



Perfil del sitio de verificación. La flecha indica el sitio de muestreo



**Figura 7.2.10.** V2 Sitio1. Bajo de drenaje orientado. Emplazamiento general del sitio. Imagen alta resolución QGIS



**Figura 7.2.11.** Arriba Vista general de V2\_Sitio1. Derecha arriba cauce con agua libre e individuos de *Sagitaria montevidensis*. Abajo detalle de *Alternanthera filoxeroides*.





**Figura 7.2.12.** Vista general de V2\_Sitio1. Arriba, pajonal tras alambrado, continuidad del cauce; al centro analizando la vegetación y detalle de *Eleocharis* sp.; aneral sel sitio.



### **V2\_Sitio 2. Unidad de paisaje Planicie Loessica.**

El trabajo se realizó en un área de bajo en la unidad de paisaje “planicie loésica”, con localización geográfica - 34° 28'25,46" S, 59°11'7,9" O (Figura 6.2.12).

El sitio elegido fue accedido desde un camino vecinal. Se trata de un arroyo con una planicie de desborde enmarcada por los campos de cultivo. El arroyo es atravesado por el camino y en el alambrado que lo cruza se evidencia el movimiento del agua por el material acumulado (Figura 6.2.13)

**Usos percibidos:** Ganadero.

**Servicios ecosistémicos percibidos:** Drenaje natural de campos. Habitat fauna silvestre, oferta de forraje y agua para ganadería.

**Amenazas potenciales:** Degradación por uso de los campos aledaños con agricultura intensiva y sobrepastoreo.

**Descripción del sitio:** El sitio de muestreo fue elegido en un área dentro del plano hacia el bajo. La cobertura vegetal resultó del 100% con un solo estrato herbáceo. La composición florística varía a lo largo del gradiente topográfico. Hacia la media loma baja la comunidad vegetal está dominada por *Eleocharis* sp. (ciperácea) acompañada por *Hidrocotile* sp. y *Alternanthera philoxeroides* (Figura 6.2.14). En la media loma alta donde se emplazó el punto de verificación la comunidad está codominada por una especie de gramínea (no identificada), *Carex* sp. y *Eleocharis* (ciperáceas) y *Trifolium repens*. El suelo se presenta saturado de color gris negro.

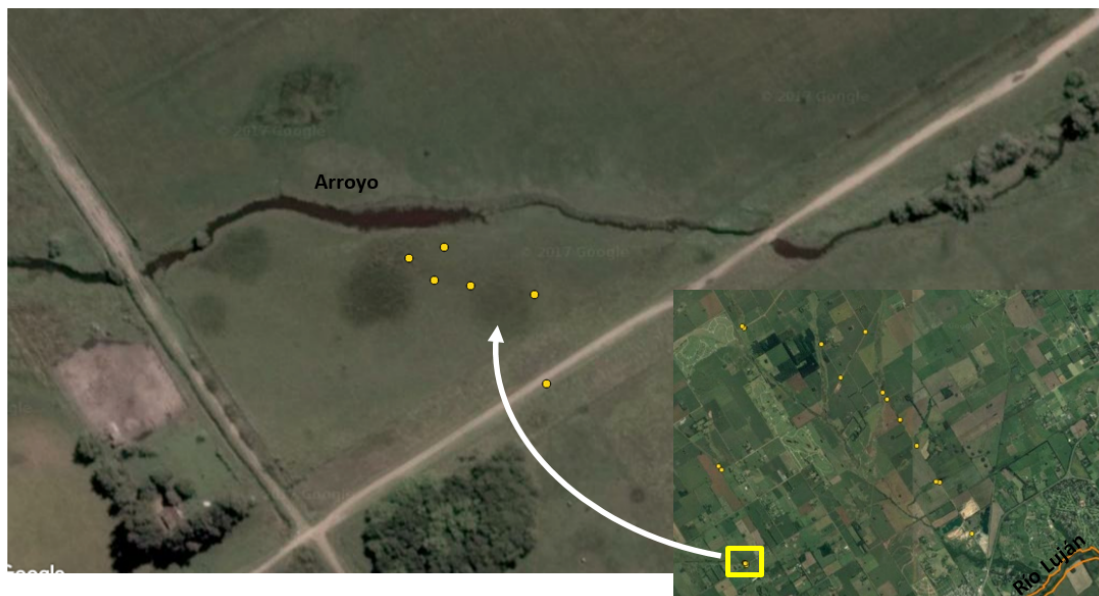
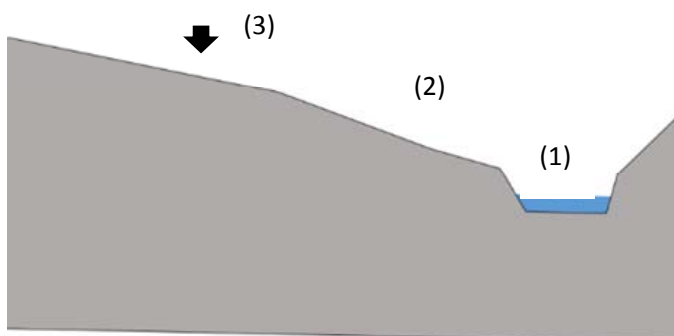


Figura 7.2.11 Vista general de V2\_Sitio2. Imagen alta resolución QGIS



**Figura 7.2.13** Vista de V2\_Sitio2. Arroyo y alambrado con restos de materia vegetal y desechos arrastrados por el cauce durante un período de creciente.



Perfil del sitio de verificación, adyacente al arroyo (1) arroyo, (2) media loma baja, (3) media loma alta. La flecha indica el sitio de muestreo





**Figura 7.2.14** Vista de V2\_Sitio2. Arroyo y Planicie de desborde. Se distinguen dos comunidades vegetales, a lo largo del gradiente topográfico, diferenciadas por su composición florística. Abajo izquierda, detalle de *Eleocharis* sp., a la derecha vista del pastizal. Fotos Mariano Perez Safontas





V2\_Sitios con registros fotográficos.



**Figura 7.2.15.** Localización de sitios visitados y que por razones logísticas no fue posible acceder y solo se tomó registro fotográfico



**Figura 7.2.16.** Sitio (1) Canal de drenaje dentro de una propiedad privada.



**Figura 7.2.16.** Sitio (2) Depresión aislada, anegable. Emplazada dentro de un predio agrícola-ganadero.



**Figura 7.2.17.** Sitio (3) Arroyo y planicie de inundación dentro de propiedad privada.



**Figura 7.2.20.** Sitio (4) Arroyo con totoral (*Typha* sp.).



**Visita 3.** (V3) Humedales del Partido de Luján. Fecha de realización 16/05/2016.

Durante la visita realizada el 23/11/2016 se visitaron 2 sitios donde se realizó trabajo de campo para verificar la presencia de humedal y en otros casos se tomaron registros fotográficos.

**Participantes:** Laura San Martín, Irene Fabricante y Patricia Kandus (UNSAM).

### **V3\_Sitio 1. Unidad de paisaje Planicie Loessica.**

El trabajo se realizó en un área de bajo en la unidad de paisaje “planicie loésica”, con localización geográfica - 34,55267 S, 59,01042 O, el sitio corresponde a una porción del valle de inundación de un arroyo tributario al Río Luján en su intersección con la ruta provincial 34 (Figura 6.2.21).

El arroyo, que en este sector se encuentra totalmente vegetado, está enmarcado por una medialoma de pendiente moderada. El deslinde entre la media loma y el campo alto (cultivado) lo determina el cambio de pendiente y la presencia de matas de *Cortaderia selloana* (cortaderia). Se trata de un campo con una pendiente suave desde el camino hacia el bajo.

**Usos percibidos:** Ganadero.

**Servicios ecosistémicos percibidos:** Drenaje natural de campos. Habitat fauna silvestre, oferta de forraje y agua para ganadería.

**Amenazas potenciales:** Degradación por uso de los campos aledaños con agricultura intensiva y sobrepastoreo.

**Descripción del punto de verificación:** El punto de muestreo (1) corresponde con el cauce del arroyo. La cobertura vegetal en este sector es del 100%, representada únicamente por *Iris pseudacorus*, especie hidrófita introducida en nuestro país, invasora común en la ribera platense. El suelo, hasta una profundidad de aprox. 20 cm presenta una textura arcillo-limosa, con abundante contenido de materia orgánica incorporada a la matriz y restos vegetales en descomposición (en los primeros 5 cm), con color pardo negro (5YR 3/1); mas profundo la textura se torna mas arcillosa y el color 7,5YR 2,5/1 – 4-3. (Figura 6.2.22).

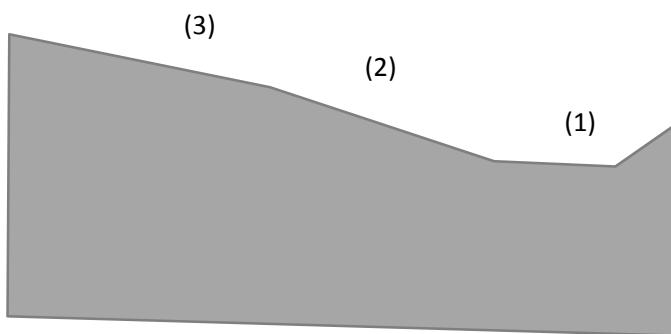
El muestreo realizado en la medialoma el suelo se encuentra mucho mas compactado, no hay restos de hojarasca en superficie. La textura hasta los 20cm resultó arcillo limosa, las raíces penetran hasta los 5 cm aproximadamente y luego se vuelven muy dispersas. El color es pardo oscuro (10YR 3/2; 7,5YR 4/2). Se encontraron concreciones de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>). El barreno no penetró a mayor profundidad debido a la compactación del sustrato. La vegetación está representada por un pastizal dominado por *Cynodon dactylon* (pata de perdiz), especie introducida muy difundida en altos inundables regularmente pero con suelos bien drenados; aparecen como acompañantes *Baccharis salicifolia* (chilca), *Baccharis* sp. (carqueja), *Eryngium* sp., y cardo (*Silybum marianum*).

Minotti P. y P. Kandus, 2017





Figura 7.2-21. V3\_Sitio 1. Localización general del sitio de muestreo.



Perfil del sitio de verificación V3\_Sitio 1., adyacente al arroyo (1) arroyo, (2) media loma, (3) Tierras altas. La flecha indica el sitio de muestreo



Figura 7.2-22. V3\_Sitio 1. Punto de verificación. A la izquierda cauce con *Iris pseudacorus*. A la derecha pastizal de *Cynodon dactylon*.

Minotti P. y P. Kandus, 2017





### **V3\_Sitio 2. Unidad de paisaje Planicie Loessica.**

El trabajo se realizó en un área de bajo en la unidad de paisaje “planicie loésica”, con localización geográfica - 34,52197 S; 58,99804 O, el sitio corresponde a una porción del valle de inundación de un arroyo tributario al Río Luján. El arroyo, es angosto (menos de 2 metros de ancho) confinado por una suave planicie extendida que a su vez está enmarcada por tierras agrícolas. (Figura 6.2.23)

**Usos percibidos:** Ganadero.

**Servicios ecosistémicos percibidos:** Drenaje natural de campos. Habitat fauna silvestre, oferta de forraje y agua para ganadería.

**Amenazas potenciales:** Degradación por uso de los campos aledaños con agricultura intensiva y sobrepastoreo.

**Descripción del sitio:** El sitio de muestreo corresponde con la planicie de desborde del arroyo. La fisonomía general es de una pradera de herbáceas hidrófitas, con una cobertura del suelo del 100% y dominancia de *Eleocharis* sp. (ciperácea) acompañada por *Hidrocotile* sp. El suelo presenta hasta los 7cm restos de materia orgánica y raíces, en una matriz mineral arcillo-limosa con color 7,5YR 2,5/1. En profundidad hasta los 35cm aprox. El suelo presenta textura arcillo limosa de color 7,5YR 3/2 y 4/1, con moteados negros de materia orgánica y concreciones de CaCO<sub>3</sub> (Figura 6.2.24).



Figura 7.2.23. V3\_Sitio 2.  
Localización general del sitio de muestreo.



Perfil del sitio de verificación  
V3\_Sitio 2. La flecha indica el sitio de  
muestreo



Figura 7.2.24. V3\_Sitio 2. Localización general del sitio de muestreo.

***V3\_Sitios con registros fotográficos.***



Figura 7.2.25. Bajo en la planicie loessica, con pajonal.

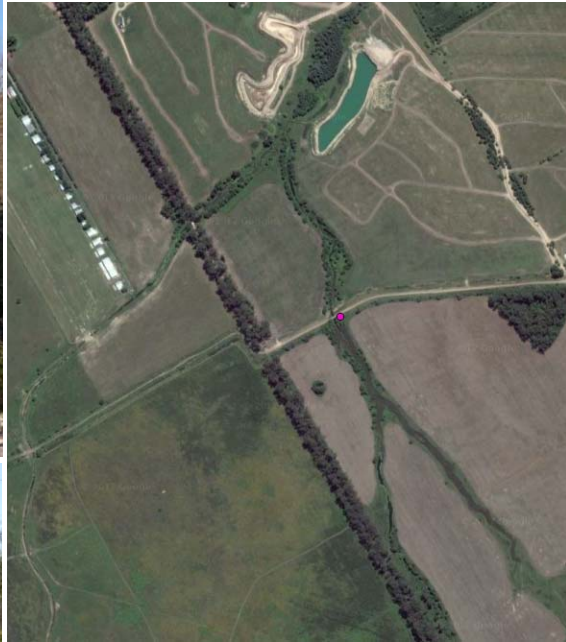


Figura 7.2.26. Arroyo en la planicie loessica, desde puente. Arriba, cauce con totoral (*Typha* sp.) con pajonal. Abajo, vista del otro lado del puente intervenida por la construcción de un barrio cerrado.





### Formulario de verificación a campo.

En función de la experiencia realizada durante el trabajo de campo y con el objeto de verificar la presencia de humedales, se elaboró una planilla de recolección de datos que luego pudieran ser sistematizados en una base de datos general del inventario de humedales.

La planilla de campo elaborada se presenta a continuación. La misma consta de dos partes. La **Planilla A**, corresponde a aspectos generales del sitio, donde se describen los datos generales sobre el agente responsable del inventario, institución a la que pertenece el agente, unidad de paisaje donde se emplaza el sitio, sistema de paisaje y región de humedales a la cual pertenece (niveles 1 y 2 del Inventario Nacional). Se describe la fisonomía general de la vegetación terrestre en la cual se emplaza el humedal (bosque, pastizal, pradera herbácea, matorral, otros) y se incluye un espacio para describir el uso dominante del área (pastoreo, agricultura, urbano, recreativo, otros). Luego hay espacio para describir las geoformas presentes y dibujar el perfil topográfico a lo largo del cual se puede indicar la posición de las tierras altas, media loma y bajos relativos. En el dibujo se solicita indicar en que puntos se realizarán muestreos de verificación usando la **Planilla B**. Se deberá completar una **Planilla B** por cada punto donde se realiza la verificación. Si existen dudas sobre los límites a campo del humedal, entonces se deberán realizar varios puntos de verificación.

La **Planilla B**, consta de tres partes, la primera aborda características hidrológicas y geomórficas del punto (**a**), la segunda incluye la descripción de los suelos con énfasis en la presencia de caracteres hidromórficos (**b**) y la tercera a la vegetación, particularmente debe indicarse la presencia y abundancia de hidrófitas (**c**). Esta planilla se refiere a los criterios e indicadores de campo descriptos en el ítem 4.2 del presente informe.

Las características Hidrogeomórficas se refieren a la posición del punto en el gradiente topográfico local y a la presencia de evidencias de la presencia de agua, su origen y movimiento. Respecto a los suelos, se debe consignar las características generales del perfil, capas principales y, fundamentalmente la presencia de caracteres indicadores de la ocurrencia de procesos redoximórficos tal cual fueron mencionados en el capítulo. Finalmente con respecto a la vegetación, se debe hacer énfasis en la presencia y abundancia relativa de especies de plantas reconocidas como hidrófitas.





INVENTARIO DE HUMEDALES -ARGENTINA - PLANILLA DE EVALUACIÓN CAMPO

PLANILLA\_A Perfil General del Sitio<sup>(1)</sup>

ID_Sitio:	Fecha: / /	Provincia	Partido/municipio:
coord. Lat/Long	Código de paisaje:	Responsable (2):	
WayPoint #:	Código Sistema de paisajes:	Institución(3):	
Foto del sitio <a href="#">g005</a>	Código Región:	Acompañantes: sí - no (4)	
Condiciones climáticas e hidrológicas normales?: SI NO (6)			Forma de acceso (5):
<b>EMPLAZAMIENTO GEOMORFOLÓGICO</b>			
Geoformas presentes			
Origen de las geoformas (si correspondió)			
<b>FISIONOMÍA GENERAL DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE CIRCUNDANTE:</b> bosque / pastizal / pradera herbácea / otros ( aclarar )			
USO DEL SUELO: pastoreo, agricultura, urbano, recreativo, otros ( aclarar )			
<b>DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DEL GRADIENTE TOPOGRÁFICO/AMBIENTAL:</b> <i>Dibujar perfil e indicar los puntos de muestreo de verificación</i>			

- 1) La planilla de perfil se sitio describe el contexto en el cual se realizarán los muestreos de suelo y vegetación en SITIOS de interés.
- 2) Nombre del agente responsable
- 3) Institución del agente responsable
- 4) Acompañantes, nombrar al pie
- 5) Forma de acceso: terrestre, navegación, aire.
- 6) Indicar seco, anegado, inundación ordinaria, otros



PLANILLA\_B Punto de Muestreo de Verificación (1)

ID_Sitio:	ID_Punto	GPS#	GPS (lat long):		Fecha: / /				
HIDRO-GEOMORFOLOGIA									
Posición en el gradiente topográfico local alto – <u>medialoma</u> – bajo									
Hay evidencias de hidrología de humedales? (describire en cada caso) .									
Marcas de agua	SI	NO							
Sedimentos depositados	SI	NO							
Evidencias de erosión	SI	NO							
Origen del aporte principal del agua : subterránea , lluvias , deshielo , desborde cauce fluvial , mareas									
Agua en superficie	SI	NO	Prof (cm)						
Saturación	SI	NO	Prof (cm)						
Agua subterránea	SI	NO	Prof (cm)						
<b>SUELO</b>									
Descripción del perfil				Caracteres redox					
Matriz									
Capa	Profundidad (cm)	raíces (7)	Color (húmedo) (8)	Materia Orgánica (9)	Textura (10)	Tipo (11)	Distribución y abundancia (12)	Color de caracteres (8)	capa(13)
Características generales del suelo									

VEGETACIÓN		Cobertura total:		Nro de estratos:		% suelo desnudo:			
Especie		Cobertura (14)	Altura (cm)	Estrato (15)	Hidrofita reconocida (16)	Observaciones (17)			

- (7) Presencia de raíces, finas /gruesas/ ; escasas/abundantes
- (8) Color según Tabla Munsell.
- (9) Contenido de Materia orgánica. Restos vegetales identificables. MO incorporada
- (10) Según esquema de Figura 6.1.3
- (11) M=Moteados, C= concreciones, RM= matriz reducida, MS= granos arena enmascarados
- (12) PL= poros, M=matriz / raros - escasos- abundantes
- (13) Capa donde aparecen los caracteres redox
- (14) Según escala de la Figura 6.1.4.
- (15) Estrato: 1) herbáceo 2)arbusitivo 3) arbóreo 4) enredaderas
- (16) Según bibliografía o tablas de identificación elaboradas ad hoc.
- (17) F: Foto de individuo; H: herborizado

Comentarios generales (otros elementos de verificación no consignados)



### 7.3. Desafíos para la implementación del proceso de verificación a campo.

El proceso de verificación del inventario a campo puso en evidencia dificultades, que son críticas para el éxito de la tarea de inventario. Las mismas se detallan a continuación:

a.- **Esfuerzo de muestreo.** El trabajo de verificación debe ser realizado en primera instancia en aquellos humedales que resulten conflictivos en términos de su identificación y /o delimitación desde el punto de vista cartográfico y partir de imágenes satelitales en gabinete. En aquellas unidades de humedal, cartografiadas pero que no revistan dudas a priori sobre su condición de humedal debiera realizarse un muestreo de unidades con un criterio de selección estadístico para validar a campo los criterios cartográficos.

b.- **Accesibilidad a los sitios de muestreo.** Frecuentemente las unidades de humedal identificadas se encuentran dentro de áreas de propiedad privada o en áreas de acceso complejo. En el primer caso, deberá tramitarse un sistema de permisos y credenciales identificatorias a nivel municipal y/o provincial que faciliten el ingreso a los predios.

c. **Capacitación.** La identificación de elementos de la biota y caracteres edáficos diagnósticos de la presencia de humedales requiere de protocolos y actividades de capacitación al personal que llevará a cabo las tareas de validación del inventario a campo. Los protocolos y materiales para la elaboración de manuales y el diseño curricular de capacitaciones, debe ser realizado por profesionales especialistas idóneos. Al menos se identifican tres áreas temáticas prioritarias: plantas hidrófitas, caracteres diagnósticos de suelos y diseño de muestreo.



## 8. Consideraciones finales

El marco conceptual ecohidrogeomorfo define cuales son los forzantes de la génesis y ocurrencia de los humedales. Para abordar un inventario de humedales, por lo tanto, es requerimiento *sine qua non* comprender como se expresan dichos forzantes en términos de la organización del territorio desde sus características físicas ambientales: geología, geomorfología, climatología, hidrología, hidrogeología, suelos y vegetación natural. También se deben tener en cuenta la historia de ocupación y el uso actual del territorio, que en muchos casos afecta sustancialmente el emplazamiento de los humedales y/o su régimen hidrológico.

De acuerdo con el marco anterior, los resultados de este trabajo evidencian la necesidad de desdoblar el Nivel III del inventario de humedales en dos niveles: Unidades de Paisaje de Humedal y Unidades de Humedal. Las unidades de paisaje presentan patrones característicos de humedales y tipos de humedales. Las unidades de humedal, son elementos del paisaje que corresponden a algún tipo particular. Cada unidad de paisaje y cada tipo de humedal son expresiones del modelo conceptual adoptado a distintas escalas y, en consecuencia, exponen distinto funcionamiento ecohidrogeomorfológico.

Desde el punto de vista metodológico, la identificación de un nivel de unidades de paisaje facilita el inventario, sobre todo en áreas con complejos de humedales, donde los diferentes tipos se expresan como un continuo de difícil cartografía. En ese caso la unidad de paisaje aporta un nivel de comprensión para la gestión, aunque no se identifiquen o delimiten en forma inmediata los elementos de humedal. Desde el punto de vista conceptual, las unidades de paisaje constituyen una entidad con tipos de humedales y funcionamiento particular que puede facilitar la gestión por parte de municipios y provincias.

El trabajo en áreas densamente urbanizadas o en general intervenidas, hace necesario comprender la configuración del paisaje a nivel físico y en lo posible reconstruirlo, a fin de poder identificar las unidades de humedales remanentes, diferenciando las de origen natural de aquellas generadas por distinto tipo de intervenciones. Por otra parte, esto permite establecer una dimensión de la transformación realizada.

Con respecto a la tipología de humedales, en este trabajo se abordó la misma desde un enfoque inductivo, o sea que se relevaron todos los humedales de diferentes tipos que existen en el AP dentro de cada una de las unidades de paisaje. Se clasificaron tipos dentro de cada unidad de paisaje. Aun a sabiendas de la disponibilidad de esquemas de clasificación de humedales realizados en otras regiones del mundo, consideramos que sería prudente mantener un enfoque inductivo hasta lograr un cumulo de datos y experiencia que permita adaptar alguna clasificación preexistente o formular una clasificación de humedales ad hoc para ser usada en nuestro país.

El proceso de validación de la presencia de los elementos de humedal y sus límites se vinculan en forma directa con los caracteres diagnosticos propuestos por la definición de humedales: hidrológicos, edáficos y biota adaptada (en particular plantas hidrófitas). Los aspectos hidrológicos debieran ser evaluados en primera instancia en gabinete a través del análisis de series multitemporales de datos satelitales. En cambio, se proponen planillas de validación a campo en términos de aspectos edáficos y bióticos, que emergen de las características hidrodinámicas del humedal. En este caso resultan aspectos críticos el diseño de selección y muestreo de los humedales a evaluar, la accesibilidad a los humedales, particularmente en áreas de





propiedad privada, y la planificación y desarrollo de actividades de capacitación para los técnicos que lleven adelante el proceso de inventario a campo.

El proceso de caracterización de los humedales en el marco del inventario debiera ser orientado por tipo de humedal identificado. El mismo tiene diferentes dimensiones vinculadas en primer término a los aspectos ecohidrogeomórficos propios de cada tipo de humedal y en segundo término a variables vinculadas a los objetivos específicos del inventario.

## 10. Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento al personal del Organismo para el Desarrollo Sustentable (OPDS), particularmente a Haydee Susana Mulvani y Nestor Gil Conners, y también de los Municipios de Escobar, Pilar y Luján, que colaboraron en las salidas de campo realizadas en el marco del presente proyecto.

## 11. Bibliografía citada

- Abell, R., M.L. Thieme, C. Revenga, M. Bryer, M. Kottelat, N. Bogutskaya, B. Coad, N. Mandrak, S.C. Balderas, W. Bussing, M.L.J. Stiassny, P. Skelton, G.R. Allen, P. Unmack, A. Naseka, R. Ng, N. Sindorf, J. Robertson, E. Armijo, J.V. Higgins y T.J. Heibel. 2007. Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *BioScience* 58(5): 403-414.
- Alsina, Griselda, Borello, José Antonio, Miñ, Mariela Lorena (Eds). 2006. Diagnóstico ambiental del Partido del Pilar. Año 2002. Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de Gral. Sarmiento.
- Ameghino F., 1907. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, 3: 343-427.
- Andrade, M. I.; Carvajal, A.; Yanes, L. 1986. Factores de deterioro ambiental en la cuenca del río Luján. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Andrade, M. I.; Carvajal, A.; Yanes, L.; Y otros. (1986). Factores de deterioro ambiental en la cuenca del río Luján. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- APN (Administración de Parques Nacionales). 2015. Plan de Gestión de la Reserva Natural Otamendi 2016-2021, 279 pp.
- Arzamendia Y., M. H. Cassini and B. L. Vilá 2006; Habitat use by vicuña *Vicugna vicugna* in Laguna Pozuelos Reserve, Jujuy, Argentina. *Oryx* Vol 40 No 2
- Auge M.; Hirata R. Y F. López Vera 2002. Vulnerabilidad a la contaminación con nitratos del Acuífero Puelche en La Plata – Argentina. CEAL. Inéd: 1- 201. Madrid.
- Auge, M. (2004). Regiones hidrogeológicas República Argentina y Provincias de Buenos Aires, Mendoza y Santa Fe. La Plata. [on line: <http://www.gl.fcen.uba.ar/investigacion/grupos/hidrogeologia/auge/Reg-Hidrogeo.pdf>]
- Benzaquén, L., Blanco, D., Bo, R., Firpo Lacoste, F., Kandus, P., Lingua, G., Minotti, P. y R. Quintana. 2009. Avances sobre la propuesta metodológica para un sistema nacional de clasificación e inventario de los humedales de Argentina. Informe Técnico.
- 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-
- Minotti P. y P. Kandus, 2017



- Paraguay. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Proyecto GEF 4206 – PNUD ARG/10/003. ISBN 978-987-29340-0-2
- Blasi, A.; Castiñeira Latorre, C.; Del Puerto, L.; Prieto, A. R.; Fucks, E.; De Francesco, C.G.; Hanson, P.R.; García-Rodríguez, F.; Huarte, R.; Carbonari, J.; Young, A. 2009. Paleoambientes de la cuenca media del Río Luján (Buenos Aires, Argentina) durante el último período glacial (EIO 2-4). *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, 17 (2) 2010, 85-111
- Bolund, P. & Hunhammar, S. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 1999, Vol. 29, p. 293-301.
- Bonfils C., 1962. Los suelos del Delta del Río Paraná. Factores generadores, clasificación y uso. *Revista Investigación Agrícola*. INTA 16(3), 257-270. Buenos Aires, Argentina.
- Boyle T. P, S. M. Caziani and R. G. Waltermire 2004. Landsat TM inventory and assessment of waterbird habitat in the southern altiplano of South America. *Wetlands Ecology and Management* 00: 1–11, 2004.
- Brea, J. D., Reyna, J. y Spalletti, P., 2006. *Diagnóstico del funcionamiento hidrológico hidráulico de la cuenca del río Luján, Provincia de Buenos Aires. Delimitación de las zonas bajo riesgo hídrico*. Laboratorio de Hidráulica aplicada. Instituto Nacional del Agua. Argentina
- Brinson MM (1993a) A hydrogeomorphic classification for wetlands. U. S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS, USA. Technical Report WRP-DE-4
- Brinson MM (1993b) Changes in the functioning of wetlands along environmental gradients. *Wetlands* 13:65–74
- Brinson, M. 1993, A hydrogeomorphic classification for wetlands. Technical Report WRP-DE-4, US Army Corps of Engineers, Wetlands Research Program, Washington DC.
- Brisco, B., Schmitt, A., Murnaghan, K., Kaya, S., & Roth, A. (2013). SAR polarimetric change detection for flooded vegetation. *International Journal of Digital Earth*, 6(2), 103-114.
- Brooks R. P. , M. M. Brinson, K. J. Havens, C. S. Hershner, R. D. Rheinhardt, D. H. Wardrop, D. F. Whigham, A. D. Jacobs, J.M. Rubbo 2011. Proposed Hydrogeomorphic Classification for Wetlands of the Mid-Atlantic Region, USA. *Wetlands* 31:207–219
- Burkart, A., 1956. Ojeada sinóptica sobre la vegetación del Delta del Río Paraná. *Darwiniana*, 11(3), 457-561. Buenos Aires, Argentina.
- Burkart, R., N. Bárbaro, R.O. Sanchez, D. Gomez. 1999. Ecorregiones de Argentina. Administración de Parques Nacionales. Presidencia de la Nación.
- Cabrera, A. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. Volumen XIV Nº 1-2.
- Canevari, P., Blanco, D., Bucher, E., Castro, G. y Davidson, I. 1999. Los humedales de la Argentina. Clasificación, situación actual, conservación y legislación. *Wetlands International*. Pub. 46, 208pp
- Cavallotto, J.L, R.A. Violante y G. Parker. 2004. Sea level fluctuations during the last 7.600 years in the De La Plata river. *Quaternary International* 114: 155-165
- Cavallotto, J.L., 2002. Evolución holocena de la llanura costera del margen sur del Río de la Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 57(4): 376-387.
- Celemín, A. H. (1984). *Meteorología práctica*. Edición del autor, Mar del Plata.
- Chichizola, S.E. 1993. Las Comunidades Vegetales De La Reserva Natural Estricta De Otamendi Y Sus Relaciones Con El Ambiente. *Parodiana* 8 (2): 227-263.
- Ciappesoni, H., y Salio, P. (1997). Pronóstico de sudestada en el Río de la Plata. *Meteorológica*, 22(2), 67-81.
- Minotti P. y P. Kandus, 2017



- Ciccolella L. P y L.Vecslir 2012 "Dinámicas, morfologías y singularidades en la reestructuración metropolitana de Buenos Aires". Revista Iberoamericana de Urbanismo nº7. Barcelona - Buenos Aires - Palma de Mallorca. Pp. 23-41.  
Disponible en línea: [http://www.riurb.com/n8/08\\_riurb.pdf](http://www.riurb.com/n8/08_riurb.pdf)
- Ciccolella L. P Y L.Vecslir 2012 "Dinámicas, morfologías y singularidades en la reestructuración metropolitana de Buenos Aires". Revista Iberoamericana de Urbanismo nº7. Barcelona - Buenos Aires - Palma de Mallorca. Pp. 23-41.  
Disponible en línea: [http://www.riurb.com/n8/08\\_riurb.pdf](http://www.riurb.com/n8/08_riurb.pdf)
- Cortelezzi, C., R. Pavlivecic y C. Pittori, 1999. estudio geológico del sector norte del Partido de Ensenada. XIV Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 512-515, Salta.
- Cortés-Duque, J. y L. M. Estupiñán-Suárez. (Eds.). 2016. Las huellas del agua. Propuesta metodológica para identificar y comprender el límite de los humedales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Fondo Adaptación. Bogotá D. C., Colombia. 340 pp.
- Costanza, R.; D'arge, R.; De Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Shahid; Naeem, O'neill, R.V.; Paruelo, J.; Raskin, R.G.; Sutton; P. And Van Den Belt, M. 1996. The Value of The World's Ecosystem Services and Natural Capital. Nature 387: 253-260.
- Costanza, R.; D'arge, R.; De Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Shahid, Naeem; O'neill, R.V.; Paruelo, J.; Raskin, R.G.; Sutton; P. And Van Den Belt, M. 1997. The Value of ecosystem services: putting the issues in perspective. Ecological Economics 25: 67-72.
- Cowardin, L.M., V. Carter and F.C. Golet. 1979. Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. Washington, D.C.: U.S. Fish and Wildlife Service. FWS/OBS-79/31. <https://www.fws.gov/wetlands/Documents/Classification-of-Wetlands-and-Deepwater-Habitats-of-the-United-States.pdf>
- Cronk, J. K. and M. Siobhan Fennessy. 2001 Wetland Plants: Biology and Ecology. 482pp.
- Custodio, E. 1987. Peculiaridades de la hidrología de los complejos palustres españoles. En Bases científicas para la protección de los humedales españoles. Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Madrid España. Pp: 43-64.
- Daubenmire R.F. 1946. Plants and Environment. A text book of plant Autoecology. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Domínguez Soto J. M., A. D. Román Gutiérrez, F. Prieto García y O. Acevedo Sandoval. 2012. Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos. Rev. Mex. Cienc. Agríc vol.3 no.1 Texcoco
- DPSPAYC (Dirección Provincial de Servicios Públicos de Agua y Cloacas). 2014. Plan Estratégico de Agua y Saneamiento de la Provincia de Buenos Aires. Ministerio de Infraestructura. Subsecretaría de Servicios Públicos: 150 pp.  
Disponible en [http://www.mosp.gba.gov.ar/sitios/aguacloaca/informacion/92\\_06-Doc\\_Plan\\_Est2.pdf](http://www.mosp.gba.gov.ar/sitios/aguacloaca/informacion/92_06-Doc_Plan_Est2.pdf)
- EASNE, 1972. Contribución el estudio geohidrológico del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. Consejo Federal de Inversiones (CFI). La Plata, Argentina.
- Escobar, G., Vargas, W., y Bischoff, S. (2004). Wind tides in the Rio de la Plata estuary: meteorological conditions. International Journal of Climatology, 24(9), 1159-1169.
- Estupinan-Suarez L.M., C. Florez-Ayala, M.J. Quinones, A.M. Pacheco y A.C. Santos. 2015. Detection And Characterization of Colombian Wetlands: Integrating Geospatial Data With Remote Sensing Derived Data using Alos Palsar and Modis Imagery. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-7/W3, 2015 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 11-15 May 2015, Berlin, Germany
- Minotti P. y P. Kandus, 2017



- Fabricante, I., P. Minotti y P. Kandus. 2012. Urbanizaciones Cerradas en Humedales: Análisis espacial en el Delta del Paraná y en las Llanuras Aluviales de sus Principales Tributarios en Sector Continental de la Provincia de Buenos Aires. ARGENTINA. Informe Técnico. Fundación Humedales.
- Fidalgo F., De Francesco F.O. y Pascual R., 1975. Geología Superficial de la Llanura Bonaerense. En: Relatorio de la Geología de la Provincia de Buenos Aires: 103-137.
- Fidalgo, F., F. De Francesco y R. Pascual 1975. Geología Superficial de la Llanura Bonaerense (Argentina). 6º Congreso Geológico Argentino (Bahía Blanca), Relatorio: 103- 137.
- Finlayson C. M. and A. G. van der Valk 1995. Wetland classification and inventory: A summary Volume 118, Issue 1, pp 185–192 DOI: 10.1007/BF00045199
- Finlayson, CM & Davidson, NC (1999). Summary report. In Global review of wetland resources and priorities for wetland inventory (eds. CM Finlayson & AG Spiers). Supervising Scientist Report 144, Supervising Scientist Group, Environment Australia, Canberra: 1–13.
- Finlayson, CM (1999). Protocols for an Australian national wetland inventory. In Techniques for enhanced wetland inventory and monitoring. (eds. CM Finlayson & AG Spiers) Supervising Scientist Report 147, Canberra: 119–145.
- Finlayson, CM, Davidson, NC, Spiers, AG & Stevenson, NJ (1999). Global wetland inventory – status and priorities. Marine and Freshwater Research 50: 717–726.
- Frenquelli, J., 1950. Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires. M.O.P., Publ. LEMIT, Buenos Aires, Serie II (33): 1-70.
- Fucks 2005
- Fucks E y Deschamps C. 2007. Depósitos continentales cuaternarios en el Noreste de la Provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina 63 (3): 326 – 343
- Fucks, E. y C. M. Deschamps. 2007. Depósitos continentales cuaternarios en el noreste de la provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina 63: 326-343.
- Fucks, E. y De Francesco, F., 2003. Ingresiones Marinas al Norte de la Ciudad de Buenos Aires, su ordenamiento Estratigráfico., 2º Congreso Nacional de Cuaternario y Geomorfología. Tucumán. pp., 101-109.
- Fucks, E., 2005. Estratigrafía y Geomorfología en el ámbito del curso inferior del Río Luján, Provincia de Buenos Aires., 2005. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. Tesis N° 856.
- Fucks, E., M. Aguirre y C. M. Deschamps, C.M. 2005. Late Quaternary continental and marine sediments of northeastern Buenos Aires province (Argentina): Fossil content and paleoenvironmental interpretation. Journal of South American Earth Sciences. 20 (2005):45-56.
- Gallant A. 2015. The Challenges of Remote Monitoring of Wetlands. Remote Sens. 2015, 7, 10938-10950; doi:10.3390/rs70810938
- Ginzburg R.; J. Adámoli; P. Herrera y S. Torrella 2009. Los Humedales del Chaco: Clasificación, Inventario y Mapeo a Escala Regional. Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II. INSUGEO, Miscelánea, 14: 121 – 137. Tucumán, 2005 - ISBN: 987-9390-69-5 <http://www.insugeo.org.ar/publicaciones/docs/misc-14-11.pdf>
- Giraut, M., S. Ludueña, C. Lupano y A. Valladares. 2010. Atlas digital de Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de la República Argentina, Versión 2010. Secretaría de Recursos Hídricos de la República Argentina.
- Goldberg, S., 2011. Proyecto de Extensión Ámbito Social: Sistema de alerta de inundaciones de la ciudad de Luján. Universidad Nacional de Luján. Luján, Argentina.

Minotti P. y P. Kandus, 2017





- Goldberg, S., de Garín, A. B. y Berjarán, R. A., 2005. Análisis de la predictibilidad de inundaciones en la ciudad de Luján, Buenos Aires. Congreso Nacional del Agua (CONAGUA) 2005. Argentina.
- Guichón, Angelini, Benítez, Serafini y Cassini. 1999. Caracterización ambiental de lacuenca del río Luján (Argentina) aplicando dos metodologías de procesamiento de información satelitaria. Revista de Teledetección.
- Guichón, Angelini, Benítez, Serafini y Cassini. 1999. Caracterización ambiental de la noroeste de la Provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina,
- Guida, N. y M. González, 1984. Evidencias paleoestuarías en el sudoeste de Entre Ríos, su evolución con niveles marinos relativamente elevados del Pleistoceno Superior y Holoceno. IX Congreso Geológico Argentino. Actas III: 577-594.
- Haene, E. y J. Pereira (eds). 2003. Fauna de Otamendi. Inventario de los animales vertebrados de la Reserva Natural Otamendi, Campana, Buenos Aires. Temas de naturaleza y Conservación 3. Aves Argentinas/ Asociación Ornitológica del Plata. Buenos Aires. 192 pp.
- Hernández-Morcillo, M.; Plieninger, T. & Bieling, C. An empirical review of cultural Ecosystem services indicators. Ecological Indicators, 2013, Vol. 29, p. 434-444.
- INA (Instituto Nacional del Agua) 2006. Diagnóstico del Funcionamiento Hidrológico-Hidráulico de la Cuenca del Río Luján, Provincia de Buenos Aires.
- Iriondo M. y E. Scotta. 1979. The Evolution of the Paraná River Delta. En Suguio, K. y L. Martin, (eds.): Proceedings of the 1978 International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary. Sao Paulo, Brasil . Pp 405-417.
- Iriondo MH. 2004. The littoral complex at the Parana mouth. Quaternary International 114:143-154.
- Iriondo, MH, Drago EC. 2004. The headwater hydrographic characteristics of large plains: the Pampa case. International Journal of ECOHYDROLOGY & HYDROBIOLOGY 4(1):7-16
- Iriondo, MH. 2010 Geología del Cuaternario en Argentina. Ed. Moglia, Corrientes: 437p.
- Izagirre, I., R. Sinistro, I. O'Farrell, F. Unrein y G. Tell. 2001. Algal assemblages in anoxic relictual oxbow lakes from the Lower Parana floodplain (Argentina). Nova Hedwigia 123:95-106
- Izquierdo A. E.; J. Foguet; H. R. Grau 2016, Hidroecosistemas de la Puna y Altos Andes de Argentina. Acta Geológica Lilloana, 28 (1)
- Izquierdo, A. E., J. Foguet, H. R. Grau. 2015. Mapping and spatial characterization of Argentine High Andean peatbogs. Wetlands Ecology and Management. Volume 23, Issue 5, pp 963–976
- Jaramillo, U., Cortés-Duque, J. y Flórez, C. (eds.). 2015. Colombia Anfibia. Un país de humedales. Volumen 1. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 140 pp. <http://www.humboldt.org.co/es/component/k2/item/802-colombiaanfibiv1>
- Jaramillo, U., Cortes-Duque, J. y Florez, C. (eds.). 2016. Colombia Anfibia, un país de humedales. Volumen II. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogota, D. C., Colombia. 116 p. <http://www.humboldt.org.co/es/component/k2/item/871-colombiaanfibiv2>
- Kalesnik, F. (2001). Relación entre las comunidades vegetales de los neoeosistemas de albardón y la heterogeneidad ambiental del Bajo Delta del río Paraná. Tendencias sucesionales y proyecciones sobre la composición futura. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires.
- Kandus P. 1996. Análisis de Patrones de vegetación a escala regional en el Bajo Delta del Río Paraná (Argentina). Tesis doctoral Universidad de Buenos Aires.
- Kandus P., A.I. Malvárez. 2004. Vegetation Patterns and Change Analysis in the Lower Delta Islands of the Paraná River (Argentina). Wetlands, 24(3) 620-632. USA ISSN: 0277-5212.
- Minotti P. y P. Kandus, 2017



- Kandus P., H. Karszenbaum and L.A. Frulla. 1999. Land cover classification system for the Lower Delta of the Paraná River (Argentina): Its relationship with Landsat Thematic Mapper spectral classes. *Journal of Coastal Research*.(15) 4: 909-926. USA. Ginsburg et al 2009.
- Kandus P., N. Morandeira y F. Schivo. (Eds.) 2010. Bienes y Servicios Ecosistémicos de los Humedales del Delta del Paraná. Wetlands International. ISBN 978-987-24710-2-6. 28pp
- Kandus P., P. Minotti y I. Fabricante. 2016. Identificación y delimitación de humedales de Argentina. En *Regiones de Humedales de Argentina*. En preparación.
- Kandus, P., A. I. Málvarez y N. Madanes (2003). Study on the herbaceous plant communities in the Lower Delta islands of the Paraná River (Argentina). *Darwiniana*, 41(1-4): 1-16. Argentina. ISSN: 0011-6793.
- Kandziora, M.; Burkhard, B. & Müller, F. Interactions of ecosystem properties, ecosystem integrity and ecosystem service indicators—A theoretical matrix exercise. *Ecological Indicators*, 2013, Vol. 28, p. 54-77.
- Kauth, R. J., & Thomas, G. S. (1976, January). The tasselled cap—a graphic description of the spectral-temporal development of agricultural crops as seen by Landsat. In *LARS Symposia* (p. 159).
- Keddy, P. A. 2000. *Wetland ecology: Principles and conservation*. Cambridge University Press, xiv 1 614 p.. ISBN 0-521-78367-4.
- KoKot, R.R. y Codignoto, J.O. 2014. Geología y Geomorfología del Delta del Parana. En Athor J (Ed) *El delta bonaerense: naturaleza, conservación y patrimonio cultural*. Fundación de Historia Natural Feliz de Azara, BsAs, 22-36.
- Lanson, D. y A. N. Iglesias 2011. Luján (Provincia de Buenos Aires): Imagen y Destino Turístico. Contribución al Análisis de una Perspectiva del Patrimonio Territorial. pp261-275. [http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/16484/lujan\\_lanson\\_iglesias\\_TERAP\\_2011.pdf?sequence=1](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/16484/lujan_lanson_iglesias_TERAP_2011.pdf?sequence=1)
- Latrubesse, E.M., Stevaux, J.C., Sinha, R., 2005. Tropical rivers. *Geomorphology* 70,187–206.
- Lombardo R. 2013. Sistema 5f - Humedales de los tributarios del Paraná Inferior con amplias planicies de inundación. En *SAYDS (Comp.) Inventario de Sistemas de Humedales del Corredor Paraná-Paraguay: 321-337*
- López, H. L. y A.M. Miquelarena. 2005. Biogeografía de los peces continentales de la Argentina: 509-550. En: *Regionalización biogeográfica de Iberoamérica y tópicos afines: Primeras Jornadas Biogeográficas de la Red Biogeográfica Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática*. J. Llorente Bousquets y Morrone, J.J. (eds). CYTED, México, 577 pp.
- López, H. L., C. Morgan y M. Montenegro. 2002. *Ichthyological ecoregion of Argentina*. Documentos Nro 1, Serie ProBiota, La Plata.
- Lugo A. E. and S. C. Snedaker 1974. The Ecology of Mangroves *Annual Review of Ecology and Systematics*. Vol. 5 (1974), pp. 39-64. <http://www.jstor.org/stable/2096879>
- Malagnino E. 2011. Geomorfología y peligrosidad geológica en el valle del río Lujan y el impacto de las modificaciones antropogénicas sobre su planicie de inundación” En: <http://es.scribd.com/doc/55755823/Anexo-2-Informe-Sobre-Peligro-de-Inundacion-Valle-Rio-Lujan-5>. Fecha de consulta: Agosto 2016.
- Malvarez A.I. 1999. El Delta del Río Paraná como mosaico de humedales. En: *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. MAB, UNESCO. Buenos Aires. Pp. 35-53
- Malvarez, A.I. 1999 *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. UNESCO. <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001502/150270s.pdf>
- Malvarez, I. y R. Bó, comp. (2004). *Documentos del Curso Taller Bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina* <http://www.ambiente.gov.ar/default.asp?IdArticulo=1209>
- Minotti P. y P. Kandus, 2017



- Mazzoni E. y J. Rabassa 2011 Types and internal hydro-geomorphologic variability of mallines (wet-meadows) of Patagonia: Emphasis on volcanic plateaus. *Journal of South American Earth Sciences* xxx (2011) 1e13
- Mazzoni E. y M. Vázquez 2004. Ecosistemas de Mallines y paisajes de la Patagonia Austral (provincia de Santa Cruz). Ediciones INTA. 64pp.
- Millenium Ecosystem Assessment (MEA). *Ecosystem and Human Well-being: Current State and Trends*. Washington: Island Press, 2005.
- Minotti P., C. Ramonell y P. Kandus. 2013. Sistemas de humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay. Cap. 1. En: *Inventario de los humedales de Argentina. Sistemas de paisajes de humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay*. Benzaquén, L., Blanco, D.E., Bó, R.F., Kandus, P., Lingua, G.F., Minotti, P., Quintana, R.D., Sverlij, S. y Vidal, L. (eds.). Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Proyecto GEF 4206 – PNUD ARG/10/003. ISBN 978-987-29340-0-2
- Mitsch and J.G. Gosselink. 2000. *Wetlands* (third edition) by W.J. John Wiley & Sons, New York, 2000. No. of pages: 920. ISBN 0 471 29232 X.
- Morello J. y S. Matteucci 1996. El modelo agrícola del núcleo maicero como sistema complejo. En J. Morello y O. T. Solbrig (comps. *La Pampa Ondulada: Granero del Mundo hasta cuando?* Orientación Gráfica Editora SRL. Buenos Aires Pp:201-231.
- Morello J. y S. Matteucci. 1996. El modo agrícola del núcleo maicero como sistema complejo. En J. Morello y O.T. Solbrig (comps.) *La Pampa Ondulada: granero del mundo hasta cuando?* Orientación gráfica editora. SRL Buenos Aires, Pp. 201-231
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg, 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. 1st Edn., John Wiley and Sons, New York, USA., ISBN-13: 978-0471622901, Pages: 570.
- Nabel, P., M. Camillion, G. Machado, A. Spiegelman y L. Mormeneo, 1993. Magneto y litoestratigrafía de los sedimentos pampeanos en los alrededores de Baradero. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 48 (3-4): 193-206.
- National Research Council. 1995. *Wetlands: Characteristics and boundaries*. Comitee on Characterization of Wetlands. National Academy Press. Washington D.C.
- Neiff, J.J., Iriondo, M.H., Carignan, R., 1994. Large tropical South American wetlands: an overview. In: Link, G.L., Naiman, R.J. (Eds.), *The Ecology and Management of Aquatic-terrestrial Ecotones*. Proceedings Book, Univ. of Washington, pp. 156–165.
- Niemelä, J.; Saarela, S.; Söderman, T.; Kopperoinen, L.; Yli-Pelkonen, V.; Väre, S. & Kotze, D. Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: a Finland case study. *Biodiversity and Conservation*, 2010, Vol. 19, N° 11, p. 3225-3243.
- Odum, H. T. 1974. Tropical marine meadows. Pages 442-487 in H. T. Odum, B. J. Copeland, and E. A. McMahan, eds. *Coastal ecological systems of the United States*. Vol. 1. The Conservation Foundation, Washington, D.C.
- Ossana, A. 2011 "Biomarcadores de contaminación acuática: estudios en los ríos Luján y Reconquista", UBA
- Parker G. y S. Marcolini, 1992. Geomorfología del Delta del Paraná y su extensión hacia el Río de la Plata. *Rev. de la Asociación Geológica Argentina*, 47 (2): 243-249.
- Peña O., G. Ostertag, R. Gandullo, A. Campo 2008; Comportamiento de la vegetación de un humedal (mallín) entre períodos húmedos y secos mediante análisis hidrológico y espectral *Investigaciones geográficas*, n.º 45 (2008) pp. 229-249 ISSN: 0213-4691
- Pereyra Fernando (2004) "Geología urbana del área metropolitana bonaerense y su influencia en la problemática ambiental". En: *Revista de la Asociación Geológica Argentina* N 59. Buenos Aires. Pp 394-410.
- Minotti P. y P. Kandus, 2017



- Pérez Ballari, A., Botana, M. 2013. "Pérdida de ambientes naturales a partir de la materialización de urbanizaciones acuáticas en la cuenca baja del Luján. Un análisis a partir del uso de la teledetección". En: <http://jornadasgeografia.fahce.unlp.edu.ar/xv-jornadas/actas/05.PerezBallari-A/view>
- Pérez Ballari, Andrea A. ,María I. Botana1. 2014. URBANIZACIONES CERRADAS POLDERIZADAS EN PLANICIES DE INUNDACION. SU INCIDENCIA EN EVENTOS DE INUNDACION. *Cardinalis*, Revista del Departamento de Geografía. FFyH – UNC – Argentina. ISSN 2346-8734 Año 2. Nº 3 -2º semestre 2014 Pp. 122 – 135. <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/cardi/index>
- Pérez Ballari, Andrea A. y Botana, María I. 2014. Urbanizaciones cerradas polderizadas en planicies de inundacion. Su incidencia en eventos de inundación.
- Pérez Ballari, Andrea, Botana, María (2011) "Aportes desde lo fisico-ambiental para la definición de criterios de delimitación del área de estudio de urbanizaciones acuáticas en la cuenca inferior del Río Lujan – Argentina"- En: *Revista Márgenes*. Espacio, arte y sociedad. Valparaíso. Chile. Ed. Universidad de Valparaíso. Facultad de Arquitectura. Números ocho/nueve. Pp.37-49 ISSN 0718-4034.
- Plataroti, MC. 2010. Caracterización de la calidad del agua de una sección del Río Luján: Efectos sobre el fitoplancton. Seminario de Licenciatura en Ciencias Biológicas del Departamento de Ecología, Genética y Evolución de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.
- Prudkin Nora., De Pietri Diana (2001A) "Las inundaciones en el AMBA: Análisis ecológico". En: Inundaciones en el Área Metropolitana de Buenos Aires. Alcira Kreimer, David Kullock y Juan B. Valdés (editores). DisasterRisk Management Series. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / BANCO MUNDIAL. Washington. 2001.
- Quintana, R. D., R. Bó Y F. Kalesnik. 2002. La vegetación y la fauna silvestres de la porción terminal de la cuenca del Plata. Consideraciones biogeográficas y ecológicas", en: Bortharagay, J. M. (ed.), El Río de la Plata como territorio, Universidad de Buenos Aires y Ediciones Infinito, 2002, pp. 99-124. En Bó, R. F. (2005). Situación Ambiental en la Ecorregión Delta e Islas del Paraná.
- Re, Mariano , Sabarots Gerbec, Martín y Storto, Lucas. 2015. Estadística de niveles en el delta del río Paraná mediante modelación hidrodinámica. Ríos 2015. Séptimo Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos.
- Reyna J., P. Spalletti y J. D. Brea. 2006. Delimitación de las zonas bajo riesgo hídrico informe lha 284-01-2007 - Informe final. En Diagnóstico del funcionamiento hidrológico hidráulico de la cuenca del río Luján – provincia de Buenos Aires, INA.
- Reyna, J, Spalletti P y Brea JD, 2006. Riesgo de inundaciones en la cuenca del Rio Lujan.Rios 2007 Actas del Tercer Simposio Regional sobre Hidraulica de Rios, Cordoba, RA, 7 al 8 de noviembre, Ringuelet, R. A. 1962. Ecología Acuática Continental. Eudeba, [http://irh-fce.unse.edu.ar/Rios2007/index\\_archivos/D/7.pdf](http://irh-fce.unse.edu.ar/Rios2007/index_archivos/D/7.pdf), accedido el 15 de octubre de 2016-
- Ringuelet, R. A. 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de agua dulce de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las área ictiológicas de América del Sur. *Ecosur* 2: 1-122.
- Rodríguez A., C. Ruggerio y L. Fernández 2006. Blanco sobre negro. Actividades productivas en la cuenca del río Luján. Su impacto sobre el agua. Disponible en línea en: [http://www.cedet.edu.ar/dlocal/dlocal\\_numero\\_5/b\\_sobre\\_n01.pdf](http://www.cedet.edu.ar/dlocal/dlocal_numero_5/b_sobre_n01.pdf)
- Sanchez Caro, A y Bianchi, JF. 2006. Modelación hidrológica a paso diario de la cuenca del río Luján, Provincia de Buenos Aires.
- Santa Cruz JA. Silva Busso AA. 2001. Evolución de la freática y posibles implicancias de la afectación ambiental en el Conurbano Bonaerense. *Geotemas* 14: 34-38
- Minotti P. y P. Kandus, 2017





- Santa Cruz JN y Silva Busso AA. 2002. Evolución hidrodinámica del agua subterránea en el conurbano de Buenos Aires, Argentina. *Boletín Geológico y Minero*, 113 (3): 259-272
- Santa Cruz JN. 1993. Aspectos hidrogeológicos e interpretación de una nueva característica formacional de subyacencia del Acuífero Puelches. Prov. de Bs. As., Argentina. *Temas Actuales de la Hidrología Subterránea*. Univ. Nac. de Mar del Plata. C.F.I. pp 261-272.
- Semeniuk, CA (1987). Wetlands of the Darling system – a geomorphic approach to habitat classification. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 69 (3):95–112.
- Semeniuk, CA and Semeniuk, V (1995). A geomorphic approach to global classification for inland wetlands. *Vegetatio* 118: 103–124. Kluwer Academic Publishers, Belgium.
- Semeniuk, CA, Semeniuk, V, Cresswell, ID & Marchant, NG (1990). Wetlands of the Darling system, Southwestern Australia: a descriptive classification using vegetation and form. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 72 (4): 109–121.
- Semeniuk, V y Semeniuk CA. 1996. A geomorphic approach to global classification for natural wetlands and rationalization of the system used by the Ramsar Convention – a discussion. *Wetlands Ecology and Management* 5, 145-158
- Serman y Asociados. 2015. Estudio Plan Integral y Proyecto Obras de Regulación y Saneamiento Río Luján – Partidos de Campana, Chacabuco, Escobar, Exaltación de la Cruz, Gral. Rodríguez, José C. Paz, Luján, Malvinas Argentina, Mercedes, Moreno, Pilar, San Andrés de Giles, San Fernando, Suipacha, Tigre. Expediente Nº 2406-2391/11, DIPSOH. [http://www.naturaturata.net/PMRL\\_Serman/PMRL-CAP.VI-Diagnostico-Ambiental-Rev.0.pdf](http://www.naturaturata.net/PMRL_Serman/PMRL-CAP.VI-Diagnostico-Ambiental-Rev.0.pdf)
- Simionato CG., Dragani, WC, Meccia, V y Nuñez, M. (2004). A numerical study of the barotropic circulation of the Río de la Plata estuary: sensitivity to bathymetry, the Earth's rotation and low frequency wind variability. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 61, 261-273. doi:10.1016/j.ecss.2004.05.005
- Soil Survey Staff. 1994. *Keys to Soil Taxonomy*, 6th. Ed. USDA. Natural Resources Conservation Services, Washington D.C.
- Soil Survey Staff. 1999. *Soil Taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. Agricultural handbook 436. U.S. Department of Agriculture, Washington D.C.
- Soil Survey Staff. 2014. *Keys to Soil Taxonomy*, 7th. Ed. USDA. Natural Resources Conservation Services, Washington D.C.
- Strahler A. y A. Strahler, 1992. *Geografía Física*. 3er. Ed. Omega.
- Thorp J., Thoms MC, Delong MD, 2006. The riverine ecosystems synthesis: biocomplexity in river networks across space and time. *River Res. Appl.* 22 (2), 123–146.
- Tófaló O. 1986. Petrología y diagénesis de secuencias terciarias de la Mesopotamia centrooriental. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, *Boletín Sedimentológico* 3(1-2): 1-14, Tucumán
- Tófaló OR y Castro LN. 2015. Geología y Geomorfología. En *Administración de Parques Nacionales, Plan de Gestión de la Reserva Natural Otamendi 2016-2021*: 24-31
- U.S. Army Corps. 2015. *The highway methodology workbook supplement. Wetlands functions and values. A descriptive approach*. New England District.
- UNLP, 1989. Investigación paramétrica de pérdida inicial potencial. Cuenca del río Luján. Universidad Nacional de La Plata, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Departamento de Hidráulica, Área Hidrología. Argentina.
- USDA-Soil Conservation Service. 1994. Definition of hydric soils. *Federal Register*. Vol. 59 (133)/wed., July 13/p. 35681. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.



- Vásquez A. E. 2016. Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile Rev. geogr. Norte Gd. no.63 Santiago mayo 2016 <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000100005>.
- Vepraskas M. J., J.L. Richardson, M.J. Vepraskas, Christopher B. Craft 2015. Wetland Soils: Genesis, Hydrology, Landscapes, and Classification 508pp. ISBN 9781439896983
- Verhoeven JTA, Soons MB, Janssen R y Omtzigt N. 2007. An operational landscape unit approach for identifying key landscape connections in wetland restoration. Journal of Applied Ecology 45:1496-1503
- Vives TP (ed) (1996) Monitoring Mediterranean Wetlands: A methodological guide. MedWet Publication, Wetlands International, Slimbridge, UK and ICN, Lisbon
- Volante (Coord.) 2009. Informe Técnico Unificado PNECO 1643 MONITOREO DE LA COBERTURA Y EL USO DEL SUELO A PARTIR DE SENSORES REMOTOS Resultados 2006-2009. Programa Ecorregiones. INTA. 31pp. [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-informe\\_tecnico\\_lccs.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-informe_tecnico_lccs.pdf)
- Yrigoyen M.1993. Morfología y Geología de la Ciudad de Buenos Aires. Actas Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería7: 7-37. Buenos Aires.

Dra. Patricia Kandus  
Profesora Asociada-Investigadora  
UNSAM

MSc. Priscilla G. Minotti  
Profesora Asociada-Investigadora  
UNSAM



## ANEXO 1. Definiciones.

La definición que se adopta de humedales no será independiente del objetivo para lo cual se proponga, y puede ser **formal, legal o científica**, entendiendo también que puede tener connotaciones regulatorias o no sobre los ecosistemas (Tinner 1999).

Convención sobre los Humedales, Ramsar, Irán, 1971.

Ramsar es el más antiguo de los modernos acuerdos intergubernamentales sobre el medio ambiente. Se adoptó en la ciudad iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975. La Argentina es Parte Contratante de la Convención de Ramsar, aprobado por la Ley NC 23.919. La Convención entró en vigor en Argentina el 4 de septiembre de 1992.

Artículo 1.1. "A los efectos de la presente Convención son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros".

Cowardin Lewis M., V. Carter, F. C. Golet, and E.T. LaRoe 1979. Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States.

En el marco del Inventario de Humedales de los Estados Unidos de Norteamérica,

"Los humedales son tierras *transicionales* entre sistemas terrestres y acuáticos donde el agua está usualmente cerca o en la superficie o la cubre en forma somera. Para su clasificación los humedales deben poseer uno o más de estos atributos:

(1) poseer plantas hidrófitas al menos periódicamente, (2) el sustrato es predominantemente un suelo hídrico no saturado, y, (3) el sustrato no es suelo y está saturado con agua o cubierto con aguas someras por algún tiempo durante la estación de crecimiento de cada año."

Society of Wetland Scientist (SWS).

Para la Sociedad de científicos de Humedales,

Un humedal es un ecosistema que depende de inundaciones someras, constantes o recurrentes, o de saturación en o sobre la superficie. Presenta rasgos físicos, químicos y biológicos que reflejan estos procesos (suelos hídricos, vegetación hidrófita). El límite seco está dado por la presencia de estos rasgos. El límite húmedo llega a dos metros bajo el agua.

Keddy 2000. Wetlands Ecology. Second Edition.

En el ámbito de la Ecología de humedales, un humedal es un ecosistema que tiene lugar cuando la presencia de agua (inundación o anegamiento) produce suelos donde dominan procesos anaeróbicos y fuerza a la biota, particularmente a las plantas arraigadas, a presentar adaptaciones para tolerar la inundación.

Minotti P. y P. Kandus, 2017



Tinner 1999. Wetlands Indicators. A guide to wetlands Identification Delineation, Clasification and Mapping. First Edition. <https://water.usgs.gov/nwsun/WSP2425/definitions.html>

En relación a la presencia de plantas y las condiciones de los suelos, los humedales caen típicamente en una de estas tres categorías: (1) áreas con hidrofitas y suelos hídricos (marshes, swamps, and bogs); (2) áreas sin suelo pero con plantas hidrofitas (aquatic beds and seaweed-covered rocky shores); (3) áreas sin suelo y sin hidrofitas (gravel beaches and tidal flats) that are periodically flooded.

*Committe on Characterization of Wetlands 1995.* “Un humedal es un ecosistema que depende de la inundación somera constante o recurrente o la saturación del sustrato en la superficie o cerca de ella. La característica esencial mínima para ser un humedal es la inundación recurrente o permanente o la saturación del sustrato en la superficie o cerca de ella y la presencia de características físicas, químicas o biológicas que reflejen la inundación recurrente o permanente o la saturación del sustrato en la superficie o cerca de ella. Las características diagnósticas comunes de un humedal son la presencia de suelos hídricos y vegetación hidrofítica. Estas características estarán presentes excepto donde factores específicos fisicoquímicos, bióticos o antropogénicos las hayan modificado o impidan su desarrollo”.

En el marco de la Construcción colectiva de criterios para la delimitación de humedales: retos e implicaciones del país, llevada a cabo en Barranquilla del 18 al 20 de septiembre de 2013, Colombia adoptó esta definición:

Los humedales son ecosistemas que, debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas, permiten la acumulación de agua temporal o permanentemente y dan lugar a un tipo característico de suelo y/o a organismos adaptados a estas condiciones








En el marco de su Inventario de Humedales, México adopta la siguiente definición incluida en la Ley de Aguas Nacionales (2008) de ese país.

“Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos”.
















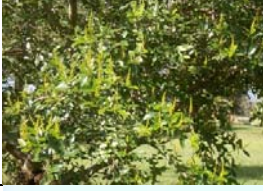


**ANEXO 2. Especies hidrofitas comunes citadas para el AP (listado no exhaustivo)**

Nombre científico de la especie	Nombre común	Habitat	Aspecto
<i>Schoenoplectus californicus</i>	junco	Agua permanente	
<i>Typha</i> spp.	tatora	Agua permanente con poca corriente	
<i>Eryngium eburneum</i>	carda	Ambiente inundable con períodos secos prolongados	
<i>Zizaniopsis bonariensis</i>	espadaña	Agua permanente con poca corriente	
<i>Solanum glaucophyllum</i>	duraznillo	Terrenos bajos anegables	
<i>Eleocharis</i> spp.		Terrenos bajos anegables o inundables por desborde con lento flujo laminar	
<i>Paspalum quadrifarium</i>	paja colorada	campos bajos húmedos no salobres	
<i>Schoenoplectus americanus</i>	junco	cauces de inundación de arroyos y bordes bajos de lagunas	









<i>Distichlis</i> spp.	Pasto salado	estepas halófilas en campos bajos arcillosos y salados	
<i>Spartina densiflora</i>	esparto	suelos arcillosos salados e inundables	
<i>Sarcocornia virginica</i>	pickle	Suelos salobres con alternancia de inundación y seca	
<i>Limonium brasiliense</i>		suelos arcillosos salados e inundables	
<i>Cortaderia selloana</i>	cortadera	Suelos salobres con alternancia de inundación y seca	
<i>Atriplex hastata</i>		Suelos salobres con alternancia de inundación y seca	
<i>Juncus acutus</i> var. <i>leopoldii</i>	hunquillar	zonas húmedas susceptibles a inundaciones por lluvias y desbordes de arroyuelos	



<i>Eryngium cabreræ</i>	carda	escalón intermedio entre el pajonal y el pastizal inundable	
<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce criollo	Albardón de ríos en islas del Delta Inundable regularmente	
<i>Allophylus edulis</i>	chal-chal	Albardón de ríos en islas del Delta Inundable regularmente	
<i>Pouteria salicifolia</i>	mataojo	Albardón de ríos en islas del Delta Inundable regularmente	
<i>Sebastiana brasiliensis</i>	blanquillo	Albardón de ríos en islas del Delta Inundable regularmente	
<i>Erythrina crista-galli</i>	ceibo	en suelos pantanosos cerca de la orilla del Paraná de las Palmas y a continuación del albardón	
<i>Nectandra falcifolia</i>	Laurel de río	Albardón de ríos en islas del Delta Inundable regularmente	



<i>Inga uruguayensis</i>	Inga	Albardón de ríos en islas del Delta Inundable regularmente	
<i>Ocotea acutifolia</i>	laurel	aluvionales elevados, que forman los albardones sometidos a inundación recurrente	
<i>Iris pseudacorus</i>	Lirio amarillo	Suelos pantanosos, inundables regularmente	
<i>Scirpus giganteus</i>	Paja brava	Suelos pantanosos, inundables regularmente	
<i>Ludwigia spp.</i>	verdolaga	Sitios bajos, inundado con aguas someras o saturado en forma permanente.	
<i>Polygonum spp.</i>	catay	Sitios bajos, inundado con aguas someras o saturado en forma permanente.	
<i>Alternanthera spp.</i>	lagunilla	Sitios bajos, inundado con aguas someras o saturado en forma permanente.	