

## **Términos de referencia a partir de los cuales se efectuó este Informe**

1. Tomar conocimiento de la información antecedentes generada en el marco del proyecto y evaluar la pertinencia de su alcance en función de los objetivos del proyecto y sus impactos.
2. En particular se solicita contar con opiniones técnicas específicas sobre los siguientes temas:
  - a. En base a la experiencia de la especialidad, y en base a información secundaria, caracterización del área de influencia desde el punto de vista ecológico con énfasis en el ambiente fluvial y de humedales a ser afectado por las obras. Se cubrirán temas sobre biota acuática, áreas de sensibilidad ambiental, calidad de agua y sedimentos desde el punto de vista físico químico y ecotoxicológico. Se tomará en cuenta el uso de los ambientes naturales (pesca, recreación, etc.) que pueda existir en el área de influencia y se incluirán consideraciones sobre la articulación de esta obra con las visiones estratégicas de desarrollo, uso y ordenamiento del río.
  - b. Identificación y análisis los principales impactos ambientales de la alternativa seleccionada, que incluye obras de protección y de regulación (con acciones de dragado y refulado). El análisis se enfocará en los impactos sobre la biota acuática (por ejemplo en la modificación del fondo en las zonas de regulación, ya que se cambiará la textura y morfología del mismo al colocar piedras en el cauce en longitudes estimadas entre 50 y 60 m), sus usos asociados, y en los cambios de niveles previstos en los ambientes de humedales así como la reversibilidad del impacto en los ambientes no alterados y que la alternativa seleccionada ha previsto intervenir especialmente en las obras de regulación y de dragado y refulado.
  - c. Identificación de la potencialidad de impactos acumulativos, efectos espacio-temporalmente diferidos así como la resiliencia del sistema para absorber los impactos de la intervención propuesta.
  - d. Propuesta de medidas de manejo ambiental específicas que deban incluirse en el plan de gestión ambiental del proyecto.

## Índice

Términos de referencia a partir de los cuales se efectuó este Informe.....	2
Área de influencia del proyecto .....	5
Características de los ambientes fluviales y de humedales en el área de influencia del proyecto .....	7
Uso de los ambientes fluviales y de humedal .....	35
Identificación y análisis de los principales impactos ambientales .....	39
Resumen y valoración de los impactos esperados.....	58
Comentarios al plan de gestión ambiental.....	61
Bibliografía .....	63
Anexo 1.....	67
Anexo 2.....	69
Anexo 3.....	71

## Índice de figuras

Figura 1. Gráfico de áreas de influencia, de página 37 del Estudio de Impacto Ambiental.....	5
Figura 2. Modelo hidráulico considerado en los estudios (corresponde a la Figura 2 del Anexo Modelación Hidráulica) .....	6
Figura 3. Mapa geomorfológico de la región del proyecto. Fuente: modificado de Iriondo, 1972.....	7
Figura 4. Energía del agua y frecuencia de inundación como variables estructuradores de humedales (Fuente: modificado de Lugo, Brinson y Brown, 1990). .....	8
Figura 5. Sauzal maduro en isla frente a Cayastá.....	10
Figura 6. Bosque mixto en albardón del brazo Cayastá .....	11
Figura 7. Matorrales a la izquierda y camalotales a la derecha del frente de la foto .....	12
Figura 8. Canutillares.....	13
Figura 9. Porcentaje de contribución del número de taxones de cada grupo taxonómico y número total de taxones del fitoplancton de la subcuenca hidrográfica Paraguay-Paraná.....	15
Figura 10. Importancia del Paraná medio como parte del corredor de aves migratorias Fuente: Capllonch et al.,(2008) .....	17
Figura 11. Relación observada entre la riqueza de especies de reptiles y la latitud en la llanura de inundación del río Paraná medio. ....	18
Figura 12. Esquema de las migraciones de los peces en el río Paraná (Fuente: Bonetto, 1981).....	22
Figura 13. Variaciones de huevos y larvas de peces en 1000 m3 agua del río Paraná (Perfil Toma de Aguas Corrientes) y del Arroyo Leyes a la altura de la ruta Provincial 1 que durante los estudios canalizaba aguas del río San Javier. ....	23
Figura 14. Porcentaje de participación de rotíferos (blanco) y crustáceos (negro). Fuente. José de Paggi, 1983. La flecha roja indica la estación del río San Javier en Helvecia. ....	25
Figura 15. Abundancia comparativa del zooplancton en estaciones de cauces secundarios. Fuente. José de Paggi, 1983. Estación pintada de rojo: río San Javier en la localidad de Helvecia .....	25
Figura 16. Ejemplar de almeja nativa ( <i>Anodontites trapesialis</i> ), cubierto de mejillones dorados ( <i>Limnoperna fortunei</i> ). ....	27
Figura 17. Bosque mixto de la margen de la Reserva Provincial Cayastá, visto desde el río San Javier, brazo inferior.....	29

Figura 18. Ubicación de la Reserva Provincial Cayastá (imagen de baja definición disponible en la Web, en el sitio <a href="http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/33405">http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/33405</a> ).....	29
Figura 19. Variaciones intra e interanuales de caudal, pH, conductividad, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno para el período 1977-1981, en la transección Paraná - Santa Fe. Fuente: Vassallo y Kiefer, 1984.....	31
Figura 20. Variaciones intra e interanuales del caudal y los iones calcio, magnesio, sodio y potasio para el período 1977-1981, en la transección Paraná - Santa Fe. Fuente: Vassallo y Kiefer (1984).....	32
Figura 21. Variaciones intra e interanuales del caudal y los iones bicarbonato, cloruro, sulfato y dióxido de silicio para el período 1977-1981, en la transección Paraná - Santa Fe.....	32
Figura 22. Variación de los porcentajes de arena, limo y arcilla en cauces de distintos tamaños. ....	33
Figura 23. Licencias de pesca otorgadas en el año 2010 en provincia de Santa Fe. Fuente: Ministerio de la Producción de la provincia de Santa Fe, 2010. ....	35
Figura 24. Pescador local con espín en el brazo Cayastá, frente al pueblo.....	36
Figura 25. Pesca recreativa y deportiva en el brazo Cayastá, Arriba a la izquierda, pesca de costa; arriba a la derecha, con embarcaciones propias; abajo a la izquierda, embarcado con guía; abajo a la derecha, guardería Don Eduardo.....	37
Figura 26. Folleto turístico de la Comuna de Cayastá. Se acompaña de información fotocopiada. El río y la pesca tienen una posición importante.....	38
Figura 27. La nueva dirección predominante en el brazo Los Zorros puede aumentar la erosión sobre las costas de la Reserva Provincial Cayastá.....	50
Figura 28. Red conceptual de obras, impactos y resiliencia esperada del sistema. ....	57
Figura 29. Valle aluvial del río Paraná medio, área medida mencionada en el texto (en amarillo) y área de ejecución de las obras (en amarillo). Imagen tomada de Google Earth. ....	58

## Índice de tablas

Tabla 1. Datos de densidad de fitoplancton y grupos que dominan, en cursos de agua cercanos a la zona del proyecto. Bac: Bacillariophyceae, Cry Cryptophyceae. (Fuente: Z. de Domitrovic et al., 2007).....	16
Tabla 2. Especies de peces capturados en aguas de la Reserva Provincial Cayastá.....	20
Tabla 3. Especies de importancia comercial en el río Paraná medio.....	22
Tabla 4. Lista de especies y frecuencia del zooplancton en cursos de agua del Paraná medio. Recuadro sobre el cauce secundario, representado por el río San Javier.....	24
Tabla 5. Valores promedios de los principales parámetros limnológicos de distintos ambientes del tramo medio del río Paraná. (Fuente: Drago et al., 2003). Corresponden a un promedio de 100 muestras en cada caso. ....	30
Tabla 6. Valores promedios de los principales iones presentes en distintos ambientes del tramo medio del río Paraná. (Fuente: Drago et al., 2003). Corresponden a un promedio de 100 muestras en cada caso. ....	31
Tabla 7. Composición (promedio y desvío estándar) de los sedimentos de cauces de distintos tamaños del Paraná medio. Número de muestras para cada estación: 414. ....	33
Tabla 8. Especies de peces decomisadas en la zona de mayor infraccionalidad (Departamentos Garay, La Capital y San Jerónimo). Fuente: Ministerio de la Producción de la provincia de Santa Fe, 2010. ....	36

## Área de influencia del proyecto

En cuanto a la definición del área de influencia del proyecto, se observa que en el informe de Estudios de Impacto Ambiental se trata en varias ocasiones el tema:

**Página 4. Análisis del Entorno del Proyecto:** “El área de influencia directa del proyecto puede circunscribirse a priori a la localidad de Cayastá y al Parque Arqueológico de Santa Fe La Vieja, incluyendo al tramo del Río San Javier que transcurre frente a ambos sitios.”

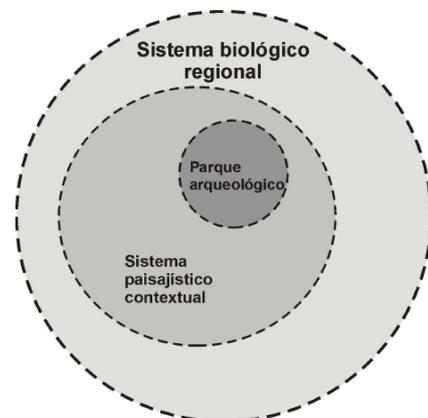
**Página 13: Características bióticas del área de intervención:** “El área de influencia directa del proyecto es el Parque Arqueológico y la zona costera de la localidad de Cayastá. Estas zonas se presentan intensamente intervenidas, con características propias de un ambiente periurbano. De modo que si bien persisten algunas especies propias de los biomas mencionados, la dominancia visual está dada por árboles introducidos que, aunque autóctonos para el país, no corresponden al elenco florístico regional (eucaliptos, palos borrachos, paraísos, cítricos, entre otros).”

**Página 37. Área de influencia del proyecto (Etapa Prefactibilidad):** “Del análisis del entorno del proyecto, surgen tres grandes componentes ambientales de relevancia para el análisis y preselección de las alternativas posibles. Estos componentes se definen en función de una concepción integral del territorio analizado a través de los sistemas ambientales presentes y sus interacciones, inclusiones y superposiciones.”

“La dinámica del territorio puede representarse a través de tres sistemas que interactúan y se superponen y contienen para dar sentido a una unidad de análisis integrada y particular: el Parque Arqueológico, el contexto paisajístico y el medio físico y biológico regional.” (ver Figura 1)

**Página 56: Área de influencia del proyecto (Etapa Anteproyecto):** “Del análisis del entorno del proyecto en la etapa anterior se identificaron tres grandes componentes ambientales (subsistemas) de relevancia para el análisis y pre selección de las alternativas posibles a nivel de prefactibilidad. Estos subsistemas componentes del macro sistema ambiental son por un lado el Parque Arqueológico (PA) que contiene las ruinas y restos arqueológicos de Santa Fe La Vieja, el segundo subsistema está representado por el Sistema paisajístico contextual cuyo soporte físico es el sistema fluvial del río Paraná Medio con sus islas y riachos, representados en este escenario por el Arroyo Los Zorros, la Laguna Las Nieves y la suave curva del meandro del brazo Cayastá. Sobre este subsistema se extiende la vegetación acuática en las costas y bañados.”

“En tercer orden y conteniendo a estos dos subsistemas anteriores se identificó el sistema biótico regional, conformado por el valle de inundación del río Paraná Medio con sus pulsos de crecida y bajante del río, en general una vez al año, que dibujan y desdibujan humedales, trayendo camalotes en crecidas y dejando sedimentos de barros tras las bajantes. En este macro sistema encontramos a la fauna silvestre representada



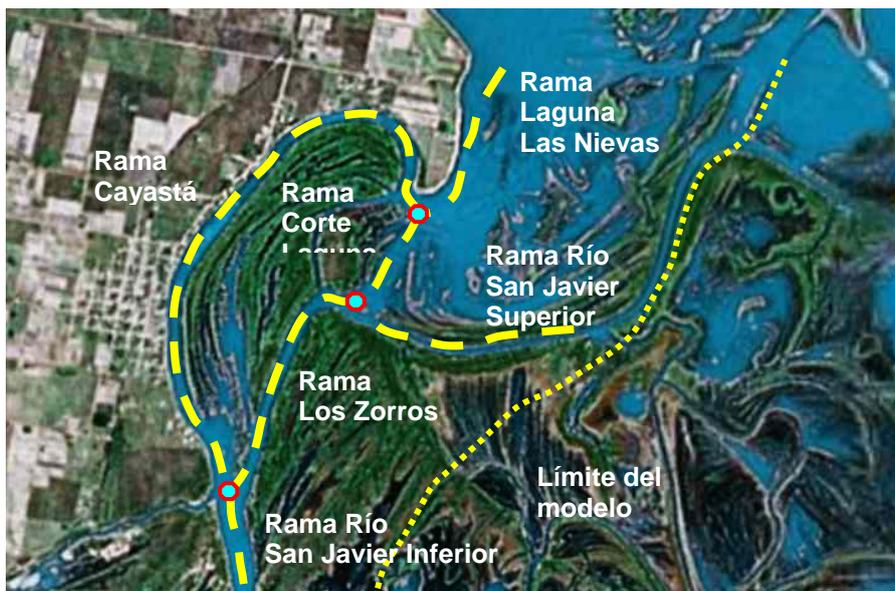
**Figura 1.** Gráfico de áreas de influencia, de página 37 del Estudio de Impacto Ambiental.

mayormente por peces y aves que se vinculan directamente con estos ciclos en su dinámica reproductiva y de vida.”

“En esta etapa de análisis se incluye además el subsistema social conformado por la Calidad de vida determinada fundamentalmente por las condiciones de seguridad ante la erosión, las posibilidades de recreación local y el fortalecimiento de la identidad local y el arraigo y la economía local: representada en este caso por el impacto en relación al empleo, el desarrollo social-local, la diversificación de actividades económicas (turismo, pesca artesanal y deportiva, extracción y trabajo de fibras vegetales, entre otras).”

Desde el punto de vista ambiental, los ambientes fluviales y de humedal como los del área del proyecto no pueden considerarse ecosistemas clásicos: los ciclos de materia y los flujos de energía, así como las relaciones que se producen entre las especies, son de extensión horizontal y de límites variables (ver Neiff, 1990).

Por otra parte, el área de influencia de un proyecto puede ser distinta y variable para distintos componentes bióticos. Si se piensa en la vegetación o en comunidades de escasa movilidad, como el bentos, el área de influencia directa puede ser muy pequeña; pero si se consideran componentes del ambiente de gran movilidad, como las aves o los peces, es posible que ciertas obras tengan consecuencias en áreas más alejadas (por ejemplo, pueden esperarse cambios en la elección de las rutas migratorias y por consiguiente en las zonas de desove de los peces, sobre todo los de importancia comercial).



**Figura 2.** Modelo hidráulico considerado en los estudios (corresponde a la Figura 2 del Anexo Modelación Hidráulica)

Del mismo modo, en aspectos físicos, el carácter vectorial de los cursos de agua puede transmitir los efectos de intervenciones como las propuestas aquí en la dirección del escurrimiento. Esto se ha tenido en cuenta en los estudios técnicos: por ejemplo, en la Figura 2 y en el plano *MH01-Planta.dwg* se define un área de influencia concreta, debido a la necesidad de efectuar una modelación hidráulica.

**En este informe, los impactos se han sopesado considerando en cada caso un área de influencia que resulte significativa para el o los componentes bióticos implicados en el impacto.**

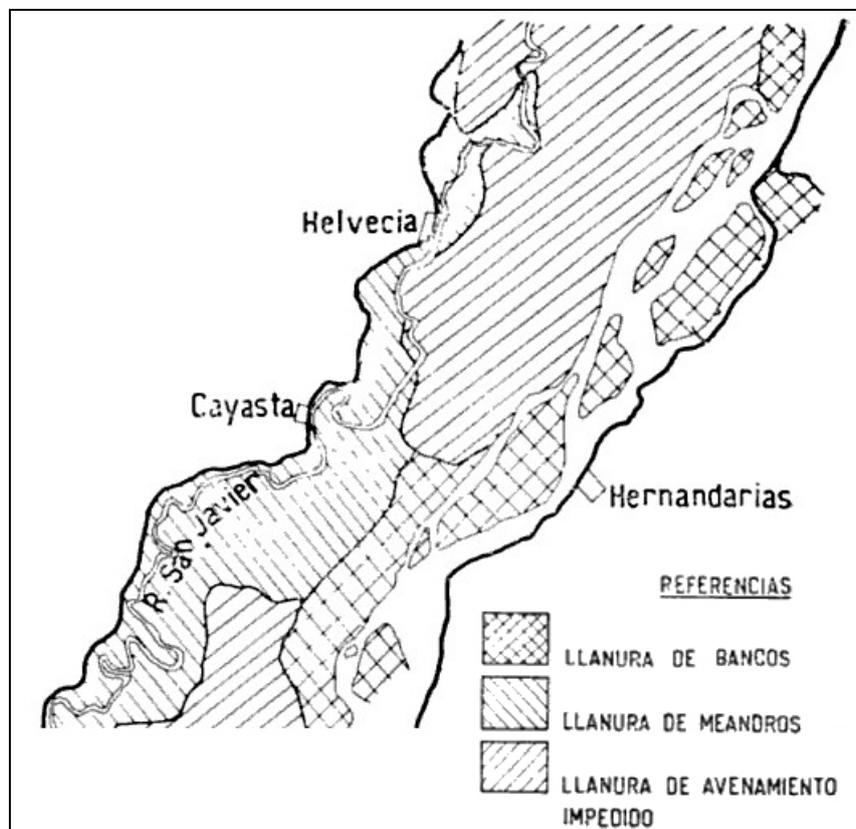
# Características de los ambientes fluviales y de humedales en el área de influencia del proyecto

## Descripción general de la región

El área fluvial del proyecto forma parte del macrosistema fluvial del río Paraná (Neiff, 1990), con una superficie total de unos 3 millones de kilómetros cuadrados.

Dentro del mismo, se halla en el tramo medio del río Paraná, a veces denominado también como “Bajo Paraná”, que comienza en la desembocadura del río Paraguay en el río Paraná, a la altura de las ciudades de Corrientes y Resistencia.

En la región del proyecto, el río Paraná y su sistema de islas y bañados, todas formaciones que pueden incluirse en la denominación genérica de “humedales”, tiene un ancho variable de entre 15 y 20 kilómetros.



**Figura 3.** Mapa geomorfológico de la región del proyecto. Fuente: modificado de Iriondo, 1972.

El cauce principal de río corre por la margen este, enterriana. Al oeste, y con varios brazos, corre el río San Javier, un importante cauce secundario. Entre ambos, se halla una gran cantidad de brazos menores y cuerpos de agua lénticos, conectados entre sí, constituyendo su llanura aluvial.

Desde el punto de vista geomorfológico, el valle aluvial puede clasificarse de distinto modo, en función de los procesos que han dado origen a su fisonomía. Iriondo (1972) ha realizado un mapa geomorfológico que incluye el área del proyecto.

El sector que abarca el brazo Cayastá, la isla frente al pueblo y el brazo Los Zorros es una llanura de meandros (Figura 3). Las llanuras de meandros son originadas por la migración lateral de cauces. Están constituidas por series ininterrumpidas de espiras formadas por sucesivos bancos de meandros, separados entre si por depresiones someras y lagunas semilunares que ocupan meandros abandonados (Iriondo, 1972).

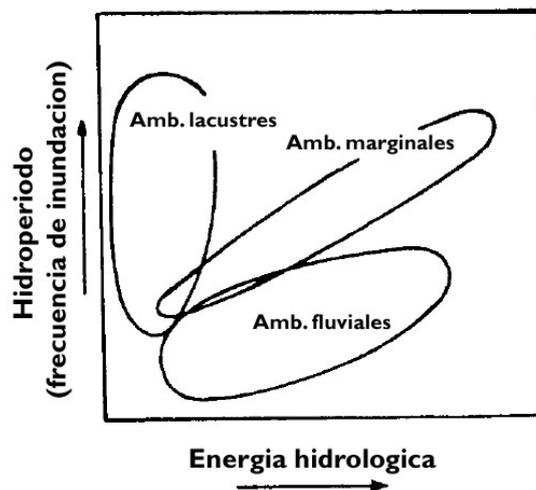
Esta formación de espiras de meandros aporta la evidencia para considerar el elemento clave del funcionamiento habitual del río: la existencia de una variabilidad en los caudales de agua que corren por el mismo, que viene dada fundamentalmente por las precipitaciones que ocurren en las distintas regiones de la cuenca de captación.

Junto con el agua son transportadas cantidades enormes de sedimentos. Para el Paraná se registraron  $65,9 \times 10^6$  toneladas.año<sup>-1</sup>, según medidas tomadas entre marzo de 1981 y mayo de 1982 (Depetris y Kempe, 1990). Estos sedimentos son los que generan las numerosas geoformas que en conjunto integran la llamada llanura aluvial. También estas geoformas tienen una importante dinámica. Son bien conocidos los procesos de erosión y depositación de sedimentos que suceden en los extremos aguas arriba y abajo de las islas de cauce, respectivamente. Lo mismo sucede en los lados convexos y cóncavos de sinuosidades y meandros (Derruau, 1991).

El proceso que dio lugar a esta isla continua actualmente y es justamente el responsable de la erosión del pueblo y principalmente de la zona del parque arqueológico.

### El pulso de inundación - sequía

En la teoría más ajustada para sistemas como el río Paraná medio, Junk et al. (1989) postulan que la dinámica del sistema formado por el río más su llanura aluvial está controlada fundamentalmente por el llamado "pulso de inundación".



**Figura 4.** Energía del agua y frecuencia de inundación como variables estructuradores de humedales (Fuente: modificado de Lugo, Brinson y Brown, 1990).

Este concepto fue ampliado posteriormente por Neiff (1990) para quien la fase de sequía es tan importante como la de inundación en el control de muchos procesos de estos sistemas de humedales, resultando por esto en el concepto de "pulso de inundación - sequía", o simplemente "pulso".

El pulso determina una zona que permanece alternativamente inundada o emergida (= ATTZ, siglas en inglés de zona de transición acuática-terrestre), en lo que constituye un típico humedal.

Brinson (1993) resume distintos ensayos para la clasificación de humedales. Entre las variables de potencia que permiten clasificar a los humedales, se han propuesto la **frecuencia de inundación** y la **energía que posee el agua** en cada sitio (Figura 4), además del **nivel de nutrientes** disponible, y otras variables moduladoras, como los incendios, la herbivoría, el hielo, etc.

Se menciona más adelante la importancia del pulso para los distintos agrupamientos faunísticos o florísticos de humedales.

## **Biota acuática**

### **Importancia del río Paraná como Corredor**

Es importante destacar que el río actúa como corredor de fauna y flora, dado el sentido predominante norte – sur del mismo en este tramo, corriendo desde regiones tropicales hacia latitudes templadas (Giraud y Arzamendia 2004; Arzamendia 2006) lo que permite el transporte de nutrientes, sedimentos suspendidos, semillas, huevos y numerosos organismos subtropicales hacia latitudes templadas (Neiff et al, 2006).

En el caso de los reptiles, treinta y ocho por ciento de los reptiles (27 especies) registrados en el río Paraná medio son especies tropicales que habitan exclusivamente en su área y sectores circundantes y no se encuentran en las tierras altas de la región. Estas especies alcanzan mayores latitudes por el río Paraná y el 64% de ellos muestran el límite sur de su distribución geográfica en el río Paraná medio (Arzamendia et al., 2007).

No sólo el río actúa como corredor, sino que sus márgenes y las comunidades originarias presentes (regiones subtropicales y templadas, bosques xerófilos, sabanas y estepas) acompañan este proceso.

El hecho de comportarse como un corredor enfatiza la importancia de conservar la permanencia de flujos, el régimen de pulsos y la conectividad entre los ecosistemas integrantes del río.

Este gran río y su llanura de inundación albergan una biodiversidad muy significativa. En particular su biota acuática, constituida por cientos de especies de plantas, animales y otros organismos. Esta importante biodiversidad se apoya en la existencia de un mosaico de ecosistemas y ambientes conectados que permite su coexistencia.

A esta biodiversidad aportan también varias ecorregiones que son atravesadas por el río, cuya ecorregión ha sido denominada las “islas y delta del Paraná” (APN, 1991).

## **Macrófitas**

Las comunidades vegetales en las islas de la zona del proyecto dependen esencialmente de su nivel topográfico y de la energía que tiene el agua en cada sector.

En los sectores con niveles topográficos mayores se encuentra vegetación arbórea, que en la región posee elevadas riqueza específica y diversidad.

Los sectores de nivel intermedio poseen una vegetación arbustiva o de hierbas de porte importante.

Finalmente, los sectores más bajos están ocupados por lagunas o bañados. Aquí predominan especies de hierbas de mayor tolerancia a la inundación. Algunas especies están arraigadas al fondo, mientras que otras son flotantes, como camalotes y repollitos de agua.

Marchetti y Aceñolaza (2005) reconocen y describen varios tipos de comunidades vegetales en zonas de islas del Paraná medio, varias de las cuales se corresponden estrechamente con los de la zona del proyecto. Se las transcribe a continuación:

### **Bosques maduros de albardones marginales**

Bosque alto y cerrado ubicado en la zonas más altas del gradiente (albardones marginales, ver Figura 5) y dominado por una población madura de sauces (*Salix humboldtiana*). La riqueza presenta una media de 20 especies y la diversidad media alcanza un valor de 2,8.

Estructuralmente están organizados en tres pisos de vegetación; un estrato arbóreo de 12 m de altura y 75 % de cobertura representado casi exclusivamente por el sauce, aliso de río (*Tessaria integrifolia*) y sangre de drago (*Croton urucurana*) como acompañantes, un estrato arbustivo de 1.5 m de altura y entre el 50 y 75 % de cobertura constituido principalmente por salvia morada (*Hyptis mutabilis*) y finalmente un estrato herbáceo de aproximadamente 30 cm de altura y 100 % de cobertura representado por un denso pastizal de pasto horqueta (*Paspalum notatum*) y gramilla (*Cynodon dactylon*), como las especies mejor representadas.



**Figura 5.** Sauzal maduro en isla frente a Cayastá

### **Bosques mixtos de albardones internos**

Formaciones boscosas altas, cerradas y dominadas por timbó (*Albizia inundata*), ingá (*Inga verna*) y/o laurel (*Nectandra angustifolia*) (ver Figura 6). Son los bosques de mayor riqueza específica, con una media de 28 especies y una diversidad de 3,2. Se distribuyen por los albardones internos de la isla.

Existen varios estratos de vegetación; arbóreo superior, de 13 m de altura y dominado por timbó y laurel; arbóreo inferior, de 6 m de altura dominado por sangre de drago, ambos aportan una cobertura cercana al 95 %; arbustivo, de 1,5 m y 20 a 30 % de cobertura, dominado por salvia *Teucrium vesicarium*, ortiga brava y herbáceo, de 50 cm de altura y 65 % de cobertura, rico en pasto tierno (*Panicum hians*), *Panicum sabulorum*, paico y flor de yua (*Solanum reflexum*). Especies volubles como pepinito del monte (*Melothria candolleana*), guaquito (*Mikania cordifolia*) campanilla (*Ipomoea cairica*), *Smilax campestris* y poroto silvestre (*Vigna adenantha*) aportan a la riqueza de estos bosques.



**Figura 6.** Bosque mixto en albardón del brazo Cayastá

### **Matorrales intermedios**

Comunidad de gran heterogeneidad ubicada entre los pajonales y los bordes de laguna. Debido a que esta zona es baja, posee una dinámica hidrológica marcada y, dependiendo de la altura del río, puede corresponderse con áreas anegadas con vegetación lacunar arraigada como a áreas de tierra firme. El estrato arbustivo de la comunidad alcanza los 2 m de altura y 20 % de cobertura y se encuentra formado principalmente por varilla (*Solanum glaucophyllum*) y núcleos de café de la isla y carpinchera. El estrato herbáceo, con una cobertura casi del 100% aparece formado por gramilla, rama negra, chilca, verdolaga, lagunilla, catay dulce. Esta comunidad posee una media de 11 especies y una diversidad de 2,31. Con niveles medios (normal) del río gran parte de esta comunidad se encuentra dentro de las lagunas en o una posición cercana a su costa (ver Figura 7).

### **Pajonal**

Comunidad herbácea dominada por paja de techar (*Panicum prionitis*) y distribuida en la zona intermedia del gradiente de inundación, entre los albardones externos y las lagunas. Representan a las comunidades herbáceas de mayor diversidad y riqueza específica presentando una media de 2,75 y 17 especies respectivamente. Las especies de estas comunidades sólo forman dos estratos de vegetación; un estrato herbáceo superior de hasta 3 m de altura y 70 % de cobertura formado por la paja de techar, carpinchera y café de la isla y un estrato inferior de alrededor de 50 cm de altura y 95 % de cobertura, de mayor riqueza y formado por gramilla, pasto horqueta, cola de zorro, *Paspalum simplex*, verdolaga, paragüita (*Cyperus entrerianus*), *Carex bonariensis*, Además, se presentan frecuentemente especies de hábitos volubles como tasi chico (*Funastrum clausum*), jazmín de córdoba (*Solanum amygdalifolium*), guaco y guaquillo.



**Figura 7.** Matorrales a la izquierda y camalotales a la derecha del frente de la foto

### **Vegetación de laguna**

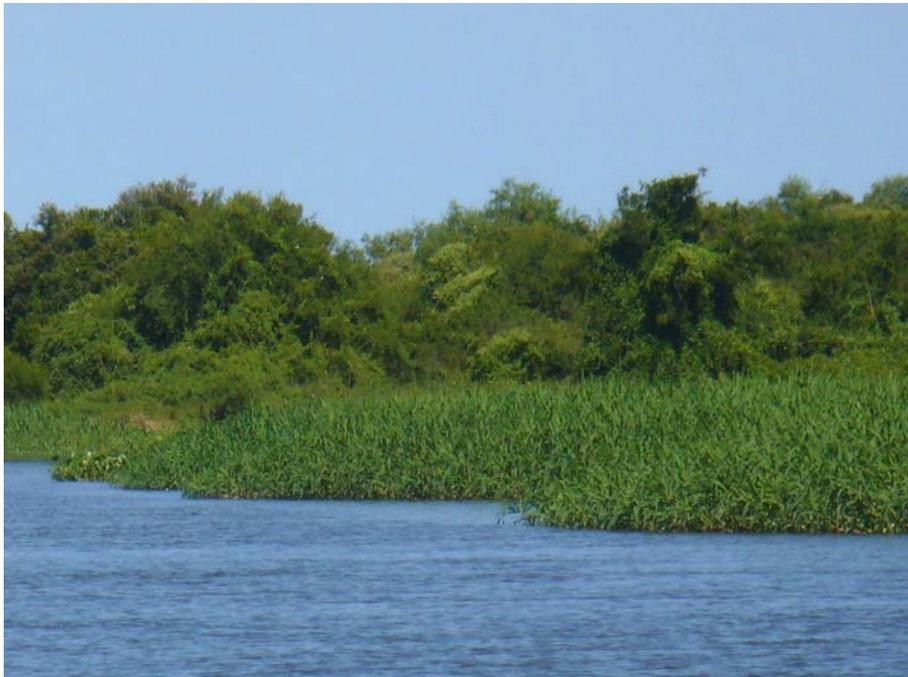
Comunidad colonizadora de cuerpos de agua leníticos o semileníticos Si bien la unidad de vegetación la consideramos como una sola, puede observarse la existencia de una zonación desde la orilla de las lagunas hacia las zonas de aguas libres. Mientras la frecuencia de algunas especies disminuye a medida que aumenta la profundidad, la de otras, se incrementa. Sin embargo, dado que estas comunidades son dependientes, y por lo tanto sensibles a los cambios en el nivel del agua, la zonación constituye una respuesta al gradiente de anegamiento y pequeños cambios en este último modifican la distribución de la vegetación. Presenta riqueza media de 11 especies y diversidad de 2,34. Con profundidades de hasta unos 30 cm de agua, domina una comunidad representada por verdolaga (*Ludwigia peploides*), *Myriophyllum* sp., redondita de agua (*Hydrocotyle bonariensis*), catay dulce, enidra (*Enhydra anagallis*) y acordeón del agua (*Salvinia herzogii*) entre otras. A medida que la profundidad se incrementa aparecen carrizos (*Panicum elephantipes*) y camalotes (*Eichhornia crassipes*, *E. azurea*). En la zona más profunda de las lagunas, aparecen el irupé (*Victoria cruziana*), camalotes y un tapiz formado por el acordeón del agua, helechito de agua, *Azolla filiculoides* y *Limnobium spongia* entre otras.

### **Comunidad de Madrejones**

Comunidad del tipo herbácea palustre, rodeada frecuentemente por bosques de albardones internos y que cubre viejos cursos de agua -espiras de meandros, lagunas por cegamiento, lagunas semilunares, etc. Actualmente, son alimentados por el agua de desborde durante las épocas de creciente o por las lluvias. Es una de las comunidades más pobres, con valores de riqueza y diversidad de 8 y 1,9 respectivamente. En estos ambientes frecuentemente se observa un rango de profundidad que va desde sectores fangosos hasta lugares con 80 cm de profundidad (o más). En los lugares de mayor profundidad aparecen especies como camalotes, acordeón del agua, helechito de agua, cucharita de agua (*Limnobium spongia*) mientras que en el otro extremo predominan redondita de agua, *Oplismenopsis najada*, catay dulce, *Eclipta prostrata*, verdolaga y lagunilla (*Alternanthera philoxeroides*).

## Canutillar-Catayzal

Comunidad formada por especies arraigadas ubicada sobre cursos de agua por lo que el anegamiento del suelo es casi permanente. La fisonomía general de la comunidad corresponde en algunos sectores a un Canutillar monoespecífico (ver Figura 8) mientras que en otros, donde la frecuencia del Catay se incrementa, responde a un Catayzal. Las especies de mayor importancia se disponen formando fajas de vegetación. La primera faja desde el nivel más bajo del gradiente, alcanza entre 40 y 60 cm de altura, el 100 % de cobertura y se encuentra representada casi exclusivamente por el canutillo (*Panicum elephantipes*). La segunda faja, con 3 m de altura y 100 % de cobertura está integrada por el capín (*Echinochloa polystachya*) y dos especies de catay (*Polygonum ferrugineum*, y *Polygonum lapathifolium*). Al final del gradiente aparece la tercer faja de más de 2 m de altura y cobertura similar formada por *Polygonum ferrugineum*, capín y capín arroz (*E. crusgavonis*). Las especies de hábitos volubles como pepinito del monte y guaco se distribuyen entre las especies dominantes. Esta comunidad corresponde a una de las de menor riqueza y diversidad de la isla, con valores de 9 y 2,09 respectivamente.



**Figura 8.** Canutillares

Se ha reproducido el texto de estos autores debido a que es representativo de las comunidades de la zona del proyecto: el sitio de estudio (isla Chapetón) está a sólo unos 40 kilómetros aguas debajo de Cayastá. Se menciona, no obstante, que el estudio se realizó en una isla del cauce principal del río Paraná, por lo que puede haber diferencias menores en algunas de las cuantificaciones presentadas.

## Fitoplancton

Zalocar de Domitrovic et al. (2007) presentan las principales conclusiones de su estudio revisivo referido al río Paraná medio, que se traduce a continuación:

“En la sección inferior, donde se completa la mezcla de ambos ríos, existe una relativa homogeneidad de la comunidad fitoplanctónica a través de la sección transversal, desde el canal principal al extremo opuesto de la llanura.

“En el canal principal y la llanura aluvial, los cambios espacio-temporales de la comunidad fitoplanctónica están asociados con el régimen hidrosedimentológico. Las variaciones regulares de las fases hidrológicas y fluctuaciones menores permanentes son esenciales para el mantenimiento del fitoplancton, ya que permiten el intercambio lateral con las zonas de mayor acumulación de algas en el canal principal y con entornos de llanura aluvial.

“Entre el canal principal y el límite externo de la llanura aluvial hay una combinación compleja de entornos lóticos y lénticos, con diferentes condiciones de flujo y calidad del agua. Durante el aislamiento, estos cuerpos de agua muestran diferencias claras con el canal principal debido a un mayor número de especies, en diversidad, densidad y biovolumen. Estos ambientes, comunicados temporariamente con el río, actúan como áreas de refugio y almacenamiento de especies.

“El agua que ingresa a la llanura por desbordamiento, halla adecuadas condiciones ambientales (escaso flujo horizontal, gran amplitud térmica, contenido de materia orgánica alto, etc.) que favorecen un rápido cambio en el patrón de integración de la comunidad fitoplanctónica. La llanura aluvial desempeña un papel esencial en el mantenimiento de las poblaciones de algas y en su incorporación hacia o desde el flujo principal, dependiendo de las fluctuaciones hidrológicas y de la aparición de condiciones ambientales adecuadas para su desarrollo.

“Durante los períodos hidrológicos normales, el canal principal muestra un fitoplancton fluvial típico, dominado por Bacillariophyceae centrales (*Aulacoseira granulata*) y, por otra parte, con sub-dominancia alternada de Chlorococcales, Cryptophyceae o cianobacterias.

“En los ciclos hidrológicos anómalos, hay diferencias en la abundancia y la estructura de la comunidad en relación con los ciclos hidrológicos normales, como consecuencia del fenómeno ENSO, atribuidas a la pérdida de intercambio normal de organismos entre el flujo principal y las áreas con mayor tiempo de residencia de agua, que funcionan como zonas de almacenamiento de información de especies fluviales.

“Durante el fenómeno del Niño, el canal principal mantiene una relativa homogeneidad de la comunidad, aunque los valores medios de densidad son considerablemente inferiores a los registrados en los ciclos hidrológicos normales. Las clases dominantes y sub-dominantes cambian a Cryptophyceae y Bacillariophyceae, respectivamente. Durante La Niña, la escasa contribución de especies grandes (como *Aulacoseira*) a la densidad señala un cambio profundo en la estructura de la comunidad, probablemente debido a la inaccesibilidad de inóculos desde otros sitios.

“En aguas altas de períodos normales y en períodos de sequías e inundaciones extraordinarias, el predominio de Cryptophyceae y pequeñas algas unicelulares estaría relacionada con la capacidad de estas especies de adaptarse a las condiciones de intensidad variable de mezcla y luz y de mantener una alta tasa de reproducción.

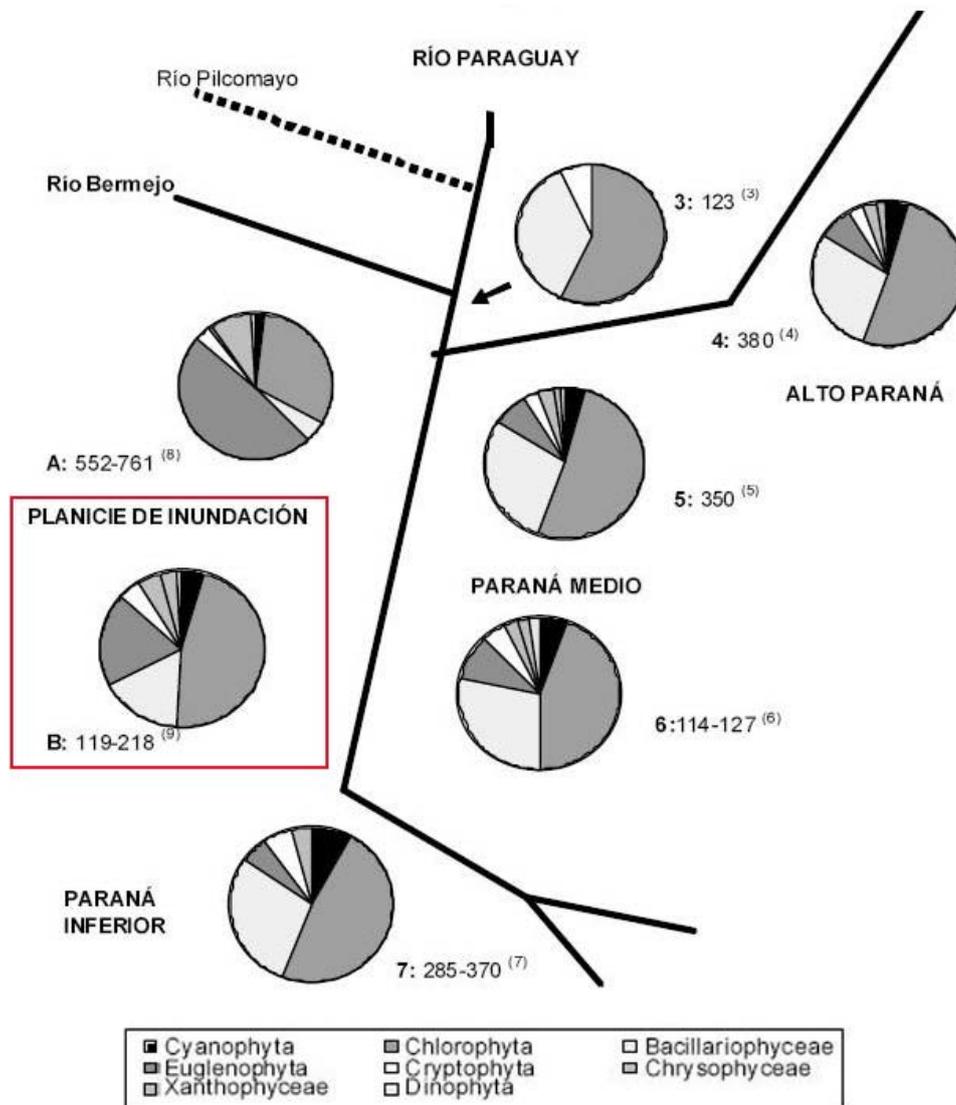
Zalocar de Domitrovic (2005) presenta un análisis de los principales resultados de diversos estudios previos, propios y de otros autores. El estudio encuentra y describe variaciones de la riqueza específica del fitoplancton en el gradiente latitudinal del curso fluvial Paraguay-Paraná (ver Figura 9).

Refiriéndose en particular a la región que va desde la confluencia del Paraná y el Paraguay, y aguas abajo hasta el sur de la ciudad de La Paz (ciudad ubicada en Entre Ríos, a unos 65 km aguas arriba de la zona del proyecto), esta autora señala una clara asimetría en la abundancia y composición de especies del fitoplancton de ambas márgenes.

Paralelamente ambos atributos se reducen gradualmente hacia el Sur del curso y en el tramo final del Paraná Medio se registra sólo la tercera parte con respecto a la zona de Confluencia.

La configuración hidrosedimentológica de ambas márgenes se relaciona con la diferente calidad física y química de las aguas. El fitoplancton está fuertemente condicionado por la transparencia del agua, reflejando ésta el comportamiento del medio físico. La riqueza específica presenta una reducción significativa en relación a una disminución en la transparencia y a incrementos en la concentración

de sólidos en suspensión (Zalocar de Domitrovic, 1999). En el curso principal del tramo medio del Paraná (entre la Confluencia y Diamante) el número de especies varía entre **114 y 350**, con valores intermedios en la zona del proyecto.



**Figura 9.** Porcentaje de contribución del número de taxones de cada grupo taxonómico y número total de taxones del fitoplancton de la subcuenca hidrográfica Paraguay-Paraná. 1-3: Río Paraguay (3: Desembocadura del río Bermejo-Confluencia con el río Paraná); 4: Alto Paraná; 5-6: Paraná Medio (Corrientes-Diamante); 7: Paraná Inferior (Diamante-Río de La Plata); AB: Planicie de inundación (A: inicios del tramo medio, B: final del tramo medio). Modificado de Zalocar de Domitrovic (2005)

En cuanto a las variaciones halladas en la riqueza específica en la planicie de inundación, se señala que la riqueza específica es más elevada en la planicie inundable que en el curso del eje fluvial y de sus afluentes (García de Emiliani, 1981, 1985, 1990, 1993, 1997; Zalocar de Domitrovic, 1990, 1992, 1993a).

En afluentes de la margen derecha del Paraná Medio (en las provincias de Chaco y Santa Fe), además de algas verdes Chlorococcales y diatomeas pennadas, el tercer lugar en importancia cualitativa corresponde a Euglenophyta.

En afluentes de la margen izquierda (provincias de Corrientes y Entre Ríos), en cambio, Euglenophyta suele estar escasamente representado (Zalocar de Domitrovic et al., 1986; Zalocar de Domitrovic, 2003b; García de Emiliani y Anselmi de Manavella, 1983; García de Emiliani, 1997). Tales diferencias en el plancton a una misma latitud entre los afluentes de ambas márgenes y los ambientes lénticos asociados está relacionado a las diferencias en las características físicas y químicas de sus aguas (Bonetto A. y Lancelle, 1981, Lancelle et al., 1986).

En la Tabla 1 se observa que los cursos secundarios, como son el Cayastá o el San Javier, poseen una densidad que varía de acuerdo a los caudales, pero que en general están entre 500 y 1500 individuos por mililitro. El grupo dominante es el de las diatomeas (Bacillariophyceae) y en segundo lugar se encuentran representadas las pequeñas algas Cryptophyceae.

Curso de agua	N de muestras	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Conductividad (μS/cm)	Densidad (ind/ml)	Dominancia - subdominancia (%)
<b>CONCHILLAS</b>					
Anual	16	80	208	809	Bac: 59- Cry: 22
Aguas bajas	6		265	1423	Bac: 83- Cry: 8
Aguas altas	10		168	441	Bac: 46- Cry: 31
<b>CHIPA</b>					
Anual	17	53	212	918	Bac: 62- Cry: 20
Aguas bajas	7		271	1612	Bac: 82- Cry: 8
Aguas altas	10		172	433	Bac: 49- Cry: 28
<b>MENDIETA</b>					
Anual	17	20	150	871	Bac: 61- Cry: 21
Aguas bajas	7		166	1490	Bac: 77- Cry: 11
Aguas altas	10		140	438	Bac: 49- Cry: 28
<b>SAN JAVIER</b>					
Anual	16	595	215	922	Bac: 59- Cry: 23
Aguas bajas	6		277	1756	Bac: 80- Cry: 9
Aguas altas	10		171	421	Bac: 46- Cry: 30

**Tabla 1.** Datos de densidad de fitoplancton y grupos que dominan, en cursos de agua cercanos a la zona del proyecto. Bac: Bacillariophyceae, Cry Cryptophyceae. (Fuente: Z. de Domitrovic et al., 2007)

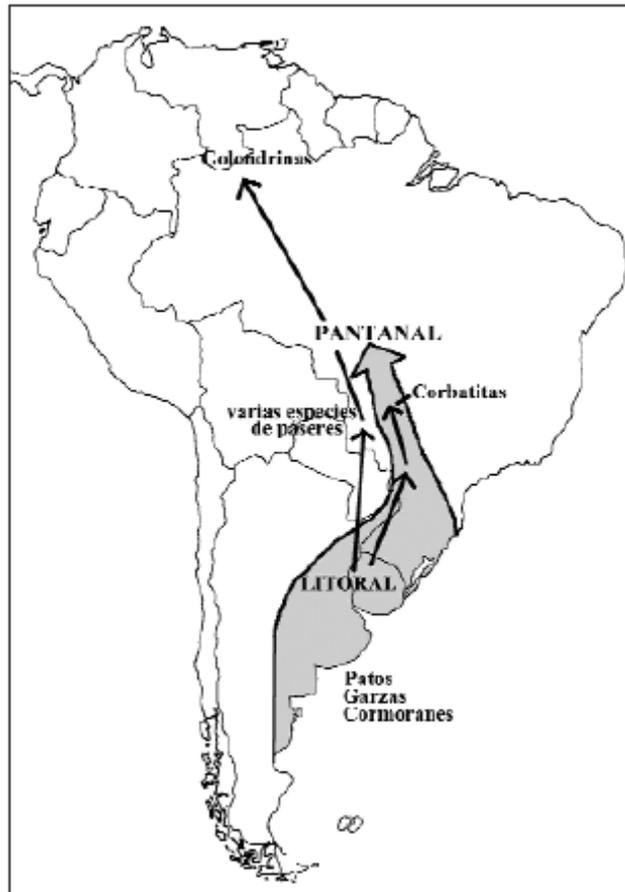
## Fauna

### Mamíferos – Aves

No se describen en detalle estos grupos, por no existir ejemplos que sean exclusivamente acuáticos y que por ello puedan ser afectados por las obras de este proyecto.

Se destaca la presencia de mamíferos acuáticos conocidos, como carpinchos, coipos y lobitos de río mencionados por pobladores locales.

Se menciona además la importancia que tiene el corredor del río Paraná medio para las migraciones de aves, como se describe en detalle en Capllonch et al (2008) (ver Figura 10).



**Figura 10.** Importancia del Paraná medio como parte del corredor de aves migratorias Fuente: Capllonch et al.,(2008)

## Reptiles

Arzamendia y Giraudó (2002) efectuaron una exhaustiva revisión de la composición y distribución de las **serpientes** de la provincia de Santa Fe, Argentina, sobre la base de 1.292 registros obtenidos en muestreos de campo, revisión de las colecciones herpetológicas de Argentina y registros bibliográficos. Discriminaron además los registros en función de las formaciones fitogeográficas presentes en la provincia.

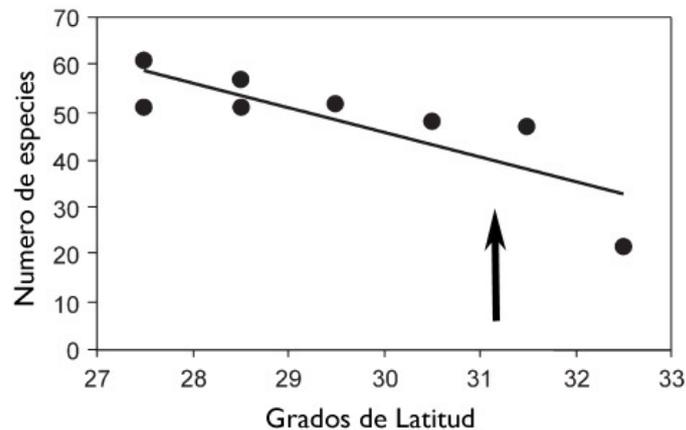
Para el valle de inundación del río Paraná, estos autores hallaron 40 especies de ofidios y una más (*Thamnodynastes strigatus*) de presencia dudosa.

Por su parte, Abdala et al. (2004) hacen una revisión de las especies de escamados del litoral fluvial de Argentina. Para la provincia de Santa Fe, realizan la lista de especies correspondiente.

A estas especies deben agregarse dos de tortugas acuáticas (*Phrynops hilarii* e *Hydromedusa tectifera*): y los dos yacarés que hay en la provincia (*Caiman latirostris* y *Caiman yacare*), que de acuerdo a comentarios de vecinos de Cayastá, están en aumento poblacional en la zona.

Posteriormente, Giraudó et al. (2007) reúnen valiosa información sobre los reptiles que específicamente habitan ambientes del río Paraná medio. Hacen diversas consideraciones acerca de la función del río como corredor, cuantifican el gradiente latitudinal observado en la riqueza de especies (ver **Figura 11**), la importancia del pulso de inundación y de otras variables ambientales en aspectos como la variación estacional de la riqueza y abundancia, el uso de hábitats, rasgos de alimentación y reproducción de las especies. El trabajo proporciona un listado completo de las

especies de reptiles presentes en el río Paraná medio, con datos de tamaño corporal, uso de hábitat, alimentación, modalidad reproductiva y número de huevos o crías, que se reproduce en el **Anexo 1**.



**Figura 11.** Relación observada entre la riqueza de especies de reptiles y la latitud en la llanura de inundación del río Paraná medio. (Correlación de Pearson,  $r^2 = -0.81$ ,  $n = 8$ ,  $P = 0.01$ ). (Modificado de Giraud et al. 2007). La flecha señala la latitud del proyecto

## Anfibios

El litoral fluvial argentino es considerado como el área de mayor riqueza específica de anfibios, muchos de ellos considerados endémicos; registrándose unas 89 especies, incluidos cuatro Cecílicos (Ceí, 1980; Lavilla et al., 2001; Frost, 2002).

Manzano et al. (2004) elaboraron una lista completa de las especies de anfibios citadas para la región del litoral argentino. No obstante., este listado es muy amplio, ya que incluye a toda la Mesopotamia.

Más tarde, Peltzer y Lajmanovich (2007) aportan datos más cercanos al área del proyecto, ya que presentan una síntesis de los conocimientos sobre diversidad e historia natural (características renacuajo y adulto, uso de hábitat y rasgos reproductivos) de anuros comúnmente hallados en las zonas ribereñas del río Paraná medio en Argentina. El listado de este trabajo se muestra en el Anexo 2.

Un total de 34 especies de anfibios anuros habitan áreas ribereñas del río Paraná medio, distribuidos entre seis familias Bufonidae, Leptodactylidae, Cycloramphidae, Ceratophryidae, Hylidae y Microhylidae.

Es destacable para los objetivos de este estudio que el sector occidental (santafesino) de la planicie aluvial posee con frecuencia más diversidad, uniformidad y riqueza de anuros (Peltzer 2006). Una posible explicación para esto es la influencia de la eco-región del Chaco húmedo y, en consecuencia, la presencia de especies de anuros asociadas, por ejemplo de *C. granulosus*, *M. klappenbachi*, y *L. diptyx*, especies que no se encuentran en la costa entrerriana.

Se conoce que existen ciertas relaciones entre distintas variables ambientales y los conjuntos de anuros presentes, que pueden aportar datos para la evaluación de impactos de cambios en el entorno.

Varios estudios demostraron que el aumento de la **acidez** de los cuerpos de agua tiene importantes efectos perjudiciales sobre la supervivencia de los renacuajos.

Se encontró que la **concentración de oxígeno disuelto** está relacionada con la composición de anuros en lagunas de áreas ribereñas del río Paraná medio, hallándose menos especies cuanto menos es el oxígeno disuelto registrado (esto puede deberse a perturbaciones del entorno).

Varios estudios han demostrado que la **vegetación acuática** proporciona buena heterogeneidad espacial, lugares para depositar las puestas y protección contra la contaminación de pesticidas.

Los bosques ribereños han sido descritos como hábitats importantes para los anuros, ya que aumentan la conectividad en el paisaje, proporcionan nichos de hibernación y recolección y rutas para la migración (Hazell et al 2001).

Se halló también que la composición de anuros (diversidad, uniformidad y riqueza) era más alta en estanques temporales y semipermanentes **sin evidencia de perturbaciones naturales** (inundaciones) o **antrópicas** (urbanización, puente, carreteras, pastoreo, deforestación y agricultura) (Peltzer y Lajmanovich 2004).

Como otras variables ambientales, se describen el **área disponible** de las lagunas (a mayor área mayor riqueza) lo que actúa tanto en las etapas de larvas como de adultos (Peltzer, 2006) y la **distancia que hay desde las lagunas a los cauces principales**, viéndose que la composición de anuros de las lagunas aumenta al disminuir la distancia al canal principal y la dificultad de acceder a éste.

## Peces

El grupo de los peces está muy bien representado en el área del proyecto.

Para el tramo medio del río Paraná hay 216 especies de peces (Drago et al., 2003). Restringiendo las búsquedas a un tramo de 100 km de longitud con centro en el proyecto, se hallan registros para 154 especies (Liotta, 2011).

Recientemente se efectuó la primera prospección de peces de la zona, específicamente en aguas de la Reserva Natural Provincial Cayastá. Demonte et al. (2008) hallaron 61 especies, que se muestran en la Tabla 2.

### Orden Clupeiformes

#### Familia Engraulidae

Lycengraulis grossidens (Agassiz, 1829)

#### Familia Pristigasteridae

Pellona flavipinnis (Valenciennes, 1836)

Orden Characiformes

Familia Parodontidae

Apareiodon affinis (Steindachner, 1879)

#### Familia Curimatidae

Cyphocharax platanus (Günther, 1880)

C. voga (Hensel, 1870)

Steindachnerina biornata (Braga y

Azpelicueta, 1987)

#### Familia Prochilodontidae

Prochilodus lineatus Valenciennes, 1836

#### Familia Anostomidae

Schizodon sp.

Leporinus obtusidens (Valenciennes, 1836)

#### Familia Crenuchidae

Characidium cf zebra

#### Familia Characidae

##### Subfamilia Characinae

Charax stenopterus (Cope, 1894)

Romboides bonariensis (Steindachner, 1879)

Roeboides prognathus (Boulenger, 1895)

##### Subfamilia Cynopotaminae

Cynopotamus argenteus (Valenciennes, 1836)

Cynopotamus kincaidl (Schultz, 1950)

##### Subfamilia Bryconinae

Brycon orbygnianus (Valenciennes, 1849)

##### Subfamilia Salmininae

Salminus brasiliensis Cuvier, 1816

**Subfamilia Triportheinae**

Triportheus paranensis (Günther, 1874)

**Subfamilia Tetragonopterinae**

Astyanax bimaculatus (Linné, 1758)  
Bryconamericus stramineus Eigenmann, 1908  
Bryconamericus iheringii (Boulenger, 1887)  
Hyphessobrycon eques (Steindachner, 1882)

**Subfamilia Cheirodontinae**

Cheirodon sp.  
Serrapinnus calliurus (Boulenger, 1900)  
Odontostilbe paraguayensis Eigenmann y  
Kennedy, 1903

**Subfamilia Serrasalminae**

Serrasalmus marginatus Valenciennes, 1836  
Serrasalmus spilopleura Kner, 1858  
Pygocentrus nattereri .Kner, 1858

**Familia Acestrorhynchidae**

Acestrorhynchus pantaneiro Menezes, 1992  
Familia Cynodontidae  
Raphiodon vulpinus Agassiz, 1829

**Familia Erythrinidae**

Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)

**Orden Siluriformes****Familia Trichomycteridae****Subfamilia Stegophilinae**

Homodiaetus vazferreirai Devincenzi 1936'

**Familia Callichthyidae**

Corydoras sp.  
Hoplosternum littorale (Hancock, 1828)

**Familia Loricariidae****Subfamilia Loricariinae**

Loricariichthys sp.  
Loricariichthys platymetopon Isbrücker y  
Nijssen, 1971  
Loricariichthys melanocheilus Reis y Pereira,  
2000

**Subfamilia Hypostominae**

Hypostomus sp.  
Liposarcus anisitsi (Eigenmann y Kennedy,  
1903)

**Subfamilia Hypoptopomatinae**

Hypoptopoma inexpectata (Holmberg, 1893)  
Microlepidogaster maculipinnis Regan, 1912  
Otocinclus vittatus Regan, 1904

**Familia Doradidae**

Pterodoras granulatus (Valenciennes, 1821)

**Familia Auchenipteridae**

Trachelyopterus galeatus (Linné, 1766)  
Ageneiosus brevifilis Valenciennes, 1840  
A. valenciennesi Blecker, 1864

**Familia Pimelodidae**

Pimelodus sp.  
Pimelodus maculatus (Lacépède, 1803)  
Pseudoplatystoma corruscans (Spix y Agassiz,  
1829)  
Sorubim lima (Bloch y Schneid., 1801)"

**Subfamilia Pseudopimelodinae**

Microglanis cottoides Boulenger, 1891

**Orden Gymnotiformes****Familia Gymnotidae**

Gymnotus carapo

**Orden Atheriniformes**

Odontesthes perugiae (Evermann y Kendall,  
1906)

**Orden Synbranchiformes**

Synbranchus marmoratus Bloch, 1795

**Orden Perciformes****Familia Scianidae**

Pachyurus bonariensis Steindachner, 1879  
Plagioscion ternetzi Boulenger, 1895

**Familia Cichlidae**

Crenicichla lepidota Heckel, 1840  
Crenicichla vittata Heckel, 1840  
Gymnogeophagus balzanii (Perugia, 1891)

**Orden Pleuronectiformes****Familia Achiridae**

Catathyridium jenynsii (Günther, 1862)

**Tabla 2.** Especies de peces capturados en aguas de la Reserva Provincial Cayastá.

Fuente: Demonte et al. (2009)

Las distintas especies de este grupo presentes poseen adaptaciones que les permiten habitar en todos los ambientes de la llanura aluvial. Una caracterización reciente de la ictiofauna del Paraná medio puede encontrarse en Rossi et al. (2007). Estos autores consideran que, teniendo en cuenta las historias de vida de las especies principales y su uso del hábitat, las poblaciones del río Paraná medio pueden agruparse en tres grandes categorías, descritas por Welcomme (2000): especies que utilizan principalmente el canal, los que habitan principalmente en los lagos y aquellos cuyos ciclos de vida implican el uso de diferentes tipos de hábitats.

Drago et al (2003) caracterizaron diferentes hábitats y, teniendo en cuenta distintas fuentes de información, asignaron valores de abundancia relativa de cada especie. Hallaron que sólo un reducido número de especies es frecuente en un único hábitat, y que la mayoría de los peces utiliza al menos dos de las tres grandes unidades; por ejemplo, el canal principal, los alrededores de los cursos y las zonas lénticas. Las especies más abundantes, capturadas con frecuencia en los tres macrohábitats, son el sábalo, *Prochilodus lineatus* y especies de pequeño porte, como las mojarra (*Astyanax fasciatus* y *Odontostilbe pequirá*). Entre las especies frecuentes pero no muy abundantes que también utilizan los tres mencionados unidades se encuentran el dorado, *Salminus brasiliensis* y Siluriformes de tamaño mediano, como el moncholo, *Pimelodus albicans*, el amarillo, *Pimelodus maculatus* y el manduvé fino, *Ageneiosus militaris*.

En entornos lóticos, se encuentran generalmente Siluriformes grandes y medianos, en cantidades moderadamente abundantes, como el surubí, *Pseudoplatystoma corruscans*, el surubí atigrado, *Pseudoplatystoma reticulatum*, el cucharón, *Sorubim lima*, el armado común, *Pterodoras granulosus* y la raya *Potamotrygon motoro*. En entornos lénticos, se halla con frecuencia y abundantemente a la tararira, *Hoplias malabaricus*. También se hallan especies como las pirañas (géneros *Serrasalmus* y *Pygocentrus*), y cíclidos, entre ellos las chanchitas (*Gymnogeophagus australis* y *Australoheros facetus*) y los cabeza amargas del género *Crenicichla*, aunque son menos abundantes.

### Especies de importancia comercial

Hay unas 20 especies que son de mayor relevancia por ser objeto de explotación por pescadores artesanales / comerciales y también por pescadores deportivos (ver Tabla 3).

El área del proyecto se encuentra en una zona de transición entre los dos grandes tipos de pesquerías que existen en el Paraná medio e inferior. En el tramo inferior, el mayor volumen de las capturas artesanales corresponde al sábalo, y en el tramo medio, acercándose a las provincias de Chaco y Corrientes, la pesquería se basa en la captura de grandes ejemplares de surubíes, patíes y dorados.

Una descripción de cada especie de pez de importancia comercial puede encontrarse en Iwaszkiw (2001) o en Sverlij et al. (1998).

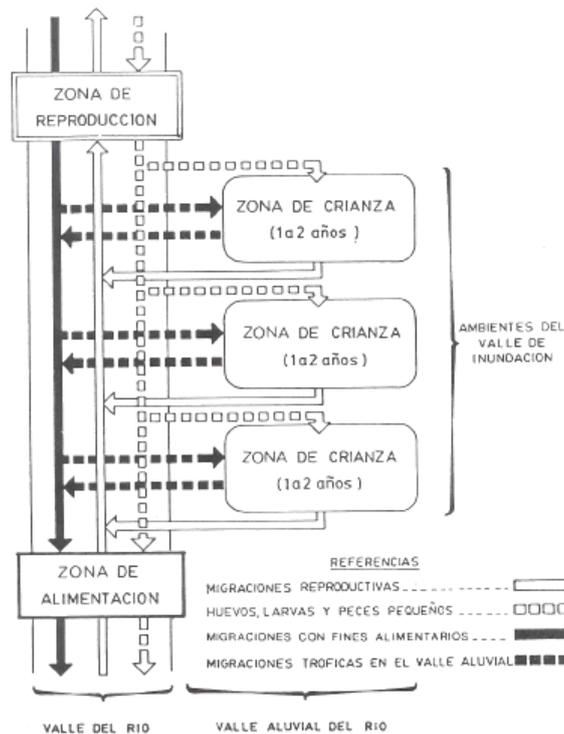
Nombre vulgar	Nombre científico
Armado chanco	<i>Oxydoras kneri</i>
Armado común	<i>Pterodoras granulosus</i>
Bagre amarillo	<i>Pimelodus maculatus</i>
Bagre blanco o moncholo	<i>Pimelodus albicans</i>
Manduvá, solalinde	<i>Ageneiosus inermis</i>
Manduvé, manduré o pico de pato	<i>Sorubim lima</i>
Manduví	<i>Ageneiosus militaris</i>
Manguruyú	<i>Zungaro jahu</i>
Patí	<i>Luciopimelodus pati</i>

Surubí atigrado	<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>
Surubí pintado	<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>
Tres puntos	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>
Zungaro o manguruyú amarillo	<i>Pseudopimelodus mangurus</i>
Boga	<i>Leporinus obtusidens</i>
Dorado	<i>Salminus brasiliensis</i>
Pacú	<i>Piaractus mesopotamicus</i>
Sábalo	<i>Prochilodus lineatus</i>
Pirapitá o salmon	<i>Brycon orbignyanus</i>
Tararira	<i>Hoplias malabaricus</i>
Pejerrey	<i>Odontesthes bonariensis</i>

**Tabla 3.** Especies de importancia comercial en el río Paraná medio

### Migraciones

La gran mayoría de los peces de importancia comercial tienen un comportamiento migratorio, relacionado con aspectos tróficos (alimentarios) y reproductivos (ver Figura 12).



**Figura 12.** Esquema de las migraciones de los peces en el río Paraná (Fuente: Bonetto, 1981)

Aproximadamente a partir del mes de octubre, y hasta fines de marzo, los peces comienzan a moverse río arriba, en sincronía con las crecientes que habitualmente se producen en esta época.

Luego de recorrer unos cuantos cientos de kilómetros, moviéndose en cardúmenes a lo largo de los taludes de los cauces principales y secundarios, desovan masivamente en los propios cursos.

La fecundación de las gametas y los primeros días de crecimiento larval se dan en este ambiente. Aprovechando las aguas en creciente, estas larvas y juveniles derivan ingresando a los ambientes lénticos del interior de la llanura aluvial, donde hallan refugio y alimento.

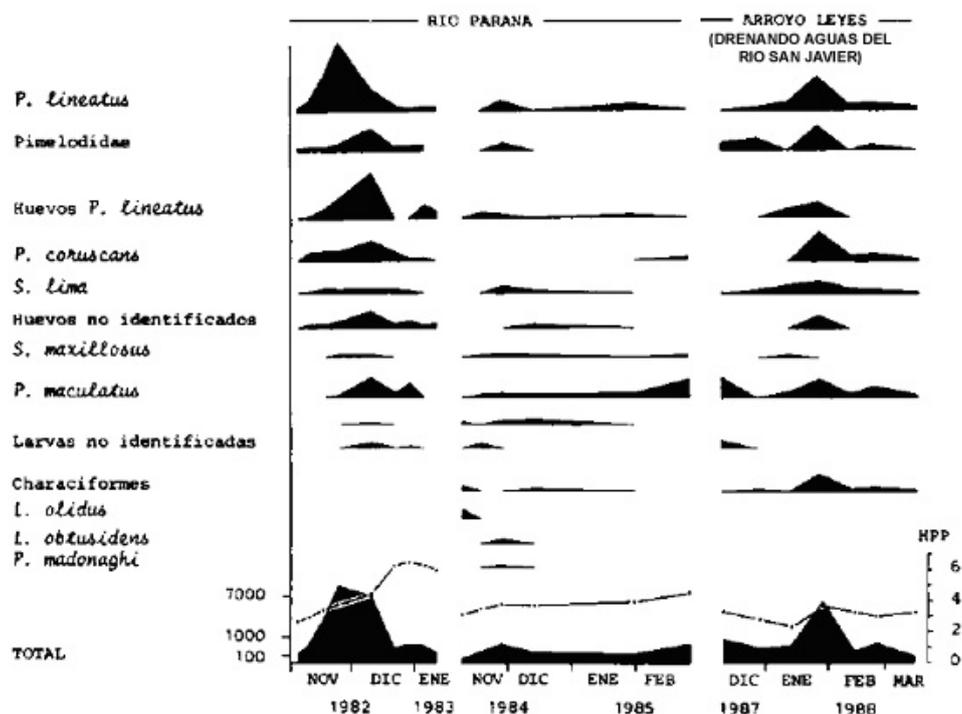
Por su parte, los adultos, luego de la reproducción, comienzan aparentemente una migración descendente.

No obstante, éste es un panorama generalizado de las migraciones. Y debe tenerse en cuenta que existen grupos de individuos que no realizan todos los años estas migraciones, y que a veces *stocks* de peces, provenientes de distintos tramos del río pueden efectuar migraciones en sentidos opuestos.

Varios estudios efectuados han confirmado que la región del proyecto es usada como área de reproducción por parte de diversas especies comerciales.

Fuentes y Espinach Ros (1998) sugieren que el área de reproducción del sábalo presente en el Paraná inferior debe hallarse aguas arriba del mismo, es decir en la región del proyecto.

Oldani (1990) confirma la presencia y abundancia de huevos y larvas de sábalo, y también de larvas de surubí, dorado, bagre amarillo y de otros characiformes y siluriformes en el río San Javier, aguas abajo del proyecto (ver **Figura 13**). En particular señala que “es notorio que los huevos y larvas de *P. lineatus*, son más abundantes en el cauce secundario” que en el cauce principal del Paraná.



**Figura 13.** Variaciones de huevos y larvas de peces en 1000 m<sup>3</sup> agua del río Paraná (Perfil Toma de Aguas Corrientes) y del Arroyo Leyes a la altura de la ruta Provincial 1 que durante los estudios canalizaba aguas del río San Javier. HPP: Nivel hidrométrico del Puerto de Paraná (promedios mensuales). (Fuente: Oldani, 1990)

Posteriormente, Fuentes et al. (2008) presentan datos actualizados de trabajos sobre ictioplancton, mostrando que se mantiene lo dicho en cuanto al uso de los ambientes fluviales y de humedales de la zona como áreas de desove y cría de juveniles de peces de importancia comercial.

Los trabajos actuales del “proyecto sábalo” (iniciados en 2005) indican que toda la zona se puede considerar como área de reproducción de especies de importancia comercial (SAGPyA, 2008).

## Zooplancton

Se utiliza como fuente principal de bibliografía a la contribución de Paggi y Paggi (2007), que sintetiza los conocimientos sobre este grupo de organismos para la región del proyecto.

“El zooplancton de ambientes lóticos del río Paraná medio muestra un predominio de pequeños organismos, tales como rotíferos, pulgas de agua de la familia Bosminidae y diversas larvas. La densidad de individuos es baja, comparable a la de otros ríos sudamericanos sin un fuerte impacto antrópico.

“Los factores que controlan la abundancia y la distribución del zooplancton fluvial son en su mayoría físicos y relacionados con el régimen hidrológico, o pulso de inundación, que afecta a otras comunidades bióticas de ríos de llanura templados y tropicales (Junk et al. 1989; Neiff 1999).

	Cauces				Cauces		
	Principal	Secundarios	Tributarios		Principal	Secundarios	Tributarios
<b>Rotíferos</b>							
<i>Alorigados Monogononta</i> no ident.	++++	+++		<i>Lecane leontina</i> (Turner 1892)			+++
<i>Ascomorpha ecaudis</i> (Perty 1859)		+++	+	<i>L. proiecta</i> Hauer 1956	++++	++++	++++
<i>Asplanchna</i> sp.			++	<i>L. sp.</i>			+++
<i>Brachionus angularis angularis</i> Gosse 1851		+++	++++	<i>L. signifera plovenensis</i> (Voigt 1909)			+
<i>B. budapestinensis</i> Daday 1885		+++	++++	<i>L. [M] bulla</i> (Gosse 1886)		+	++
<i>B. caudatus f. austrogenitus</i> Ahlstrom 1940		++++	+++	<i>L. [M] pyriformis</i> (Daday 1905)			+
<i>B. caudatus f. insuetus</i> Ahlstrom 1940			+++	<i>Macrochaetus</i> sp.		+	
<i>B. caudatus var. personatus</i> Ahlstrom 1940	++	++++	+++	<i>Ploesoma truncatum</i> (Levander 1894)		++++	++++
<i>B. caudatus f. mayusculus</i> Ahlstrom 1940		+	+++	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin 1943		++++	++++
<i>B. calyciflorus</i> Pallas 1776		++++	++++	<i>P. dolichoptera</i> Idelson 1925		+++	+
<i>B. dolabratus</i> Harring 1915		+	+	<i>Pompholix sulcata</i> (Hudson 1885)		+++	+++
<i>B. havanensis</i> Rousselot 1911		+		<i>Rotaria neptunia</i> (Ehrb. 1832)	+		
<i>B. mirus voigi</i> (Hauer 1961)	++			<i>Synchaeta</i> sp.		++	+++
<i>B. patulus var. macracanthus</i> (Daday 1905)			++	<i>Tetramastix opoliensis</i> (Zacharias 1898)			++
<i>B. plicatilis</i> (Müller, 1786)		++	+++	<i>Trichocerca ruttus</i> (Müller, 1776)	++++	++++	
<i>B. quadridentatus</i> Hermann 1783			+++	<i>T. sp.</i>		+++	+
<i>B. urceolaris nelsoni</i> (Ahlstrom 1940)			++	<i>Volga spinifera</i> (Western 1894)	++		+
<i>Cenochilus coenobasis</i> Skorikov 1914		+++	+				
<i>C. unicornis</i> Rousselot 1892		++		<b>Cladóceros</b>			
<i>Epiphyanes macrourus</i> (Barrois y Daday, 1894)		+		<i>Bosmina huaronensis</i> (Dellachaux 1918)	++	+	+
<i>Euchlanis dilatata dilatata</i> Ehrb. 1832			+	<i>B. hagnanni</i> Stingelin 1904	++++	++++	+++
<i>Filinia longicaeta</i> (Ehrb. 1834)		++++	++++	<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard 1895	+++	++	+++
<i>Hexarthra</i> sp.			++	<i>Daphnia galeata</i> Sars 1864		+++	+
<i>Keratella americana</i> Carlin 1943	++++	++++	++++	<i>Diaphanosoma brachyotum</i> (Lievin 1848)	++++	++++	++++
<i>K. cochlearis cochlearis</i> Gosse 1851	++++	+++	+++	<i>D. brevivirgata</i> Sars 1901			+
<i>K. cochlearis var. tecta f. typica</i> (Lauterborn 1900)		+	+	<i>Ilyocryptus spiniger</i> Parrrick 1884		+	+
<i>K. lenzi</i> (Hauer 1953)		+	+++	<i>Moina micrura</i> Kurz 1874		++	+
<i>K. tropica tropica</i> (Apstein 1907)	++	+++	++++	<i>Moina minuta</i> Hansen 1891	++	+++	++
				<b>Copépodos</b>			
				<i>Acanthocyclops robustus</i> Sars 1863	++++	+++	
				<i>Acanthocyclops</i> sp.	+		
				<i>Diaptomus spiniger</i> Brian 1925	++++	+	
				<i>Diaptomus</i> sp.		+	
				<b>Harpacticóideos</b>			
				<i>Harpacticoides</i>		+++	+++
				<i>Notodiaptomus anisitsi</i> Daday 1905	+++	++	
				<i>N. coniferoides</i> (Wright 1927)		+++	
				<i>N. incompositus</i> (Brian 1925)	++	+++	+++

**Tabla 4.** Lista de especies y frecuencia del zooplancton en cursos de agua del Paraná medio. Recuadro sobre el cauce secundario, representado por el río San Javier. (Fuente: José de Paggi, 1983).

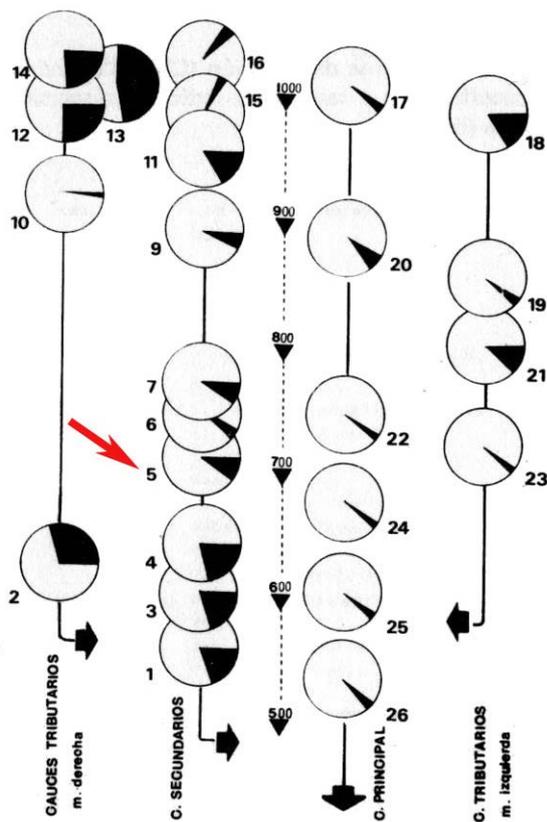
“En el cauce principal del río Paraná, los mecanismos de control biológicos de las poblaciones de zooplancton sería menos importantes que los físicos. La influencia del régimen de flujo en el zooplancton lótico fue destacada por varios autores (Shiel et al., 1982; Paggi 1984; Saunders y Lewis,

1988; Pace et al., 1992; Basu et al., 1996). La particular influencia negativa de turbidez y velocidad actual sobre el río Paraná zooplancton también fue demostrada en otros ríos (Thorp et al., 1994).

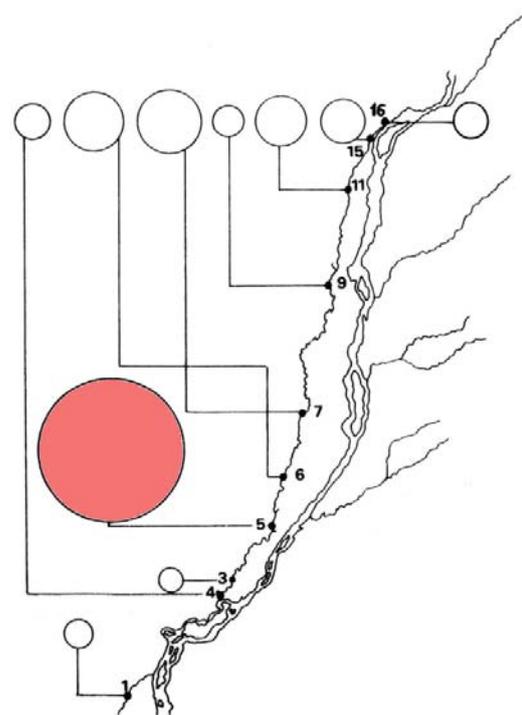
“Una de las causas de la dominación de rotíferos en el canal principal del río Paraná, además de su tiempo de generación corto, que compensa las pérdidas por arrastre, puede ser la mayor tolerancia de este grupo a los sedimentos en suspensión. Los Rotíferos son menos afectados que los Cladóceros y Copépodos, y esto puede modificar los patrones de competencia intraespecífica (Kirk y Gilbert, 1990; Jack et al., 1993).

“El zooplancton es más abundante en los ambiente lénticos de lagunas y taxonómicamente es muy diverso, especialmente cuando hay una mayor heterogeneidad ambiental, como la de ambientes muy vegetados. El mayor tiempo de permanencia de agua determina la mayor abundancia de plancton. Las lagunas directamente conectadas con los cauces muestran una abundancia algo menor que las indirectamente conectadas, y/o con un mayor tiempo de aislamiento.

“La influencia del pulso de la inundación en el zooplancton de ambientes lénticos de la planicie aluvial estaría relacionada con su grado de conexión con el río. En lagunas directamente conectadas, los factores físicos asociados con el pulso de inundación serían más importantes. En lagunas más aisladas, el control de la población por el pulso de inundación sería inferior y las interacciones bióticas (competencia y depredación) serían más importantes.



**Figura 14.** Porcentaje de participación de rotíferos (blanco) y crustáceos (negro). Fuente. José de Paggi, 1983. La flecha roja indica la estación del río San Javier en Helvecia.



**Figura 15.** Abundancia comparativa del zooplancton en estaciones de cauces secundarios. Fuente. José de Paggi, 1983. Estación pintada de rojo: río San Javier en la localidad de Helvecia

“Otro importante gradiente en el zooplancton está dado por la heterogeneidad ambiental, que se vuelve más compleja a lo largo del mosaico ambiental de la planicie aluvial. Las lagunas con

vegetación ofrecen una gran variedad de profundidades que aumentan la diversidad (José de Paggi 1993, 2004b).

“Se da un gradiente transversal a la llanura aluvial, en el que los controles abióticos dominan más cerca del canal principal, mientras que las interacciones bióticas muestran una mayor influencia en los sitios más alejados de los cauces.

José de Paggi (1983) efectuó un estudio sobre el zooplancton, que abarcó varias estaciones en el río San Javier, entre ellas una en la localidad de Helvecia. En particular para este cauce secundario, proporciona un listado de las especies más frecuentes y abundantes, (ver Tabla 4). Muestra también que en el río San Javier el grupo de organismos dominantes es el los rotíferos (ver **Figura 14**). Finalmente, encuentra que la estación Helvecia poseía una elevada abundancia, que alcanzó los 327.000 individuos por metro cúbico (mayor a otras del río San Javier; ver **Figura 15**), donde las especies dominantes fueron del género de rotífero *Keratella*.

## Bentos

### Composición típica de los distintos tipos de ambientes

Se describen los conjuntos de especies propios de distintos tipos de ambientes de la región. En el Anexo 3 se pueden ver los listados de las especies más comunes, tomando como base los trabajos de Drago et al. (2003) y Ezcurra de Drago et al. (2007).

El conjunto de especies bentónicas típicas del centro de los canales principales y secundarios grandes está caracterizado por especies endémicas de la región Neotropical, como *Narapa bonettoi*, *Myoretronectes paranaensis*, *Itaspiella parana*, *Haplotaxis aedeochaeta*, mientras que *Potamocaris* spp., *Tobrilus* sp. y *Parachironomus* spp. son halladas sólo ocasionalmente.

El conjunto de especies bentónicas típicas de los canales secundarios superiores y de los bancos del canal principal es similar al de los canales secundarios que muestran flujo intermitente, con predominio de *Paranadrilus descolei*, *Bothrioneurum americanum*, *Campsurus* cf. *notatus* y *Pisidium sterkianum*.

En lagunas conectadas con el río, los conjuntos de especies bentónicas típico son similares a los de los bancos de canales secundarios con flujo permanente y los del centro de los de flujo intermitente, excepto para *P. descolei*, que sólo está registrado en ríos. En lagunas aisladas o en bahías de lagunas irregulares con etapas más avanzadas de sucesión y un mayor contenido de materia orgánica en los sedimentos del fondo, el conjunto típico muestra predominio de *Branchiura sowerbyi*, *Chaoborus* sp. y *Chironomus* gr. *decorus*.

En humedales temporarios, además de muchas especies de oligoquetos comunes a otros ambientes de la planicie aluvial, hay una mayor representatividad de Insecta (principalmente Coleoptera: *Berosus* spp., Chironomidae: *Polypedilum* spp., Ceratopogonidae spp., Dolychopodidae spp., Tipulidae spp., Odonata: *Aphylla* sp.) y ostrácodos.

Un componente poco considerado, aunque de importante biomasa, es el de los moluscos bivalvos bentónicos, conocidos como almejas o cucharas de agua. Se conocen varias decenas de especies (Rumi et al., 2008), poco conocidas desde el punto de vista biológico, aunque fueron intensamente explotadas hasta la década de 1960 (Bonetto, 1959).

### Especies invasoras

Se hace una referencia especial a especies bentónicas que en las últimas décadas han invadido ambientes de la cuenca del Plata. Se trata de moluscos bivalvos, conocidos como almejas o mejillones. Los primeros en ingresar al sistema fueron dos especies del género *Corbicula*,

provenientes del sudeste de Asia, que ingresaron a fines de los '60 – principios de los '70 a América del Sur por el Río de la Plata (Ituarte, 1981). *Corbicula fluminea* o “almeja asiática”, desplazó a la cogenérica introducida (Darrigran, 1992) y se extendió por gran parte del sub-continente americano, invadiendo a los países que comparten la cuenca del Plata, tal como Brasil, Uruguay, Paraguay y Argentina.

Posteriormente, a mediados de la década de 1990, una nueva especie, el mejillón dorado, *Limnoperna fortunei*, ingresó en el Río de la Plata (Pastorino et al., 1993) y se dispersó rápidamente hacia el norte, a una velocidad de 250 km/año, alcanzando tramos tan aguas arriba como Corumbá en el río Paraguay, y afluentes del río Paraná superior en Brasil (Boltovskoy et al., 2006).

Se ha mostrado que el mejillón dorado tiene impactos importantes no sólo en aspectos económicos, tapando cañerías y cubriendo sectores sumergidos de instalaciones industriales, sino afectando la diversidad de las comunidades nativas de moluscos. Darrigran et al. (1998) mostró que tras la introducción de *L. fortunei* en playa Bagliardi, las poblaciones de dos gastrópodo comunes habían sido desplazadas. *Chilina fluminea* desapareció, y *Gundlachia concentrica* se hizo mucho más rara. A la inversa, otras especies, antes ausentes, aparecieron luego de la introducción.

Se observó también que los mejillones se asentaban y llegaban a sofocar otros moluscos bivalvos nativos, como *Anodontites trapesialis* (Figura 16) y *A. tenebricosus* (Darrigran y Ezcurra de Drago, 2000).



**Figura 16.** Ejemplar de almeja nativa (*Anodontites trapesialis*), cubierto de mejillones dorados (*Limnoperna fortunei*). Fuente: <http://www.malacologia.com.ar/MALACOLOGIA/Imagenes/AmbNat1.jpg>

### **Factores que regulan el bentos**

Se toma como base principal de este título a Drago et al. (2003).

La estructura del bentos de la planicie aluvial del río Paraná refleja las características geomorfológicas, sedimentológicas, hidráulicas y químicas de los ambientes acuáticos en que se encuentran. El grado de conectividad y la alternancia de las fases de inundación y sequía del pulso son también factores claves, sobre todo en los cuerpos de agua dentro de la llanura aluvial.

Los conjuntos de especies bentónicas más estables espacial y temporalmente se encuentran en el canal principal y en los canales secundarios más grandes, como el San Javier. En los primeros, las

condiciones de vida son muy rigurosas, y muy pocos taxones logran colonizarlos. Así, en una sección transversal de un canal se encuentran dos diferentes hábitats para el bentos.

La franja central del cauce contiene los valores de densidad más altos de organismos muy pequeños y los valores más bajos en la riqueza y diversidad de especies.

Por el contrario, en los cauces pequeños de la llanura aluvial no hay diferencias notables entre la estructura de la fauna del centro del fondo y de las márgenes o taludes. En estos ambientes, los cambios más importantes se dan en las dimensiones longitudinales y temporales, que están relacionadas con las condiciones morfológicas e hidráulicas de los cauces. Estos cambios se intensifican durante los extremos de las fases de inundación y sequía.

Algunos conjuntos de especies bentónicas son habitantes característicos de tramos con una morfología de sedimentos de muy baja movilidad, durante las fases de la inundación, y otros conjuntos de especies son indicadores de condiciones hidráulicas muy diferentes, como la que se encuentra en los agujeros de cauces.

Además, la heterogeneidad longitudinal también se mantiene en la estructura del bentos durante etapas de aguas bajas, siendo los ensamblajes de especies de los agujeros de cauces más similares a los que se encuentran en las lagunas conectadas del valle que a los habitantes de tramos de fondos normales del mismo río.

Las lagunas de la llanura aluvial muestran las diferencias globales más grandes en la estructura de bentos de hábitats del río Paraná medio. Los factores clave que explican estas diferencias son el origen, tamaño y morfología de las cuencas, el grado de conectividad con cursos lóticos, el porcentaje de cobertura de vegetación acuática, la cantidad de CPOM depositado en el fondo y el oxígeno disuelto. Hay notables diferencias en la estructura del bentos entre diferentes tipos de lagunas, así como en sectores de una misma laguna con profundidades diferentes.

Los ejemplos más relevantes están dados en las grandes lagunas dendríticas irregulares, con conexión directa al río, porque se pueden reconocer varios conjuntos de especies bentónicas en la misma laguna. Es posible diferenciar conjuntos de especies bentónicas características de una "laguna con conexión reciente", en las áreas fuertemente influenciadas por la conexión con el río, y conjuntos típicos de "lagunas circulares antiguas aisladas", en las bahías de la laguna, con vegetación, alejadas de la conexión con el río. Los primeros muestran mayor densidad, así como mayor riqueza y diversidad de especies, mientras que los segundos pueden estar representados sólo por una especie, mostrando una densidad media.

## Áreas de sensibilidad ambiental

### Áreas protegidas

#### Reserva Provincial Cayastá

Esta reserva, de 300 hectáreas de propiedad fiscal provincial, fue creada en 1970, por Decreto Provincial N° 3050/70. Comprende un espacio ubicado entre el arroyo Paso del Tigre y el río San Javier, más un sector colindante con la ruta provincial N° 1 (Figura 18).

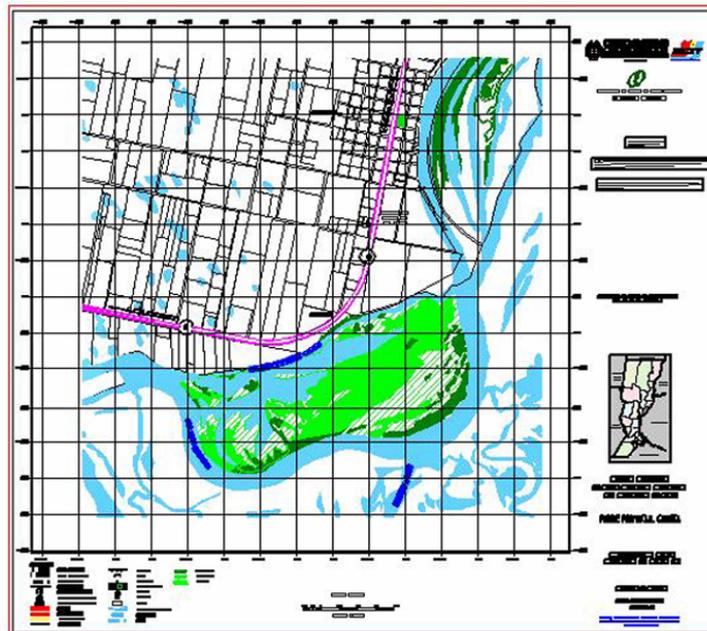
No se efectúa aquí una descripción detallada del área, ya que pueden encontrarse descripciones de la Reserva Provincial Cayastá y de sus características naturales en diversos sitios de internet:

- el sitio del Sistema de Información de Biodiversidad de la Administración de Parques Nacionales, [http://www.sib.gov.ar/area/SANTA%20FE\\*CA\\*CAYASTA#avis](http://www.sib.gov.ar/area/SANTA%20FE*CA*CAYASTA#avis),
- el sitio Portal de la provincia de Santa Fe: <http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/33405>

La descripción más completa hallada corresponde al sitio Patrimonio Natural, cuyo link es: <http://www.patrimonionatural.com/HTML/provincias/santafe/cayasta/descripcion.asp>



**Figura 17.** Bosque mixto de la margen de la Reserva Provincial Cayastá, visto desde el río San Javier, brazo inferior.



**Figura 18.** Ubicación de la Reserva Provincial Cayastá (imagen de baja definición disponible en la Web, en el sitio <http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/33405>).

## Calidad de agua

### Parámetros fisicoquímicos

Drago et al. (2003) presentan una tabla síntesis con los valores promedios anuales de los principales parámetros limnológicos de cuerpos de agua lóticos y lénticos del río Paraná medio, que se reproduce en la Tabla 5 y la Tabla 6.

Dentro de esta tabla, se resaltan los que corresponden a **cauces secundarios** (de los que el río San Javier es un ejemplo) y **lagunas**, como indicativas de los valores esperables para los cuerpos lénticos de la zona del proyecto.

Parámetro	Cauce principal	Cauces secundarios	Lagunas
Velocidad de la corriente (m/s)	1,17	<b>0,57</b>	-
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	17.000	<b>700</b>	-
Transparencia (m)	0,24	<b>0,27</b>	<b>0,58</b>
Temperatura (°C)	21,8	<b>23</b>	<b>19,9</b>
pH	7,5	<b>7,1</b>	<b>7,2</b>
Conductividad (μS/cm)	85	<b>88</b>	<b>115</b>
Salinidad (mg/L)	63,5	<b>90</b>	<b>122</b>
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,89	<b>6,9</b>	<b>6</b>

**Tabla 5.** Valores promedios de los principales parámetros limnológicos de distintos ambientes del tramo medio del río Paraná. (Fuente: Drago et al., 2003). Corresponden a un promedio de 100 muestras en cada caso.

Parámetro	Cauce principal	Cauces secundarios	Lagunas
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0	<b>0</b>	<b>0</b>
HCO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	36	<b>35</b>	<b>38</b>
Cl <sup>-</sup>	4,8	<b>14,3</b>	<b>13,1</b>
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	4,5	<b>4,1</b>	<b>8,9</b>
Ca <sup>+2</sup>	7,4	<b>5,4</b>	<b>7,6</b>
Mg <sup>+2</sup>	1,8	<b>3,4</b>	<b>3,2</b>
Na <sup>+</sup>	5	<b>10,4</b>	<b>9,9</b>
K <sup>+</sup>	2,1	<b>2,5</b>	<b>2,6</b>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,95	<b>1,3</b>	<b>0,91</b>
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,02	<b>0,02</b>	<b>0,07</b>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,09	<b>0,25</b>	<b>0,28</b>
SiO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	14,4	<b>23</b>	<b>19</b>

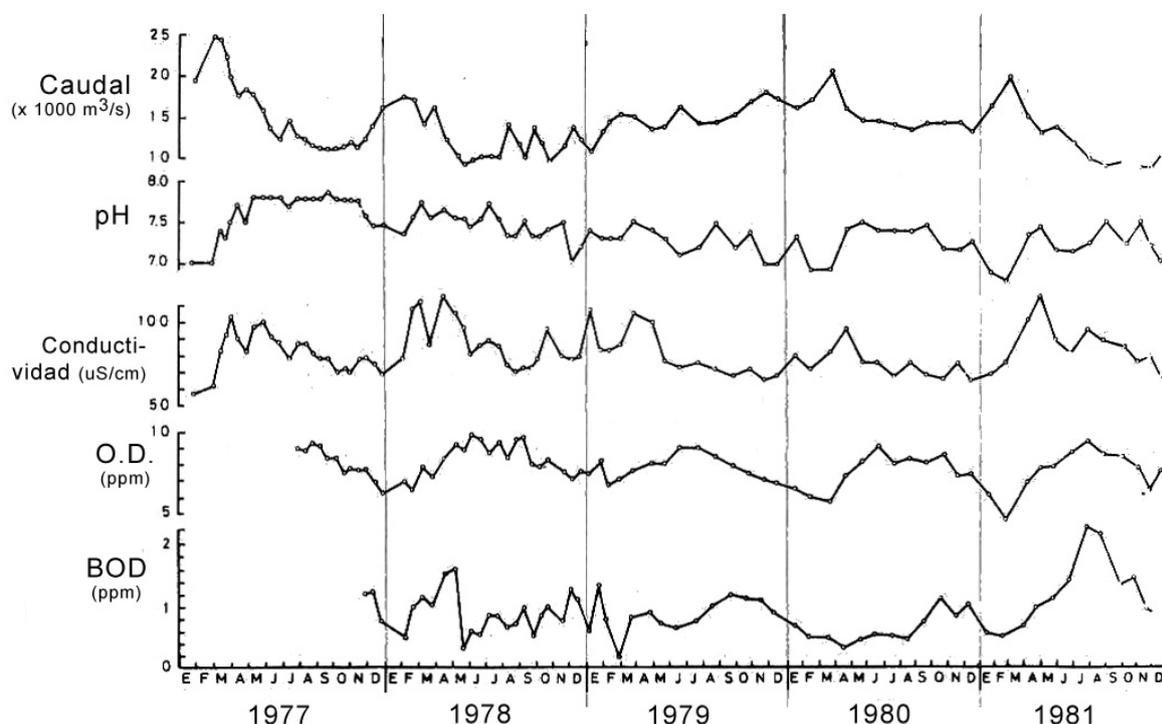
PO <sub>4</sub> <sup>+3</sup>	0,06	<b>0,21</b>	<b>0,22</b>
Fe	0,55	<b>0,71</b>	<b>0,66</b>
Alcalinidad	0,6	<b>0,57</b>	<b>0,76</b>

**Tabla 6.** Valores promedios de los principales iones presentes en distintos ambientes del tramo medio del río Paraná. (Fuente: Drago et al., 2003). Corresponden a un promedio de 100 muestras en cada caso.

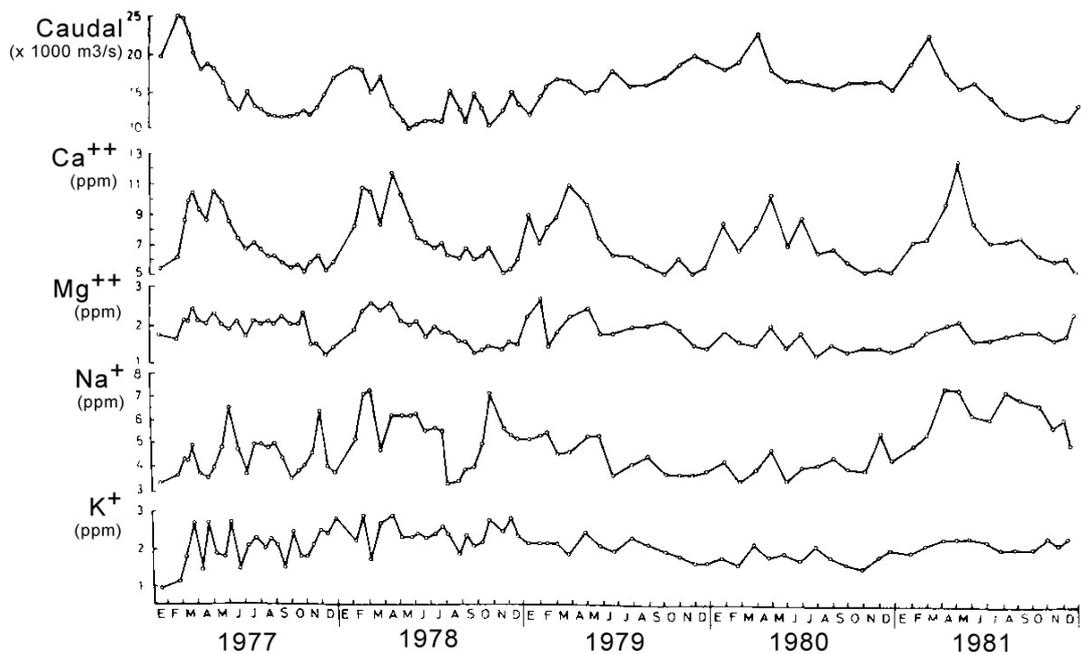
### Dinámica intra e interanual de parámetros limnológicos

Se muestran, como datos *proxy*, los resultados de un estudio de cinco años de duración, efectuado por el INALI (Instituto Nacional de Limnología) y publicado en Vassallo y Kieffer (1984) (ver Figura 19 a Figura 21). No obstante, debe notarse que estos valores corresponden al cauce principal del río, a unos 60 km aguas abajo del área del proyecto, por lo que es posible que la dinámica de los valores sean algo diferente.

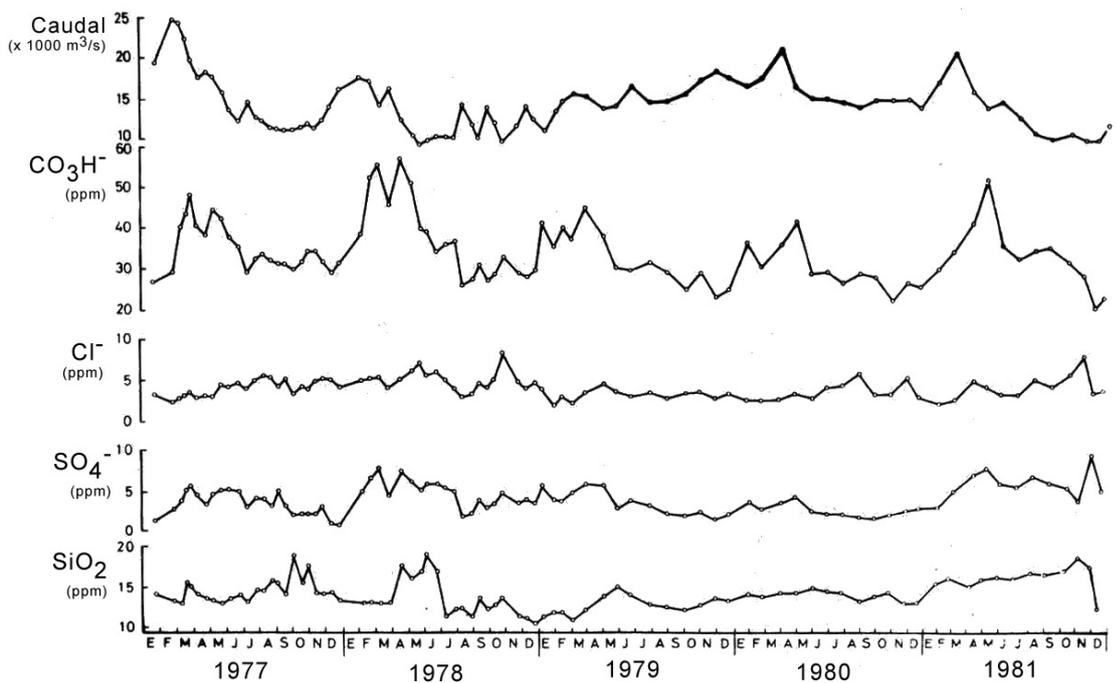
Debe tenerse en cuenta que los valores puntuales de los distintos parámetros limnológicos varían siempre, en función de las características del pulso de cada año, de aspectos climáticos y de la historia previa de lo ocurrido en el valle de inundación y aguas arriba del sistema.



**Figura 19.** Variaciones intra e interanuales de caudal, pH, conductividad, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno para el período 1977-1981, en la transección Paraná - Santa Fe. Fuente: Vassallo y Kieffer, 1984.



**Figura 20.** Variaciones intra e interanuales del caudal y los iones calcio, magnesio, sodio y potasio para el período 1977-1981, en la transección Paraná - Santa Fe. Fuente: Vassallo y Kiefer (1984)



**Figura 21.** Variaciones intra e interanuales del caudal y los iones bicarbonato, cloruro, sulfato y dióxido de silicio para el período 1977-1981, en la transección Paraná - Santa Fe. Fuente: Vassallo y Kiefer (1984)

# Sedimentos

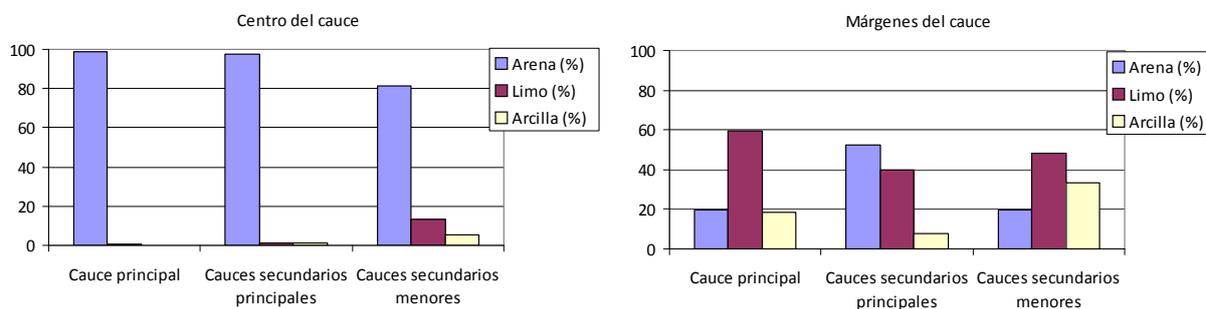
## Composición

La Tabla 7 muestra la composición característica de cauces de distintos tamaños, mostrando cómo el tamaño (y su caudal correspondiente) influyen la proporción de los sedimentos presentes.

	Cauce principal		Cauces secundarios principales		Cauces secundarios menores	
	Promedio	Desvío estándar	Promedio	Desvío estándar	Promedio	Desvío estándar
<b>Centro del canal</b>						
Arena (%)	98,97	1,671	97,5	2,646	81,56	32,109
Limo (%)	0,7	1,922	1,5	1,29	13,05	22,567
Arcilla (%)	0,19	0,431	1	1,414	5,38	10,043
Materia orgánica (gC %)	0,02	0,099	0,03	0,024	0,38	0,218
<b>Márgenes</b>						
Arena (%)	19,72	18,812	52,25	43,965	19,74	23,093
Limo (%)	59,6	23,798	40	38,996	48,01	30,486
Arcilla (%)	18,37	15,552	7,75	5,619	33,13	27,39
Materia orgánica (gC %)	0,49	0,207	0,19	0,196	0,42	0,245

**Tabla 7.** Composición (promedio y desvío estándar) de los sedimentos de cauces de distintos tamaños del Paraná medio. Número de muestras para cada estación: 414. Fuente: Drago et al. (2003).

Se puede observar, en la Figura 22, cómo las márgenes, aun del cauce principal de Paraná, poseen porcentajes importantes de sedimento finos. Esto es de importancia al momento de prever modificaciones de caudal, como las que sucederán en los brazos Cayastá y Los Zorros.



**Figura 22.** Variación de los porcentajes de arena , limo y arcilla en cauces de distintos tamaños.

## Transporte de sedimentos

La información disponible sobre el transporte de sedimentos en los canales secundarios de diversa jerarquía que drenan la llanura aluvial del río Paraná es extremadamente escasa, comparada con la

disponible para el canal principal. Amsler et al. (2007) obtuvieron valores de las cantidades de sedimentos transportados por aquellos, basándose en valores instantáneos de transporte de sedimentos y concentraciones de sedimentos suspendidos de los principales canales secundarios en los 30 años anteriores.

En particular, refiriéndose al río San Javier, mencionan que muestra un patrón que varía entre anastomosado y serpenteante; su canal tiene una muy pequeña pendiente (1,5 cm/km en promedio) y se divide en cursos menores que se derivan de vertidos hacia un sistema de lagos y pantanos, particularmente complejos cerca de su desembocadura.

Considerando un caudal promedio de  $616 \text{ m}^3/\text{s}$  y un diámetro medio de partícula de 0,25 mm para el transporte de fondo, obtuvieron para el río San Javier un transporte total de arena ( $G_s$ ) de entre 53.700 y 73,800 toneladas por año.

Por otra parte, calcularon un transporte de sedimentos de lavado (llamado  $G_w$ , correspondientes a limo y arcilla), de 2,5 millones de toneladas por año, considerando una concentración promedio ( $C_{av}$ ) de 130 mg/l.

Se destaca que esto significa que el transporte de arena es aproximadamente el 5% del transporte total de sedimentos del río San Javier, y muestra la altísima capacidad de este río de depositar sedimentos finos al reducir la capacidad de transporte, por reducción del caudal y velocidad.

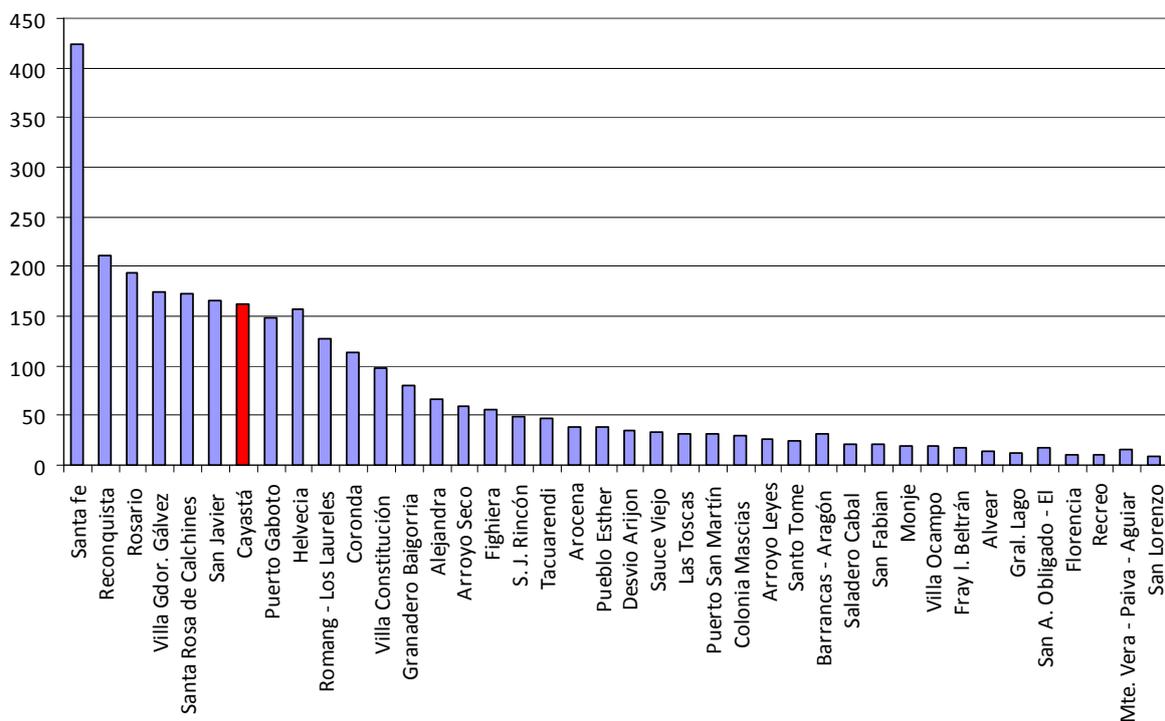
# Uso de los ambientes fluviales y de humedal

## Pesca

El área de Cayastá es intensamente utilizada por pescadores, tanto comerciales / artesanales como deportivos.

De acuerdo a los informes del proyecto sábalo, la zona de Helvecia – Cayastá es una de las que más presión de captura de sábalo por parte de la pesquería comercial tienen, en la baja cuenca del río Paraná, junto con las zonas de Diamante y de Victoria (SAGPyA, 2008).

Es posible cuantificar la actividad de la pesca en la zona. En 2010, se emitieron 162 licencias de pesca comercial / artesanal para la localidad de Cayastá (ver Figura 23), a lo que se suman otras 54 personas, empadronadas como pescadores de subsistencia.



**Figura 23.** Licencias de pesca otorgadas en el año 2010 en provincia de Santa Fe. Fuente: Ministerio de la Producción de la provincia de Santa Fe, 2010.

En Helvecia se emitieron 157 licencias de pesca comercial en 2010, y en Santa Rosa de Calchines, 173 licencias más.

Es posible que estos números sobreestimen el número real de pescadores, debido al otorgamiento de subsidios por las vedas que se establecen del 1º de noviembre al 31 de enero.

No se dispone de datos recientes de capturas de la zona. No obstante, se dispone un dato indirecto que permite estimar la importancia relativa de las distintas especies en las capturas en la región del proyecto (Tabla 8).

Especie	Cantidad	Media
Sábalo	43715	90,59%
Tarucha	831	1,72%
Dorado	809	1,68%
Boga	561	1,16%
Dientudo	534	1,11%
Amarillo	490	1,02%
Armado	399	0,83%
Surubí	361	0,75%
Patí	264	0,55%
Moncholo	104	0,22%
Mandubé	98	0,20%
Vieja del agua	59	0,12%
Carpa	31	0,06%
<b>TOTAL</b>	<b>48.256,00</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 8.** Especies de peces decomisadas en la zona de mayor infraccionalidad (Departamentos Garay, La Capital y San Jerónimo). Fuente: Ministerio de la Producción de la provincia de Santa Fe, 2010.



**Figura 24.** Pescador local con espinel en el brazo Cayastá, frente al pueblo

## Recreación

Una buena cantidad de turistas utilizan los ambientes de humedales y cursos de agua de la zona para realizar actividades de **pesca deportiva y recreacional**.

No se efectuó un análisis cuantitativo de esta actividad, pero se observa que es creciente (ver Figura 25).

Se han instalado guarderías que cuidan las embarcaciones de habitantes de otras ciudades (generalmente del oeste de la provincia) que habitualmente visitan la zona de Cayastá para pescar (ver Figura 25, abajo a la derecha).



**Figura 25.** Pesca recreativa y deportiva en el brazo Cayastá, Arriba al izquierda, pesca de costa; arriba a la derecha, con embarcaciones propias; abajo a la izquierda, embarcado con guía; abajo a la derecha, guardería Don Eduardo.

La folletería local para el turismo, tanto la estatal como la generada por empresarios y operadores turísticos destaca significativamente a los ambientes fluviales y de humedal como destino de esparcimiento y turismo (Figura 26).

El folleto turístico de la comuna de Cayastá ofrece los servicios de 6 guías de pesca.

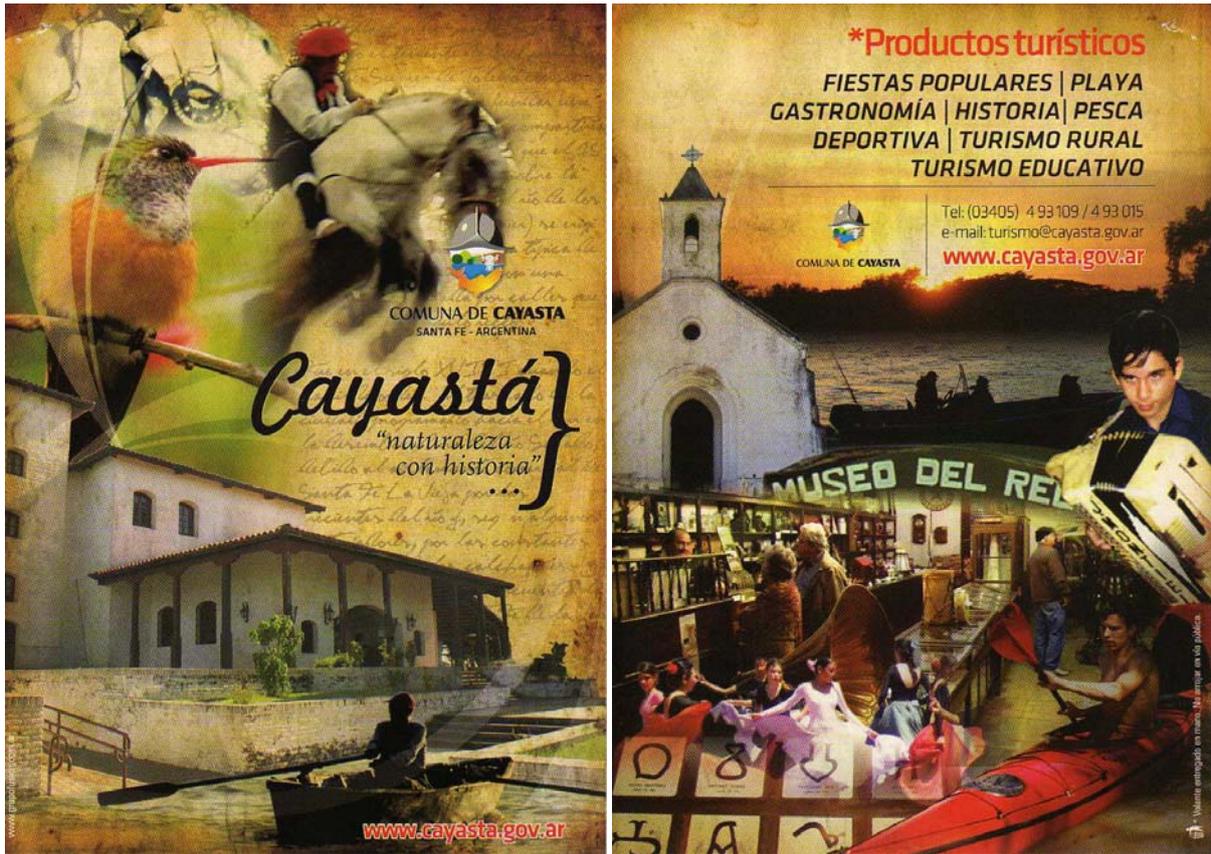


Figura 26. Folleto turístico de la Comuna de Cayastá. Se acompaña de información fotocopiada. El río y la pesca tienen una posición importancia

## Identificación y análisis de los principales impactos ambientales

De modo complementario a lo ya elaborado durante los estudios previos aprobados por la autoridad ambiental de aplicación provincial, se han analizado los principales impactos ambientales identificados, siempre en relación a los ambientes fluviales y de humedales afectados por las obras.

En primer lugar, se hace un análisis particularizado de cada impacto (caracterizándolo **cualitativamente** de acuerdo a la metodología descrita en página 74 y siguientes del informe Estudios de impacto ambiental).

Se reiteran las definiciones y categorías de cada parámetro, presentes en aquel informe:

- $\pm$  = Naturaleza (signo)
- i = Intensidad o grado probable de destrucción
- EX = Extensión o área de influencia del impacto
- MO = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto
- PE = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto
- RV = Reversibilidad
- SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples
- AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo
- EF = Efecto
- PR = Periodicidad
- MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos

Se hacen sugerencias o recomendaciones de medidas de mitigación en “Recuperabilidad”.

Para cada impacto se agregó un parámetro denominado “Resiliencia del sistema”, donde se detallan posibles reacciones del sistema natural frente a la implantación de las distintas obras.

Para aquellas consecuencias de una obra que representen un cambio de condiciones para el ambiente, pero que puedan ser fácilmente absorbidas por el sistema, se decidió agregar la categoría de “neutro” para el parámetro “Naturaleza”.

Varias razones impiden que sea útil en este trabajo una evaluación **cuantitativa** de los impactos, usando esta metodología:

- El resultado de esta evaluación debería incorporarse a la matriz presentada en el informe “Estudios de Impacto Ambiental” para un nuevo análisis, pero no fue posible hallar ninguna descripción detallada ni justificación de los puntajes asignados en esa matriz. Esto impide incorporar o recalcular puntajes, ya que no se sabe cómo se hicieron en primer lugar.
- Más allá del punto anterior, en la ponderación de impactos siempre surgen diferencias debido a la percepción y experiencia de los expertos que realizan la evaluación: como sólo se trabaja aquí con impactos sobre humedales y ambientes fluviales, cuantificar los mismos sería posiblemente introducir sesgos al compararlos con los demás impactos.

Por lo anterior, se decidió realizar una descripción cualitativa de cada impacto, utilizando las categorías previstas para cada parámetro, pero sin transformar esto en un puntaje numérico.

Luego, se presenta una red conceptual, donde se relacionan las obras con los impactos y los fenómenos de resiliencia que pueden esperarse, y una clave de colores que muestra gráficamente los principales resultados.

Finalmente, se presenta un resumen general de los impactos esperables, ponderando su significación en el marco regional.

## Detalle de los impactos

A continuación se caracterizan en detalle cada uno de los impactos señalados.

Se hace hincapié en los eventos de resiliencia del sistema que previsiblemente pueden esperarse.

Es importante tener en cuenta que, debido a que cada impacto es caracterizado de acuerdo a varios parámetros, la significación o “importancia” de cada impacto no está dada por uno solo de ellos, sino **por la sumatoria o envolvente del conjunto**.

Debe recordarse también que todo impacto tiene un cierto grado de incertidumbre, generado en la multiplicidad de factores que intervienen en la dinámica de humedales de la magnitud de los del río Paraná medio.

## Espigones

### Impactos esperables durante la CONSTRUCCIÓN

#### 1. Afectación posible por la operación de maquinarias y dragas: paso de maquinarias por ambientes naturales, derrames de combustibles y lubricantes, ruido, resuspensión de sedimentos.

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** Pueden ser desde un mínimo de bajos hasta muy altos. Depende de la época, duración e intensidad de los eventos que ocurran.

**Extensión o área de influencia del impacto:** Pueden ser desde un mínimo de puntuales a extensos de acuerdo al tipo y magnitud de los eventos sucedidos.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** inmediato.

**Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto:** Serán probablemente fugaces o a lo sumo temporarios.

**Reversibilidad:** En general, se espera que estos impactos sean reversibles a corto plazo (salvo grandes eventos de derrames).

**Sinergia:** No.

**Acumulación o efecto de incremento progresivo:** No.

**Efecto directo – indirecto:** pueden incluir algunos efectos directos (ruidos, resuspensión de sedimentos) y algunos indirectos (toxicidad de hidrocarburos derramados, por ejemplo).

**Periodicidad:** Son irregulares.

**Resiliencia del sistema:** Depende de la época, duración e intensidad del impacto. Extensos derrames de combustible puede afectar diversos componentes de los humedales. Los ruidos en épocas de reproducción de especies terrestres pero propias de los humedales pueden provocar una reducción del éxito reproductivo. El exceso de sedimentos resuspendidos puede sofocar comunidades bentónicas sésiles o de limitados movimientos.

**Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos:** Las medidas de mitigación propuestas en el plan de gestión ambiental.

#### 2. Se afectarán sectores de fondo de cauce

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** Será total para los sectores afectados por este impacto .

**Extensión o área de influencia:** La extensión es puntual, afectando a los sectores ocupados por los tres espigones (calculados en unos 3.000 metros cuadrados, aproximadamente).

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** El impacto será inmediato.

**Persistencia o permanencia del efecto:** El impacto será permanente mientras las obras estén en el sitio. No habrá recuperación en ese sitio.

**Reversibilidad:** El área estará permanentemente ocupada por las obras.

**Sinergia:** No.

**Acumulación:** No.

**Efecto directo - indirecto:** Es un efecto directo de las obras.

**Periodicidad:** Es continuo.

**Resiliencia del sistema:** No.

**Recuperabilidad:** No, pero el efecto es puntual.

## **Impactos esperables durante la OPERACIÓN**

- 1. Se producirá una reducción permanente, aunque variable en función de los niveles, en el caudal en el brazo Cayastá, que podría provocar reducciones en el pasaje de peces migratorios.**

**Naturaleza:** Es neutro para los peces.

**Intensidad:** La intensidad es baja; los peces tendrán rutas alternativas para migrar y no hay obstáculos severos al desplazamiento.

**Extensión o área de influencia:** Es puntual o parcial, ya que existen otros brazos por los que los peces pueden migrar.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** en la primera temporada de migraciones que ocurra luego de la construcción.

**Persistencia o permanencia del efecto:** El impacto persistirá mientras las obras estén en el sitio, y el río tenga un caudal reducido.

**Reversibilidad:** Los peces continuarán migrando principalmente por otros brazos mientras las condiciones persistan.

**Sinergia:** Se complementa este impacto con el dragado del arroyo Los Zorros.

**Acumulación:** No.

**Efecto directo - indirecto:** Es un efecto directo de las obras.

**Periodicidad:** Se dará cada vez que los peces se encuentren con los obstáculos, en las épocas de migración (octubre a marzo).

**Resiliencia del sistema:** La reducción de los caudales puede provocar que los peces cambien localmente la ruta de sus migraciones.

**Recuperabilidad:** No parece haber formas sencillas de mitigar el impacto. Por otro lado, el impacto es más social que natural.

## 2. Se generarán sitios con rocas de aristas vivas, permitiendo la implantación de moluscos invasores.

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** Será total, considerando a los sectores afectados por este impacto.

**Extensión o área de influencia:** La extensión se puede considerar parcial, ya que aunque la implantación de los moluscos se dará puntualmente en los sectores ocupados por los lados de los tres espigones, la población instalada actuará a su vez como fuente emisora de larvas que a su vez se dispersarán.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** En el primer año que las estructuras estén sumergidas el tiempo suficiente para permitir la implantación y crecimiento de los mejillones.

**Persistencia o permanencia del efecto:** Es esperable una reducción de las densidades de mejillones cuando las poblaciones comiencen a ser predadas (ver resiliencia).

**Reversibilidad:** No se ha logrado erradicar a esta especie en ningún sitio.

**Sinergia:** No es previsible.

**Acumulación:** No.

**Efecto directo - indirecto:** Es un efecto indirecto de las obras.

**Periodicidad:** Es continuo.

**Resiliencia del sistema:** La instalación de sustratos duros en la región facilitará la instalación del mejillón dorado, una especie invasora. Se ha observado que la invasión del mejillón dorado es sumamente activa en una primera etapa; rápidamente se comienza a integrar a la especie a las redes tróficas nativas, reduciendo su presencia a sectores de difícil acceso por sus nuevos predadores (básicamente peces).

**Recuperabilidad:** No se ha logrado erradicar a esta especie; pero se ha dado un fenómeno de control biológico espontáneo.

## 3. Alrededor de los espigones, y en función de la capacidad de transporte del agua en cada sector, son esperables procesos de cambios de erosión / sedimentación en parches.

**Naturaleza:** Neutro desde el punto de vista del ambiente, con efectos positivos por resiliencia del sistema natural.

**Intensidad:** La modificación de los fondos puede considerarse como baja (véase Resiliencia).

**Extensión o área de influencia:** Puede considerarse parcial, ya que afectará sectores de los alrededores de los espigones.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** A mediano plazo.

**Persistencia o permanencia del efecto:** Será permanente, aunque probablemente hay acambios a lo largo del tiempo y en función de la dinámica hidrológica del río.

**Reversibilidad:** no son permanentes, por su dinámica natural.

**Sinergia:** Los distintos elementos comentados en resiliencia trabajarán sinérgicamente entre sí.

**Acumulación:** No.

**Efecto directo - indirecto:** son efectos indirectos.

**Periodicidad:** Continuo, aunque dinámico.

**Resiliencia del sistema:**

- a) Dentro del pool de especies bentónicas del sistema, a corto plazo se seleccionan aquellas adaptadas a las nuevas condiciones de granulometría, velocidad de la corriente y calidad del agua que haya en cada sector. Así se reconstruirá la comunidad bentónica, asimilándose a los fenómenos de microsucesión que se dan permanentemente en la llanura aluvial.
- b) Es probable que las áreas de sombra de los terraplenes se pueblen con vegetación (juncales, canutillares, catayzales) propias de sedimentos de menor granulometría (limos, arcillas) y energía del agua.
- c) Los sitios con velocidad reducida significarán refugios frente a la corriente, sobre todo para peces pequeños.

**Recuperabilidad:** -

**Observaciones:** si no se desea el crecimiento mencionado de vegetación (en sectores de playas, por ejemplo), quizás sea necesario un mantenimiento de estos sectores.

## Azudes

### Impactos esperables durante la CONSTRUCCIÓN

#### 1. Afectación posible por la operación de maquinarias y dragas: paso de maquinarias por ambientes naturales, derrames de combustibles y lubricantes, ruido, resuspensión de sedimentos.

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** Pueden ser desde bajos hasta muy altos. Depende de la época, duración e intensidad de los eventos que ocurran.

**Extensión o área de influencia del impacto:** Pueden ser desde puntuales a extensos, de acuerdo a la magnitud de los eventos sucedidos.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** inmediato.

**Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto:** Serán probablemente fugaces o a lo sumo temporarios.

**Reversibilidad:** En general, se espera que estos impactos sean reversibles (salvo grandes eventos de derrames).

**Sinergia:** No.

**Acumulación o efecto de incremento progresivo:** No.

**Efecto directo – indirecto:** Incluye algunos efectos directos (ruidos, resuspensión de sedimentos) y algunos indirectos (toxicidad de hidrocarburos derramados, por ejemplo).

**Periodicidad:** Son irregulares.

**Resiliencia del sistema:** Depende de la época, duración e intensidad del impacto. Extensos derrames de combustible puede afectar diversos componentes de los humedales. Los ruidos

en épocas de reproducción de especies terrestres pero propias de los humedales pueden provocar una reducción del éxito reproductivo. El exceso de sedimentos resuspendidos puede sofocar comunidades bentónicas sésiles o de limitados movimientos.

**Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos:** Las medidas de mitigación propuestas en el plan de gestión ambiental.

## 2. Se afectarán sectores de fondo de cauce

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** Será total para los sectores afectados por este impacto (ver extensión).

**Extensión o área de influencia:** La extensión es puntual, afectando a los sectores ocupados por los tres azudes (calculada en unos 18.000 metros cuadrados, aproximadamente).

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** El impacto será inmediato.

**Persistencia o permanencia del efecto:** El impacto será permanente mientras las obras estén en el sitio.

**Reversibilidad:** El área estará permanentemente ocupada por las obras.

**Sinergia:** No.

**Acumulación:** No.

**Efecto directo - indirecto:** Es un efecto directo de las obras.

**Periodicidad:** Es continuo.

**Resiliencia del sistema:** El sistema físico / biótico intentará ocupar nuevamente estos sectores, con organismos adecuados al nuevo sustrato y velocidad de la corriente.

**Recuperabilidad:** -

## Impactos esperables durante la OPERACIÓN

### 1. Se generarán sitios con rocas de aristas vivas, permitiendo la implantación de moluscos invasores.

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** Será total, considerando a los sectores afectados por este impacto.

**Extensión o área de influencia:** La extensión se puede considerar parcial, ya que aunque la implantación de los moluscos se dará puntualmente en los sectores ocupados por los lados de los tres espigones (que ofrecen una superficie algo mayor a 3000 metros cuadrados), la población instalada actuará a su vez como fuente emisora de larvas que a su vez se dispersarán.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** En el primer año que las estructuras estén sumergidas el tiempo suficiente para permitir la implantación y crecimiento de los mejillones dorados.

**Persistencia o permanencia del efecto:** El impacto será permanente pero es esperable una reducción de las densidades de mejillones cuando las poblaciones comiencen a ser predadas (ver resiliencia).

**Reversibilidad:** No se ha logrado erradicar a esta especie en ningún sitio.

**Sinergia:** No es previsible.

**Acumulación:** No.

**Efecto directo - indirecto:** Es un efecto indirecto de las obras.

**Periodicidad:** Es continuo.

**Resiliencia del sistema:** La instalación de sustratos duros en la región facilitará la instalación del mejillón dorado, una especie invasora. Se ha observado que la invasión del mejillón dorado es sumamente activa en una primera etapa; rápidamente se comienza a integrar a la especie a las redes tróficas nativas, reduciendo su presencia a sectores de difícil acceso por sus nuevos predadores (básicamente peces).

**Recuperabilidad:** No se ha logrado erradicar a esta especie; pero se ha dado un fenómeno de control biológico espontáneo.

## **2. En sectores laterales a los azudes, y en función de la capacidad de transporte del agua en cada sector, se darán procesos de cambios de erosión / sedimentación en parches.**

**Naturaleza:** Neutro desde el punto de vista del ambiente, con efectos positivos por resiliencia del sistema natural.

**Intensidad:** La modificación de los fondos puede considerarse como baja (véase Resiliencia).

**Extensión o área de influencia:** Puede considerarse parcial, ya que afectará sectores bajo influencia directa de los azudes, lo que a su vez es variable dependiendo de los caudales de cada momento.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** Se dará a mediano plazo.

**Persistencia o permanencia del efecto:** Será permanente, aunque probablemente hay cambios a lo largo del tiempo y en función de la dinámica hidrológica del río.

**Reversibilidad:** El área estará permanentemente ocupada por las obras.

**Sinergia:** -

**Acumulación:** No.

**Efecto directo - indirecto:** son efectos indirectos.

**Periodicidad:** Continuo, aunque dinámico.

**Resiliencia del sistema:**

- a) Dentro del pool de especies bentónicas del sistema, a corto plazo se seleccionan aquellas adaptadas a las nuevas condiciones de granulometría, velocidad de la corriente y calidad del agua que haya en cada sector. Así se reconstruirá la comunidad bentónica, asimilándose a los fenómenos de microsucesión que se dan permanentemente en la llanura aluvial.
- b) Los sitios con velocidad reducida significarán refugios frente a la corriente, sobre todo para peces pequeños.

**Recuperabilidad:** -

## **Dragados y refulados**

### **Impactos esperables durante la CONSTRUCCIÓN**

## 1. **Afectación posible por la operación de maquinarias y dragas: paso de maquinarias por ambientes naturales, derrames de combustibles y lubricantes, ruido, resuspensión de sedimentos.**

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** Pueden ser desde bajos hasta muy altos. Depende de la época, duración e intensidad de los eventos que ocurran.

**Extensión o área de influencia del impacto:** Pueden ser de puntuales a extensos de acuerdo a la magnitud de los eventos sucedidos.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** inmediato.

**Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto:** Serán probablemente fugaces o a lo sumo temporarios.

**Reversibilidad:** En general, se espera que estos impactos sean reversibles (salvo grandes eventos de derrames).

**Sinergia:** No.

**Acumulación o efecto de incremento progresivo:** No.

**Efecto directo – indirecto:** Incluye algunos efectos directos (ruidos, resuspensión de sedimentos) y algunos indirectos (toxicidad de hidrocarburos derramados, por ejemplo).

**Periodicidad:** Son irregulares.

**Resiliencia del sistema:** Depende de la época, duración e intensidad del impacto. Extensos derrames de combustible puede afectar diversos componentes de los humedales. Los ruidos en épocas de reproducción de especies terrestres pero propias de los humedales pueden provocar una reducción del éxito reproductivo. El exceso de sedimentos resuspendidos puede sofocar comunidades bentónicas sésiles o de limitados movimientos, y provocar el alejamiento de los organismos móviles ().

**Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos:** Las medidas de mitigación propuestas en el plan de gestión ambiental ().

## 2. **Por ser dragados de apertura se afectarán las comunidades bentónicas presentes**

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** Será alta o muy alta para los sectores de dragado.

**Extensión o área de influencia:** Será puntual de los sectores afectados (la superficie de los dragados se calcula en algo más de 40 hectáreas).

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** Inmediato.

**Persistencia o permanencia del efecto:** Será temporal, por procesos de recolonización (ver Resiliencia).

**Reversibilidad:** A mediano plazo será reversible.

**Sinergia:** -

**Acumulación:** -

**Efecto directo - indirecto:** Es un efecto directo de las obras.

**Periodicidad:** -

**Resiliencia del sistema:** Es esperable que el fondo se recolonice con organismos bentónicos. Pero de acuerdo a las nuevas condiciones (de mayor profundidad y velocidad de la corriente en el brazo Los Zorros) probablemente se instale una comunidad típica de cursos secundarios, de baja riqueza y diversidad, pero elevada abundancia numérica.

**Recuperabilidad:** Ver resiliencia.

### 3. Los refulados pueden afectar sectores de humedales

Los refulados que se efectúen en zona de islas (albardones o bañados) pueden cubrir y sofocar la vegetación existente. Aquellos que se depositen en cursos de agua generarán una pluma de sedimentos resuspendidos, que será variable de acuerdo a la granulometría y la cantidad de los sedimentos refulados, y al caudal, la velocidad de la corriente y el propio contenido de sólidos en suspensión del curso donde se arroje.

No se hallaron datos sobre la calidad de los sedimentos desde un punto de vista ecotoxicológico.

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** variable de acuerdo a lo dicho antes.

**Extensión o área de influencia:** No se halló la ubicación y área que ocuparán los refulados en los informes previos disponibles. Será puntual en los sectores afectados por refulados en islas, y puntual o parcial, para los liberados en cursos de agua.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** Inmediato.

**Persistencia o permanencia del efecto:** Será temporal, por procesos de recolonización, en los sitios de isla, y por evitación en el caso de organismos más móviles, como los peces (ver Resiliencia).

**Reversibilidad:** A corto o medio plazo será reversible.

**Sinergia:** -

**Acumulación:** -

**Efecto directo - indirecto:** Es un efecto directo de las obras.

**Periodicidad:** será irregular (o periódico si se planea un mantenimiento de las profundidades de los dragados).

**Resiliencia del sistema:** Es esperable que la vegetación nativa recolonice los sectores de refulado a mediano plazo, en zonas de islas. En cursos de agua, los organismos poseen en general mecanismos de protección frente a agua con un contenido elevado de sedimentos suspendidos (dentro de límites razonables).

**Recuperabilidad:** Se sugiere no utilizar ambientes de humedales como áreas de refulado; si se refula en cursos de agua, que sea en aquellos que tengan mayor caudal, y en momentos de baja concentración de sedimentos en suspensión, para favorecer una redistribución distribuida a lo largo de un tramo más largo y con menor intensidad en cada punto.

## Impactos esperables durante la OPERACIÓN

### 1. El arroyo Los Zorros incrementará su caudal, aumentando su atractivo para las migraciones de peces.

**Naturaleza:** Neutro desde el punto de vista del ambiente.

**Intensidad:** -

**Extensión o área de influencia:** Extenso; los efectos influenciarán un tramo aguas abajo de la zona de obras.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** Inmediato, aunque variable en función de los caudales de cada momento.

**Persistencia o permanencia del efecto:** Será permanente.

**Reversibilidad:** Es irreversible.

**Sinergia:** Se combina el efecto con la reducción del caudal del brazo Cayastá.

**Acumulación:** -

**Efecto directo - indirecto:** Es un efecto directo de las obras.

**Periodicidad:** Es continuo.

**Resiliencia del sistema:** Es posible que este brazo sea seleccionado por los peces como ruta de migración, en vez del Cayastá (donde puede reducirse estacionalmente el éxito de la pesca).

**Recuperabilidad:** -

## **2. El nuevo sentido predominante de la corriente del arroyo Los Zorros puede provocar un aumento de la erosión en parte de la margen de la Reserva Provincial Cayastá**

El Modelo Hidráulico realizado durante los estudios técnicos considera al tramo identificado como "río San Javier aguas abajo" dentro de sus límites (ver Figura 2). Se transcribe el fin de página 3 y principio de página 4 del "Anexo 5. Modelación Hidráulica":

"El esquema básico del modelo hidráulico implica:

-dos ramas superiores del sistema, una que proviene de la Laguna Las Nieves y otra el Río San Javier

-tres ramas intermedias, el brazo del río que pasa por Cayastá, el corte paralelo denominado Arroyo Los Zorros, y el corte directo entre la Laguna y este último (que incluye también el brazo en sentido invertido del Río San Javier, que actúa en sentido contrario para situación de aguas bajas)

-una rama inferior constituida por el Río San Javier luego de la confluencia entre el brazo Cayastá y Los Zorros... ."

Por otro lado, el anexo sobre Diseño Hidráulico, que contiene gráficas de la reducción de erosión calculada para distintos sectores, no efectúa cálculos de erosión actual, ni de la esperable luego de las obras de regulación, sobre este tramo. Se transcribe el párrafo correspondiente de página 4 del "Anexo 6. Erosión", que también se repite en página 13 del "Anexo 7. Diseño Hidráulico":

"A fin de caracterizar las distintas Zonas o sectores del brazo Cayastá del Río San Javier, los resultados del modelo se analizan a continuación para una sección típica en cada una de las zonas del brazo que presentan distintas características.

En estos mismos perfiles transversales o secciones se realiza el cálculo de erosión, uno ubicado en la **Zona 1** del Parque Arqueológico, que corresponde al sector de aguas abajo donde el talweg se recuesta sobre la

margen derecha, otro ubicado en el **Zona 2** del Parque Arqueológico, que corresponde al sector de aguas arriba donde el talud de la margen es más tendido, otro ubicado en la **Zona 3** que corresponde al sector urbano que tiene acceso público, donde se prevén obras de protección, y otro en la zona suburbana ubicada aguas arriba de esta sección.”

Es decir que, de acuerdo a lo expresado en los anexos mencionados, el tramo inferior del río San Javier es parte del modelo hidráulico, pero no se han hecho cálculos de erosión para él.

En particular, se observa que, a pesar de mantenerse las actuales condiciones de **caudal** y **sección** en este tramo, la **dirección** principal de la corriente será la proveniente del brazo Los Zorros, dragado, como se plantea en la Figura 27.

No contando al momento con estimaciones del modelo, persiste la duda acerca del impacto de las obras sobre este sector. Para reducir esta incertidumbre actual respecto a este impacto potencial, se sugiere efectuar un cálculo de erosión para esta zona, utilizando los datos disponibles del modelo hidráulico.

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** La intensidad sería variable, de acuerdo al caudal.

**Extensión o área de influencia:** La extensión sería parcial; y se daría en el sector costero de la Reserva que queda frente a la desembocadura del arroyo Los Zorros (ver Figura 27).

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** Se daría a corto o a mediano plazo, en función del éxito de las obras y de que se produzcan eventos de crecidas importantes, que habitualmente intensifican los procesos de erosión.

**Persistencia o permanencia del efecto:** sería de intensidad variable en función de los caudales que se sucedan.

**Reversibilidad:** de suceder, el impacto no es reversible a corto plazo.

**Sinergia:** No.

**Acumulación:** Si se confirma la erosión, sería progresiva.

**Efecto directo - indirecto:** Es un efecto directo de las obras.

**Periodicidad:** Se puede considerar continuo aunque de intensidad variable.

**Resiliencia del sistema:** -

**Recuperabilidad:** Para el caso de verificarse este impacto, se sugieren posibles medidas de compensación:

- Ampliación de la superficie de la reserva anexando terrenos, tanto de tierra firme como de islas
- Aporte de recursos para una mejor gestión del área.



**Figura 27.** La nueva dirección predominante en el brazo Los Zorros puede aumentar la erosión sobre las costas de la Reserva Provincial Cayastá.

## Defensas costeras y equipamiento urbano

### Impactos esperables durante la CONSTRUCCIÓN

1. **Afectación posible por la operación de maquinarias y dragas: paso de maquinarias por ambientes naturales, derrames de combustibles y lubricantes, ruido, resuspensión de sedimentos.**

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** Pueden ser desde bajos hasta muy altos. Depende de la época, duración e intensidad de los eventos que ocurran.

**Extensión o área de influencia del impacto:** Pueden ser de puntuales a extensos, de acuerdo a la magnitud de los eventos sucedidos.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** inmediato.

**Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto:** Serán probablemente fugaces o a lo sumo temporarios.

**Reversibilidad:** En general, se espera que estos impactos sean reversibles (salvo grandes eventos de derrames).

**Sinergia:** -

**Acumulación o efecto de incremento progresivo:** No.

**Efecto directo – indirecto:** Incluye algunos efectos directos (ruidos, resuspensión de sedimentos) y algunos indirectos (toxicidad de hidrocarburos derramados, por ejemplo).

**Periodicidad:** Son irregulares.

**Resiliencia del sistema:** Depende de la época, duración e intensidad del impacto. Extensos derrames de combustible puede afectar diversos componentes de los humedales. Los ruidos en épocas de reproducción de especies terrestres pero propias de los humedales pueden provocar una reducción del éxito reproductivo. El exceso de sedimentos resuspendidos puede sofocar comunidades bentónicas sésiles o de limitados movimientos.

**Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos:** Las medidas de mitigación propuestas en el plan de gestión ambiental.

## **2. Afectación de las comunidades (bentos, vegetación costera) presentes en las costas directamente afectadas.**

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** Será total para los sectores afectados por estas obras.

**Extensión o área de influencia:** La extensión es puntual, afectando a los sectores ocupados por las distintas obras de defensa y equipamiento urbano (un frente de 380 metros en la zona urbana y de 728 metros en la zona del Parque Arqueológico).

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** El impacto será inmediato.

**Persistencia o permanencia del efecto:** El impacto será permanente mientras las obras estén en el sitio.

**Reversibilidad:** La protección evitará la recuperación de estas comunidades en esos sitios.

**Sinergia:** -

**Acumulación:** No.

**Efecto directo - indirecto:** Es un efecto directo de las obras.

**Periodicidad:** Es continuo.

**Resiliencia del sistema:** El sistema físico / biótico intentará ocupar nuevamente estos sectores.

**Recuperabilidad:** Las medidas de mitigación propuestas en el plan de gestión ambiental.

## **Impactos esperables durante la OPERACIÓN**

### **1. Se generarán sitios con sustratos duros y rocas de aristas vivas, permitiendo la implantación de moluscos invasores.**

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** Será total, considerando a los sectores afectados por este impacto (ver extensión y resiliencia).

**Extensión o área de influencia:** La extensión es parcial, ya que aunque la implantación de los moluscos se dará puntualmente en los sectores cubiertos por las obras de defensa y equipamiento (unos 16.000 metros cuadrados), la población instalada actuará a su vez como fuente emisora de larvas que a su vez se dispersarán.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** El impacto se dará a corto plazo, en el primer año que las estructuras estén sumergidas el tiempo suficiente para permitir la implantación y crecimiento de los mejillones.

**Persistencia o permanencia del efecto:** El impacto será permanente pero es esperable una reducción de las densidades de mejillones cuando las poblaciones comiencen a ser predadas (ver resiliencia).

**Reversibilidad:** El impacto es irreversible. No se ha logrado erradicar a esta especie en ningún sitio.

**Sinergia:** No es previsible.

**Acumulación:** No.

**Efecto directo - indirecto:** Es un efecto indirecto de las obras.

**Periodicidad:** Es continuo.

**Resiliencia del sistema:** La instalación de sustratos duros en la región facilitará la instalación del mejillón dorado, una especie invasora. Se ha observado que la invasión del mejillón dorado es sumamente activa en una primera etapa; rápidamente se comienza a integrar a la especie a las redes tróficas nativas, reduciendo su presencia a sectores de difícil acceso por sus nuevos predadores (básicamente peces).

**Recuperabilidad:** No se ha logrado erradicar a esta especie; pero se ha dado un fenómeno de control biológico espontáneo.

## **2. La instalación de playas en sectores de reducida velocidad y nula erosión puede dar lugar a la implantación de vegetación acuática (juncales, canutillares, etc.).**

**Naturaleza:** Neutro desde el punto de vista del ambiente.

**Intensidad:** -

**Extensión o área de influencia:** Puede considerarse puntual, ya que afectará a algunos sectores de playas (algo más de 4.000 metros cuadrados, aunque variables en función de la dinámica de los niveles).

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** Se dará a mediano plazo.

**Persistencia o permanencia del efecto:** Será permanente, aunque probablemente hay cambios a lo largo del tiempo y en función de la dinámica hidrológica del río.

**Reversibilidad:** -

**Sinergia:** Los distintos elementos comentados en resiliencia trabajarán sinérgicamente entre sí.

**Acumulación:** No.

**Efecto directo - indirecto:** son efectos indirectos.

**Periodicidad:** Continuo, aunque dinámico.

**Resiliencia del sistema:**

- a) Dentro del pool de especies bentónicas del sistema, a corto plazo se seleccionan aquellas adaptadas a las nuevas condiciones de granulometría, velocidad de la corriente y calidad del agua que haya en cada sector. Así se reconstruirá la comunidad bentónica, asimilándose a los fenómenos de microsucesión que se dan permanentemente en la llanura aluvial.
- b) Es probable que las áreas de baja profundidad de las playas se pueblen con vegetación propia de lagunas (juncales, canutillares, catayzales).
- c) Los sitios con velocidad reducida significarán refugios frente a la corriente, sobre todo para peces pequeños.

**Recuperabilidad:** -

**Observaciones:** si no se desea el crecimiento mencionado de vegetación (en sectores de playas, por ejemplo), quizás sea necesario un mantenimiento de estos sectores.

## Terraplenes

### Impactos esperables durante la CONSTRUCCIÓN

#### 1. Se afectará una superficie de islas por la construcción de los tres terraplenes.

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** Será total para los sectores afectados por este impacto (ver extensión).

**Extensión o área de influencia:** Se puede considerar parcial, ya que se afectarán aproximadamente unas 2,8 hectáreas de bosques y humedales.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** Será inmediato, al momento de la construcción.

**Persistencia o permanencia del efecto:** El impacto será permanente.

**Reversibilidad:** No se espera que los humedales se recuperen.

**Sinergia:** No.

**Acumulación:** No.

**Efecto directo - indirecto:** Es un efecto directo de las obras.

**Periodicidad:** Es continuo.

**Resiliencia del sistema:** El sistema físico / biótico intentará ocupar nuevamente estos sectores.

**Recuperabilidad:** -

#### 2. Afectación posible por la operación de maquinarias y dragas: paso de maquinarias por ambientes naturales, derrames de combustibles y lubricantes, ruido.

**Naturaleza:** negativo

**Intensidad:** Pueden ser desde bajos hasta muy altos. Depende de la época, duración e intensidad de los eventos que ocurran.

**Extensión o área de influencia del impacto:** Pueden ser de puntuales a extensos, de acuerdo a la magnitud de los eventos sucedidos.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** inmediato

**Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto:** Serán probablemente fugaces o a lo sumo temporarios

**Reversibilidad:** En general, se espera que estos impactos sean reversibles (salvo grandes eventos de derrames).

**Sinergia:** -

**Acumulación o efecto de incremento progresivo:** No.

**Efecto directo – indirecto:** Incluye algunos efectos directos (ruidos) y algunos indirectos (toxicidad de hidrocarburos derramados, por ejemplo).

**Periodicidad:** Son irregulares.

**Resiliencia del sistema:** Depende de la época, duración e intensidad del impacto. Extensos derrames de combustible puede afectar diversos componentes de los humedales. Los ruidos en épocas de reproducción de especies terrestres pero propias de los humedales pueden provocar una reducción del éxito reproductivo.

**Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos:** Las medidas de mitigación propuestas en el plan de gestión ambiental.

## **Impactos esperables durante la OPERACIÓN**

- 1. Se impedirá el flujo normal del agua por amplios sectores de la isla frente a Cayastá, en particular los madrejones (lagunas semilunares ubicadas entre los albardones paralelos), interrumpidos por los terraplenes.**

**Naturaleza:** neutro desde el punto de vista del ambiente.

**Intensidad:** baja

**Extensión o área de influencia:** parcial

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** Medio plazo

**Persistencia o permanencia del efecto:** Permanente

**Reversibilidad:** Irreversible en la medida del éxito de la obra.

**Sinergia:** -

**Acumulación:** La colmatación esperada sería de avance progresivo

**Efecto directo - indirecto:** Efecto indirecto

**Periodicidad:** El efecto será periódico; naturalmente la comunicación de estos madrejones a los cursos lóticos se da temporalmente; la obra no impedirá la inundación de los madrejones, sino el flujo del agua a través de ellos, con los cambios que ello conlleve.

**Resiliencia del sistema:** Los madrejones se inundarán, pero con agua con menor velocidad. Es de esperar un cambio en la mayoría de los componentes bióticos; es posible un proceso gradual de colmatación de los madrejones.

**Recuperabilidad:** -

**2. Se generará sectores con un nivel topográfico mucho más elevado que las cotas habituales de las islas.**

**Naturaleza:** neutro desde el punto de vista del ambiente.

**Intensidad:** -

**Extensión o área de influencia:** Parcial, por la superficie total afectada.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** Inmediato.

**Persistencia o permanencia del efecto:** Permanente.

**Reversibilidad:** Irreversible mientras persista la obra.

**Sinergia:** No.

**Acumulación:** No.

**Efecto directo - indirecto:** Directo.

**Periodicidad:** Continuo.

**Resiliencia del sistema:**

- En los terraplenes se instalará naturalmente una comunidad vegetal típica de niveles topográficos altos, de mayor tolerancia a la sequía y que no requieran condiciones de inundación para su germinación y/o crecimiento. Éstas podrán colonizar este nuevo ambiente, ya que no deberá soportar períodos de inundación. Es de esperar que se repita la sucesión ocurrida en los terraplenes de prueba efectuados en las cercanías, donde pueden observarse dominancia de espinillos y talas.
- Los terraplenes se transformarán además en zonas que podrán ser utilizadas por especies de la fauna (carpinchos, nutrias, lobitos de río, etc.) y por ganado, sobre todo en ocasiones de crecientes.
- Del mismo modo, los terraplenes podrían ser usados por personas, sobre todo en condiciones de creciente.

**Recuperabilidad:** Se sugiere favorecer y acelerar el proceso de revegetación de los terraplenes con especies nativas, tanto herbáceas como arbustivas y arbóreas (talas, espinillos, curupíes, etc.).

Además se sugiere controlar las actividades humanas en los terraplenes y evitar que se den (como a veces sucede) eventos de matanzas de fauna durante las crecientes, por ser más fácil la captura al estar concentrados los animales en los sitios altos.

**3. Los materiales usados como suelo cohesivo y suelo vegetal en el coronamiento de los terraplenes pueden introducir semillas o propágulos de especies exóticas para el sistema, y constituirse en un foco de dispersión de estas especies.**

**Naturaleza:** negativo.

**Intensidad:** Media.

**Extensión o área de influencia:** unas 3 hectáreas, de acuerdo a los cálculos de obra.

**Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** A medio plazo, cuando comience la cobertura de los suelos de los terraplenes.

**Persistencia o permanencia del efecto:** Permanente.

**Reversibilidad:** Es reversible (ver Resiliencia).

**Sinergia:** -

**Acumulación:** -

**Efecto directo - indirecto:** Efecto indirecto.

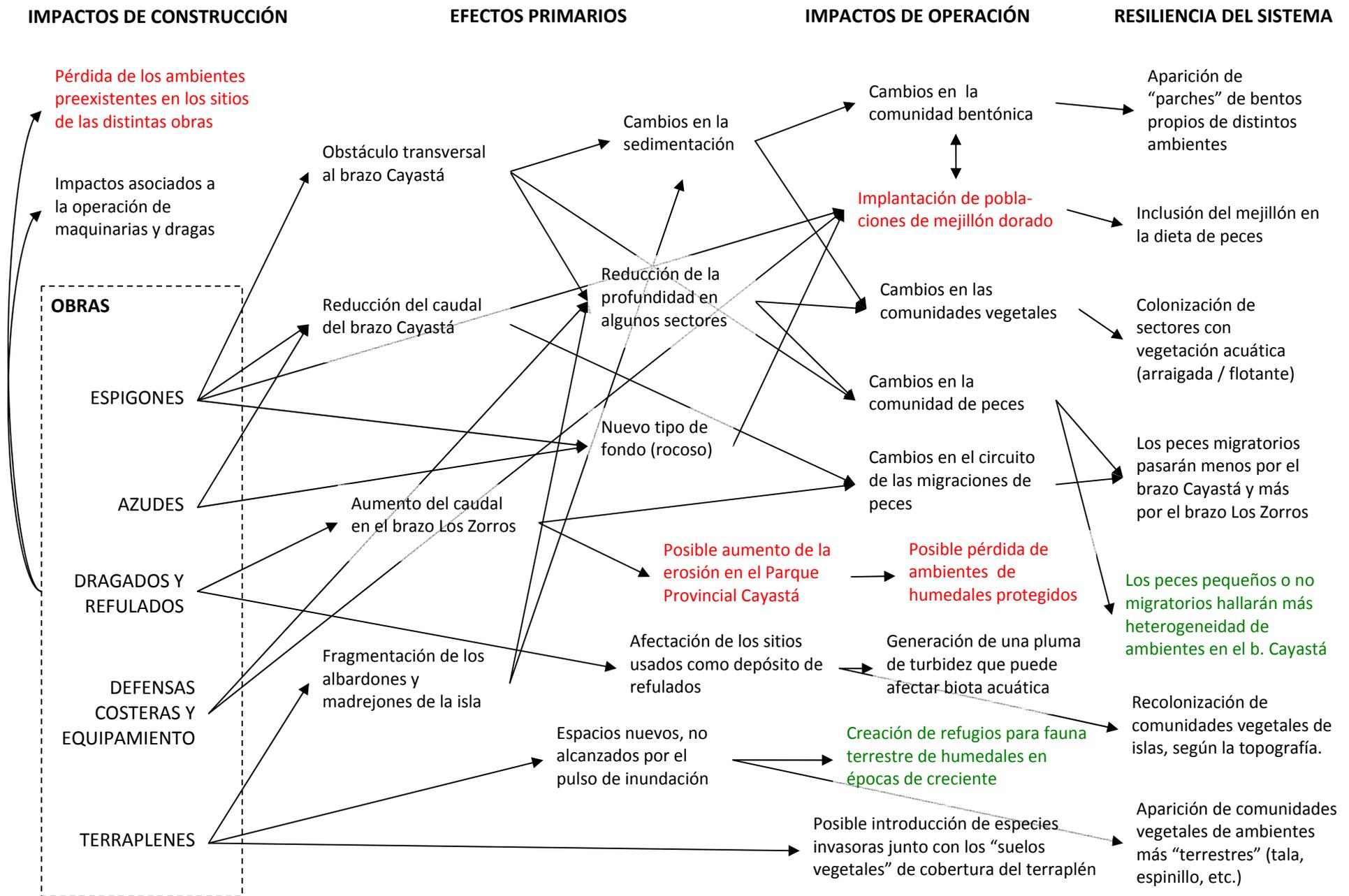
**Periodicidad:** Continuo.

**Resiliencia del sistema:** En función de los niveles hidrométricos que se den a futuro, la inundación favorecerá a las especies nativas, adaptadas a ésta. Además, se generarán fenómenos de competencia entre las eventuales especies introducidas y las nativas, que colonicen los nuevos espacios.

**Recuperabilidad:** Se sugiere utilizar suelo cohesivo y vegetal que no proceda de ambientes distintos o disturbados, y efectuar controles de aparición de exóticas durante el monitoreo previsto.

En la Figura 28 de la página siguiente, se presenta una red conceptual que muestra:

- las principales obras involucradas.
- los efectos que tendrán sobre el entorno natural de humedales y costas.
- los impactos ambientales previstos, tanto durante las etapas de construcción como de operación, con una ponderación gráfica por colores.
- los principales fenómenos de resiliencia del sistema natural previstos.



**Figura 28.** Red conceptual de obras, impactos y resiliencia esperada del sistema. Impactos en verde: positivos; en rojo, negativos significativos; en negro: neutros, o negativos, pero no significativos, absorbidos por el sistema natural sin mayores afectaciones a largo plazo.

## Resumen y valoración de los impactos esperados

Como se describió en la sección de caracterización de este informe, el río Paraná medio y su amplio valle de inundación, de unos 15 a 20 km de ancho, funciona como un macrosistema, con diversas y dinámicas interrelaciones.

El sistema en sí muestra una elevada dinámica de cambios, y los organismos que lo habitan disponen de mecanismos homeostáticos para enfrentar dichos cambios.

No obstante cuando las condiciones ambientales se alteran de ciertos modos críticos (deseccación permanente en ambientes de llanura aluvial, embalses, endicamientos o cortes de cursos de agua) en sectores significativos o en el total de un tramo, las adaptaciones de los organismos no son suficientes, y el sistema es llevado a cambios en su configuración completa (de humedal a embalse o lago permanente; de humedal a pradera, etc.).

En este caso, la porción de este macrosistema de humedales en que se llevarán a cabo las obras abarca un porcentaje minoritario:

- La superficie del río más su llanura, en un corte arbitrario a la altura del sector de las obras (ver Figura 29.) muestra que el área donde las obras se efectuarán ocupa un **9%** (408 ha) del total (4.543 ha).
- Del caudal del río Paraná en esta sección (27.586 m<sup>3</sup>/s), un **12%** (3.236 m<sup>3</sup>/s) pasa por el conjunto de los brazos del principal cauce secundario, el río San Javier (de acuerdo a los datos de la campaña efectuada en marzo de 2007, en una situación de crecida de recurrencia menor a 5 años y descrita en el "Anexo 2. Hidrometría").



**Figura 29.** Valle aluvial del río Paraná medio. Área total mencionada en el texto (en rojo) y área de ejecución de las obras (en amarillo). Imagen tomada de Google Earth.

Dentro de esta área, el pulso de inundación – sequía, proceso fundamental para la organización y dinámica de los ambientes de humedales, no se verá afectado por las obras.

### **Impactos no significativos**

Como se menciona en el detalle de los impactos, existen -en cada caso- mecanismos de resiliencia de las comunidades involucradas; se prevén cambios en la composición, riqueza específica y abundancia de los distintos grupos, en situaciones que pueden asimilarse a los cambios naturales dados por la dinámica hidrosedimentológica normal del sistema.

Los espigones más los azudes reducen el caudal del brazo Cayastá y los dragados aumentan el del brazo Los Zorros; los cambios generados por modificación del flujo pueden ser asimilados por los procesos normales de resiliencia del sistema físico y biótico. Puede señalarse, que si se verifica la selección -por parte de los peces- del brazo Los Zorros como ruta de migración preferencial, esto puede resultar perjudicial **para las personas** que pesquen en el brazo Cayastá.

Los terraplenes reducirán la velocidad del flujo del agua por sobre la isla frente a Cayastá, en situaciones de crecientes, provocando probables cambios en las comunidades de estos humedales, pero no crearán endicamientos que pudiesen reducir la superficie de ambientes sensibles, como por ejemplo lagunas o bañados que funcionen como áreas de cría de peces.

Las obras pueden producir **impactos positivos**, como la creación de refugios para especies de la fauna terrestre de humedales. Debido al alteo de los terraplenes de la isla, estos espacios no serán alcanzados por el pulso de inundación.

Puede esperarse que la presencia de las obras en el brazo Cayastá genere heterogeneidad ambiental en profundidad, velocidad de corriente y tipo de sedimentos, entre otros, que resulten aprovechados por la biota acuática (peces, invertebrados, macrófitas). Esto quizás redunde en mayores éxitos en las capturas de los pescadores que operen en el brazo Cayastá. La confirmación o no de este fenómeno surgirá como resultado del monitoreo propuesto en los “Comentarios al plan de gestión ambiental”.

Es necesario recordar aquí lo dicho en la caracterización ambiental respecto a la cantidad de especies utilizadas para la pesca, y el carácter migratorio de varias de ellas. La pesca en la región es multiespecífica y estacional. Esto justifica el hecho de mencionar que, en el mismo brazo Cayastá, podría *reducirse* la pesca de especies migratorias como el dorado o el surubí, en épocas de migración, y simultáneamente *aumentar* la pesca de estas especies, pero en épocas de reposo, y de otras especies que no migran y ocupan sectores de la llanura aluvial. El balance final de estos dos impactos, que se complementan, será conocido a través de los resultados del monitoreo propuesto.

### **Impactos significativos**

De los impactos que pueden preverse con cierta probabilidad, los más significativos, vistos desde la perspectiva de los humedales y ambientes fluviales de la zona (no la de sus habitantes) tienen que ver con:

- La afectación completa de los sectores puntuales ubicados precisamente en el sitio de las distintas obras.
- Un posible aumento de los procesos erosivos en márgenes de la reserva provincial Cayastá, debido a un cambio de dirección predominante de la corriente. Se recomienda la

implementación de acciones de monitoreo que lo confirmen o lo descarten, y permitan tomar rápidamente las medidas correctivas necesarias.

- El incremento de oferta de hábitat (sustratos duros) para el mejillón dorado, una especie invasora que ha arribado a la región del proyecto a mediados de la década de 1990.

En cuanto a los impactos asociados con la propia construcción de las obras, su significación dependerá fundamentalmente de la correcta aplicación de las normas de seguridad e higiene y medidas de mitigación previstas.

## Comentarios al plan de gestión ambiental

Se han incorporado sugerencias en el ítem “Recuperabilidad” de las descripciones de los impactos individuales en las páginas anteriores.

Además, como complemento de lo expresado en los Estudios de Impacto Ambiental aprobados, se efectúan abajo comentarios puntuales en los casos en que se consideró necesario.

### Programa de vigilancia y monitoreo para la etapa operativa

Se cree necesario añadir al **Brazo inferior del río San Javier**, sobre todo en el tramo que resulta límite del Parque Provincial Cayastá, como un “subsistema o componente ambiental susceptible”, junto a los tres identificados en los estudios de impacto ambiental (Página 84), que son el **Brazo Cayastá del Río San Javier**, el **albardón de la isla frente a la zona urbana** y el **entorno de los terraplenes en las islas**.

Quedarían entonces cuatro componentes:

- **Subsistema hídrico:**
  1. Brazo Cayastá del Río San Javier.
  2. Río San Javier inferior, sobre todo en el tramo que resulta límite del Parque Provincial Cayastá.
- **Contexto Paisajístico:**
  3. Albardón de la isla frente a la zona urbana.
  4. Entorno de los terraplenes en las islas.

Para el 1º componente,

- Se sugiere incorporar actividades de monitoreo de la pesca artesanal, de subsistencia y deportiva en el brazo Cayastá, con el objetivo de detectar cambios en la **composición, abundancia y periodicidad** de las capturas.

Este monitoreo podría incluir encuestas periódicas realizadas a los pescadores, en las que se obtengan, idealmente, datos sobre:

- **fecha y lugar precisos** donde se desarrolla la pesca
- **composición** de las capturas (**cuántos** peces se pescaron, **de qué especies**, de qué **tamaño / peso** fue cada uno)
- **artes de pesca** utilizados
- estimación del **esfuerzo de captura** empleado (tiempo de pesca, cantidad de anzuelos)

Este monitoreo debería comenzar rápidamente, **antes** del inicio de la ejecución de las obras, de modo de contar con una línea de base adecuada suficiente, contra la que comparar eventuales cambios futuros.

La tabulación y análisis estadístico de estos resultados, pasado un tiempo razonable de acumulación de datos, dará pautas de cambios en la comunidad de peces.

Para el nuevo componente, señalado como 2º, se sugiere efectuar las mismas actividades que para las previstas para el brazo Cayastá en el informe de impactos ambientales (variables de dinámica hidráulica, características morfológicas del cauce y calidad del agua).

En cuanto al 3º componente, albardón frente a zona urbana, recibí comunicación oral de parte del Ing. Héctor Corzo de que no se efectuaría esta obra.

Con respecto al 4º componente,

- Se reitera una recomendación efectuada en la identificación de los impactos, referida al cuidado de no propiciar la introducción de especies invasoras con los suelos vegetales y
- Se sugiere una actividad adicional, consistente en el control y erradicación de eventuales plantas exóticas que pudiesen crecer en los terraplenes.

## Bibliografía

- Abdala, V, R Montero y S Moro. 2004. Lagartos y anfibios del Litoral Fluvial argentino y áreas de influencia. Estado del conocimiento. En: Aceñolaza, FG (Coordinador) Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino INSUGEO, Miscelánea, 12: 303 – 316, Tucumán.
- Administración de Parques Nacionales, 1991. El sistema nacional de áreas naturales protegidas de la República Argentina. Diagnóstico de su desarrollo institucional y patrimonio natural. Bs. As., 127 p.
- Amsler, ML, EC Drago y AR Paira. 2007. Fluvial Sediments: Main Channel and Floodplain Interrelationships. Pp 123-142. En: MH Iriondo, JC Paggi y MJ Parma (Eds.). The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Arzamendia, V y AR Giraudo. 2002. Lista y distribución de los ofidios (Reptilia: Serpentes) de Santa Fe, Argentina. Cuad. herpetol., 16 (1): 15-32.
- Basu BK y FR Pick. 1996. Factors regulating phytoplankton and zooplankton biomass in temperate lakes. Limnol Oceanogr 41: 1572–1577
- Boltovskoy, D, N Correa, D Cataldo y F Sylvester. 2006. Dispersion and Ecological Impact of the Invasive Freshwater Bivalve *Limnoperna fortunei* in the Río de la Plata Watershed and Beyond. Biological Invasions 8 (4): 947-963.
- Bonetto, AA, 1959. Algunas consideraciones sobre distintos problemas vinculados a la explotación de las almejas nacaríferas. Congreso Interprovincial de Conservación y Recursos Naturales Renovables, La Plata. Pp. 45-55.
- Brinson, MM. 1993. A hydrogeomorphic classification for wetland. Prepared for U.S. Army Corps of Engineers. Technical report ; WRP-DE-4. 101 pp.
- Capllonch, P, D Ortiz y K Soria. 2008. Importancia del Litoral Fluvial Argentino como Corredor Migratorio de Aves. En: FG Aceñolaza (Coord. – Ed.). Temas de la Biodiversidad del Litoral III. INSUGEO, Miscelánea, 17: 107-120, Tucumán.
- Cei, JM. 1980. Amphibians of Argentina. Monitore Zoologico Italiano (n.s.). Monografia 2, 609 pp.
- Darrigran, G. 2002. Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. Biological Invasions 4: 145–156.
- Darrigran, G, SM Martin, B Gullo y L Armendariz. 1998. Macroinvertebrates associated with *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) in Río de la Plata, Argentina. Hydrobiologia 367: 223-230.
- Darrigran, G e I Ezcurra de Drago. 2000. Invasión de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) in America. Nautilus, 2: 69-74.
- Demonte, LD, L Rossi, D del Barco, S Chemes, I Quignard, J Ramirez y R Brusa. 2008. Comunidades icticas de los humedales asociados al río San Javier (Reserva Provincial Cayastá). Presentado en el III Congreso Nacional de conservación de la Biodiversidad. Buenos Aires, agosto de 2008.
- Depetris, PJ y S Kempe, 1990. The impact of the El Niño 1982 event on the Paraná River, its discharge and carbon transport. Palaeogeog, Palaeoclim, Palaeoecol, 89: 239-244.
- Derruau, M, 1991. Geomorfología. Ariel Geografía, Barcelona. 499 p.
- Drago EC, I Ezcurra de Drago, O Oliveros y AR Paira. 2003. Aquatic habitats, fish and invertebrate assemblages of the Middle Paraná River. Amazoniana 27 (3/4): 291–341

- Ezcurra de Drago, I, M Marchese y L Montalto. 2007. Benthic Invertebrates. Pp 251-275. En: MH Iriondo, JC Paggi y MJ Parma (Eds.). The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Frost, DR. 2002. Amphibians Species of the World: an online reference. V2.21 (15 July 2002). Electronic database available at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.
- Fuentes, CM y A Espinach Ros. 1998. Variación de la actividad reproductiva del sábalo, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847) estimada por el flujo de larvas en el río Paraná Inferior. *Natura Neotropicalis*. 29 (1): 25-32.
- Fuentes CM, F Quiroga, J Salva y A Espinach Ros. 2008. Reproducción de Peces Migratorios. En: Programa de Conservación de la Fauna Íctica y los Recursos pesqueros del río Uruguay. Informe 2007. Anual. CARU – DINARA – INIDEP.
- García de Emiliani MO. 1980. Fitoplancton de una laguna del valle aluvial del Paraná Medio (“Los Matadores”, Santa Fe, Argentina). I. Estructura y distribución en relación a factores ambientales. *Ecología* 4: 127–140
- García de Emiliani, MO. 1981. Fitoplancton de los principales cauces y tributarios del valle aluvial del río Paraná: tramo Goya-Diamante. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 12: 112-125.
- García de Emiliani, MO. 1985. Fitoplancton de los principales cauces y tributarios del valle aluvial del río Paraná: tramo Goya-Diamante. III. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 16 (1): 95-112.
- García de Emiliani MO. 1990. Phytoplankton ecology of the Middle Paraná river. *Acta Limnol Bras* 3: 391–417
- García de Emiliani MO. 1993. Seasonal succession of phytoplankton in a lake of the Paraná River floodplain, Argentina. *Hydrobiologia* 264: 101–104
- García de Emiliani MO. 1997. Effects of water level fluctuations on phytoplankton in a river–floodplain lake system (Paraná River, Argentina). *Hydrobiologia* 357: 1–15
- García de Emiliani MO y M Devercelli. 2003. Influencia del fenómeno “El Niño” sobre el transporte y la estructura del fitoplancton en el cauce principal del río Paraná medio, Argentina. *Bol Soc Argent Bot* 38: 29–38
- Giraudó, AR, V Arzamendia y SM López. 2007. Reptiles. Pp 341-362. En: MH Iriondo, JC Paggi y MJ Parma (Eds.). The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Hazell D, R Cunningham, D Lindenmayer, B Mackey y W Osborne. 2001. Use of farm dams as frog habitat in an Australian agricultural landscape: factors affecting species richness and distribution. *Biol Conserv* 102:155–169
- Iriondo, M. 1972. Mapa geomorfológico de la llanura aluvial del río Paraná desde Helvecia hasta San Nicolás. República Argentina. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* 27 (2): 155-160.
- Ituarte, CF, 1981. Primera noticia acerca de la introducción de Pelecípodos asiáticos en el área rioplatense (Mollusca, Corbiculidae). *Neotrópica*, 27 (77): 79-82.
- Iwaszkiw, JM. 2001. Pesquerías Continentales Del Tramo Argentino De La Cuenca Del Plata. Consejo Federal De Inversiones, 279 páginas.
- Jack JD, SA Wickham, S Toalson y JJ Gilbert. 1993. The effect of clays on a freshwater plankton community: an enclosure experiment. *Arch Hydrobiol* 127: 257–270

- José de Paggi, SB. 1983. Estudio sinóptico del zooplancton de los principales cauces y tributarios del valle aluvial del río Paraná: tramo Goya-Diamante. I Parte. *Rev Asoc Cienc Nat Litoral* 14: 163–178.
- José de Paggi, SB. 1984. Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Paraná: distribución estacional del zooplancton. *Rev Asoc Cienc Nat Litoral* 15: 135–155
- Junk WJ, PB Bayley y RE Sparks. 1989. The flood pulse concept in river–floodplain systems. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 106: 110–127.
- Kirk KL y JJ Gilbert. 1990. Suspended clay and the population dynamics of planktonic rotifers and cladocerans. *Ecology* 71: 1741–1755.
- Lajmanovich, R, P de la Sierra, F Marino, P Peltzer, A Lenardón y E Lorenzatti. 2005. Determinación de residuos de organoclorados en vertebrados silvestres del Litoral Fluvial de Argentina. *Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II INSUGEO, Miscelánea*, 14: 389 – 398
- Liotta, J. (comp.). 2011. Base de datos de peces de aguas continentales de Argentina. Publicación electrónica. [http://www.fundacionoga.org.ar/base\\_peces/inicio\\_texto.php](http://www.fundacionoga.org.ar/base_peces/inicio_texto.php). Consultado el 5/abr/2011.
- Lugo, AE, MM Brinson y S Brown. 1990. Synthesis and search for paradigms in wetlands. En: Lugo, AE, MM Brinson y S Brown (eds). *Forested wetlands*. Elsevier, Amsterdam, Pp. 447-460.
- Manzano, AS, D Baldo y M Barg. 2004. Anfibios del Litoral Fluvial Argentino. En: Aceñolaza, FG (Coordinador) *Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino INSUGEO, Miscelánea*, 12: 271 - 290, Tucumán.
- Marchetti, Z y P Aceñolaza. 2005. Detección satelital y descripción de patrones de vegetación en islas del Paraná medio. En: F. G. Aceñolaza (Coordinador) *Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II INSUGEO, Miscelánea*, 14: 151 – 158. Tucumán, 2005.
- Neiff, JJ. 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia* 15 (6): 424-441.
- Neiff, JJ, ASG Poi de Neiff y SL Casco. 2005. Importancia ecológica del Corredor Fluvial Paraguay-Paraná como contexto del manejo sostenible. En: *Humedales fluviales de América del Sur*. Ed Proteger.
- Oldani, NO. 1990. Variaciones de la abundancia de peces del valle del río Paraná (Argentina). *Rev. Hydrobiol. trop.* 23 (1): 67-76.
- Pace ML, SEG Findlay y D Lints. 1992. Zooplankton in advective environments: the Hudson river community and a comparative analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 1060–1069.
- Paggi, SJ de y JC Paggi. Zooplankton. Pp 229-249. En: MH Iriondo, JC Paggi y MJ Parma (Eds.). *The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Pastorino, G, G Darrigran, S Martín y L Lunaschi. 1993. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo bivalvo invasor en aguas del Río de la Plata. *Neotrópica* 39: 101-102.
- Peltzer PM. 2006. La fragmentación de hábitat y su influencia en la diversidad y distribución de anfibios anuros de áreas ecotonales de los dominios fitogeográficos amazónico y chaqueño. *Doctoral Thesis, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina*, 276 pp
- Peltzer PM y RC Lajmanovich. 2004. Anuran tadpole assemblages in riparian areas of Paraná River (Argentina). *Biodiv Conserv* 13:1833–1842
- Peltzer, PM y RC Lajmanovich. 2007. Amphibians. Pp 327-340. En: MH Iriondo, JC Paggi y MJ Parma (Eds.). *The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland*. Springer-Verlag.

- Rossi, L, E Cordiviola y MJ Parma. 2007. Fishes. Pp 305-325. En: MH Iriondo, JC Paggi y MJ Parma (Eds.). The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Rumi, A, DE Gutiérrez Gregoric, V Núñez y GA Darrigran. 2008. Malacología Latinoamericana. Moluscos de agua dulce de Argentina. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol.) 56 (1): 77-111.
- SAGPyA, 2008. Proyecto Evaluación del Recurso Sábalo (*Prochilodus lineatus*) en el Paraná. Informe de los resultados de la segunda etapa - 2006-2007. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura: 27 páginas. Descargado del sitio Web: [http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/pesca\\_continental](http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/pesca_continental)
- Saunders JF y WM Lewis Jr. 1989. Zooplankton abundance in the lower Orinoco River, Venezuela. Limnol Oceanogr 34: 397-409
- Shiel RJ, KF Walker KF y WD Williams. 1982. Plankton of the lower River Murray, South Australia. Aust J Mar Freshw Res 33: 210-227
- Sverlij, SB, RL Delfino Schenke, HL López y A Espinach Ros. 1998. Peces del Río Uruguay. Guía ilustrada de las especies más comunes del río Uruguay inferior y el embalse de Salto Grande. Publicaciones de la Comisión Administradora del Río Uruguay. 89 páginas.
- Thorp JH, AR Black AR y KH Haag. 1994. Zooplankton assemblages in the Ohio River: seasonal, tributary, and navigation dam effects. Can J Fish Aquat Sci 51: 1634-1643
- Vassallo, M y L Kieffer. 1984. Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo media del río Paraná. VII. Química del agua. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral 15: 97-108.
- Welcomme RL. 2000. Fish biodiversity in floodplains and their associated rivers. In: Gopal B, Junk WJ, Davis JA (eds) Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, pp 61-87.
- Zalocar de Domitrovic Y. 1990. Efecto de las fluctuaciones del nivel hidrométrico sobre el fitoplancton en tres lagunas isleñas en el área de confluencia de los ríos Paraná y Paraguay. Ecosur 16:13-29
- Zalocar de Domitrovic Y. 1992. Fitoplancton de ambientes inundables del río Paraná (Argentina). Estudio comparativo entre áreas libres y vegetadas. Rev Hydrobiol trop 25:177-188
- Zalocar de Domitrovic Y. 1993. Fitoplancton de una laguna vegetada por *Eichhornia crassipes* en el valle de inundación del río Paraná (Argentina). Amb Subtrop 3:39-67
- Zalocar de Domitrovic, Y. 1999. Estructura y dinámica del fitoplancton en la cuenca del eje potámico Paraguay-Paraná (Argentina). Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 375 p.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 2005. Biodiversidad del fitoplancton en el eje fluvial Paraguay-Paraná. En: FG Aceñolaza (Coord.) Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II INSUGEO, Miscelánea, 14: 229 - 242, Tucumán.
- Zalocar de Domitrovic, Y, M Devercelli y MO García de Emiliani. 2007. Phytoplankton. Pp 177-203. En: MH Iriondo, JC Paggi y MJ Parma (Eds.). The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.

**Anexo 1.** Reptiles de la llanura de inundación del río Paraná medio con algunos rasgos morfológicos y ecológicos. Fuente: Giraudo et al. (2007).

Species	Length <sup>c</sup> mean	Maximum or range	Substrate use	Food <sup>d</sup>	Reproductive modality	Number of eggs or offspring
<b>TURTLES</b>						
<i>Trachemys dorbignii</i>	-	250	Aquatic	fi, am, bir, m, inv, pl	Oviparous	11-16
<i>Phrynos hylarii</i> <sup>ab</sup>	-	400	Aquatic	mo, fi, am, bir	Oviparous	22-23
<i>Mesoclemmys vanderhaegei</i> <sup>b</sup>	-	270	Aquatic	Car	Oviparous	3-6
<i>Acanthochelys spixii</i>	-	170	Aquatic	fi, am, inv	Oviparous	4-9
<i>Acanthochelys pallidipectoris</i>	-	175	Aquatic	Fl, am	Oviparous	5
<b>CROCODYLIANS</b>						
<i>Caiman latirostris chacoensis</i> <sup>ab</sup>	-	3,000	Aquatic	inv (mo, ins, cr, ar) fi, am, sn, bir, m	Oviparous	23-41
<i>Caiman yacare</i> <sup>ab</sup>	-	2,500	Aquatic	inv (mo, ins, cr, ar) Fl, bir, m	Oviparous	30-45
<b>LIZARDS</b>						
<i>Tropidurus torquatus</i> <sup>ab</sup>	-	105	Rupicola and Arboreal	INV, re, bir, pl	Oviparous	7
<i>Cercosaura schreibersii</i> <sup>a</sup>	36	29-43	Terrestrial	INV	Oviparous	2
<i>Kentropix viridistriga</i> <sup>a</sup>	-	107	Terrestrial	INV	Oviparous	4-5
<i>Teius oculatus</i> <sup>a</sup>	-	120	Terrestrial	INV (co, him, isop)	Oviparous	9
<i>Tupinambis meriana</i> <sup>e</sup>	-	800	Terrestrial	Omn	Oviparous	20-54
<i>Mabuya dorsivittata</i> <sup>a</sup>	66	62-70	Terrestrial	INV (co)	Viviparous	-
<i>Mabuya frenata</i> <sup>ab</sup>	-	42	Arboreal	INV (ar, or, sp, ins)	Viviparous	-
<i>Homonota borelli</i> <sup>a</sup>	-	42	Terrestrial- Arboreal	INV	Oviparous	-
<i>Ophiodon intermedius</i> <sup>a</sup>	134	110-153	Terrestrial	INV (ins, sp)	Viviparous	-
<b>AMPHISBAENIANS</b>						
<i>Amphisbaena angustifrons</i>	-	90-420	Fossorial	INV (ins)	Oviparous	-
<i>Amphisbaena heterozonata</i> <sup>a</sup>	189	118-255	Fossorial	INV (ins)	Oviparous	2-8
<i>Amphisbaena hiata</i>	173	146-204	Fossorial	INV (ins)	Oviparous	-
<i>Amphisbaena mertensi</i> <sup>b</sup>	-	131-410	Fossorial	INV (ins)	Oviparous	-
<i>Anops kingi</i> <sup>a</sup>	-	76-223	Fossorial	INV (ins)	Oviparous	2-4
<i>Lepostemon microcephalum</i> <sup>ab</sup>	-	121-524	Fossorial	INV (ins)	Oviparous	2-8
<b>SNAKES</b>						
<i>Liotyphlops ternetzi</i> <sup>b</sup>	240	108-334	Fossorial	INV	Oviparous	2-7
<i>Typhlops brongersmianus</i> <sup>a</sup>	148	85-287	Fossorial	INV	Oviparous	6
<i>Leptotyphlops albipunctus</i> <sup>a</sup>	195	83-283	Fossorial	INV	Oviparous	2
<i>Leptotyphlops unguirostris</i>	-		Fossorial	INV	Oviparous	3
<i>Eunectes notaeus</i> <sup>ab</sup>	1,846	546-4,000	Aquatic	bir, am, re, fi, ca, egbir, m	Viviparous	4-37
<i>Boiruna maculata</i> <sup>a</sup>	364	296-1,590	Terrestrial	SN, liz, bir	Oviparous	8-17
<i>Clelia bicolor</i> <sup>a</sup>	430	292-825	Terrestrial	am, liz, sn	Oviparous	-
<i>Clelia delia</i> <sup>ab</sup>	977	335-1,830	Terrestrial	SN	Oviparous	10-14
<i>Clelia rustica</i> <sup>a</sup>	805	296-1,378	Terrestrial	liz, sn, m	Oviparous	7-8
<i>Chironius maculiventris</i> <sup>a</sup>	829	400-890	Arboreal	AM	Oviparous	-
<i>Echimanthera occipitalis</i> <sup>a</sup>	293	139-470	Terrestrial	liz, sn, am	Oviparous	-
<i>Helicops infrataeniatus</i> <sup>ab</sup>	486	146-795	Aquatic	Fl, am	Viviparous	1-28

Species	Length <sup>c</sup> mean	Maximum or range	Substrate use	Food <sup>d</sup>	Reproductive modality	Number of eggs or offspring
<i>Helicops leopardinus</i> <sup>a,b</sup>	317	104–755	Aquatic	FI, am	Viviparous	15–26
<i>Hydrodynastes gigas</i> <sup>a,b</sup>	1,092	106–2,360	Aquatic	am, fi, sn, m, egfi	Oviparous	18–29
<i>Hydrops caesurus</i> <sup>b</sup>	253	91–484	Aquatic	fi?	Oviparous	9
<i>Leptodeira annulata pulchriceps</i> <sup>a</sup>	490	183–585	Arboreal	am, liz	Oviparous	8–12
<i>Leptophis ahaetulla marginatus</i> <sup>a,b</sup>	652	263–1,832	Arboreal	AM, bir, egbir	Oviparous	6–9
<i>Liophis almadensis</i> <sup>a,b</sup>	364	228–540	Semi-aquatic	AM, liz, m	Oviparous	6–10
<i>Liophis anomalus</i> <sup>a</sup>	377	136–580	Semi-aquatic	AM	Oviparous	6–11
<i>Liophis dilepis</i> <sup>a</sup>	303	144–440	Semi-aquatic	AM	Oviparous	3–5
<i>Liophis jaegeri coralliventris</i> <sup>a,b</sup>	323	115–500	Semi-aquatic	AM	Oviparous	5–14
<i>Liophis meridionalis</i> <sup>a,b</sup>	458	179–605	Semi-aquatic	AM	Oviparous	–
<i>Liophis semiaureus</i> <sup>a,b</sup>	558	170–1,147	Aquatic	FI, am	Oviparous	8–20
<i>Liophis poecilogyrus</i> <sup>a</sup>	375	162–623,5	Semi-aquatic	AM, fi	Oviparous	4–11
<i>Lystrophis dorbignyi</i> <sup>a</sup>	335	12–795	Fossorial	am, fi, liz, inv	Oviparous	3–7
<i>Lystrophis pulcher</i>	–		Fossorial	am, liz	Oviparous	–
<i>Mastigodryas bifossatus triseriatus</i> <sup>a,b</sup>	1,042	263–1,960	Terrestrial	am, liz, bi, m	Oviparous	8–12
<i>Oxyrhopus guibe</i> <sup>a,b</sup>	728	206–1,038	Terrestrial	LIZ	Oviparous	–
<i>Oxyrhopus rhombifer</i> <sup>a</sup>	473	230–810	Terrestrial	liz, bir	Oviparous	10–15
<i>Phalorris bilineatus</i> <sup>a</sup>	396	137–695	Fossorial	RE	Oviparous	1
<i>Philodryas aestiva subcarinata</i> <sup>a</sup>	624	208–950	Terrestrial	AM, m	Oviparous	4–19
<i>Philodryas mattogrossensis</i> <sup>a,b</sup>	535	291–778	Terrestrial	am, liz, bir, m	Oviparous	–
<i>Philodryas olfersii latirostris</i> <sup>a,b</sup>	646	282–1,125	Arboreal	am, liz, bir, m	Oviparous	3–8
<i>Philodryas patagoniensis</i> <sup>a</sup>	665	175–1,315	Terrestrial	RE, am, bir, m	Oviparous	1–26
<i>Phimophis guerini</i>	796	735–852	Terrestrial	LIZ	Oviparous	–
<i>Pseudablabes agassizii</i>	308	214–411	Terrestrial	INV	Oviparous	6–10
<i>Psomophis obtusus</i> <sup>a</sup>	238	95–370	Terrestrial	AM, inv	Oviparous	1–18
<i>Sibynomorphus turgidus</i> <sup>a</sup>	331	129–509	Terrestrial	MO	Oviparous	7
<i>Thamnodynastes chaquensis</i> <sup>a</sup>	425	170–619	Terrestrial	AM	Viviparous	–
<i>Thamnodynastes hypoconia</i> <sup>a,b</sup>	342	140–513	Semi-aquatic	AM, liz, sn, egrep	Viviparous	8–12
<i>Thamnodynastes strigatus</i> <sup>a,b</sup>	619	311–795	Aquatic	AM, fi, m, re	Viviparous	1–17
<i>Tomodon ocellatus</i>	405	375–446	Terrestrial	MO	Viviparous	4–26
<i>Waglerophis meremii</i> <sup>a</sup>	574	315–950	Terrestrial	AM	Oviparous	7–35
<i>Micrurus altirostris</i> <sup>b</sup>	545	225–959	Fossorial	SN	Oviparous	1–7
<i>Micrurus baliocoryphus</i> <sup>a</sup>	664	253–818	Fossorial	SN	Oviparous	–
<i>Micrurus pyrrhocryptus</i> <sup>a</sup>	683	214–1,175	Fossorial	SN	Oviparous	14
<i>Bothrops alternatus</i> <sup>a</sup>	750	118–1,360	Terrestrial	M	Viviparous	7–32
<i>Bothrops diporus</i> <sup>a</sup>	601	234–1,020	Terrestrial	M, am	Viviparous	7–8
<i>Crotalus durissus terrificus</i> <sup>a</sup>	–	1,800	Terrestrial	M	Viviparous	20–30

<sup>a</sup>Species recorded by us in the Middle Paraná River.

<sup>b</sup>Tropical species restricted to the Middle Paraná River floodplain.

<sup>c</sup>In turtles, carapace length is indicated; in crocodylians, total length is indicated; in lizards and snakes, the snout-vent length is indicated.

<sup>d</sup>When an item-prey occupies quantitatively more than 50% of the species diet, it is indicated in *capital letters*.

*ca* carrion, *car* carnivorous, *inv* invertebrates (*co* cockroaches, *ins* insects, *cr* crustaceans, *mo* mollusks, *him* Hymenoptera, *isp* Isoptera, or Orthoptera, *sp* spiders), *omn* omnivorous, *pl* plants, *ver* vertebrates (*am* amphibians, *bir* birds, *egbir* bird eggs, *egfi* fish eggs, *egrep* reptile eggs, *fi* fish, *liz* lizards, *m* mammals, *re* reptiles, *sn* snakes).

**Anexo 2.** Sinopsis de rasgos biológicos y ecológicos de las especies de anuros de las llanuras de inundación del río Paraná medio. Fuente: Peltzer y Lajmanovich (2007).

Referencias: Adult size (tamaño adulto): (Adulto: AD), spatial guilds (gremios espaciales) (Tadpoles (renacuajos)): TA, Adult (adulto): AD sensu Lajmanovich 2000; Peltzer et al. 2006), reproductive pattern and mode (patrones y modos reproductivos) (sensu Prado et al. 2005; Lavilla and Rouges 1992), breeding sites and period (sitios y período de puesta). Referencias: (N) Nectónico, (B) Bentónico, (B-N) Bentónico-Nectónico, (TE) terrestre, (ST) semi-terrestre, (AQ) acuático, (A) arborícola, (C) continuo, (E) explosivo, (PR) prolongado, (T) temporal, (SP) semi-permanente, (P) permanente.

	Adult size	Spatial guild*		Reproductive ** Mode/** Pattern	Breeding site	Reproductive Period											
		TA	AD			Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>ANURA</b>																	
<b>BUFONIDAE</b>																	
<i>Chaunus</i>																	
<i>C. arenarum</i> (Hensel, 1867)	80-120	B	TE	7 <sup>E</sup>	T,SP,P	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>C. schneideri</i> (Werner, 1894)	210	B	TE	7 <sup>E</sup>	T,SP,P	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>C. fernandezae</i> (Gallardo, 1957)	56-80	B	TE	7 <sup>E</sup>	T,SP,P	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>C. granulatus</i> (Spix, 1824)	53	B	TE	7 <sup>E</sup>	T,SP,P	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>Melanophryniscus</i>																	
<i>M. klappenbachi</i> Prigioni & Langone, 2000	51-70	B	TE	5 <sup>E</sup>	T	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<b>LEPTODACTYLIDAE</b>																	
<i>Leptodactylus (Leptodactylus)</i>																	
<i>L. ocellatus</i> (Linnaeus, 1758)	120-140	B-N	ST	8 <sup>E</sup>	T,SP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>L. chaquensis</i> Cei, 1950	80-85	B-N	ST	8 <sup>E</sup>	T,SP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>L. gracilis</i> (Duméril & Bibron, 1841)	45-50	B-N	TE	13 <sup>PR</sup>	T,SP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>L. mystacinus</i> (Burmeister, 1861)	50-65	B-N	TE	13 <sup>PR</sup>	SP,P	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>L. latinasus</i> Jimenez de la Espada, 1875	32-37	B-N	TE	13 <sup>PR</sup>	SP,P	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>L. elenae</i> Heyer, 1978	45-50	B-N	TE	13 <sup>PR</sup>	T,SP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>Leptodactylus (Lithodytes)</i>																	
<i>L. diptyx</i> Boettger, 1885	27-33	B-N	TE	10 <sup>PR</sup>	T,SP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>Physalaemus</i>																	
<i>P. biligonigerus</i> (Cope, 1861)	35-40	B	ST	8 <sup>C</sup>	T,SP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>P. albonotatus</i> (Steindachner, 1864)	30	B	ST	8 <sup>E</sup>	T,SP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>P. santafecinus</i> Barrio, 1965	28-34	B	ST	8 <sup>E</sup>	T,SP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>P. riograndensis</i> Milstead, 1960	25	B	ST	8 <sup>E</sup>	T,SP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>Pseudopaludicola</i>																	
<i>P. falcipes</i> (Hensel, 1867)	15-20	B	ST	6 <sup>E</sup>	T,SP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<b>CYCLORAMPHIDAE</b>																	
<i>Odontophrynus</i>																	
<i>O. americanus</i> (Duméril & Bibron, 1841)	49-70	B-N	TE	1 <sup>C</sup>	T,SP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<b>CERATOPHRYIDAE</b>																	
<i>Ceratophrys</i>																	
<i>C. cranwelli</i> Barrio, 1980	110-125	B	TE	1 <sup>E</sup>	T,SP,P	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<b>HYLIDAE</b>																	
<i>Phyllomedusa</i>																	
<i>P. hypochondrialis</i> Daudin, 1800	35-40	N	A	15 <sup>PR</sup>	T,SP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>Trachycephalus</i>																	
<i>T. venulosus</i> (Laurenti, 1768)	92-114	N	A	3 <sup>E</sup>	T,SP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>Hypsiboas</i>																	
<i>H. pulchellus</i> (Duméril & Bibron, 1841)	37-50	B-N	A	6 <sup>C</sup>	T,SP,P	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>H. raniceps</i> (Cope, 1862)	70-75	B-N	A	6 <sup>PR</sup>	T,SP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>H. punctatus</i> (Schneider, 1799)	30-35	N	A	6 <sup>PR</sup>	SP,P	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>Dendropsophus</i>																	
<i>D. nana</i> (Boulenger, 1889)	15-22	B	A	6 <sup>PR</sup>	SP,P	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
<i>D. sanborni</i> (Schmidt, 1944)	15-21	B	A	6 <sup>PR</sup>	SP,P	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		

	Adult size	Spatial guild*		Reproductive ** Mode/***Pattern	Breeding site	Reproductive Period
						Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
<i>Scinax</i>						
<i>S. nasicus</i> (Cope, 1862)	27–35	N	A	6 <sup>C</sup>	T,SP,P	Jan–Jun, Sep–Dec
<i>S. squalirostris</i> (Lutz, 1925)	23–28	N	A	6 <sup>PR</sup>	T,SP	Jan–Mar, Aug–Oct
<i>S. acuminatus</i> (Cope, 1862)	19–25	N	A	6 <sup>E</sup>	T,SP,P	Jan–Mar, Aug–Oct
<i>S. fuscomarginatus</i> (Lutz, 1925)	20–23	N	A	6 <sup>PR</sup>	T,SP,P	Jan–Mar, Sep–Oct
<i>S. berthae</i> (Barrio, 1962)	19–28	B-N	A	6 <sup>PR</sup>	T,SP	Jan–Mar, Aug–Oct
<i>Pseudis</i>						
<i>P. paradoxus occidentalis</i> Gallardo, 1961	35–56	N	AQ	2 <sup>PR</sup>	SP,P	Jan–Mar, Nov–Dec
<i>P. paradoxus platensis</i> Gallardo, 1961	38–58	N	AQ	2 <sup>PR</sup>	T,SP,P	Jan–Mar, Nov–Dec
<i>Lysapsus</i>						
<i>L. limellum</i> Cope, 1862	27–35	N	AQ	2 <sup>PR</sup>	T,SP,P	Jan–Mar, Aug–Oct
MICROHYLIDAE						
<i>Elachistocleis</i>						
<i>E. bicolor</i> (Guérin-Méneville, 1838)	15–20	B	TE	3 <sup>E</sup>	T,SP,P	Jan–Mar, Aug–Oct

\*Terrestrial: species found on the ground. Aquatic: species floating in water or inhabiting marsh. Semi-terrestrial: species inhabit terrestrial and aquatic ecotones. Arboreal: species inhabit herbaceous, shrubby, or arboreal habitats.

\*\*Mode 1: eggs are deposited individually at the bottom in lentic water. Mode 2: eggs are individually glue in submerged vegetation. Mode 3: eggs are scattered deposited in a continuous layer in water surface. Mode 5: eggs are deposited in a mass at the bottom of the waterbody. Mode 6: eggs are deposited in spherical gelatinous clusters attached to submerged plants or objects. Mode 7: eggs are deposited in a jelly-like strand. Mode 8: eggs are deposited in a floating foam nest. Mode 10: few eggs are deposited in wet and protected burrows. Mode 13: eggs are deposited in a foam nest into land depressions, caves, subterranean cavities or mud constructions. Mode 15: eggs are deposited on leaves above water.

\*\*\*Prolonged (PR): anuran species reproduces more than three consecutive months, Explosive (E): species reproduces at least for one or a few days, Continuous (C): anuran species with individuals breeding success throughout one year.