

ARGENTINA • BOLIVIA • BRASIL • PARAGUAY • URUGUAY
COMITE INTERGUBERNAMENTAL DE LA HIDROVIA PARAGUAY-PARANA - CIH

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO - BID

NACIONES UNIDAS

**PROGRAMA DE LAS NACIONES
UNIDAS PARA EL DESARROLLO - PNUD**
Convenio BID - ATN/SF - 3822 - RE

**OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS
DE SERVICIOS PARA PROYECTOS - UNOPS**
Proyecto UNOPS RLA/91/R41

**ESTUDIOS DE INGENIERIA Y VIABILIDAD TECNICA
Y ECONOMICA DEL MEJORAMIENTO DE LAS
CONDICIONES DE NAVEGACION DE LA HIDROVIA
PARAGUAY-PARANA
(PUERTO CACERES - PUERTO NUEVA PALMIRA)**

**INFORME FINAL
VOLUMEN X**

**CAPITULO 12 - EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS
MEJORAMIENTOS DE LA HIDROVIA**

ASOCIACION HIDROSERVICE - LOUIS BERGER - EIH

Diciembre 1996

<p style="text-align: center;">HIDROVIA PARAGUAY - PARANA INFORME FINAL - ESQUEMA TEMATICO</p>
--

PARTE I - GENERAL

- Capítulo 1 - Introducción
- Capítulo 2 - Principales Resultados, Conclusiones y Recomendaciones
- Capítulo 3 - Criterios Generales de Análisis

PARTE II - RELEVAMIENTOS Y ESTUDIOS BASICOS

- Capítulo 4 - Cartografía Existente, Dragados Anteriores y Selección de Areas de Estudio
- Capítulo 5 - Relevamientos de Campo
- Capítulo 6 - Información General sobre Instalaciones Portuarias
- Capítulo 7 - Estudio Hidrológico

PARTE III - ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y ANTEPROYECTO

III.1 - Estudios de anteproyecto

- Capítulo 8 - Evaluación de la Flota y Selección de Embarcaciones de Proyecto
- Capítulo 9 - Proyectos Preliminares de las Obras de Navegación
- Capítulo 10 - Morfología Fluvial y Movimiento de Sedimentos
- Capítulo 11 - Estudio de los Sistemas de Ayuda a la Navegación

III.2 - Estudios de impacto ambiental

- Capítulo 12 - Evaluación del Impacto Ambiental de los Mejoramientos de la Hidrovía

III.3 - Estudios de economía de transporte

- Capítulo 13 - Análisis y Proyección de los Flujos de Transporte
- Capítulo 14 - Análisis de División Modal, Optimización Económica y Evaluación Financiera

III.4 - Análisis de la estructura institucional y administrativa

- Capítulo 15 - Implementación Institucional y Administrativa de la Hidrovía

PARTE IV - PROYECTO Y PLAN DE INVERSIONES

- Capítulo 16 - Proyectos Básicos de las Obras de Navegación
- Capítulo 17 - Mejoramientos de los Sistemas de Ayuda a la Navegación
- Capítulo 18 - Plan de Inversiones y Análisis Financiero
- Capítulo 19 - Plan de Desarrollo de la Hidrovía
- **Documentos de Licitación**
 - Pliego de Precalificación
 - Pliego de Licitación
 - Volumen 1: Condiciones Generales, Condiciones Contractuales y Proforma del Contrato
 - Volumen 2: Especificaciones Técnicas
 - Volumen 3: Instrucciones y Formularios para Preparación de las Ofertas
 - Volumen 4: Planos

HIDROVIA PARAGUAY - PARANA INFORME FINAL - CONTENIDO

VOLUMEN I

- . Capítulo 1 - Introducción
- . Capítulo 2 - Síntesis de los Trabajos

VOLUMEN II

- . Capítulo 3 - Criterios Generales de Análisis
- . Capítulo 4 - Cartografía Existente, Dragados Anteriores y Selección de Áreas de Estudio
- . Capítulo 5 - Relevamientos de Campo (Secciones 5.1, 5.2 y 5.3 y Anexo 5.1)

VOLUMEN III

- . Capítulo 5 - Relevamientos de Campo (Anexos 5.2, 5.3 y 5.4)

VOLUMEN IV

- . Capítulo 5 - Relevamientos de Campo (Anexos 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9 y 5.10)

VOLUMEN V

- . Capítulo 6 - Información General sobre Instalaciones Portuarias

VOLUMEN VI

- . Capítulo 7 - Estudios Hidrológicos

VOLUMEN VII

- . Capítulo 8 - Evaluación de la Flota y Selección de Embarcaciones de Proyecto

VOLUMEN VIII

- . Capítulo 9 - Proyectos Preliminares de las Obras de Navegación

VOLUMEN IX

- . Capítulo 10 - Morfología Fluvial y Movimiento de Sedimentos
- . Capítulo 11 - Estudios Preliminares de los Sistemas de Ayuda a la Navegación

VOLUMEN X

- . Capítulo 12 - Evaluación del Impacto Ambiental de los Mejoramientos de la Hidrovía

VOLUMEN XI

- . Capítulo 13 - Análisis y Proyección de los Flujos de Transporte

VOLUMEN XII

- . Capítulo 14 - Análisis de División Modal, Optimización Económica y Evaluación Financiera

VOLUMEN XIII

- . Capítulo 15 - Implementación Institucional y Administrativa de la Hidrovía

VOLUMEN XIV

- . Capítulo 16 - Proyectos Básicos de las Obras de Navegación
- . Capítulo 17 - Mejoramientos de los Sistemas de Ayuda a la Navegación

VOLUMEN XV

- . Capítulo 18 - Plan de Inversiones y Análisis Financiero
- . Capítulo 19 - Plan de Desarrollo de la Hidrovía

DOCUMENTOS DE LICITACION

- . Pliego de Precalificación
- . Pliego de Licitación
 - Volumen 1: Condiciones Generales y Contractuales y Proforma del Contrato
 - Volumen 2: Especificaciones Técnicas
 - Volumen 3: Instrucciones y Formularios para Preparación de las Ofertas
 - Volumen 4: Planos

CAPITULO 12

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS MEJORAMIENTOS DE LA HIDROVIA

INDICE

1.0	INTRODUCCION	1
1.1	PROPÓSITO DEL DOCUMENTO	1
1.2	EL PROYECTO	1
1.3	ALCANCE DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL	2
1.4	RESUMEN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	4
1.5	ASPECTOS LEGALES E INSTITUCIONALES	4
1.5.1	Requisitos para preparar una evaluación ambiental	4
1.5.2	Leyes y reglamentaciones que contemplan los impactos sobre el medio ambiente en componentes ambientales especificos	6
2.0	ANTECEDENTES	8
3.0	DESCRIPCION DEL PROYECTO	10
3.1	EL ANTEPROYECTO	10
3.1.1	Las alternativas propuestas y alternativa recomendada	10
3.1.2	Dragados y zonas de vaciamiento	12
3.1.3	Derrocamientos	12
3.1.4	Características de los equipos a utilizar	13
3.1.5	Instalación de accesorios de ayuda para la navegación	14
4.0	DIAGNOSTICO AMBIENTAL	15
4.1	MEDIO FÍSICO	15
4.1.1	Hidrología	15
4.1.2	Geomorfología y sedimentación	23
4.1.3	Calidad de los sedimentos y del agua	28
4.2	MEDIO BIÓTICO	32
4.2.1	Marco regional	32
4.2.2	Flora y vegetación litoral y acuática	37
4.2.3	Plancton	43
4.2.4	Bentos	43
4.2.5	Ictiofauna	45
4.2.6	Fauna de la interfase litoral	49
4.2.7	Areas naturales protegidas	53
4.3	MEDIO ANTROPICO	55
4.3.1	Pesca comercial	55
4.3.2	Uso recreativo	61
4.3.3	Suministro de agua potable	62
4.3.4	Arqueología	62

5.0	IMPACTOS DEL PROYECTO	63
5.1	METODOLOGÍA	63
5.2	MEDIO FÍSICO	65
5.2.1	Impactos sobre el regimen hidrológico y sedimentológico del rio	65
5.2.2	Impactos sobre los sedimentos y la calidad del agua	78
5.3	IMPACTOS EN EL MEDIO BIÓTICO	87
5.3.1	Metodología	87
5.3.2	Identificación de impactos sobre pasos críticos sensibles	88
5.3.3	Impactos del dragado	95
5.3.4	Impactos del vaciado (etapas de apertura y mantenimiento)	111
5.3.5	Impactos de la operación	124
5.4	MEDIO ANTROPICO	127
5.4.1	Evaluación de los impactos ambientales sobre la economía	127
5.4.2	Impactos sobre la recreación	137
5.4.3	Impactos sobre el agua potable	138
5.4.4	Recursos arqueológicos	139
5.4.5	Impactos acumulativos	139
6.0	RESUMEN DE LOS IMPACTOS DEL PROYECTO	141
6.1	RESUMEN DEL OBJETIVO DEL PROYECTO Y DE LOS IMPACTOS POSITIVOS	141
6.2	RESUMEN DE LA EVALUACION DEL IMPACTO- MEDIO FISICO	143
6.2.1	Hidrología y sedimentación	143
6.2.2	Calidad del agua y sedimentos	144
6.3	RESUMEN DE LA EVALUACION DEL IMPACTO MEDIO BIOTICO	145
6.3.1	Durante las operaciones de dragado, depósito y remoción de roca	145
6.3.2	Navegación	151
6.4	RESUMEN DE LA EVALUACION DEL IMPACTO MEDIO ANTROPICO	152
6.5	CONSIDERACIONES SOBRE ALGUNOS SITIOS PARTICULARES	153
6.5.1	Pasos con corte de márgenes	153
6.5.2	Canal Tamengo	154
7.0	MEDIDAS DE MITIGACION	159
7.1	INTRODUCCION	159
7.2	MEDIDAS DE MITIGACION DE LOS IMPACTOS DEL DRAGADO Y VACIADO	159
7.2.1	Tecnologías empleadas	159
7.2.2	Calidad de agua y sedimentos	160
7.2.3	Conservación de la calidad de las fuentes de aprovisionamiento de agua potable	163
7.2.4	Pérdida de patrimonio cultural	164
7.3	MEDIDAS DE MITIGACION DE LOS EFECTOS DEL DERROCAMIENTO	164
7.3.1	Conservación de las especies y de sus hábitats	164
8.0	MONITOREO AMBIENTAL	167
8.1	INTRODUCCION	167

8.2	MONITOREO	167
8.2.1	Monitoreo de la calidad del agua durante las operaciones de dragado	167
8.2.2	Monitoreo biológico durante las operaciones de dragado	166
8.2.3	Monitoreo durante las operaciones de mantenimiento	169
8.2.4	Resumen de los costos de monitoreo	169
8.2.5	Integración de la información	170

ANEXOS

ANEXO 12.1 Lista de miembros del Comité Intergubernamental de la Hidrovia
y las agencias que proveen asistencia técnica

ANEXO 12.2 Modelos matemáticos

ANEXO 12.3 Areas Naturales Protegidas

ANEXO 12.4 Análisis de la probabilidad de accidentes en el Río Mississippi

ANEXO 12.5 Bibliografía

1.0 INTRODUCCION

1.1 PROPOSITO DEL DOCUMENTO

El presente informe trata la evaluación de los impactos ambientales que podrían originarse por la profundización de algunos tramos del canal de navegación existente en la Hidrovía entre las ciudades Santa Fe y Corumbá y por la instalación de ayudas a la navegación. El propósito del proyecto es facilitar el transporte de mercaderías hacia y desde los puertos ubicados a lo largo del río en cinco países: Argentina, Paraguay, Uruguay, Brasil y Bolivia (ver Figura N° 1.1.1).

A fin de evaluar los impactos ambientales que podría ocasionar el proyecto, el presente informe describe en primer lugar las condiciones ambientales existentes en la zona del proyecto. También se analizan los cambios que el proyecto podría producir en las condiciones existentes. Para cada impacto potencial se analiza la probabilidad de que el mismo modifique la calidad de las condiciones ambientales existentes. En los casos en los cuales se identifican los impactos del proyecto sobre el medio ambiente, se describe la relevancia de los mismos en lo que respecta a un componente ambiental en particular, tal como hidrología o biología, en términos de la duración del impacto, magnitud y zona afectada según metodología descripta. Por último, el informe enumera las medidas que se incluirán en el diseño e implementación del proyecto a fin de reducir los impactos adversos sobre el medio ambiente identificados durante la evaluación.

1.2 EL PROYECTO

El proyecto que se propone consiste en aumentar el ancho y la profundidad en algunos tramos del canal de navegación en la Hidrovía existente y en instalar ayudas a la navegación tales como boyas y balizas, con el objetivo de mejorar las condiciones de seguridad en los ríos Paraguay y Paraná entre las ciudades de Santa Fe y Corumbá. Históricamente el río ha sido utilizado para el transporte local, regional e internacional de importantes mercaderías desde el punto de vista económico tales como granos, productos de soja, minerales incluyendo el hierro y manganeso y petróleo. El objetivo del proyecto es mejorar el canal de navegación a fin de garantizar el transporte de barcas que trasladan mercaderías las 24 horas del día los 365 días del año, aún bajo condiciones de muy bajo nivel del río como ha ocurrido en varias ocasiones en el pasado.

El proyecto fue concebido en forma conjunta por los cinco países por los que fluye el río y la fase de planificación y diseño está a cargo del Comité Intergubernamental de la Hidrovía, con la asistencia técnica proporcionada por los representantes de las agencias internacionales de préstamo que cooperan en la financiación de las tareas del estudio de factibilidad, análisis y diseño (El Anexo 1 incluye la lista de las instituciones que proporcionan asistencia técnica).

El presente informe comprende la fase inicial de todas las mejoras que se proponen para la Hidrovía, o Módulo A. Las dos fases que en forma separada se están

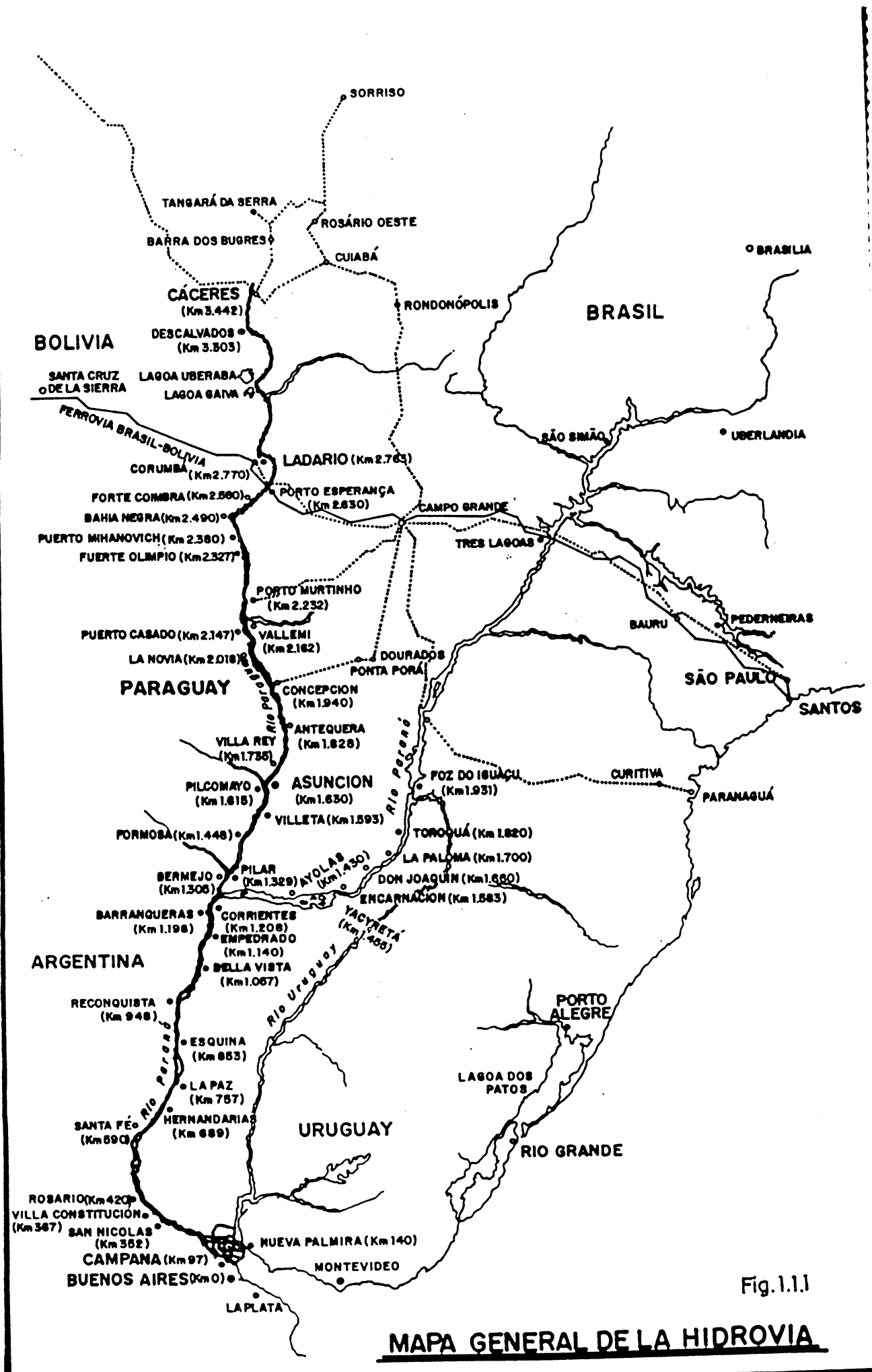


Fig.1.1.1

MAPA GENERAL DE LA HIDROVIA

analizando en la actualidad en lo que respecta a mejoras de la Hidrovía, son las siguientes:

Módulo A - Mejoras de corto plazo entre las ciudades de Santa Fe y Corumbá, incluyendo el Canal Tamengo, a fin de facilitar la navegación las 24 horas del día a lo largo de todo el año.

Módulo B - Planes de mediano y largo plazo para efectuar mejoras en la navegación en el Río Paraguay entre Corumbá y Cáceres.

El proyecto que se propone en el presente informe, consiste en la remoción de aproximadamente 20 millones de metros cúbicos de arena en 92 pasos diferentes en el canal de navegación existente y en depositar la arena en el lecho del río fuera de dicho canal. Asimismo, dado que algunos pasos están formados por roca, habrá aproximadamente 600.000 metros cúbicos de roca o material consolidado que se removerá y relocizará en el río.

La profundización del canal permitiría que se produzca, en condiciones estandar, un incremento relativamente pequeño en el volumen total de las mercaderías que se podrían transportar por la Hidrovía para fines del período de proyección 2020. El principal beneficio resultante de la profundización del canal de navegación entre Santa Fe y Corumbá, sería el de facilitar el transporte, aún durante las condiciones de menor nivel del río.

El segundo elemento del proyecto analizado en la presente evaluación, es el incremento en la cantidad de boyas que sirven de guía a las embarcaciones en los pasos críticos y el agregado de balizas a lo largo del río, a fin de mejorar las condiciones de seguridad y permitir que las embarcaciones puedan navegar por el canal.

La Sección 3 contiene una descripción más detallada del proyecto evaluado en el presente informe.

1.3 ALCANCE DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

El propósito de este informe es evaluar el proyecto en lo que se refiere a la importancia de los cambios que el mismo ocasionará, ya sea en forma temporaria o permanente, sobre las condiciones ambientales locales. La evaluación proporciona a quienes tienen a su cargo la planificación del proyecto y a quienes deberán tomar las decisiones sobre la implementación del mismo, información sobre los impactos que pudieran tener lugar y sobre los cambios adversos que pudieran producirse en las condiciones ambientales existentes. Por otra parte, los resultados de dicha evaluación se utilizaron para estimar los costos económicos que el proyecto pudiera ocasionar en lo que al medio ambiente se refiere. Las conclusiones relacionadas con el impacto económico de los cambios ambientales fueron incluidos en la optimización

económica. La estimación de los costos ambientales del proyecto también se resumen en el presente informe en la Sección 9.

Durante las fases iniciales del proyecto, se plantearon varias alternativas, que luego no fueron incluidas entre las propuestas por el Consultor.

Diferentes participantes en el proceso de análisis de los posibles impactos ambientales, entre los que se incluyen científicos, expertos y público en general, plantearon varias cuestiones, las que han sido consideradas en lo atinente dentro de este análisis.

El análisis global del proyecto, tanto en el plano técnico como económico, llevó a considerar un conjunto de alternativas de dragado, cuyas únicas variables son el ancho y la profundidad del canal.

Asimismo, puesto que el estudio de la calidad química del sedimento del río ha demostrado la ausencia de niveles elevados de contaminación química, el volumen del sedimento que se remueva en las obras de profundización del canal, se depositará dentro del lecho del río y por lo tanto, el proyecto no afectará en forma directa a componentes ambientales terrestres. Las cuestiones que inicialmente fueron planteadas sobre el impacto ambiental del proyecto de mejoramiento de la Hidrovía que no corresponden más a las alternativas de proyecto propuestos, no son analizadas en la presente evaluación.

Los potenciales impactos que aquí se analizan son cambios directos en el medio ambiente que podrían ocurrir como resultados del dragado y de la eliminación del material removido del canal y de la instalación de ayudas a la navegación. La presente evaluación tiene en cuenta las cuestiones planteadas durante el proceso ambiental por parte de científicos, el público, los expertos a cargo de la planificación del proyecto y los ingenieros del mismo y que se refieren a los impactos directos que el proyecto podría ocasionar sobre el medio ambiente.

Los efectos acumulados indirectos que el proyecto pudiera tener sobre la región se analizan en una evaluación ambiental separada que está llevando a cabo el Consorcio a cargo del Módulo B2.

Para identificar los impactos que se analizan en el presente informe, el medio ambiente existente se estructuró en los siguientes componentes:

- Medio físico
 - Hidrología
 - Geomorfología y sedimentación
 - Calidad de agua y sedimentos
- Medio biótico
- Medio antrópico

Las condiciones de cada uno de estos componentes ambientales se describen en la Sección 4 a fin de que pueda comprenderse todo cambio provocado por el dragado,

disposición del material dragado e instalación de ayudas a la navegación que se proponen.

La evaluación de los cambios causados por el proyecto en cada componente ambiental se evaluó con posterioridad y los resultados de dicho análisis se incluyen en la Sección 5 de este informe. El nivel de análisis dedicado a cada impacto se hizo sobre la base de su probabilidad de provocar un impacto significativo sobre el medio ambiente.

1.4 RESUMEN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La Tabla N° 1.4.1 muestra el resumen de los potenciales impactos del proyecto que se analizan en el presente informe.

Los potenciales impactos que han recibido el análisis más detallado son: 1) cambios en el régimen hidráulico como resultado de la profundización del canal de navegación, 2) deterioro de la calidad del agua del río provocado por la turbidez o cambios químicos y su efecto en la flora y fauna y, 3) impactos negativos ocasionados por un incremento en el tráfico y accidentes y efectos bióticos que serían relacionados.

1.5 ASPECTOS LEGALES E INSTITUCIONALES

1.5.1 Requisitos para Preparar una Evaluación Ambiental

El proyecto que se propone será implementado dentro de los límites de cinco países. No existe legislación que determine los requisitos que deben cumplirse en una evaluación ambiental que se realice dentro de proyectos que se implementan a nivel internacional. Cada país tiene su propia legislación y reglamentaciones que estipulan cuáles son los proyectos que requieren que se realice una evaluación ambiental, los contenidos mínimos de dicha evaluación y el proceso administrativo. Cada país revisará el informe preparado sobre la evaluación ambiental a fin de determinar si la misma satisface o no los requerimientos legales, así también como los planes y objetivos establecidos por su gobierno. Los requisitos para la preparación y contenido de las evaluaciones ambientales para diferentes proyectos se sitúan entre la ausencia de toda legislación en Argentina y Brasil que cuenta con una ley que especifica el contenido de las evaluaciones y del proceso administrativo. Las secciones que siguen más abajo se refieren a la legislación específica existente en cada país; en el informe preparado por TGCC (1996, pág. 1-4) se incluye un análisis más detallado sobre cada legislación.

Argentina

La Constitución Nacional, reformada en 1994, establece en su Art. N° 41 el derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano. Si bien la Ley Nacional 24.354 establece los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para proyectos de inversión pública; mencionando el caso de las vías de navegación,

Tabla 1.4.1 Resumen de los Impactos Directos del Mejoramiento de la Hidrovía entre Santa Fé y Corumbá

Componente del Medio Ambiente	Impacto Potencial	Evaluación del Impacto de cada acción sobre el Medio Ambiente			
		Duración del Impacto	Dragado y Derroc.	Descarga de material dragado	Navegación
Hidrología y Sedimentación	Modificaciones hidrodinámicas y cambios del nivel del agua	NA	0	0	0
	Aumento del sedimento que se necesitaría dragar para el mantenimiento de la Hidrovía y su influencia aguas abajo	NA	0	0	0
Calidad de Aguas y Sedimentos	Aumento en los sedimentos suspendidos	(T)	-	--	0
	Redistribución de contaminantes desde sedimentos hacia el agua y otros componentes del ambiente	NA	0	0	0
	Disminución de oxígeno disuelto	NA	0	0	0
Medio Biótico	Aumento de la turbidez y deterioro del habitat de peces	(T)	--	--	0
	Afectación del área de desove	(T)	--	--	0
	Reducción en la abundancia de organismos bentónicos en las áreas de dragado y descarga	(P)	--	--	0
	Resuspensión de sedimentos con el aumento de tráfico naviero	NA	NA	NA	0
	Efectos sobre la fauna por explosiones para derrocamiento	(T)	--	NA	NA
	Reducción de flora y fauna bentónicas por derrocamientos	(T)	-	NA	NA
	Pérdida de la biodiversidad	(T)	0	0	0
	Impacto en la pesquería	(T)	-	-	0
Medio Antrópico	Aumento en la tasa de accidentes incluyendo derrames	NA	NA	NA	0
	Interferencia en el tráfico	NA	0	0	NA
	Aumento en contaminación del aire por utilización de dragas o aumento en el tráfico	NA	0	0	0
	Aumento en el ruido durante la obra y por aumento de navegación	NA	0	0	0

Rango de la Importancia de los Impactos

- = Cambio Negativo de Mayor Importancia
- = Cambio Negativo de Importancia
- = Cambio Negativo Moderado
- 0 = Sin Cambio en la Situación Actual
- +
- ++ = Cambio Positivo de Importancia
- +++ = Cambio Positivo de Mayor Importancia
- NA = No Aplicable
- (T) Temporal
- (P) Permanente

aún no se encuentra vigente su implementación. En cambio, se aplican otras normativas, que exigen EIA para proyectos hidroeléctricos, de infraestructura energética, viales y en relación a hidrocarburos. En las vías navegables, existe normativa y autoridad de aplicación específica en relación al medio ambiente fluvial y la franja costera y en materia de control de la contaminación fluvial. En el caso de las Operaciones de Redragado de la Ruta de Navegación Santa Fe-Océano, sobre los Ríos de la Plata y Paraná (HYTSA, 1996) se ha realizado una EIA de acuerdo a los requisitos convalidados internacionalmente.

Bolivia

En 1992 Bolivia promulgó una ley general que estipula la evaluación de los impactos sobre el medio ambiente en los artículos 24 a 28. Dicha ley define los proyectos que deben ser evaluados por sus impactos sobre el medio ambiente, los procedimientos administrativos para el informe. La ley estipula que deben realizarse evaluaciones ambientales para proyectos que alteren las condiciones hidrológicas, edafológicas, geomorfológicas y climáticas y exige la implementación de medidas de mitigación a fin de reducir al mínimo los impactos sobre el medio ambientes.

Brasil

El Artículo 225 que se agregó a la Constitución en 1988 establece el derecho del medio ambiente al equilibrio ecológico y le otorga poder al público para revisar la evaluación de los proyectos que pudieran causar una degradación importante en las condiciones ambientales. En 1986, el Consejo Nacional del Medio Ambiente fijó los requisitos específicos para los proyectos que deben contar con evaluaciones ambientales y dicha Resolución 001 estipula que los proyectos que comprenden el dragado de canales para la navegación están sujetos a una evaluación ambiental. Esta resolución también establece el contenido mínimo que debe tener un informe sobre medio ambiente: 1) Descripción del proyecto y sus alternativas, 2) Evaluación sistemática de los impactos, 3) Límites geográficos del proyecto y sus impactos, 4) Planes y programas para el área y el efecto que el proyecto tendrá sobre los mismos.

Paraguay

En 1992 la Constitución Nacional promulgó el Artículo 8 que estipula la preparación de evaluaciones ambientales para proyectos que puedan alterar las condiciones ambientales, incluyendo la categoría general de los proyectos hidráulicos.

Uruguay

En este país, la ley 16.466 promulgada el 3/1/94 establece que es de interés nacional impedir los impactos negativos sobre el medio ambiente. Los proyectos que puedan ocasionar impactos sobre las condiciones ambientales, incluyendo los que utilizan los recursos hidráulicos, deben realizar la evaluación de los posibles impactos de dichos proyectos. La ley no contiene especificaciones técnicas pero el informe de evaluación

debe ser revisado por el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.

1.5.2 Leyes y Reglamentaciones que Contemplan los Impactos sobre el Medio Ambiente en Componentes Ambientales Específicos

1. *Especies en Vías de Extinción*

En su legislación sobre evaluación ambiental o en otras leyes, algunos países hacen referencia al objetivo nacional de mantener el equilibrio ecológico total del medio ambiente. Un componente muy importante de la evaluación ambiental es analizar los indicadores del equilibrio ecológico estudiando la presencia de especies en vías de extinción en el área del proyecto y evaluar el posible efecto que el proyecto pueda tener sobre dichas especies. Las siguientes fuentes fueron consultadas para determinar la posible presencia de las especies en vías de extinción en el área del proyecto o en el área del impacto: IUCN, 1994 Lista Roja de Animales Amenazados, la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora, la Unión Mundial para la Naturaleza, y la Dirección de Fauna y Flora Silvestre de la Nación.

2. *Protocolos que reglamentan la navegación y el transporte de sustancias tóxicas*

La lista que se incluye a continuación enumera los protocolos que contemplan la seguridad en la navegación y el transporte de sustancias tóxicas.

Reglamentos aprobados

Regimen Unico de Dimensiones Máximas de los Convoyes
Aprobado en la XIIa del CIH

Reglamento Unico de Balizamiento
Aprobado en la Xa. Reunión del CIH

Reglamento para el Transporte de Mercaderías Peligrosas en la Hidrovia Paraguay-Paraná
Aprobado en la XIIIa. Reunión del CIH

Reglamento Unico para la asignación del francobordo a buques de carga
Aprobado en la Xa. Reunión del CIH

Reglamento Unico para el Transporte de Mercaderías sobre cubierta en embarcaciones de la Hidrovia
Aprobado en la XIVa. Reunión del CIH

Reglamento de inspecciones técnicas de seguridad para buques de la Hidrovia
Aprobado en la XIIa. Reunión del CIH

En análisis

Regimen Unico de Infracciones y sanciones

Regimen Uniforme sobre requisitos para ejercer el pilotaje

Regimen Unico de Seguridad de las Embarcaciones

Reglamento de Inspecciones

Asuntos Aduaneros

Incentivos Fiscales

2.0 ANTECEDENTES

La profundidad del canal de navegación de la Hidrovía, durante muchos años, se ha aumentado por medio de tareas de dragado. Estos dragados se han ejecutado en zonas denominadas “pasos”, donde el río pierde profundidad y significa un condicionante para la navegación.

A fin de mantener las profundidades mínimas necesarias en el canal, se han efectuado desde hace muchos años tareas de dragado en algunos pasos en forma anual, o de acuerdo a lo requerido por las condiciones imperantes.

Los organismos que han tenido a cargo la ejecución de las tareas de dragado a lo largo de la hidrovía son:

- Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables (DNCPyVN), a través de sus distritos Paraná Inferior (Buenos Aires), Paraná Medio (Paraná) y Paraná Superior (Corrientes).

Estos distritos han tenido a su cargo los tramos que se indican a continuación:

<i>Paraná Inferior -</i>	Río Paraná hasta Km 480, aguas arriba de Puerto San Martín.
<i>Paraná Medio -</i>	Río Paraná desde Km 480 a Esquina (Km 850).
<i>Paraná Superior -</i>	Río Paraná desde Esquina a Confluencia (Km 1240), Alto Paraná y Río Paraguay desde Confluencia a Asunción, este último tramo compartido con la ANNP (Paraguay)

- Administración Nacional de Navegación y Puertos (ANNP) del Paraguay, con sede en Asunción.
- Administración de la Hidrovía del Río Paraguay (AHIPAR), con sede en Corumbá, Brasil. Antiguamente el dragado era ejecutado por la empresa estatal Portobras, luego de su extinción, el mantenimiento del tramo brasileiro del Río Paraguay (Río Apa a Cáceres) quedo en manos de AHIPAR la cual depende de DOCAS de SANTOS, empresa administradora del Puerto de Santos.

La DNCPyVN tiene a su cargo el Río Paraná y el tramo del Río Paraguay comprendido entre Confluencia y Asunción, en forma compartida con la ANNP, quien además ejecuta el mantenimiento al norte de Asunción hasta el Río Apa. En el tramo brasileño, es decir al norte del Río Apa, interviene AHIPAR.

En el Río Paraná y en el tramo del Río Paraguay entre Confluencia y Asunción los servicios de dragado en los últimos años se han ejecutado en forma mas o menos regular.

En la Tabla N° 2.1 se han volcado los volúmenes dragados en cada tramo de la hidrovia según registros de la DNCPyVN (Argentina) en el río Paraná y Paraguay entre Confluencia y Asunción y la ANNP en el río Paraguay.

Los valores son muy variables año a año, ya que no solo dependen de las condiciones físicas de la vía navegable, es decir de sus condiciones hidrológicas y morfológicas, sino de aspectos vinculados a la disponibilidad de equipos, recursos y condiciones de la economía en general. Puede apreciarse en la tabla, que en el año 1990 se registra una abrupta disminución de los trabajos de dragado, la cual, en el caso de Paraná Medio continúa hasta la actualidad.

El volumen de dragado promedio en el tramo Paraná Medio es de 3,7 millones de m³, aunque se han dragado volúmenes anuales de hasta 10,8 millones de m³.

El valor registrado en Paraná Superior incluye los volúmenes dragados en el Alto Paraná, es decir el tramo del río Paraná ubicado aguas arriba de la Confluencia con el río Paraguay.

En el tramo Esquina-Confluencia se han ejecutado dragados en forma regular con un promedio anual de 1,3 millones de m³.

En el tramo Asunción - Río Apa los trabajos de dragado no han sido realizados en forma regular, registrándose un volumen notablemente superior (1,7 millones de m³) en el año 1994 debido a la asistencia del parque de dragas de la República Argentina en virtud de los convenios existentes entre ésta y el Paraguay.

En el tramo Apa - Corumbá sólo se registra un dragado en el año 1986 en los Pasos Piuvas y Conselho.

La profundidad a la que se han mantenido los canales de navegación son variables de un tramo a otro y en forma general responden a los siguientes valores:

<i>Santa Fé - Confluencia</i>	-	<i>3,05 m</i>
<i>Asunción - Confluencia</i>	-	<i>3,50 m</i>
<i>Río Apa - Asunción</i>	-	<i>2,70 m.</i>

VOLUMENES DRAGADOS POR TRAMO (valores en m3)

Año	RIO PARANA			RIO PARAGUAY		
	Inferior	Medio	Superior (1)	Confluencia Asunción	Asunción Río Apa	Río Apa Corumbá
1980	2,224,450	4,905,080	708,125	150,000		
1981	4,348,060	4,414,210	1,262,346			
1982	1,558,100	3,142,050	2,273,520	90,000		
1983	441,716	10,867,895	2,069,320			
1984	4,078,415	6,714,770	2,575,943	120,000		
1985	4,498,420	6,500,250	2,097,835	360,390		83,000
1986	2,004,673	2,974,260	361,630			
1987	6,544,420	5,991,940	1,830,490			
1988	8,705,119	4,117,980	2,146,580	180,500		
1989	6,125,290	3,043,265	1,748,100	270,600		
1990	206,590	681,391	166,315			
1991	4,455,560	584,300	1,011,633	48,000	80,000	
1992	1,255,100	884,025	1,485,287		80,000	
1993	2,811,660	569,725	989,326		0	
1994	2,121,760	115,485	645,500	751,980	1,756,350	
TOTALES	51,379,333	55,506,626	21,371,950	1,971,470	1,916,350	83,000

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DNCPyVN y ANNIP

(1) Incluye el Alto Paraná.

Tabla N° 2.1

3.0 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 EL ANTEPROYECTO

3.1.1 Las alternativas propuestas y alternativa recomendada

Las mejoras propuestas para la navegación en la Hidrovia, se pueden resumir en los siguientes dos principales aspectos:

- El dragado en 92 pasos de un canal que permita la continuidad de la navegación, de trenes de barcazas cuya dimensión y calado da lugar al conjunto de alternativas estudiadas.

Estos dragados, se concentran en estos denominados pasos, los que por la morfología del río, limitan la navegación cuando el nivel del río se encuentra en sus valores más bajos.

Las Figuras N° 3.1.1 a) a d) muestran algunos ejemplos de anteproyectos del canal de navegación. La Figura N° 3.1.2 muestra dos secciones transversales del río donde se indica el canal a dragar.

De estos 92 pasos, en 8 de ellos, el material a dragar es duro, formado en general por conglomerados de arcilla y canto rodado, o roca sedimentaria, a excepción de un lugar, Remanso Castillo, aguas arriba de la ciudad de Asunción, donde se encuentra basalto.

Los calados máximos para los cuáles se analizaron las alternativas de dragado, varían entre 2,00 m y 3,00 m, mientras que los anchos de canal, relacionados con la conformación del convoy de proyecto, varían entre 60 y 125 m.

El conjunto de todos los pasos a dragar, constituyen como máximo, 150 Km de longitud, pero distribuidos a lo largo de más de 2.000 Km de ríos.

Es de hacer notar que las alternativas analizadas representan en la práctica, la ejecución de obras que garanticen básicamente las condiciones de navegación actual, ya que como puede verse en otras partes de este informe, los niveles de agua actuales son sensiblemente más altos que los registrados hace 22 años, pero como se explica en el punto 5.0 Impactos del Proyecto, esta condición de niveles bajos puede volver en cualquier momento dado que ha ocurrido con anterioridad, por ejemplo entre 1964 y 1973.

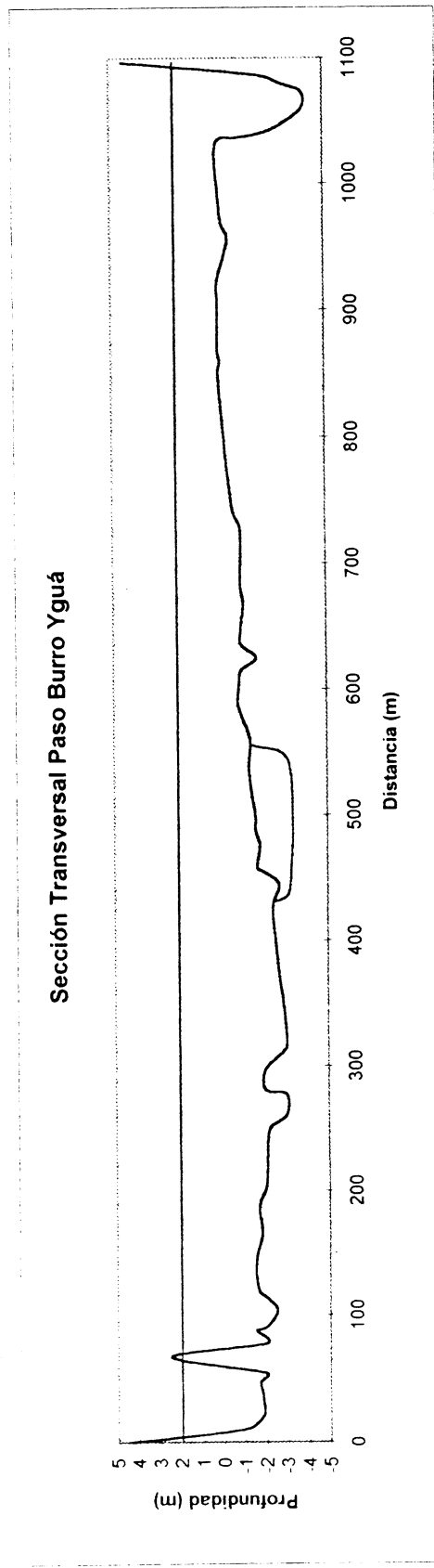
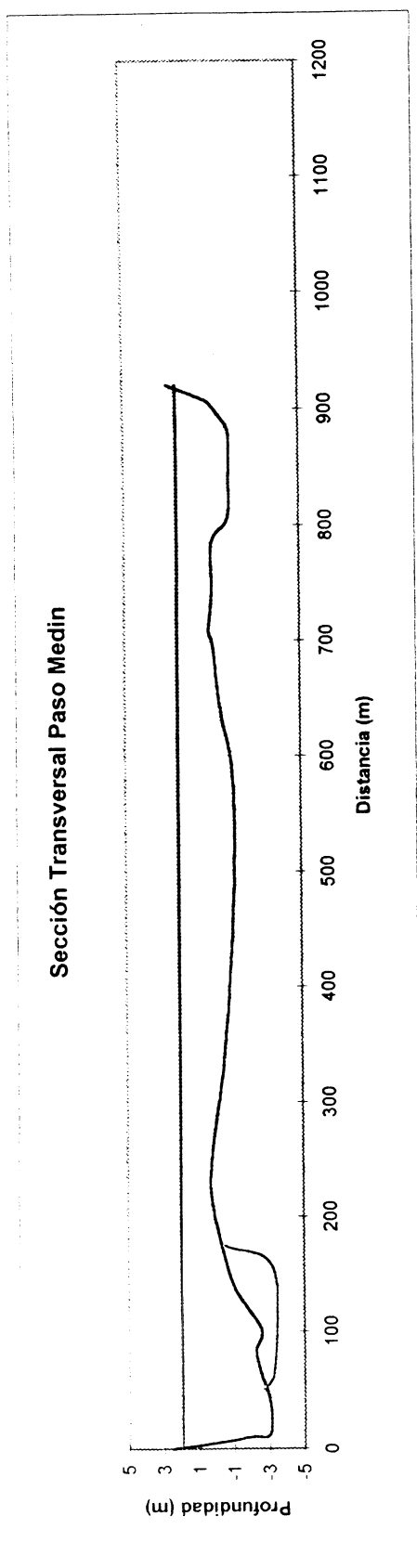


Figura 3.1.2

- El mejoramiento de las ayudas a la navegación, a lo largo de toda la Hidrovía.

Esto básicamente consiste en reponer y en algunos casos aumentar las señales en tierra y en agua, así como dar uniformidad al sistema, de modo tal de permitir la navegación nocturna.

En los pasos críticos, la señalización incluye la instalación de boyas para indicar la ubicación del canal dentro del cauce.

El conjunto de alternativas estudiadas, evaluaciones técnico-económicas realizadas, y consideraciones sobre el futuro del tráfico, permitieron recomendar la ejecución, en estos 92 pasos, de canales cuyas dimensiones generales y volúmenes de dragado preliminares se indican en la Tabla N° 3.1.1.

**Tabla N° 3.1.1 - Características de los Mejoramientos Propuestos
Volúmenes Preliminares de Dragado de Apertura de la
Hidrovía - Santa Fé - Corumbá**

Tramo	Ancho del canal (m)	Calado garantizado (m)	Profundidad a dragar (m)	Volumen de arena (m ³)	Volumen de materiales duros (m ³)
Santa Fé - Asunción	90	3,0	3,6	4.836.634	--
Asunción - Corumbá	90	2,6	3,2	11.862.370	606.891
Canal Tamengo	90	2,6	3,2	2.564.275	16.809
Totales				19.263.279	623.700

El capítulo 9 contiene información detallada sobre el desarrollo de los proyectos preliminares mientras que los análisis de evaluación económica y selección de alternativas se presentan en el capítulo 14.

Luego de la presentación de las conclusiones y recomendaciones sobre la alternativa seleccionada (Tabla N° 3.1.1), por decisión del CIH, tomada durante la Reunión de Jefes de Delegación y de Grupos Técnicos, se aprobó la formación de 4 x 5 barcasas para el convoy de proyecto correspondiente al tramo Santa Fé - Asunción, manteniendo la configuración propuesta de 4 x 4 para el tramo Asunción - Corumbá. Esta modificación tuvo lugar con posterioridad al desarrollo de esta tarea de evaluación de impacto ambiental.

El cambio en la formación del convoy de proyecto de 4x4 a 4x5 significa para los pasos ubicados entre Santa Fé y Asunción, aumentar el ancho del canal de navegación de 90 a 100 m manteniendo la misma profundidad.

Este aumento de 10 m en el ancho del canal se traduce en un incremento de aproximadamente el 10 % en los volúmenes de dragado. Esta variación está dentro del rango de error que tienen los volúmenes considerados, ya que los mismos corresponden a los determinados en la etapa de proyectos preliminares. Se considera entonces que ello no altera los resultados y conclusiones generales obtenidas en relación al impacto que las obras provocarán sobre el medio ambiente.

3.1.2 Dragados y zonas de vaciamiento

El proyecto prevé para el dragado de los pasos críticos, la utilización de dragas tipo de succión con cortador, las cuales son aptas para el dragado en los pasos con arenas y aquellos con presencia de materiales duros que no requieren el uso de explosivos.

El material dragado, será ubicado dentro del lecho del río en zonas de energía intermedia, mediante el refulado directo, o el vaciado de la cántara de la draga o de chatas de apoyo. Esta operación, se realizará cuidando de producir la menor perturbación al medio.

Las zonas de refulado o vaciado serán definidas en el Proyecto Ejecutivo, pero revisadas al momento de la construcción de las obras, en vista de las modificaciones que naturalmente se pueden producir en las seleccionadas previamente.

El criterio básico del proyecto establece que el material será volcado en el río como forma de mantener el balance sedimentológico del río, y que la altura máxima del depósito sedimentos no debe exceder de 2,50 m, siendo en promedio entre 1,0 y 1,5 m.

Como se indicara precedentemente, los lugares de volcamiento, no serán fuera del cauce ni en humedales vecinos, sino dentro del cauce, pero donde las velocidades sean inferiores a la del curso principal.

La única excepción la constituye el Canal Tamengo, donde debido al alto volumen de dragado y a las características granulométricas del material, el vaciado se efectuará fuera del cauce sobre la margen Norte y Noreste.

3.1.3 Derrocamientos

Dentro del término derrocamiento, se ha incluido sobre un total de 92 pasos a un conjunto de ocho pasos donde lo existente es material duro. Siete constituidos por conglomerados de arcilla y canto rodado consolidado dragable mediante draga cortador, y roca sedimentaria friable, que puede ser escarificada y extraída por medios mecánicos. Solo uno, Remanso Castillo, por la presencia de basalto en algunas secciones, requiere el uso de explosivos para su remoción.

El tratamiento a dar en estos casos, a los materiales dragados es igual que al de material arenoso, ya descrito.

En el caso de Remanso Castillo, el uso de microexplosivos será el mecanismo que minimice el impacto del proceso y la remoción del material se realizará con medios mecánicos, siguiendo igual criterio al utilizado para los pasos arenosos.

3.1.4 Características de los equipos a utilizar

La draga cortadora es un equipo muy difundido en las operaciones realizadas en los ríos con fondos duros. Consta de un cabezal cortador rotativo en el extremo de la escalera que excava el fondo del lecho y guía el material a la tubería de succión. Luego ese material mezclado con agua, es impulsado por bombas a través de cañerías al lugar de deposición.

La mayor parte de la turbidez producida en la zona de corte está localizada en las proximidades del cortador. Los niveles de turbidez están directamente relacionados al tipo y a la cantidad de material cortado que no es captado por la boca de succión.

La cantidad de material suministrado a la boca de succión está controlado, tanto por la velocidad de rotación, como por el espesor vertical que es la altura de corte y la velocidad horizontal del cortador en su desplazamiento transversal al corte.

Existe también turbidez producida por el deslizamiento del material de los taludes en los cortes verticales, y en general por descuidos en el manejo del brazo cortador.

En investigaciones en ríos con similares velocidades de escurrimiento como los de la Hidrovía (Herbich y Brahme, 1983) las mayores concentraciones de turbidez se han detectado en la vecindad del cortador que efectúa barridos del frente de corte, en valores de 100 ppm y su influencia se extiende aguas abajo en unos 100 m.

A medida que avanzan los cortes en profundidad el área de influencia de la turbidez disminuye, siendo también menores los niveles de concentración. Esto se debe a que la profundización del canal hace que el material suspendido producto del corte quede redepositado en el mismo lugar.

Para el derrocamiento en basalto, se hace necesario utilizar explosivos antes de remover el material por medio de una draga cuchara de almeja. Los explosivos son ubicados en la roca dentro de agujeros perforados en la misma. Mediante un sistema de microretardo se controla la explosión, para producir la menor perturbación al medio.

3.1.5 Instalación de accesorios de ayuda para la navegación

El sistema de boyas y señales existente será aumentado para incrementar la navegación de 18 a 24 horas. El aumento y mejoramiento de la señalización, mejorará las condiciones de seguridad a la navegación.

Después de un levantamiento completo de todas las señales existentes a lo largo del tramo Nueva Palmira - Corumbá, se realizó un proyecto preliminar de incremento de señales en el tramo Santa Fe-Corumbá. Se analizó también el tramo Santa Fé - Nueva Palmira, en el cuál existe señalización adecuada para navíos oceánicos. En ese tramo se incluyeron algunas boyas y balizas en el acceso al puerto de Nueva Palmira, y en algunos trechos se previó señalización para separar la navegación fluvial y marítima.

En la Tabla N° 3.1.2 se da un resumen de la señalización adicional requerida según las estimaciones preliminares.

Tabla N° 3.1.2: Señalización adicional requerida, Tramo Nueva Palmira - Corumbá

Tramo	Boyas IIB	Equipos Lumínicos	Boyas II B Ciegas	Balizas Lumin.	Balizas ciegas
Km 585-Km 853	69	49	---	43	19
Km 853 - Km 1240	51	---	10	79	16
Km 1240-Km 1620	15	---	2	90	25
Km 1620-Km 2172	4	---	---	137	38
Km 2172-Km 2762	---	---	---	14	56
Canal Tamengo	---	---	---	5	---
Pto. Nva. Palmira	1	---	---	3	2
TOTALES	140	49	12	371	156

Separación tráfico fluvial y marítimo, diversos tramos entre Km 213, 555: 30 boyas ciegas livianas y 2 balizas

Se utilizará el mismo tipo de boyas que actualmente se usa en la Hidrovia. Estas boyas son pesadas y responden bien al impacto de los camalotes, o islas flotantes, que comúnmente se encuentran en estos ríos. En el capítulo 17 se da información detallada sobre el balizamiento existente y propuesto.

4.0 DIAGNOSTICO AMBIENTAL

4.1 MEDIO FISICO

4.1.1 Hidrología

4.1.1.1 Características hidrológicas generales

Se presentan en este punto los principales aspectos hidrológicos de los ríos Paraguay y Paraná, los cuales forman parte del sistema fluvial del Plata, uno de los mayores del mundo con una cuenca de 3.100.000 Km², que se extiende por los territorios de Brasil (1.415.000 Km²), Argentina (920.000 Km²), Paraguay (410.000 Km²), Bolivia (205.000 Km²) y Uruguay (150.000 Km²).

La cuenca de los ríos Paraguay y Paraná es la mas importante del sistema del Plata, con un área de drenaje de 2.605.000 km² que representa el ochenta y cuatro porciento del total de la Cuenca del Plata, (Bonetto 1975), constituyendo la cuarta mayor cuenca en el mundo y la segunda mayor de Sudamérica

Del total de la cuenca, el Paraná representa el 58 %, con una superficie de 1.510.000 Km² y el Paraguay el 42 % con 1.095.000 Km².

El Paraná es el principal río de la cuenca, por su extensión y por la magnitud de los caudales que presenta, mientras que el río Paraguay es su principal tributario. El río Paraná tiene un caudal antes de la confluencia con el río Paraguay, de 4 a 5 veces la descarga del río Paraguay.

En esta cuenca existen dos elementos distintivos que son el Pantanal Matogrosense, ubicado en la subcuenca del Alto Paraguay, al norte del río Apa y el Delta, ubicado en la desembocadura del río Paraná en el río de la Plata. El Pantanal es una inmensa planicie inundable de aproximadamente 140.000 Km² (Hamilton, 1995), de una extraordinaria riqueza en flora y fauna. El Delta por su parte constituye una zona de aproximadamente 15.000 Km² (TGCC, 1995) en que el río Paraná distribuye sus aguas en una gran cantidad de brazos y cauces entrelazados dando una complicada configuración de innumerables grupos de islas.

- Río Paraguay:

El río Paraguay es un río meandroso con escurrimiento en dirección norte-sur que recorre una longitud de 2.550 Km y drena una cuenca de 1,1 millones de Km² (42% de la cuenca total).

Nace en el Mato Grosso en 14° 20' de latitud Sur y desemboca en el río Paraná, al norte de la ciudad argentina de Corrientes. Este lugar es identificado como Confluencia (Km 1240).

El ancho de la planicie de inundación del Alto Paraguay (al norte del río Apa) varía entre 1 y 15 Km. En el tramo medio del río Paraguay (Asunción-río Apa), este ancho es de 5 a 10 Km, siendo inundable en general la margen derecha (oeste). Al sur de Asunción las crecidas se desarrollan en ambas orillas, inundando zonas de 10 a 15 Km.

El ancho medio del cauce principal es variable a lo largo del río. En términos generales, hasta el río Apa el ancho es de 120 a 600 m. Dentro del Pantanal se tienen anchos aún menores, variando de 40 a 200 m. Al sur del río Apa, el río se ensancha y al sur de Asunción y hasta su desembocadura el ancho promedio es de 700 m, variando entre 260 y 2.700 m.

El río Paraguay en su trecho superior, al norte de la ciudad de Cáceres, presenta un ciclo hidrológico con épocas de inundaciones (diciembre a marzo) y de estiaje (agosto a octubre), bien definidas, con variaciones relativamente rápidas de los niveles de agua y declinaciones de las líneas de agua relativamente elevadas.

En las proximidades de Cáceres hasta la entrada al Pantanal Matogrosense (Barra do Bracinho - Km 3282) hay una sensible reducción en las pendientes y existen algunas lagunas marginales.

A partir de la Barra Norte do Bracinho los terrenos marginales se presentan mucho más bajos y planos, con serias dificultades de drenaje. Estos terrenos son designados genéricamente como Pantanal Matogrosense. Aquí las aguas del río Paraguay y sus afluentes, al igual que el agua precipitada, son retenidas cubriendo grandes áreas.

El retorno de estas aguas al curso de agua principal es lento y gradual, por descarga superficial sobre los terrenos, por infiltración a través de las barreras que retienen las aguas y forman los lagos y lagunas típicas de esta región o a través del escurrimiento subsuperficial.

Las dificultades de drenaje son tales que un elevado porcentaje de esas contribuciones es perdida por evaporación. La pérdida de agua por evapotranspiración es aproximadamente equivalente a la precipitación directa (Hamilton, 1995).

El embalsamiento de las aguas, juntamente con los fenómenos de evaporación e infiltración tienen como consecuencia una sensible amortiguación de las inundaciones, es decir disminución de los caudales pico y retardo en su propagación. En época de estiaje se produce la descarga de parte del agua acumulada incrementando los caudales de estiaje aguas abajo. Este almacenamiento y la consecuente liberación de agua ocurre tanto en forma estacional como en períodos de tiempo mayores, es decir provocando una regulación multinual, lo cual significa que en los años secos se produce la liberación del agua acumulada en los años húmedos (Ponce, 1995; EDIBAP, 1979; Adámoli, 1986).

Este efecto regulador provoca una demora de alrededor de 3 ó 4 meses en la ocurrencia del pico de crecida, ya que aguas arriba del Pantanal (Cáceres) las crecidas tienen su pico entre los meses de febrero y marzo, mientras que aguas abajo (Corumbá) generalmente se dan en el mes de junio.

Los principales tributarios del río Paraguay son el río Cuiabá - Sao Lourenço, Bermejo y Pilcomayo.

El cuadro siguiente resume los afluentes, su ubicación y área de cuenca hidrográfica que drenan.

AFLUENTE	DISTANCIA DE LA DESEMBOCADURA	AREA CUENCA HIDROGRAFICA (Km ²)	PORCENTAJE CUENCA (%)
<i>Margen derecha</i>			
Jaurú	2.125	10.500	1,0
San Carlos	800	4.750	0,4
Verde	753	6.900	0,6
Monte Lindo	622	9.000	0,8
Confuso	411	9.800	0,9
Pilcomayo	379	190.000	17,3
Bermejo	81	131.000	12,0
<i>Margen Izquierda</i>			
Cuiabá-Sao			
Lourenço	1.748	101.000	9,2
Taquari	1.483	65.000	5,9
Miranda	1.422	42.100	3,8
Apa	932	16.200	1,5
Aquidaban	747	12.300	1,1
Ypané	691	11.300	1,0
Jcui	571	19.100	1,7
Manduvirá	445	10.300	0,9
Tebicuary	141	31.450	2,9

Fuente: Vías Navegables Interiores de Brasil - Vol. 10 - 2a. Parte

Un aspecto importante en el régimen hidrológico del río Paraguay es que las características de las cuencas hidrográficas de los diversos tributarios son bastante diferentes (sobre todo aguas abajo del río Cuiabá) y la distribución de las lluvias sobre las diferentes áreas de la enorme cuenca varia considerablemente de año en año. Las inundaciones de los afluentes no son siempre coincidentes con las crecidas del río Paraguay, la integración de las diversas contribuciones, sufre grandes variaciones, tanto en tiempo como en espacio tornando muy complejo el régimen, en su conjunto, sobre todo para los trechos inferiores.

En la desembocadura en el río Paraná se genera una curva de remanso que hace sentir su influencia en el tramo terminal del río Paraguay. Los ríos Bermejo y Pilcomayo también contribuyen a la formación de la curva de remanso.

También contribuye a la formación del remanso, la diferencia en el régimen de crecidas entre el río Paraná y el río Paraguay. La onda de crecida proveniente del río Paraguay llega con un retardo de aproximadamente 3 meses con respecto a la onda proveniente del alto Paraná en Confluencia. Esto implica que la máxima descarga del Paraguay ocurre cuando el Paraná lleva menores caudales, es decir no se superponen los efectos de la crecida, sino desfasados en el tiempo. El caudal medio anual del río Paraguay es del orden de $4.500 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Río Paraná:

El río Paraná nace de la confluencia de los ríos Grande y Paranaíba, entre los estados brasileños de Sao Paulo, Minas Gerais y Mato Grosso do Sul y tiene una extensión de 2570 km.

El río Paraná forma parte de la Hidrovia a través de su tramo medio e inferior, es decir desde la Confluencia con el río Paraguay hasta su desembocadura en el Río de la Plata.

El tramo comprendido aguas arriba de Confluencia constituye el Alto Paraná. Este tramo es intensamente utilizado mediante represamientos. Se contabilizan veintitres represas hidroeléctricas proyectadas o construidas en la cuenca. La regulación provocada por estas obras ha incrementado los niveles de estiaje del río Paraná en 1.00 m, tal como ha sido corroborado por los estudios hidrológicos efectuados por los Consultores.

Luego de la Confluencia, se desarrolla el Paraná Medio, con un longitud de 700 Km. La pendiente media es de 4,5 cm/km. Es un típico río de llanura, con orillas formadas por sus propios depósitos aluviales, con una expansión progresiva del valle aluvial. Corre con gran ancho y a través de numerosos brazos e islas de varios kilómetros que forman un cauce entrelazado, creando múltiples tramos de canales.

El ancho del cauce es muy variable, de 400 a 8000 m con un valor promedio de 2.800 m.

El cauce se caracteriza por tener una extensa planicie de inundación, variable entre 6 y 40 Km.

El Paraná Medio típicamente presenta una margen izquierda elevada y una margen derecha pobremente definida e inundable.

Aguas abajo de Diamante (Km 535), el río es denominado Paraná Inferior, hasta su desembocadura. En Rosario la sección principal del río tiene un ancho de 2 Km mientras que su planicie de inundación alcanza los 57 Km. En general la margen inundable cambia hacia la izquierda.

Los picos de caudal en la zona baja del río Paraná se dan, en términos generales entre los meses de enero y abril mientras que el período de aguas bajas ocurre entre agosto y noviembre. Los caudales de descarga varían entre 4.000 m³/s y 60.000 m³/s, con un promedio anual de 16.000 m³/s.

Los tributarios principales del río Paraná, en el tramo de hidrovía, se resumen en el cuadro siguiente. Estos producen una influencia despreciable en la descarga del río.

AFLUENTE	DISTANCIA DESDE RIO DE LA PLATA	AREA CUENCA HIDROGRAFICA (Km ²)	PORCENTAJE CUENCA (%)
<i>Margen derecha</i>			
Paraguay	1.240	1.096.000	40,59
Salado	585	800.000	29,63
Carcaraña	480	3.000	0,11
Arrecifes	124	1.800	0,07
<i>Margen Izquierda</i>			
Corrientes	846	20.000	0,74
Guayquiraró	807	10.000	0,37
Feliciano	715	18.000	0,67
Gualguay	253	20.000	0,74

Fuente: INTERNAVE 1990

El tramo terminal del río Paraná está influenciado por el régimen mareológico del río de la Plata, que puede hacer sentir su efecto hasta Rosario (Km 420).

4.1.1.2 Niveles y pendientes de la línea de agua

Las Figuras N° 4.1.1 a) a 4.1.1.c) ilustran sobre los niveles diarios alcanzados por el río en distintos años en algunos puntos de la hidrovía. Los niveles alcanzados por las aguas son muy variables dentro del mismo año hidrológico y de un año a otro.

Los ríos Paraguay y Paraná, se caracterizan por tener un escurrimiento que se desarrolla con pendientes muy bajas. La poca pendiente de la línea de agua se debe a que los terrenos atravesados por los ríos Paraguay y Paraná son muy planos. La ciudad de Cáceres (Km 3.440), punto terminal de la Hidrovía, está a menos de 130 m sobre el nivel del mar.

Una idea general sobre las pendientes de la línea de agua se tiene a partir de la línea de referencia, definida para el establecimiento de las profundidades (ver Figura N° 4.1.2). Esta línea representa una situación estadística de aguas bajas, y significa que el 90 % del tiempo de un año seco, el cual se produciría estadísticamente 1 vez cada 10 años, los niveles de agua estarán por encima de dicha línea de referencia. Por lo tanto, la línea de referencia no tiene un

Niveles en Ladario

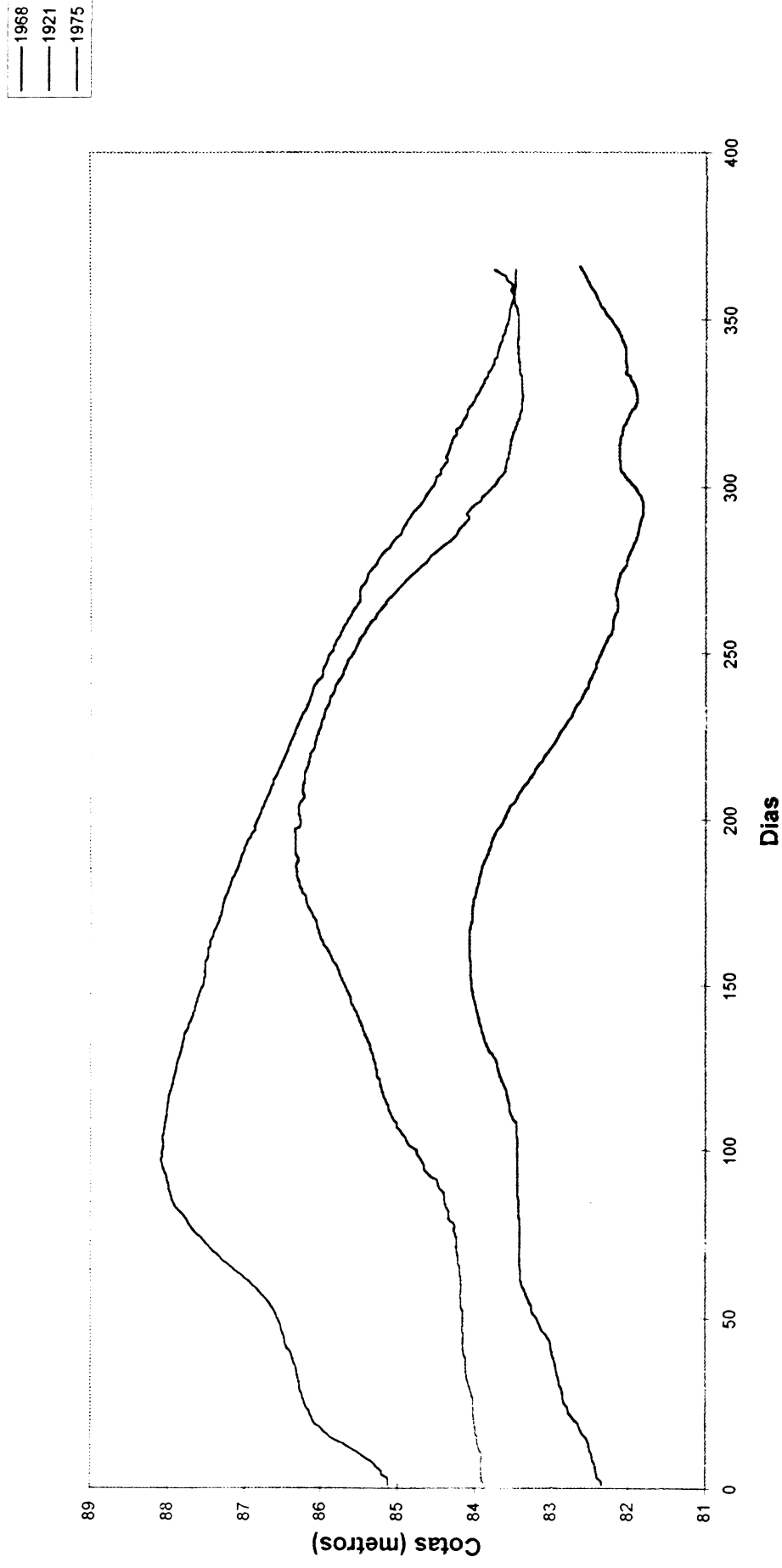


Figura N° 4.1.1 a)

Niveles en Asunción

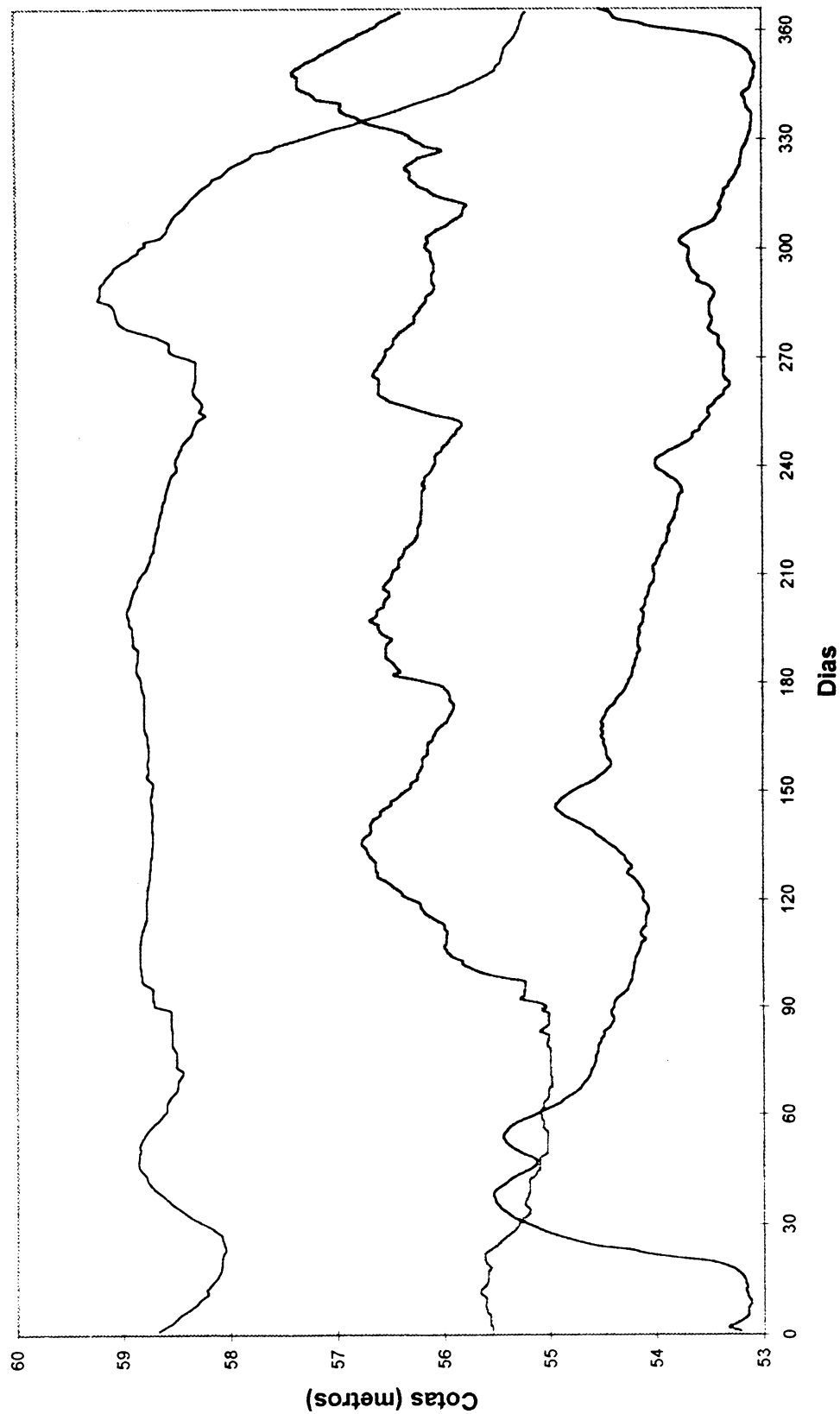
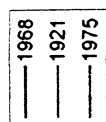


Figura N° 4.1.1 b)

Niveles en Corrientes

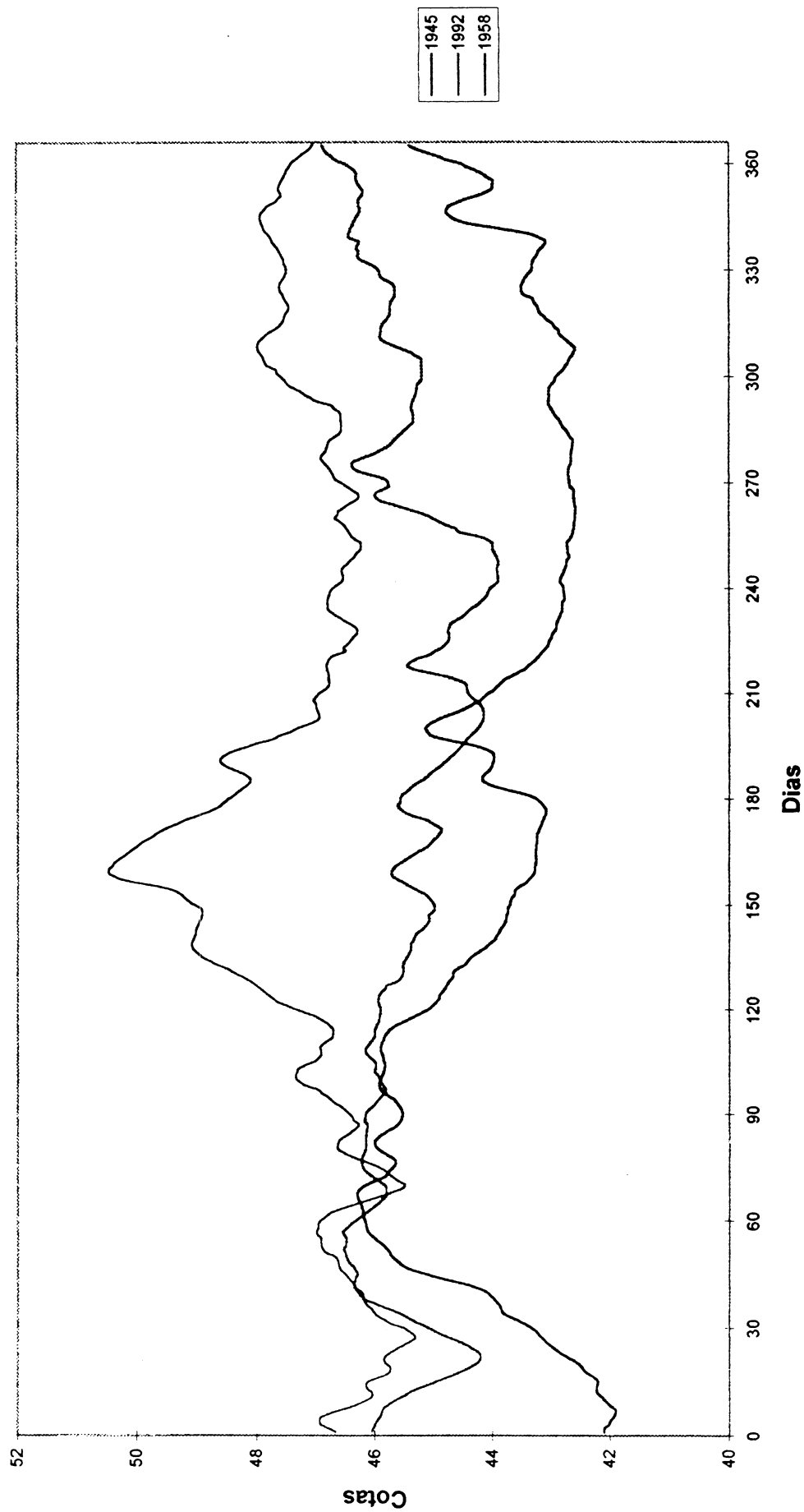


Figura N° 4.1.1 c)

PERFIL DE LOS CEROS HIDROGRAFICOS

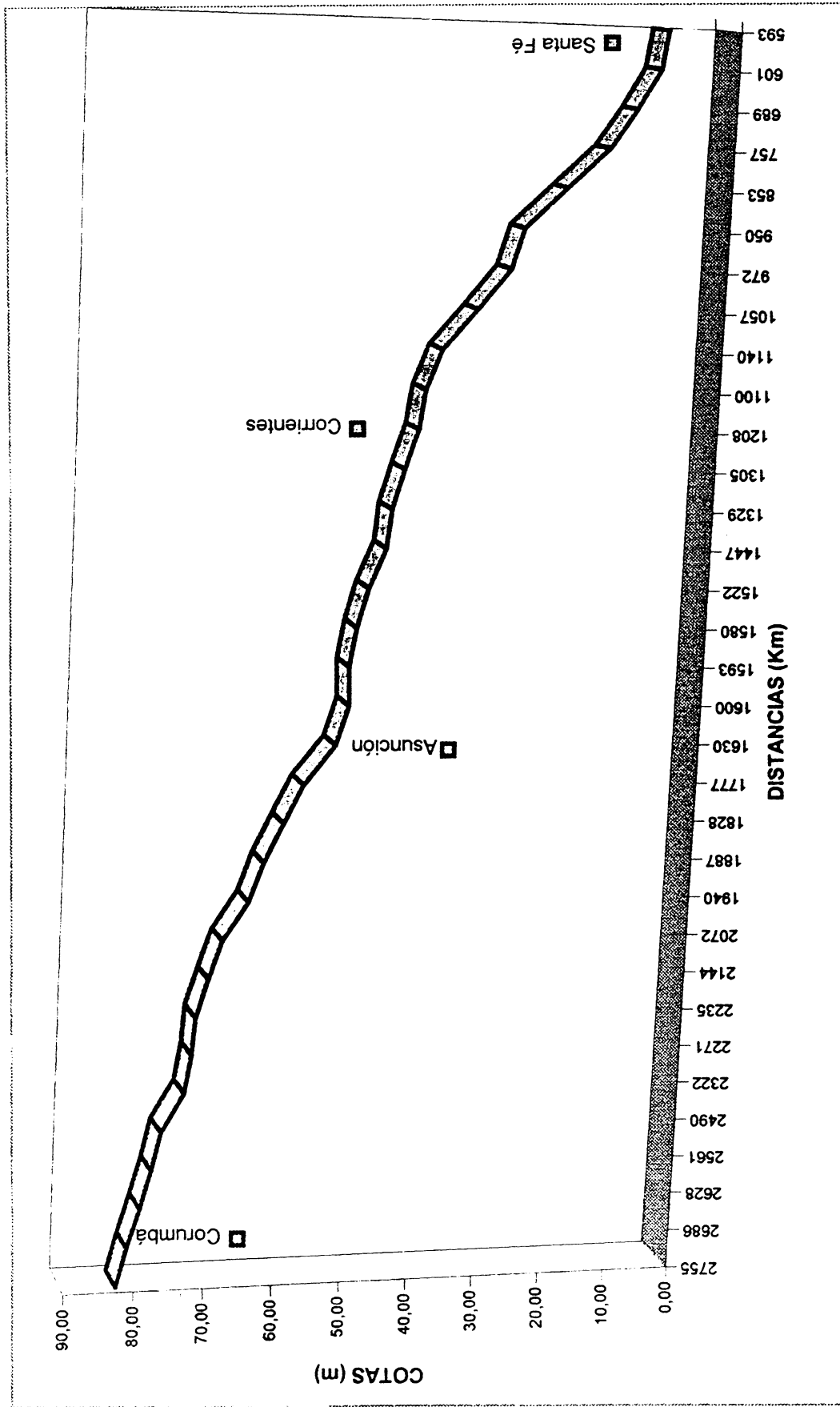


Figura N° 4.1.2

significado físico, ya que cada uno de los niveles que la definen no se presentan simultáneamente, pero da una idea general sobre las pendientes del curso de agua.

La Figura N° 4.1.3 a) muestra la variación de las pendientes en el tramo Ladario Asunción para el año hidrológico 1975, mientras que la Figura N° 4.1.3.b) muestra la misma información para el tramo Porto da Manga - Porto Esperanza.

4.1.1.3 Caudales y velocidades

Existen a lo largo de la Hidrovia algunas estaciones fluviométricas donde se han realizado mediciones de caudal que permitieron establecer las curvas h-Q que correlacionan los caudales con los niveles alcanzados por el río en el lugar.

A partir de estas curvas de caudal y de los registros de niveles de agua, se dispone de un conocimiento bastante detallado de las descargas que escurren por lo distintos tramos de los ríos Paraguay y Paraná. En virtud de ello es fácil notar la variabilidad existente en los caudales transportados por los ríos.

A título ilustrativo se muestran en la Figura N° 4.1.4 las curvas h-Q de algunas estaciones fluviométricas.

La Figura N° 4.1.5, muestra en distintos lugares el caudal promedio anual y el máximo y mínimo diario (Internave, 1990).

El caudal medio anual del río Paraguay antes de su desembocadura es de 4.500 m³/s mientras que el río Paraná tiene un caudal promedio de 16.000 m³/s.

En general a lo largo de toda la Hidrovia las velocidades son bajas, a causa de la poca pendiente del propio lecho y muchas veces, por la influencia de los remansos provocados por la descarga de algunos tributarios.

En el tramo Corumbá - río Apa no se han medido velocidades superiores a 0,90 m/s (Internave, 1990). Esto ha sido corroborado por las mediciones efectuadas por los Consultores en 1995. Aguas abajo del río Apa se midieron algunos valores superiores (Casado, Lamboné y Rosario) de hasta 1,12 m/s aunque en general se mantiene el límite de 0,90 m/s.

Velocidades más altas se dan sólo en algunos puntos aislados donde ocurren estrechamientos del cauce, fondos rocosos u obstrucciones por puentes, ya que los fondos arenosos y la baja pendiente de la línea de agua no permite el desarrollo de altas velocidades.

En el río Paraná, las mediciones muestran un notable aumento de las velocidades medias con valores de hasta 1,3 m/s y sobrepasando frecuentemente 1 m/s. En el

**Pendiente del pelo de agua en el tramo Ladario-Asunción para el año 1975
(Km 2755-1630)**

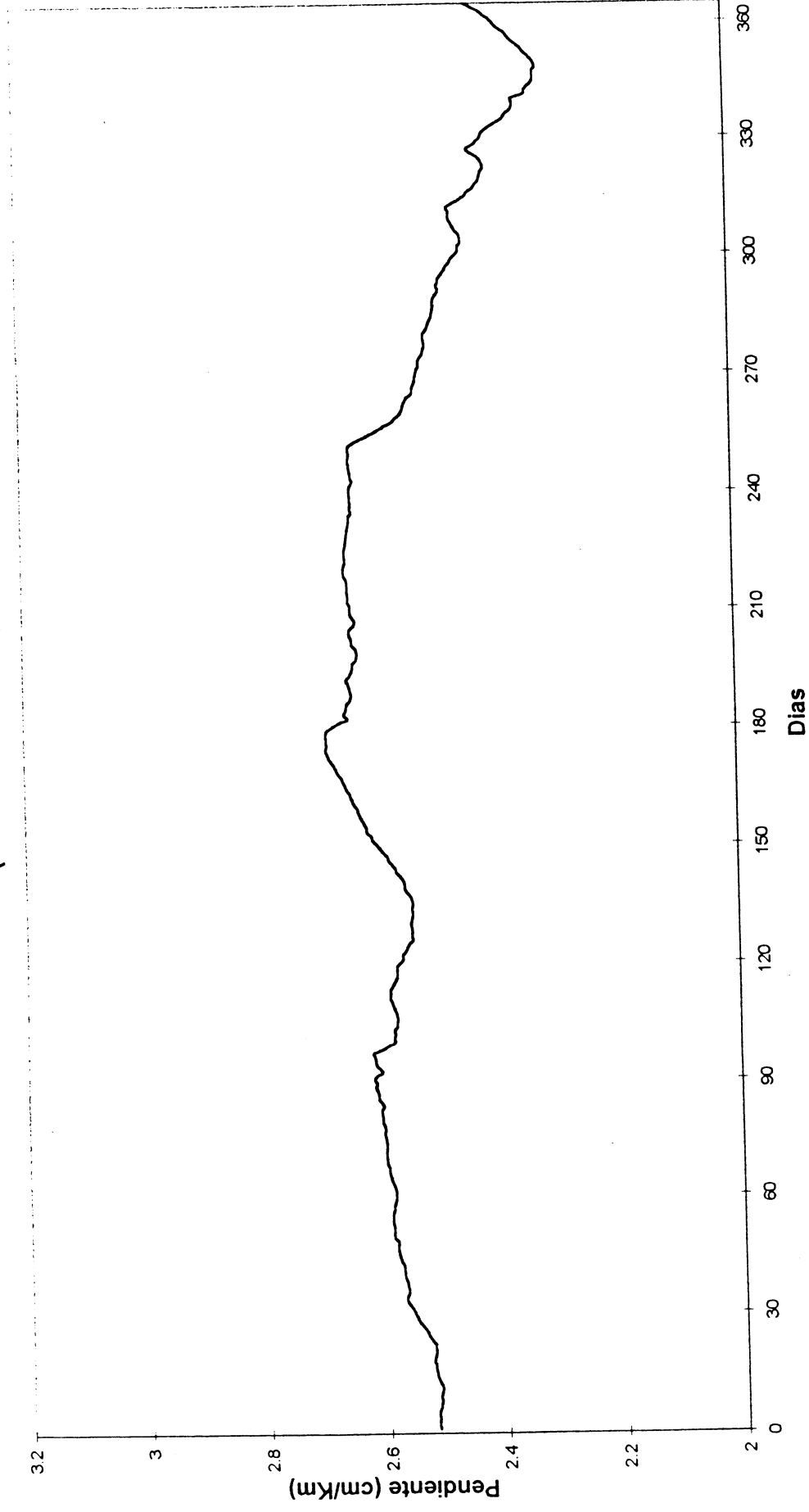


Figura N° 4.1.3 a)

**Pendiente del pelo de agua en el tramo Porto da Manga - Porto Esperança
para el año 1975 (Km 2686 - 2628)**

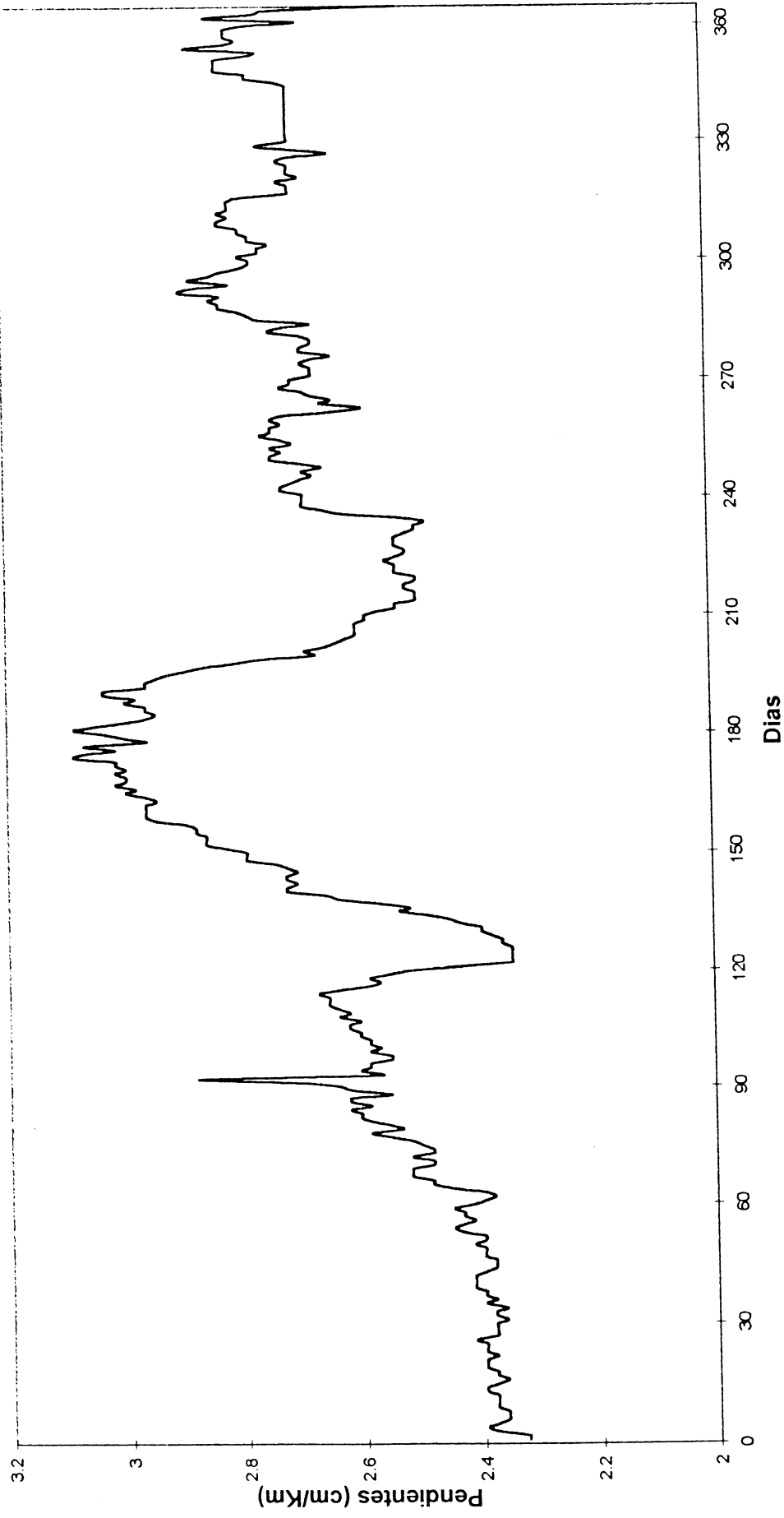
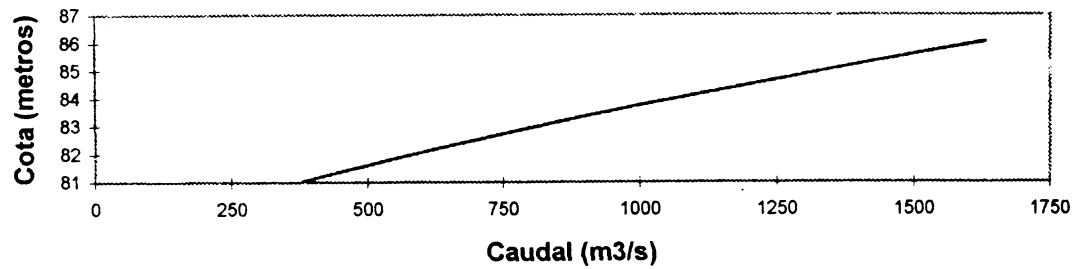
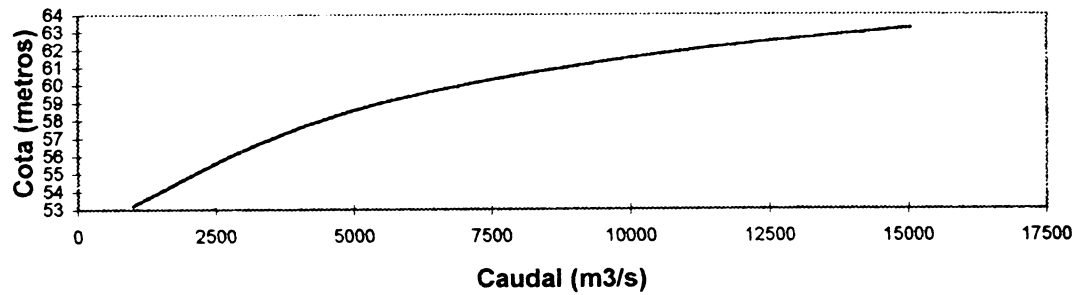


Figura Nº 4.1.3 b)

Curva Cota-Caudal en Ladario



Curva Cota-Caudal en Asunción



Curva Cota-Caudal en Corrientes

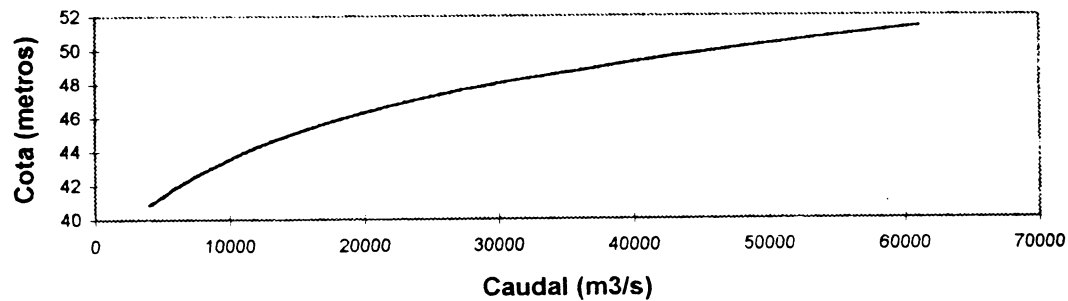


Figura N° 4.1.4

Caudales Diarios en algunas Estaciones Fluviométricas

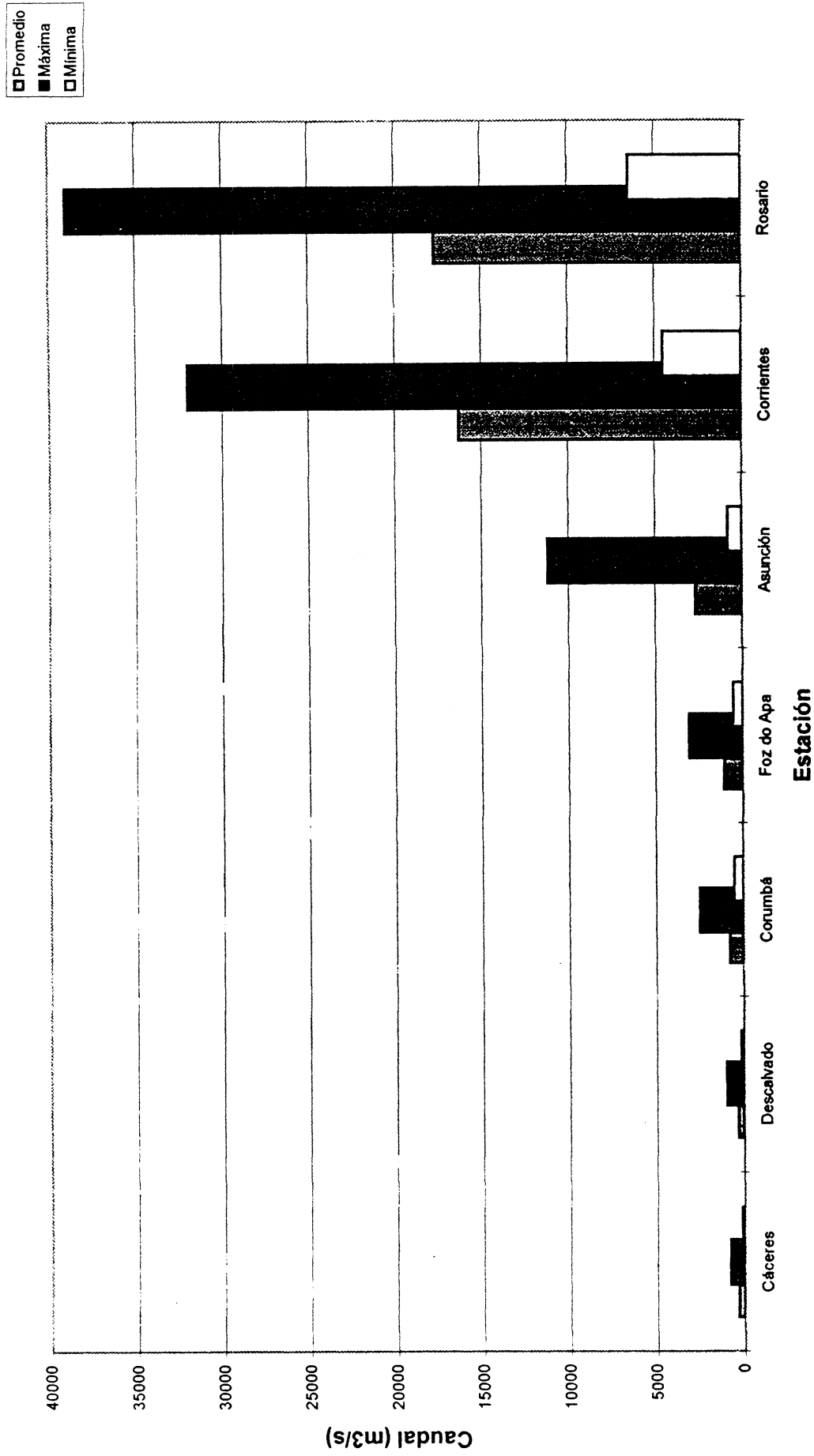


Figura Nº 4.1.5

río Paraná las velocidades promedio en grandes crecientes alcanzan valores superiores a 2 m/s.

4.1.1.4 Características hidrológicas del Sistema Tamengo

El Canal Tamengo se encuentra ubicado en el extremo norte del tramo de la hidrovía bajo análisis, al oeste de la ciudad de Corumbá (Figura N° 4.1.6).

Este canal, es un curso natural de agua que vincula la Laguna de Cáceres con el Río Paraguay. La longitud del canal es de 10.5 km. desde el Hito Tamarinero (punto de salida en la Laguna Cáceres), hasta la desembocadura en el río Paraguay, alrededor de 500 m aguas arriba del puerto existente en Corumbá.

El kilometraje del canal Tamengo se mide a partir del puente de la obra de toma de agua potable de la ciudad de Corumbá ubicado en la desembocadura del mismo en el río Paraguay.

Desde el Km 0 el canal corre en territorio brasileño (Estado de Matto Grosso do Sul) hasta aproximadamente el Km 4, desde allí constituye la frontera internacional entre Bolivia y Brasil hasta la Laguna de Cáceres, ubicada en territorio boliviano en el Departamento de Santa Cruz.

Dentro del contexto del acuerdo entre los cinco países de la Hidrovía Paraguay-Paraná (Brasil, Bolivia, Paraguay, Argentina y Uruguay), Bolivia tiene el acceso vía el Canal Tamengo, hacia las aguas internacionales del río Paraguay y los países de ultramar.

Sobre la margen sur de la Laguna de Cáceres se ubica Puerto Suarez mientras que sobre el canal Tamengo se ubican Puerto Quijano (Base Naval), Puerto Aguirre y Puerto Gravetal (ambos puertos cerealeros).

Tal como se expresa en el estudio para el Dragado de Emergencia del Canal Tamengo (LHUMSS, 1990) el Canal Tamengo es un componente de lo que se denomina Sistema Tamengo, el cual constituye un by-pass y buffer del Río Paraguay. (Ver Figura N° 4.1.6).

Este sistema esta formado por los canales Tuyuyu y Sicurí que derivan agua del Río Paraguay hacia la Laguna de Cáceres, la propia Laguna Cáceres , el Canal Tamengo y la zona inundable ubicada en la costa norte del Canal Tamengo y al oeste del río Paraguay.

El ancho del espejo de agua en el Canal Tamengo varía aproximadamente de 100 m con nivel de aguas bajas a 300 m con nivel de aguas altas. El trazado en planta parece ser completamente estable, no existiendo evidencias sobre el avance de los meandros. Las velocidades bajas del agua que se presentan, están completamente

a favor de la forma estable de la geometría, tanto en sección transversal como en perfil longitudinal.

Las profundidades naturales respecto del cero, son en general inferiores a 1 m.

Tal como se mencionara anteriormente, el Canal Tamengo es un componente del sistema que integra con la Laguna Cáceres, los canales Tuyuyú y Sicurí y la zona inundable adyacente.

La Laguna Cáceres está alimentada por el drenaje de la cuenca, dos principales "canales" que nacen aguas arriba del río Paraguay, es decir, el Canal Tuyuyú y el Canal Sicurí y también por el efecto de desague de los llanos de inundación del río Paraguay ubicados al norte del Canal Tamengo. Estos dos canales continuamente derivan una cierta cantidad de agua del río Paraguay hacia la Laguna Cáceres. La zona inundable adyacente también contribuye con un gran volumen de agua.

Sobre el Canal Tamengo, en la mayoría de los casos se tiene un flujo de la Laguna Cáceres hacia el río Paraguay. Con crecidas grandes sobre el río Paraguay, se presenta sobre el Canal Tamengo también flujo en la dirección de la Laguna Cáceres. Es decir que existe escurrimiento de flujo y de reflujo.

La situación de reflujo en el Canal Tamengo ha sido medida en algunas oportunidades, por ejemplo se tienen mediciones de velocidades con valores de 0.05, 0.03, 0.07 m/s en la dirección de la Laguna Cáceres (HRSW, 1977). Estas velocidades bajísimas son la consecuencia de un gradiente hidráulico muy bajo. De allí que la dirección del flujo depende fuertemente de pequeñas variaciones del nivel a ambos extremos.

Un elemento indicativo de las bajas velocidades existentes en el Canal Tamengo es que los sedimentos encontrados en el fondo tienen una alta proporción de materiales finos, es decir que debido a las bajas velocidades, estos materiales finos encuentran una situación apropiada para depositarse en el fondo del canal.

Por otro lado, se registró en mediciones efectuadas en el año 1990 un caudal de 97 m³/s con dirección a la Laguna Cáceres, detectándose una velocidad de 0,11 m/s (LHUMSS, 1990). En el momento de realizarse las mediciones se estaba en época de aguas altas (nivel en Ladario 4,30 m), que es en la situación en que se produce esta inversión de las corrientes en el Canal Tamengo. En esta oportunidad sobre la zona inundable se detectaron tirantes de aproximadamente 2m.

A los efectos de ilustrar este fenómeno, se presenta en la Figura N° 4.1.7 la evolución del gradiente hidráulico sobre el Canal Tamengo para el año 1989, obtenidos del estudio de LHUMSS, 1990. Un gradiente negativo corresponde a un flujo en la dirección de la Laguna Cáceres, mientras que un gradiente positivo

CANAL TAMENGO - 1989

GRADIENTE HIDRAULICO

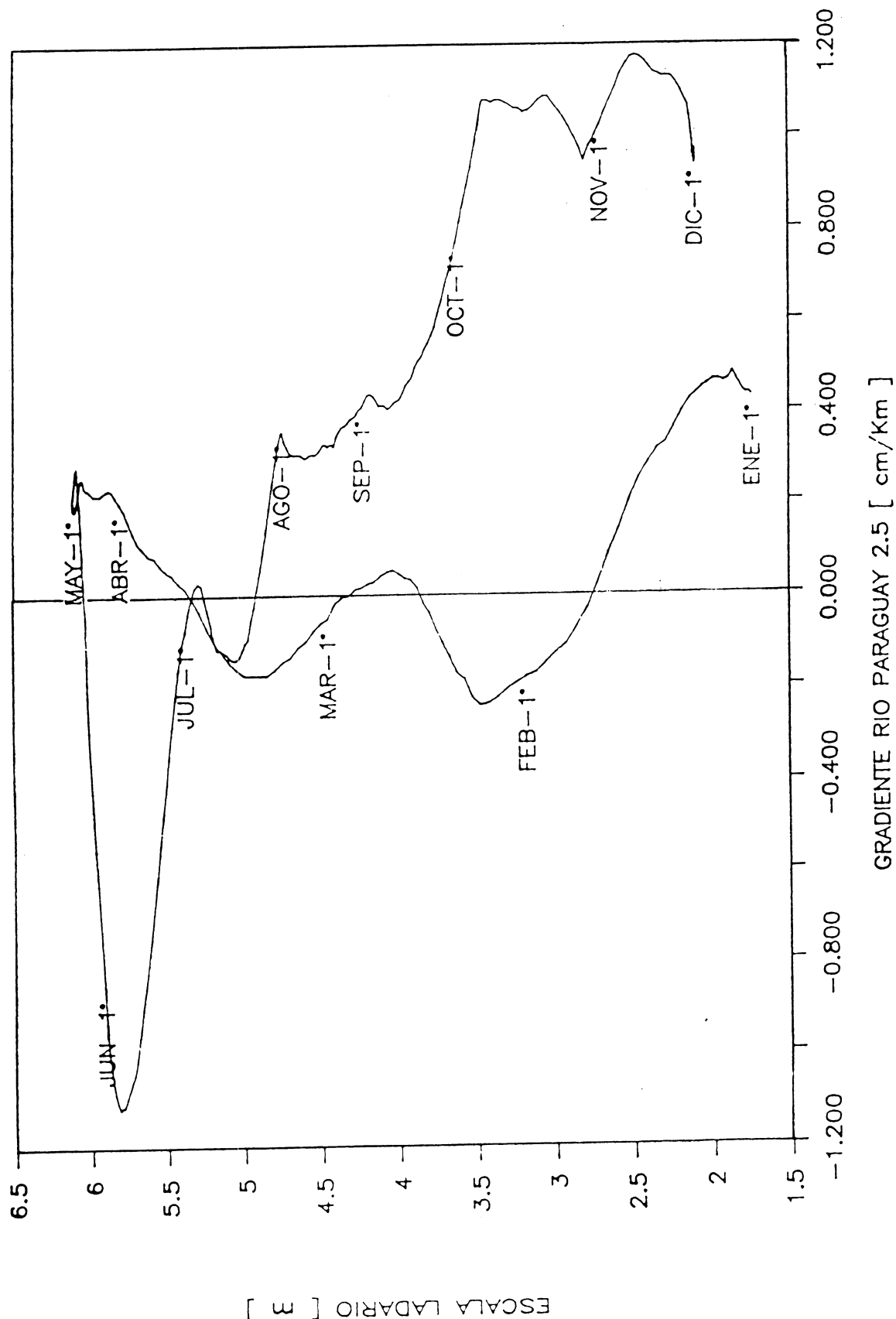


Figura N° 4.1.7

corresponde a flujo en la dirección del río Paraguay. Se observa la reacción compleja del sistema.

El volumen de almacenamiento de la Laguna Cáceres es tan grande que durante períodos de tirantes de agua crecientes sobre el río Paraguay, el flujo de entrada via los dos canales de derivación es insuficiente para causar sobre la laguna un aumento de nivel parecido al que tiene el río Paraguay en la desembocadura del Canal Tamengo (LHUMSS, 1990). En otras palabras, el crecimiento de los niveles de la laguna es inferior al que presentan los niveles del río Paraguay. Ocurre entonces que el río Paraguay en la desembocadura del Canal Tamengo alcanza niveles superiores a los de la Laguna Cáceres, generando gradientes hidráulicos inversos y por lo tanto un escurrimiento de reflujo.

A consecuencia de esto, durante períodos de crecida del río Paraguay, la Laguna Cáceres está alimentada por los canales Tuyuyú, Sicurí y además por el Canal Tamengo y la derivación de aguas de la zona inundable adyacente. Cuando las crecidas bajan, entonces el agua almacenada vuelve hacia el río Paraguay vía el Canal Tamengo. Los ríos Sicurí y Tuyuyú continúan abasteciendo agua (LHUMSS, 1990).

4.1.2 Geomorfología y Sedimentación

4.1.2.1 Características generales de los ríos Paraguay y Paraná

El río Paraguay, al pasar por la ciudad de Cáceres, límite norte de la Hidrovía, se muestra con una conformación del tipo “trenzado”, con la presencia de numerosos brazos y curvas que alternativamente se forman en arena suelta. Esta característica continúa hasta Descalvados lugar donde terminan las estribaciones de sierras de nombres diversos ubicadas al Este del río.

A partir de allí en su recorrido atraviesa la zona plana de muy bajas pendientes denominada Pantanal. Esta gran planicie salpicada con algunos serranías de baja altura se extiende en un sentido amplio entre Cáceres y Puerto Murtinho.

Sin embargo, la zona más definida por sus características hidrológicas como Pantanal, se ubica entre Descalvados y Corumbá, siendo esta última la puerta de entrada al mismo.

En particular la zona comprendida entre Descalvados y las Sierras de Amolar, presenta las mas bajas pendientes, con un curso excavado en suelos de características más arcillo limosas con una gran meandrosidad y escaso ancho, alcanzando valores de apenas 100 a 200 m.

Más al sur el río atraviesa una zona con mayor presencia de arenas donde la meandrosidad disminuye y el ancho del río es mucho mayor, más de 300 metros.

Esta situación se mantiene sin mayores variantes, aunque incrementándose su ancho y con la aparición de islas cada vez más importantes en su curso y el aumento del caudal por aporte directo y de numerosos tributarios hasta llegar al Río Apa.

Próximo al río Apa, más cerca de Puerto Murtinho, se encuentra una zona denominada Fecho dos Morros, que da lugar al nombre de una Isla, y que algunos autores consideran es el principal control hidráulico de la Hidrovía. (Ponce, 1995).

Al sur del río Apa, el río penetra en una zona más encauzada con algunos afloramientos rocosos en su lecho así como en sus márgenes constituídos básicamente por conglomerados de arcilla y canto rodado consolidado, así como también por areniscas, muy fragmentadas.

Sólo próximo a Asunción el río atraviesa una formación basáltica denominada Remanso Castillo.

Aguas abajo el río continúa con su característica principalmente arenosa pero con una muy buena definición de márgenes.

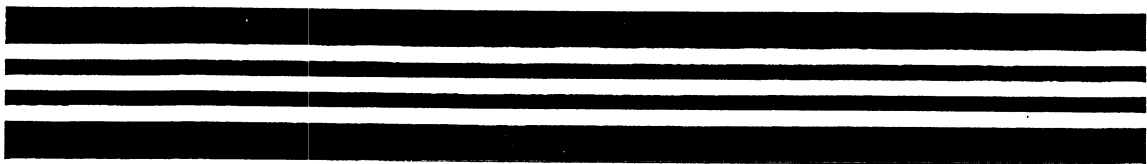
Al sur de la ciudad de Formosa, recibe las aguas del río Bermejo, quien le aporta una enorme volumen de sedimentos muy finos (wash load), que se incorpora a la masa de agua del río Paraguay quién se la transfiere al Paraná para terminar depositadas en parte en la zona del delta del Paraná y en su mayor parte en el Río de la Plata.

Próximo a Corrientes el Paraguay se une al Paraná conformando de allí en más uno de los ríos mas caudalosos del planeta.

El río ahora se transforma en un sistema de múltiples brazos con cursos principales y secundarios. De un ancho definido variable entre 400 m y 8.000 m, el río Paraná tiene en sus brazos principales anchos de hasta 4.000 m pero si se incluyen los brazos secundarios y valles de inundación entre cauces, el río alcanza anchos de 20.000 m y más.

Este tramo del Paraná se caracteriza por ser totalmente escavado en arena con una margen relativamente alta, la ubicada sobre su izquierda en las Provincias de Corrientes y Entre Ríos en Argentina, y una margen baja inundable sobre su derecha en la Provincia de Santa Fe. Esta situación no es constante y se invierte en alguna medida en la parte inferior del curso.

La pendiente del río Paraná decrece gradualmente hacia aguas abajo de Confluencia, lo cual se manifiesta en la aparición de meandros, lagunas, riachos, etc. a lo largo de este valle. Decae desde un valor de 6 cm/km al inicio del Paraná Medio a valores de 2,6 a 3,1 cm/km en el tramo San Nicolás - Ramallo y 2,1 cm/km en el tramo Ramallo - San Pedro, lo cual tiene respuesta en el gran



incremento de meandros que presenta el Paraná de las Palmas. Este cambio se evidencia también en la influencia creciente del régimen de mareas del Río de la Plata.

El Paraná Inferior, presenta una traza entrelazada, con frecuentes divisiones del flujo, la creación de brazos alternativos y ensanchamientos de cauce.

El sistema formado por los ríos Paraguay y Paraná, a lo largo de su curso, es alimentado por una gran cantidad de mayores y menores tributarios que contribuyen al escurrimiento principal con agua y sedimentos.

Estos sedimentos son transportados por la corriente ya sea como material en suspensión o como carga de fondo, dependiendo de las características del sedimento, en particular su tamaño, y de las fuerzas hidráulicas fluviales actuantes. Este transporte de sedimentos incluye no solo la masa aportada por los distintos tributarios sino también el material que es movilizado del propio lecho. La variación espacial y temporal de las acciones hidráulicas hace que el fenómeno se manifieste incluyendo erosión, transporte y deposición de materiales. Es decir que el sedimento es tomado de ciertas áreas del lecho y orillas del río y de los aportes externos y es depositado en otras áreas donde la corriente fluvial pierde su capacidad de transportarlo.

Los sedimentos más finos son puestos en suspensión y mantenidos en tal condición por la turbulencia del escurrimiento. Estos sedimentos pueden viajar cientos de kilómetros hacia aguas abajo, tal es el caso de los aportes de material fino del río Bermejo que recién quedan depositados en el lecho cuando el río Paraná alcanza el estuario del río de la Plata. En esta zona opera un fuerte decrecimiento de las velocidades del agua permitiendo que los materiales más finos se depositen en el fondo.

Los sedimentos de granos más gruesos son (en el rango de las arenas) generalmente transportados como material de fondo. Este transporte tiene como resultado el desarrollo y la migración aguas abajo de formaciones de dunas (ondas de arena en el fondo).

Las obras de dragado para mejorar la navegación en la Hidrovia están localizadas en sitios denominados pasos, cuyo principal problema es la pérdida de profundidad por causa de la deposición de sedimentos.

Los sedimentos del fondo del río Paraguay generalmente son arenas finas a medias. Algunos de los cauces tributarios, tal como el río Apa, llevan arena que resulta en la formación de bancos. Más al sur, en la desembocadura del río Bermejo, se encuentran sedimentos finos y arcillosos que forman depósitos de materiales que generalmente son luego erosionados durante las crecidas.

Los sedimentos del río Paraná generalmente también son arenas de grano fino a medio. Las características granulométricas de los sedimentos del fondo han sido

determinadas a lo largo del tramo Santa Fé - Corumbá a partir de las muestras obtenidas durante las mediciones efectuadas por los Consultores en 1995.

La Figura N° 4.1.8, muestra el tamaño medio de las partículas de sedimentos recogidos en el tramo Santa Fé - Corumbá, en zonas de localización de pasos. Hasta el río Apa, el diámetro medio de los sedimentos permanece aproximadamente constante dentro del rango de arenas finas y medias (0,25 mm). En las vecindades de la desembocadura del río Apa, las arenas más gruesas (1,0 mm) constituyen un componente significativo del sedimento del lecho; en esta parte se encuentra también material del tamaño de canto rodado. Mezclado con esos materiales gruesos aparecen arenas finas y medianas. Desde la altura de Rosario (Paraguay) hasta Confluencia, se incrementa el tamaño de los granos de sedimento.

En cuanto a los sedimentos en suspensión, aguas arriba de la confluencia, la contribución de sedimentos del río Paraná (Alto Paraná) es pequeña con una concentración de sedimentos en suspensión de alrededor de 100 -150 g/m³. En contraste, el río Paraguay arriba de Confluencia tiene una concentración promedio de sedimentos en suspensión de alrededor del 550 - 700 g/m³ (en su mayor parte debido a la alta carga de sedimentos del Bermejo). En las mediciones efectuadas por los Consultores, que representan un estado de situación del río, se determinó sobre el río Bermejo una concentración de alrededor de 1.400 g/ m³. Las concentraciones medidas en el río Paraguay fueron de 3 a 35 g/ m³ mientras que aguas abajo del río Bermejo, las concentraciones medidas alcanzaron valores entre 20 y 150 g/ m³.

El transporte de sedimentos en suspensión en estos ríos es generalmente mucho mayor que la carga transportada en el fondo. En el río Paraguay, aguas abajo de Asunción (Km 1623), la combinación anual de carga desde julio 1970, a junio 1971, fue calculada en 6.300.000 ton/año (1.050.000 ton/año de arena, y 5.250.000 ton/año de limos) de los cuáles sólo 132.000 ton/año (2%) fue transporte de fondo (Internave, 1990).

Similarmente, en el río Paraná el sedimento en suspensión es aproximadamente 115.000.000 a 140.000.000 ton/año mientras que el transporte de fondo es sólo de aproximadamente 1.200.000 ton/año.

En base a determinaciones de Depetris y Lenardón (1982) se puede aproximar para el Paraná Medio, una tasa media de transporte de sedimentos suspendidos de 79,4 millones t/año, para un período seco 38,7 millones t/año y para épocas de flujos inusualmente altos hasta 100 millones t/año (HYTSA, 1995).

La dispersión de los valores encontrados, puede verse en la Figura N° 4.1.9 y donde se muestran los caudales sólidos determinados a partir de mediciones efectuadas por EVARSA entre 1993 y 1995.

**Tamaño medio de sedimentos de fondo (D_{50})
(km 710-2600)**

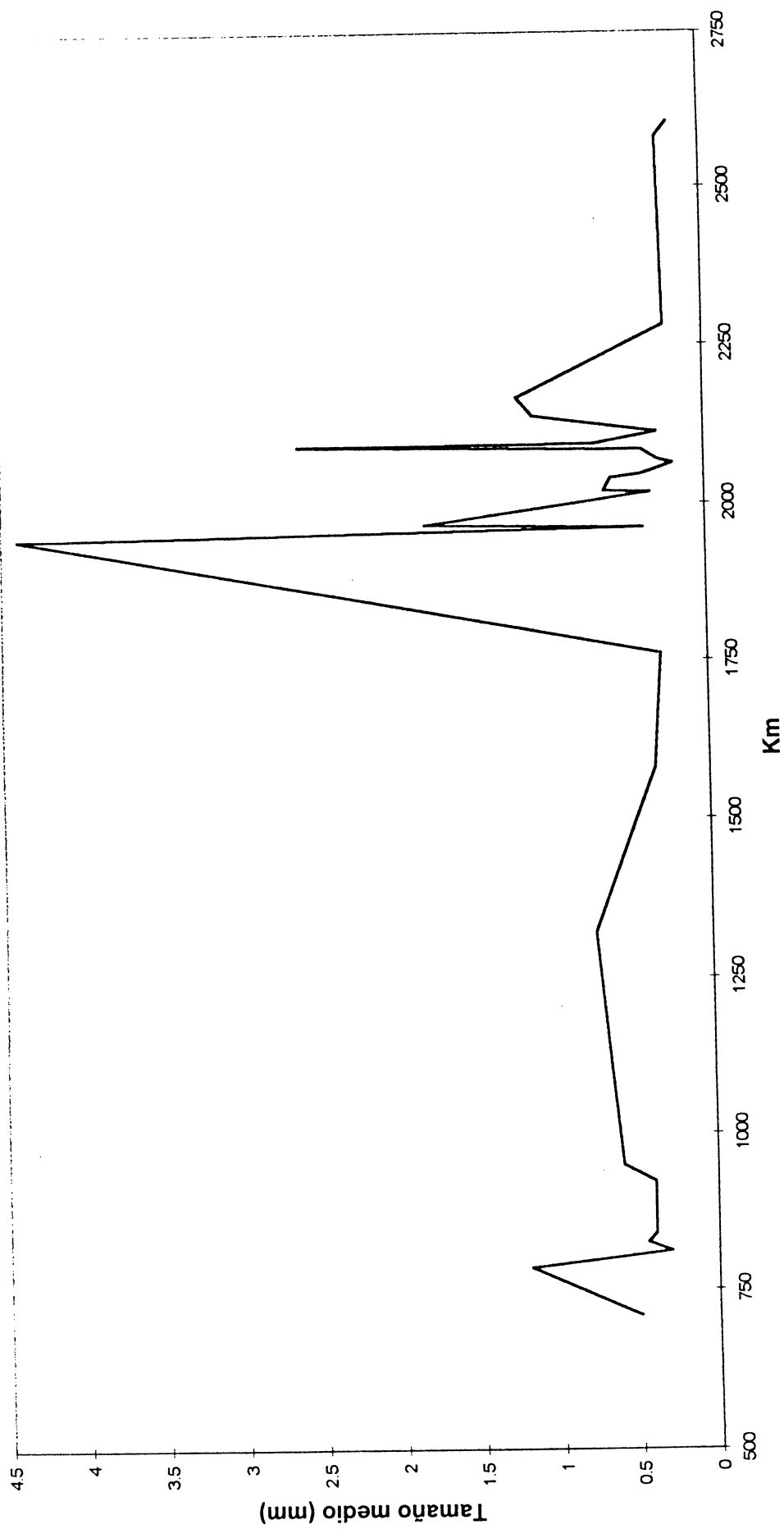


Figura N° 4.1.8

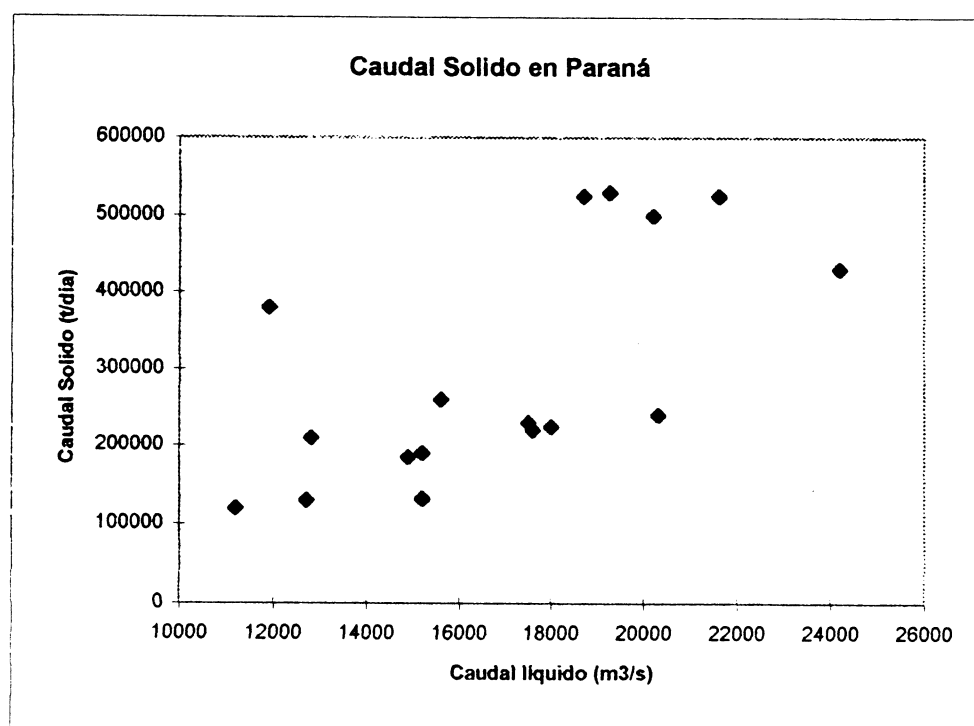
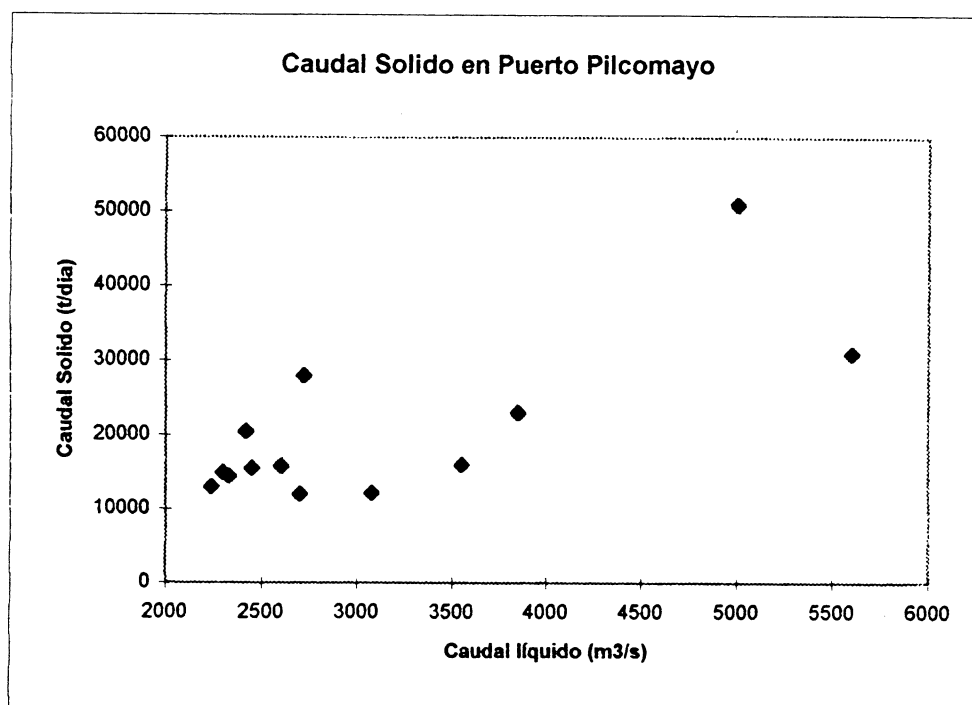


Figura N° 4.1.9

El transporte de sedimentos en suspensión es preponderante sobre el transporte de fondo, en cuanto a la cantidad de material movilizado, pero tiene escasa participación en la formación del lecho, constituye lo que se denomina “transporte en tránsito” ya que el material suspendido viaja grandes distancias arrastrado por la corriente, no teniendo en general, condiciones hidrodinámicas para sedimentar hasta que llega a la zona del Delta. En el Río de la Plata, los sedimentos depositados tienen cerca del 60% de arcilla, 30% de limo y 10% de arena. El transporte de fondo moviliza la arena constituyente del lecho, influyendo directamente sobre la conformación del fondo.

4.1.2.2 Características generales del Canal Tamengo

El Canal Tamengo, que une la ciudad de Corumbá con la Laguna Cáceres, corre en sentido suroeste hasta aproximadamente el Km 4,0 donde se encuentra el límite internacional entre Brasil y Bolivia, y luego de un giro de casi 90 grados continúa en dirección noreste.

La margen “norte” es pobremente definida, baja e inundable, mientras que la margen “sur” es relativamente bien definida puesto que es recortada sobre las estribaciones de las sierras que se encuentran al suroeste de la ciudad de Corumbá. Estas estribaciones alcanzan el cauce del Canal Tamengo, provocando que en algunos puntos aislados, sobre la margen “sur” aparezcan afloramientos de material rocoso. Estos afloramientos cubren áreas entre 5.000 y 25.000 m², es decir sectores de 50 x 100 m a 50 x 250 m y presentan una configuración tal que se introducen bajo el fondo alcanzando rápidamente profundidades superiores a las involucradas en este proyecto.

Los materiales constituyentes de estos fondos duros están formados por roca sedimentaria muy fragmentada.

El resto de los materiales presentes en el fondo del Canal Tamengo son sedimentos en el rango de las arenas finas con altos contenidos de materiales limo-arcillosos. Muestras extraídas han mostrado arenas con diámetros medios de 0,10 a 0,20 mm con 20 % de finos. Muchas de estas muestras presentaron la apariencia de un lodo (LHUMSS, 1990). Muestras especialmente extraída por LHUMSS en 1990 muestran en general arena limosa en el centro del canal, con un diámetro medio de 0.015 mm, mientras que en las márgenes en general se encuentran limos y arcillas.

El sistema Tamengo, que funciona como by-pass, recibe juntamente con los aportes líquidos derivados, una cantidad de sedimentos que se encuentran en suspensión en las aguas del río Paraguay. Parte de estos sedimentos, encuentran en su camino a través de los componentes del sistema condiciones adecuadas para su decantación.

Para la situación más común en que el Canal Tamengo presenta un flujo hacia el Río Paraguay, mediciones efectuadas en el año 1977 arrojaron valores de concentración mas bajos en el Canal Tamengo (28 g/m^3) que en el Río Paraguay (68 g/m^3), lo cual indica que es la Laguna Cáceres la receptora de los sedimentos provenientes del río Paraguay, puesto que aquí las velocidades practicamente se anulan.

En la situación en que se produce reflujo en el Canal Tamengo, es decir con corrientes en dirección a la Laguna Cáceres, es el Canal Tamengo el receptor de parte de los sedimentos derivados desde el Río Paraguay. Esta aseveración es confirmada por mediciones efectuadas.

4.1.3 Calidad de los sedimentos y del agua

4.1.3.1 Fuentes de Información

Si bien históricamente siempre se han realizado tareas de dragado en la zona del proyecto, no se ha reunido información sobre la calidad del material dragado. Una fuente de información disponible sobre la calidad del sedimento es el reciente estudio realizado durante las operaciones de redragado de la ruta de navegación Santa Fé-Océano (HYTSA, 1996) que abarca un tramo aguas abajo del lugar de emplazamiento del proyecto. La presente evaluación se basa en la información obtenida de muestras y análisis cuyo objetivo fue determinar las características de los sedimentos en todo el curso de navegación de la Hidrovía; esta información obtenida en 1995 por el consorcio TGCC (1996).

La información disponible sobre la calidad del agua es mucho más vasta. La presente evaluación tiene como base una revisión de los datos históricos así también como los resultados del primer programa de muestreo y análisis implementado por TGCC y que se documentara en el informe arriba mencionado.

Las secciones que siguen a continuación, resumen la información disponible sobre sedimento y calidad del agua y compara los datos sobre normas existentes. Puesto que ninguno de los cinco países cuentan con normas sobre la calidad del sedimento, el análisis comparativo se ha realizado con respecto a las normas que se aplican en Holanda (Banco Mundial, 1990) y en el Estado de Washington, EEUU (PSDDA, 1996).

4.1.3.2 Calidad del Sedimento

Las muestras obtenidas por el Consorcio TGCC, fueron colectadas entre junio y julio de 1995. Se tomaron muestras de los ríos Paraguay y Paraná y de treinta tributarios y lagos entre Cáceres y Campana (la localización de mostreo rrealizado no están aún disponible, serán publicado en el informe siguiente de TGCC). Parte de estas muestras fueron seleccionadas para ser analizadas. De las muestras obtenidas y

analizadas, 35 de ellas representan la zona en las que se realizarán las mejoras propuestas y que se evalúan en el presente documento. Aquí se consideran solamente los análisis de las muestras obtenidas en la zona del proyecto que comprende el presente informe.

Las estaciones de muestreo se eligieron teniendo en cuenta la presencia de posibles fuentes de contaminación, especialmente: 1) puertos en los que a menudo se descarga agua aceitosa de la sentina de embarcaciones y en los que se realiza el mantenimiento de los barcos, y 2) lugares aguas abajo de los puntos en los que los tributarios desembocan en los ríos, donde se pueden concentrar los elementos contaminantes. Las estaciones de muestreo se ubicaron a lo largo del canal de navegación existente y se obtuvieron muestras de la superficie del fondo. La cantidad de muestras obtenidas en cada tramo de río es generalmente proporcional al volumen del dragado propuesto para cada tramo.

Las muestras reunidas por TGCC fueron analizadas por un laboratorio en lo que respecta a cuatro parámetros: metales, hidrocarburos, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), y pesticidas. El informe de Diagnóstico Preliminar elaborado por TGCC (1966) incluye el análisis de las metodologías utilizadas para tomar muestras y para los análisis.

La selección de los parámetros analíticos se basó en el conocimiento de las fuentes de contaminación presentes en la zona del proyecto y en los elementos contaminantes que pueden descargarse en tierra y/o en los ríos procedentes de dichas fuentes. Tanto las operaciones de las embarcaciones como su mantenimiento en los puertos, pueden constituir fuentes de descargas de metales e hidrocarburos en el agua y los mismos pueden eventualmente adherirse a las partículas del sedimento. Los hidrocarburos y metales son componentes del agua aceitosa de la sentina y de otros residuos que los barcos descargan en los puertos. Las descargas provenientes del mantenimiento de los barcos pueden ser la fuente de los metales que constituyen un componente de la pintura, especialmente la pintura que se utiliza en los cascos de las embarcaciones para impedir que se desarrollen plantas y organismos marinos. Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) se producen como resultante de la combustión incompleta de los productos de petróleo y están presentes en las zonas cercanas a los puertos, las refinerías de petróleo y ciudades en las que el escurrimiento del agua de superficie lleva el compuesto a los ríos y tributarios.

Los pesticidas pueden estar presentes en el escurrimiento de agua de superficie de las zonas agrícolas y la misma entra en los ríos y eventualmente puede transmitir el elemento contaminante a los sedimentos. Se encuentran usos agrícolas a lo largo del Paraná y el Paraguay. La presencia del pesticida Aldrin en los sedimentos aguas abajo de la zona del proyecto como documentó HYTSA (1996) hasta 66 µg/kg, y la falta de un conocimiento exacto sobre su fuente de contaminación, fue otro motivo para incluir a los pesticidas en el programa de análisis de laboratorio. Las Tablas N° 4.1.1 y 4.1.2 muestran un resumen de la información obtenida del análisis de las muestras de sedimentos.

Tabla N° 4.1.1 Rango de los Resultados sobre las Niveles de Hidrocarburos y PAHs de los Sedimentos Provenientes de las Muestras Obtenidas en los Ríos Paraguay y Paraná.

Parámetro	Santa Fé - Confluencia (Rango)	Confluencia - Río Apa (Rango)	Río Apa - Corumbá (Rango)	Canal Tamengo (Rango)	Norma de Holanda	Norma de Wash. EEUU
Hidrocarburos Total (mg/kg)	19,1 - 115	90 - 175	22,1 - 431,5	238 - 435	---	---
PAH Totales - Suma del Maximo Nivel (ug/kg)	116,2	74,1	91,6	61,4	--	--
Naftaleno	0,5 - 2,9	1,3 - 7,7	1,3 - 4,5	1,4 - 4,7	--	2.100
Fenantreno	0,9 - 4,7	3,6 - 4,5	1,5 - 9,2	1,6 - 8,3	--	3.200
Fluoranteno	0,4 - 10,6	1,3 - 1,5	10,0 - 10,5	6,8 - 10,9	7.000	6.300
Pireno	0,3 - 2,6	0,6 - 2,4	3,1 - 3,8	2,2 - 3,7	--	7.300
Benzo(a)antraceno	0,5 - 3,1	4,2 - 5,5	2,1 - 2,3	2,1 - 2,9	3.000	4.500
Criseno	0,7 - 6,1	6,3 - 9,9	4,9 - 5,7	4,8 - 5,9	3.000	6.700
Benzo(b)fluoranteno	1,1 - 9,1	0,6 - 7,3	2,7 - 3,0	7,5	--	8.000
Benzo(k)floranteno	0,3 - 4,5	0,1 - 11,8	0,5	5,9	3.000	8.000
Benzo(a)pyreno	1,6 - 14,5	1,0 - 17,3	6,1 - 6,3	11,6	3.000	6.800
Dibenzo(a,h)antraceno	---	---	6,0 - 6,2	---	---	1.200

Tabla N° 4.1.2: Rango de los Metales de las Muestras obtenidas de los Ríos Paraguay y Paraná - Santa Fe y Corumbá

Parámetro	Santa Fé Confluencia	Confluencia - Río Apa	Río Apa - Corumbá	Canal Tamengo	Limite de las Normas de Holanda	Limite de las Normas de Wash. EEUU
Aluminio (mg/kg)	385 - 52.610	11.000-14.926	766 - 16.543	10,53 - 49,43	--	
Arsenico (mg/kg)	0,9 - 30,0	0,6 - 6,0	7,8 - 12,0	7,0 - 51,9	150	700
Hierro (mg/kg)	652 - 24.800	2.548 - 8.667	766 - 16.543	1,28 - 23,29	--	
Níquel (mg/kg)	0,2(U) - 131,5	0,2 - 58,4	17,0 - 121,0	0,2 (U)- 123,6	200	--
Plomo (mg/kg)	0,5 (U)	0,5(U)	0,5(U)	0,5(U)	1.000	660
Litio (mg/kg)	0,1 (U) - 25,4	0,1(U) - 1,3	0,1(U)	0,1(U)-12,4	--	
Cadmio (mg/kg)	0,5 U)	0,5 (U)	0,5(U)	0,5(U) - 1,7	30	9,6
Cinc (mg/kg)	4,2 - 231,1	5,5 - 356,7	47,9 - 530,0	20,0 - 123,6	2.500	1.600
Cromo (mg/kg)	0,5 - 4,6	0,5 (U) - 0,8	0,5(U)	0,5(U) - 16,0	1.000.000	810
Cobre (mg/kg)	0,2(U)	0,2(U)	0,2(U)	0,2(U)	400	--
Mercurio (mg/kg)	0,5(U)	0,5(U)	0,5(U)	0,5(U)	15	2,1

U = Debajo de limite de detección
TGCC, 1996

Las muestras no fueron analizadas en lo que respecta al contenido de materia orgánica dado que las observaciones realizadas concluyeron que casi todas las muestras estaban compuestas por sedimentos arenosos y por lo tanto con bajo contenido de materia orgánica. No se obtuvo de las muestras el tamaño de las partículas.

- Pesticidas:

El único pesticida detectado por encima de los límites de detección de 5 ppb fue el DDE, en muestras obtenidas en el Canal Tamengo y en el Río Paraguay directamente aguas arriba del Río Bermejo. Los niveles detectados fueron debajo de 5 µg/kg (Taylor Engineering, comunicación personal, 1996). Dichos niveles se encuentran por debajo de los valores normales de Holanda de 500 ug/kg, no está incluido en las normas del Estado de Washington.

- Hidrocarburos:

Los niveles de hidrocarburos detectados en las muestras se encontraron entre valores de 19,1 y 435 mg/kg a través de todos los tramos. Tabla 4.1.1 muestra los siguientes rangos de resultados para cada tramo: a) Santa Fé y Confluencia 19.1 - 115; b) Confluencia y Río Apa 90 - 175; c) Río Apa y Corumbá 22.1 - 431.5; y d) Canal Tamengo 238 - 435 mg/kg. No existe normas para hidrocarburos en Holanda y en el Estado de Washington. El parámetro de hidrocarburo total está usado como un indicador e incluye hidrocarburos de petróleo y de fuentes naturales. Para servir como una referencia, el rango de hidrocarburos que fue detectado en el campaña de muestreo para redragado de la ruta de navegación Santa Fé - Océano era entre 1,0 y 10.055 mg/kg.

- Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (PAHs):

Los niveles de hidrocarburos aromáticos polinucleares totales detectados en las muestras que se tomaron variaron entre 61,4 y 116,2 µg/kg como se puede ver en Tabla 4.1.1. Los valores normales aplicados en Holanda y la norma utilizada en el Estado de Washington son indicados para cada componente de los PAHs y en cada caso, el resultado de los análisis de sedimentos en el área del proyecto muestra es bajo de las normas referidas.

- Metales:

Los niveles de metales detectados en las muestras se encuentran en la Tabla 4.1.2, conjuntamente con los límites establecidos en las normas habituales de Holanda y en las normas utilizadas en el Estado de Washington.

4.1.3.3 Calidad del Agua

La Tabla N° 4.1.3 muestra el resumen de la información sobre calidad del agua obtenida por TGCC en el año 1995 (TGCC, 1996) que se aplica a los impactos directos del dragado y disposición del material dragado. El Apéndice, Volumen 1,

del informe antes mencionado, incluye los datos históricos sobre calidad del agua pero los mismos no se han resumido en el presente informe.

Los parámetros de la calidad del agua que se ven afectados por las operaciones de dragado son el oxígeno disuelto y los sólidos suspendidos, la temperatura de los nutrientes y el pH. Estos parámetros que cambiarán como resultado de las operaciones de dragado y disposición del material dragado constituyen los niveles promedios de oxígeno disuelto de 8,5 5,5 y 5,8 mg/l entre Santa Fé y Cáceres. Los resultados promedios para sólidos suspendidos son 93, 49, 19 mg/l.

Bonnetto (1976) estudió en su conjunto la calidad del agua en el Río Paraná en base al análisis de los parámetros de la calidad del agua y descubrió que globalmente la misma no era deficiente, pero que había zonas próximas a las áreas urbanas e industriales en las que dicha calidad del agua era mala.

La Tabla 4.1.4 muestra la relación entre las áreas que estarán sujetas a operaciones de dragado y los usos de la tierra que podrían ocasionar el deterioro de la calidad del agua. La degradación de la calidad del agua puede ocasionar la contaminación de los sedimentos. Los dos usos de la tierra que se muestran en dicha tabla son la existencia de actividades portuarias o agrícolas en el área de dragado. Taylor (1996, 7-6) determina el porcentaje de tierra a lo largo del río que se utiliza para la agricultura. La tabla muestra las zonas que de todos los usos de la tierra cuentan con más del 10% para uso agrícola.

Actualmente no hay información disponible sobre los sitios en que se encuentran radicadas las industrias que descargan desechos industriales en el río.

Otro factor que puede causar la contaminación de los sedimentos es la descarga de efluentes cloacales no tratados. La Tabla 4.1.5, en su columna "Tratamiento de Efluentes", muestra los porcentajes del total de descargas en las distintas localidades y el tipo de tratamiento que reciben antes de su volcado a los cursos de agua.

De los datos de la Tabla mencionada, se desprende que numerosas ciudades ubicadas a lo largo de las márgenes de los ríos, descargan sus aguas cloacales con escaso o ningún tratamiento. Estas descargas pueden degradar la calidad del agua contribuyendo con residuos orgánicos e inorgánicos que pueden producir diferentes efectos. Uno de ellos es la disminución del nivel de oxígenos disuelto. Otro proceso posible es la sedimentación sobre el lecho del río donde se incorpora al material de fondo, ocupando sus fases solubles, los espacios intersticiales y, en el caso de algunos elementos contaminantes, integrarse a la fase particulada por diferentes procesos físico químicos.

Con respecto a la procedencia de los desechos volcados a los ríos, la información existente no discrimina entre desechos de origen doméstico o industrial, aunque en la mayoría de los casos aproximadamente el 100% de los mismos son residenciales. Otro problema para detectar fehacientemente el origen de los desechos se relaciona con las características de las redes de saneamiento, que son de antigua data y no presentan sistemas separados de descarga final para aguas pluviales, cloacales e industriales.

Tabla 4.1.3
Resumen de Datos de la Calidad de Agua de los Ríos Paraguay y Paraná, Junio - Julio, 1995

	Profundidad (m)	Aire (°C)	Agua (°C)	pH	Conductividad (uS _{cm} -1)	Oxígeno Disuelto (mg L-1)	NO3 + NO2 (pg-NL-1)	NH3 (pg-PL-1)	Fósforo Total (pg-pl-1)	Clorofila (mg m-3)	Sólidos Susp. (mg L-1)
Santa Fé - Confluencia	7.8		17.4	7	73	8.5	89	58	54	4.7	93
	25		19.3	7.4	105	9.4	101	258	100	18.9	219
	0		16	6.2	40	5	52	10	14	0.1	14
	5.9		0.9	0.3	20	0.9	9	74	20	5	49
	39		42	39	42	42	42	42	43	42	43
Río Apa - Confluencia	7.6	24	22	6.4	76	5.5	63	33	59	1.5	49
	17	24	24.3	7	140	7.4	82	68	86	6.3	360
	2.7	24	18	6	51	3.9	33	5	40	0.1	6
	3	0	2.1	0.2	17	1	10	15	10	1.1	79
	58	2	59	60	59	60	60	59	60	57	60
Cáceres - Río Apa	5.7	27.1	25	6.7	42	5.8	68	41	42	2.2	19
	15	30.5	28.7	7.2	102	8.4	102	131	148	10.9	52
	0.5	21.8	22.4	6	28	1.7	12	4	18	0.1	10
	3.1	1.7	1	0.2	11	1.7	22	FALSO	22	2.1	8
	49	53	61	63	57	55	55	58	65	55	64

TABLA N° 4.1.4 Usos de Suelo que son fuentes potenciales de contaminación de sedimentos

n°	Kilometraje		TRAMO	PASO	USOS DE SUELO QUE SON FUENTES POTENCIALES DE CONTAMINACION DE SEDIMENTOS (1)	
	Km inicio	Km fin			Puertos	Agricultura(2)
6	631	641	SANTA FE	Riacho Zapata	x	x
12	701	709	CONFLUENCIA	Travesia Feliciano	x	x
13	709	714		Arriba Feliciano	x	x
15	725	731		Zona Santa Elena	x	x
16	748	751		Travesia Arroyo Seco	x	x
20	778	784,5		San Juan - Riacho Raigones	x	x
21	785	787		Curuzu Chali	x	x
22	791	796,5		Garibaldi	x	x
25	810	814		Retaguardia	x	x
26	826	830		Inga	x	x
27	839	842		Abajo Esquina	x	x
31	868	872		Costa Cordillate		
33	888	894		Isla del Selzo		
34	903	906		Guaycuru		
35	914	917		Mal Abrigo		
36	923	923,5		Los Vascos		
37	931	935,5		Caraguatay		
38	940,5	942		Las Cañas		
39	950	956		Nanganul - Guarapo		
40	967	970		Toro - Costa Izoro		
50	1067	1068,5		Travesia Carrizal		
51	1084	1087		Tacuara Colorado		
57	1138	1144,5		Tacuani		
66	1213	1217		Talar - Isla del Medio	x	x

1 Fuentes industriales no son documentados

2 TGCC, 1996 (7-5)

TABLA N° 4.1.4 Usos de Suelo que son fuentes potenciales de contaminación de sedimentos

n°	Kilometraje		TRAMO	PASO	USOS DE SUELO QUE SON FUENTES POTENCIALES DE CONTAMINACION DE SEDIMENTOS (1)	
	Km inicio	Km fin			Puertos	Agricultura(2)
73	1287	1290	CONFLUENCIA	Bat. Londres - Humaita	x	x
79	1320	1322	ASUNCION	Desem. Rio Bermejo	x	x
80	1329	1331		Frente Puerto Pilar	x	x
86	1365	1368		Tacuara	x	x
98	1447	1449		Curva Formosa	x	x
99	1452	1454		Vuelta Gomez	x	x
110	1506	1510		Cortada Orange	x	x
111	1512.5	1516.5		Dalmacia - Morterito	x	x
121	1580	1583		Restinga Ita Piru - Guyrati	x	x
123	1589.5	1590.5		Buey Muerto	x	x
124/125	1591	1594.5		Fte. Pto Vileta y Restinga Vileta	x	x
127	1602.5	1605		Travesia San Antonio		
128	1606	1608		Medin		
130	1613	1614		Abajo Puerto Pilcomayo		
132	1620	1622		Purificación	x	x

1 Fuentes industriales no son documentados
2 TGCC, 1996 (7-5)

TABLA N° 4.1.4 Usos de Suelo que son fuentes potenciales de contaminación de sedimentos

n°	Kilometraje		TRAMO	PASO	USOS DE SUELO QUE SON FUENTES POTENCIALES DE CONTAMINACION DE SEDIMENTOS (1)	
	Km inicio	Km fin			Puertos	Agricultura(2)
136	1644	1646	ASUNCION	Remanso Castillo	x	x
139	1664	1666	RIO APA	Tres Bocas Inferior		
147	1733	1735		Trav. Villa Rey		
149	1743	1747		San Juan		
150	1752	1754		Pito Cañy - Elvira		
151	1755	1759		Yvrayu		
152	1761	1767		Palmita - Oculto Inferior		
153	1770	1771		Oculto Superior		
154	1776	1781		Rosario Sup.-San Luis-Sta Catalina		
157	1793	1796		Burro Ygua - Caballero		
158	1806	1809		Santa Rosa Sup.		
161	1847	1849		Curva Buena Vista o Nandú		
162	1847	1850		Piripucu		
163	1850	1852		Curuzú Brasileiro		
164	1854	1856		Curuzú Juanita		
167	1882	1884		Pedral		
174	1931	1933		Riacho Negro		
175	1935	1942		l. del Medio-Concepción	x	
177	1947	1949		Saladillo		
178	1950	1954		Itacurubí		
180	1955	1961		Punta Irigoyen		
181	1962	1964		Zapatero-Cue		
182	1967	1970		Romero-Cue		
186/187	2011	2015.5		Trav. Leonor Inf. y sup.		
188	2018	2019		Trav. Santa Ana (Nancy)		
189	2020	2023		La Novia		
192	2041	2047		Pindo		

Aguas arriba del paso 192, entre los usos del suelo, no se identifican ni puertos ni usos agrícolas intensivos

1 Fuentes industriales no son documentados

2 TGCC, 1996 (7-5)

Tabla 4.1.5
Plantas de Tratamiento de Efluentes

PAIS	CIUDADES	TRATAMIENTO DE EFLUENTES	DESCARGAS	OBSERVACIONES
Argentina	Corrientes	No se realizan tratamientos de efluentes	Sólo existe una descarga	
	Resistencia	Sólo el 35%	Aproximadamente el 100% es de origen residencial	El tratamiento se realiza mediante lagunas de estabilización en barrios de Fondo Nacional de la Vivienda
	Reconquista	No se realizan tratamientos de efluentes	Las descargas se realizan directamente al Arroyo el Rey	Existen ciertas descargas que se realizan mediante pozos
	Rosario	Sólo el 0,5%	Las descargas son directas	Existen ciertas descargas que se realizan mediante pozos
	Santa Fe	No se realizan tratamientos de efluentes	Las descargas son directas	Existen ciertas descargas que se realizan mediante pozos, además existen 2 plantas depuradoras fuera de servicio y otras 2 deficientes.
	San Lorenzo	No se realizan tratamientos de efluentes	Las descargas son directas	Existen ciertas descargas que se realizan mediante pozos
Bolivia	Puerto Suárez	No se realizan tratamientos de efluentes	Las descargas son directas al Canal Tamengo	Existen también descargas mediante pozos
Brasil	Corumbá	No se realizan tratamientos de efluentes	Las descargas son directas	
	Cáceres	El tratamiento es realizado parcialmente mediante lodos activados	Las descargas son directas	En el sistema público la descarga es mediante emisarios para el tratamiento
Paraguay	Asunción	No se realizan tratamientos con efluentes	Las descargas son directas	Aguas arriba de Viñas Cue las descargas directas son prohibidas, sólo es permitido aguas abajo
	Concepción	No se realizan tratamientos de efluentes	Las descargas son directas	Las descargas son directas al Río Paraguay
Uruguay	Nueva Palmira	No se realizan tratamientos de efluentes	Las descargas son directas a pozos	

4.2 MEDIO BIÓTICO

4.2.1 Marco Regional

4.2.1.1 Introducción

Las características del proyecto y su inserción sobre una cuenca hidrográfica, requiere para su correcto abordaje, un enfoque ambiental y una escala regional. La consideración de esta escala se justifica en la continuidad hidrológica y ecológica del sistema fluvial, donde al no existir barreras latitudinales de importancia, se transforma en un corredor biogeográfico, no solo para las comunidades acuáticas sino también para las comunidades litorales y humedales asociados.

Esta necesidad fue percibida por los responsables del Proyecto Hidrovía Paraguay - Paraná. Así, el Diagnóstico Integrado elaborado por el Consorcio TGCC (1996), presenta una integración de la información a través de la Clasificación Ecológica de las Tierras. Ese marco regional se incorpora en este Diagnóstico, para la identificación de las características del medio biótico del área de afectación directa de la Hidrovía Paraná-Paraguay y en especial de sus aspectos críticos.

La Clasificación Ecológica de las Tierras permite considerar relaciones temporales y espaciales entre los cinco componentes principales de cualquier paisaje: relieve; hidrología, clima, suelo y flora. La aplicación de este sistema de clasificación en el área objeto de estudio permite obtener una base de datos biofísicos que pueda ser posteriormente utilizada para evaluar los impactos potenciales del Proyecto sobre la biota.

El sistema Paraguay Paraná, por sus características fluviales presentan una continuidad y un patrón de variación gradual que les son propios. Los sistemas terrestres circundantes, presentan una mayor heterogeneidad y otros factores de control, que se manifiestan en la Clasificación Ecológica de Tierras. Si bien los antecedentes disponibles, indicarían que los impactos directos del Proyecto se desarrollan predominantemente sobre los ecosistemas acuáticos, debe considerarse que:

- estos ambientes acuáticos están influenciados por su entorno terrestre
- los ambientes de interfase litorales y los humedales asociados están aún más fuertemente influenciados por su entorno terrestre
- los efectos del proyecto pueden manifestarse sobre los mismos ambientes litorales.

Esto hace imprescindible elaborar el diagnóstico de medio receptor del proyecto en su entorno regional, no solo como contexto, sino por las propias influencias que ejerce sobre el ambiente.

4.2.1.2 Los alcances territoriales del área de estudio

El área de influencia directa del Proyecto corresponde al curso fluvial de la Hidrovía Paraná-Paraguay y a la franja costera inmediata sujeta a crecientes normales (TGCC, 1996, Vol.1, Cap.3 , pág.4). Si bien la vegetación asociada al sistema fluvial ocupa una franja de extensión variable de 5 a 60 km, se considera para este Diagnóstico solamente la franja adyacente al río, que constituye el área de influencia directa del Proyecto.

4.2.1.3 Caracterización de las Ecorregiones

La Tabla N° 4.2.1. presenta los diferentes niveles de resolución o generalización y los diferentes patrones de geomorfología, suelos, vegetación, clima, agua y fauna utilizados para la identificación.

Las Ecorregiones son el nivel más amplio de la Clasificación Ecológica de Tierras (TGCC, 1996, Vol.5, pág.9). Los niveles de desagregación definen Ecodistrito, Ecosección, Ecositio y Ecoelemento.

Dentro de la Hidrovía Paraguay-Paraná, la diferenciación de la Ecorregiones fue condicionada por el destino y funcionamiento de los distintos tramos fluviales, en combinación con las condiciones de la vegetación ribereña característica.

Para el área de estudio se diferenciaron las siguientes ecorregiones (TGCC, 1996, Vol. 5, Cap. 8, pág.9):

- Bajo Paraná: corresponde a la unidad física de las "Tierras inundables", donde domina la vegetación de los "Bosques ribereños", con una superficie total de 17.253 km² (aproximadamente un 1 % del total)
- Bajo Paraguay: corresponde a la unidad física de las "Tierras inundables", donde domina la vegetación de la "Sabana arbolada" con bosques en galería; tiene una superficie total de 53.774 km² (aproximadamente un 4 % del total)
- Pantanal: corresponde a la unidad física de las "Tierras inundables", donde domina la vegetación de la "Sabana con bosquetes", con una superficie total de 183.705 km² (aproximadamente un 12 % del total)

4.2.1.4 Caracterización de los Ecodistritos

Para el Tramo Santa Fe-Corumbá área de estudio se diferenciaron los siguientes Ecodistritos en las Ecorregiones de Bajo Paraná, Bajo Paraguay y Pantanal:

TABLA 4.2.1
SISTEMA DE CLASIFICACION ECOLOGICA DE TIERRAS
NIVELES DE GENERALIZACION

NIVEL DE GENERALIZACION	PATRONES CARACTERISTICOS USADOS PARA EL RECONOCIMIENTO					
	GEOMORFOLOGIA	SUELOS	VEGETACION	CLIMA	AGUA	FAUNA
ECORREGION	Geoformas de origen mayor o colección de geoformas regionales	Grandes grupos o sus asociaciones	Regiones de flores o colección de las mismas	Mesoclima o macroclima de orden menor	Cuencas grandes de agua	Conjuntos de comunidades animales
ECODISTRITO	Geoforma regional o colección de la misma	Subgrupos o sus asociaciones	Distritos florales o colección de los mismos	Mesoclima o microclima de orden mayor	Patrón de drenaje, calidad del agua	Comunidades animales o ciertos habitats especializados
ECOSECCION	Geoforma local o colección de la misma	Familia o sus asociaciones	Asociaciones vegetales o sus conjuntos	Microclima de orden mayor a microclima de orden menor	Tramos de ríos, lagos y playas	Hábitat especializado dentro de una comunidad o una de origen menor
ECOSITIO	Geoforma local o porción de la misma	Serie de suelos o una asociación de los mismos	Asociación o comunidad vegetal	Microclima de orden menor	Subdivisión de lo anterior	Porciones de una comunidad o hábitat totales de algunas especies de pequeño tamaño
ECOELEMENTO	Geoforma local o porción de la misma	Serie de suelos o fases de series de suelos	Partes de una asociación vegetal o las subsociaciones	Microclima de orden menor	Secciones de arroyos pequeños	

FUENTE: T.G.C.C., 1996.

a. Ecorregión Bajo Paraná

*** Ecodistrito Santa Fé**

Corresponde al segmento del Río Paraná aguas arriba de Diamante hasta Hernandarias, en la República Argentina. Posee la particularidad de tener una estrecha planicie de inundación. En este (Ecodistrito), el río presenta un diseño entrelazado de baja sinuosidad. Las aguas del curso principal son rápidas y en sus fondos predominan arenas gruesas y medias mientras que hacia el borde del valle se generan condiciones lénticas. En las islas dominan los suelos arenosos o areno-limosos. En la planicie lateral los suelos son areno-limosos. En las partes bajas, entre barras, se encuentran lagunas y bañados con abundante hidrofitia. En el valle de inundación, existen llanuras de escaso drenaje, ocupada por poblaciones de *Panicum prionitis*.

*** Ecodistrito Goya - Corrientes**

Este Ecodistrito presenta un gradiente norte a sur en las características de la vegetación. Una franja de ancho variable adyacente al curso está ocupada por humedales que son inundados por desbordes anuales o de frecuencia mayor. En una posición más alejada del curso del río se encuentra una planicie ocupada por humedales con palmares separados por pajonales de *Panicum prionitis*. Estos palmares tienen continuidad, área y densidad crecientes hasta el Pantanal.

b. Ecorregión Bajo Paraguay

*** Ecodistrito Corrientes-Bermejo**

En este caso el río Bermejo imprime su característica, llevando una importante carga de sedimentos variable en diferentes épocas del año. Este tramo es relativamente homogéneo por su patrón de distribución de la vegetación. Pueden encontrarse bañados en las partes bajas de las islas y en menor frecuencia, pajonales. Hay un número menor de lagunas en la planicie asociada al sistema fluvial. Esta superficie está ocupada por pajonales o por palmares.

*** Ecodistrito Bermejo-Pilcomayo**

Este Ecodistrito está delimitado por la confluencia de los Ríos Bermejo y Pilcomayo con el Río Paraguay. La planicie que es alcanzada por los pulsos de inundación está ocupada por densos palmares que abarcan una superficie mayor que los pajonales. Como el relieve es plano cóncavo, el agua queda retenida en los suelos arcillosos, desarrollándose extensos esteros poblados por

Cyperus giganteus, o *Typha spp.* y otras especies con rizomas que viven en suelos arcillosos e hidromórficos.

* Ecodistrito Pilcomayo-Apa

El tramo del río es "monocanalizado" y el valle de inundación es más estrecho. Los palmares llegan al curso mismo del río y a las islas del cauce. Estos palmares de *Copernicia alba* dominan el paisaje, con pajonales en posición topográfica más baja, en los sitios donde el agua escurre en algún momento del año.

* Ecodistrito Apa-Bahía Negra

El río es "monocanalizado" y de baja sinuosidad. El nivel de desborde sobre la planicie no presenta diferencias significativas durante todo el tramo. El desborde se produce en forma de manto y lento a través de los bañados laterales. Las depresiones están ocupadas por pasturas baja, y en menor frecuencia, por esteros donde dominan las ciperáceas.

c. Ecorregión Pantanal

* Ecodistrito Nabileque

En este Ecodistrito el Río Paraguay juega un papel dominante en los procesos de inundación, especialmente en los pulsos de inundación retardada. Las planicies inundables poseen ejemplares de palmeras carandá y árboles paratudo, así como también arbustales. En la época de aguas altas la vegetación emergente es escasa.

4.2.1.5 Caracterización de las Ecosecciones

Los Ecodistritos identificados son diferenciados en Ecosecciones.

En las siguientes Tablas se presentan los atributos más significativos de las Ecosecciones del Area de Influencia Directa del Proyecto de la Hidrovía.

- Tabla N° 4.2.2. Ecosecciones de la Ecorregión del Bajo Paraná. (Fuente TGCC, 1996, Vol. 5, Tabla 8.13)
- Tabla N° 4.2.3. Ecosecciones de la Ecorregión del Bajo Paraguay. (Fuente TGCC, 1996, Vol. 5, Tabla 8.14)
- Tabla N° 4.2.4. Ecosecciones de la Ecorregión del Pantanal (Sur). (Fuente TGCC, 1996, Vol. 5, Tabla 8.15.b)

TABLA 4.2.2
ATRIBUTOS DE LAS ECOSERIESECCIONES DE LA ECORREGION BAJO PARANA

ELC	Código		Complejo estructural	Relieve	Tipo de Suelo	Drenaje	Posición del nivel de agua	Posición topográfica	Estacionalidad dominante
Aguas Permanentes	A1	Aguas abiertas	Media-Alta	Ríos-Arroyos	-	-	0,00	Baja	Hidrológica
	A2	Lagunas	Alta	Lagunas-Madrejones	-	-	-1, -2	Baja	Hidrológica
Bañados	B1	Bañados con pastos cortos	Media	Planicies aluviales	Mollisoles-Alfisoles	Pobremente drenados	-0,20; -1	Baja	Hidrológica + Climática
	B2	Bañados con plantas altas y tiernas (Graminoides y Latifoliadas)	Baja	Bañados; planicies algo cóncavas	Mollisoles-Alfisoles	Pobremente drenados	-0,20; -1,20	Baja	Hidrológica
	B3	Bañados con pastos altos y duros (pajonales)	Media-Alta	Planicies anegables	Vertisoles-Entisoles-Alfisoles	Nulo	+3; +1,5	Media	Hidrológica + Climática
	B4	Bañados con arbustos	Media	Planicies anegables	Mollisoles-Alfisoles	Bien drenados	+0,5; +1	Media	Climática + Hidrológica
	B5	Bañados con palmas	Media	Planicies anegables	Mollisoles-Alfisoles-Vertisoles	Nulo	+0,3; +1,10	Media	Hidrológica + Climática
	B6	Bañados con palmas y arbustos deciduos	Alta	Planicies anegables	Mollisoles-Vertisoles	Nulo	+0,3; +1,20	Media	Hidrológica + Climática
Esteros y juncuales	C	Esteros y juncuales	Baja	Bañados-Lagunas	Vertisoles-Histosoles	Nulo	+0,40; +0,20	Baja	Hidrológica
Islas y bancos de arena	D	Islas y barras de arena	Media	Barras	Entisoles-Mollisoles	Pobremente drenados	+0,20; +3	Media-Alta	Hidrológica
Playas	E	Playas	Baja	Barras bajas	Entisoles	Bien drenados	+0,10; +0,80	Baja	Hidrológica
Bosques en Galería	F1	Bosques inundables monoespecíficos	Baja-Media	Barras	Entisoles-Mollisoles	Bien drenados	+0,40; +1,30	Alta	Hidrológica + Climática
	F2	Bosques inundables pluriespecíficos	Alta	Albardones	Entisoles-Mollisoles	Moderadamente drenados	+1; +3,5	Alta	Hidrológica + Climática

FUENTE: T.G.C.C., 1996

TABLA 4.2.3
ATRIBUTOS DE LAS ECOSERIESECCIONES DE LA ECORREGION BAJO PARAGUAY

ELC	Código	Complejo estructural	Relieve	Tipo de Suelo	Drenaje	Posición del nivel de agua	Posición topográfica	Estacionalidad dominante
Aguas Permanentes	A1	Alta	Ríos-Arroyos-Bañados	-	-	0,00	Baja	Hidrológica
	A2	Media	Lagos someros-Madrejones	-	-	-1, -2	Baja	Hidrológica
Bañados	B1	Media	Planicies aluviales	Mollisoles-Afisolos	Pobremmente drenados	-0,3; -1	Baja	Hidrológica + Climática
	B2	Baja	Bañados	Entisoles-Mollisoles-Afisolos	Pobremmente drenados	-0,8; -1,5	Baja	Hidrológica
	B3	Media-Alta	Bañados	Entisoles-Mollisoles-Afisolos	Pobremmente drenados	-30; +150	Media	Hidrológica + Climática
	B4	Alta	Planicies anegables	Entisoles-Mollisoles-Afisolos	Pobremmente drenados	+1	Media	Climática + Hidrológica
	B5	Media	Planicies anegables	Entisoles-Mollisoles-Afisolos	Pobremmente drenados	+0,5; +1	Media	Hidrológica + Climática
	B6	Alta	Planicies anegables	Mollisoles-Afisolos	Pobremmente drenados	+0,5; +1	Media	Hidrológica + Climática
Esteros y juncuales	C	Baja	Bañados-Lagunas	Mollisoles	Nulo	-0,6; -1,2	Baja	Hidrológica
Islas y bancos de arena	D	Baja	Barras	Entisoles-Mollisoles	Bien drenados	-0,8; +4	Baja	Hidrológica
Playas	E	Baja	Barras	Entisoles	Bien drenados	-0,5; +1	Baja	Hidrológica
Bosques en	F1	Baja-Media	Barras	Vertisoles	Bien drenados	-1; +0,4	Baja	Hidrológica

FUENTE: T.G.C.C., 1996

TABLA 4.2.4
ATRIBUTOS DE LAS ECOSECCIONES DE LA ECORREGION PANTANAL

ELC	Código	Complejo estructural	Relieve	Tipo de Suelo	Drenaje	Posición del nivel de agua	Posición topográfica	Estacionalidad dominante
Aguas Permanentes	A1	Alta	Ríos mecánicos	-	-	0,00	Baja	Hidrológica
	A2	Baja	Lagunas someras	-	-	-0,8; -2	Baja	Hidrológica
Bañados	B1	Media	Varzeas	Mollisoles-Alfisoles	Pobremmente drenados	+0,2; -1,6	Media	Hidrológica + Climática
	B2	Baja	Bañados anegables	Entisoles-Mollisoles	Pobremmente drenados	+0,5; -1,9	Baja	Hidrológica
	B3	Baja	Varzeas	Entisoles-Mollisoles	Nulo	+0,6; -1,3	Media-Baja	Hidrológica
Esteros y juncuales	C	Baja	Bañados	Mollisoles	Nulo	+0,1; -1,6	Baja	Hidrológica + Climática
Islas y bancos de arena	D	Media	Barras	Entisoles	Bien drenados	+0,7; -1,5	Media	Hidrológica
Playas	E	Baja	Barras	Entisoles	Bien drenados	+0,6; -1,5	Baja	Hidrológica
	F1	Baja-Media	Barras	Vertisoles-Entisoles	Bien drenados	+0,8; -1,2	Baja	Hidrológica + Climática
	F2	Alta	Albardones	Mollisoles	Moderadamente drenados	+1; -1,3	Media-Alta	Hidrológica + Climática

FUENTE: T.G.C.C., 1996

4.2.1.6 Evaluación de la Sensibilidad Ecológica de las Ecorregiones

Se presenta a continuación una evaluación integrada de la sensibilidad biofísica de cada una de las Ecorregiones incluidas en el área de influencia directa del proyecto. (TGCC, 1996, Vol.5)

a. *Tabla 4.2.5.: Bajo Paraná*

Observaciones:

Las Ecosecciones identificadas dentro de la zona de influencia directa del Proyecto no presentan, según TGCC (1996) un nivel de sensibilidad general alto en relación con su composición de especies, aunque sí presentan un nivel de exposición alto a efectos potenciales por su localización y continuidad al curso de agua. Debe aclararse que debido a la especificidad de este estudio, no se procesaron la totalidad de las Ecosecciones presentadas en la tablas de Sensibilidad del ELC (TGCC, 1996). Se seleccionaron solo aquellas que por su localización topográfica pueden ser afectadas directamente por las obras proyectadas. Así, el "Bosque Específico" (F2) y los "Bosques en Galería de cursos secundarios" (F3) presentan una alta sensibilidad, pero una exposición limitada a los efectos potenciales del proyecto por lo cual no han sido incluidos.

b. *Tabla 4.2.6.: Bajo Paraguay*

Observaciones:

En coincidencia con la Ecorregión del Bajo Paraná, las Ecosecciones identificadas dentro de la zona de influencia directa no presentan, según TGCC (1996), un Nivel de Sensibilidad general alto (A), en relación con su composición de especies, aunque sí presentan un nivel de exposición alto a efectos potenciales por su continuidad al curso de agua.

Si bien la mayor sensibilidad la presentan los "Bosques Pluriespecíficos" (F2) y los "Bosques en Galería de cursos secundarios", no están sujetos a los efectos directos del Proyecto.

c. *Tabla 4.2.7.: Pantanal (sur)*

Observaciones:

El Pantanal es la única de las 3 Ecorregiones donde algunas de sus Ecosecciones presentan una Sensibilidad General media a alta, como los "Bañados con pastos cortos", los "Bañados con palmas" y los "Bañados con palmas y arbustos deciduos". Las unidades restantes, si bien tienen asignado una sensibilidad menor, están expuestas a los efectos del proyecto.

TABLA 4.2.5
EVALUACION DE LA SENSIBILIDAD DEL ELC - ECORREGION DEL BAJO PARANA

Unidad de ELC	Nombre	Amplitud de distribución	Influencia Ribereña (del río)	Diversidad del Hábitat		Potencial de Especies Raras		Grado de Perturbación	Expansión o Intensificación potencial del uso del suelo	Sensibilidad general de la Ecorregión
				Flora	Fauna	Flora	Fauna			
A1	Aguas abiertas	M	A	A	B	M	M	B	A	B - M
A2	Lagunas	B	A	M	A	M	A	B	B - M	M
B1	Bañados con pastos cortos	B	A	M	M	A	A	B	M	B
B2	Bañados con plantas altas y tiernas (Graminoides y Latifoliadas)	B	A	B	M	M	A	B	M	B
B3	Bañados con pastos altos y duros (pajonales)	B	A	A	M	A	A	B	B	B
B4	Bañados con arbustos	B	A	M	M	M	A	B	B	M
B5	Bañados con palmas	B	A	M	A	M	A	B	B - M	B
B6	Bañados con palmas y arbustos deciduos	B	A	A	A	M	A	B	B - M	B
C	Esteros y Juncuales	B	A	B	M	M	M	B	B	M
D	Islas y barras de arena	B	A	B	M	B	B	B	M	B - M
E	Playas	B	A	B	B	B	B	B	B	B

REFERENCIAS

B: Bajo
B - M: Bajo Medio
M: Medio
M - A: Medio Alto
A: Alto

FUENTE: T.G.C.C., 1996

TABLA 4.2.6
EVALUACION DE LA SENSIBILIDAD DEL ELC - ECTORREGION DEL BAJO PARAGUAY

Unidad de ELC	Nombre	Amplitud de distribución	Influencia Ribereña (del río)	Diversidad del Hábitat			Potencial de Especies Raras		Grado de Perturbación	Expansión o Intensificación potencial del uso del suelo	Sensibilidad general de la Ecorección
				Flora	Fauna		Flora	Fauna			
A1	Aguas abiertas	B	A	A	B		M	M	B	A	B - M
A2	Lagunas	M	A	M	A		M	A	B	B - M	M
B1	Bañados con pastos cortos	M	A	M	M		A	M	B	M	B
B2	Bañados con plantas altas y tiernas (Graminoides y Latifoliadas)	B	A	B	M		M	M	B	M	B
B3	Bañados con pastos altos y duros (pajonales)	B	A	A	M		A	M	B	B	B
B4	Bañados con arbustos	M	A	M	M		M	M	B	B	M
B5	Bañados con palmas	B	A	M	A		M	A	B	B - M	B
B6	Bañados con palmas y arbustos deciduos	B	A	A	A		M	A	B	B - M	B
C	Esteros y Juncuales	B	A	B	M		M	B	B	B	M
D	Islas y barras de arena	B	A	M	B		B	B	B	M - A	B - M
E	Playas	B	A	B	B		B	B	B	B	B

REFERENCIAS

B: Bajo
B - M: Bajo Medio
M: Medio
M - A: Medio Alto
A: Alto

FUENTE: T.G.C.C., 1996

TABLA 4.2.7
EVALUACION DE LA SENSIBILIDAD DEL ELC - ECORREGION DEL PANTANAL

Unidad de ELC	Nombre	Amplitud de distribución	Influencia Ribereña (del río)	Diversidad del Hábitat			Potencial de Especies Raras		Grado de Perturbación	Expansión o Intensificación potencial del uso del suelo	Sensibilidad general de la Ecoresección
				Flora	Fauna		Flora	Fauna			
A1	Aguas abiertas	B	A	M	B		M	M	B	M	M
A2	Lagunas	B	A	M	M		B	A	B	B	M
B1	Bañados con pastos cortos	B	A	A	M		A	M	B	M - A	M - A
B2	Bañados con plantas altas y tiernas (Graminoides y Latifoliadas)	A	A	M	M		M	M	B	M	M
B3	Bañados con pastos altos y duros (pajonales)	B	A	M	M		A	M	B	B	M
B4	Bañados con arbustos	M	A	M	M		M	M	M	B - M	M
B5	Bañados con palmas	B	A	M	A		M	A	M	M	M - A
B6	Bañados con palmas y arbustos decíduos	B	A	A	A		A	A	M	B - M	M - A
C	Esteros y juncuales	B	A	B	M		M	B	B	B	B - A
D	Islas y barras de arena	B	A	B	B		M	B	B	B - A	B
E	Playas	B	A	B	B		B	B	B	B	B

REFERENCIAS

B: Bajo
B - M: Bajo Medio
M: Medio
M - A: Medio Alto
A: Alto

FUENTE: T.G.C.C., 1996

Si bien los "Bosque pluriespecifico" (F2) y "Bosques en Galería de cursos secundarios", fueron considerados tipos altamente sensibles, presentan un escaso o nulo grado de afectación directa del proyecto.

4.2.2 Flora y vegetación litoral y acuática

4.2.2.1 Introducción

En la presente sección se analiza, en el marco de las Ecorregiones la complejidad florística y de las comunidades vegetales litorales y acuáticas (macrófitas) del eje fluvial Paraná-Paraguay. Se hace énfasis en la dependencia de la vegetación respecto a la variación de parámetros hidrológicos y sedimentológicos en las diferentes unidades de análisis, prestando especial atención a las comunidades dominantes.

Este informe se ha elaborado fundamentalmente sobre los resultados del Diagnóstico confeccionado por TGCC (febrero, 1996).

Dado la extensión territorial que presenta el Proyecto, se han tomado sucesivos niveles de aproximación para describir a la vegetación como un macroindicador de la variabilidad espacial y temporal del paisaje.

4.2.2.2 Vegetación

a. Introducción

La vegetación que acompaña al curso muestra una importante continuidad fitogeográfica, a pesar de atravesar unos 30 grados de latitud en el Hemisferio Sur. En esta amplitud latitudinal, los efectos del río como corredor biogeográfico predominan sobre el gradiente climático, según el cual, de Norte a Sur, aumenta la estacionalidad térmica e hídrica.

b. Unidades de vegetación de la Hidrovía Paraná-Paraguay.

Se consideran las unidades de vegetación dominantes y directamente asociadas a la franja adyacente al curso. Dicha dominancia se infiere a partir de las macrounidades de vegetación presentadas en la Figura 5.1.b.1 por TGCC (1996).

Los tipos de vegetación identificadas en el mapa Figura 5.1.b.1 (escala 1:7.000.000) presentado por TGCC (1996) para cada Ecorregión son:

* Pantanal: Pradera inundada y pantanal

* Bajo Paraguay Pradera con palmeras y Pradera inundada con palmeras.

* Bajo Paraná: Pradera inundada con palmeras

El Volumen II, Capítulo 5, pag. 12 y siguientes TGCC (1996) identifica tipos de vegetación (sin identificación cartográfica) para cada Ecorregión. Los tipos de vegetación de las tres Ecorregiones considerados en este Diagnóstico, que dependen de la fluctuación de la lámina de agua, pueden ser agrupadas de acuerdo con la bioformas dominantes y la complejidad de la vegetación, la dependencia de las plantas respecto a ambientes lénticos o lóticos, la plasticidad ecológica para sobrevivir en condiciones extremas y la influencia de la vegetación sobre el ambiente, es decir, aquellos procesos que pueden ser modificados o interferidos por la vegetación.

Estas características se exponen en las Tablas N° 4.2.8; 4.2.9 y 4.2.10.

I. Comunidades litorales

- Praderas en el margen de los cursos de agua

Es un tipo de vegetación herbácea, densa, cerrada, de rápido crecimiento. Está compuesta por una población de gramíneas (*Panicum elephantides*, *P. grumosum*, *Paspalum repens*) en los sitios de mayor velocidad de la corriente, como el curso principal en el Bajo Paraná. En lugares con menor flujo pueden encontrarse latifoliadas ancladas al fondo y con tallos tendidos sobre el agua. Esto es frecuente en el Pantanal y sectores del Bajo Paraguay (*Eichhornia azurea* y *Polygonum acunatum*). Las especies de esta unidad son las mismas a lo largo de toda la Hidrovía. En el Bajo Paraguay estas unidades se llaman "carrizales".

- Praderas anegables de pastos cortos y tiernos

Esta unidad de vegetación alcanza su máxima expresión en el Pantanal. En el Bajo Paraná se desarrollan en la parte baja del relieve, llegando hasta el borde de algunas lagunas. Estas pasturas son muy sensibles a los períodos de sequías prolongadas.

- Palmares

Los palmares son una formación leñosa y densa dominada por *Copernicia alba*. El estrato bajo presenta gran estacionalidad. La misma se manifiesta en la composición de la vegetación herbácea, que va desde la dominancia de camalotales o plantas acuáticas arraigadas hasta la presencia de gramíneas tiernas.

TABLA 4. 2. 8
PANTANAL

UNIDAD	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES		ATRIBUTOS		CAPACIDAD DE RESPUESTA		CAPACIDAD DE RECUPERACION	INFLUENCIA SOBRE	
	Bioformas Dominantes	Persistencia	Fluctuación del agua	Transparencia	A prolongadas Sequías	A prolongadas Inundaciones		Sedimentación	
Praderas en el margen de cursos de agua (reofiton)	Herbáceas arraigadas de tallos emergentes	No en crecientes extraordinarias			Media	Media	Media	Baja-Media	
Praderas sumergidas (bafon)	Sumergidas, arraigadas o libres	Permanentes			Baja	Media	Baja	Baja	
Camalotales, Aguapés (pleuston)	Herbáceas, flotantes libres (pleustófitas)	Temporal. Aguas bajas y medias			Baja	Alta	Alta	Muy Alta	
Embalsados, Baseiros (islas flotantes)	Colonizadores de pleustófitos y pleustófitos	Temporal			Media	Alta	Media	Alta	
Juncuales, Pirizales (geofiton)	Arraigadas emergentes, litorales (geófitos)	Permanente, estacionalidad debida a insectos			Alta	Alta	Alta	Baja	
Praderas arraigadas de hojas flotantes (irupézales)	Herbáceas rizomatosas de hojas flotantes	Generalmente agosto a mayo. No en crecientes extraordinarias			Media	Alta	Media	Baja	
Praderas arraigadas de tallos flotantes (gramíneas y latifoliadas, carrizales cataizales)	Herbáceas arraigadas con tallos emergentes hasta 1 m sobre el agua	Permanente			Alta	Alta	Alta	Alta	
Praderas anegables de pastos cortos y tiernos	Herbáceas hidrófilas, arraigadas emergentes, bajas	Se desarrollan en aguas bajas. No en condiciones extremas	Baja	Alta	Baja	Media	Alta	Alta	

FUENTE: T. G. C. C., 1996

TABLA 4. 2. 9
BAJO PARAGUAY

UNIDAD	CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES		ATRIBUTOS		CAPACIDAD DE RESPUESTA		CAPACIDAD DE RECUPERACION	INFLUENCIA SOBRE	
	Bioformas Dominantes	Persistencia	Fluctuación del agua	Transparencia	A prolongadas Sequías	A prolongadas Inundaciones		Sedimentación	
Praderas en el margen de cursos de agua (reofiton)	Herbáceas arraigadas de tallos emergentes	Aguas altas y bajas. No en crecientes extraordinarias			Alta	Alta	Alta	Alta	
Praderas sumergidas (bañon)	Herbáceas, flotantes libres (pleustófitas)	Solo en aguas medias y altas, en lagunas resguardadas del viento			Baja	Media	Media	Baja	
Camalotales, Aguapés (pleuston)	Herbáceas, flotantes libres (pleustófitas)	Permanente, excepto sequías y crecientes extraordinarias y medias			Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta	
Embalsados, Baseiros (islas flotantes)	Colonizadores de pleustófitos	No en sequías ni inundaciones extraordinarias			Media	Alta	Media	Muy alta	
Junciales, Pirizales (geofiton)	Geófitos emergentes	Permanente			Alta	Alta	Alta	Media	
Esteros	Geófitos emergentes	Permanente			Baja	Alta	Alta	Alta	
Praderas arraigadas de hojas flotantes (rupezales)	Herbáceas rizomatosas de hojas flotantes	No persisten en aguas muy altas			Baja	Media	Media	Baja	
Praderas arraigadas de tallos flotantes (gramíneas y latifolias, carrizales cataizales)	Herbáceas arraigadas con tallos emergentes hasta 1 m sobre el agua	Permanente. No en crecientes extraordinarias			Muy alta	Muy alta	Muy Alta	Media	
Praderas anegables de pastos cortos y tiernos	Geófitos emergentes, caméfitos y terófitos	Permanentes, comportamiento estacional	Baja	Alta	Media	Media	Alta	Baja	

FUENTE: T.G.C.C., 1996

TABLA 4.2.10
BAJO PARANA

UNIDAD	CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES		ATRIBUTOS		CAPACIDAD DE RESPUESTA		CAPACIDAD DE RECUPERACION	INFLUENCIA SOBRE	
	Bioformas Dominantes	Persistencia	Fluctuación del agua	Transparencia	A prolongadas Sequias	A prolongadas Inundaciones		Sedimentación	
Praderas en el margen de cursos de agua (reofiton)	Herbáceas emergentes	Permanente, excepto grandes crecientes			Media	Muy Alta	Media	Alta	
Praderas sumergidas (balon)	Sumergidas, arraigadas y libres	Solo en aguas medias y altas,			Nula	Media	Media	Baja	
Camalotales, Aguapés (pleuston)	Flotantes libres (pleustófitas)	Permanente, excepto sequias y crecientes extraordinarias			Nula	Alta	Muy Alta	Muy Alta	
Embalsados, Baseiros (islas flotantes)	Colonizadores de pleustófitos	Solo en aguas medias prolongadas			Baja	Alta	Baja	Muy alta	
Junciales, Pirizales (geofiton)	Geófitos herbáceos emergentes	Permanente			Media	Alta	Alta	Media	
Esteros	Geófitos herbáceos emergentes	Permanente			Media	Alta	Media	Alta	
Praderas arraigadas de hojas flotantes (irupezales)	Arraigadas de hojas flotantes	Permanente, no en crecientes y bajantes extremas			Media	Baja	Media	Baja	
Praderas arraigadas de tallos flotantes (gramíneas y latifoliadas, carrizales)	Herbáceas arraigadas emergentes	Permanente.			Muy alta	Muy alta	Alta	Contribuyen a la sedimentación por reducir la competencia del flujo	
Praderas anegables de pastos cortos y tiernos	Herbáceas emergentes	No tolera extremos hídricos	Baja	Alta	Baja	Baja	Media	Baja	

FUENTE: T.G.C.C., 1996

II. Comunidades acuáticas

- Praderas sumergidas

Crece en las lagunas interiores del valle del río. Las mismas se alimentan por anegamiento del paisaje adyacente y no por desbordes fluviales. En el Pantanal se las encuentra en la Bahía de Miranda, aproximadamente a la altura del Paso Caraguatá. En el Bajo Paraguay son poco frecuentes. En el Bajo Paraná, esta vegetación se encuentra en las lagunas de Corrientes, en el borde de la planicie del Paraná. Son formaciones densas que colonizan entre los 1 y 3,5 m de profundidad con dominancia de una especie. Adoptan la forma de "parches", y ante el resguardo del viento pueden ocupar más de la mitad de las lagunas.

- Camalotales o aguapés

Se trata de una vegetación flotante libre, dominada por una especie (*Eichhornia crassipes* o *Pistia stratiotes*), con una o varias especies de menor tamaño, formando un estrato denso sobre el agua. Tienen alta productividad en sitios lénticos. Pueden ocupar la casi totalidad de los espejos de agua y la mayor parte del valle del río en las crecidas importantes. La mayor cobertura y permanencia se da en el Bajo Paraná y Paraguay, exactamente en lagunas y madrejones de la planicie activa. Las plantas de este grupo tienen un alta tasa de crecimiento, y eficientes medios de propagación. La existencia de agua permanente y con baja velocidad de escurrimiento es la condición esencial para que prosperen este tipo de plantas.

- Embalsados: balseiros o islas flotantes

Son formaciones vegetales libres que, a diferencia de las anteriores, poseen un suelo orgánico formado por raíces, rizomas y detritos vegetales que dan solidez al conjunto. Se desarrollan en lagunas de aguas calmas del Pantanal y Bajo Paraguay y pueden ingresar a los cursos bajo condiciones especiales. Pueden estar colonizados por arbustos y producen inconvenientes en la navegación.

- Juncuales

Se trata de la vegetación palustre que crece en las depresiones donde el agua permanece casi todo el año. Crece en praderas densas que pueden cubrir las superficies de las lagunas. Son frecuentes en el Bajo Paraná, con poblaciones de *Nymphoides indica*. A este tipo de vegetación se asocian otras plantas que determinan un aumento en la oferta de hábitat para poblaciones de aves.

- Praderas arraigadas de tallos flotantes, gramíneas y latifoliadas.

Son plantas con tallos huecos, de hasta 4 metros de longitud, en formaciones densas y cerradas. Cuando la comunidad es tapada por el pulso de inundación, los

ejemplares logran asomar hasta un metro sobre el agua. Las especies más frecuentes son: *Echinochloa polystachya*, *E. helodes*, *Polygonum ferrugineum*, etc.

c. Sensibilidad y capacidad de respuesta de la vegetación

Se analizarán en este punto el grado de sensibilidad y la capacidad de respuesta de las distintas unidades de vegetación incluídas en el área de estudio, con énfasis en aquellas sensibles a la variación hidrométrica o de la calidad del agua.

I Pantanal

Dentro de esta ecorregión encontramos unidades con baja resistencia a las prolongadas sequías como lo son las "Praderas sumergidas" (A2), "Camalotes Aguapes" (A2)(A1, F1, F2), "Praderas arraigadas de pastos cortos y tiernos" (B1) (Bordes de basantes).

Las Praderas sumergidas (A2) además, presentan una baja capacidad recuperación y una baja euritipia, mientras que los "Embalsados" o "Baseiros" (islas flotantes, (A2, A1) se pueden caracterizar por su baja euritipia.

II Bajo Paraguay

Con respecto a la resistencia a las prolongadas sequías las unidades que pueden considerarse de baja capacidad son las "Praderas sumergidas" (A2), los "Esteros" (C) y "Praderas arraigadas de hojas flotantes" (A2, B3).

Las Praderas sumergidas también presentan una resistencia media a las prolongadas inundaciones, una media capacidad de recuperación y una baja euritipia.

Se observa además que los "Embalsados" o "Baseiros" (islas flotantes) poseen capacidad de recuperación euritipia medias.

En esta Ecorregión encontramos también "Praderas anegables de pastos cortos y tiernos" que poseen una resistencia media a las prolongadas inundaciones.

III Bajo Paraná

Las praderas sumergidas (A2), los "Camalotales" o "Aguapes (A2) (A1, B5, B6, F2), los "Embalsados" o "Baseiros" (islas flotantes) (A2, A1, F2), las Praderas arraigas de hojas flotantes" (irupezales) y las "Praderas arraigadas de pastos cortos y tiernos", que aquí existen, están caracterizados por su baja o nula resistencia a las prolongadas sequías.

Con baja capacidad de recuperación y baja euritipia encontramos las "Praderas sumergidas" (A2), mientras que las "Praderas arraigadas de hojas flotantes"

(irrupezales) presentan una medioresistencia a las prolongadas inundaciones y una media capacidad de recuperación.

d. *Patrones de distribución espacial de la vegetación fluvial*

"La vegetación de los ríos y en especial de los que tienen extensas llanuras inundables, constituyen un complejo biótico de alta variabilidad en el espacio y en el tiempo" (TGCC, 1996, Vol.2, Cap. 5, pág. 24). Esta variabilidad está netamente enlazada con la variación hidrométrica.

Los períodos de aguas bajas reducen el área colonizable para la vegetación y también producen cambios en las bioformas. En cambio, cuando se produce períodos de crecientes la superficie ocupada por las plantas puede ser 5 veces mayor que la antes descripta.

Como se puede observar, las plantas son las más afectadas por las modificaciones producidas por el manejo hídrico, asociado esto también con la calidad del agua.

Se puede distinguir un eje de variación de la vegetación; "de norte a sur la mayor área ocupada por plantas acuáticas corresponde a hidrófilos arraigados de hojas o tallos flotantes, seguido en importancia de vegetación flotante libre, la palustre emergente, y la vegetación palustre que crece sobre plantas flotantes" (TGCC 1996, Vol. 2 Cap. 5, pág. 25).

Las plantas sumergidas son poco frecuentes. Relacionadas con el grado de turbidez y color del agua debido a la presencia de partículas orgánicas e inorgánicas y la fluctuación anual e interanual de la lámina de agua.

La vegetación está adaptada a tolerar largos períodos de inmersión del suelo (incluso los bosques fluviales) y a crecer donde la lámina de agua no desciende en el paisaje por debajo de 1 m. respecto al nivel del terreno natural. La mayoría no posee mecanismos que les permita capturar y retener el agua en la fase seca con excepción de las Praderas de pastos altos y duros, Arbustales, Palmares, Bosques inundables monoespecíficos, Bosques inundables pluriespecíficos y Bosques de ríos y arroyos secundarios (10-16), que poseen dichos mecanismos. "La diferencia prolongada de agua en todos los suelos es una restricción fuerte para la persistencia de muchas plantas" (TGCC, 1996, Vol. 2, Cap.5, pág. 26).

La variación del agua especialmente en períodos críticos de inundación o de sequía produce que algunas unidades de vegetación sean sustituidas parcial o totalmente. El estrato herbáceo es el que se renueva estacionalmente en relación a la dinámica del agua.

e. Unidades de Vegetación en relación a los Pasos del Proyecto

En las Tablas N° 4.2.11.a, 4.2.11.b y 4.2.11.c se presentan la correlación entre:

- Los tramos correspondientes a las operaciones de dragado.
- Las ecorregiones
- Los ecodistritos
- Las unidades de vegetación dominantes
- Los pasos que serán sometidos a las operaciones de dragado según el Proyecto.

4.2.2.3 Conclusiones

El análisis de los ecosistemas y en particular de la vegetación del area de influencia directa del Proyecto se fundamenta en la importancia de las interrelaciones que mantienen con la vía fluvial:

- el río como vía de poblamiento y de dispersión de especies (acuáticas y litorales)
- el río, como generador y modulador de los ambientes litorales
- los ecosistemas como dadores de hábitat, sitios de nidificación y refugio,
- los ecosistemas como dadores de materiales (nutrientes y alimentos) y energía
- el río y los ecosistemas litorales como co-protagonistas de los ciclos biogeoquímicos y de la cadena trófica

Dentro de este sistema, la vegetación presenta una heterogeneidad de comunidades terrestres y asociadas a humedales, que se relacionan con diferente intensidad con el sistema fluvial y que presentan diferentes capacidades de respuesta a los cambios de medio ambiente.

La vegetacion aparece como un indicador del funcionamiento de los ambientes litorales, con diferente capacidad de respuesta frente a los efectos del proyecto. Estas características deberán hacerse presentes en otras secciones de la evaluación.

Si embargo la ausencia de un mapeo y localización de las diferentes tipologías de la vegetación, limita su potencia como elemento de diagnóstico en esta etapa y su aplicación en las futuras.

TABLA 4.2.11a
ECORREGION BAJO PARANA
RELACION ENTRE TRAMOS, UNIDADES DE VEGETACION Y PASOS

TRAMO	ECORREGION	ECOSECCION	UNIDADES DE VEGETACION	PASOS
Santa Fe-Confluencia	Bajo Paraná	Santa Fe	Praderas en el margen de los cursos de agua	Riacho Zapata
			Praderas Sumergidas	
		Goya-Corrientes	Camalotales o Aguapés	Travesía Feliciano
			Praderas arraigadas de hojas flotantes	Arriba Feliciano
				Zona Santa Helena
			Praderas anegables de pastos cortos y tiernos	Travesía Arroyo Seco
			Embalsados Baceiros	San Juan-Riacho Raigones
				Curuzu Chali
			Juncuales Pirizales	Garibaldi
			Esteros	Retaguardia
				Inga
			Praderas arraigadas de tallos flotantes	Abajo Esquina
				Costa Cordillate
				Isla del Selzo
				Guaycurú
				Mal Abrigo
				Los Vascos
				Caraguatay
				Las Cañas
				Nanganui-Guarapo
				Toro- Costa Izoro
				Travesía Carrizal
				Tacuara! Colorado
				Tacuani

FUENTE: Elaboración propia en base a T.G.C.C, 1996

TABLA 4. 2. 11b
ECORREGION BAJO PARAGUAY
RELACION ENTRE TRAMOS, UNIDADES DE VEGETACION Y PASOS

TRAMO	ECOREGION	ECOSECCION	UNIDADES DE VEGETACION	PASOS
Confluencia-Asunción	Bajo Paraguay	Corrientes-Bermejo	Praderas Sumergidas Camalotes Aguapes	Talar Isla del Medio Bat. Londres- Humaitá Desem. Río Bermejo
		Bermejo-Pilcomayo	Embalsados Baceiros Esteros Juncuales Pirizales Praderas arraigadas de hojas flotantes Praderas anegables de pastos cortos y tiernos	Frente Puerto Pilar Tacuara Curva Formosa Vuelta Gomez Cortada Orange Dalmacia-Morterito Restinga Ita Piru-Guyrati Buey Muerto Frente Pto. Villeta y Restinga Villeta Travesia San Antonio Medin Abajo Puerto Pilcomayo Purificación

FUENTE: Elaboración propia en base a T.G.C.C, 1996

TABLA 4. 2. 11b (Continuación)
ECORREGION BAJO PARAGUAY
RELACION ENTRE TRAMOS, UNIDADES DE VEGETACION Y PASOS

TRAMO	ECOREGION	ECOSECCION	UNIDADES DE VEGETACION	PASOS
Asunción-Río Apa	Bajo Paraguay	Pilcomayo-Apa	Idem página anterior	Remanso Castillo Tres Bocas Inferior Travesia Villa Rey San Juan Pito Cañy-Elvira Yvyrayu Palmita-Oculto Inferior Oculto Superior Rosario Sup.-Sann Luis-Sta. Catalina Burro Ygua-Caballero Santa Rossa Sup. Curva Buena Vista o Ñandú Piripucu Curuzú Brasileiro Curuza Juanita Pedernal Riachó Negro I. del Medio-Concepción Saladillo Itacurubi Punta Irigoyen

FUENTE: Elaboración propia en base a T.G.C.C.

TABLA 4.2.11b (Continuación)
ECORREGION BAJO PARAGUAY
RELACION ENTRE TRAMOS, UNIDADES DE VEGETACION Y PASOS

TRAMO	ECOREGION	ECOSECCION	UNIDADES DE VEGETACION	PASOS
Asunción-Río Apa	Bajo Paraguay		Idem página anterior	Zapatero-Cue Trav. Leonor Inf. y sup. Trav. Santa Ana La Novia Pindo Arrecifes Piquete Cambá Isla Stanley Itá-Pucumuni (Cerro Lorito) Trav. Max e I. Caa Pucu Guazú Aguirre-Palacio Cue Lambone (Piedra Partida) Vuelta I Peña Hermosa Trav. Casado Inferior Isla do Farol

FUENTE: Elaboración propia en base a T.G.C.C., 1996

TABLA 4.2.11c
ECORREGION PANTANAL
RELACION ENTRE TRAMOS, UNIDADES DE VEGETACION Y PASOS

TRAMO	ECOREGION	ECOSECCION	UNIDADES DE VEGETACION	PASOS
Río Apa-Corumbá	Pantanal	Río Apa-B. Negro Nabileque	Praderas sumergidas Embalsados baseiros Camalotales aguapés Juncuales (Pinzales)	Cambá-Nupá Curva do Aboteado Estirao Braga
		Nabileque	Praderas arraigadas de hojas flotantes Praderas arraigadas de tallos flotantes Praderas arraigables de pastos cortos y tiernos	Volta Rebojo Piuvas Inferior y Superior Concelho Yacaré Superior Volta da Figueirinha Ilha Craguatá Formigueiro Santana
				CANAL TAMENGO

FUENTE: Elaboración propia en base a TGCC, 1996

4.2.3 Plancton

El componente más relevante de esta comunidad en relación a las obras es el ictioplancton. La mayoría de las especies de peces de importancia comercial son migradoras que poseen como estrategia reproductiva el apareo y desove en aguas libres. Para muchas especies este fenómeno comienza en primavera-verano, a medida que el nivel del agua aumenta. Los huevos que derivan a merced de las corrientes, tienen un período de maduración aproximado de entre 12 y 24 horas dependiendo de la temperatura del agua. Las distintas poblaciones a lo largo del curso del río aportan huevos, caracterizándose localmente el ictioplancton por su proporción de huevos y larvas en distintos estadios de desarrollo. Estos, son arrastrados hacia zonas inundadas del valle aluvial, donde quedan retenidos.

Estas áreas inundadas juegan un papel importante debido a que ofrecen alimento en abundancia, además de refugio y protección para las formas juveniles. Una vez completado el desarrollo, en general al cabo de uno o dos años, los adultos retornan al curso principal aunque pueden volver a estas ricas zonas inundadas para su alimentación.

4.2.4 Bentos

El bentos del Paraná medio y Río Paraguay está constituido por una amplia variedad de taxas, sobresaliendo por su densidad y diversidad los poríferos, oligoquetos, hirudíneos, quironómidos, efemerópteros y moluscos.

El análisis de la comunidad del bentos esta directamente ligado a las características de los sedimentos y la influencia de diversos factores que actúan sobre ellos. En el Río Paraguay, se ha detectado presencia de sedimentos predominantemente arcillosos que favorecen el desarrollo de una fauna psamófila. Aguas arriba de la desembocadura del Bermejo, *Narapa bonettoi*, *Pristina americana* y *Limnodrilus undekamianus* aparecen como las especies mas características. Estas especies, junto a otros grupos de menor importancia como nemátodos y copépodos harpacticoides oscilarían entre 44 y 4.400 ind/m² (TGCC, 1996). Aguas abajo del ingreso del río Bermejo la fauna bentónica parece disminuir (Bonetto et al. 1981) como producto de la altísima carga de sedimentos que ingresan al Paraguay, destacándose solamente *Narapa bonettoi* en el cauce y *Chironomus* en las márgenes.

Por su parte, los sedimentos de fondo del río Paraná están constituidos fundamentalmente por arenas mediana con tendencia a finas (Bertoldi de Pomar 1980; Bonetto et al. 1985). Típicamente en un perfil transversal, se distinguen sedimentos de tipo arenoso, pero existen sedimentos limo-arcillosos característicos en área marginales y fondos rocosos y afloramientos propios en zonas con características de rithron (Varela et al, 1981). A lo largo de su extenso recorrido, el

curso del Río Paraná presenta importantes diferencias geomorfológicas e hidrológicas que se reflejan en su biota acuática, según la referencia de Bonetto y Drago, 1968 (citado en TGCC, 1996).

A partir de la confluencia con el río Paraguay, la fauna es característica del potamon, coincidente con la sedimentología del río en este tramo (arenas móviles). La composición granulométrica del sedimento y su contenido de carbono parece ser un factor relevante para interpretar la estructura de la bentofauna (Marchese 1981). Ezcurra de Drago (1980), describió para este tramo una fauna de baja diversidad específica y escasa biomasa en fondo arenoso, de bajo contenido de carbono; Di Persia (1980) reporta una fauna psamófila similar, aunque con diferencias taxonómicas a la altura de Paraná. Varela *et al.* (1982) estudiaron la composición de la fauna bentónica en 4 tramos del Río Paraná en la Provincia de Corrientes, registrando cambios cuali-cuantitativos en la sección transversal, acordes con las características de los sustratos y variaciones longitudinales y temporales, observando una mayor abundancia aguas abajo y en especial durante la primavera-verano. Por su parte, Bonetto *et al.* (1985-86) concluye que la calidad de los sedimentos en el tramo Corrientes-Esquina determina la configuración de tipos de comunidades bien diferenciables en el cauce principal en el Paraná medio. Menciona que en fondos arenosos, existe una fauna psamófila dominada por *Narapa bonettoi*, cuya abundancia está relacionada con la granulometría del sedimento. A su vez, en los sustratos arcillosos de los bancos arcillosos localizados en las márgenes del río existe una rica fauna, donde predomina el chironomido *Xenochironomus*, mientras que los fondos limosos presentan una estructura comunitaria menos compleja y con escasas especies. Los hábitats de este tipo son difíciles de colonizar (Hynes, 1970; Welcomme, 1979)

En todo caso, la distribución espacial del bentos constituye un buen indicador de la variabilidad ambiental en el cauce central, cauces secundarios y tributarios del Paraná. Marchese y Ezcurra de Drago (1992), confirmando estudios previos de Marchese y Ezcurra de Drago (1983) y Marchese (1984), demostraron que la estructura y distribución del bentos está gobernado principalmente por la descarga y las características químicas del agua. La densidad del bentos decrece mientras su diversidad y riqueza se incrementa desde el canal principal hacia las márgenes y canales secundarios. Este cambio sigue un gradiente dado por un decrecimiento de la profundidad, velocidad de corriente, descarga, porcentaje de arena y tenor de oxígeno y por otra parte, por un aumento de limo, arcilla, materia orgánica, transparencia, conductividad, pH y temperatura. Por otra parte, mientras en el canal principal se verificaron asociaciones características de especies adaptadas a este gradiente, en los canales secundarios no se observaron diferencias entre asociaciones de especies localizadas en los bancos y centro del canal.

En la zona media del Paraná, Bertoldi de Pomar *et al.* (1986) identifican un total de 63 taxas, correspondiendo un 54 % a oligoquetos y 23 % a quironómidos. Marchese (1984) en el área de la Ciudad de Paraná menciona 33 taxas, correspondiendo 86-96

% a oligoquetos (*Potamodrilus*) y 3-6 % a quironómidos (*Parachironomus* y *Coelotanypus*). Este autor observa que se produce un incremento de oligoquetos hacia fines del invierno y principios de la primavera, fenómeno probablemente ligado a la época de su reproducción. La Tabla 4.2.12 constituye un ejemplo de las especies típicas encontradas en los Río Paraguay y Paraná correspondientes al área de estudio.

Este grupo dominante del bentos presenta una clara diferenciación de uso del hábitat según sus requerimientos ecológicos. Típicamente se observan especies como *Paranadrilus descolei* que habita sedimentos limo-arcillosos o limo-arenosos en canales con moderada profundidad y velocidad de corriente y baja conductividad; especies como *Tubifex tubifex* que predomina en canales secundarios con baja profundidad y velocidad de corriente y alta conductividad, con sedimentos limo-arenosos y limo-arcillosos; especies como *Narapa bonettoi* que son prácticamente endémicas del canal principal y cauces secundarios con altas descargas y sedimentos arenosos, y finalmente especies ubicuas como *Limnodrilus hoffmeister* que presentan altas densidades en sedimentos poluídos, con alto contenido de materia orgánica, localizados en los bancos del canal principal (Marchese et al 1987). En el caso de *Narapa bonettoi*, es de interés señalar que esta especie posee un crecimiento rápido durante los primeros cuatro meses, lo cual es interpretado como una estrategia de adaptación a su riguroso hábitat donde existe una alta velocidad de corriente e importantes movimientos de sedimentos (Marchese 1994).

La densidad numérica del bentos del cauce principal del río Paraná es muy variable; diversos autores citan valores máximos que oscilan entre 1.900 y 3.100 ind/m² (Ezcurra de Drago, 1980; Marchese y Ezcurra de Drago, 1983), entre 0 y 9.800 ind/m² (Marchese, 1984; Bonetto et al., 1985) y entre 0 y 3800 ind/m² (Bertoldi de Pomar et al., 1986). Típicamente la bentofauna del cauce principal es pobre si se la compara con los brazos secundarios (Bonetto y Ezcurra, 1964).

4.2.5 Ictiofauna

4.2.5.1 Caracterización biológica

La ictiofauna de agua dulce de Latinoamérica, caracterizada por un número relativamente reducido de categorías sistemáticas mayores, cuenta, sin embargo, con una extraordinaria riqueza de especies, resultando la fauna más diversificada de todas las regiones del mundo, con un total de 2.400 especies. Esta ictiofauna presenta un marcado endemismo (Bonetto y Castello, 1985).

Desde el punto de vista ictiogeográfico, la fauna íctica del tramo del Río Paraná-Paraguay involucrado en el Proyecto, se ubica dentro de la Subregión Brasileña, del Dominio Paranaense, de las Provincias Paraná-Platense y Alto Paraguay, que se extiende sobre el sistema del Gran Pantanal (Ringuelet, 1975).

Tabla 4.2.12 : Especies bentónicas registradas en los ríos Paraná y Paraguay en julio de 1995 (tomada de TGCC, 1996)

Taxón	río Paraguay	río Paraná
Turbellaria		
<i>Retronectes paranensis</i>	+	+
Nematoda		
<i>Tobrilus sp</i>	-	+
sp no identif.	+	
Oligochaeta		
Tubificidae inmaduros	+	-
<i>Pristina americana</i>	+	-
<i>P. leydii</i>	+	+
<i>P. sima</i>	-	+
<i>Pristinella osborni</i>	+	-
<i>Narapa bonettoi</i>	+	+
<i>Aulodrilus piguiti</i>	+	+
<i>Dero nivea</i>	+	-
<i>Dero sp</i>	-	+
<i>Bothrionerum americanum</i>	+	-
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	+	-
<i>Limnodrilus inmaduros</i>	+	-
<i>L. claparedeianus</i>	-	+
<i>Paradrilus descolei</i>	-	+
<i>Brinkhurstia americanus</i>	-	+
<i>Enchytraidae</i>	-	+
Copepoda		
Harpaticoidea	+	+
Insecta		
Trichoptera	+	-
Chironomidae		
<i>Parachironomus sp</i>	+	+
<i>Cricotopus sp</i>	-	+
<i>Polypedilum sp</i>	-	+
<i>Ablabesmya sp</i>	+	+
Ceratopogonidae	-	+
Mollusca		
Bivalvia		
<i>Pisidium sp</i>	-	+

Los peces de la cuenca del Río Paraná-Paraguay, a la que pertenecen las especies involucradas en el área de estudio, constituyen una rica comunidad integrada por una gran variedad de especies, muchas de las cuales tienen un gran valor comercial o deportivo (dorado, surubí, bogas). Al igual que en otros sistemas fluviales de Latinoamérica, la ictiofauna de esta región está dominada por los órdenes Characiformes y Siluriformes. Las especies de mayor importancia y abundancia relativa son: bogas (*Leporinus spp*), dorados (*Salminus spp*), sábalo o carimbatá (*Prochilodus spp*), mojarra-pyky (*Astyanax spp*), surubí (*Pseudoplatystoma spp*), tres puntos (*Hemisorubim sp*) y mandi-í (*Pimelodus spp*) (Instituto Internacional para el Desarrollo del Medio Ambiente, 1985; FAO, 1994).

Si bien la fauna íctica de estos ambientes es muy rica y abundante, con no menos de 600 especies registradas, a la fecha no se cuenta con suficiente información de base acorde con su magnitud. Así, son relativamente escasos los estudios desarrollados para su conocimiento integral.

4.2.5.2 Potenciales especies indicadoras de manejo

Dada la abundancia de especies que habitan la cuenca de los Ríos Paraná y Paraguay, no es práctico intentar considerar las implicaciones potenciales de las alteraciones del hábitat sobre cada especie. Por otra parte, como ya fue mencionado, tampoco existe suficiente información de base sobre la biología de tantas especies que facilite la evaluación de todas ellas. Por consiguiente, un criterio de selección debe ser utilizado para identificar las especies posibles de ser empleadas como indicadoras en los subsiguientes análisis de impacto. Los criterios de selección elegidos para estas especies se basan en su importancia comercial / económica (ver más adelante Tabla 4.2.14) y en el uso del hábitat, particularmente aquellos de aguas abiertas, más sensibles a sufrir impactos derivados de las obras durante las etapas de ejecución, mantenimiento y navegación. Los criterios que sugerimos seguir son:

- a) poseer una amplia distribución;
- b) representar un grupo ecológico importante en términos de su nicho;
- c) haber sido estudiados previamente de tal modo que exista una información de base adecuada;
- d) ser de consumo masivo o sujetos a explotación pesquera intensiva (recreativa o comercial);
- e) poseer un alto potencial de bioacumulación;
- f) reflejar las condiciones del área bajo estudio;

g) ocupar una posición crítica en la trama trófica;

h) ser abundantes en número y biomasa.

En este contexto se considera importante que al menos una de las especies sea un comedor o filtrador de fondo y al menos una de las especies sea un predador terminal.

Teniendo en cuenta estos criterios, consideramos adecuado tomar en la zona baja del Paraná medio al sábalo, (*Prochilodus lineatus*) y al dorado, (*Salminus maxillosus*); en el tramo superior del Paraná Medio las especies citadas más el surubí, (*Pseudoplatystoma coruscans*) y en el Río Paraguay el surubí, y el cartimbatá, (*Prochilodus scrofa*).

De acuerdo a las relaciones con el hábitat, se diferencian dos grupos de especies. Aquellas adaptadas a las aguas corrientes, cauces principal y secundarios, y otra a zonas de aguas calmas, en remansos y bahías. Estas últimas ocurren principalmente en las desembocaduras de los afluentes. Las diferencias biológicas entre estos dos tipos de especies son notables. Las que viven en los cauces, en su mayoría son peces predadores de hábitos migradores, como grandes silúridos (patí, surubíes, manguruyú) y caraciformes (dorados), mientras que dentro de las que habitan las aguas calmas hay gran cantidad de peces omnívoros (mojarra), vegetarianos (boguitas) y bentófagos (rayas) y algunas viejas de agua, como así también larvas y juveniles de todas ellas.

Las especies migratorias incluyen a la mayoría de las más cotizadas desde el punto de vista comercial y deportivo. El sábalo, (*Prochilodus lineatus*, Bonetto et al., 1971; Sverlij et al., 1994), el curimbatá o carimatá (*P. scrofa*, Gogoy, 1956), son detritívoras, por lo que pasan gran parte del tiempo alimentándose en el fondo. El dorado (*Salminus maxillosus*, Bonetto et al., 1971; Sverlij y Espinach Ros, 1986) y el patí (*Luciopimelodus pati*, Espinach Ros et al., 1979) son las especies mejor estudiadas. También los grandes bagres como los surubíes (*Pseudoplatystoma coruscans* y *P. fasciatum*), el manguruyú (*Paulicea luetkeni*), la boga (*Leporinus obtusidens*) y el armado común (*Pterodoras granulosus*) realizan migraciones complejas, que son menos conocidas. Otras especies con menor valor comercial, también son migradores activos, como el armado chanco (*Oxydoras kneri*), el manduví (*Ageneiosus spp.*), la anchoa (*Lycengraulis olidus*, especie anádroma, es decir que migra del mar hacia el río para reproducirse), el bagre blanco, (*Pimelodus clarias*), el chafalote, (*Raphiodon vulpinus*) y la saraca, (*Pellona flavipinnis*), entre otras.

En la migración reproductiva los peces forman cardúmenes que se desplazan contracorriente hacia lugares favorables para el desove, en general remansos ubicados entre dos zonas de rápidos o correderas. Para muchas especies este fenómeno comienza en primavera-verano, a medida que el nivel del agua aumenta,

en el tramo Paraná Medio-Paraguay. Al Norte, en el río Paraguay, en la región próxima a Corumbá, la onda de crecida del río ocurre en los meses de abril-junio, debido a las características geomorfológicas e hidrométricas de la cuenca. Este desfase promovería una mayor posibilidad de dispersión de huevos y alevinos río abajo. La proporción de migradores activos en las poblaciones es mayor en los tramos superiores de los ríos y en los principales afluentes y menor en el potamon. Las migraciones pueden involucrar desplazamientos de hasta de 1.500 km, distancia máxima registrada para el dorado (Bonetto et al; 1971, Sverlij y Espinach Ros, 1986) y el patí (Espinach Ros et al, 1979), desde el Río de la Plata hasta Posadas y Asunción, respectivamente. Las velocidades medias de migración son muy variables, con registros de hasta 10 a 44 km/día para las especies más veloces como el dorado.

Durante la migración activa, hay un gran gasto energético, ya que el movimiento es en general contra corriente. Como forma de ahorrar energía, el desplazamiento de los cardúmenes se realiza por la zona del veril y por las márgenes, donde el flujo de la corriente es menor. El comportamiento hidrológico del río, en particular la intensidad de las crecidas, afectan el vigor y periodicidad de las migraciones, regulando asimismo la abundancia de peces y consecuentemente la productividad de las pesquerías.

Los peces migradores liberan grandes cantidades de huevos fertilizados externamente en aguas abiertas. El desarrollo embrionario es muy rápido y la eclosión se produce antes de las 24 horas. Las larvas derivan con la corriente hasta ingresar en las áreas marginales inundables que constituyen las principales áreas de cría de la mayoría de estos peces.

De acuerdo al cronograma del período disponible para la ejecución del dragado, los desplazamientos reproductivos de sábalos y dorados se verían afectadas por las obras en diferente proporción del período migratorio según los tramos (Ver Tabla 4.2.13):

- un 46 % en el tramo Corumbá - Río Apá
- un 51 % en el tramo Río Apá - Asunción
- un 80 % en el tramo Asunción - Confluencia
- un 42 % en el tramo Confluencia - Santa Fe
- un 33 % en el Canal Tamengo

4.2.5.3 Estado de conservación de la ictiofauna

El resultado de la revisión del estado de conservación de las especies de peces en los ríos Paraguay y Paraná, indican que varias especies de peces (surubí, dorado, pacú)

son intensamente explotadas, como se verá más adelante (ver Pesca). Si bien a lo largo del tramo considerado existe una concepción en el sentido de la reducción de estos stocks, no se dispone de suficientes elementos de juicio para convalidar esta apreciación. Parecería que existe gran confusión entre los conceptos de captura por unidad de esfuerzo individual y captura total, que conllevan a interpretaciones erróneas. De cualquier modo, las escasas referencias disponibles indican que las especies preferidas escasean localmente alrededor de los grandes centros urbanos, mientras que pueden ser obtenidas en lugares más alejados de las ciudades. Así, estas especies no son citadas como "especies en peligro" por IUCN (1994, Red List of Threatened Animals), aunque, varias especies importantes para el mantenimiento de la biodiversidad son mencionadas por Chébez (1994) y Bertonatti y González (1992) como amenazadas. Muchas de estas últimas especies se encuentran comercialmente amenazadas ya que son utilizadas como peces ornamentales y pescadas intensivamente por acuaristas (Tabla 4.2.14).

Por último, cabe mencionar que han sido introducidas en la cuenca algunas especies exóticas como las tilapias (*T. melanopleura*, *T. nilotica*, *T. honorum*), la carpa (*Cyprinus carpio*), corvina (*Plagioscon squamosissimus*), guppy (*Lebistes sp*) y astronotus (*Astronotus ocellatus*).

4.2.5.4 Algunos aspectos de la Hidrovía Paraguay-Paraná como vía de dispersión de la biota

Como ya se ha mencionado previamente, la Hidrovía es un potente factor de dispersión de especies desde la alta cuenca hacia el Río de la Plata.

Pero este flujo de especies no es unidireccional, además de la distribución de especies autóctonas, se verifican procesos de propagación de especies exóticas.

Uno de los casos identificados recientemente es el de un invertebrado, el molusco *Corbicula sp.* Esta especie exótica introducida a través de la navegación de ultramar, ha sido registrada en tramos de la Hidrovía como Nueva Palmira, Río de la Plata y Bajo Delta y es previsible que su distribución se expanda hacia el norte por el Paraná. Estos aspectos deberían considerarse en los futuros planes de monitoreo y gestión ambiental.

Otros componentes relacionados con la Hidrovía y la biota acuática en la dispersión de agentes de transmisión de enfermedades (cólera, esquistosomiasis, etc.) no han sido considerados en este estudio.

4.2.6 Fauna de la interfase litoral

4.2.6.1 Estado de conservación de la fauna litoral

Tabla 4.2.14: Lista de especies amenazadas (tomada de Chébez (1994) y Bertonatti y González (1992).

ESPECIE	NOMBRE VERNÁCULO	GRADO DE AMENAZA
<i>Lepidosiren paradoxa</i>	pez pulmonado	V
<i>Heptapterus mustelinus</i>	bagre anguila	I
<i>Markiana nigripinnis</i>	ipiau	I
<i>Microglanis parahybae</i>		I
<i>Paulicea luetkeni</i>	manguruyu	I
<i>Aphyocharax rubropinnis</i>	mojarrita	CA
<i>Callichthys callichthys</i>	cascarudo	CA
<i>Corydoras aeneus</i>	tachuela	CA
<i>Corydoras hastatus</i>	tachuela	CA
<i>Corydoras paleatus</i>	tachuela	CA
<i>Hyphessobrycon callistus</i>	serpe, jewel tetra	CA
<i>Pyrrhulina rachoviana</i>	lebia	CA
<i>Aphyocharax alburnus</i>	mojarrita, pyku	R
<i>Aphyocharax dentatus</i>	mojarrita	R
<i>Aphyocharax dentatus</i>	mojarrita, pyku	R
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	bagre blanco, piraiba	R
<i>Bryconamericus iheringi</i>	lambari	R
<i>Cataphractus melanopterus</i>		R
<i>Cheirodon leuciscus</i>	mojarra	R
<i>Cheirodon piaba</i>	mojarra	R
<i>Clupeacharax anchoveoides</i>	mojarrita correntina	R
<i>Curimata (= Pseudocurimata) nitens</i>	sabalito rayado	R
<i>Hoplosternum thoracatum</i>	cascarudo	R
<i>Hyphessobrycon ingneus</i>	serpe	R
<i>Hypophthalmus edentatus</i>	manduvé	R
<i>Jobertina rachowi</i>	mojarrita	R
<i>Leporinus striatus</i>	boga, canivete	R
<i>Moenkhausia intermedia</i>	mojarra	R
<i>Myloplus asterias</i>	pacú o medallón	R
<i>Piabucus melanostomus</i>		R
<i>Platydoras costatus</i>	armado o armado zorrino	R
<i>Pseudoceptosis gobioides</i>		R
<i>Schizodon nasutus</i>	boga	R
<i>Trachydoras paraguayensis</i>	armado	R
<i>Abramites hypselonotus (= solaris)</i>	jikii	IC
<i>Ageneiosus valenciennesi</i>	manduví	IC
<i>Apareiodon affinis</i>	virolito, canivete	IC
<i>Auchenipterus nigripinnis</i>	hocicón	IC
<i>Brycon orbygnianus</i>	salmón, pirapitá	IC
<i>Cynopotamus zettii</i>	dientado, pirá yaguá	IC
<i>Eigenmannia virescens</i>	ratona, morenita	IC

ESPECIE	NOMBRE VERNÁCULO	GRADO DE AMENAZA
<i>Gymnotus carapo</i>	anguila, catapó	IC
<i>Hemiodus (= Anisitsia) orthonops</i>	sardina	IC
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	tres puntos, jiripoca	IC
<i>Leporinus affinis friederici</i>	boga	IC
<i>Leporinus obtusidens</i>	boga	IC
<i>Metynnis maculatus</i>	pacú	IC
<i>Mylossoma duriventris orbignyanum</i>	pacucito	IC
<i>Mylossoma paraguayensis</i>	pacucito	IC
<i>Parauchenipterus (= Trachycoristes) galeatus</i>	apretador, torito	IC
<i>Parauchenipterus (=Trachycoristes) striatulus</i>	torito	IC
<i>Pimelodus ornatus</i>	bagre, mandí	IC
<i>Pseudoplatystoma fasciatum fasciatum</i>	surubí	IC
<i>Ramphichthys rostratus</i>	bombilla	IC
<i>Salminus maxillosus</i>	dorado	IC

Referencias:

V: Vulnerable

IC: amenaza pero por falta de información no puede considerarse aún en peligro o como vulnerable o rara;

CA: comercialmente amenazada;

R: raras, poblaciones pequeñas que actualmente no están en peligro o no son vulnerables, pero corren riesgos;

I: indeterminada, amenazada pero por falta de información no puede ser considerada en peligro, vulnerable o rara.

El análisis del estado de conservación de la fauna silvestre del área de influencia directa del Proyecto se ha basado en TGCC (1996) complementada con Chébez (1994) y Bertonatti y González (1992). Estos criterios resumen la información producida a escala nacional e interancional.

En esta sección se analizó especialmente la presencia de las especies en riesgo de conservación, que dependen primariamente de los humedales y/o bosques en galería, según las Ecorregiones del area de estudio.

El estado de conservación general y según CITES es:

a. Mamíferos

En el área de estudio se encontraron 38 especies de mamíferos que dependen primariamente de los humedales y/o bosques en galería. De estos, 22 especies no poseen status de conservación.

En el Apéndice II de CITES figuran sólo 3 especies:

- el Mono aullador carayá (*Alouatta caraya*), que se encuentra en las tres ecorregiones del área de estudio,
- el Mono de noche (*Aotus azarae*) localizado en el Bajo Paraguay y Bajo Paraná y
- el Anta o tapir (*Tapirus terrestris*) que se encuentra en el Pantanal y Bajo Paraguay.

En el Apéndice I de CITES figuran 6 especies, que son las siguientes:

- Yaguararé (*Panthera onca*) que habita en el Pantanal y Bajo Paraguay,
- Ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*) distribuido en las tres ecorregiones.
- Aguará-guazú (*Chrysocyon brachyurus*) se encuentra en las tres ecorregiones.
- Nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) distribuido en las tres ecorregiones.
- Lobito de río (*Lutra longicaudis*) distribuido en las tres ecorregiones.

b. Aves

En el área de estudio se encontraron 23 especies de aves dependientes de los humedales y/o bosques en galería.

De estas:

- 16 especies están en el Apéndice II de CITES

- 3 especies están en el Apéndice I de CITES: Crax (Mitu mitu), el jabirú (*Yabiru mycteria*) y el Zarapito polar *Numenius borealis*.

c. Reptiles

Se encuentran 19 especies de reptiles que se pueden encontrar dentro de los humedales para las tres ecorregiones del área de estudio.

Las especies que se presentan en el Apéndice II son tres: Yacaré negro (*Caiman crocodilus*), Lampalagua (*Boa constrictor*) y Anaconda del sur (*Eunectis noteus*).

Sólo 1 especie aparece en el Apéndice I: el Yacaré o saiyú (*Caiman latirostris*). Las 15 especies restantes no presentan status de conservación en CITES.

El estado de conservación según IUCN, según las categorías establecidas por la UICN son las siguientes:

En Peligro (EP): especie con alto riesgo de extinción si los factores causantes continúan. Se han incluido a aquellas especies cuyos numeros poblacionales han disminuido a niveles críticos o cuyos hábitats se han reducido dramáticamente.

Vulnerable (V): especie que, de continuar actuando los factores de extinción en el futuro cercano, se encontrará en peligro.

Rara (R): especie con poblaciones pequeñas, que hasta el presente no se encuentra en peligro o no es vulnerable, pero que corre riesgo.

Indeterminada (I): especie amenazada, pero que por falta de información no puede ser asignada aún en peligro, vulnerable o rara.

Insuficientemente Conocida (IC): especie que se sospecha, pero no se conoce ciertamente, que podría estar incluida en alguna de las categorías anteriores.

Fuera de Peligro (FP): especie no amenazada, aunque esta situación no implica que puedan tolerar cualquier tipo de aprovechamiento.

La situación para el área de influencia de los tramos considerados de la Hidrovía Paraná - Paraguay es la siguiente:

TAXON		STATUS
Clase:	REPTILIA	
Orden:	TESTUDINES	
Fam.:	Chelidae	
<i>Acanthochelys spixii</i>	Tortuga chata	IC
<i>A. pallidipectoris</i>	Tortuga acuática	R
Clase:	AVES	
Orden:	ANSERIFORMES	
Fam.:	Anatidae	
<i>Mergus octosetaceus</i>	Pato serrucho	E
Orden:	GALLIFORMES	
Fam.:	Cracidae	
<i>Penelope ochrogaster</i>	—	V/R
Orden:	GRUIFORMES	
Fam.:	Rallidae	
<i>Laterallus xenopterus</i>	Burrito bayo	V/R
Orden:	PASSERIFORMES	
Fam.:	Tyrannidae	
<i>Alectrurus risora</i>	Yetapá de collar	V
PASSERIFORMES		
Fam.:	Fringilidae	
<i>Sporophila palustris</i>	Capuchino de pecho blanco	E
Clase:	MAMMALIA	
Orden:	CARNIVORA	
Fam.:	Canidae	
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Aguará-guazú	V
<i>Speothos venaticus</i>	zorro vinagre	V
Fam.:	Mustelidae	
<i>Lutra longicaudis</i>	Lobito de río	V
<i>Pteronura brasiliensis</i>	Lobo gargantilla	V
Fam.:	Felidae	
<i>Felis concolor</i>	Puma	EP
Orden:	ARTIODACTYLA	
Fam.:	Cervidae	
<i>Blastocerus dichotomus</i>	Ciervo de los pantanos	V

El estado de conservación de las especies de peces, ha sido analizados por la Fundación Vida Silvestre Argentina (ver Tabla nº 4.2.14). Sin embargo no han

podido ser identificados listados sobre especies amenazadas en UICN ni en CITES (TGCC, 1996).

4.2.7 Areas Naturales Protegidas

4.2.7.1 Introducción

Las Areas Naturales Protegidas (ANP) presentan dos aspectos que refuerzan la necesidad de integrarlos específicamente a un sistema de monitoreo:

- Representan sectores del territorio que han sido reconocidos por la comunidad y las autoridades como de valor patrimonial, donde la conservación de la naturaleza es su objetivo principal. Ello hace que deban extremarse los cuidados a fin de detectar eventuales cambios no deseados que puedan atribuirse a la actividad antrópica y especialmente al dragado y operación de la Hidrovía.
- El bajo nivel general de antropización y la existencia de un marco legal que brinda una cierta seguridad respecto del mantenimiento de las "condiciones de base", imprescindibles para poderlas establecer como referencia a futuro, con una baja probabilidad de cambios de uso del territorio.

4.2.7.2 Inventario y Diagnóstico

En el presente avance se identifican las ANP que se encuentran directamente sobre las márgenes de los ríos Paraná y Paraguay, que son las que tienen un mayor grado de exposición respecto de los trabajos a realizarse en los cursos de agua. El relevamiento por país es el siguiente:

- En Argentina:
- Isla Garibaldi (provincia de Entre Ríos)
 - Granja Yatay (provincia de Corrientes)
 - Litoral Chaqueño (provincia del Chaco)
 - Bouvier (provincia de Formosa)
 - Cayastá (provincia de Santa Fe)
 - Virá Pitá (provincia de Santa Fe)
 - Del Medio - Los Caballos (provincia de Santa Fe)

En el caso de las Reservas Santafesinas, no se poseen datos acerca de su correcta ubicación respecto al Paraná.

- En Paraguay:
- Estero Milagro (propuesta)
 - Río Negro (propuesta)

En este país se han detectado otras reservas que, si bien no se encuentran directamente sobre la margen del río Paraguay, afectan otros cursos cuyas aguas afluyen al primero. Estas reservas son: Lago Ypoá y Golondrina I (ambas ya implementadas); Riacho Yacaré y Estrella (propuestas).

En Bolivia: No se encuentran ANP en el área de influencia directa del Proyecto.

En Brasil: Las ANP localizadas sobre las márgenes del Paraguay (Pantanal Matogrossense, Taíamá y Serra dos Ararás) se encuentran al norte de Corumbá.

En el Anexo 12-3, se reelaboran una serie de fichas del trabajo de TGCC, 1996, Vol. 4. Estas contienen información básica para cada una de las reservas mencionadas, incluyendo características tales como categoría de manejo UICN, superficie, ubicación geográfica y biogeográfica, ecosección en la que se encuentra, aspectos naturales, sociales, económicos y administrativos y grado de control.

La presente sección analiza los recursos económicos, de infraestructura y sociales que podrán verse directamente afectados por el presente proyecto. El informe preparado por TGCC (1996, V.3) incluye un análisis más amplio sobre el medio antrópico; el mismo constituirá la base para la evaluación de los impactos indirectos sobre el medio ambiente por parte de las mejoras que comprende el proyecto a lo largo de todo el trayecto de la Hidrovía.

Los componentes de la economía que se analizan en esta sección son las actividades pesquera comercial y el uso recreativo incluyendo la pesca deportiva, navegación de veleros y el ecoturismo. También se incluyen las ciudades que se encuentran ubicadas en el área del proyecto y que se proveen de agua potable directamente de los ríos comprendidos por la Hidrovía. Los resultados de la investigación arqueológica realizada por TGCC (1996, V.3) se mencionan en lo que respecta a su relación con esta fase del proyecto de mejoramiento de la Hidrovía. El análisis inicial de todos estos componentes demostró que el mayor impacto afectaría a la actividad pesquera comercial y, por lo tanto, esta actividad económica específica es analizada con mayor detalle.

4.3.1

Pesca Comercial

Las mejoras propuestas para el canal de navegación de la Hidrovía Paraguay - Paraná, serán implementadas en un medio ambiente de un alto valor ecológico y social. Entre los beneficios que esta región provee, se encuentran además de los componentes hídricos, un extenso y diverso conjunto de ecosistemas, el hábitat de numerosísimas especies y poblaciones y el soporte de diversas actividades, entre las cuales se encuentran las pesquerías, y el uso recreativo. En esta sección, se describen los componentes de la economía del área Hidrovía que dependen directamente de la calidad del medio ambiente. En el área de afectación de la obra, aparte de la actividad pesquera comercial, deportiva y de subsistencia, no se han identificado otras actividades económicas de importancia en base al uso directo de la biota acuática local relacionada con el cauce principal del río.

Los peces de agua dulce, como es ampliamente conocido, constituyen la principal fuente de proteína animal y la base para la pesquería de subsistencia de los asentamientos humanos a orillas de los ríos.

Los ríos sudamericanos poseen una importante riqueza íctica; las pesquerías están basadas principalmente en especies de gran porte y en general de alto valor comercial, como el dorado, el pacú, el surubí, el manguayú y otros grandes siluroideos, la boga, la corvina y el sábalo.

La información disponible sobre las pesquerías continentales de regiones subtropicales es en general pobre, lo cual dificulta la correcta caracterización y

dimensionamiento de la producción de los distintos cursos fluviales. Una de las características de la pesca continental, es que gran cantidad de la captura no aparece en los registros, ya que la misma es incorporada a la dieta de la población asentada en las márgenes de los ríos, sin pasar por los mercados. Vinculados a este tipo de pesca existe un número importante de pescadores, cuya práctica es de carácter ocasional y que da lugar a la pesca conocida como de subsistencia.

Desde el punto de vista del uso de los productos de la pesca en la región, puede diferenciarse una pesquería comercial de carácter netamente artesanal, y otra deportiva.

En los ríos Paraná y Paraguay, la actividad pesquera comercial es casi exclusivamente artesanal, con una escasa organización e integración entre sus diferentes fases, a pesar de que en ciertas regiones reviste importancia como fuente generadora de empleo y alimento.

La comercialización del producto pesquero comprende básicamente aquellas especies utilizadas para consumo humano, para uso ornamental y para "carnada viva"; las Tablas Nº 4.3.1 a) a 4.3.1 d) presentan un listado de estas especies.

Si bien ambos ríos poseen una elevada diversidad ictícola, las capturas comerciales están dominadas por unas pocas especies de gran porte, las que varían según el tramo del río de que se trate. El Paraná inferior y medio, con una productividad más elevada que los tramos superiores, se caracteriza por que la especie dominante en las capturas y sobre la que se basa la pesquería regional es el sábalo, que puede representar hasta el 60% de las mismas. Se trata de una especie con escaso valor en el mercado, iliófaga, es decir que se alimenta de la materia orgánica de los barros del fondo. En los tramos superiores del Paraná medio y en el río Paraguay así como en el alto Paraná y el Paraná superior, si bien el sábalo presenta capturas elevadas en la pesca comercial, adquieren también relevancia otras especies como el surubí, de alto valor comercial y otros grandes bagres. En este tramo del río el desarrollo de la planicie de inundación es escaso, pero el carácter migratorio de las principales especies que lo habitan pone al alcance de las pesquerías comerciales localizadas a esta altura, parte de la producción proveniente de la rica zona situada al sur de la confluencia con el río Paraguay (Espinach Ros et al, 1992). La abundancia de estas especies migradoras está seriamente comprometida por el importante aprovechamiento hidroeléctrico del río (represas de Itaipú y Yaciretá).

4.3.1.1 Organización de la pesquería comercial

La pesquería comercial comprende las actividades de producción primaria, o sea la captura de los ejemplares, las de producción secundaria, procesamiento y transformación industrial del pescado y la comercialización.

Especies de peces de interés comercial (modificado de Jacobo, 1992)

Tabla 4.3.1 a) Peces utilizados para consumo humano

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR
<i>A. valenciennesi</i> ;	manduví
<i>Ageneiosus brevifilis</i>	manduví
<i>Brycon orbignyanus</i>	salmón
<i>Hemisorubim platyrhynchus</i>	manduré
<i>Leporinus obtusidens</i>	boga
<i>Luciopimelodus pati</i>	patí
<i>Oxidoras kneri</i>	armado chanco
<i>Paulicea luetkeni</i>	manguruyú
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	pacú
<i>Pimelodus albicans</i>	moncholo
<i>Pimelodus clarias maculatus</i>	bagre amarillo
<i>Prochilodus lineatus</i>	sábalo
<i>Pseudopimelodus zungaro</i>	manguruyú
<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>	surubí
<i>Pseudoplatystoma. fasciatum fasciatum</i>	surubí
<i>Pterodoras granulosus</i>	armado común oamarillo
<i>Salminus maxillosus</i>	dorado
<i>Sorubim lima</i>	cucharón

Tabla 4.3.1 b) Peces utilizados para carnada viva

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR
<i>Callichthys callichthys</i>	cascarudo
<i>Eigenmannia virescens</i>	morenita, banderita
<i>Gymnotus carapo</i>	morena, mamacha
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	tararira
<i>Hoplosternum spp.</i>	cascarudo
<i>Hypopomus brevirostris</i>	morena "coludita"
<i>Lepidosiren paradoxa</i>	lola, pez pulmonado
<i>Synbranchus marmoratus</i>	anguila

Tabla 4.3.1 c) Peces ornamentales

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR
<i>Abramites solarii</i>	jikii
<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	dentado dorado
<i>Achirus spp</i>	lenguado
<i>Aequidens spp.</i>	chanchita
<i>Anisitsia orthonops</i>	tijereta
<i>Apareiodon sp</i>	virolito, bailarina
<i>Aphyocharax spp</i>	colita colorada
<i>Apistograma spp.</i>	chanchita
<i>Apteronotus albifron</i>	morena negra
<i>Bunocephalus spp.</i>	guitarrita
<i>Callichthys callichthys;</i>	cascarudo
<i>Cnesterodon decenmaculatus</i>	madrecita, pechito
<i>Copeina arnoldi</i>	salpicador
<i>Corydoras spp.</i>	tachuela
<i>Crenicichla spp.</i>	cabeza amarga, juanita
<i>Cynolebias bellotti</i>	pavito, pez perla
<i>Cynolebias nigripinnis</i>	pavito negro
<i>Cynopotamus argenteus</i>	dentado jorobado
<i>Characidium fasciatum</i>	mariposita
<i>Charax gibosus</i>	mojarra dentada, jorobado
<i>Doras eigenmanni</i>	armado
<i>Eigenmannia spp.</i>	ratona, banderita
<i>Farlowella spp</i>	vieja
<i>Geophagus spp.</i>	chanchita
<i>Gymnocorymbus ternetzi</i>	monjita
<i>Gymnotus carapo</i>	morena pintada
<i>Hoplerethrinus unitaeniatus</i>	tararira
<i>Hoplosternum spp</i>	cascarudo
<i>Hplias malabaricus</i>	tararira
<i>Hyphessobrycon callistus;</i>	
<i>Hyphessobrycon. bifasciatus serpae</i>	
<i>Hypopomus brevirostris</i>	morena, morenita
<i>Hypoptopoma spp.</i>	impia vidrios
<i>Lepidosiren paradoxa</i>	lola, pez pulmón
<i>Leporinus striatus</i>	trompa roja
<i>Loricaria spp.;</i>	vieja
<i>Metynnis maculatus</i>	pacú reloj
<i>Microglanis cottoides</i>	bagre de la piedra
<i>Moenkhausia sanctae-filomenae</i>	tetra de ojos rojos
<i>Myloplus asterias</i>	"red hook"
<i>Mylossoma spp.</i>	pacucito
<i>Otocinclus spp.</i>	limpia vidrios
<i>Plecostomus spp</i>	vieja
<i>Potamorhaphis eigenmanni</i>	pez aguja
<i>Potamotrygon spp</i>	raya

Tabla 4.3.1 c) Peces ornamentales (cont.)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR
<i>Prionobrama paraguayensis</i>	pez vidrio
<i>Pterolebias longipinnis</i>	pavito negro
<i>Pyrrhulina australis</i>	pirulina
<i>Rivulus strigatus</i>	rivulus rayado
<i>Roeboides bonariensis</i>	pirá yaguá
<i>Serrasalmus spp</i>	palometa, piraña
<i>Sternarcorhamphus hahni</i>	morena picuda
<i>Strongylura microps;</i>	pez aguja
<i>Synbranchus marmoratus</i>	anguila
<i>Tetragonopterus argenteus</i>	relojito, chanquete
<i>Thoracocharax stellatus</i>	pechito, pesetita
<i>Trachycorystes spp.</i>	apretador
<i>Trachydoras paraguayensis</i>	armado
<i>Triportheus paranensis</i>	cuchilleta, golondrina

Tabla 4.3.1 d) especies de interés deportivo

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR
<i>Ageneiosus brevifilis;</i>	manduví o manduré
<i>Ageneiosus. valenciennesi</i>	manduré azul
<i>Brycon orbignyanus</i>	salmón o pira pitá
<i>Hemisorubim platyrhynchus</i>	manduré lunar o tres puntos
<i>Leporinus obtusidens</i>	boga
<i>Luciopimelodus pati</i>	patí
<i>Megalonema platanum</i>	virreina
<i>Oxydoras kneri</i>	armado chanco
<i>Pachyurus bonariensis</i>	corvina de río
<i>Paulicea luetkeni</i>	manguruyú
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	pacú
<i>Pimelodus albicans</i>	moncholo
<i>Pimelodus clarias maculatus</i>	bagre amarillo
<i>Plagioscion macdonaghi;</i>	corvina de río
<i>Plagioscion ternetzi;</i>	corvina de río
<i>Prochilodus lineatus</i>	sábalo
<i>Prochilodus lscrofa</i>	carimbatá
<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>	surubí
<i>Pseudoplatystoma. fasciatum fasciatum</i>	surubí
<i>Pterodoras granulosus</i>	armado amarillo
<i>Salminus maxillosus</i>	dorado
<i>Sorubim lima</i>	cucharón, pico de pato

A lo largo del tramo considerado en este análisis, el tipo e intensidad de la actividad pesquera varía en respuesta a la diversidad de ambientes, a la disponibilidad del recurso, a la existencia de diversas legislaciones pesqueras, según el país, provincia o estado de que se trate, y a las diferentes características hidrológicas de los ríos en cuestión. Trataremos aquí a las pesquerías por separado de acuerdo a los dos tramos involucrados: a) Paraná entre Santa Fe y la confluencia y b) río Paraguay entre la confluencia y Corumbá.

I. Río Paraná

Las pesquerías al sur de la confluencia con el río Paraguay, se desarrollan principalmente en el canal principal y en los brazos más importantes. El arte de pesca por excelencia es el mallón, red agallera de fondo utilizada a la deriva en "canchadas" libres de obstrucciones en el fondo.

La reserva para la pesca deportiva de extensos tramos del río establecida por la provincia de Corrientes en la margen izquierda y la escasez de núcleos poblacionales en la margen derecha, limita la pesca artesanal a un tramo de 140 km aguas abajo de la desembocadura del río Paraguay y a algunas situadas al sur, como La Paz y Santa Helena (prov. de Entre Ríos), Helvecia y Santa Fe (prov. de Santa Fe) y Paraná y Diamante (prov. de Entre Ríos).

En las zonas aledañas a la ciudad de Corrientes, la actividad pesquera reviste un alto grado de organización; allí se han constituido asociaciones que representan los intereses de los pescadores comerciales, que tienen a la pesca como única actividad. Prácticamente no existe otra actividad comercial substitutiva. Las asociaciones de pescadores comerciales correntinos señalan un número del orden de 400 pescadores.

En la provincia de Corrientes los puntos de pesca más importantes se encuentran en las proximidades de las ciudades de Corrientes y Barranqueras. En Corrientes se encuentran en actividad de 200 a 250 pescadores, distribuidos en un tramo de 42 km a lo largo del río (Jacobo, 1992). La unidad de pesca está constituida por uno o dos pescadores en una canoa de 5 ó 6 m de eslora con motor interno de 4 a 5 HP, que operan un mallón de 150 a 200 metros y malla estirada de 170 mm a 320 mm.

Los pescadores de la región reconocen dos tipos de peces, los de cuero, que comprenden al grupo de los bagres silúridos (surubí, bagre amarillo, manduvé, manguruyú, etc) y los de escama, characoideos (sábalo, dorado, boga, etc.).

La información obtenida en los últimos seis años a partir del muestreo de las capturas de dos grupos de alrededor de 70 pescadores cada uno, localizados en las proximidades de Corrientes y Barranqueras respectivamente, permitió estimar el rendimiento por pescador en 3000 kg/año (M. Canon Veron, com.

pers.). La captura incluye entre 12 y 18 especies, pero alrededor del 90 % de la misma estaba constituido por surubí y patí.

Las especies listadas en el rubro "carnada viva" (Tabla 4.3.1c), son muy demandadas durante los torneos de pesca deportiva.

Embarcaciones utilizadas: canoas de 4 a 5 m de eslora propulsadas a remo o lanchas con motor interno de 8 HP usadas para remolcar las canoas sin motor hasta 30 ó 40 km y traer la captura. En esta zona parece que no hay acopiadores.

Artes de pesca más comunes: mallón de hilo de nylon de 100 a 150 metros de longitud y 320 mm de malla estirada para la captura de surubí y de 170 mm de malla estirada para la captura de boga. Durante las bajantes se utilizan alternativamente otros artes de pesca como ser la "cimbras", la "maroma" el "pato" y los "tarros". La "cimbra" son cañas largas con anzuelos grandes que suelen clavarse cada 30 m en las márgenes del río. La "maroma" son espineles fijos entre dos estacas, El "pato" es una tabla redonda con tres chicotes de nylon y anzuelos, con un contrapeso fijo a la tabla por la parte de abajo, atado a la costa y que trabaja aún contra la corriente. El "tarro" son recipientes herméticos a los que se les ata una brazolada de tanza con un anzuelo. Con el mallón los procedimientos de pesca son el lance o el calado (Rodríguez, 1991). Usualmente el pescador arma su propio equipo de pesca a partir de mallas e insumos industrializados.

No hay información sobre la pesca de subsistencia, aunque se estima importante y en aumento.

La explotación del recurso pesquero es moderada, con la posibilidad de aumentar varias veces la captura incorporando otras especies y extendiendo el área de pesca al valle aluvial.

En la Tabla N° 4.3.2 presentamos las capturas medias por especie para los puertos de desembarco más importantes de río Paraná.

II. Río Paraguay

Los peces de la cuenca del Río Paraguay, a la que pertenecen aquellos involucrados en el área que nos ocupa, constituyen una rica comunidad integrada por una gran variedad de especies, muchas de las cuales tienen un gran valor comercial o deportivo (dorado, surubí, bogas). El desarrollo de las pesquerías en el río Paraguay y sus afluentes es relativamente reciente y se encuentra en expansión.

Embarcaciones utilizadas: con algunas variaciones locales, la unidad pesquera está constituida por una canoa de 4 a 5 m de eslora, propulsada generalmente a remo y en unos pocos casos con motor interno o fuera de borda de baja potencia

Tabla 4.3.2

Capturas expresadas en toneladas en el río Paraná en el tramo
abarcado por la hidrovía (media histórica)

LUGAR	BOGA	DORADO	PATI	PACU	SABALO	SURUBI	TOTAL
Paraná	6,62	0,25	11,24	0,97	21,62	14,06	54,76
Santa Fe	0,47	0,05	16,43	11,44	25,62	31,59	85,6
Hernandarias			23,49	12,75	29,08	32,89	98,21
Helvecia	6,17	4,6	15,24	4,88	37,21	20,33	88,43
Santa Elena		4,91	41,46	1,14	24,78	22,73	95,02
La Paz		1,55	20,53	11,58	8,68	56,76	99,1
Esquina	0,02		18,11	21,08	8,55	49,14	96,9
Reconquista		3,94	15,75	4,05	10,74	61,58	96,06
Goya			13,6	8,87	4,13	72	98,6
Bella Vista	0,28	0,21	11,46	7,6	4,59	70,7	94,84
Empedrado	4,24		7,12	7,29	13,52	53,77	85,94
Barranqueras	0,27		14,23	5,89	1,51	73,69	95,59
Corrientes	0,65	0	10,1	6,99		62,75	80,49
TOTAL	18,72	15,51	218,76	104,53	190,03	6621,99	1169,54

(2 HP a 8 HP) tripuladas por uno o dos pescadores y sus artes de pesca. (Espinach Ros et al, 1992).

Artes de pesca: el arte de pesca de uso más generalizado es el mallón, utilizado a la deriva en canchadas. Estos mismos mallones son utilizados como redes de "espera", un arte de pesca pasivo, calados en forma fija en remansos, riachos o cuerpos de agua marginales en épocas de aguas altas, cuando las condiciones hidrológicas no son apropiadas para el trabajo en las canchadas. Sólo un pequeño porcentaje de los pescadores que pescan a la espera, poseen redes diseñadas especialmente para tal fin. Los espineles, los esparaveles o tarrafas o atarrayas para obtener carnada, los "boyines" equivalentes a los tarros utilizados para pescar en el río Paraná), las líneas de mano y las cañas de pesca, en ese orden de frecuencia, completan el espectro de las artes de pesca artesanales utilizadas en el río Paraguay. Los tamaños de malla de los mallones difieren según el tramo de río considerado. En general predominan los mayores a 100 mm de malla entre nudos adyacentes; los tamaños mayores de malla se utilizan en el tramo cercano a la desembocadura en el río Paraná. En el área vecina a Asunción, sin embargo, son más frecuentemente utilizados los tamaños menores, entre 50 y 100 mm, con un tamaño modal de 80 mm. Estas redes de malla más pequeña se utilizan en relación con una mayor intensidad de explotación y una demanda local por especies de menor talla y precio. La longitud de los mallones varía entre 50 m y 150 m, en relación con el tamaño de las canchadas (Espinach Ros et al, 1992).

Las capturas en el río Paraguay, al igual que en el Paraná medio, corresponden a especies que alcanzan gran tamaño, como el surubí que constituye aproximadamente el 50% del total de la captura, seguido por el pacú, el armado y el manguruyú.

La pesca con espineles y redes agalleras es más diversificada, e incluye especies menores como el carimatá o sábalo, tarey-í o tararira, mandí-i (manduví), moncholo, tres puntos, piraña y otras.

Los principales puertos de desembarque son, de sur a norte: Humaitá, Pilar, Alberdi, Asunción, Rosario, Concepción, Vallemi e Isla Margarita.

El número de pescadores estimado por FAO (Espinach Ros et al, 1992) es de 3300 pescadores. El 44% de ellos tienen una dedicación de tiempo completo con una captura diaria estimada en 32 Kg/pescador para el período septiembre - octubre de 1991, con un total de aproximadamente 580 Kg de captura mensual. La distribución de los pescadores a lo largo del río es desigual; el número medio de pescadores por kilómetro lineal varía entre 1 pescador/km en una sección y de 328 Km comprendida entre el límite con Bolivia y Brasil, y el río Apa y 18,6 pescadores/km en el tramo de 67 km correspondiente al área de Asunción. En relación con el área de inundación correspondiente al promedio de los niveles hidrométricos máximos anuales, la densidad media de pescadores estimada fue de menos de un pescador/km².

La pesca de subsistencia es relativamente importante. El esfuerzo de pesca de subsistencia está en aumento.

Considerando el esfuerzo de pesca paraguayo el nivel de explotación de las especies objetivo es intenso. El incremento de las capturas dependería de acuerdos sobre asignación del recurso con Paraguay y/o la incorporación de nuevas especies a la pesquería.

La Tabla 4.3.3 sintetiza la información precedente elaborada en base a Espinach Ros et al, 1992; Jacobo, 1992 y a comunicación personal de autoridades de organismos de gestión de medio ambiente de las provincias de Entre Ríos y Corrientes.

4.3.1.2 Sistema de producción secundaria (procesamiento y transformación industrial del pescado)

En la región analizada no existen registros de industrias dedicadas al procesamiento del pescado. La elaboración del pescado de río se limita al eviscerado y para algunas especies (surubí) el descabezado, operación que se realiza inmediatamente con posterioridad a la captura, y sobre la costa. Durante la comercialización los pescados de mayor porte son trozados o fileteados.

4.3.1.3 Sistemas de comercialización del pescado

La comercialización se define como el mecanismo a través del cual se coordinan las funciones de producción y consumo (pescador-consumidor). En la región las funciones esenciales de este sistema son las de acopio, distribución y elaboración. Esta última función la cumple parcialmente el pescador y también el acopiador por la falta de industrias del pescado. El acopio comprende la búsqueda de la fuente primaria de oferta, es decir, la venta directa de la captura por el pescador. La distribución, se refiere a las actividades relacionadas al reparto de pescado entre los diversos demandantes (intermediarios mayoristas, minorista y consumidor final). La elaboración, abarca todas las funciones tendientes a cambiar la composición primaria del pescado, por ejemplo, descabezado, eviscerado, trozado y congelado. Este sistema de comercialización comprende desde el traslado del pescado desde el puerto de desembarco hasta las zonas de venta en la ciudad, la exhibición y la venta del producto. Entre estas actividades, se intercalan además otras, dirigidas a conservar el pescado y que continúan las operaciones ya iniciadas por los pescadores. (COMIP, 1994).

En la región, la producción de la pesquería es comercializada a través de la venta directa por el pescador al consumidor, a acopiadores o a comercios.

Tabla 4.3.3

Características generales de las pesquerías comerciales de los ríos
Paraguay y Paraná en el tramo de la Hidrovia

	RIO PARAGUAY (ARGENTINA)	RIO PARAGUAY (PARAGUAY)	RIO PARANA	TOTAL
EXTENSION (km)	390	900		
TIPO DE PESQUERIA	Artesanal	Artesanal	Artesanal	
ORGANIZACION	Pescadores independientes, acopiadores	Pescadores independientes, acopiadores	Pescadores independientes cooperativas, acopiadores	
PRINCIPALES ESPECIES	surubi (50%), sábalo (20%), pati (18%) Otras (12%)	Surubi (47%), pati (15%), pacú (21%) Otras (17%)	Surubi (75%), pati (10%). otras (15%)	
METODO DE CAPTURA	Mallón a la deriva	Mallón a la deriva	Mallón a la deriva	
N° DE PESCADORES	170	980	1.250	2.400
CPUE	4.500	8.160 kg/pescador/año	2.250 kg/pescador/año	4.900
CAPTURA TOTAL	765	8.000t	3000 t	11.765
INGRESOS TOTALES *	1.000.000	U\$S 13.000.000	U\$S 5.000.000	19.000.000

* Calculados en base a lo que cada pescador recibe por la venta de pescado, esta suma debe multiplicarse por 4 en el último eslabón de la cadena de venta (consumidor)

La demanda de peces ornamentales nativos es variable. Esta depende básicamente de la oferta continua del producto y de los precios del mercado. Las ventas se realizan en el mercado local, nacional e internacional. En la región existe también la cría y comercialización de peces ornamentales exóticos; esta actividad es de todos modos insipiente.

4.3.2 Uso Recreativo

En los ríos Paraná y Paraguay se pueden desarrollar actividades de uso recreativo incluyendo los deportes acuáticos y el ecoturismo. Los importantes deportes acuáticos que dependen de la calidad del agua de los ríos comprenden la natación, navegación de veleros, pesca deportiva. Las actividades de ecoturismo se desarrollan en las reservas que están ubicadas a lo largo de la costa y en las islas que se encuentran en el río.

En el área del proyecto entre Santa Fé y Corumbá, se identificaron las siguientes áreas en el estudio realizado por Taylor (1996, 6.3) sobre las economías locales. La ciudad de Corrientes ubicada sobre la costa del Río Paraná es el centro para todo tipo de deporte acuático y turismo. La ciudad de Goya es otro centro importante para el turismo que se relaciona con el uso recreativo relacionado con el medio acuático, especialmente la pesca deportiva. Aquí también se realizan actividades de veleros y natación. La ciudad de Paraná ofrece oportunidades para la navegación de veleros y ecoturismo en la isla Timbó y en la Reserva Provincial del Parque San Martín.

La ciudad de Corumbá ubicada en el tramo superior del Río Paraguay es uno de los centros turísticos más importantes y constituye la base para las actividades de ecoturismo y pesca deportiva en su área inmediata y en el Pantanal.

Concepción tiene un club náutico y oportunidades para pesca deportiva. El departamento de Colonia tiene lugares para recreación especialmente embarcaderos como los de Higuetas, Riachuelo y Santa Ana que soportan deportes náuticos y Puerto Playitas, Carmelo y Conchilles para camping.

La demanda para pesca deportiva resulta en una fuente importante de beneficios económicos para las poblaciones ribereñas poseedoras de este recurso. El comercio de las carnadas vivas, pequeñas especies que el pescador utiliza como cebo natural se vincula estrechamente a este tipo de pesca. Algunas especies como el dorado, el surubí y el pacú constituyen trofeos valiosos de la pesca deportiva, reconocidos internacionalmente.

En el Paraná Medio, la pesca deportiva es muy intensa. En la provincia de Corrientes, con unos 700 Km de costa sobre el río Paraná, el gobierno otorgó en los últimos cinco años, una 6500 licencias deportivas en promedio, aunque debe considerarse que una gran proporción de las mismas corresponde a pescadores del área del alto Paraná (Paso de la Patria y El Cerrito mayoritariamente). La

provincia del Chaco, con 100 Km de costa sobre el río Paraná, entregó un promedio de 1840 licencias entre 1980 y 1989 (Jacobo, 1992).

Teniendo en cuenta lo que el pescador paga por: la licencia de pesca, compra o alquiler de la embarcación en la que se desplaza, compra de equipos de pesca, carnada, artículos de camping y a menudo por el traslado a la zona de pesca y el alojamiento, se calcula que cada pescador deportivo gasta en promedio entre U\$S 1.300 y U\$S 2.500 al año. En la zona que nos ocupa se calcula que existen alrededor de 6000 pescadores deportivos, los que generarían un movimiento de entre U\$S 7.500.000 y U\$S 15.000.000. El listado de las principales especies de interés deportivo se presenta en la Tabla N° 4.3.1. d)

4.3.3 Suministro de Agua Potable

El suministro de agua potable de la mayor parte de las ciudades y localidades ubicadas cerca del río, proviene del punto en el río más cercano a las mismas. La Tabla N° 4.3.4 muestra el listado de las ciudades ubicadas a lo largo de los ríos en el área del proyecto. Esta tabla muestra el porcentaje del suministro de agua de cada ciudad que proviene de un río en el área del proyecto.

El análisis general de la ubicación de cada paso de dragado con respecto a las ciudades enumeradas en la Tabla N° 4.3.4 que toman agua del río, demuestra cuáles serían las fuentes de agua potable que se verían afectadas por un posible impacto resultante del proyecto. El estudio de la localización de cada una de las ciudades ubicadas en el área del proyecto muestra que Corrientes, Asunción y Concepción se encontrarían dentro de los 30 Km del lugar de dragado en uno de los pasos. Corrientes se encuentra a 5 km aguas abajo del Paso Talar - Isla del Medio; Asunción está dentro de los 14 km río abajo de Remanso Castillo; y Concepción está dentro del área de dragado que se realizará en la Isla del Medio - Concepción. Santa Fé será la próxima ciudad más cercana al área de dragado propuesta, es decir aproximadamente 60 Km río abajo del primer paso de dragado que se realizaría en Riacho Zapata.

4.3.4 Arqueología

TGCC (1986, 6-1) realizó una investigación sobre los recursos arqueológicos a fin de identificar los sitios que se encuentran dentro del área del proyecto y que tienen el mayor potencial arqueológico y densidad arqueológica. Esta investigación comprendió el lecho del río y del potencial y densidad de los sitios subacuáticos que se relacionan con barcos hundidos en épocas históricas y prehistóricas. El análisis de la información histórica demuestra que alrededor de 10 barcos pueden haberse hundido en los ríos que forma parte del proyecto entre Buenos Aires y Corrientes entre los siglos XVI y XIX. Los datos sobre la ubicación de dichos naufragios no están disponibles.

Tabla 4.3.4
Tipos de Captaciones Superficiales y Subterráneas

PAIS	CIUDADES	CAPTACION SUPERFICIAL	CAPTACION SUBTERRANEA	TIPO Y EDAD DE LA TOMA	OBSERVACIONES
Argentina	Corrientes	100% de Río		Vasos comunicantes 90 años	Se utiliza captación de pozos para aquellos no conectados a la red pública
	Resistencia	100% de Río Barranqueras		66 años	
	Reconquista	100% de Río San Jerónimo		Toma superficial, 10 años	
	Rosario	100% de Río Paraná		Toma sumergida, 30 años	
	Santa Fe	74% de río	26%, 23 pozos	12 años, pozos 25 mt, de 2 a 145 años	Pozos muy profundos
	San Lorenzo		10 Pozos	Profundidad 42 mt, edad variable	
Bolivia	Puerto Suárez	100% de río			Existe captación mediante pozos, como toma individual
Brasil	Corumbá	Del Río Paraguay		Toma superficial, 10 años	
	Cáceres	Del Río Paraguay	7 pozos	Toma de Río: tubería PVC, 30 años; profundidad de pozos 150 mts, 10 años	Existe captación mediante pozos, como toma individual
Paraguay	Asunción	Del Río Paraguay		Toma superficial	Existe captación mediante pozos, como toma individual
	Concepción	Del Río Paraguay		16 años	
Uruguay	Nueva Palmira	30% de Río	70% de pozos	Toma de río 1 año, profundidad de pozos 70 a 100 ml	Existe captación mediante pozos, como toma individual

5.0 IMPACTOS DEL PROYECTO

5.1 METODOLOGIA

La evaluación de las consecuencias sobre el medio ambiente del proyecto que se propone comprendió tres etapas:

- 1) Describir el medio ambiente existente en el que se materializará el proyecto,
- 2) Evaluar el proyecto con respecto a las condiciones ambientales existentes y a los cambios que podrían ser provocados por el proyecto,
- 3) Crear medidas que una vez que se hayan incorporado al proceso reduzcan los efectos adversos sobre el medio ambiente.

A fin de evaluar los cambios que ocurrirán en el medio ambiente como resultado del proyecto, se preparó la descripción de las condiciones ambientales existentes. Esta última se realizó utilizando la información relevante de los informes preparados por el consorcio Taylor-Golder-Consular-Connal (TGCC) que tiene a su cargo la evaluación de todos los impactos de las mejoras de la Hidrovía y que reunió información específica adicional sobre las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas de los Ríos Paraguay y Paraná. Otras fuentes de información adicional sobre los componentes ambientales de estos ríos fueron expertos en biología acuática, geografía, economía, artículos publicados, informes y libros.

Considerando los componentes ambientales que se verán directamente afectados por el proyecto, el consultor preparó una lista de cambios potenciales, o impactos, que podrían ocurrir con respecto a las condiciones ambientales. Al preparar dicha lista, el consultor analizó la propuesta del proyecto con respecto a las condiciones ambientales existentes, consultó a expertos ambientales en distintos ámbitos del medio ambiente, y estudió las cuestiones que se plantearon en las audiencias públicas.

Los posibles impactos que fueron seleccionados por el consultor, se clasificaron de forma tal que se pudiera realizar un análisis más detallado de estos potenciales efectos. Los que se consideraron que tenían un menor impacto posible sobre el medio ambiente fueron analizados en el presente informe pero fueron estudiados en menor detalle. Por ejemplo, la potencialidad que tiene el canal dragado para modificar el régimen hidráulico se consideró un impacto que justificaba la modelación y un extenso análisis, debido a que en caso de determinarse que el régimen afectaría muchos componentes del medio ambiente. Los impactos directos sobre la biología acuática del río también se analizaron en detalle a fin de determinar las características de dichos impactos, documentarlos y atenuarlos.

Cada cambio, o impacto, potencial sobre las condiciones ambientales existentes provocado por el presente proyecto, se describe en esta sección y sus características se determinan según los criterios enumerados en la Tabla N°

5.1.1. Criterios similares se utilizan habitualmente en evaluaciones ambientales internacionales y corresponden con los que propone TGCC (1996, 10-1). Dichos criterios se definen en la Tabla 5.1.1 en términos generales y se han utilizado como guía para determinar criterios más específicos que se han incluido en cada sección que se relaciona con un componente ambiental separado.

En el caso del efecto espacial de un impacto, todos los que en la presente evaluación se consideran serán de tipo directo puesto que los impactos indirectos se considerarán en un informe separado que actualmente está preparando TGCC. Un impacto directo se define como un impacto que afectará los recursos en el río, o los recursos en las áreas de terreno elevado adyacente al mismo o en el caso de impactos económicos solamente los que dependen del río tales como transporte, pesca o turismo. Otro aspecto importante del efecto espacial sobre un impacto es si es o no acumulativo, o si afecta a otros proyectos en la región.

La magnitud del impacto se define en términos del porcentaje del recurso que será afectado por el proyecto. Los ejemplos que se muestran en la Tabla N° 5.1.1 para las magnitudes baja, moderada y alta comienzan con un impacto bajo que afecta menos del 5% de un recurso en particular. En las secciones que siguen, en los casos en que se analiza la magnitud, se da la justificación por la que se utilizan estos porcentajes para determinar las categorías de los impactos sobre los recursos.

La duración de un impacto se determina de acuerdo con el corto, mediano y largo plazo. El impacto a corto plazo tendrá lugar solamente durante la construcción del proyecto, u operaciones de dragado, de depósito, remoción de roca e instalación de boyas y señales. En otras palabras, el efecto del impacto cesará cuando finalice la construcción del proyecto. Un ejemplo de este tipo de impacto serían los efectos que resultan de un incremento en la turbiedad por las operaciones de dragado y depósito. Los impactos con una duración de mediano plazo estarán presentes durante cinco años o menos y los de duración de largo plazo serán mayores a los cinco años o constituirán un cambio permanente. La dirección del impacto se refiere a si es positivo o negativo.

Tabla N° 5.1.1 Categorías para Caracterización de Los Impactos al Medio Ambiente Causados por la Obra

Categoría	Descripción
Alcance Espacial	
Directo	El impacto ocurre dentro del área directamente asociada a la Hidrovia, o en sus adyacencias.
Indirecto	El impacto consecuente del proyecto, se extiende mas allá del área local, incluyendo áreas que contienen recursos regionales, nacionales, continentales o globales de importancia.
Acumulativo	El impacto es acumulativo con los ocurridos a consecuencia de otros proyectos en la región.
Magnitud	
Baja	El impacto afecta en menos de un 5 % los recursos en el área espacial de interés.
Moderada	El impacto afecta entre 5 - 15 % de los recursos.
Alta	El impacto afecta mas del 15 % de los recursos.
Duración	
Corta duración	Impacto restringido al periodo de construcción del dragado de apertura, dragado de mantenimiento o con una duración menor de un año.
Media duración	Impacto que continúa después del dragado por un tiempo mayor que un año y menor que cinco años.
Larga duración	Impacto cuya duración excede de cinco años o es un cambio permanente.
Dirección	
Positiva	Impacto que causa un incremento neto en los recursos.
Negativa	Impacto que causa una perdida (neta) en los recursos.

Adaptado de TGCC, 1986 (p. 10-3)

5.2 MEDIO FISICO

5.2.1 Impactos sobre el régimen hidrológico y sedimentológico del río

5.2.1.1 Metodología

Como fuera descripto las obras proyectadas en el denominado Módulo A , son solo obras de dragado en el tramo comprendido entre las ciudades de Santa Fé en la Argentina y Corumbá en Brasil.

El análisis de los potenciales impactos hidrológicos y sedimentológicos que producirá la construcción de la obra impone la necesidad de comparar las situaciones con y sin proyecto en cuanto a la variación de los parámetros representativos de las características del escurrimiento.

Las obras están destinadas al mejoramiento de las condiciones de la vía fluvial para la navegación de trenes de barcas para lo cual es necesario dragar en algunas zonas o pasos en que las profundidades son inferiores a las requeridas para la navegación.

En primer lugar, es interesante destacar que el sistema bajo análisis no es un sistema de características fijas o estáticas que sean modificadas por efecto de las obras, sino un sistema absolutamente dinámico que en su funcionamiento natural atraviesa por distintas situaciones.

En este sentido, a los efectos de tener un marco de referencia adecuado para la evaluación del impacto, se efectuaron distintos análisis sobre la magnitud de las variaciones naturales de los parámetros representativos del escurrimiento tales como caudales, niveles y pendientes de la superficie del agua.

Para el estudio del impacto que provocarán las obras sobre los niveles del río se utilizó un modelo matemático de escurrimiento a superficie libre, capaz de reproducir la variación de niveles y caudales en distintas secciones a lo largo del tramo modelado.

Los estudios se realizaron sobre un tramo del río Paraguay de 600 Km de longitud en el cual se incluyen la mayor cantidad de los pasos a dragar, tanto en arena como en material duro. Esta simulación permitió tener la respuesta del sistema en su conjunto frente a los cambios introducidos por las obras. Es de destacar que la simulación se realizó incluyendo en la situación con obras la totalidad de los pasos dragados dentro del tramo modelado, es decir considerando la totalidad de las obras terminadas.

Se consideraron tres situaciones de caudal, lo cual implica tres situaciones de niveles de agua diferentes, a los efectos de cuantificar la variación de los efectos determinados según los caudales o niveles, puesto que se espera una reducción de los efectos a medida que los caudales y niveles son mayores,

dado que la modificación realizada en la sección del río es porcentualmente menor.

El análisis es completado mediante consideraciones conceptuales respecto de las velocidades de escurrimiento y su relación con las modificaciones impuestas por el dragado.

El canal Tamengo se analiza separadamente ya que el mismo forma parte de un sistema que integra con la Laguna Cáceres y los canales Tuyuyú y Sicurí, cuyo funcionamiento hidráulico tiene características diferentes a las de un río. Debido a la falta de suficientes y confiables datos no es posible realizar una modelación del funcionamiento del sistema pero a los efectos del presente estudio se analiza su funcionamiento en base a los antecedentes existentes y bajo consideraciones conceptuales que permitieron obtener una conclusión sobre el tema.

El impacto sobre el régimen sedimentológico fue evaluado sobre la base de los resultados del modelo matemático HEC 6 (USA COE-HEC), que permite la modelación del transporte y deposición de sedimentos en la zona de los pasos.

Los objetivos de esta modelación fueron la determinación de los volúmenes de mantenimiento y el análisis de la modificación del transporte de sedimentos como consecuencia del dragado. El modelo fue aplicado a 23 de los 92 pasos bajo estudio.

La caracterización de los potenciales impactos provocados sobre las características hidrológicas y sedimentológicas del río se realiza de acuerdo a los criterios indicados en el cuadro siguiente, los cuales están basados en los criterios generales discutidos en la sección 5.1.

Categoría	Descripción
Alcance Espacial	
Directo	El impacto ocurre dentro del área directamente asociada a la Hidrovia, o en sus adyacencias.
Acumulativo	El impacto es acumulativo con los ocurridos a consecuencia de otros proyectos en la región.
Localización	
Local	El impacto afecta solo la zona donde se ejecuta la obra
Regional	El impacto afecta más allá de la zona de ejecución de las obras

Categoría	Descripción
Magnitud	
Baja	No existe impacto sobre las condiciones hidrológicas y sedimentológicas a nivel regional
Alta	Existe impacto sobre las condiciones hidrológicas y sedimentológicas a nivel regional
Duración	
Corta duración	Impacto cuya duración es de unos pocos días, (menor de un mes), dentro del año hidrológico
Media duración	Impacto cuya duración es de unos pocos meses, (menor de seis meses), dentro del año hidrológico
Larga duración	Impacto cuya duración excede de seis meses o alcanza todo el año hidrológico
Dirección	
Positiva	Impacto que causa un incremento neto en los recursos.
Negativa	Impacto que causa una pérdida (neta) en los recursos.

5.2.1.2 Impacto sobre el régimen hidráulico del río

El sistema bajo análisis no es un sistema de características fijas o estáticas que sean modificadas por efecto de las obras, sino un sistema absolutamente dinámico que en su funcionamiento natural atraviesa por distintas situaciones, es decir, las variables representativas, tales como por ejemplo caudal, nivel y pendiente del río varían continua y ampliamente en el tiempo.

En tal sentido, además de las consideraciones vertidas en la Sección 4.0 Diagnóstico, la Figura N° 5.2.1 que muestra la variación de niveles máximos y mínimos en Corumbá, da una idea clara de como pueden variar los niveles del río, y que existen ciclos húmedos y secos del río.

Como puede observarse, durante los años 1964 a 1973 no solo los niveles mínimos fueron los menores medidos sino también los máximos, con valores entre 1 y 2 m, lo que permite asegurar que los caudales erogados fueron sensiblemente menores en este período debido a la relación existente entre las alturas del río y los caudales que por el mismo se trasladan.

Esta situación fue muy distinta antes de esta fecha y después de la misma, ya que los niveles mínimos y máximos del año 1920 fueron de casi 3,00 m y 6,30 m respectivamente. Estos valores son también los alcanzados en los últimos 20

Niveles diarios máximos y mínimos de cada año en Ladario

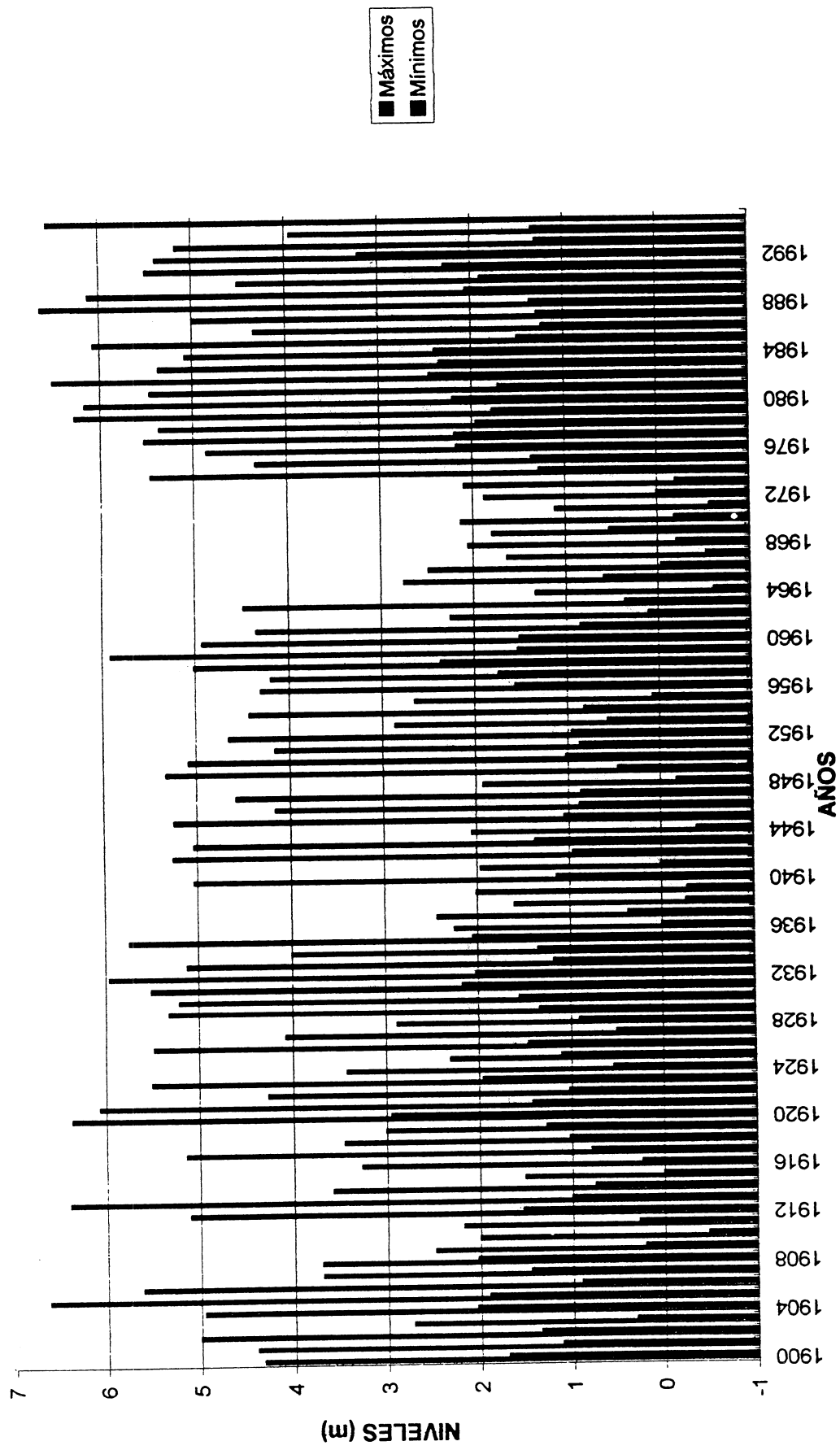


Figura N° 5.2.1

años, así por ejemplo en 1992, el mínimo fue de 3,30 m y el máximo de 5,30 m.

Este análisis permite observar que las variaciones plurianuales de los caudales del río Paraguay, en un punto representativo de lo que ocurre en el Pantanal, presentan variaciones muy importantes de nivel, ya que la diferencia entre los máximos ocurridos entre ambas épocas es de 5 m y las variaciones entre los máximos y mínimos de cada año alcanza valores de hasta 5,50 m.

En otras palabras, las modificaciones de niveles no ya entre un año y otro sino que entre una década y otra pueden ser de gran significación, y estas fluctuaciones no pueden atribuirse a obra alguna realizada en el curso del río.

Otra característica importante es la variación de la pendiente del pelo de agua, la que esta ligada a las distintas características geomorfológicas del lecho del mismo, así como a las distintas situaciones hidrológicas a la que esta sometido como consecuencia de su gran longitud y la gran diversidad de regímenes pluviales que lo alimentan.

En efecto, tal como puede verse en las Figuras N° 4.1.2 y 4.1.3 a) y b) incluidas en la sección 4.0 Diagnóstico, las pendientes del pelo de agua tanto varían a lo largo del río como en el tiempo a lo largo de los meses y de los años.

Esta variación de las pendientes naturales del río puede ser comparadas con las que provocarán los dragados, como puede verse en los resultados del análisis de los niveles alcanzados por la línea del pelo de agua antes y después del dragado, determinadas mediante la modelación hidrodinámica de un tramo de 600 Km del río Paraguay, que se incluyen en el punto siguiente.

Esta comparación permite observar que las fluctuaciones naturales son mayores que las producidas por los proyectos de dragados y derrocamiento.

Impacto del dragado sobre los niveles del río

Los estudios realizados mediante modelo matemático, consideraron un tramo del río Paraguay de 600 Km de longitud en el cual se incluyen la mayor cantidad de los pasos a dragar, tanto en arena como en material duro. Esta simulación permitió tener la respuesta del sistema en su conjunto frente a los cambios introducidos por las obras. En el Anexo 12.2 se presenta una descripción e información sobre el modelo utilizado.

El tramo seleccionado va desde Porto da Manga (Km 2685) hasta aguas arriba de Puerto Pinasco (Km 2080) e incluye el paso Palacio Cué que representa el mayor volumen de material duro a extraer. Los principales pasos involucrados son: Ilha Caraguatá, Yacaré, Conselho, Piuvas, Estirao Braga, Cambá Nupá,

Ilha do Farol, Casado, Lamboné, Palacio Cué, Caá Pucú Guazú y Travesía Max.

El modelo se configuró con información batimétrica obtenida de las cartas de navegación y los relevamientos efectuados. Esta batimetría natural fué luego afectada con la totalidad de los dragados proyectados en el tramo. Para ello se utilizó la alternativa recomendada de 3,2m de profundidad (2,6m de calado) y 90m de ancho de solera del canal.

La operación del modelo consistió en la determinación de los niveles antes y después del dragado, para distintas situaciones de caudal, las cuales se resumen en el cuadro siguiente. Se indica además como referencia, el nivel de agua correspondiente a la escala de Porto Murtinho, ubicado dentro del tramo modelado, 150 km antes del punto extremo aguas abajo.

Caudal (m ³ /s)	Altura en Porto Murtinho (en metros al cero local)
800	1.40
1.500	3.00
2.500	5.00

Caudales del orden de 800 m³/s sólo se presentan el 1% del tiempo, es decir aproximadamente 4 días al año, mientras que el 80% del tiempo los caudales son superiores a 1.500 m³/s.

Las Figuras N° 5.2.2 a) a 5.2.2 d) muestran los resultados obtenidos de la modelación en distintos tramos y para las tres situaciones de caudal analizadas. La Tabla N° 5.2.1 muestra la diferencia de nivel a lo largo de los 600 Km. La distancia que se indica en la tabla corresponde a la distancia desde el inicio del tramo modelado, es decir desde Porto da Manga hacia aguas abajo. En la misma tabla se ha graficado la máxima diferencia encontrada en función del caudal. Como puede apreciarse el efecto decae a medida que los caudales se hacen mas grandes.

En el Anexo 12.2 se incluyen figuras que muestran algunas secciones transversales sobre las que se proyecta dragar. En ellas puede apreciarse la magnitud del canal a dragar y compararlo con la sección del cauce en estiaje.

Como puede verse en las figuras mencionadas, la sección del canal dragado representa siempre una pequeña proporción de la sección del cauce referida a cota cero o sea con aguas mínimas.

Variación de niveles por efecto del dragado - Tramo Porto da Manga / Puerto Pinasco

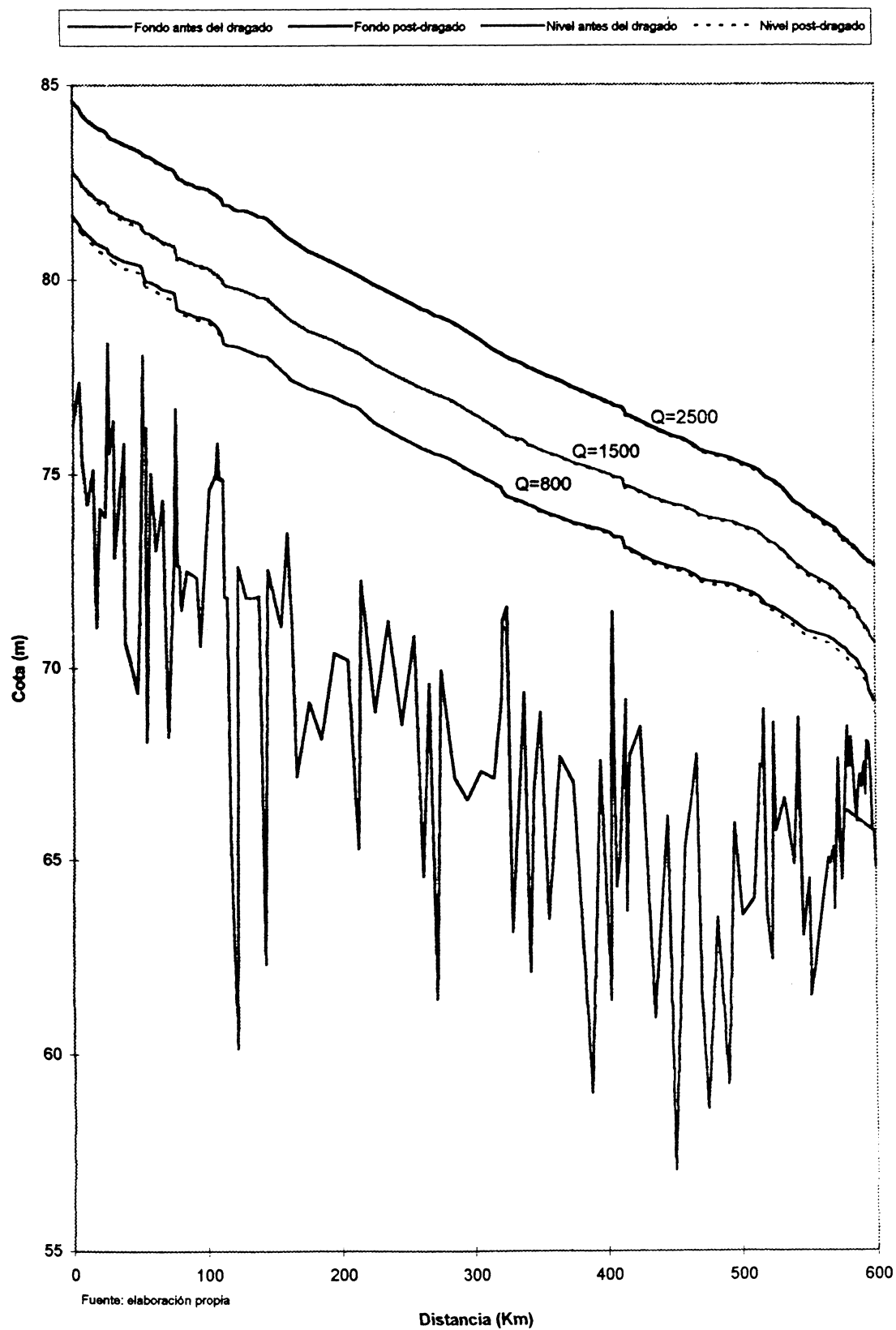
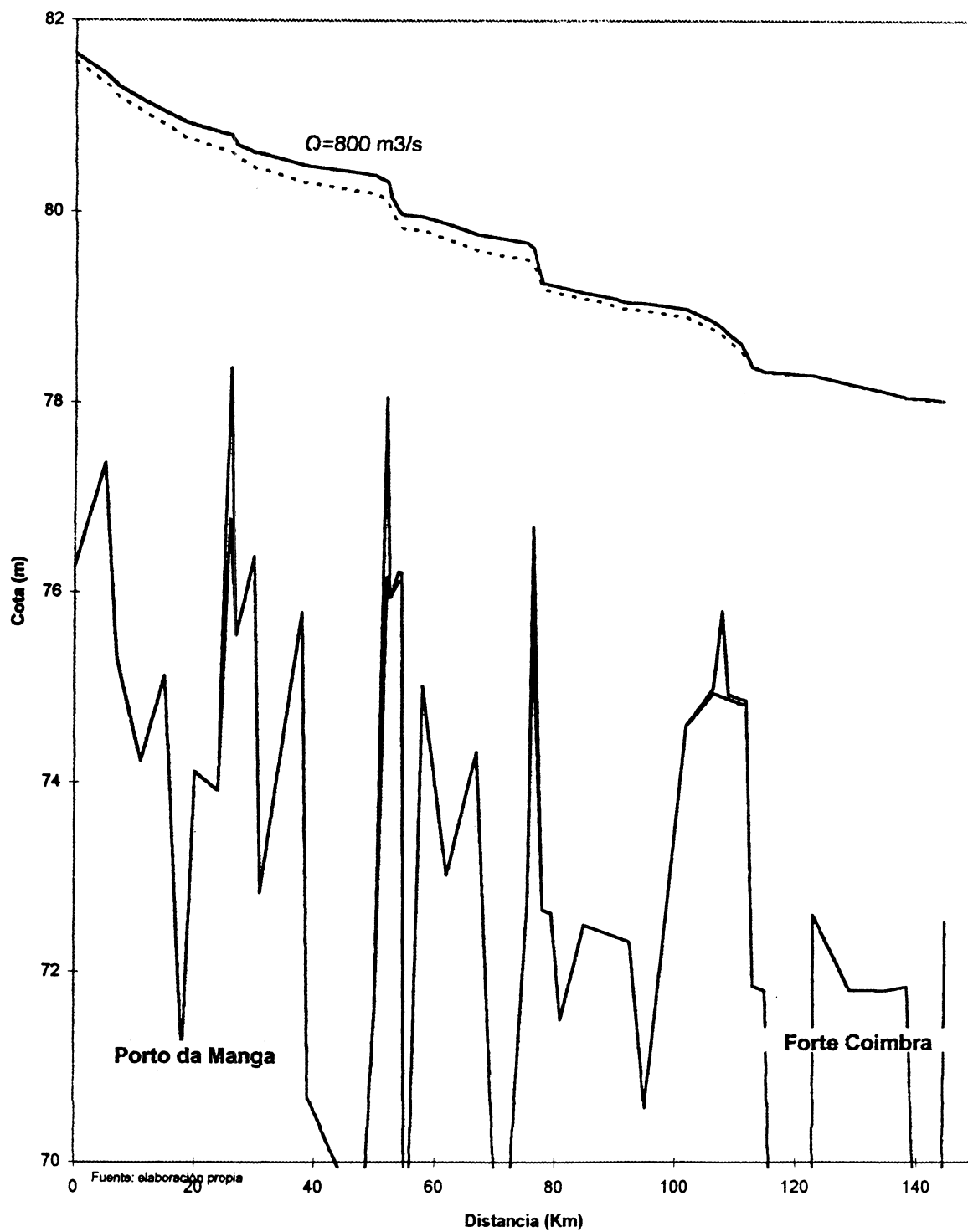


Figura N° 5.2.2 a)

Variación de niveles por efecto del dragado - Tramo **Porto da Manga / Forte Coimbra** (Pasos I. Caraguatá - Yacaré - Conselho - Piuvas)

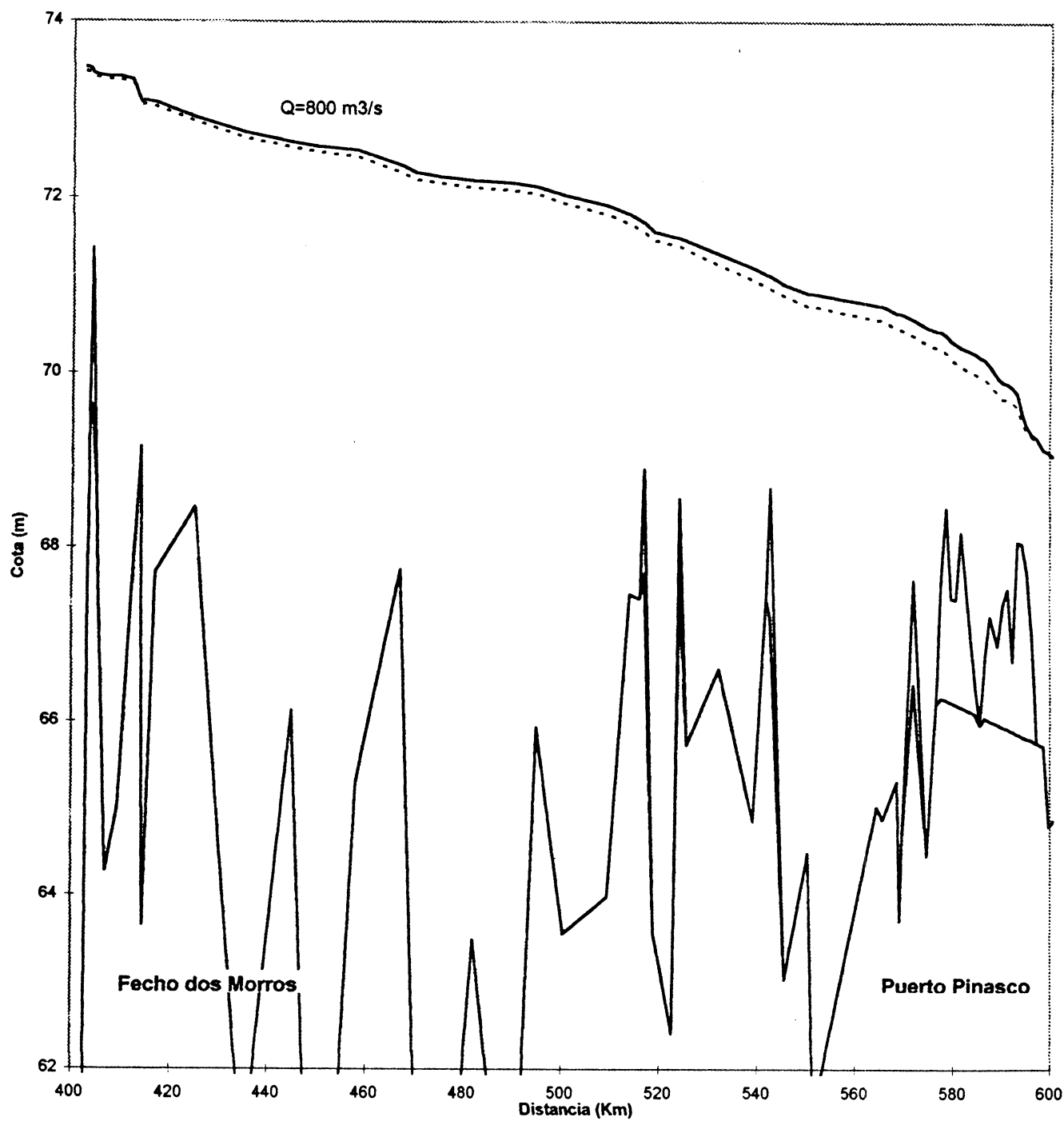


— Fondo antes del dragado — Fondo post-dragado — Nivel antes del dragado - - - - Nivel post-dragado

Figura N° 5.2.2 b)

Variación de niveles por efecto del dragado - Tramo Fecho dos Morros / Puerto Pinasco

(Pasos Cambá Nupá - Ilha do Farol - Casado - I. Peña Hermosa - Lamboné - Palacio Cué - Caá Pucú Guazú - Max)

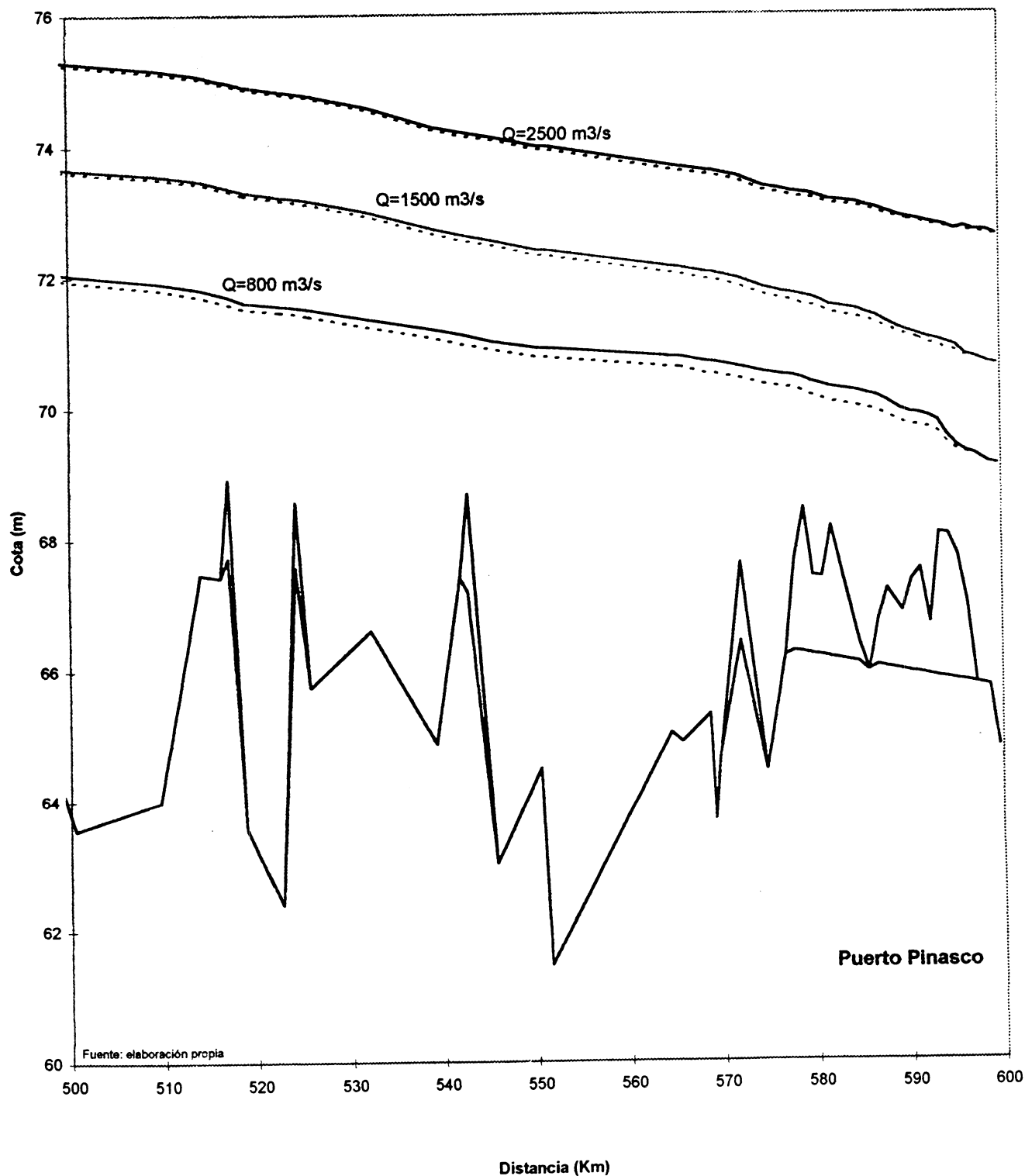


— Fondo antes del dragado — Fondo post-dragado — Nivel antes del dragado - - - Nivel post-dragado

Figura N° 5.2.2 c)

Variación de niveles por efecto del dragado - Tramo de mayor influencia

(Pasos Casado - I. Peña Hermosa - Lamboné - Palacio Cué - Caá Pucú Guazú - Max)



— Fondo antes del dragado — Fondo post-dragado — Nivel antes del dragado - - - - Nivel post-dragado

Figura Nº 5.2.2 d)

VARIACION DE NIVELES POR EFECTO DEL DRAGADO

Referencia	Distancia (Km)	Diferencia de nivel (cm)		
		800 m3/s	1500 m3/s	2500 m3/s
Porto da Manga	0.0	8	5	1
	5.0	10	5	1
	7.0	11	6	1
	11.0	12	7	1
	15.0	14	8	1
	18.0	16	7	1
	20.0	16	8	2
	24.0	17	9	1
Paso I. Caraguatá	26.0	17	7	1
	27.0	13	6	0
	30.0	16	8	1
	31.0	16	8	1
	38.0	18	8	1
	39.0	18	8	1
	48.0	19	9	1
	50.0	19	9	1
	52.0	19	5	2
	52.5	15	5	2
	54.0	15	4	2
	54.5	15	4	3
Paso Yacaré	55.0	14	4	2
Porto Esperanza	58.0	14	4	2
	62.0	16	4	2
	67.0	16	4	3
	71.0	18	4	3
	75.5	17	4	3
	76.5	17	5	0
	78.0	6	3	1
Conselho	79.5	6	3	2
	81.0	7	3	2
	85.0	6	3	2
	88.0	6	3	2
	90.5	7	3	2
	91.5	7	3	2
	92.5	7	3	2
	95.0	7	4	2
Piuvas	102.0	8	4	3
	106.5	8	3	2
	108.0	7	2	1
	109.0	7	2	2
	111.0	8	3	2
	112.0	5	1	1
	113.0	0	0	0
	115.0	0	0	0
	117.0	1	0	0

Referencia	Distancia (Km)	Diferencia de nivel (cm)		
		800 m3/s	1500 m3/s	2500 m3/s
	122.0	0	0	1
Forte Coimbra	123.0	0	1	1
	129.0	0	1	0
	135.0	0	0	1
	138.5	0	0	0
	142.5	1	1	1
	145.0	0	1	0
	155.0	0	0	1
	160.0	0	0	0
	163.0	0	1	1
	166.0	0	0	1
	176.0	0	0	1
	185.0	0	1	1
Bahia Negra	195.0	1	1	1
	205.0	1	1	1
	212.5	1	1	1
	215.0	1	0	0
	225.0	0	1	1
	235.0	1	0	1
	245.0	1	1	1
	255.0	1	1	0
	261.0	1	2	1
	266.0	1	1	1
	271.5	1	2	1
	275.0	1	2	1
	285.0	2	2	1
	295.0	2	1	1
	305.0	2	1	2
	315.0	2	2	1
Paso Estirao Braga	321.0	2	2	1
	321.5	2	2	2
	322.0	2	2	1
	325.0	2	2	1
	328.5	3	2	1
	338.0	2	7	1
	342.0	0	2	2
	345.0	3	2	2
	350.0	3	1	1
	356.0	3	2	1
Barranco Branco	365.0	3	2	2
	375.0	4	3	1
	388.0	4	2	2
	395.0	4	2	2

Fuente: elaboracion propia

Tabla N° 5.2.1

VARIACION DE NIVELES POR EFECTO DEL DRAGADO

Referencia	Distancia (Km)	Diferencia de nivel (cm)		
		800 m3/s	1500 m3/s	2500 m3/s
	402.5	5	2	2
	403.5	4	3	2
	404.0	4	2	2
<i>Paso Cambá Nupá</i>	405.0	3	2	2
	407.0	3	3	2
	409.5	3	2	1
	412.0	4	3	1
Fecho dos Morros	414.0	4	2	2
	414.5	4	2	2
	417.0	5	2	2
	425.0	5	3	2
	435.0	6	3	2
	445.0	6	3	2
Porto Murtinho	450.0	6	3	2
	458.0	7	3	2
	467.0	8	4	3
	470.0	8	4	3
	475.0	7	4	3
	482.0	8	4	3
	490.0	8	4	4
	495.0	8	4	3
	500.5	9	4	4
	509.5	10	5	4
	514.0	11	4	4
	516.1	11	5	3
	517.0	11	4	3
	518.8	9	5	3
	522.6	9	4	3
<i>Ilha do Farol</i>	524.1	9	5	4
	525.6	10	5	3
	532.2	12	6	4
	539.2	13	7	4
	541.8	14	8	5
Casado	542.7	14	8	5
	545.6	12	7	4

Fuente: elaboracion propia

Referencia	Distancia (Km)	Diferencia de nivel (cm)		
		800 m3/s	1500 m3/s	2500 m3/s
	550.4	14	8	5
	551.4	14	8	5
	564.4	16	10	6
<i>I. Peña Hermosa</i>	565.6	16	10	6
	568.6	18	10	6
	569.1	18	11	6
Lamboné	569.6	18	10	6
	571.9	18	11	6
	574.6	19	11	6
	576.6	19	10	6
	577.6	19	11	6
	578.6	20	13	7
	579.6	21	13	6
	580.6	21	11	5
	581.6	22	11	5
	584.6	23	12	5
	585.6	22	10	3
	586.6	22	10	4
Palacio Cué	587.6	22	9	4
	589.2	19	7	2
	590.2	19	6	2
	591.2	18	6	2
	592.2	17	8	3
	593.2	16	9	2
	594.2	11	9	2
<i>Caá Pucú Guazu</i>	595.2	6	8	2
Travesía Max	596.2	2	2	1
	597.2	1	0	1
	598.6	0	0	0
	599.6	0	0	0
	600.6	0	0	0
	601.6	0	0	0
	602.6	0	0	0
	603.6	0	0	0
	604.6	0	0	0
Puerto Pinasco	605.6	0	0	0

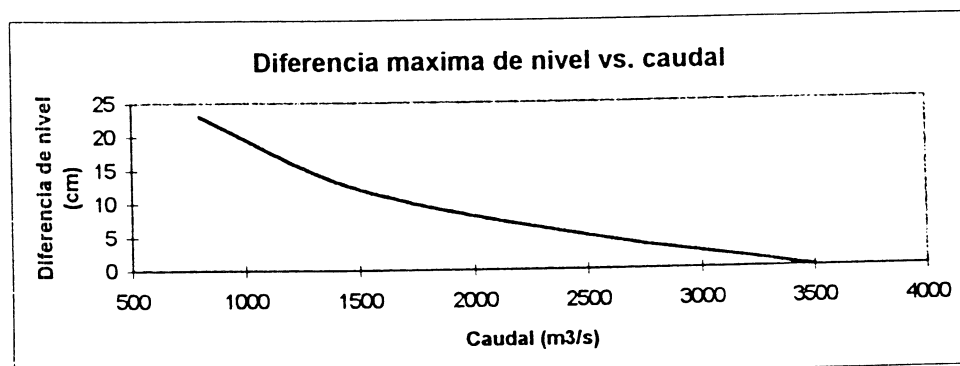


Tabla Nº 5.2.1 (cont.)

En el estado natural, los pasos provocan el remanso de las aguas, creando una zona de menores pendientes aguas arriba mientras que sobre el mismo evidencian un escurrimiento con pendientes mayores. Como puede observarse de los resultados obtenidos, la profundización mediante el dragado produce una modificación de las pendientes del pelo de agua, haciéndolas mas uniformes (una explicación acerca de la configuración de la superficie libre del escurrimiento se da mas adelante).

La situación más crítica, desde el punto de vista del análisis de los efectos sobre las condiciones hidrodinámicas, se presenta en aguas bajas, ya que las secciones del flujo son menores y por lo tanto las modificaciones introducidas son porcentualmente mayores (es decir que la relación área de la sección dragada / área de la sección sin dragado, es mayor).

Los resultados obtenidos muestran que en esta situación (estiaje), se produce una disminución del nivel de agua de 20 cm en correspondencia con la zona de mayor dragado, extendiéndose sus efectos hacia aguas arriba con magnitud decreciente, teniendo mas allá de los 100 km, valores inferiores a 8 cm. Por otra parte, el efecto decrece en la medida que el caudal del río aumenta. Cabe considerar también que el modelo matemático se procesó suponiendo la ampliación de las secciones en los tramos dragados, sin considerar que el material dragado se deposita en su propio cauce, lo cual disminuye aún más el impacto sobre los niveles, porque permite mantener una sección relativamente similar.

Estos resultados permiten ver que en otros lugares donde se efectúen dragados el impacto resultante será menor en magnitud y en alcance, puesto que se ha tomado como base de análisis la situación más desfavorable y que por otra parte no existirá impacto sobre los niveles del Pantanal.

Es de destacar que esta situación mínima de estiaje, que es la que presenta la máxima influencia sobre el fenómeno en análisis, se presentaría durante aproximadamente 4 días en un año hidrológico normal. El escurrimiento de aguas medias, es decir con un nivel cuya permanencia es de aproximadamente el 50 % del tiempo, significa que el agua escurre con un tirante del orden de 2 m. mayor que la condición anterior, en esta situación las modificaciones introducidas en las secciones transversales y por lo tanto sus efectos son mucho menores, tal como lo muestran los resultados obtenidos para las situaciones de 1.500 y 2.500 m³/s.

Durante los períodos anuales de crecidas los niveles de agua son aún mayores, haciendo que no se perciban efectos del dragado sobre las condiciones de escurrimiento. Es decir que no se sentirá efecto alguno sobre el traslado de las ondas de crecida, no provocando variaciones en el tiempo de ocurrencia ni en la magnitud de los caudales pico.

El resultado de este análisis, así como los claros resultados del modelo matemático, prueban que no existirá como consecuencia de los dragados en el tramo Santa Fé - Corumbá, impacto sobre el régimen hidrológico en el sentido de que produzca algún cambio en el régimen de crecidas y como consecuencia de ello en el de estiajes y así se modifique el escurrimiento de base y como consecuencia de ello se camine hacia la desertificación como lo afirman algunos autores (Ponce, 1995).

Impacto del dragado sobre las velocidades de escurrimiento

Contrariamente a lo señalado por algunos autores, (Ponce, 1995), el aumento de las secciones como consecuencia de los dragados en los pasos, y aún sin considerar que el material dragado sería depositado en el cauce, o sea, suponiendo que el mismo sea extraído fuera del río, no producirá aumentos en los caudales.

En efecto, tal como se puede ver en los resultados del modelo matemático mencionado precedentemente, los caudales no aumentan, más bien disminuyen, ya que como lo establece la ecuación de continuidad, un aumento de sección de escurrimiento va aparejado con una disminución de velocidad y una menor pendiente en la superficie libre en ese tramo. En la modelación efectuada se ha detectado en la situación más crítica una disminución de las velocidades inferior a 3 cm/s sobre valores de velocidad media en la sección del orden de 50 a 90 cm/s.

Un análisis conceptual del tema permite arrojar luz al respecto.

El incremento de una sección de escurrimiento en un régimen a superficie libre, tal como el de un río, contrariamente a lo que señala Ponce en su ejemplo, no aumenta la velocidad del mismo, y mucho menos su caudal, el cual permanece igual al que tendría sin modificación de la sección.

La ley fundamental de hidráulica es la denominada ecuación de continuidad o ley de conservación de masa, establece que para un fluido prácticamente incompresible como el agua, el volumen de agua que ingresa a un volumen de control en una unidad de tiempo, es igual que el que sale del mismo, a menos que se genere o destruya agua del volumen de control.

Esto, traducido a fines prácticos, se puede sintetizar de la siguiente manera:

Consideramos tal como se indica en la Figura N° 5.2.3, tres secciones hipotéticas de un río, tal como el Paraguay, e imaginamos, por ejemplo, que entre las secciones 1 y 3 se encierra un "paso" donde es necesario dragar o derrocar, siendo la sección 2-2 ubicada dentro de la citada zona, las secciones 1-1, 2-2, 3-3, tendrían en su desarrollo transversal el aspecto que se indica en la figura.

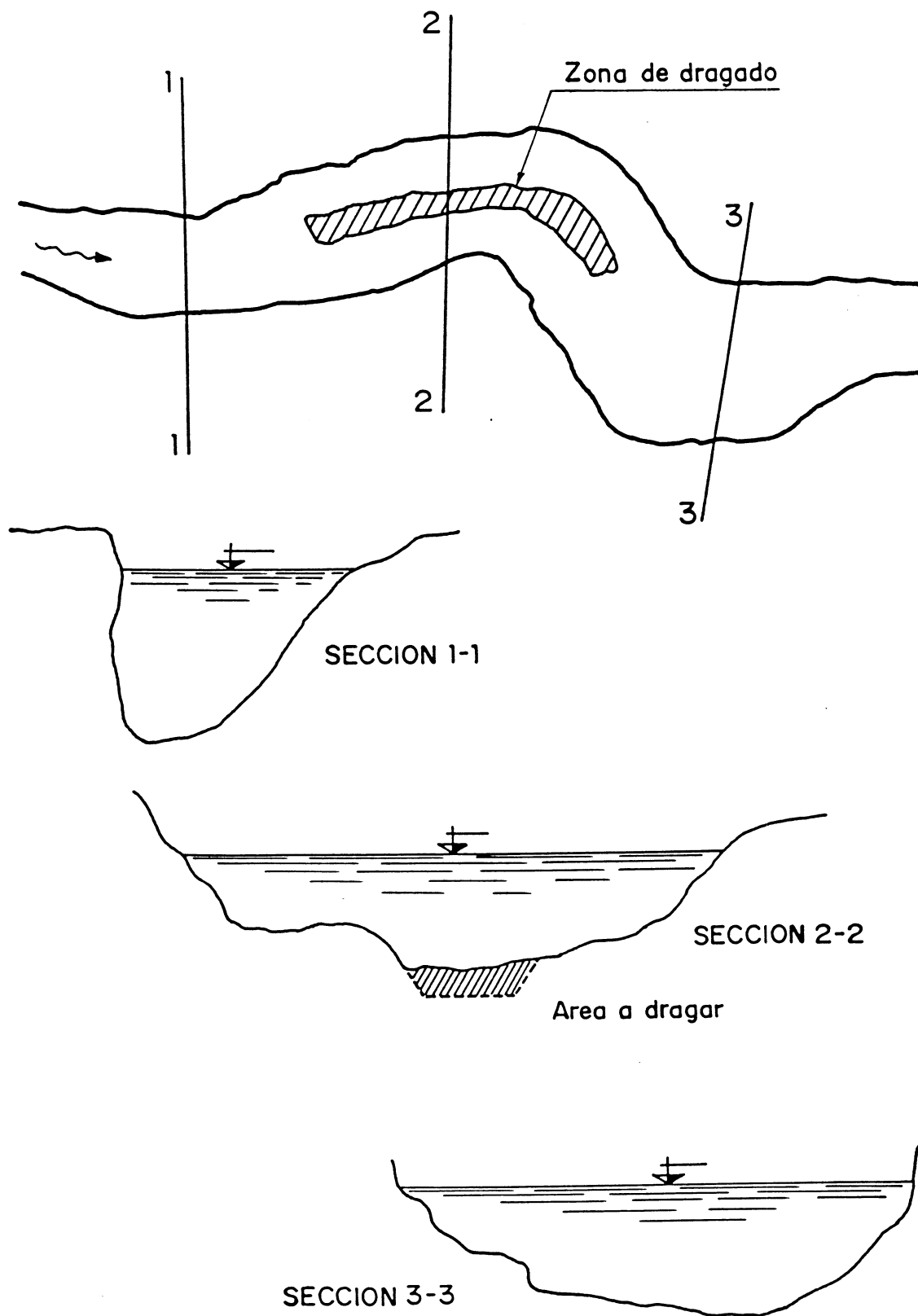


Figura N° 5.2.3

En general, y para tomar el caso más crítico, la sección transversal del río en la zona del paso puede ser menor a las secciones de aguas arriba y de aguas abajo.

Esta situación no necesariamente es así, ya que puede darse que la sección de escurrimiento en el paso sea incluso hasta mayor que en las zonas de libre navegación, ya que esto está ligado enteramente a la forma de sección, secciones más anchas dan en general menos profundidad y requieren ser dragadas para la navegación, en cambio secciones más estrechas presentan profundidades mayores que no requieren dragado alguno, tal es el caso, por ejemplo, de Fecho dos Morros.

Imaginemos entonces un caso en donde la sección 1-1, referida al cero, tendrá una superficie de por ejemplo 850 m^2 , la sección 2-2, para igual condición y en estado natural tendrá 760 m^2 mientras que para la condición futura incluyendo el canal dragado, la sección será de 910 m^2 , y la sección 3-3, tendrá una superficie de 860 m^2 .

La ecuación de continuidad tiene una expresión simplificada para el caso de movimiento permanente, y esto es lo que vamos a considerar ahora, pues los cambios de niveles son muy lentos en un río, así:

$$Q = cte = \Omega_1 V_1 = \Omega_2 V_2 = \Omega_3 V_3$$

donde

Q = caudal = volumen de agua por unidad de tiempo

Ω = área de la sección transversal de escurrimiento

V = velocidad media en la sección

Como podemos observar las secciones naturales Ω_1 y Ω_3 , son mayores que Ω_2 , por lo que, para que se cumpla la ecuación de continuidad, las velocidades en tales secciones deberán ser:

$$V_1 = \frac{Q}{\Omega_1}, \quad \text{menor que}$$

$$V_2 = \frac{Q}{\Omega_2}, \quad \text{menor que}$$

$$V_3 = \frac{Q}{\Omega_3}$$

Con lo que se concluye que la velocidad media en la sección 2-2 será mayor que las velocidades en las secciones 1-1 y 2-2.

Para que en esa sección la velocidad sea mayor, el río debe generar en ese lugar una mayor pendiente, ya que esta es la única forma que tiene un escurrimiento a superficie libre como la de un río de obtener la energía necesaria para aumentar la velocidad.

Esto en un caso simple de análisis se expresa a través de la ecuación de Manning que establece:

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} i^{1/2}$$

donde

V = velocidad media en la sección

n = coeficiente de rugosidad de Manning. Mayor cuanto mayor resistencia hay.

R_h = radio medio hidráulico (igual al área de la sección transversal dividido su perímetro mojado, o sea la longitud de la sección donde el agua toca el cauce

i = pendiente de la superficie libre

Luego, en la sección 2-2, como la superficie es menor, también es menor el radio medio hidráulico y por lo tanto lo que debe aumentar es la pendiente para lograr aumentar la velocidad.

Esquemáticamente, entonces podemos dibujar la superficie libre de la manera que se muestra en la Figura N° 5.2.4, donde se aprecia una mayor pendiente en la zona del paso, debido a la restricción dada por la sección menor.

Ahora analicemos qué ocurrirá cuando se drague la sección 2-2 y en consecuencia aumente la sección de escurrimiento.

Tenemos que la nueva superficie de la sección 2-2 será de 960 m², lo que implica que ahora esta sección será más grande que las secciones 1-1 y 3-3.

¿Qué pasará entonces con las velocidades?; como hemos visto, esta disminuirá y no aumentará. Esto traerá aparejado que la pendiente de la superficie libre en la zona del paso disminuya, y en consecuencia el perfil del pelo de agua se uniformiza, al igual que la pendiente (ver Figura N° 5.2.4).

Un caso interesante es analizar lo que pasa en Fecho dos Morros, donde el río se estrecha, pero como resulta de las leyes básicas de la hidráulica como la de continuidad, el tirante o nivel de agua aumenta para mantener el caudal,

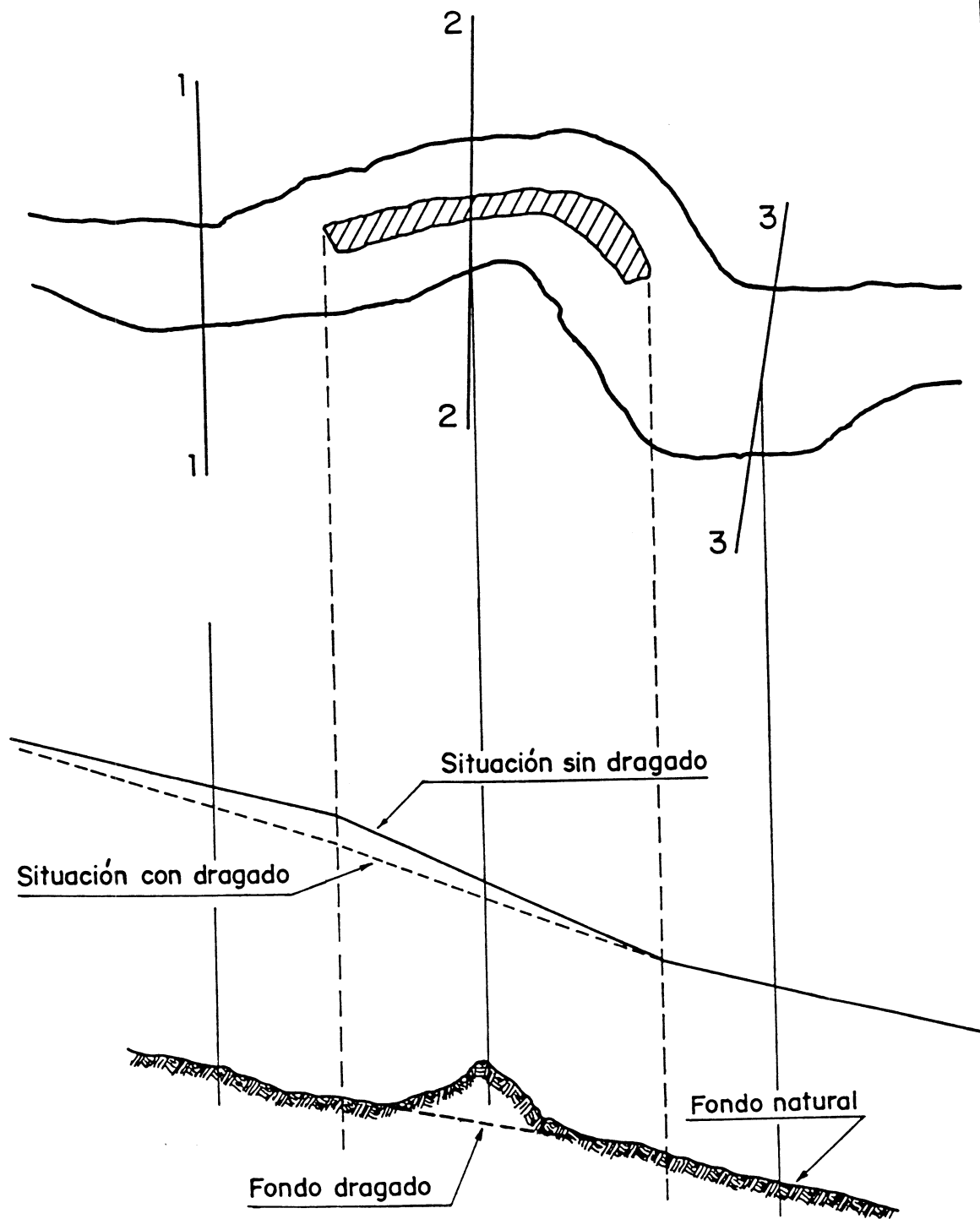


Figura Nº 5.2.4

produciéndose aguas abajo un aumento de la pendiente, que compensa la menor pendiente aguas arriba.

De cualquier manera en esta zona no se espera hacer ningún tipo de obra, ya que el ancho y la profundidad excede la necesaria para las condiciones de navegación previstas.

5.2.1.3 Impacto sobre el régimen hidráulico del Canal Tamengo

Tal como se mencionara en la sección 4.0 Diagnóstico, el Canal Tamengo es un componente del sistema que integra la Laguna Cáceres, los canales Tuyuyú y Sicurí y la zona inundable adyacente.

La Laguna Cáceres está alimentada por el drenaje de la cuenca, los canales Tuyuyú y Sicurí y el desague de los llanos de inundación del río Paraguay, ubicados al norte del Canal Tamengo.

Sobre el Canal Tamengo, en la mayoría de los casos se tiene un flujo de la Laguna Cáceres hacia el río Paraguay. Con crecidas grandes sobre el río Paraguay, se presenta sobre el Canal Tamengo, también flujo en la dirección a la Laguna Cáceres. Esta última situación se da cuando el nivel en la desembocadura del Canal Tamengo supera el nivel alcanzado por la laguna generando gradientes hidráulicos inversos y por lo tanto un escurrimiento de refluo. Por lo tanto el Canal Tamengo alimenta a la laguna Cáceres.

El río Paraguay presenta un escurrimiento en sentido norte-sur, de modo que siempre el nivel que éste tiene a la altura de la embocadura de los canales Sicurí y Tuyuyú es siempre mayor que el nivel que presenta, al mismo tiempo, en la desembocadura del Tamengo.

Estos niveles cambian a lo largo del tiempo y por lo tanto el sistema funciona en forma dinámica. Estando el nivel de la laguna en una posición intermedia, se tendrá un escurrimiento hacia la misma por los canales Tuyuyú y Sicurí, y un escurrimiento desde ésta hacia el río Paraguay a través del Canal Tamengo.

Los niveles en la Laguna Cáceres varían de acuerdo al desbalance producido entre los caudales de ingreso y egreso a la misma, es decir, el nivel aumenta cuando el caudal de ingreso supera al caudal de salida, debiendo necesariamente producirse el almacenamiento de agua, mientras que cuando el caudal de egreso es superior al que ingresa, el agua acumulada comienza a salir produciendo el descenso del nivel de la laguna. La magnitud de los cambios de nivel de la laguna, son función de su capacidad de almacenamiento. En conclusión, los niveles de la laguna responderán de alguna manera, siguiendo la curva de variación de los niveles del río Paraguay.

El límite del nivel al que desciende la laguna, está dado por el nivel en la desembocadura del Tamengo. Tan pronto la laguna alcanza este nivel, el escurrimiento es nulo, si el nivel en la desembocadura aumenta, el flujo se invierte y comienza a aportar agua a la laguna, provocando nuevamente el crecimiento de su nivel.

En las Figuras N° 5.2.5 y 5.2.6, se han graficado esquemáticamente las curvas que representan la variación de los niveles en los extremos del sistema (embocadura de canales Tuyuyú y Sicurí y desembocadura del Canal Tamengo) y en la Laguna Cáceres.

En la Figura N° 5.2.5, se muestra, para la laguna Cáceres una curva que siempre mantiene su nivel por encima del nivel en la desembocadura del Canal Tamengo. En este caso, siempre hay descarga de agua desde la laguna.

La Figura N° 5.2.6 indica el caso en que la velocidad con que varían los niveles de la laguna es inferior al crecimiento de los niveles en la desembocadura del Canal Tamengo, provocando la situación en que los niveles de la laguna se tornan inferiores y se invierte el flujo.

Tal como se indica en los estudios de LHMUSS, 1990, en situaciones normales, los gradientes existentes entre la Laguna Cáceres y el Canal Tamengo son inferiores a 1 cm/Km, lo que indica que siendo la longitud del canal de aproximadamente 10 Km., se tiene, en general, una diferencia de altura inferior a 10 cm (ver Figura N° 4.1.7 en la sección 4.0). Los máximos gradientes están en el orden de 4 cm/Km en dirección al río Paraguay y de 5 cm/Km en dirección a la Laguna Cáceres.

El valor del caudal que escurre a través del canal Tamengo depende de la diferencia de nivel entre los extremos aguas arriba y aguas abajo (energía disponible para el desarrollo del escurrimiento) y de la geometría y resistencia de los canales dada por las características del cauce.

LHMUSS, 1990, en sus estudios cita caudales máximos en ambas direcciones de 200m³/s, y valores de caudales medidos entre 0 y 130 m³/s, donde puede verse además que no existe una relación entre tirantes de agua y caudales, puesto que, como se explicara anteriormente, los caudales están fuertemente ligados al gradiente hidráulico.

A diferencia de lo que ocurre en los pasos de los ríos Paraguay y Paraná, la intervención a realizar sobre el canal Tamengo es de mayor importancia ya que implica el dragado de aproximadamente el 79% de su longitud, siendo además mayor la relación entre el área de las secciones dragadas respecto de la situación sin obras. Esto modificará la resistencia global del sistema provocando en consecuencia un aumento del caudal de descarga instantáneo, respecto de la situación sin dragado, considerando la misma pendiente de la superficie libre. Ello hará que, en el funcionamiento de todo el sistema

conjunto, los niveles de la laguna sigan más cerca los niveles que tenga el río Paraguay en la desembocadura del Tamengo.

En la Figura 5.2.5, se ha graficado la curva de variación de niveles correspondiente a la situación con dragado. Como puede observarse, los niveles que serán alcanzados en la laguna en la situación con dragado, serán idénticos a los niveles por los que pasa naturalmente en la situación sin obras, sólo que serán alcanzados en diferente tiempo (Ver líneas A-A' y B-B'), En época de aguas bajas, la laguna podrá alcanzar niveles inferiores a los que alcanzaría en la situación sin obras, pero la diferencia entre ambas situaciones será inferior a 10 cm (ya que el gradiente normal entre la laguna y la desembocadura del Canal Tamengo es inferior a 1cm/Km, y el canal tiene aproximadamente 10 km de longitud - ver Figura N° 4.1.7 en la sección 4.0).

Este valor constituye el límite de las diferencias de alturas que pueden esperarse en la laguna, por efecto del dragado, ya que si la laguna desciende hasta alcanzar el nivel del río Paraguay, inmediatamente el gradiente hidráulico opera en sentido contrario y comienza el ingreso de agua a la laguna con el consecuente aumento de su nivel.

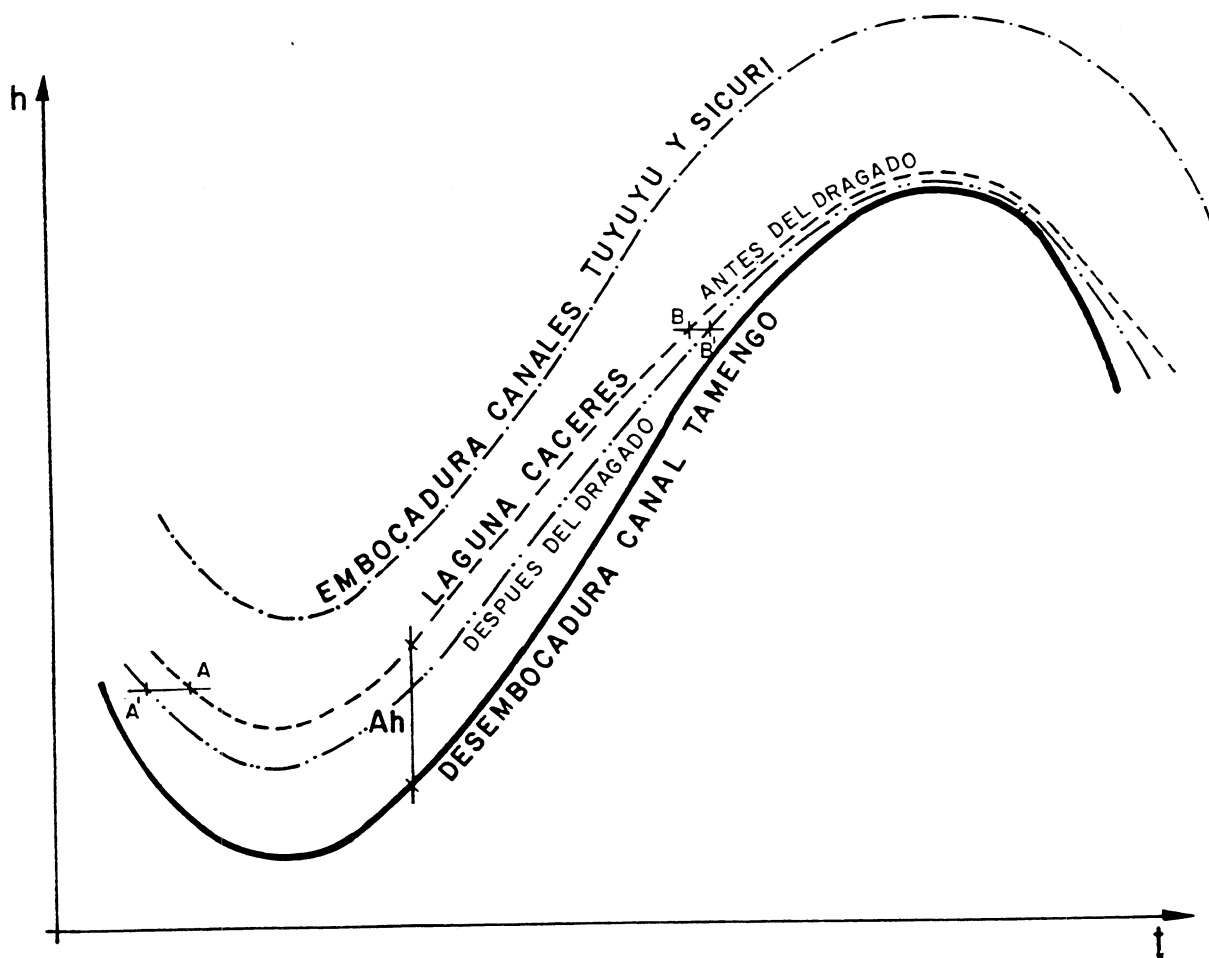
En conclusión, el dragado provocará que la curva de variación de niveles de la laguna sufra un defasaje respecto de la situación sin dragado. Es decir que la laguna alcanzará los mismos niveles que alcanza naturalmente pero con un defasaje de tiempo. El descenso de la laguna está limitado por los niveles alcanzados por el río Paraguay. Dado que el desnivel existente entre ambos es menor a 10 cm, este valor será el máximo descenso que podría tener la laguna frente a la situación sin proyecto.

5.2.1.4 Impacto sobre el régimen sedimentológico

Para analizar el impacto sobre el régimen sedimentológico, se consideró la modificación del transporte de sedimentos como consecuencia del dragado.

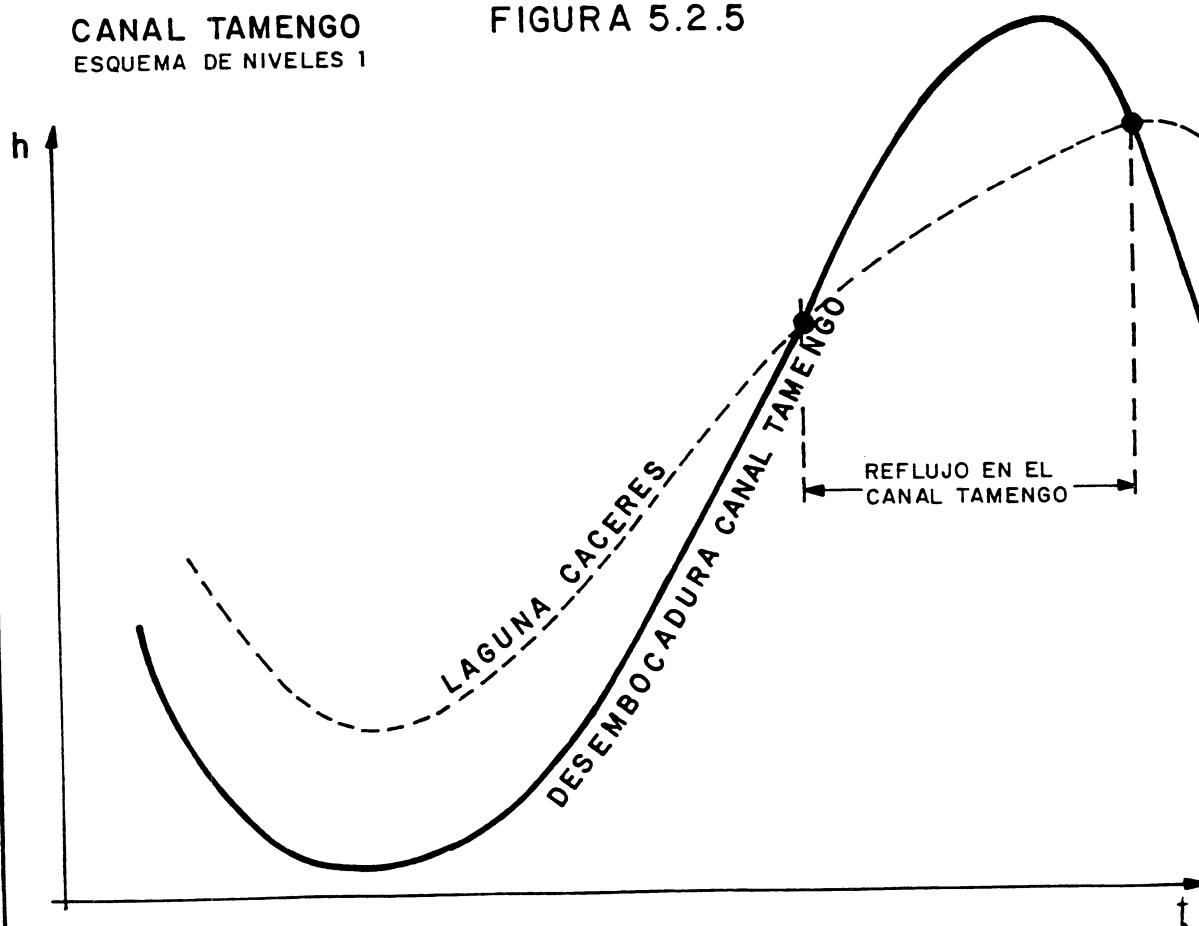
Para identificar y cuantificar esos efectos, se ha efectuado un estudio sobre un modelo numérico de los regímenes de caudal y transporte de sedimentos en el sistema de los ríos Paraguay-Paraná. El modelo examina los cambios en el régimen hidrosedimentológico de la vía fluvial creada por el dragado de los sedimentos y la excavación de roca en áreas críticas. Los trabajos ejecutados con esta modelación forman parte de las tareas sobre morfología fluvial y movimiento de sedimentos (Capítulo 10), donde entre sus principales objetivos se incluye además la estimación de los requerimientos de dragado de mantenimiento. Se utilizó el modelo numérico HEC-6 (USA COE-HEC) cuya descripción se presenta en el Anexo 12.2.

Los efectos del dragado fueron modelados en detalle en 23 pasos del sistema Paraguay-Paraná, a fin de examinar la erosión y deposición de sedimentos.



CANAL TAMENGO
ESQUEMA DE NIVELES 1

FIGURA 5.2.5



CANAL TAMENGO
ESQUEMA DE NIVELES 2

FIGURA 5.2.6

Para ello, primero el modelo fue calibrado para un estado base, correspondiente a las condiciones existentes en el sistema, utilizando caudales medios mensuales de largo plazo. Entonces se corrió el modelo para un canal dragado determinado, en condiciones idénticas de caudal. Las diferencias entre las dos corridas reflejan en forma precisa los cambios en la topografía del fondo del río como consecuencia de la mejora de la navegabilidad.

Uno de los principales objetivos del estudio del modelo fue estimar los requerimientos de dragado de mantenimiento para los tramos problemáticos y extender esos resultados a otros tramos morfológicamente similares. La Figura N° 5.2.7 presenta las estimaciones para los dragados de mantenimiento en 23 pasos problemáticos de la Hidrovía Paraná- Paraguay, para la alternativa recomendada.

Un examen de los volúmenes de apertura y de mantenimiento, revela que los volúmenes de dragado de mantenimiento son directamente proporcionales a la magnitud del dragado de apertura requerido. Como es de esperar, las curvas examinadas no muestran una tendencia obvia a la sedimentación. Es interesante notar que el paso con afloramiento rocoso, Remanso Castillo, no mostró tampoco tendencia a la sedimentación luego del dragado principal. Los resultados de estos pasos son extrapolables a otros pasos de características morfológicas y descargas de caudal similares.

Otro aspecto interesante del problema de transporte de sedimentos es la relación entre el arrastre de fondo total del sistema fluvial y las cantidades de sedimentos que deben ser removidos por los dragados de mantenimiento. El transporte de sedimentos totales acumulados a través del área del paso Yacaré Superior (Km.2630), es de aproximadamente 1.300.000 m³ en un año promedio. Este valor se basa en un peso específico de sedimentos de 1,8 ton/m³. Para este paso la alternativa de dragado de 100 m de ancho por 4,0 m de profundidad (inferior solamente a la más alta considerada, de 125 m x 4 m) requiere un dragado de mantenimiento de 260.000 m³/año, o sea sólo 20% del arrastre total de sedimentos (arrastre de fondo y sedimentos en suspensión), valor que se reduce a cerca de 10% para la alternativa de 90 m x 3,2 m. Por ello, la relación relativamente pequeña dragado/transporte total, da credibilidad a la conclusión de que un dragado de la magnitud considerada tendrá efectos despreciables sobre los procesos fluviales naturales, más aún si se tiene en cuenta que los sedimentos dragados serán restituidos al propio cauce.

5.2.1.5 Impacto sobre la geomorfología fluvial

Las modificaciones geomorfológicas de un río pueden deberse a acciones naturales y acciones antrópicas.

DRAGADOS DE MANTENIMIENTO

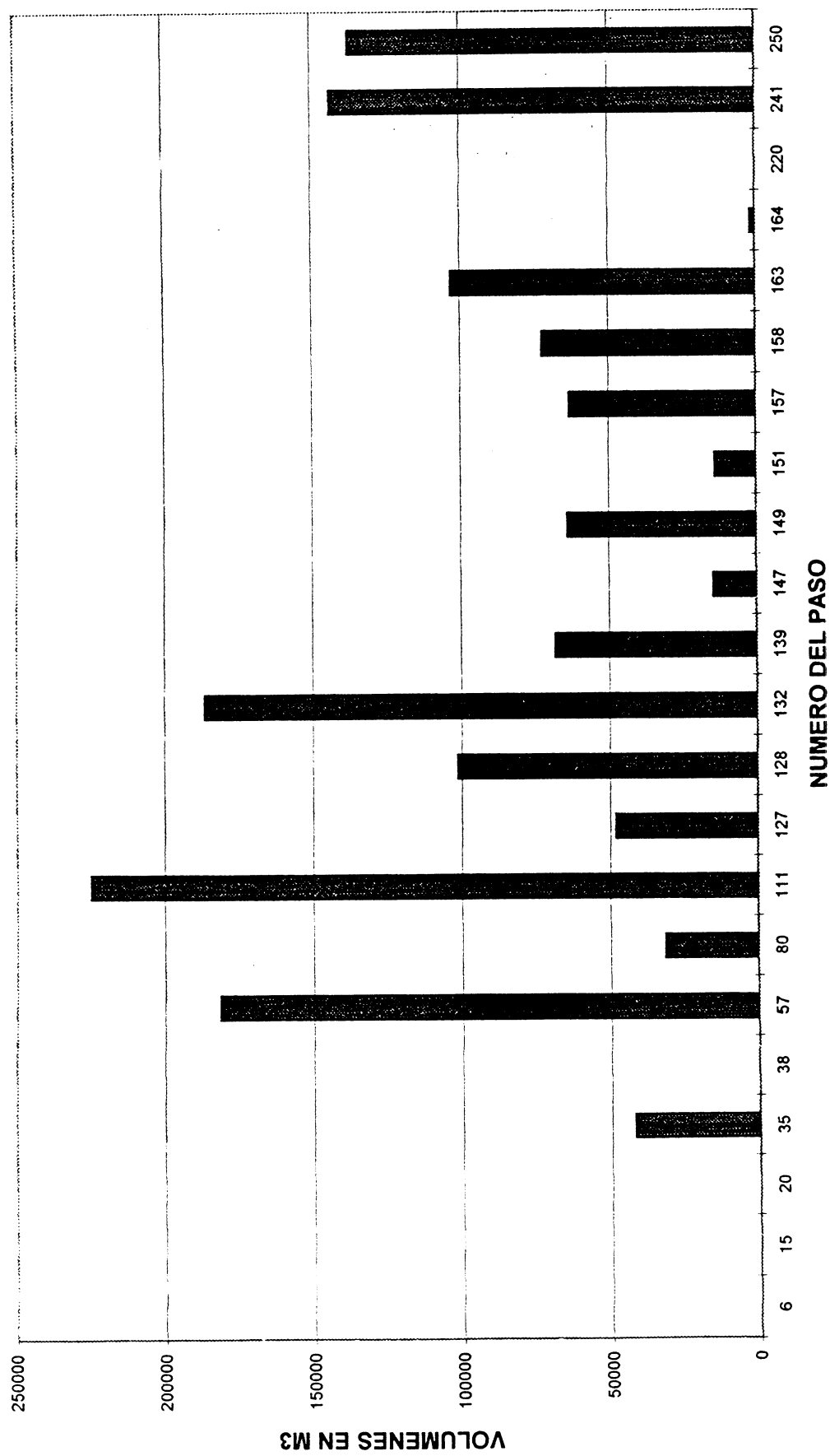


Figura N° 5.2.7

En el caso del río Paraguay y Paraná hemos visto que naturalmente sufre modificaciones de importancia en su morfología, como consecuencia de su régimen hídrico.

Así, es típico en ríos de estas características, la formación y desaparición de islas, los cambios en las zonas de mayor profundidad de una margen a otra, el cierre y corte de meandros, etc.

Dado que tal como ha sido expresado anteriormente, el régimen hidráulico del río no se verá afectado, es decir no existen cambios significativos de la velocidad, ni en el talweg del río, ni en la pendiente, por lo tanto no es dable esperar cambios morfológicos originados en las obras de dragado de los pasos.

Por otra parte es interesante rescatar la experiencia acumulada en la zona baja del Paraguay y en el Paraná, donde desde hace muchos años se vienen haciendo dragados para mantener la vía navegable expedita hasta Asunción.

Es de hacer notar que debido al cambio de niveles de agua detectados en el río Paraná, resultado de su regularización en su zona alta, los dragados realizados hace más de 25 años, eran ejecutados a mayores profundidades que las que serán efectuadas ahora para navegar con el mismo calado.

La vasta experiencia acumulada en estos dragados, donde en todos los casos el material removido fue reubicado en el río, no han mostrado en ningún caso efectos negativos sobre el ambiente, ni han impactado en la morfología del río de manera apreciable.

5.2.2 Impactos Sobre los Sedimentos y la Calidad del Agua

5.2.2.1 Metodología

En la Sección 4.1 se analizan las características de la calidad de los sedimentos en la zona del proyecto.

No existen ensayos realizados en el terreno disponibles sobre los efectos de las operaciones de dragado en la calidad del agua para la zona del proyecto ni para tramos de la misma cuenca. Por lo tanto, en este informe se citan estudios realizados en el terreno en los Estados Unidos como base para describir los probables efectos sobre la calidad del agua en el proyecto propuesto.

Los criterios empleados para determinar si habría un impacto como resultado del proyecto son:

- 1) los resultados de la calidad de los sedimentos superan las normas disponibles de Holanda y EEUU;
- 2) modificaciones en los parámetros de la calidad del agua.

Si el análisis del efecto del proyecto sobre los parámetros indicados más arriba señala un impacto, dicho impacto se considera como significativo si se superan los siguientes criterios:

- 1) El efecto es permanente más que transitorio;
- 2) Se afecta más del 5% del recurso;
- 3) El impacto es regional.

5.2.2.2 Impactos de las Operaciones de Dragado y Disposición del Material Dragado

Los principales impactos de las operaciones de dragado y disposición del material dragado sobre la calidad del agua se enumeran a continuación:

- 1) Cambios en la temperatura y en el pH.
- 2) Aumento de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo.
- 3) Disminución del oxígeno disuelto.
- 4) Liberación de elementos contaminantes adheridos a los sedimentos en la columna de agua.
- 5) Aumento de los sedimentos suspendidos en la columna de agua en la zona de las operaciones de dragado en el lugar de disposición del mismo.

- Temperatura y pH:

Los resultados disponibles sobre los efectos de las operaciones de dragado y disposición del material sobre las normas de calidad del agua se basan en los ensayos en el terreno realizados en la Bahía de San Francisco (U.S. Army Corps of Engineers, 1976). Los cambios producidos en estos parámetros se midieron durante la descarga del material. Se registró una disminución de 0,1 unidades en el pH y una variación de temperatura inferior a 0,6 C°. Estos cambios son de corto plazo y los impactos afectan 0,40% del tramo de Curuzú Juanita durante el dragado de apertura y 2,34% del tramo/día en el más alto nivel en el tramo Vuelta Isla Peña Hermosa durante el dragado de mantenimiento. El porcentaje es menor al 5% en todos los tramos.

- Nutrientes:

La remoción de los sedimentos del lecho y la turbiedad resultante pueden liberar materia orgánica en descomposición en la columna de agua y de este modo aumentar los niveles de nutrientes disponibles, especialmente nitrógeno y fósforo. El aumento de nutrientes puede a su vez provocar un aumento en la producción de fitoplancton. Las muestras de sedimentos que se obtuvieron para determinar sus características, no fueron analizadas en lo que se refiere al porcentaje de materia orgánica o nutrientes. No obstante, la cantidad de materia orgánica contenida en el material dragado probablemente sea muy baja

por estar compuesta en su mayor parte de arena.. Asimismo, la turbiedad provocada por las operaciones de dragado y disposición del material, se disipará en aproximadamente dos horas como se señala más adelante. El rango de la granulometría de los sedimentos oscila entre arena mediana y gruesa y no se encuentra mucha materia orgánica como se encontraría en limo o arcilla. Por eso no se esperan cambios mensurables en este parámetro.

- Oxígeno disuelto:

El nivel de oxígeno disuelto en el agua receptora puede disminuir durante la disposición del material dragado si la demanda de oxígeno químico aumenta por la presencia de compuestos inorgánicos ligados a los sedimentos. La duración de la reducción del oxígeno disuelto se relaciona con el período de tiempo durante el cual el sedimento está en contacto con la columna de agua y el nivel de la demanda de oxígeno químico (U.S. Army Corps of Engineers, 1976). La potencial reducción del oxígeno disuelto debido a la demanda de oxígeno químico se vería limitada a la zona de "pluma" del material dragado. El impacto sería temporario, y su duración sería solamente igual a la de la pluma.

El cuerpo de ingenieros de EEUU (U.S. Corps of Engineers, November 1989) realizó un estudio en la Bahía Haverstraw, en el Río Hudson, Nueva York. La misma tiene 5 Km de ancho y 3,0 m de profundidad.

El estudio realizado mostró que los niveles de oxígeno disuelto eran reducidos a menos de un promedio máximo de 0,1 mg/l durante la descarga de material dragado. Dicho estudio se llevó a cabo utilizando barcazas de apoyo las cuáles causaban un nivel mas alto de turbidez que el alcanzado por el método hidráulico. (U.S. Corps of Engineers, November 1989).

El impacto es localizado y relacionado a la turbidez, siendo el tramo con más alto impacto de turbidez debido al dragado de apertura el paso Curuzú Juanita (Km 1854) y el área afectada por turbidez es 0,60% del total del tramo Asunción - Apa. Durante el dragado de mantenimiento el área con mayor impacto debido a la turbidez es el paso Vuelta Isla Peña Hermosa (Km 2115)

- Liberación de Elementos Contaminantes:

Con la remoción y disposición del material dragado y la consiguiente suspensión de sedimentos que tendrá lugar, los sedimentos pueden estar expuestos a procesos químicos y biológicos que pueden provocar la liberación de elementos contaminantes. Los procesos más importantes que podrían facilitar la liberación de elementos contaminantes son la reducción u oxidación, reactividad de estos elementos, y captación biológica. El programa de muestreo y análisis para los mismos se resume en la Sección 4. Todos los niveles están por debajo de las normas de referencia tanto de Holanda como de Puget Sound. No obstante, teniendo en cuenta los niveles de los elementos

contaminantes detectados en el programa de muestras y análisis, no debería haber una liberación importante de estos elementos en la columna de agua.

- Sólidos suspendidos:

Se producirá un aumento de sólidos suspendidos en el área donde el cabezal cortante y la cañería de succión remuevan el sedimento del canal, y también en el área donde finalmente se deposite el sedimento que se haya removido del canal. La turbiedad que se produzca cerca del cabezal cortante será mucho menor que la que tendrá lugar en el área de depósito del sedimento. Un estudio realizado al respecto indica un incremento de los sólidos suspendidos dentro de los 3 m del cabezal cortante de unos pocos décimos de gramos por litro y dentro de los 200 metros aguas abajo un incremento de unos pocos cientos de miligramos por litro (Barnard, 1978). El estudio también demostró que el aumento de los sólidos suspendidos sobre el fondo se limitaba al área del cabezal cortante y no afectaba a toda la columna de agua en el zona donde se realizaba el dragado.

En el área de depósito se producirá un mayor incremento de sólidos suspendidos. Una cañería transportará el sedimento desde el canal hasta el lugar de depósito, para los métodos de draga a balde utilizados para la disposición del sedimento removido, se ha demostrado que la concentración de sólidos suspendidos aumenta por encima del fondo hasta 200 mg/l.

Las investigaciones realizadas sobre el impacto de los elevados niveles de sedimento suspendido en la columna de agua han demostrado que los mismos tienen impactos biológicos adversos sobre los invertebrados y los huevos de pescado (O'Connor, 1991 y Peddicord, 1975). Estos estudios mostraron que los impactos adversos tuvieron lugar cuando las concentraciones de sedimentos suspendidos permanecían en la columna de agua durante un prolongado período de tiempo.

Durante las operaciones de dragado y disposición del material, los sedimentos serán liberados en la columna de agua y se producirá una pluma, o sea una nube, de turbiedad. El volumen de turbiedad provocada durante las operaciones de dragado se ve significativamente afectado por el tipo de equipo que se utilice. En el proyecto propuesto, se utilizará una draga hidráulica. Puesto que la operación de dragado se llevará a cabo utilizando una cañería de succión para remover el material que se ha cortado del lecho con una cuchilla giratoria, habrá menos nivel de turbiedad más bajo en el lugar mismo donde se realiza la operación de dragado. El material removido del lecho del río se trasladará a través de una cañería al lugar de disposición del mismo (U.S. Army Corps of Engineers, March 1988, January 1990).

No obstante, en el caso de ocho tramos donde hay roca y material duro, se necesita usar draga cuchara de almeja.

A efectos de determinar las perturbaciones al medio producidas por el incremento de la concentración de sólidos en suspensión por el volcamiento del material de dragado, se eligieron dos pasos entre los investigados en las tareas de campo, uno en el Paraguay y otro en el Paraná.

Dichos pasos fueron Restinga Ita Piru - Guyratí (Km 1580 / 1583) en el río Paraguay y Arriba Feliciano (Km 709 / 714) en el río Paraná.

Para el primer paso, el material a remover, presenta dos fracciones bien definidas con respecto al diámetro medio D50. Un 75 % es material grueso > 100 (, y un 25 % de fino < 100 (. El segundo es de características propias del Paraná con poco contenido de finos (del orden del 1%) siendo el resto de material grueso.

Por aplicación de un modelo matemático hidrodinámico bidimensional y un modelo de difusión se pudo evaluar la evolución del material en suspensión en dichos pasos, ante la inyección repentina del material de dragado. Las características de estos modelos aplicados se describen en el Anexo 12.2.

Dado que el objetivo fundamental era determinar la evolución de las concentraciones de material en suspensión aguas abajo del lugar de inyección, fue necesario caracterizar los parámetros más importantes dentro de la estructura del modelo.

En los dos pasos seleccionados, se obtuvieron las distribuciones de velocidades en el área de interés, mediante la aplicación de un modelo matemático bidimensional, el cual también es descripto en el Anexo 12.2.

A los fines del estudio se adoptaron parámetros que ofrecieran una posición conservadora respecto a las condiciones reales, los cuales no serían alcanzados durante las operaciones de dragado.

En ese sentido, se determinó un caudal de diseño que fuera mínimo para las operaciones de dragado. Para ello, del análisis de series históricas se observó que con un nivel del río de 1,5 m por encima del plano de reducción, un 85 % del año se estaría en condiciones de dragar, y se estaría, en la curva de frecuencias, en estado de aguas bajas.

En base a ello, para el paso Ita Pirú ese nivel corresponde en la escala de Asunción a una lectura de 1,80 m, correspondiéndole un caudal de 2000 m³/s. Para el paso Arriba Feliciano, con el mismo procedimiento resultó una altura en Corrientes para un caudal de 12.000 m³/s.

Una vez obtenida la base hidrodinámica, es decir las velocidades y niveles de agua, se aplicó un modelo de advección y dispersión para simular el comportamiento de la pluma generada por la descarga de material dragado.

Se consideró una producción de dragado de $2000 \text{ m}^3/\text{h}$ de material sólido inyectado al curso de agua, situación de máxima que difícilmente pueda existir dadas las características de las operaciones previstas para los pasos (el proyecto considera dragas de $750 \text{ m}^3/\text{h}$).

Las Figuras N° 5.2.8 a) a f) y 5.2.9 a) a e) ilustran sobre las corridas de los modelos y permiten establecer un marco de referencia para el resto de los pasos, considerando que en estos no se presentan condiciones tan exigentes.

Las Figuras 5.2.8 a) y b) muestran la batimetría del paso Itá Pirú y el campo de velocidades obtenido por aplicación del modelo matemático hidrodinámico. Las Figuras 5.2.8 c) y d) muestran la pluma de dispersión para 0,5 hs y 1,5 hs desde iniciadas las operaciones.

De los resultados obtenidos puede determinarse que la difusión de las concentraciones alcanzan las condiciones naturales del río a 0,5 hs de comenzadas las operaciones de dragado a 1.700 m del punto de volcamiento, y luego de 1,5 hs, la pluma se extiende hasta 2.700 m, consiguiendo en este momento la estabilidad de la difusión, es decir que esta no sigue avanzando.

En las Figuras N° 5.2.8 e) y f) se han graficado los valores de concentración a lo largo de una línea longitudinal al desarrollo de la pluma, una vez que esta se ha estabilizado. Como puede apreciarse hay fuertes concentraciones en la vecindad del punto de inyección, disminuyendo rápidamente a medida que aumenta la distancia.

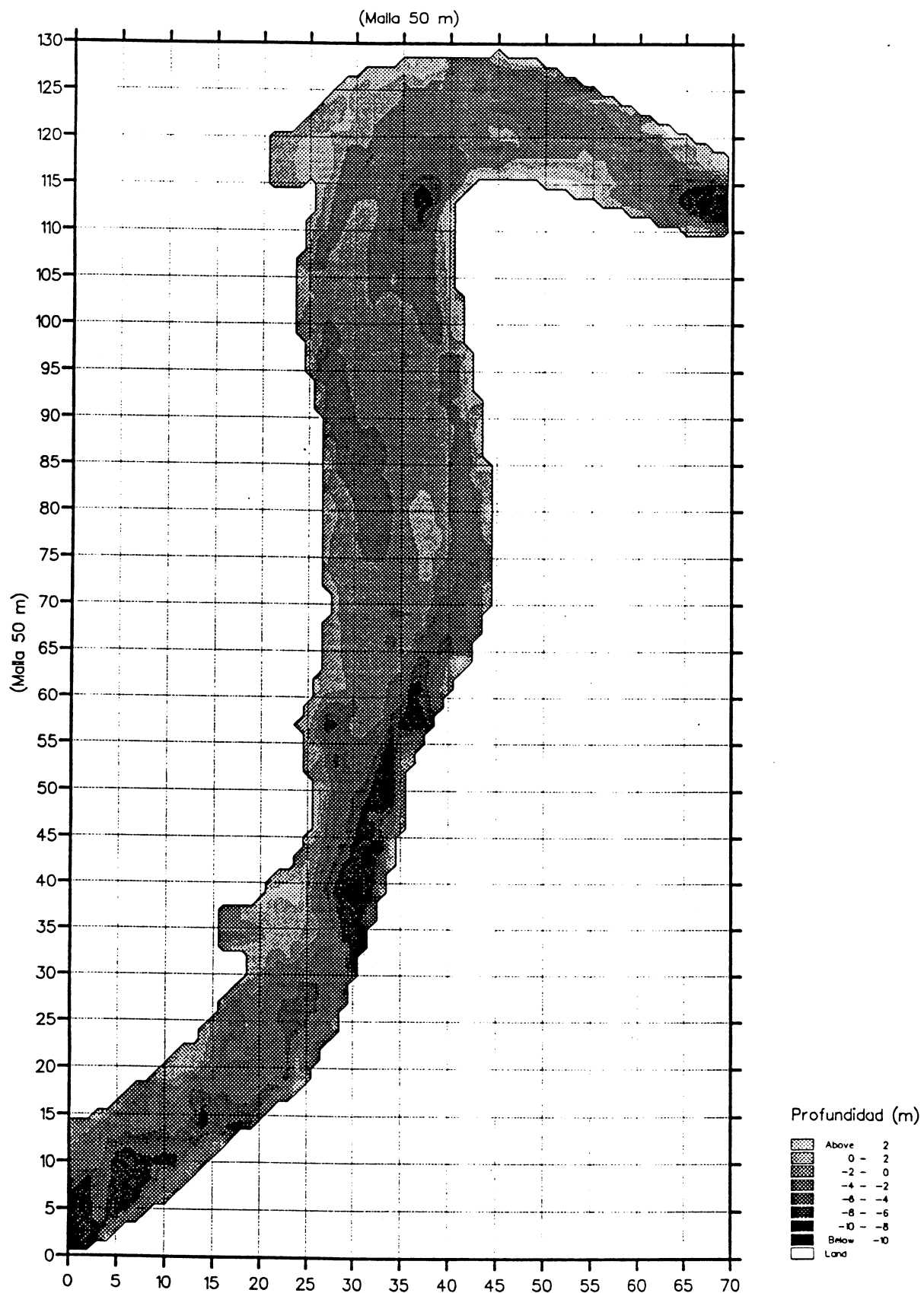
Para el paso Arriba Feliciano, la pluma de difusión es de escasa significación dado el gran porcentaje de material grueso que compone el sedimento. Luego de 1,0 hs de comenzadas las operaciones, el sistema se encuentra estabilizado, alcanzando las concentraciones naturales del río a una distancia de 500 m. Las Figuras N° 5.2.9 a) a e) ilustran sobre los resultados obtenidos para este lugar.

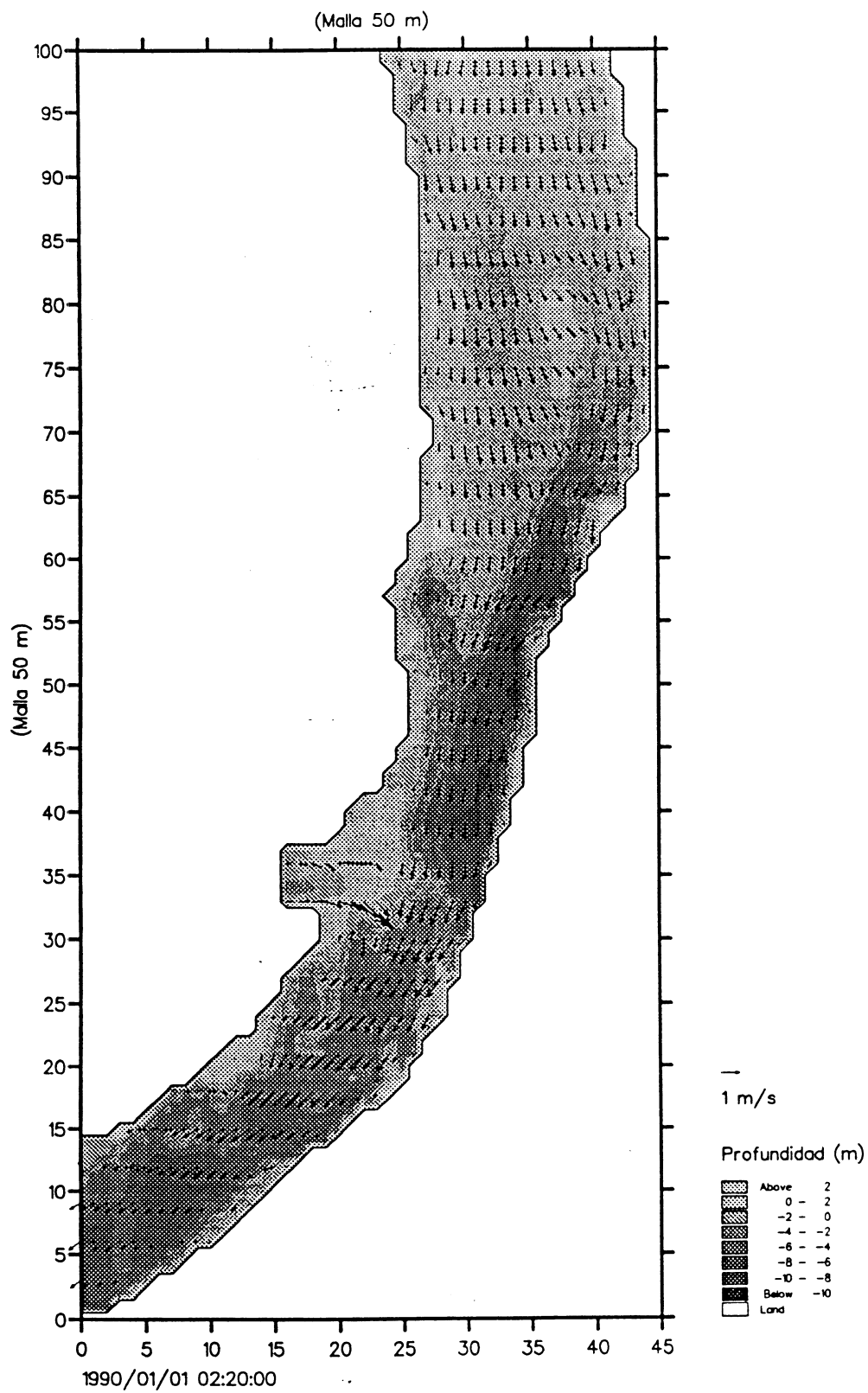
Es de hacer notar que la estabilización mencionada, se logra con una descarga continua, por lo que al parar la misma, la pluma desaparece rápidamente.

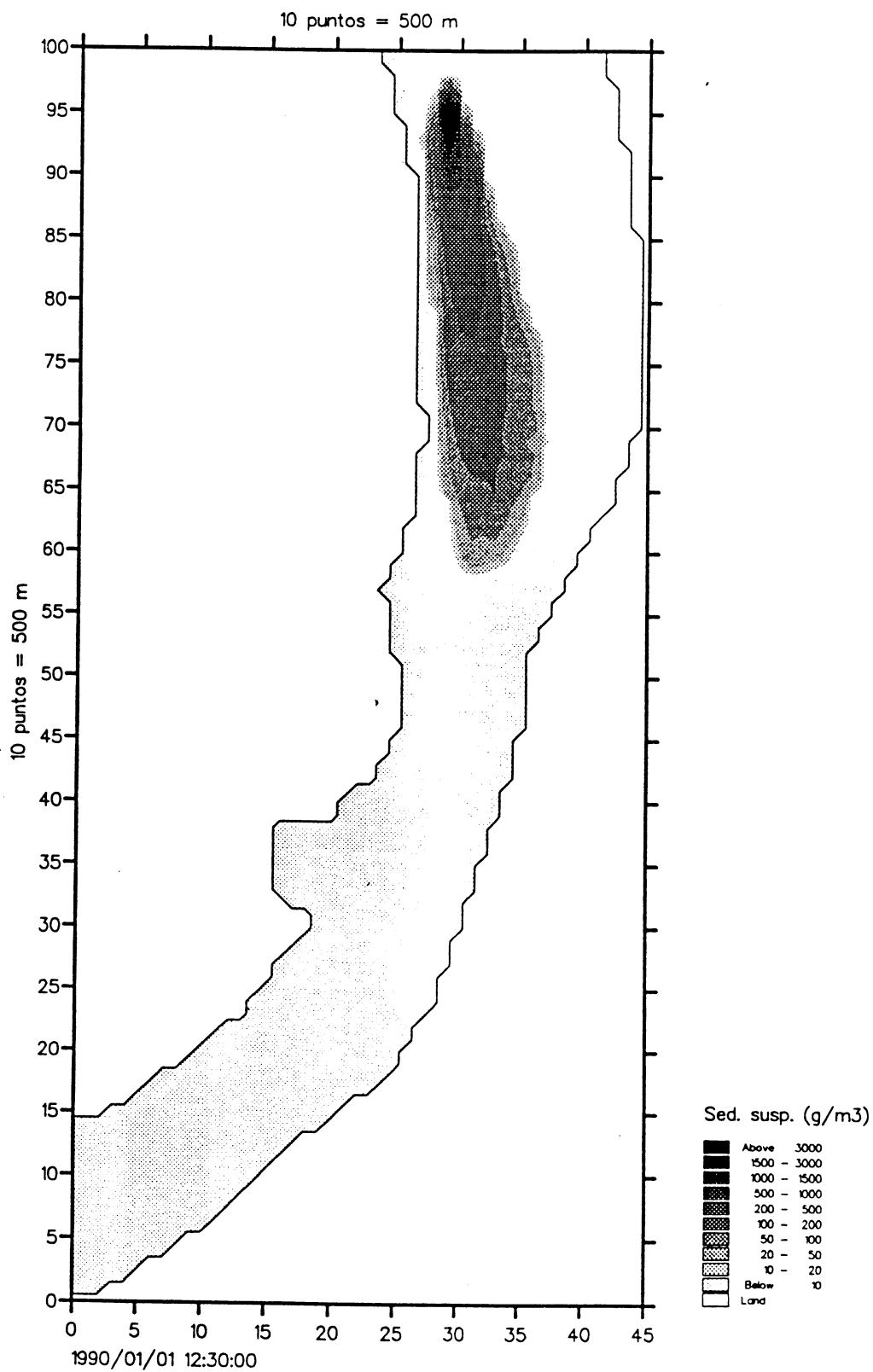
5.2.2.3 Derrocamiento

El único lugar en que se preve la utilización de explosivos para la remoción de roca es en Remanso Castillo (Km 1644), un poco aguas arriba de la ciudad de Asunción.

La voladura que se requiere para remover la roca en unos pocos lugares del canal de navegación provocará un aumento en la turbiedad. Un estudio realizado sobre los efectos de la voladura subterránea en el Lago Erie, en Estados Unidos, determinó los parámetros de la calidad del agua antes y



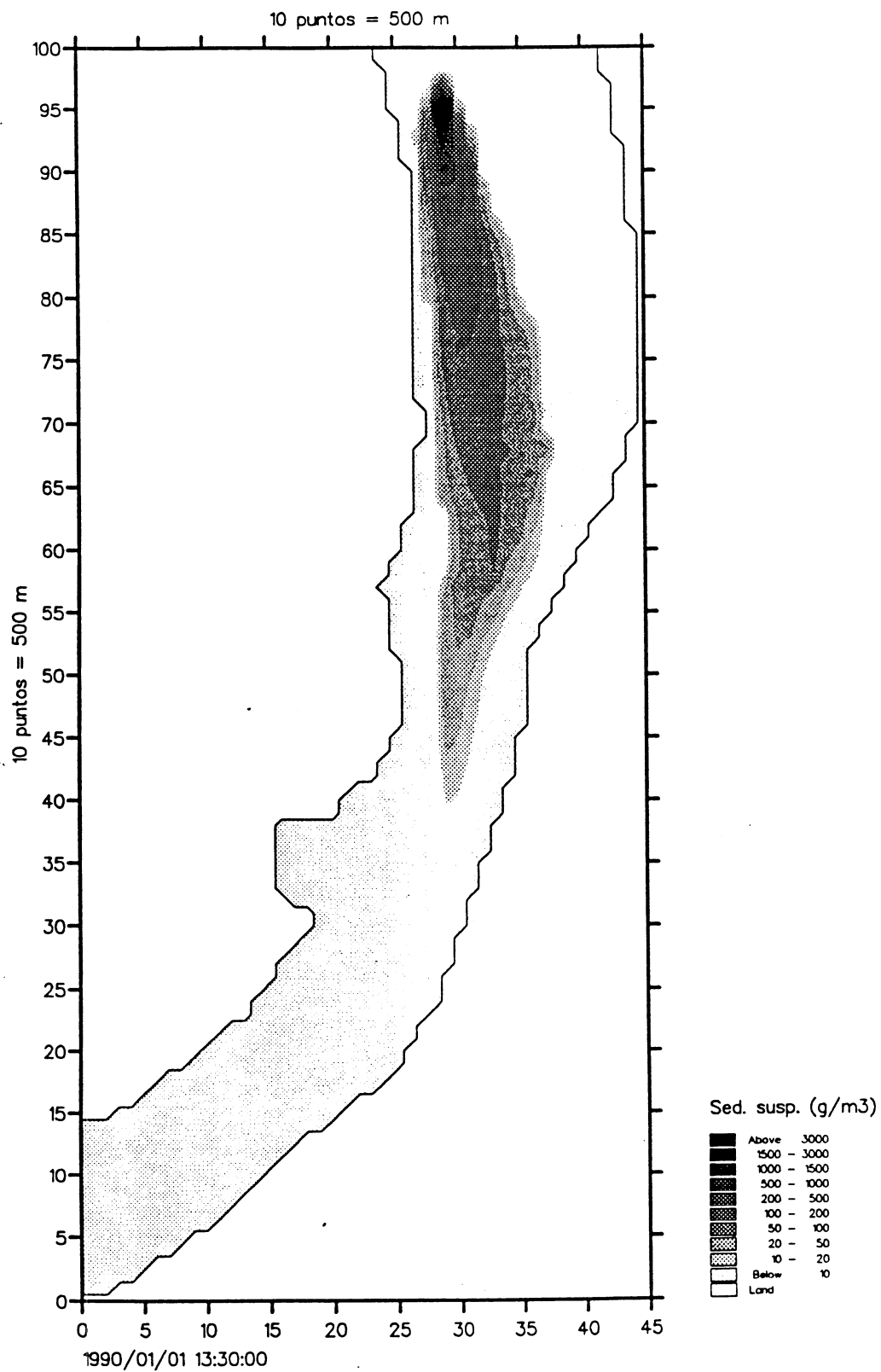




HIDROSERVICE - LOUIS BERGER - EIH

PASO ITA PIRU - DISPERSION DE SEDIMENTOS
Pluma 0.5 hs después del inicio de las operaciones

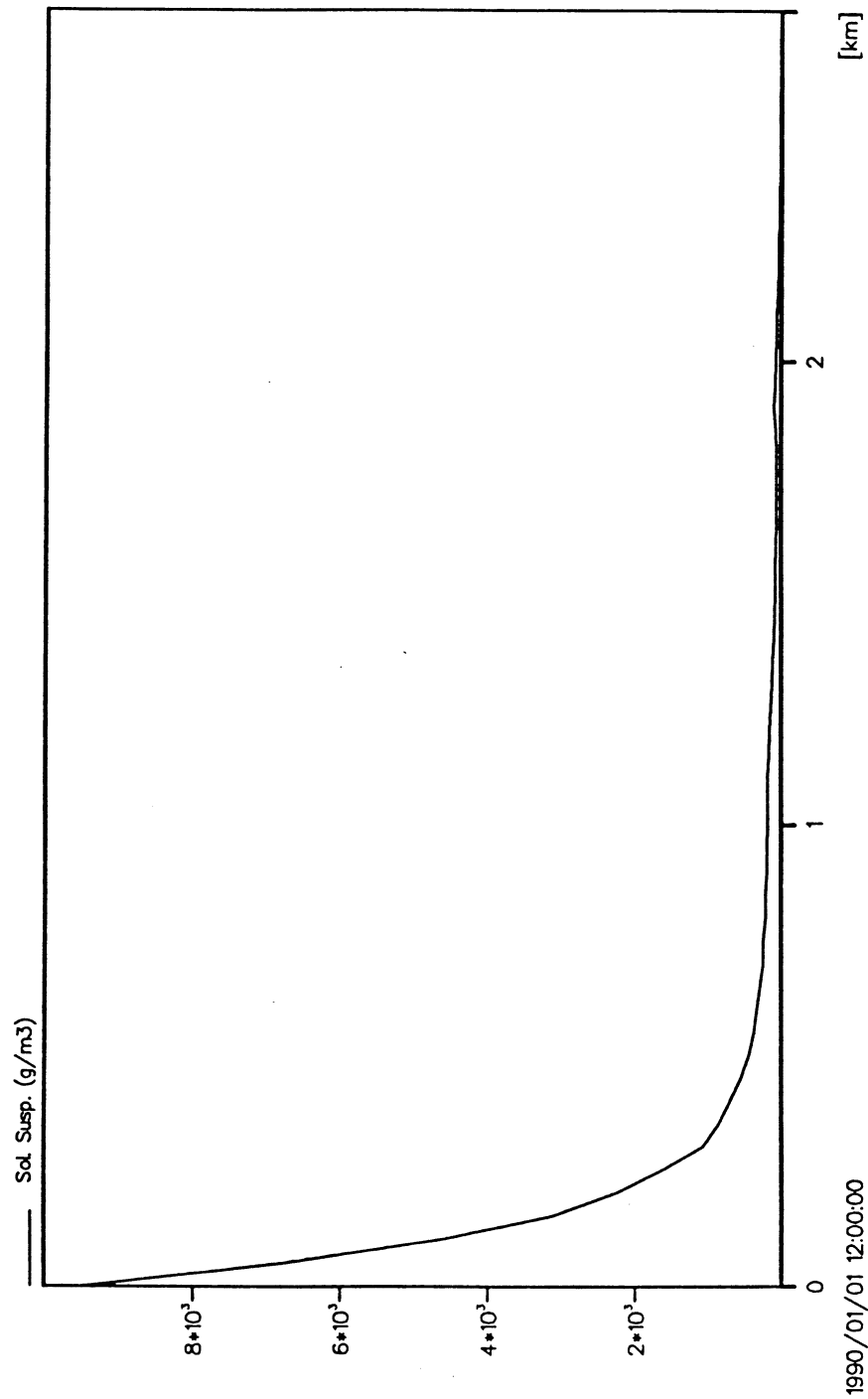
Figura N° 5.2.8 c)



HIDROSERVICE - LOUIS BERGER - EIH

PASO ITA PIRU - DISPERSION DE SEDIMENTOS
Pluma 1.5 hs después del inicio de las operaciones

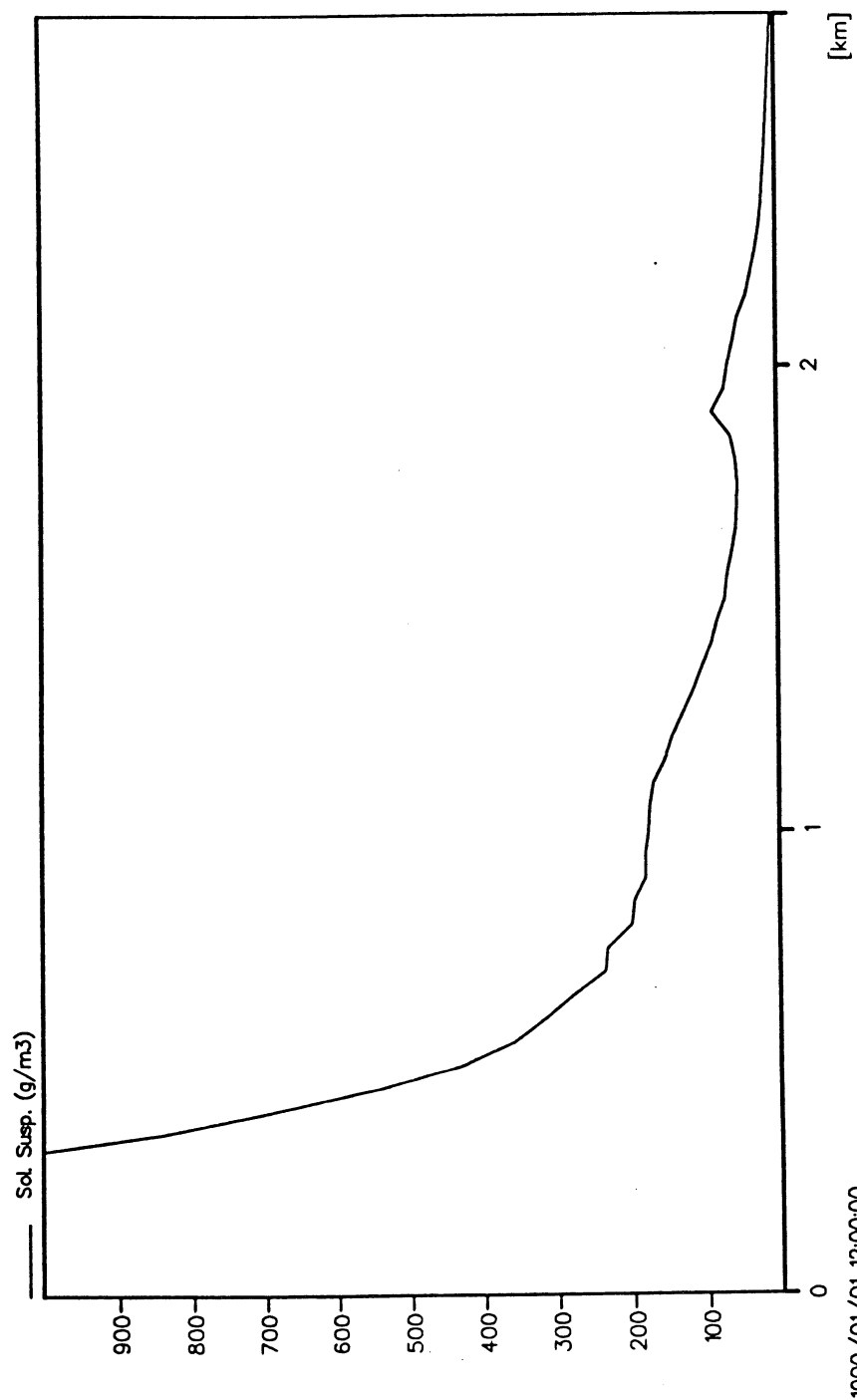
Figura N° 5.2.8 d)



HIDROSERVICE - LOUIS BERGER - EIH

PASO ITA PIRU - CONCENTRACION DE SEDIMENTOS EN SENTIDO LONGITUDINAL

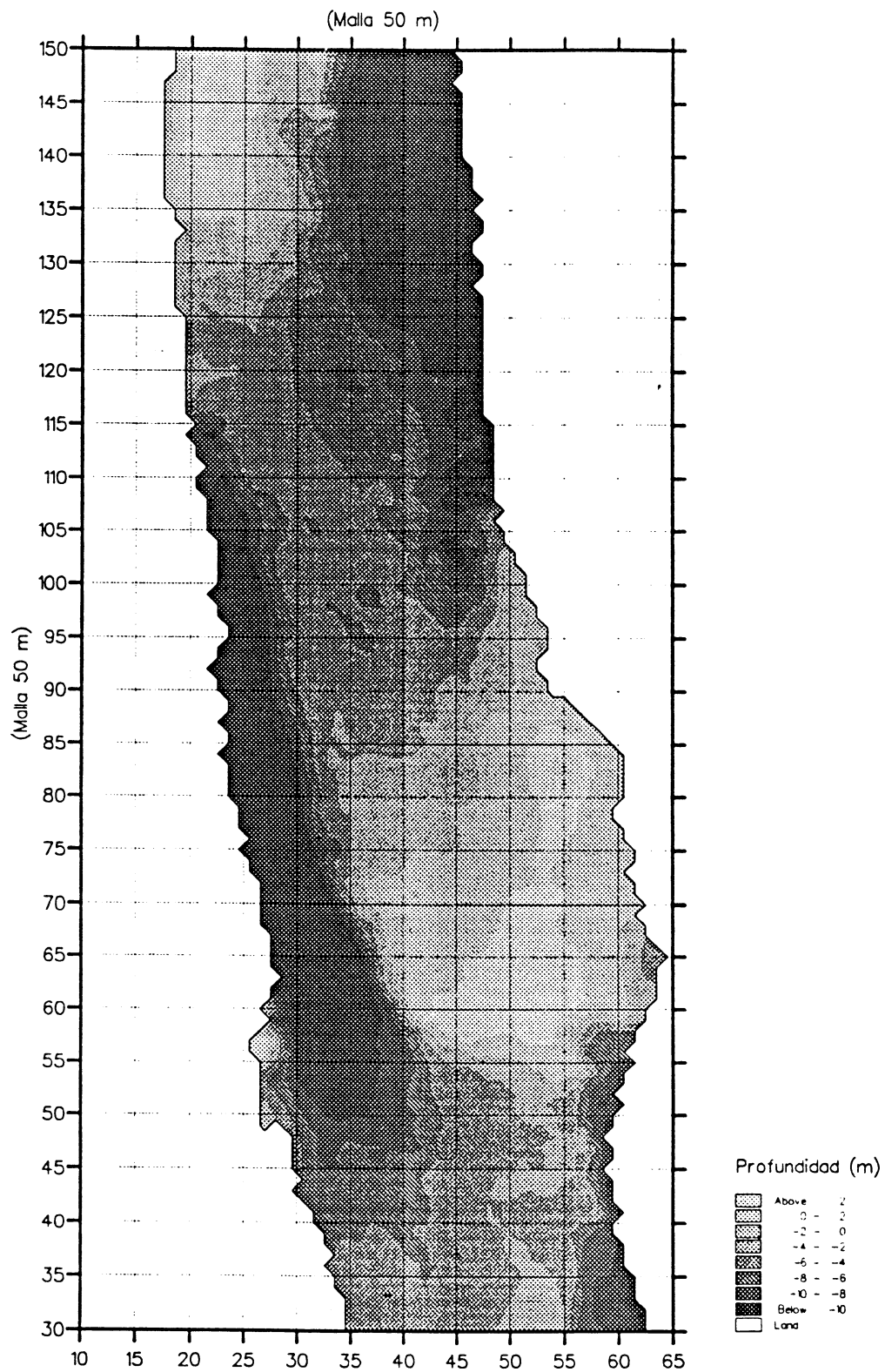
Figura N° 5.2.8 €



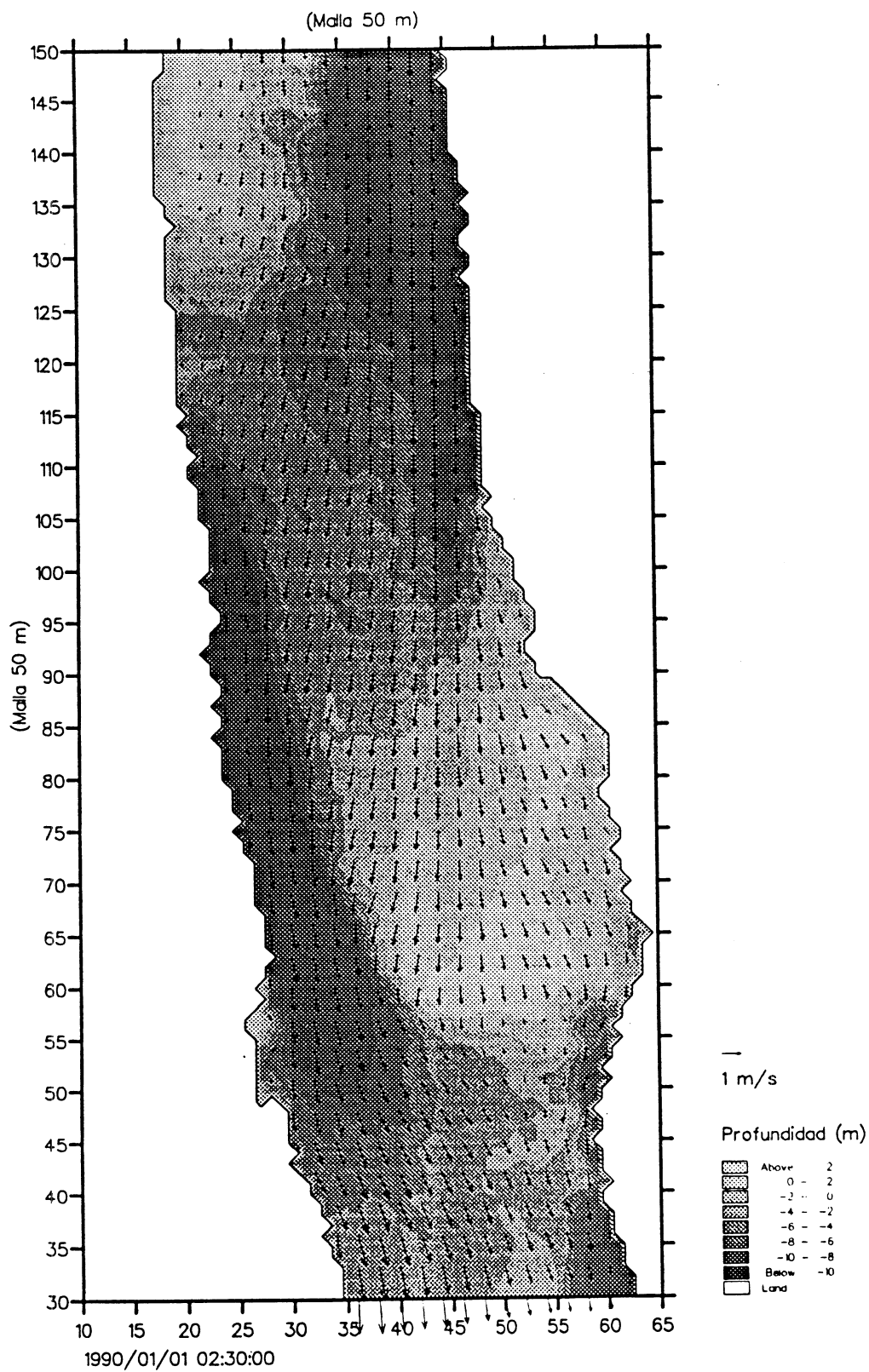
HIDROSERVICE - LOUIS BERGER - EIH

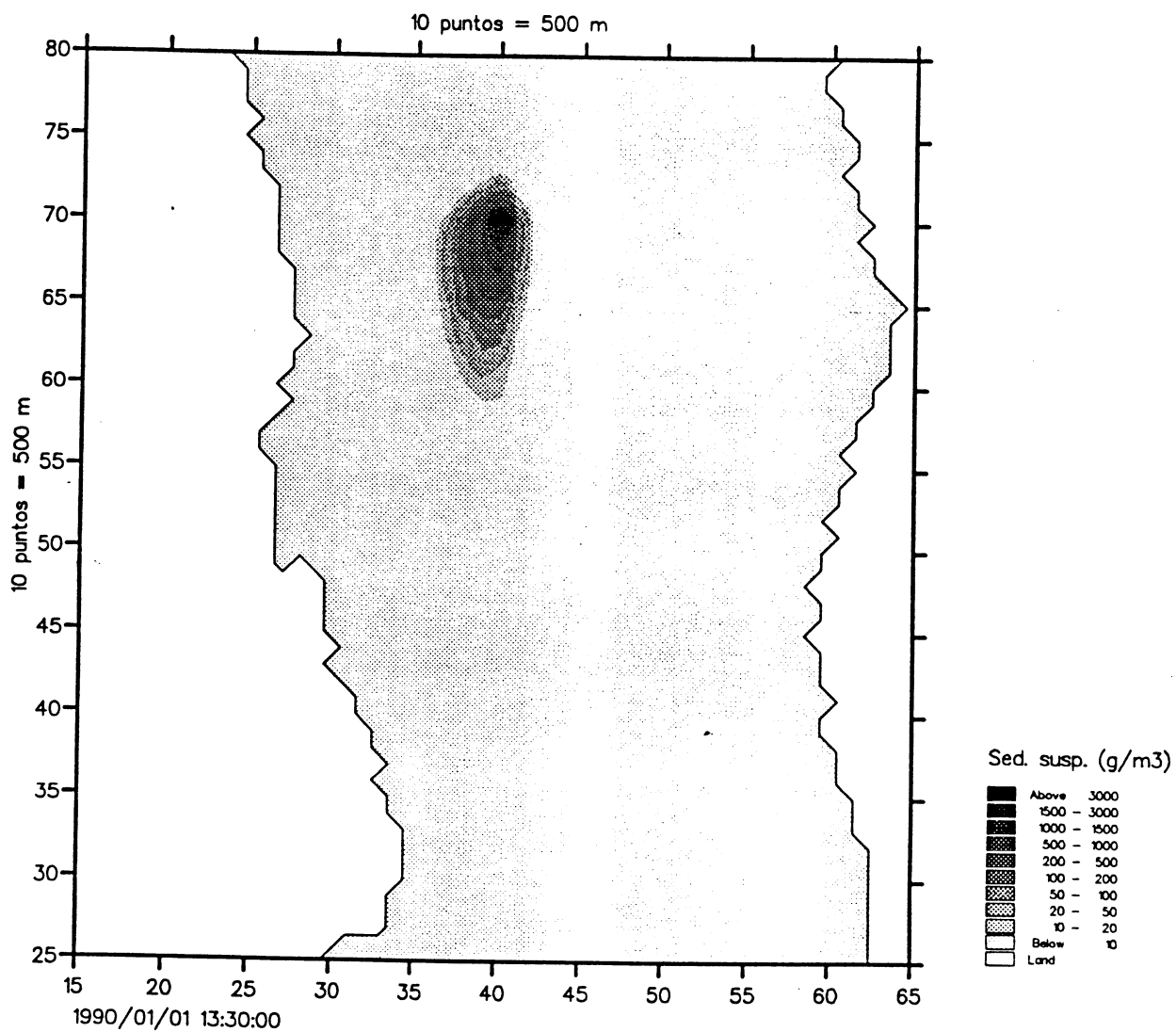
PASO ITA PIRU - CONCENTRACION DE SEDIMENTOS EN SENTIDO LONGITUDINAL

Figura N° 5.2.8 f)

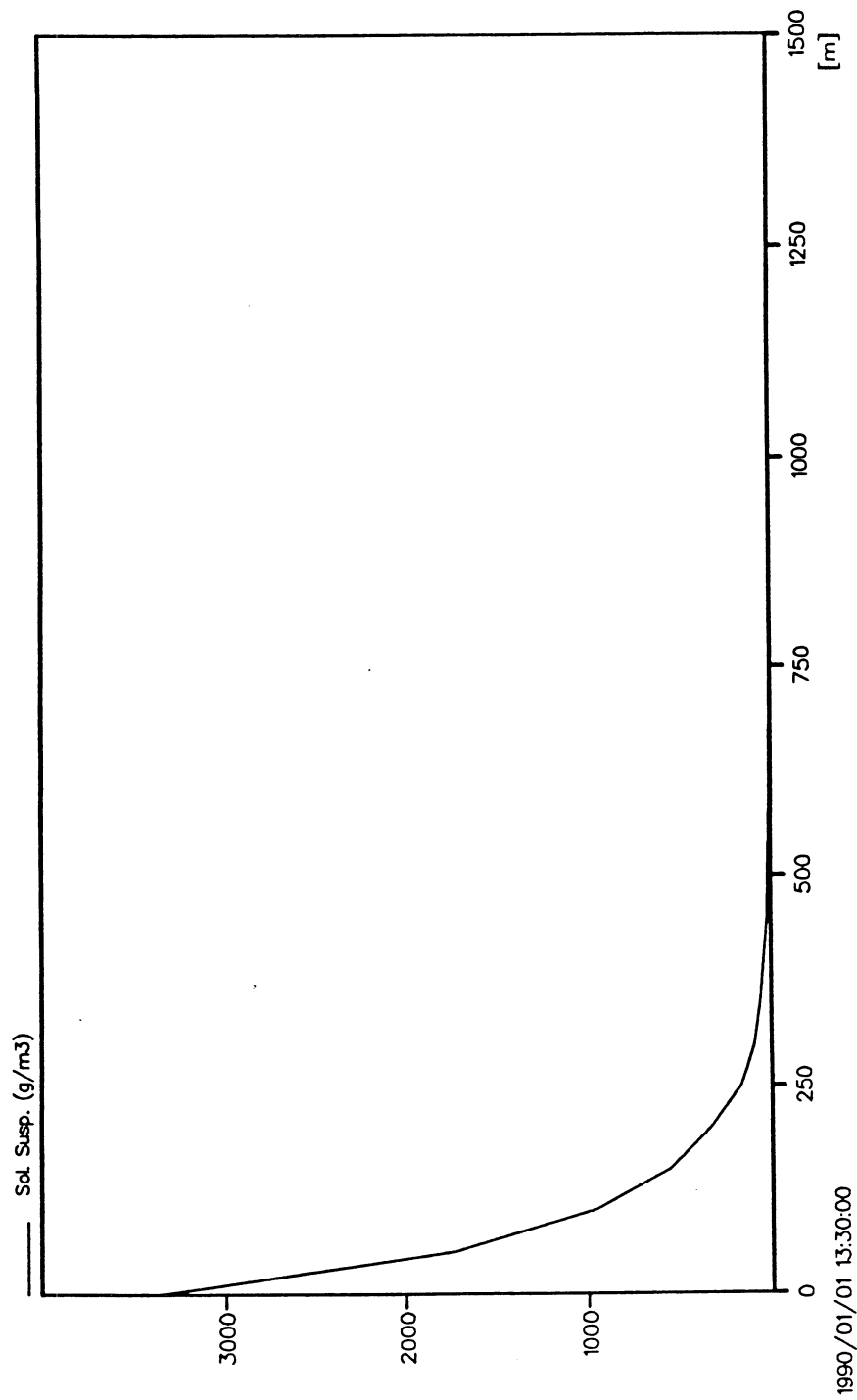


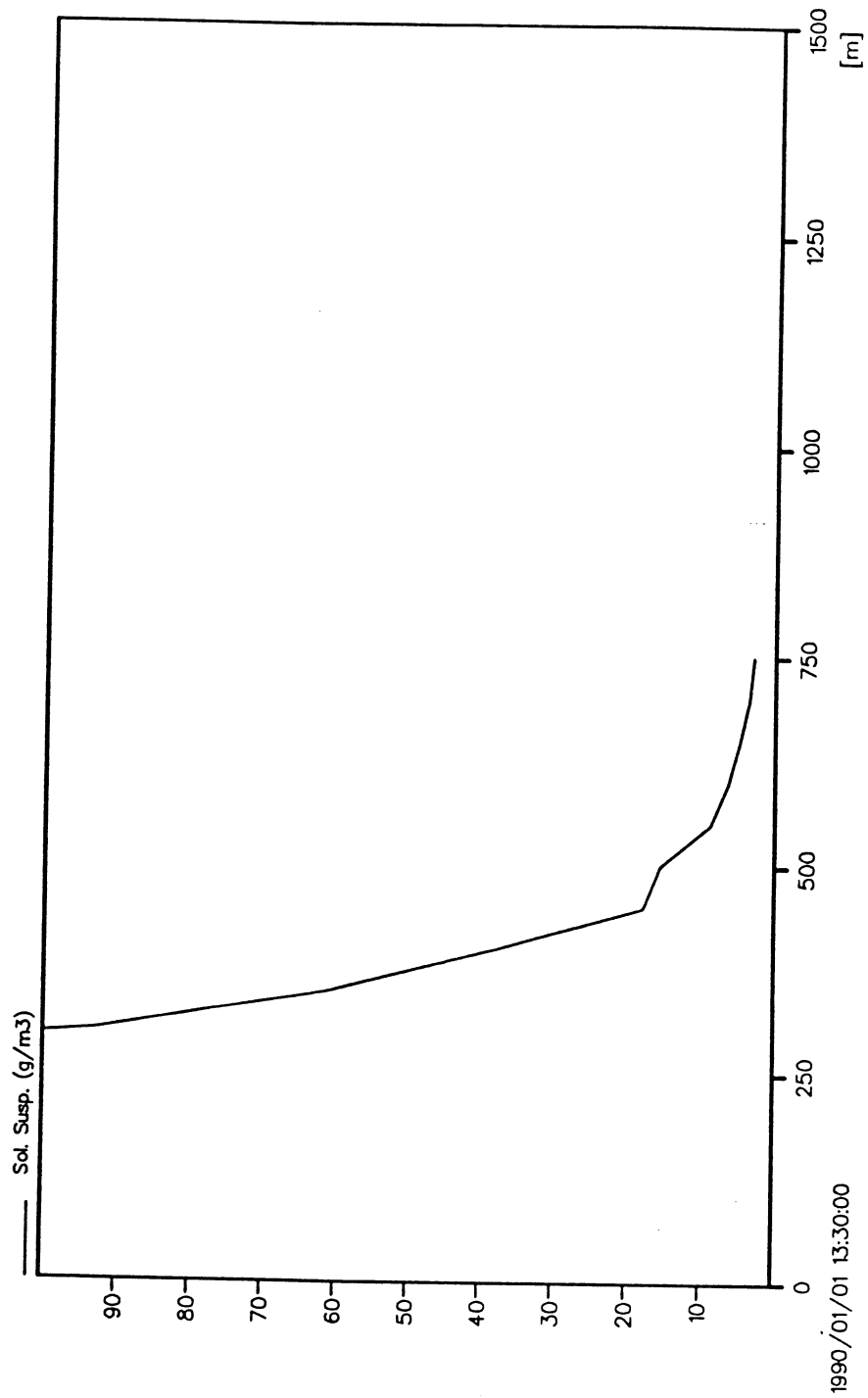
HIDROSERVICE - LOUIS BERGER - EIH





HIDROSERVICE - LOUIS BERGER - EIH





después de la detonación (Teleki y otros, 1978). El estudio demostró que los cambios en CO₂ y la turbiedad persistían durante 52-122 minutos después de la detonación. El CO₂ subió de 11.5 a 25 mg-L y la turbiedad aumentó en unos pocos NTU. No se observaron impactos a largo plazo.

5.2.2.4 Impactos sobre la navegación

La calidad del agua también puede verse afectada por el aumento en la cantidad de embarcaciones que utilicen la Hidrovia. Las características de los barcos, tales como tamaño y velocidad, también tendrán su influencia sobre el efecto que provocarán. A medida que las embarcaciones operan a lo largo del canal, existe cierto grado de resuspensión de los sedimentos y eso a su vez, puede dar origen a una disminución en el oxígeno disuelto. Asimismo, los barcos pueden ser fuente de descargas de desechos líquidos tales como petróleo y desperdicios. También un posible aumento en los derrames accidentales de sustancias tóxicas podría tener un impacto adverso.

El tamaño de convoy que se puede usar en el canal durante el estiaje va a aumentar desde 36 m x 240 m (3x4 barcazas) hasta 48 m x 300 m (4x4 barcazas) en el tramo Asunción - Corumbá y hasta 48 m x 360 m (4x5 barcazas) al sur de Asunción, con calados de 2,6 m y 3,0 m. respectivamente. Con estos convoyes 4x4 y 4x5 se navegan los ríos actualmente durante aguas de niveles normales, el proyecto proveerá condiciones en las cuales estos convoyes podrán navegar además durante condiciones de estiaje.

La probabilidad de que los accidentes aumenten al aumentar el tráfico fluvial fue analizada a efectos de determinar si el proyecto causaría una reducción de la seguridad de navegación y un aumento de derrames de materiales peligrosos o tóxicos.

El tratamiento de este tema plantea el interrogante acerca de cuál sería el efecto que sobre el número de accidentes pudiera producirse debido a un aumento del tráfico en la Hidrovia como consecuencia de la ejecución del proyecto.

Puesto que el proyecto no causa un aumento de tráfico, tal como se describe a continuación, no se esperan aumentos de accidentes ni aumentos en la resuspensión de sedimentos del lecho.

En primer lugar se analiza si existirá un incremento de tráfico inducido por el proyecto. En la Tabla N° 5.2.2 se resumen las proyecciones de tráfico para la alternativa recomendada comparada con el caso base. Los flujos de carga están resumidos por producto. En las primeras columnas, para cada producto, se presentan las características medias de los convoyes, las cuales afectan la capacidad de cada embarcación. Los aumentos de calado y de la cantidad de barcazas por convoy lógicamente producen mayor capacidad por embarcación.

length 60
width 12
bulk factor 0.87
tare 324

Tabla 5.2.2
Proyecciones de Tráfico de Embarcaciones en la Hidrovía Con y Sin Proyecto

		Cantidad Barcazas	Calado Promedio	Capacidad Convoy	Flujos de Carga por Año (mil toneladas)				Tráfico de Embarcaciones Anuales					
					1997	2000	2005	2010	2020	1997	2000	2005	2010	2020
Sin Proyecto (Caso Base)														
Tráfico sobre la Hidrovía														
Soja en Grano		12	3.17	19,940	1,032	1,275	1,547	2,063	2,102	52	64	78	103	105
Torta de Soja		16	3.17	26,587	1,014	1,096	1,222	1,463	2,093	38	41	46	55	79
Aceite de Soja		12	3.17	19,940	306	330	380	447	617	15	17	19	22	31
Mineral de Hierro		12	3.11	19,489	1,400	1,621	2,068	2,640	4,300	72	83	106	135	221
Mineral de Manganeseo		12	3.11	19,489	121	121	121	121	121	6	6	6	6	6
Clinquer		12	3.11	19,489	555	640	783	926	1,212	28	33	40	48	62
Celulosa		12	3	18,662	267	600	600	600	600	14	32	32	32	32
Petroleos		16	3.19	26,787	1,216	1,398	1,702	2,006	2,614	45	52	64	75	98
Trigo		12	3	18,662	227	277	355	438	616	12	15	19	23	33
Total					6,138	7,357	8,778	10,704	14,275	284	343	410	501	667
Con Proyecto (Alternativa Recomendada)														
Tráfico sobre la Hidrovía														
Soja en Grano		16	3.37	28,591	1,181	1,395	1,592	2,113	2,163	41	49	56	74	76
Torta de Soja		16	3.37	28,591	1,068	1,154	1,240	1,478	2,097	37	40	43	52	73
Aceite de Soja		16	3.37	28,591	314	338	385	451	620	11	12	13	16	22
Mineral de Hierro		16	3.38	28,692	2,400	2,778	3,546	4,526	7,372	84	97	124	158	257
Mineral de Manganeseo		16	3.38	28,692	121	121	121	121	121	4	4	4	4	4
Clinquer		16	3.38	28,692	555	640	783	926	1,212	19	22	27	32	42
Celulosa		16	3.22	27,088	267	600	600	600	600	10	22	22	22	22
Petroleos		16	3.39	28,792	1,216	1,398	1,702	2,006	2,614	42	49	59	70	91
Trigo		16	3.22	27,088	227	277	355	438	616	8	10	13	16	23
Total					7,349	8,701	10,324	12,659	17,415	257	305	362	444	610
Diferencia Tráfico Total														
Sin Proyecto - Con Proyecto					1,211	1,344	1,546	1,956	3,139	(26)	(38)	(48)	(57)	(57)

Se puede observar que la capacidad por convoy es mayor en el caso "con proyecto".

En las siguientes columnas se encuentran los flujos de carga transportados sobre la Hidrovía para el período de estudio, entre 1997 y 2020, expresados en miles de toneladas.

En la siguiente sección se presentan las proyecciones de tráfico en términos de cantidad de embarcaciones anuales, calculadas al dividir el volumen de carga en toneladas por la capacidad media del convoy.

Tal como puede verse en la tabla, existe un incremento de tráfico a través del tiempo, el cual se manifiesta tanto en la situación sin proyecto como con proyecto. Este aumento está ligado al crecimiento de la carga anual a transportar.

En la situación con proyecto hay un mayor valor de carga anual para el año inicial (1997) y una tasa de crecimiento en el tiempo levemente mayor, de lo que se deduce que la diferencia a transportar marca la carga inducida por las mejoras. Se verifica por otro lado que no hay diferencias de los volúmenes transportados de petróleos entre las situaciones con y sin proyecto.

Sin embargo, debido a que la implementación de las obras permitirá la navegación con mayor carga transportada por convoy, el número de viajes se verá reducido respecto de la situación sin proyecto, es decir que el aumento en el volumen de carga transportada para la alternativa recomendada está compensado por el efecto de la capacidad expandida del convoy de proyecto. Por lo tanto el efecto neto es que la cantidad de embarcaciones decrementa levemente para la alternativa recomendada.

Es de destacar que, por otra parte, el proyecto incorpora nuevos elementos de seguridad derivados de las propias mejoras en la vía navegable, mejoras en la señalización y utilización de normas y reglamentaciones.

A los efectos de tener un conocimiento más profundo sobre el tema, dado que las tasas de accidentes en la Hidrovía no estaban disponibles, se obtuvieron informaciones sobre el tema del río Mississippi, EEUU, que tiene características de navegación similares y con un nivel de tráfico sustancialmente mayor (movimiento anual de alrededor de 85 millones de toneladas).

En base a estos datos, se realizó un análisis de la probabilidad de accidentes en el río Mississippi a los efectos de encontrar una relación entre éste y el número de embarcaciones que navegan por esa vía. Este análisis se presenta en el Anexo 12.4, y su conclusión general es que el número de accidentes se relaciona negativamente con el número de viajes de embarcaciones.

Los resultados del procesamiento de los datos estadísticos parecen contraintuitivos, ya que muestran que la probabilidad de un accidente disminuye al aumentar el nivel de tráfico, aunque esta disminución es muy leve. Una explicación posible es que la atención de la tripulación, al aumentar el tráfico, se concentra más en los procedimientos de seguridad.

Sin embargo, dado el bajo valor del indicador de ajuste de la regresión obtenida, no es posible establecer que existe una relación causal entre el tráfico fluvial y el número de accidentes.

No existe relación entre accidentes y tráfico y no se espera tampoco que aumenten los accidentes que involucran derrames de materiales peligrosos. La gran mayoría de este tipo de accidentes es causado por error humano. El método más efectivo para reducir la incidencia de errores humanos es una combinación de reglamentos, programas de seguridad y educación. En el capítulo 17 correspondiente a la tarea "Sistemas de Ayuda a la Navegación" se incluyen Protocolos relativos a seguridad.

5.2.2.5 Resumen de los impactos sobre la calidad de agua

Habría impactos sobre la calidad del agua en los siguientes parámetros: pH, temperatura, oxígeno disuelto, y sólidos suspendidos. Estos impactos serían a causa de la turbidez. La turbidez es un impacto temporal de corto plazo asociado a la obra, especialmente durante la descarga. El área de la turbidez afecta 0,6% del tramo en el caso del Curuzú Juanita, y todos los otros casos representan menor área afectada por turbidez durante el dragado de apertura. En el caso del dragado de mantenimiento el área afectada es más grande debido a que el material es más suelto y se puede dragar un área mayor cada día. En el caso peor, en Vuelta I. Peña Hermosa la afectación sería de 2,34%. En todo caso, las áreas afectadas serían menores del 5%, con niveles de impactos bajos. Asimismo, no se espera un aumento en accidentes o un aumento en la resuspensión de sedimentos a causa del proyecto. Primero, los números de convoyes no van a aumentar. Segundo, como el ejemplo de Mississippi muestra, probablemente no haya una relación del número de accidentes con aumentos de tráfico. De hecho, las ayudas a la navegación van a mejorar la seguridad.

5.3. IMPACTOS EN EL MEDIO BIÓTICO

5.3.1. Metodología

La Metodología General de Evaluación de Impacto Ambiental ya ha sido desarrollada en el ítem 5.1. En esta Sección se amplían los aspectos metodológicos necesarios para identificar, analizar y evaluar las interacciones entre las componentes bióticas (analizadas en la Sección 4.2) en el contexto del Diagnóstico Ambiental en su conjunto (Sección 4) y el Proyecto propuesto, con el objetivo de analizar los impactos ambientales directos del proyecto.

Los impactos son identificados y evaluados considerando:

a) Magnitud o intensidad

Para la evaluación de este atributo, se consideraron los criterios propuestos por TGCC (Diagnóstico Ambiental Integrado, 1996, vol. 5, Cap. 10) en el caso de parámetros cuya intensidad se expresa en porcentajes. Se adoptó la escala de referencia mencionada que califica a la magnitud de los impactos según el porcentaje del recurso que afectan:

"baja"	(B)	si afectan entre el 0 y el 5 %
"media"	(M)	si afectan entre el 5 y el 15 %
"alta"	(A)	si afectan más del 15 %.

En los casos en que se analizaran magnitudes absolutas (ej.: volúmenes preliminares de sedimentos dragados) los consultores eligieron en base a criterio propio y en forma complementaria, otra escala. El rango máximo de variaciones del atributo en cuestión se dividió en tres intervalos regulares, a los cuales se atribuyó una valoración cualitativa de "baja" (B), "media" (M) y "alta" (A). Si bien se reconoce que los límites no se fundamentan en el conocimiento de umbrales de respuesta ecológicos, si se acepta que existe una proporcionalidad entre los niveles de magnitud del atributo y de sus efectos.

Para los casos en que hubo una importante frecuencia de datos dentro del intervalo de magnitud "baja", estos datos se redistribuyeron en nuevos tres nuevos niveles incluidos en nivel bajo, denominados Bajo I, Bajo II y Bajo III.

En algunos casos, la presencia de uno o de escasos valores significativamente alejados respecto de la mayoría restante, determinó su exclusión en la escala seleccionada para el resto de los valores (esta situación se explicita adecuadamente).

b) Tiempo de manifestación

Se considera que los impactos inmediatos pueden manifestarse durante o inmediatamente después de la ejecución de las obras.

Los impactos mediatos o diferidos suelen ser predominantemente indirectos, especialmente si son acumulativos. Estos impactos presentan dificultades para su detección debido no sólo a la necesidad de realizar monitoreos durante plazos prolongados, sino también a la falta de indicadores específicos que permitan identificar la causa de impacto.

c) Localización de los efectos

El alcance espacial del impacto se determina en función de la extensión del territorio donde se manifiestan sus efectos. En este sentido, ya se ha mencionado los aportes de la Clasificación Ecológica de Tierras como un adecuado marco de análisis. De acuerdo a TGCC (1996), se propone para este atributo 3 categorías:

Local: el impacto se manifiesta en la zona adyacente inmediata a la acción del proyecto.

Subregional: el impacto se manifiesta a escala del Tramo o Ecodistrito

Regional: el impacto se manifiesta a escala de la Hidrovía Paraguay-Paraná

Si bien no hay antecedentes de estudios específicos sobre efectos ecológicos del dragado en el área del proyecto, se ha establecido como referencia inicial una lista de impactos posibles en función de la bibliografía disponible, las recopilaciones realizadas por Bucher et al. (1993), Welcomme (1990), observaciones de ONG y elaboración propia en función del conocimiento ecológico de la zona.

5.3.2. Identificación de Impactos sobre pasos Críticos Sensibles

El análisis del Proyecto permite reconocer una gran heterogeneidad de alcance de las obras y de condiciones ambientales del medio receptor. Esta diversidad se manifiesta con diferentes intensidades de los potenciales conflictos ambientales. Es por ello que en el proceso de evaluación de los impactos del Proyecto se considera de suma importancia identificar los pasos sensibles a fin de analizarlos con especial detalle. Para su identificación se establecen diferentes criterios.

5.3.2.1 Criterios de evaluación de la criticidad de pasos

a) Afectación del fondo del cauce por el dragado de sedimentos

En principio, se considera como indicador de sensibilidad o criticidad, el volumen de sedimentos movilizados por las operaciones de dragado.

El volumen de material movilizado durante las operaciones de dragado, es directamente proporcional a la alteración que el proyecto causa sobre el hábitat del fondo y la biota asociada. Para la elaboración de los diferentes indicadores se tomaron los volúmenes preliminares considerados por el proyecto. Su individualización por paso y por tramo permite conocer la variación de este componente del proyecto a lo largo de la Hidrovía.

Para la delimitación de los rangos de magnitud del impacto se decidió diferenciar del conjunto de pasos al Canal Tamengo, que con un volumen de sedimentos de más de 2.000.000 m³ movilizados durante la etapa de apertura supera ampliamente al resto de los valores y su inclusión sesgaría la escala a utilizar.

Para las restantes situaciones se establecieron niveles de intensidad del impactos: alto (A), medio (M) y bajo (B), de acuerdo a los rangos previamente definidos de volúmenes movilizados. Los pasos evaluados como de magnitud alta se consideraron como "sensibles" o críticos y se individualizaron para su posterior tratamiento.

Para todos los pasos, se presentan los rangos elegidos según el volumen preliminar de sedimentos (m³) dragados:

I. Etapa de apertura (Tabla N° 5.3.1):

Volumen de sedimentos (m ³)	Intensidad
0 - 300.000	Baja
300.001 - 600.000	Media
600.001 - 900.000	Alta

II. Etapa de mantenimiento (Tabla N° 5.3.2):

Aplicando la escala empleada para el tratamiento de los datos de la etapa de apertura, los volúmenes preliminares movilizados en esta etapa corresponden todos a una intensidad "baja" (B). Con el objetivo de no perder la heterogeneidad interna del conjunto de datos, se estableció una nueva diferenciación en 3 niveles denominados BI, BII y BIII.

TABLA N° 5.3.1

**VOLUMEN DE SEDIMENTOS MOVILIZADOS
DURANTE EL DRAGADO
ETAPA DE APERTURA**

RANGOS DE CRITICIDAD

n°	KILOMETRAJE		PASO	DRAGADO DE APERTURA Vol. sedimentos (m3)
	Km inicio	Km fin		
RANGOS ALTOS				
	0	8.3	CANAL TAMENGO	2564275
178	1950	1954	Itacurubí	888718
249	2720	2722	Formigueiro	835330
121	1580	1583	Restinga Ita Piru - Guyrati	821166
RANGOS MEDIOS				
99	1452	1454	Vuelta Gomez	606390
205	2139	2145	Trav. Casado Inferior	603235
152	1761	1767	Palmita - Oculto Inferior	549369
220	2342	2344	Curva do Aboteado	503697
251	2637	2639	Volta da Figueirinha	480314
189	2020	2023	La Novia	459395
188	2018	2019	Trav. Santa Ana (Nancy)	422821
180	1955	1961	Punta Irigoyen	409370
57	1138	1144.5	Tacuani	405866
241	2629	2635	Yacaré Superior	389457
167	1882	1884	Pedernal	385132
154	1776	1781	Rosario Sup.-San Luis-Sta Catalina	375666
161	1847	1849	Curva Buena Vista o Ñandú	367000
123	1589.5	1590.5	Buey Muerto	363610
250	2728	2731	Santana	338546
177	1947	1949	Saladillo	332418
239	2605	2610	Concelho	325847
73	1287	1290	Bat. Londres - Humaita	320000
243	2657	2661	Ilha Caraguatá	318606
RANGOS BAJOS				
128	1606	1608	Medin	281507
196	2070	2075	Itá-Pucumí (Cerro Lorito)	260915
163	1850	1852	Curuzú Brasileiro	260897
236	2580	2590	Piuvás Inferior y Superior	259962
111	1512.5	1516.5	Dalmacia - Morterito	236842
182	1987	1970	Romero-Cue	234563
203	2115	2121	Vuelta I. Peña Hermosa	218623
198/199	2085	2095	Trav. Max e I. Caa Pucu Guazú	215665
181	1962	1964	Zapatero-Cue	193441
153	1770	1771	Oculto Superior	191063
195	2064	2069	Isla Stanley	186600
132	1620	1622	Purificación	185624
158	1806	1809	Santa Rosa Sup.	185450
139	1664	1666	Tres Bocas Inferior	184574
149	1743	1747	San Juan	175598
124/125	1591	1594.5	Frente Puerto Villeta y Restinga Villeta	167213

TABLA N° 5.3.1 (Continuación)

**VOLUMEN DE SEDIMENTOS MOVILIZADOS
DURANTE EL DRAGADO
ETAPA DE APERTURA**

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	KILOMETRAJE		PASO	DRAGADO DE APERTURA Vol. sedimentos (m3)
	Km inicio	Km fin		
80	1329	1331	Frente Puerto Pilar	165163
150	1752	1754	Pito Cañy - Elvira	156392
157	1793	1796	Burro Ygua - Caballero	154942
80	1329	1331	Frente Puerto Pilar	165163
150	1752	1754	Pito Cañy - Elvira	156392
157	1793	1796	Burro Ygua - Caballero	154942
86	1365	1368	Tacuara	153014
21	785	787	Curuzu Chali	148778
192	2041	2047	Pindo	143778
127	1602.5	1605	Travesia San Antonio	131778
33	888	894	Isla del Selzo	122367
200	2095	2100	Aguirre - Palacio Cue	116437
194	2052	2056	Piquete-Cambá	112851
175	1935	1942	l. del Medio-Concepción	110771
35	914	917	Mal Abrigo	93203
223	2362	2365	Estirao Braga	85455
233	2542	2544	Volta Rebojo	85455
39	950	956	Ñanganui - Guarapo	82641
6	631	641	Riacho Zapata	76533
209	2167	2170	Isla Do Farol	70384
98	1447	1449	Curva Formosa	69600
50	1067	1068.5	Travesia Carrizal	68614
110	1506	1510	Cortada Orange	66686
51	1084	1087	Tacuaral Colorado	66113
174	1931	1933	Riacho Negro	60980
193	2047	2050	Arrecifes	56811
216	2280	2282	Cambá - Nupá	42231
147	1733	1735	Trav. Villa Rey	40714
130	1613	1614	Abajo Puerto Pilcomayo	39245
13	709	714	Arriba Feliciano	38907
151	1755	1759	Yvyrayu	37715
15	725	731	Zona Santa Elena	35665
22	791	796.5	Garibaldi	32741
202	2113	2115	Lamboné (Piedra Partida)	26878
37	931	935.5	Caraguatay	24850
20	778	784.5	San Juan - Riacho Raigones	24848
136	1644	1646	Remanso Castillo	4751
164	1854	1856	Curuzú Juanita	3753
34	903	906	Guaycuru	2598
12	701	709	Travesia Feliciano	2293
38	940.5	942	Las Cañas	1930

TABLA N° 5.3.1 (Continuación)

**VOLUMEN DE SEDIMENTOS MOVILIZADOS
DURANTE EL DRAGADO
ETAPA DE APERTURA**

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	KILOMETRAJE		PASO	DRAGADO DE APERTURA Vol. sedimentos (m3)
	Km inicio	Km fin		
66	1213	1217	Talar - Isla del Medio	849
16	748	751	Travesia Arroyo Seco	0
25	810	814	Retaguardia	0
26	826	830	Inga	0
27	839	842	Abajo Esquina	0
36	923	923.5	Los Vascos	0
40	967	970	Toro - Costa Izoro	0
79	1320	1322	Desem. Río Bermejo	0
31	868	872	Costa Cordillate	-
162	1847	1850	Piripucu	-
186/187	2011	2015.5	Trav. Leonor Inf. y sup.	-

PASOS CON DERROCAMIENTO

N°	KILOMETRAJE		PASO	DRAGADO DE APERTURA Vol. rocas (m3)
	Km inicio	Km fin		
RANGOS BAJOS				
200	2095	2100	Aguirre - Palacio Cue	247982
175	1935	1942	I. del Medio-Concepción	166157
202	2113	2115	Lamboné (Piedra Partida)	60811
193	2047	2050	Arrecifes	58811
182	1967	1970	Romero-Cue	47362
136	1644	1646	Remanso Castillo	18344
	0	8.3	CANAL TAMENGO	16809
178	1950	1954	Itacurubí	7425

DETALLE DE RANGOS ESTABLECIDOS:

BAJO: 0 -300.000

MEDIO: 300.001 - 600.000

ALTO: 600.001 - 900.000

FUENTE: Elaboración propia

TABLA 5.3.2

VOLUMEN DE SEDIMENTOS MOVILIZADOS
DURANTE EL DRAGADO
ETAPA DE MANTENIMIENTO

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	KILOMETRAJE		PASO	MANTENIMIENTO Volumen (m3)
	Km inicio	Km fin		
RANGOS ALTOS				
RANGOS MEDIOS				
121	1580	1583	Restinga Ita Piru - Guyrati	358,380
RANGO BII				
57	1138	1144.5	Tacuani	177,822
123	1589.5	1590.5	Buey Muerto	147,915
241	2629	2635	Yacaré Superior	141,993
243	2657	2661	Ilha Caraguatá	140,503
250	2728	2731	Santana	137,700
200	2095	2100	Aguirre - Palacio Cue	110,200
196	2070	2075	Itá-Pucumí (Cerro Lorito)	110,103
111	1512.5	1516.5	Dalmacia - Morterito	107,100
163	1850	1852	Curuzú Brasileiro	102,802
RANGO BI				
205	2139	2145	Trav. Casado Inferior	85,680
198/199	2085	2095	Trav. Max e I. Caa Pucu Guazú	84,825
249	2720	2722	Formigueiro	83,533
236	2580	2590	Piuvás Inferior y Superior	80,627
99	1452	1454	Vuelta Gomez	80,190
239	2605	2610	Concelho	77,400
132	1620	1622	Purificación	73,440
158	1806	1809	Santa Rosa Sup.	72,540
86	1365	1368	Tacuara	70,200
139	1664	1666	Tres Bocas Inferior	68,265
192	2041	2047	Pindo	67,851
154	1776	1781	Rosario Sup.-San Luis-Sta Catalina	67,095
189	2020	2023	La Novia	67,032
124/125	1591	1594.5	Frente Puerto Villeta y Restinga Villeta	66,924
195	2064	2069	Isla Stanley	65,801
149	1743	1747	San Juan	63,724
157	1793	1796	Burro Ygua - Caballero	62,438
128	1606	1608	Medin	60,541
202	2113	2115	Lamboné (Piedra Partida)	59,873
33	888	894	Isla del Selzo	55,440
220	2342	2344	Curva do Aboteado	50,370
209	2167	2170	Isla Do Farol	49,896
182	1967	1970	Romero-Cue	48,960
178	1950	1954	Itacurubí	48,600
251	2637	2639	Volta da Figueirinha	48,031
127	1602.5	1605	Travesia San Antonio	47,891
73	1287	1290	Bat. Londres - Humaita	47,520
34	903	906	Guaycuru	46,953

TABLA 5.3.2 (Continuación)

**VOLUMEN DE SEDIMENTOS MOVILIZADOS
DURANTE EL DRAGADO
ETAPA DE MANTENIMIENTO**

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	KILOMETRAJE		PASO	MANTENIMIENTO Volumen (m3)
	Km inicio	Km fin		
181	1962	1964	Zapatero-Cue	42,323
35	914	917	Mal Abrigo	42,075
180	1955	1961	Punta Irigoyen	41,915
39	950	956	Ñanganui - Guarapo	41,580
161	1847	1849	Curva Buena Vista o Ñandú	36,700
188	2018	2019	Trav. Santa Ana (Nancy)	36,385
152	1761	1767	Palmita - Oculito Inferior	33,383
21	785	787	Curuzu Chali	31,590
80	1329	1331	Frente Puerto Pilar	31,500
98	1447	1449	Curva Formosa	31,248
51	1084	1087	Tacuara Colorado	30,888
153	1770	1771	Oculito Superior	29,070
150	1752	1754	Pito Cañy - Elvira	28,746
50	1067	1068.5	Travesía Carrizal	25,920
	0	8.3	CANAL TAMENGO	24,600
223	2362	2365	Estirao Braga	23,743
37	931	935.5	Caragatay	22,523
130	1613	1614	Abajo Puerto Pilcomayo	20,916
177	1947	1949	Saladillo	20,117
194	2052	2056	Piquete-Cambá	20,045
216	2280	2282	Cambá - Nupá	19,829
66	1213	1217	Talar - Isla del Medio	18,270
175	1935	1942	I. del Medio-Concepción	16,772
110	1506	1510	Cortada Orange	16,704
167	1882	1884	Pedernal	16,700
6	631	641	Riacho Zapata	15,840
15	725	731	Zona Santa Elena	15,300
151	1755	1759	Yvrayu	14,718
147	1733	1735	Trav. Villa Rey	14,513
193	2047	2050	Arrecifes	14,490
22	791	796.5	Garibaldi	13,104
20	778	784.5	San Juan - Riacho Raigones	9,547
13	709	714	Arriba Feliciano	8,977
12	701	709	Travesía Feliciano	5,544
203	2115	2121	Vuelta I. Peña Hermosa	3,416
233	2542	2544	Volta Rebojo	2,374
164	1854	1856	Curuzú Juanita	1,359
16	748	751	Travesía Arroyo Seco	0
25	810	814	Retaguardia	0
26	826	830	Inga	0

TABLA 5.3.2 (Continuación)

**VOLUMEN DE SEDIMENTOS MOVILIZADOS
DURANTE EL DRAGADO
ETAPA DE MANTENIMIENTO**

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	KILOMETRAJE		PASO	MANTENIMIENTO Volumen (m3)
	Km inicio	Km fin		
27	839	842	Abajo Esquina	0
36	923	923.5	Los Vascos	0
38	940.5	942	Las Cañas	0
40	967	970	Toro - Costa Izoro	0
79	1320	1322	Desem. Rio Bermejo	0
136	1644	1646	Remanso Castillo	0
174	1931	1933	Riacho Negro	0
31	868	872	Costa Cordillate	-
162	1847	1850	Piripucu	-
186/187	2011	2015.5	Trav. Leonor Inf. y sup.	-

DETALLE DE RANGOS ESTABLECIDOS:

BAJO: 0 -300.000

MEDIO: 300.001 - 600.000

ALTO: 600.001 - 900.000

BI: 0 -100.000

BII: 100.001 - 200.000

BIII: 200.001 - 300.000

FUENTE: Elaboración propia

Volumen de sedimentos m3	Intensidad
0 - 100.000	Bajo I
100.001 - 200.000	Bajo II
200.001 - 300.000	Bajo III

b) Afectación de la columna de agua por las plumas de turbidez

El incremento en la turbidez producido por el vaciado de sedimentos en la columna de agua (Tablas N° 5.3.3 y 5.3.4) se dispersa a distancia por los efectos de la corriente, afectando potencialmente al bentos, necton y plancton y los ecosistemas acuáticos en su conjunto. Este indicador se considera de utilidad, en función de que su valor es directamente proporcional a la intensidad de sus efectos sobre el hábitat y las comunidades acuáticas. Esos efectos se manifiestan por la reducción de los procesos fotosintéticos del fitoplancton y otra vegetación acuática, la reducción de la integridad del plancton en su conjunto y de la ictiofauna y por el posterior sepultamiento de las comunidades bentónicas (tratado en forma independiente como efecto del vaciado).

El porcentaje que representa el área afectada por la turbidez respecto del tramo sobre el cual se localiza el paso, permite identificar la importancia relativa que tiene cada una de esas acciones de dragado en el contexto de la Hidrovía. Este indicador se obtiene considerando la superficie del río afectada por la pluma de turbidez en una unidad de tiempo (días). Dicha superficie se calcula considerando la pluma de turbidez (calculada en base a una pluma estándar de una longitud promedio de 3 km y un ancho de 500 m) generada durante el dragado de cada uno de los pasos; en relación al tiempo empleado para estas operaciones. Una vez obtenido este parámetro, se procede, en segunda instancia, a relacionarlo con la superficie del río aguas abajo del primer paso del tramo en cuestión, de modo de obtener el porcentaje del tramo de la Hidrovía que se verá afectado por el dragado en cada paso. El indicador así definido representa una situación equivalente a la utilización de una sola draga por paso.

Eventualmente, dependiendo de las condiciones del sitio de vaciado y de la dinámica fluvial, parte de ese material podría relocalizarse sobre otros sectores del fondo o del cauce, pero este aspecto será analizado en otro indicador.

En base al anteproyecto de las obras y los volúmenes preliminares se procedió a ponderar la intensidad de los efectos del vaciado. Los pasos de magnitud alta se consideraron como “sensibles” y son reconsiderados posteriormente en otros análisis.

Ninguno de los porcentajes de los tramos diariamente afectados por turbidez supera el 5 %. De acuerdo a la metodología de evaluación indicada (TGCC, vol..5, cap.10), todos estos porcentajes corresponderían a impactos ambientales de intensidad baja.

TABLA 5.3.3

**PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE DE LOS PASOS
AFECTADA DIARIAMENTE POR PLUMAS DE TURBIDEZ
ETAPA DE APERTURA**

RANGOS DE CRITICIDAD

Nº	KILOMETRAJE		PASO	AREA AFECTADA POR TURBIDEZ (% del tramo /día)
	Km inicio	Km fin		
BIII				
164	1854	1856	Curuzú Juanita	0.60
110	1506	1510	Cortada Orange	0.52
124/125	1591	1594.5	Frente Puerto Villeta y Restinga Villeta	0.51
130	1613	1614	Abajo Puerto Pilcomayo	0.51
BII				
216	2280	2282	Cambá - Nupá	0.49
111	1512.5	1516.5	Dalmacia - Morterito	0.49
127	1602.5	1605	Travesía San Antonio	0.49
128	1606	1608	Medin	0.49
132	1620	1622	Purificación	0.49
123	1589.5	1590.5	Buey Muerto	0.49
121	1580	1583	Restinga Ita Piru - Guyrati	0.48
73	1287	1290	Bat. Londres - Humaita	0.48
80	1329	1331	Frente Puerto Pilar	0.48
86	1365	1368	Tacuara	0.48
98	1447	1449	Curva Formosa	0.48
99	1452	1454	Vuelta Gomez	0.48
243	2657	2661	Ilha Caraguatá	0.41
241	2629	2635	Yacaré Superior	0.41
236	2580	2590	Piuvás Inferior y Superior	0.41
223	2362	2365	Estirao Braga	0.41
250	2728	2731	Santana	0.41
239	2605	2610	Concelho	0.41
220	2342	2344	Curva do Aboteado	0.40
233	2542	2544	Volta Rebojo	0.40
251	2637	2639	Volta da Figueirinha	0.40
249	2720	2722	Formigueiro	0.40
151	1755	1759	Yvyrayu	0.38
136	1644	1646	Remanso Castillo	0.37
202	2113	2115	Lamboné (Piedra Partida)	0.37
147	1733	1735	Trav. Villa Rey	0.37
203	2115	2121	Vuelta I. Peña Hermosa	0.35
192	2041	2047	Pindo	0.35
34	903	906	Guaycuru	0.35
174	1931	1933	Riacho Negro	0.35
209	2167	2170	Isla Do Farol	0.35
157	1793	1796	Burro Ygua - Caballero	0.34
181	1962	1964	Zapatero-Cue	0.34
196	2070	2075	Itá-Pucumí (Cerro Lorito)	0.34
195	2064	2069	Isla Stanley	0.34

TABLA 5.3.3 (Continuación)

**PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE DE LOS PASOS
AFECTADA DIARIAMENTE POR PLUMAS DE TURBIDEZ
ETAPA DE APERTURA**

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	KILOMETRAJE		PASO	AREA AFECTADA POR TURBIDEZ (% del tramo /día)
	Km inicio	Km fin		
198/199	2085	2095	Trav. Max e I. Caa Pucu Guazú	0.34
175	1935	1942	I. del Medio-Concepción	0.34
149	1743	1747	San Juan	0.34
167	1882	1884	Pedernal	0.34
139	1664	1666	Tres Bocas Inferior	0.34
150	1752	1754	Pito Cañy - Elvira	0.34
153	1770	1771	Oculto Superior	0.34
154	1776	1781	Rosario Sup.-San Luis-Sta Catalina	0.34
180	1955	1961	Punta Irigoyen	0.33
177	1947	1949	Saladillo	0.33
194	2052	2056	Piquete-Cambá	0.33
189	2020	2023	La Novia	0.33
163	1850	1852	Curuzú Brasileiro	0.33
158	1806	1809	Santa Rosa Sup.	0.33
182	1967	1970	Romero-Cue	0.33
193	2047	2050	Arrecifes	0.33
152	1761	1767	Palmita - Oculto Inferior	0.33
188	2018	2019	Trav. Santa Ana (Nancy)	0.33
205	2139	2145	Trav. Casado Inferior	0.33
178	1950	1954	Itacurubí	0.33
161	1847	1849	Curva Buena Vista o Ñandú	0.32
200	2095	2100	Aguirre - Palacio Cue	0.32
38	940.5	942	Las Cañas	0.26
12	701	709	Travesía Feliciano	0.26
BI				
13	709	714	Arriba Feliciano	0.20
37	931	935.5	Caraguatay	0.19
6	631	641	Riacho Zapata	0.17
20	778	784.5	San Juan - Riacho Raigones	0.17
15	725	731	Zona Santa Elena	0.17
22	791	796.5	Garibaldi	0.17
51	1084	1087	Tacuaral Colorado	0.17
57	1138	1144.5	Tacuani	0.17
39	950	956	Ñanganui - Guarapo	0.17
33	888	894	Isla del Selzo	0.16
50	1067	1068.5	Travesía Carrizal	0.16
35	914	917	Mal Abrigo	0.16
21	785	787	Curuzu Chali	0.16
16	748	751	Travesía Arroyo Seco	0.00
25	810	814	Retaguardia	0.00

TABLA 5.3.3 (Continuación)

**PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE DE LOS PASOS
AFECTADA DIARIAMENTE POR PLUMAS DE TURBIDEZ
ETAPA DE APERTURA**

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	KILOMETRAJE		PASO	AREA AFECTADA POR TURBIDEZ (% del tramo /día)
	Km inicio	Km fin		
26	826	830	Inga	0.00
27	839	842	Abajo Esquina	0.00
36	923	923.5	Los Vascos	0.00
40	967	970	Toro - Costa Izoro	0.00
66	1213	1217	Talar - Isla del Medio	0.00
79	1320	1322	Desem. Rio Bermejo	0.00
31	868	872	Costa Cordillate	-
162	1847	1850	Piripucu	-
186/187	2011	2015.5	Trav. Leonor Inf. y sup.	-

DETALLE DE RANGOS ESTABLECIDOS*:

BI: 0 - 0,25

BII: 0,26 - 0,50

BIII: 0,51 - 0,75

*Segun TGCC, 1996, todos los valores de turbidez corresponden a rangos de impacto bajo.

FUENTE: Elaboración propia

TABLA 5.3.4

**PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE DE LOS PASOS
AFECTADA DIARIAMENTE POR PLUMAS DE TURBIDEZ
ETAPA DE MANTENIMIENTO**

RANGOS DE CRITICIDAD

Nº	KILOMETRAJE		PASO	AREA AFECTADA POR TURBIDEZ (% del tramo /día)
	Km inicio	Km fin		
BIII				
203	2115	2121	Vuelta I. Peña Hermosa	2.34
167	1882	1884	Pedernal	0.74
110	1506	1510	Cortada Orange	0.69
216	2280	2282	Cambá - Nupá	0.66
175	1935	1942	I. del Medio-Concepción	0.60
124/125	1591	1594.5	Frente Puerto Villeta y Restinga Villeta	0.59
130	1613	1614	Abajo Puerto Pilcomayo	0.56
128	1606	1608	Medin	0.55
177	1947	1949	Saladillo	0.53
127	1602.5	1605	Travesía San Antonio	0.52
111	1512.5	1516.5	Dalmacia - Morterito	0.52
132	1620	1622	Purificación	0.51
BII				
123	1589.5	1590.5	Buey Muerto	0.50
121	1580	1583	Restinga Ita Piru - Guyratí	0.50
151	1755	1759	Yvyrayu	0.49
178	1950	1954	Itacurubí	0.49
73	1287	1290	Bat. Londres - Humaita	0.48
80	1329	1331	Frente Puerto Pilar	0.48
86	1365	1368	Tacuara	0.48
98	1447	1449	Curva Formosa	0.48
99	1452	1454	Vuelta Gomez	0.48
152	1761	1767	Palmita - Oculto Inferior	0.46
147	1733	1735	Trav. Villa Rey	0.46
180	1955	1961	Punta Irigoyen	0.45
223	2362	2365	Estirao Braga	0.45
236	2580	2590	Piuvás Inferior y Superior	0.45
239	2605	2610	Concelho	0.45
181	1962	1964	Zapatero-Cue	0.45
241	2629	2635	Yacaré Superior	0.45
243	2657	2661	Ilha Caraguatá	0.44
250	2728	2731	Santana	0.43
182	1967	1970	Romero-Cue	0.43
153	1770	1771	Oculto Superior	0.42
188	2018	2019	Trav. Santa Ana (Nancy)	0.41
13	709	714	Arriba Feliciano	0.41
150	1752	1754	Pito Cañy - Elvira	0.41
189	2020	2023	La Novia	0.40
220	2342	2344	Curva do Aboteado	0.40
233	2542	2544	Volta Rebojo	0.40

TABLA 5.3.4 (Continuación)

**PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE DE LOS PASOS
AFECTADA DIARIAMENTE POR PLUMAS DE TURBIDEZ
ETAPA DE MANTENIMIENTO**

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	KILOMETRAJE		PASO	AREA AFECTADA POR TURBIDEZ (% del tramo /día)
	Km inicio	Km fin		
251	2637	2639	Volta da Figueirinha	0.40
249	2720	2722	Formigueiro	0.40
192	2041	2047	Pindo	0.40
154	1776	1781	Rosario Sup.-San Luis-Sta Catalina	0.40
194	2052	2056	Piquete-Cambá	0.39
157	1793	1796	Burro Ygua - Caballero	0.39
185	2064	2069	Isla Stanley	0.39
193	2047	2050	Arrecifes	0.39
196	2070	2075	Itá-Pucumí (Cerro Lorito)	0.39
198/199	2085	2095	Trav. Max e I. Caa Pucu Guazú	0.38
202	2113	2115	Lamboné (Piedra Partida)	0.38
149	1743	1747	San Juan	0.38
205	2139	2145	Trav. Casado Inferior	0.37
209	2167	2170	Isla Do Farol	0.37
139	1664	1666	Tres Bocas Inferior	0.37
163	1850	1852	Curuzú Brasileiro	0.35
158	1806	1809	Santa Rosa Sup.	0.35
161	1847	1849	Curva Buena Vista o Ñandú	0.32
200	2095	2100	Aguirre - Palacio Cue	0.32
12	701	709	Travesia Feliciano	0.26
BI				
6	631	641	Riacho Zapata	0.25
20	778	784.5	San Juan - Riacho Raigones	0.22
22	791	796.5	Garibaldi	0.20
15	725	731	Zona Santa Elena	0.20
37	931	935.5	Caraguatay	0.19
21	785	787	Curuzu Chali	0.19
57	1138	1144.5	Tacuani	0.18
50	1067	1068.5	Travesia Carrizal	0.18
66	1213	1217	Talar - Isla del Medio	0.18
39	950	956	Ñanganui - Guarapo	0.18
51	1084	1087	Tacuara Colorado	0.18
33	888	894	Isla del Selzo	0.18
35	914	917	Mal Abrigo	0.17
34	903	906	Guaycuru	0.17
16	748	751	Travesia Arroyo Seco	0.00
25	810	814	Retaguardia	0.00
26	826	830	Inga	0.00
27	839	842	Abajo Esquina	0.00
36	923	923.5	Los Vascos	0.00

TABLA 5.3.4 (Continuación)

**PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE DE LOS PASOS
AFECTADA DIARIAMENTE POR PLUMAS DE TURBIDEZ
ETAPA DE MANTENIMIENTO**

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	KILOMETRAJE		PASO	AREA AFECTADA POR TURBIDEZ (% del tramo /día)
	Km inicio	Km fin		
38	940.5	942	Las Cañas	0.00
40	967	970	Toro - Costa Izoro	0.00
79	1320	1322	Desem. Rio Bermejo	0.00
136	1644	1646	Remanso Castillo	0.00
164	1854	1856	Curuzú Juanita	0.00
174	1931	1933	Riacho Negro	0.00
31	868	872	Costa Cordillate	-
162	1847	1850	Piripucu	-
186/187	2011	2015.5	Trav. Leonor Inf. y sup.	-

DETALLE DE RANGOS ESTABLECIDOS*:

BI: 0 - 0,25

BII: 0,26 - 0,50

BIII: 0,51 - 0,75

Fuera de Rango: Vuelta I. Peña Hermosa

*Segun TGCC, 1996, todos los valores de turbidez corresponden a rangos de impacto bajo.

FUENTE: Elaboración propia

Dentro de este rango de intensidad baja, y con el objetivo de no perder la heterogeneidad interna del conjunto de datos, se establecieron (según criterio propio) 3 rangos regulares de intensidad, denominados BI, BII y BIII. Para la selección de los rangos mencionados, se decidió considerar fuera de esta escala al paso Vuelta I. Peña Hermosa (km 2.115 a km 2.121) que, con un porcentaje del 2,34 % del tramo afectado por la turbidez durante la etapa de mantenimiento, supera ampliamente los valores restantes y por lo tanto, agruparía en forma indiferenciada la mayoría de los pasos restantes. En el caso del canal Tamengo las limitaciones existentes para el vaciado del material dentro del mismo canal y la posibilidad de localizarlo por fuera del mismo, determina que este indicador no sea aplicable en este caso para la etapa de apertura. Para la etapa de mantenimiento los bajos volúmenes identificados en forma preliminar le asignan una baja criticidad.

A continuación se presenta el detalle de los rangos establecidos por los consultores para las etapas de apertura y de mantenimiento:

B I:	< 0,25 %
B II:	0,25 a 0,50 %
B III	> 0,50 %

c) Relación entre el ancho del canal y ancho del río en aguas bajas

Este indicador se considera significativo porque existen un conjunto de efectos del Proyecto, que varían en función de la proporción entre el ancho del cauce del río en aguas bajas y el ancho del canal de navegación a dragar. Se ha tomado el ancho en aguas bajas pues representa la condición más desfavorable para el ambiente fluvial. La condición de menor anchura respecto del canal dragado se manifiesta sobre las comunidades litorales y acuáticas, aumentado la criticidad de los efectos de la pluma de turbidez sobre la masa de agua del río, limitan las alternativas de hábitat para el escape de los peces, incrementan los efectos de barrera biogeográfica sobre la biota y aumenta la exposición de las orillas a los efectos de un eventual oleaje derivado de la navegación, entre los principales aspectos.

Para evaluar la magnitud del impacto se aplicaron los rangos propuestos en la Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental de TGCC (1996, vol. 5, cap. 10). Los pasos de magnitud alta se consideraron como "sensibles" y se reelaboraron conjuntamente con los otros pasos considerados como sensibles producto de la aplicación de los otros indicadores. Los resultados se presenta la Tabla N° 5.3.5.

d) Volumen total de sedimentos a dragar por unidad de longitud del paso.

Una medida de la intensidad de los efectos del Proyecto sobre el medio ambiente puede estimarse en relación a la "concentración" de sedimentos dragados por

**TABLA N° 5.3.5: RELACION ENTRE EL ANCHO DEL CANAL DE NAVEGACION
Y EL ANCHO DEL RIO EN AGUAS BAJAS**

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	KILOMETRAJE		PASO	ANCHO DEL RIO EN AGUAS BAJAS	ANCHO CANAL / ANCHO RÍO EN AGUAS BAJAS
	Km Inicio	Km fin			
RANGOS ALTOS					
	0	8.3	CANAL TAMENGO	200	0.45
220	2342	2344	Curva do Aboteado	300	0.30
161	1847	1849	Curva Buena Vista o Ñandú	350	0.26
249	2720	2722	Formigueiro	400	0.23
6	631	641	Riacho Zapata	500	0.18
73	1287	1290	Bat. Londres - Humaita	500	0.18
205	2139	2145	Trav. Casado Inferior	500	0.18
251	2637	2639	Volta da Figueirinha	500	0.18
162	1847	1850	Piripucu	550	0.16
RANGOS MEDIOS					
79	1320	1322	Desem. Río Bermejo	600	0.15
110	1506	1510	Cortada Orange	600	0.15
163	1850	1852	Curuzú Brasileiro	600	0.15
167	1882	1884	Pedernal	600	0.15
193	2047	2050	Arrecifes	600	0.15
223	2362	2365	Estirao Braga	600	0.15
250	2728	2731	Santana	600	0.15
35	914	917	Mal Abrigo	700	0.13
123	1589.5	1590.5	Buey Muerto	700	0.13
136	1644	1646	Remanso Castillo	700	0.13
153	1770	1771	Oculto Superior	700	0.13
177	1947	1949	Saladillo	700	0.13
192	2041	2047	Pindo	700	0.13
203	2115	2121	Vuelta I. Peña Hermosa	700	0.13
209	2167	2170	Isla Do Farol	700	0.13
233	2542	2544	Volta Rebojo	700	0.13
236	2580	2590	Piuvas Inferior y Superior	700	0.13
241	2629	2635	Yacaré Superior	700	0.13
98	1447	1449	Curva Formosa	800	0.11
132	1620	1622	Purificación	800	0.11
147	1733	1735	Trav. Villa Rey	800	0.11
175	1935	1942	I. del Medio-Concepción	800	0.11
189	2020	2023	La Novia	800	0.11
194	2052	2056	Piquete-Cambá	800	0.11
202	2113	2115	Lamboné (Piedra Partida)	800	0.11
239	2605	2610	Concelho	800	0.11
243	2657	2661	Ilha Caraguatá	800	0.11
121	1580	1583	Restinga Ita Piru - Guyrati	900	0.10
150	1752	1754	Pito Cañy - Elvira	900	0.10
216	2280	2282	Cambá - Nupá	900	0.10
12	701	709	Travesia Feliciano	1000	0.09
80	1329	1331	Frente Puerto Pilar	1000	0.09
99	1452	1454	Vuelta Gomez	1000	0.09
111	1512.5	1516.5	Dalmacia - Morterito	1000	0.09
130	1613	1614	Abajo Puerto Pilcomayo	1000	0.09
139	1664	1666	Tres Bocas Inferior	1000	0.09
152	1761	1767	Palmita - Oculto Inferior	1000	0.09
164	1854	1856	Curuzú Juanita	1000	0.09
174	1931	1933	Riacho Negro	1000	0.09
178	1950	1954	Itacurubí	1000	0.09

TABLA N° 5.3.5 (Continuación)

**RELACION ENTRE EL ANCHO DEL CANAL DE NAVEGACION
Y EL ANCHO DEL RIO EN AGUAS BAJAS**

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	KILOMETRAJE		PASO	ANCHO DEL RIO EN AGUAS BAJAS	ANCHO CANAL / ANCHO RIO EN AGUAS BAJAS
	Km inicio	Km fin			
180	1955	1961	Punta Irigoyen	1000	0.09
181	1962	1964	Zapatero-Cue	1000	0.09
182	1967	1970	Romero-Cue	1000	0.09
186/187	2011	2015.5	Trav. Leonor Inf. y sup.	1000	0.09
195	2064	2069	Isla Stanley	1000	0.09
200	2095	2100	Aguirre - Palacio Cue	1000	0.09
86	1365	1368	Tacuara	1100	0.08
124/125	1591	1594.5	Frente Puerto Villeta y Restinga Villeta	1100	0.08
128	1606	1608	Medin	1100	0.08
157	1793	1796	Burro Ygua - Caballero	1100	0.08
188	2018	2019	Trav. Santa Ana (Nancy)	1100	0.08
196	2070	2075	Itá-Pucumí (Cerro Lorito)	1100	0.08
13	709	714	Arriba Feliciano	1200	0.08
27	839	842	Abajo Esquina	1200	0.08
34	903	906	Guaycuru	1200	0.08
50	1067	1068.5	Travesía Carrizal	1200	0.08
127	1602.5	1605	Travesía San Antonio	1200	0.08
151	1755	1759	Yvrayu	1200	0.08
158	1806	1809	Santa Rosa Sup.	1200	0.08
154	1776	1781	Rosario Sup.-San Luis-Sta Catalina	1300	0.07
57	1138	1144.5	Tacuani	1400	0.06
149	1743	1747	San Juan	1400	0.06
198/199	2085	2095	Trav. Max e I. Caa Pucu Guazú	1400	0.06
66	1213	1217	Talar - Isla del Medio	1500	0.06
RANGOS BAJOS					
31	868	872	Costa Cordillate	1800	0.05
33	888	894	Isla del Selzo	1900	0.05
21	785	787	Curuzu Chali	2000	0.05
25	810	814	Retaguardia	2000	0.05
26	826	830	Inga	2000	0.05
39	950	956	Nanganui - Guarapo	2000	0.05
40	967	970	Toro - Costa Izoro	2000	0.05
15	725	731	Zona Santa Elena	2100	0.04
16	748	751	Travesía Arroyo Seco	2100	0.04
37	931	935.5	Caraguatay	2100	0.04
38	940.5	942	Las Cañas	2300	0.04
51	1084	1087	Tacuara Colorado	2300	0.04
20	778	784.5	San Juan - Riacho Raigones	2500	0.04
36	923	923.5	Los Vascos	2500	0.04
22	791	796.5	Garibaldi	2700	0.03

DETALLE DE RANGOS ESTABLECIDOS (según TGCC, 1996)

ALTO: Superior al 15 %

MEDIO: Entre el 5 y el 15 %

BAJO: Menos del 5 %

FUENTE: Elaboración propia

unidad de longitud del paso. Asimismo, este criterio establece una categorización de la intensidad de eventuales efectos sobre la línea de costa (suponiendo que los restantes parámetros se mantienen constantes). El indicador mencionado, representa la intensidad con que los procesos de dragado pueden afectar potencialmente los ambientes a lo largo de la Hidrovía, representando efectos lineales sobre la costa y las comunidades litorales.

Se definen como "pasos sensibles o críticos" a los que poseen una alta intensidad en la proporción de sedimentos movilizados por unidad de longitud de paso. Los mismos se presentan en las Tablas N° 5.3.6 y 5.3.7. Estos pasos "sensibles" son reprocesados posteriormente.

e) Superficie total del hábitat bentónico afectado por las actividades de dragado y vaciado

Una medida de la intensidad de los efectos del Proyecto sobre el hábitat bentónico en su conjunto puede estimarse como la sumatoria de la superficie del canal afectada por el dragado (proporcional a la longitud y ancho del paso dragado) sumada a la superficie del fondo alterada por los sedimentos depositados por el vaciado (proporcional al volumen de sedimentos dragados). Si bien la información técnica del proyecto estima que el espesor de la capa de sedimentos depositado por el proceso de vaciado puede tener un espesor promedio entre 1 y 1,5 m, se ha elegido a los efectos del cálculo del indicador, un espesor de 1 m. Este valor, considerado conservador, sobreestima la superficie inicialmente cubierta en las acciones de vaciado. Es entonces que el volumen dragado (expresado en metros cúbicos) es numéricamente igual a la superficie cubierta estimada (expresada en metros cuadrados).

Se recuerda que el hábitat bentónico es afectado en forma directa por ambos procesos (la succión de las dragas y el depósito de un manto de sedimentos). Por el carácter predominantemente sésil de los organismos del bentos, esto representa directamente la destrucción o daño severo de los especímenes (aunque más intenso para el caso de la succión que el sepultamiento).

Se definen como "pasos sensibles o críticos" a los que poseen una proporción de la superficie total del paso de magnitud alta. Los mismos se presentan en las Tablas N° 5.3.8 y 5.3.9.

5.3.2.2. Pasos Sensibles o Críticos

La metodología y los criterios indicados anteriormente se aplicaron a los 92 pasos a dragar. Los resultados se exponen en las Tablas N° 5.3.1 a 5.3.9.

TABLA 5.3.6

VOLUMEN DE SEDIMENTOS DRAGADOS
POR UNIDAD DE LONGITUD DE COSTAS
ETAPA DE APERTURA

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	KILOMETRAJE		PASO	DRAGADO APERTURA Vol Sedimentos (m3)	VOL./LONG. PASO (m3/Km)
	Km inicio	Km fin			
RANGOS ALTOS					
188	2018	2019	Trav. Santa Ana (Nancy)	422,821	422821.00
249	2720	2722	Formigueiro	835,330	417665.00
123	1589.5	1590.5	Buey Muerto	363,610	363610.00
	0	8.3	CANAL TAMENGO	2,564,275	308948.80
99	1452	1454	Vuelta Gomez	606,390	303195.00
RANGOS MEDIOS					
121	1580	1583	Restinga Ita Piru - Guyrati	821,166	273722.00
220	2342	2344	Curva do Aboteado	503,697	251848.50
251	2637	2639	Volta da Figueirinha	480,314	240157.00
178	1950	1954	Itacurubí	888,718	222179.50
167	1882	1884	Pedernal	385,132	192566.00
153	1770	1771	Oculto Superior	191,063	191063.00
161	1847	1849	Curva Buena Vista o ñandú	367,000	183500.00
177	1947	1949	Saladillo	332,418	166209.00
189	2020	2023	La Novia	459,395	153131.67
RANGOS BAJOS					
128	1606	1608	Medin	281,507	140753.50
163	1850	1852	Curuzú Brasileiro	260,897	130448.50
250	2728	2731	Santana	338,546	112848.67
73	1287	1290	Bat. Londres - Humaita	320,000	106666.67
205	2139	2145	Trav. Casado Inferior	603,235	100539.17
181	1962	1964	Zapatero-Cue	193,441	96720.50
132	1620	1622	Purificación	185,624	92812.00
139	1664	1666	Tres Bocas Inferior	184,574	92287.00
152	1761	1767	Palmita - Oculto Inferior	549,369	91561.50
80	1329	1331	Frente Puerto Pilar	165,163	82581.50
243	2657	2661	Ilha Caraguatá	318,606	79651.50
150	1752	1754	Pito Cañy - Elvira	156,392	78196.00
182	1967	1970	Romero-Cue	234,563	78187.67
154	1776	1781	Rosario Sup.-San Luis-Sta Catalina	375,666	75133.20
21	785	787	Curuzu Chali	148,778	74389.00
180	1955	1961	Punta Irigoyen	409,370	68228.33
239	2605	2610	Concelho	325,647	65129.40
241	2629	2635	Yacaré Superior	389,457	64909.50
57	1138	1144.5	Tacuani	405,866	62440.92
158	1806	1809	Santa Rosa Sup.	185,450	61816.67
111	1512.5	1516.5	Dalmacia - Morterito	236,842	59210.50
127	1602.5	1605	Travesia San Antonio	131,778	52711.20
196	2070	2075	Itá-Pucumí (Cerro Lorito)	260,915	52183.00
157	1793	1796	Burro Ygua - Caballero	154,942	51647.33
86	1365	1368	Tacuara	153,014	51004.67
124/125	1591	1594.5	Frente Puerto Villeta y Restinga Villeta	167,213	47775.14
50	1067	1068.5	Travesia Carrizal	68,614	45742.67
149	1743	1747	San Juan	175,598	43899.50

TABLA 5.3.6 (Continuación)

**VOLUMEN DE SEDIMENTOS DRAGADOS
POR UNIDAD DE LONGITUD DE COSTAS
ETAPA DE APERTURA**

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	KILOMETRAJE		PASO	DRAGADO APERTURA Vol Sedimentos (m3)	VOL/LONG. PASO (m3/Km)
	Km inicio	Km fin			
233	2542	2544	Volta Rebojo	85,455	42727.50
130	1613	1614	Abajo Puerto Pilcomayo	39,245	39245.00
195	2064	2069	Isla Stanley	186,600	37320.00
203	2115	2121	Vuelta I. Peña Hermosa	218,623	36437.17
98	1447	1449	Curva Formosa	69,600	34800.00
35	914	917	Mal Abrigo	93,203	31067.67
174	1931	1933	Riacho Negro	60,980	30490.00
223	2362	2365	Estirao Braga	85,455	28485.00
194	2052	2056	Piquete-Cambá	112,851	28212.75
236	2580	2590	Piuvás Inferior y Superior	259,962	25996.20
192	2041	2047	Pindo	143,778	23963.00
209	2167	2170	Isla Do Farol	70,384	23461.33
200	2095	2100	Aguirre - Palacio Cue	116,437	23287.40
51	1084	1087	Tacuara Colorado	66,113	22037.67
198/199	2085	2095	Trav. Max e I. Caa Pucu Guazú	215,665	21566.50
216	2280	2282	Cambá - Nupá	42,231	21115.50
33	888	894	Isla del Selzo	122,367	20394.50
147	1733	1735	Trav. Villa Rey	40,714	20357.00
193	2047	2050	Arrecifes	56,811	18937.00
110	1506	1510	Cortada Orange	66,686	16671.50
175	1935	1942	I. del Medio-Concepción	110,771	15824.43
39	950	956	Nanganui - Guarapo	82,641	13773.50
202	2113	2115	Lamboné (Piedra Partida)	26,878	13439.00
151	1755	1759	Yvyrayu	37,715	9428.75
13	709	714	Arriba Feliciano	38,907	7781.40
6	631	641	Riacho Zapata	76,533	7653.30
22	791	796.5	Garibaldi	32,741	5952.91
15	725	731	Zona Santa Elena	35,665	5944.17
37	931	935.5	Caraguatay	24,850	5522.22
20	778	784.5	San Juan - Riacho Raigones	24,848	3822.77
136	1644	1646	Remanso Castillo	4,751	2375.50
164	1854	1856	Curuzú Juanita	3,753	1876.50
38	940.5	942	Las Cañas	1,930	1286.67
34	903	906	Guaycuru	2,598	866.00
12	701	709	Travesía Feliciano	2,293	286.63
66	1213	1217	Talar - Isla del Medio	849	212.25
16	748	751	Travesía Arroyo Seco	0	0.00
25	810	814	Retaguardia	0	0.00
26	826	830	Inga	0	0.00
27	839	842	Abajo Esquina	0	0.00
36	923	923.5	Los Vascos	0	0.00
40	967	970	Toro - Costa Izoro	0	0.00

TABLA 5.3.6 (Continuación)

**VOLUMEN DE SEDIMENTOS DRAGADOS
POR UNIDAD DE LONGITUD DE COSTAS
ETAPA DE APERTURA**

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	KILOMETRAJE		PASO	DRAGADO APERTURA Vol. Sedimentos (m3)	VOL./LONG. PASO (m3/Km)
	Km inicio	Km fin			
79	1320	1322	Desem. Rio Bermejo	0	0.00
31	868	872	Costa Cordillate	0	0.00
162	1847	1850	Piripucu	0	0.00
186/187	2011	2015.5	Trav. Leonor Inf. y sup.	0	0.00

PASOS CON DERROCAMIENTO

N°	KILOMETRAJE		PASO	DRAGADO APERTURA Vol. Rocas (m3)	VOL./LONG. PASO (m3/Km)
	Km inicio	Km fin			
RANGOS BAJOS					
200	2095	2100	Aguirre - Palacio Cue	247,982	49596.40
202	2113	2115	Lamboné (Piedra Partida)	60,811	30405.50
175	1935	1942	l. del Medio-Concepción	166,157	23736.71
193	2047	2050	Arrecifes	58,811	19603.67
182	1967	1970	Romero-Cue	47,362	15787.33
136	1644	1646	Remanso Castillo	18,344	9172.00
	0	8.3	CANAL TAMENGO	16,809	2025.18
178	1950	1954	Itacurubí	7,425	1856.25

DETALLE DE RANGOS ESTABLECIDOS:

BAJO: 0 - 150.000

MEDIO: 150.001 - 300.000

ALTO: 300.001 - 450.000

FUENTE: Elaboración propia

**TABLA Nº 5.3.7: VOLUMEN DE SEDIMENTOS DRAGADOS
POR UNIDAD DE LONGITUD DE COSTAS
ETAPA DE MANTENIMIENTO**

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	Kilometraje		PASO	DRAGADO MANTENIM.	VOL./LONG. PASO
	Km inicio	Km fin		Vol Sedimentos (m3)	(m3/Km)
BIII					
123	1589.5	1590.5	Buey Muerto	147,915	147915.00
121	1580	1583	Restinga Ita Piru - Guyrati	358,380	119460.00
BII					
163	1850	1852	Curuzú Brasileiro	102,802	51401.00
BI					
250	2728	2731	Santana	137,700	45900.00
249	2720	2722	Formigueiro	83,533	41766.50
99	1452	1454	Vuelta Gomez	80,190	40095.00
132	1620	1622	Purificación	73,440	36720.00
188	2018	2019	Trav. Santa Ana (Nancy)	36,385	36385.00
243	2657	2661	Ilha Caraguatá	140,503	35125.75
139	1664	1666	Tres Bocas Inferior	68,265	34132.50
128	1606	1608	Medin	60,541	30270.50
202	2113	2115	Lamboné (Piedra Partida)	59,873	29936.50
153	1770	1771	Oculto Superior	29,070	29070.00
57	1138	1144.5	Tacuaní	177,822	27357.23
111	1512.5	1516.5	Dalmacia - Morterito	107,100	26775.00
220	2342	2344	Curva do Aboteado	50,370	25185.00
158	1806	1809	Santa Rosa Sup.	72,540	24180.00
251	2637	2639	Volta da Figueirinha	48,031	24015.50
241	2629	2635	Yacaré Superior	141,993	23665.50
86	1365	1368	Tacuara	70,200	23400.00
189	2020	2023	La Novia	67,032	22344.00
200	2095	2100	Aguirre - Palacio Cue	110,200	22040.00
196	2070	2075	Itá-Pucumí (Cerro Lorito)	110,103	22020.60
181	1962	1964	Zapatero-Cue	42,323	21161.50
130	1613	1614	Abajo Puerto Pilcomayo	20,916	20916.00
157	1793	1796	Burro Ygua - Caballero	62,438	20812.67
127	1602.5	1605	Travesía San Antonio	47,891	19156.40
124/125	1591	1594.5	Frente Puerto Villeta y Restinga Villeta	66,924	19121.14
161	1847	1849	Curva Buena Vista o Ñandú	36,700	18350.00
50	1067	1068.5	Travesía Carrizal	25,920	17280.00
209	2167	2170	Isla Do Farol	49,896	16632.00
182	1967	1970	Romero-Cue	48,960	16320.00
149	1743	1747	San Juan	63,724	15931.00
73	1287	1290	Bat. Londres - Humaita	47,520	15840.00
21	785	787	Curuzu Chali	31,590	15795.00
80	1329	1331	Frente Puerto Pilar	31,500	15750.00
34	903	906	Guaycuru	46,953	15651.00
98	1447	1449	Curva Formosa	31,248	15624.00
239	2605	2610	Concelho	77,400	15480.00
150	1752	1754	Pito Cañy - Elvira	28,746	14373.00
205	2139	2145	Trav. Casado Inferior	85,680	14280.00
35	914	917	Mal Abrigo	42,075	14025.00
154	1776	1781	Rosario Sup.-San Luis-Sta Catalina	67,095	13419.00
195	2064	2069	Isla Stanley	65,801	13160.20
178	1950	1954	Itacurubi	48,600	12150.00
192	2041	2047	Pindo	67,851	11308.50

**TABLA 5.3.7 (Cont.): VOLUMEN DE SEDIMENTOS DRAGADOS
POR UNIDAD DE LONGITUD DE COSTAS
ETAPA DE MANTENIMIENTO**

RANGOS DE CRITICIDAD

N°	Kilometraje		PASO	DRAGADO MANTENIM. Vol Sedimentos (m3)	VOL./LONG. PASO (m3/Km)
	Km inicio	Km fin			
51	1084	1087	Tacuaral Colorado	30,888	10296.00
177	1947	1949	Saladillo	20,117	10058.50
216	2280	2282	Cambá - Nupá	19,829	9914.50
33	888	894	Isla del Selzo	55,440	9240.00
198/199	2085	2095	Trav. Max e I. Caa Pucu Guazú	84,825	8482.50
167	1882	1884	Pedernal	16,700	8350.00
236	2580	2590	Piuvás Inferior y Superior	80,627	8062.70
223	2362	2365	Estirao Braga	23,743	7914.33
147	1733	1735	Trav. Villa Rey	14,513	7256.50
180	1955	1961	Punta Irigoyen	41,915	6985.83
39	950	956	Nanganui - Guarapo	41,580	6930.00
152	1761	1767	Palmita - Oculto Inferior	33,383	5563.83
194	2052	2056	Piquete-Cambá	20,045	5011.25
37	931	935.5	Caraguatay	22,523	5005.11
193	2047	2050	Arrecifes	14,490	4830.00
66	1213	1217	Talar - Isla del Medio	18,270	4567.50
110	1506	1510	Cortada Orange	16,704	4176.00
151	1755	1759	Yvyrayu	14,718	3679.50
	0	8.3	CANAL TAMENGO	24,600	2963.86
15	725	731	Zona Santa Elena	15,300	2550.00
175	1935	1942	I. del Medio-Concepción	16,772	2396.00
22	791	796.5	Garibaldi	13,104	2382.55
13	709	714	Arriba Feliciano	8,977	1795.40
6	631	641	Riacho Zapata	15,840	1584.00
20	778	784.5	San Juan - Riacho Raigones	9,547	1468.77
233	2542	2544	Volta Rebojo	2,374	1187.00
12	701	709	Travesía Feliciano	5,544	693.00
164	1854	1856	Curuzú Juanita	1,359	679.50
203	2115	2121	Vuelta I. Peña Hermosa	3,416	569.33
18	748	751	Travesía Arroyo Seco	0	0.00
25	810	814	Retaguardia	0	0.00
26	826	830	Inga	0	0.00
27	839	842	Abajo Esquina	0	0.00
36	923	923.5	Los Vascos	0	0.00
38	940.5	942	Las Cañas	0	0.00
40	967	970	Toro - Costa Izoro	0	0.00
79	1320	1322	Desem. Río Bermejo	0	0.00
136	1644	1646	Remanso Castillo	0	0.00
174	1931	1933	Riacho Negro	0	0.00
31	868	872	Costa Cordillate	0	0.00
162	1847	1850	Piripucu	0	0.00
186/187	2011	2015.5	Trav. Leonor Inf. y sup.	0	0.00

DETALLE DE RANGOS ESTABLECIDOS:

BAJO: 0 - 150.000

MEDIO: 150.001 - 300.000

ALTO: 300.001 - 450.000

BI: 0 - 50.000

BII: 50.001 - 100.000

BII: 100.001 - 150.000

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 5.3.8 (Continuación)

**SUPERFICIE TOTAL DEL FONDO DEL CAUCE
AFECTADA POR DRAGADO Y VACIADO
ETAPA DE APERTURA**

RANGOS DE CRITICIDAD

KILOMETRAJE		PASO	Superficie de pasos a dragar (m2)	Superficie a afectar por vaciado (m2)	Superficie Total (m2)
Km inicio	Km fin				
709	714	Arriba Feliciano	450,000	38,907	488,907
1591	1594.5	Frente Puerto Villeta y Restinga Villeta	315,000	167,213	482,213
2052	2056	Piquete-Cambá	360,000	112,851	472,851
1606	1608	Medin	180,000	281,507	461,507
1806	1809	Santa Rosa Sup.	270,000	185,450	455,450
1589.5	1590.5	Buey Muerto	90,000	363,610	453,610
1850	1852	Curuzú Brasileiro	180,000	260,897	440,897
931	935.5	Caraguatay	405,000	24,850	429,850
1506	1510	Cortada Orange	360,000	66,686	426,686
1793	1796	Burro Ygua - Caballero	270,000	154,942	424,942
1365	1368	Tacuara	270,000	153,014	423,014
RANGOS BAJOS					
1755	1759	Yyrayu	360,000	37,715	397,715
1962	1964	Zapatero-Cue	180,000	193,441	373,441
1620	1622	Purificación	180,000	185,624	365,624
1664	1666	Tres Bocas Inferior	180,000	184,574	364,574
914	917	Mal Abrigo	270,000	93,203	363,203
1213	1217	Talar - Isla del Medio	360,000	849	360,849
1602.5	1605	Travesia San Antonio	225,000	131,778	356,778
2362	2365	Estirao Braga	270,000	85,455	355,455
1329	1331	Frente Puerto Pilar	180,000	165,163	345,163
2167	2170	Isla Do Farol	270,000	70,384	340,384
1752	1754	Pito Cañy - Elvira	180,000	156,392	336,392
1084	1087	Tacuara Colorado	270,000	66,113	336,113
785	787	Curuzu Chali	180,000	148,778	328,778
2047	2050	Arrecifes	270,000	56,811	326,811
1770	1771	Oculto Superior	90,000	191,063	281,063
903	906	Guaycuru	270,000	2,598	272,598
2542	2544	Volta Rebojo	180,000	85,455	265,455
1447	1449	Curva Formosa	180,000	69,600	249,600
1931	1933	Riacho Negro	180,000	60,980	240,980
2280	2282	Cambá - Nupá	180,000	42,231	222,231
1733	1735	Trav. Villa Rey	180,000	40,714	220,714

TABLA N° 5.3.8

**SUPERFICIE TOTAL DEL FONDO DEL CAUCE
AFECTADA POR DRAGADO Y VACIADO
ETAPA DE APERTURA**

RANGOS DE CRITICIDAD

KILOMETRAJE		PASO	Superficie de pasos a dragar (m2)	Superficie a afectar por vaciado (m2)	Superficie Total (m2)
Km inicio	Km fin				
RANGOS ALTOS					
1950	1954	Itacurubí	360,000	888,718	1,248,718
2580	2590	Piuvás Inferior y Superior	900,000	259,962	1,159,962
2139	2145	Trav. Casado Inferior	540,000	603,235	1,143,235
2085	2095	Trav. Max e l. Caa Pucu Guazú	900,000	215,665	1,115,665
1580	1583	Restinga Ita Piru - Guyrati	270,000	821,166	1,091,166
1761	1767	Palmita - Oculto Inferior	540,000	549,369	1,089,369
2720	2722	Formigueiro	180,000	835,330	1,015,330
1138	1144.5	Tacuani	585,000	405,866	990,866
631	641	Riacho Zapata	900,000	76,533	976,533
1955	1961	Punta Irigoyen	540,000	409,370	949,370
RANGOS MEDIOS					
2629	2635	Yacaré Superior	540,000	389,457	929,457
1776	1781	Rosario Sup.-San Luis-Sta Catalina	450,000	375,666	825,666
1452	1454	Vuelta Gomez	180,000	606,390	786,390
2605	2610	Concelho	450,000	325,647	775,647
2115	2121	Vuelta l. Peña Hermosa	540,000	218,623	758,623
0	8.3	CANAL TAMENGO	747,000	0	747,000
1935	1942	l. del Medio-Concepción	630,000	110,771	740,771
2020	2023	La Novia	270,000	459,395	729,395
701	709	Travesía Feliciano	720,000	2,293	722,293
2070	2075	Itá-Pucumí (Cerro Lorito)	450,000	260,915	710,915
2041	2047	Pindo	540,000	143,778	683,778
2342	2344	Curva do Aboteado	180,000	503,697	683,697
2657	2661	Ilha Caraguatá	360,000	318,606	678,606
888	894	Isla del Selzo	540,000	122,367	662,367
2637	2639	Volta da Figueirinha	180,000	480,314	660,314
2064	2069	Isla Stanley	450,000	186,600	636,600
950	956	Ñanganui - Guarapo	540,000	82,641	622,641
778	784.5	San Juan - Riacho Raigones	585,000	24,848	609,848
2728	2731	Santana	270,000	338,546	608,546
1512.5	1516.5	Dalmacia - Morterito	360,000	236,842	596,842
1287	1290	Bat. Londres - Humaita	270,000	320,000	590,000
725	731	Zona Santa Elena	540,000	35,665	575,665
2095	2100	Aguirre - Palacio Cue	450,000	116,437	566,437
1882	1884	Pedernal	180,000	385,132	565,132
1847	1849	Curva Buena Vista o Ñandú	180,000	367,000	547,000
1743	1747	San Juan	360,000	175,598	535,598
791	796.5	Garibaldi	495,000	32,741	527,741
2018	2019	Trav. Santa Ana (Nancy)	90,000	422,821	512,821
1947	1949	Saladillo	180,000	332,418	512,418
1967	1970	Romero-Cue	270,000	234,563	504,563

TABLA N° 5.3.8 (Continuación)

**SUPERFICIE TOTAL DEL FONDO DEL CAUCE
AFECTADA POR DRAGADO Y VACIADO
ETAPA DE APERTURA**

RANGOS DE CRITICIDAD

KILOMETRAJE		PASO	Superficie de pasos a dragar (m2)	Superficie a afectar por vaciado (m2)	Superficie Total (m2)
Km Inicio	Km fin				
2113	2115	Lamboné (Piedra Partida)	180,000	26,878	206,878
1067	1068.5	Travesía Carrizal	135,000	68,614	203,614
1644	1646	Remanso Castillo	180,000	4,751	184,751
1854	1856	Curuzú Juanita	180,000	3,753	183,753
940.5	942	Las Cañas	135,000	1,930	136,930
1613	1614	Abajo Puerto Pilcomayo	90,000	39,245	129,245
868	872	Costa Cordillate	-	-	-
2011	2015.5	Trav. Leonor Inf. y sup.	-	-	-
1847	1850	Piripucu	-	-	-
810	814	Retaguardia	0	0	0
826	830	Inga	0	0	0
748	751	Travesía Arroyo Seco	0	0	0
839	842	Abajo Esquina	0	0	0
967	970	Toro - Costa Izoro	0	0	0
1320	1322	Desem. Río Bermejo	0	0	0
923	923.5	Los Vascos	0	0	0

DETALLE DE RANGOS ESTABLECIDOS:

BAJO: 0 - 417.000

MEDIO: 417.001 - 834.000

ALTO: 834.001 - 1.250.000

FUENTE: Elaboración propia

TABLA Nº 5.3.9

**SUPERFICIE TOTAL DEL FONDO DEL CAUCE
AFECTADA POR DRAGADO Y VACIADO
ETAPA DE MANTENIMIENTO**

RANGOS DE CRITICIDAD

KILOMETRAJE		PASO	Superficie del paso a dragar (m2)	Superficie a afectar por vaciado (m2)	Superficie Total (m2)
Km inicio	Km fin				
RANGOS ALTOS					
2085	2095	Trav. Max e l. Caa Pucu Guazú	900,000	84,825	984,825
2580	2590	Pluvas Inferior y Superior	900,000	80,627	980,627
631	641	Riacho Zapata	900,000	15,840	915,840
RANGOS MEDIOS					
1138	1144.5	Tacuani	585,000	177,822	762,822
0	8.3	CANAL TAMENGO	747,000	0	747,000
701	709	Travesia Feliciano	720,000	5,544	725,544
2629	2635	Yacaré Superior	540,000	141,993	681,993
1935	1942	I. del Medio-Concepción	630,000	16,772	646,772
1580	1583	Restinga Ita Piru - Guyrati	270,000	358,380	628,380
2139	2145	Trav. Casado Inferior	540,000	85,680	625,680
2041	2047	Pindo	540,000	67,851	607,851
888	894	Isla del Setzo	540,000	55,440	595,440
778	784.5	San Juan - Riacho Raigones	585,000	9,547	594,547
1955	1961	Punta Irigoyen	540,000	41,915	581,915
950	956	Ñanganui - Guarapo	540,000	41,580	581,580
1761	1767	Palmita - Oculto Inferior	540,000	33,383	573,383
2095	2100	Aguirre - Palacio Cue	450,000	110,200	560,200
2070	2075	Itá-Pucumí (Cerro Lorito)	450,000	110,103	560,103
725	731	Zona Santa Elena	540,000	15,300	555,300
2115	2121	Vuelta I. Peña Hermosa	540,000	3,416	543,416
2605	2610	Concelho	450,000	77,400	527,400
1776	1781	Rosario Sup.-San Luis-Sta Catalina	450,000	67,095	517,095
2064	2069	Isla Stanley	450,000	65,801	515,801
791	796.5	Garibaldi	495,000	13,104	508,104
2657	2661	Ilha Caraguatá	360,000	140,503	500,503
1512.5	1516.5	Dalmacia - Morterito	360,000	107,100	467,100
709	714	Arriba Feliciano	450,000	8,977	458,977
931	935.5	Caraguatay	405,000	22,523	427,523
1743	1747	San Juan	360,000	63,724	423,724
RANGOS BAJOS					
1950	1954	Itacurubí	360,000	48,600	408,600
2728	2731	Santana	270,000	137,700	407,700
1591	1594.5	Frente Puerto Villeta y Restinga Villeta	315,000	66,924	381,924
2052	2056	Piquete-Cambá	360,000	20,045	380,045
1213	1217	Talar - Isla del Medio	360,000	18,270	378,270
1506	1510	Cortada Orange	360,000	16,704	376,704

TABLA N° 5.3.9 (Continuación)

**SUPERFICIE TOTAL DEL FONDO DEL CAUCE
AFECTADA POR DRAGADO Y VACIADO
ETAPA DE MANTENIMIENTO**

RANGOS DE CRITICIDAD

KILOMETRAJE		PASO	Superficie del paso a dragar (m2)	Superficie a afectar por vaciado (m2)	Superficie Total (m2)
Km inicio	Km fin				
1755	1759	Yvyrayu	360,000	14,718	374,718
1806	1809	Santa Rosa Sup.	270,000	72,540	342,540
1365	1368	Tacuara	270,000	70,200	340,200
2020	2023	La Novia	270,000	67,032	337,032
1793	1796	Burro Ygua - Caballero	270,000	62,438	332,438
2167	2170	Isla Do Farol	270,000	49,896	319,896
1967	1970	Romero-Cue	270,000	48,960	318,960
1287	1290	Bat. Londres - Humaita	270,000	47,520	317,520
903	906	Guaycuru	270,000	46,953	316,953
914	917	Mal Abrigo	270,000	42,075	312,075
1084	1087	Tacuara Colorado	270,000	30,888	300,888
2362	2365	Estirao Braga	270,000	23,743	293,743
2047	2050	Arrecifes	270,000	14,490	284,490
1850	1852	Curuzú Brasileiro	180,000	102,802	282,802
1602.5	1605	Travesia San Antonio	225,000	47,891	272,891
2720	2722	Formigueiro	180,000	83,533	263,533
1452	1454	Vuelta Gomez	180,000	80,190	260,190
1620	1622	Purificación	180,000	73,440	253,440
1664	1666	Tres Bocas Inferior	180,000	68,265	248,265
1606	1608	Medin	180,000	60,541	240,541
2113	2115	Lamboné (Piedra Partida)	180,000	59,873	239,873
1589.5	1590.5	Buey Muerto	90,000	147,915	237,915
2342	2344	Curva do Aboteado	180,000	50,370	230,370
2637	2639	Volta da Figueirinha	180,000	48,031	228,031
1962	1964	Zapatero-Cue	180,000	42,323	222,323
1847	1849	Curva Buena Vista o Ñandú	180,000	36,700	216,700
785	787	Curuzu Chali	180,000	31,590	211,590
1329	1331	Frente Puerto Pilar	180,000	31,500	211,500
1447	1449	Curva Formosa	180,000	31,248	211,248
1752	1754	Pito Cañy - Elvira	180,000	28,746	208,746
1947	1949	Saladillo	180,000	20,117	200,117
2280	2282	Cambá - Nupá	180,000	19,829	199,829
1882	1884	Pedernal	180,000	16,700	196,700
1733	1735	Trav. Villa Rey	180,000	14,513	194,513
2542	2544	Volta Rebojo	180,000	2,374	182,374
1854	1856	Curuzú Juanita	180,000	1,359	181,359

TABLA N° 5.3.9 (Continuación)

**SUPERFICIE TOTAL DEL FONDO DEL CAUCE
AFECTADA POR DRAGADO Y VACIADO
ETAPA DE MANTENIMIENTO**

RANGOS DE CRITICIDAD

KILOMETRAJE		PASO	Superficie del paso a dragar (m2)	Superficie a afectar por vaciado (m2)	Superficie Total (m2)
Km inicio	Km fin				
1067	1068.5	Travesia Carrizal	135,000	25,920	160,920
2018	2019	Trav. Santa Ana (Nancy)	90,000	36,385	126,385
1770	1771	Oculto Superior	90,000	29,070	119,070
1613	1614	Abajo Puerto Pilcomayo	90,000	20,916	110,916
2011	2015.5	Trav. Leonor Inf. y sup.	0	0	0
810	814	Retaguardia	0	0	0
826	830	Inga	0	0	0
868	872	Costa Cordillate	0	0	0
748	751	Travesia Arroyo Seco	0	0	0
839	842	Abajo Esquina	0	0	0
967	970	Toro - Costa Izoro	0	0	0
1847	1850	Piripucu	0	0	0
1320	1322	Desem. Rio Bermejo	0	0	0
1644	1646	Remanso Castillo	0	0	0
1931	1933	Riacho Negro	0	0	0
940.5	942	Las Cañas	0	0	0
923	923.5	Los Vascos	0	0	0

DETALLE DE RANGOS ESTABLECIDOS:

BAJO: 0 - 417.000

MEDIO: 417.001 - 834.000

ALTO: 834.001 - 1.250.000

FUENTE: Elaboración propia

5.3.2.3. Conclusiones

Se ha realizado la integración de los resultados presentados en las tablas mencionadas precedentemente, de acuerdo a los criterios ya definidos, incluyendo todos los pasos que al menos presentaran un indicador de intensidad alta.

Los resultados de este análisis conjunto se presenta en la Tabla N° 5.3.10. estableciendo dos ejes a partir de los cuales se analiza la información de las tablas mencionadas: según la frecuencia de aparición y según las causas dominantes de aparición de pasos sensibles o críticos. Las Figuras N° 5.3.1 a) a e) ilustran y resumen los resultados aquí discutidos.

a) Según la frecuencia de aparición de pasos sensibles o críticos

Se concluye que el tramo argentino-paraguayo denominado "Confluencia-Asunción", es el que presenta mayor sensibilidad o criticidad, tanto para las operaciones de dragado de apertura como de mantenimiento. En forma más sintética, la Tabla N° 5.3.11 presenta los números totales de pasos sensibles o críticos para cada tramo, elaborada en base a las referencias técnicas de los pasos.

Para el tramo Confluencia-Asunción se obtienen los siguientes valores:

Total de pasos sensibles o críticos (Etapas de Apertura):	19
Total de pasos sensibles o críticos (Etapas de Mantenimiento):	9

Las operaciones de dragado y vaciado efectuadas en el tramo Confluencia - Asunción, considerado como el más sensible o crítico, afectan a la ecorregión "Bajo Paraguay". Dicha ecorregión incluye a los ecodistritos "Corrientes - Bermejo" y "Bermejo - Pilcomayo".

El número de pasos sensibles o críticos decrece en los tramos restantes que presentamos en el siguiente orden:

- Tramo Río Apa - Corumbá
- Tramo Asunción - Río Apa
- Tramo Santa Fe - Confluencia

b) Según las causas dominantes de aparición de pasos sensibles o críticos

Para cada tramo a dragar en general, y para cada Ecorregión / Ecodistrito en particular, predomina uno o más de los criterios que se ha establecido para evaluar la sensibilidad o criticidad de los pasos. A continuación se presentan las tipologías dominantes para cada tramo:

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS PASOS CRITICOS

— REFERENCIAS —

CRITERIO	1	2	3	4	5
APERTURA					
MANTENIMIENTO					

A= ALTO

M= MEDIO

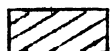
B= BAJO

CRITERIOS:

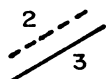
- 1 VOLUMEN DEL SEDIMENTO MOVILIZADO DURANTE EL DRAGADO
- 2 PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE DEL PASO AFECTADO DIARIAMENTE POR PLUMAS DE TURBIDEZ
- 3 RELACION ENTRE EL ANCHO DEL CANAL DE NAVEGACION Y EL ANCHO DEL RIO
- 4 VOLUMEN DE SEDIMENTOS DRAGADOS POR UNIDAD DE LONGITUD DE COSTAS
- 5 SUPERFICIE TOTAL DEL FONDO DEL CAUCE AFECTADO POR EL DRAGADO



PASOS CRITICOS



AREAS PROTEGIDAS



ECOREGIONES

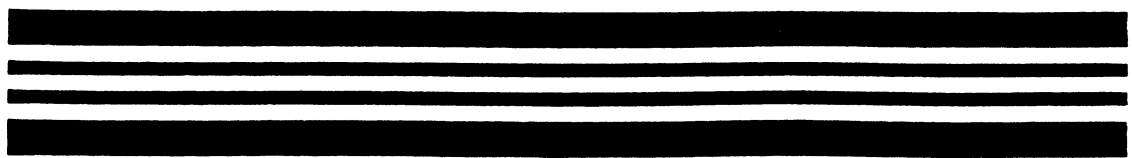


ECODISTRITOS

IDENTIFICACION DE PASOS MAS CRITICOS
PARA LAS ETAPAS DE DRAGADO

FUENTE

ELABORACION PROPIA, EN BASE A TABLAS 5.3 - 12 y 13



Lo mismo ocurre con el paso Aguirre-Palacio Cué, que presenta un 13,8 % del afloramiento a derrocar.

El paso Arrecifes presenta un porcentaje a derrocar estimado en un 11,4 % y posee contacto del afloramiento con las costas.

El paso Lamboné (Piedra Partida) registra el menor porcentaje respecto del afloramiento a derrocar (8,7 %) y presenta contactos puntuales con la costa. La aplicación de los rangos de magnitud correspondientes indican una intensidad media en los tres pasos.

El paso Remanso Castillo es el único en el que se practica voladura de rocas. En términos absolutos, el afloramiento rocoso de este paso es de 32.500 m², un valor relativamente bajo en comparación con los pasos restantes. El porcentaje del afloramiento que se vuela, mientras tanto, representa el 25,2 % de la superficie total del mismo, lo que lo convierte en el segundo paso respecto a este parámetro.

En relación a las Áreas Naturales Protegidas debe señalarse que el paso I. del Medio/Concepción, en el cual el volumen de material a derrocar representa el segundo valor de la Tabla N° 5.3.14, se encuentra ubicado aguas arriba de la Reserva Propuesta (según información disponible del año 1993) Estero Milagro, cuyo estado de gestión actual se desconoce.

Los efectos del derrocamiento se consideran de mayor duración que el dragado de succión. La valoración de sus intensidades ya han sido analizadas particularmente. Como resultado del proyecto se esperan efectos directos predominantemente inmediatos, a escala local y eventualmente subregional. Si bien no hay referencias para la Hidrovía sobre las respuestas de las comunidades y del proceso de recolonización, luego de la voladura, se acepta que las nuevas superficies expuestas representan un nuevo sustrato disponible para la recolonización (en condiciones semejantes a las preexistentes). Si se parte de la base que el derrocamiento no destruye totalmente el hábitat (los pasos analizados muestran una eliminación del 7,6 % y 11,5 %) potencialmente es probable la recolonización del bentos a mediano plazo.

V. La excavación de un canal dentro del cauce del río.

Este impacto ha sido analizado considerando la relación entre el ancho del canal de navegación y el ancho del río. Para realizar este análisis en las condiciones de posibilidad de máximo efecto negativo, se realizaron los cálculos con el ancho del río correspondiente en aguas bajas (Tabla N° 5.3.5). Los pasos que resultaron sensibles o críticos son:

Canal Tamengo

Tramo Santa Fe-Confluencia: Riacho Zapata

Tramo Confluencia-Asunción: *Bat. Londres-Huamaitá*

Tramo Asunción-Río Apa: *Piripucú*
Curva Buena Vista o Ñandú

Tramo Río Apa-Corumbá: *Curva do Aboteado*
Formigueiro
Volta da Figueirinha

b) Impactos sobre el plancton y el bentos

La evaluación de los impactos sobre el bentos y el plancton se realiza básicamente sobre el desarrollo del ítem "a" precedente aplicado a cada una de las comunidades mencionadas.

I. Impactos sobre el fitoplancton

Uno de los aspectos a considerar en relación a los efectos del dragado sobre el plancton se refiere a la disponibilidad de nutrientes para el fitoplancton.

Analizando el ciclo de nutrientes en los ríos, se conoce que recibe fuertes influencias de insumos exteriores (material alóctono). Los estudios realizados en diversas cuencas (Welcomme, 1992) indican que los principales flujos tróficos proceden de materia orgánica alóctona a través de microorganismos o directamente invertebrados, mientras que la producción primaria por fitoplancton y vegetación superior desempeña un papel muy secundario en este aspecto.

Teniendo en cuenta estas consideraciones podemos prever que los efectos del proyecto, tendrán un impacto leve sobre la disponibilidad de nutrientes para el plancton.

Los principales factores que determinan la presencia y la abundancia de fitoplancton son la temperatura, la velocidad de la corriente, la disponibilidad de nutrientes y la luminosidad. Este último factor es el que probablemente se encuentre más afectado durante los trabajos de dragado y mantenimiento, por la pluma de turbidez generada. Si embargo, debe tenerse en cuenta que la zona productiva en los ríos de llanura, se limita a una capa relativamente somera cerca de la superficie, proporcionalmente menos afectada que la totalidad de la columna de agua. Sin embargo, se presenta un impacto, que se manifiesta puntualmente a lo largo de toda la apertura y mantenimiento de la Hidrovía como restricción a la actividad fotosintética en los ríos considerados, de alcance local y transitorio (espacial y temporalmente). Cualquier efecto localizado será revertido apenas desaparezca el factor de perturbación teniendo en cuenta la estabilidad atribuida a la fase potámica en el concepto del *continuum* fluvial de Vanote (1980).

II. Impactos sobre el zooplancton

Como fue especificado en la sección correspondiente, no hay mucha información sobre el zooplancton en los ríos, en particular los tropicales, pero los estudios realizados indican que los factores que influyen sobre la densidad del zooplancton son análogos a los que influyen sobre el fitoplancton. Si embargo, las variaciones en la abundancia de zooplancton se han atribuido básicamente a diferencias en el flujo de la corriente, desempeñando también un papel secundario otros factores como la turbidez, la concentración de oxígeno disuelto y la conductividad. En regímenes normales de corriente, se encuentran sólo bajas densidades de zooplancton en los cauces principales de los mismos (Welcomme, 1992).

De esta forma, teniendo en cuenta que los flujos de corriente no serán drásticamente afectados por las actividades de dragado, vaciado y derrocamiento, los efectos previstos serán mínimos

III. Impactos sobre el bentos

Los Impactos del dragado ya han sido mencionados en la Sección "5.3.3.1. a" y en el análisis de los indicadores presentados en la Sección 5.3.2. En este caso se profundizarán algunos aspectos de la interrelación entre el bentos y las acciones del proyecto.

Los organismos bentónicos se ven afectados debido a la remoción del sustrato original y por el sepultamiento por sedimentos del material dragado y vaciado, con diferentes intensidad en las etapas de apertura y mantenimiento.

Las dragas actúan produciendo un impacto mecánico (succión + mezcla) sobre el hábitat y todos los seres vivos que allí habitan. Si bien no ha podido ser identificada bibliografía específica sobre el tema para las comunidades de la Hiodrovía, se estima que los índices de mortalidad de la biota directamente afectada por la succión son muy altos (aunque sus efectos globales deben considerarse en el contexto de la proporción que ello significa para el ambiente en su conjunto).

Si bien en la etapa de apertura se desarrollan predominantemente actividades de dragado, en 8 de los pasos se produce un conjunto de acciones particulares denominado "derrocamiento". Este término abarca en un sentido amplio a dos procesos:

- La remoción (con explosivos) de afloramientos rocosos (basalto) en el paso de Remanso Castillo (tramo Asunción-Río Apa).

- La remoción por descarificación y/o corte (por draga cortadora) de material consolidado (calizas y arcillas consolidadas) en los siete pasos restantes.

Estas acciones afectaran en forma directa (por remoción) e indirecta (por modificación del hábitat) a poblaciones de organismos bentónicos como esponjas, briozoos, anélidos (oligoquetos y poliquetos), platelmintos (turbelarios), nematodos, hirudíneos (sanguijuelas), moluscos (gasterópodos y bivalvos), insectos, crustáceos, peces de fondo y huevos de peces (depositados en lecho o que derivan por el fondo).

Los antecedentes indican que el bentos, es en general una fauna pobre, consistente en un número relativamente pequeño de especies. Dadas las características generales de los ríos considerados y en especial el río Paraná, con sustratos móviles, una relativa elevada carga de limo y falta de vegetación acuática sumergida, la producción de organismos bentónicos es limitada al igual que su biomasa (ver Diagnóstico). Los efectos previsibles por las actividades de dragado y derrocamiento sobre esta comunidad se encontrarán básicamente relacionados a la remoción del sustrato, con efecto local sobre los lechos afectados. No se dispone de estudios realizados acerca de la velocidad de repoblamiento de tramos canalizados, resultando difícil la evaluación del tiempo de recuperación del bentos en estos sitios. Pero estudios realizados en otras cuencas (Junk, 1971, en Welcomme, 1992) muestran que en el Amazonas, se establecieron 12.900 individuos / m² sobre sustratos artificiales, en cuatro días.

El derrocamiento afectará, hasta su repoblamiento, las comunidades litoreófilas que habitan sobre sustratos sólidos consistentes básicamente en grandes insectos. El impacto será de alta magnitud pero muy localizado, de acuerdo a las proporciones mencionadas.

El efecto del dragado (y posterior) vaciado durante la apertura y el mantenimiento tendrá básicamente un efecto localizado sobre las comunidades psamoreófilas que se asientan sobre lechos arenosos, consistentes mayormente en pequeños artrópodos y protozoos que viven en los intersticios de la arena, y sobre las comunidades peloreófilas (que viven en el limo de aguas corrientes) y argiloreófilas (que habitan en sustratos arcillosos) que son principalmente sésiles (moluscos bivalvos) o excavadoras.

Dado que no se poseen mapas de la distribución y abundancia de comunidades bentónicas, no se puede estimar cuales taxones se verán más afectados, y por lo tanto es difícil cuantificar el efecto de su pérdida, ya sea a nivel de la biodiversidad del fondo, como a nivel de aporte energético para la cadena trófica. Resulta evidente y necesaria, por lo tanto, la realización de mayores estudios para profundizar el conocimiento de estas comunidades y, de este modo, tender a una gestión ambiental del Proyecto más adecuada. Este aspecto se explicita en las Medidas de Mitigación propuestas y deberá incluirse en el Plan de Gestión Ambiental definitivo.

Desde el punto de vista teórico, la unicidad de algunos hábitats bentónicos hace posible esperar la presencia de especies endémicas o con un área de distribución restringida. Sin embargo, la consulta a la bibliografía, al informe de TGCC (1996) y a distintos especialistas solo ha podido identificar la mención a *Narapa bonettoi*, como prácticamente endémica del canal principal y cauces secundarios con altas descargas y sedimentos arenosos, aunque no se han identificado referencias a los límites de su área de distribución ni a su abundancia. Si bien es posible la existencia de otras especies endémicas, no se han identificado otros casos. En el caso de *Narapa bonettoi*, es de interés señalar que esta especie posee un crecimiento rápido durante los primeros cuatro meses de su ciclo, lo cual es interpretado como una estrategia de adaptación a su riguroso hábitat donde existe una alta velocidad de corriente e importantes movimientos de sedimentos (Marchese, 1994).

En la búsqueda de cuantificar el efecto sobre las poblaciones bentónicas, se deja constancia que los datos sobre su densidad numérica son muy variables. En los tramos de Confluencia al norte (río Paraguay), los datos disponibles de abundancia presentan fuertes oscilaciones entre 44 y 4.400 ind/m² (TGCC 1996). Para el cauce principal del río Paraná diversos autores citan valores máximos que oscilan entre 1.900 y 3.100 ind/m² (Ezcurra de Drago 1980; Marchese y Ezcurra de Drago, 1983), entre 0 y 9.800 ind/m² (Marchese, 1984; Bonetto et al, 1985) y entre 0 y 3800 ind/m² (Bertoldi de Pomar et al. 1986). Se concluye que la dispersión de los valores limita la posibilidad de cuantificar los efectos desde el punto de vista de las comunidades afectadas.

En el tramo Confluencia-Santa Fe (río Paraná), Ezcurra de Drago (1980), describió una fauna de baja diversidad específica y escasa biomasa. En comparación con el Río Paraguay, la abundancia parece disminuir tal que solamente se destacan *Narapa bonettoi* en el cauce y *Chironomus* en las márgenes (Bonetto et al. 1981). Esto mostraría diferentes capacidades de respuesta e indicaría que, en relación a la abundancia de biota para iguales condiciones de dragado y vaciado, el tramo Confluencia-Santa Fe, presentaría menores consecuencias ambientales.

Si bien en principio, diversas fuentes (ONG, etc) han destacado la presencia de afloramientos rocosos sobre el río Paraguay; en el río Paraná, si bien el hábitat dominante es de tipo arenoso, existen sedimentos limo-arcillosos característicos en áreas marginales y fondos rocosos y afloramientos (Varela et al., 1981). Esta situación indicaría que existen otras ofertas de hábitats diversificados que no sufrirían los efectos del derrocamiento. Se reconoce la necesidad de profundizar en el futuro conocimiento de estas comunidades para mejorar la gestión ambiental del Proyecto.

Respecto de las posibles diferencias estacionales de los efectos del proyecto, Varela et al. (1982) encontraron variaciones temporales, observando una mayor abundancia durante la primavera-verano, aunque existen algunos grupos que no siguen este patrón. El análisis del período disponible para la ejecución del dragado, muestra que en la mayoría de los tramos, el período de dragado mas

frecuente, corresponde a los meses entre junio y diciembre (con ciertas variaciones). Es entonces que la superposición de ambos hechos, indicaría una mayor posibilidad de impactos negativos en los meses de primavera.

Según la superficie total del hábitat bentónico afectado por las actividades de dragado y vaciado, en la Tabla N° 5.3.8, aparecen como pasos sensibles en la etapa de apertura:

Itacurubí
Piuvas Inferior y Superior
Travesia Casado inferior
Travesia Máxima e I. Caa Pucu Guazú
Restinga Ita Pirú-Guyratu
Palmita- Oculito Inferior
Formigueiro
Tacuarí
Riacho Zapata
Punta Irigoyen

Respecto de la posibilidad de recuperación de las comunidades bentónicas Welcomme (1968) indica que en el río Missouri hay relativamente poca diferencia en la biomasa bentónica por unidad de superficie, entre los tramos canalizados y los no canalizados. En el primer caso, la biomasa media fue calculada en 0,08 g/m² y en el segundo 0,07 g/m². Estas medidas sin embargo ocultan una considerable heterogeneidad del río según los lugares ya que hay registros para los tramos no canalizados del cauce principal de valores entre 0,019 a 0,349 g/m²; mientras que en los tramos canalizados los valores oscilaban entre 0,002 a 0,022 g/m². Así mismo existían variaciones en la biomasa de las comunidades bentónicas en las orillas fangosas, mayor para los tramos canalizados (0,058 a 2,678 g/m²) respecto de los no canalizados (0,111 a 0,349 g/m²).

Obviamente, los datos de variación de biomasa no se correlacionan con los valores y efectos sobre la biodiversidad y esto hace posible que existan diferencias en la distribución espacial de la riqueza de especies. Incluso para la correcta interpretación sería necesario comparar los datos luego del disturbio con los asociados a las Evaluaciones de Impacto Ambiental citados en la bibliografía.

Con respecto a la respuesta del bentos a las acciones del proyecto, es posible referirse a otros estudios de caso.

En los sectores canalizados del río Missouri se operó una pérdida del bentos al reducirse el espacio de hábitat disponible en un 67 % por efecto del dragado respecto de los tramos no canalizados. Para el caso de la Hidrovía, los niveles de afectación son diferentes. Tomando como ejemplo el paso Curva Do Aboteado (km 2342 a km 2344) correspondiente a un valor medio, el porcentaje de alteración del hábitat bentónico (por efectos conjuntos del dragado y del vaciado)

es de 5,9 % (calculado en base a las condiciones más críticas del ancho del río en baja). la respuesta del bentos será profundizada posteriormente en otras Secciones.

Algunos estudios disponibles sobre la recuperación del hábitat para macroinvertebrados en áreas con ripio y roca, también pueden proveer indicios sobre el proceso de recuperación para las áreas en las que se remueven afloramientos rocosos. Dado que la remoción de roca exigirá el uso de explosivos en el paso Remanso Castillo, las comunidades de macroinvertebrados en esos lugares específicos y puntuales perderán todo valor funcional. No obstante, a diferencia de las áreas en las que se efectuará el dragado de mantenimiento, estos lugares no recibirán perturbaciones periódicas. Por lo tanto, los mismos se comparan aproximadamente con los nuevos hábitats, o los producidos por el hombre, en términos de la evaluación del proceso general de recuperación.

Los estudios realizados por Bingham (1989) y Landin (1988) en el Río Tombigbee cerca de Columbia, Mississippi, en los Estados Unidos, analizaron la colonización de los organismos del bentos de dos barras de ripio separadas cuyos tamaños de sedimentos variaban entre 2 y 80 mm. El estudio demostró que la recuperación de la comunidad del bentos dependía de condiciones tales como la composición del sustrato, profundidad y velocidad del agua, condiciones físicas y requerimientos del hábitat de organismos específicos (Bingham, 1989). Cuatro meses después de que se creara el hábitat, en junio de 1995, se tomaron muestras del lugar y se encontraron entre 19 y 21 taxas en las dos áreas. En 1986, un año después de que se hubiera creado el hábitat, se encontraron entre 25 y 24 taxas en las dos barras de ripio. La abundancia era significativamente mayor en octubre de 1986 que en octubre de 1985.

Si bien estos estudios demuestran que verdaderamente tiene lugar la recolonización de bentos en el hábitat perturbado y en el creado por el hombre, no es posible aplicar directamente sus conclusiones específicas sobre la respuesta de las comunidades de bentos en los Ríos Paraguay y Paraná ante el proyecto que se propone. Sin embargo, el bajo porcentaje del área del fondo del río que el proyecto perturbará en comparación con hábitats similares en todo el río que no serán perturbados, señala que el impacto se verá limitado a los bentos y no será acumulativo, ni dañará a mayores niveles tróficos.

c) Impactos sobre el necton

Potencialmente, el necton puede recibir impactos negativos del dragado directos sobre sí mismo u otros derivados de la modificación del bentos y de las modificaciones de su propio hábitat. Estos casos se discuten a continuación.

I. Efectos del dragado

En el caso de este Proyecto, no se espera que existan efectos (Sección 5.2.1) directos que modifiquen la configuración espacial de hábitats de fondo y orillas, ni cambios en el balance de erosión / deposición de sedimentos del fondo y costas. Por lo tanto, no se desarrollará el análisis de estos efectos ambientales. En la Sección correspondiente a Monitoreo, deberá analizarse la necesidad de efectuar un seguimiento de las comunidades biológicas a fin de confirmar la continuidad de la situación previa al proyecto.

En el caso de la Hidrovía Paraguay Paraná, dadas las características del Proyecto, no se espera que haya pérdidas importantes de hábitats tanto subacuáticos como ribereños en los tramos dragados, por las limitadas variaciones previstas en la velocidad de la corriente (Sección 5.2.1), por el ancho promedio del cauce y por la morfología del cauce principal y secundarios.

Si bien existen antecedentes para otras obras de dragado donde se ha verificado un incremento del flujo de agua¹ estos efectos no son esperables para la Hidrovía Paraguay - Paraná.

Los análisis presentados en capítulos previos de esta Evaluación indican que no se producirán aumentos en la velocidad y turbulencia como consecuencia de la profundización del cauce. Por lo tanto, puede concluirse que no es esperable un impacto por destrucción mecánica de huevos, larvas de peces y otros organismos derivada de supuestos incrementos en la velocidad de la corriente.

Al no haber cambios en la velocidad y turbulencia del agua, no se afecta la tasa de intercambio térmico entre agua y aire. Esto no altera el balance térmico del agua en el curso principal durante los meses fríos, con lo que no es probable que se modifique la habitabilidad de las aguas para especies de origen tropical.

En el caso de la Hidrovía Paraguay Paraná, no se esperan cambios en el régimen hidrológico y sedimentológico del río, tal como ha sido analizado en la Sección 5.2.1. Consecuentemente, no se esperan impactos como una disminución del período apto para el desplazamiento de peces migradores; una disminución del área de dispersión de huevos y larvas de peces (no permitiendo su entrada a las áreas de cría en ambientes de la llanura de inundación); una depreciación de organismos en cursos tributarios debido a efectos de arrastre (Freming et al. 1989), ni tampoco un aumento de la dispersión de organismos aguas abajo hacia zonas poco favorables para la colonización, cría o reproducción como el Río de la Plata o riberas urbanizadas.

¹ En estos casos, el aumento del flujo del agua afectó la velocidad de transporte de sedimentos en lecho, varió la granulometría y el alcance de los sedimentos transportados, generó impactos por la pérdida de hábitats y afectó el éxito reproductivo de las especies nidificadoras o que oviposicionan en orilla del río (representadas, en nuestro caso, por aves playeras, tarariras, ciclidos, yacarés) y también a las que los usan como refugio y lugar de alimentación (representadas, en la Hidrovía, por sábalos y curimatidos, ciclidos, viejas, simbranchiiformes, señoritas, banderitas, tortugas de río, pelcípodos y gasterópodos).

En las relaciones entre el bentos y los peces, la reducción localizada del primero en los diferentes tramos, tendrá un efecto inmediato, localizado y de baja intensidad, sobre las especies de peces que lo utilicen como insumo alimentario. Las especies bentófagas, corvina de río (*Pachyurus sp*), algunos bagres (*Pimelodus clarias* y *Pimelodus albicans*) y armados (*Oxydoras knerii*, *Pterodoras granulosus*), al igual que aquellas especies iliófago-detritívoras como los sabalitos (*curimátidos*), sábalos (*Prochilodus spp*) y algunas viejas de agua (*Loricaria spp* e *Hypostomus spp*), utilizan el biotopo litoral, rico en sedimentos con materia orgánica, como área de alimentación. Sin embargo, cabe considerar que no es el canal de navegación (donde se producirán las actividades de dragado), el lugar más indicado como zona de alimentación de estas especies, sino que la actividad trófica para ellas se desarrolla sobre las márgenes, por lo que la remoción del bentos en el canal tendrá un efecto predominantemente indirecto. Igualmente, se espera que las poblaciones de especies bentófagas o iliófagas detritívoras recurran a otra oferta de alimento disponible en el entorno.

Teniendo en cuenta que para los peces cuyos hábitos tróficos se relacionan al fondo, el canal principal es predominantemente una zona de tránsito más que una zona de alimentación, y conociendo además que durante su migración activa no se alimentan, es de esperar que los efectos del dragado y derrocamiento en el canal principal sean más severos desde el punto de vista de las posibles perturbaciones a los movimientos migratorios, que la importancia que tiene la remoción de porciones de bentos como insumo alimentario de los peces.

Por el contrario, las márgenes de los cursos de agua tienen mayor importancia como zona de alimentación de especies iliófago-detritívoras y bentófagas. Por lo tanto, el vaciamiento tendrá un efecto localizado sobre estas especies, reduciendo temporalmente por recubrimiento el área de alimentación, hasta la repoblación y recuperación de la misma. Es de esperarse que en estas zonas, los peces reaccionen evitando las perturbaciones, desplazándose hacia áreas más tranquilas, reduciéndose entonces el impacto.

El efecto sobre las especies que hacen nidos (cíclidos, tarariras), se traducirá en perturbaciones locales que ocasionarán el desplazamiento de las mismas hacia zonas no perturbadas.

Las especies de hábitat pelágico serán afectadas localmente y reaccionarán evitando las zonas perturbadas.

Los huevos y larvas de peces con posibilidades limitadas de desplazamiento, serán poco afectados por las actividades de dragado durante las etapas de apertura y mantenimiento. El alcance de estos efectos será limitado por dos razones. Por un lado, debido a las restricciones espaciales y temporales del disturbio producido por las actividades de la draga. Por otra parte, debido a que los huevos y larvas de peces se desplazan utilizando toda la columna de agua, la reducción del stock se verificará sólo para aquellas que se encuentren muy próximas al lecho en las zonas

de dragado. Esta mortalidad, en todo caso, podría contribuir a una disminución de la mortalidad densodependiente que es de esperar ocurra naturalmente en las áreas litorales, sin afectar significativamente las posibles variaciones en el reclutamiento de las distintas especies (Fuentes, 1995).

II. Efectos del derrocamiento

Los impactos dependerán específicamente de la tecnología a emplear en el derrocamiento. En las Medidas de Mitigación se identificarán las especificaciones técnicas más apropiadas desde el punto de vista ambiental. La detonación subacuática con explosivos para desprender roca a lo largo del canal de navegación en Remanso Castillo (Tabla N° 5.6.14), provocará la mortandad de invertebrados y de peces en la zona inmediata a la zona de explosión. Asimismo la mortandad de peces ocurrirá en un área alrededor de un punto de detonación que se calcula en base a la presión creada por la voladura, dato que será precisado por los Oferentes.

A pesar que en esta etapa del estudio resulta difícil cuantificar el efecto de las voladuras en el canal, cabe destacar que éstas solo se producirán en un paso (Remanso Castillo) siendo este un evento de ocurrencia única en la etapa de la construcción, que involucrará la movilización de un volumen de 18.344 m³ de rocas. Con respecto a este dato, puede agregarse que es el segundo paso con menor cantidad de volumen a derrocar. Este volumen representa el 25,2 % del total de la superficie del afloramiento rocoso, lo que representa el segundo porcentaje respecto a los otros pasos en los que se practica derrocamiento.

Como se ha mencionado, en esta etapa del proceso de diseño no se conoce el tamaño de las cargas de explosivos ni la cantidad de días necesarios para llevar a cabo esta tarea del Proyecto. Por lo tanto no es posible estimar toda el área afectada ni cuantificar su efecto sobre la ictiofauna.

Un estudio realizado en la presión ejercida por las explosiones subterráneas, se documentó que causa estallidos en las vejigas natatorias de los peces y hemorragias de los peces (Telekie, 1978). Este mismo estudio demostró que los peces se desorientan y en consecuencia eran más susceptibles a la predación.

Como se mencionaron en la sección 5.2, (Teleki 1978) llegó a la conclusión de que los cambios que tienen lugar en la calidad del agua como resultado de la explosiones duraban menos de dos horas y que los peces formaban reagrupaciones en la zona de la voladura poco tiempo después de la explosión.

d) Otros impactos sobre la biota y el hábitat

I. Captura accidental de fauna acuático y litoral

De acuerdo a la tecnología empleada, la actividad de dragado aprehende o captura los organismos (flora y fauna) presentes en los sedimentos del fondo y los inmediatamente adyacentes en el seno de la masa líquida, en especial en el caso de dragas de succión. En relación a la captura accidental de fauna, la actividad de la draga puede ser muy silenciosa por lo que los animales móviles no pueden desarrollar conductas de evitación y escape eficientes y pueden ser arrastrados dentro del equipo de dragado. No se dispone en la actualidad de la información necesaria para estimar la biomasa de organismos capturada, pero es posible considerar que la aparición de la draga como embarcación y el ruido de sus propios motores de impulsión producirá el escape de la macrofauna y predominantemente la microfauna y parcialmente la meso fauna sufrirá este impacto.

II. Emisión de ruidos

El impacto sobre la fauna, provocado por la emisión de ruidos y vibraciones subacuáticos asociados a la actividad de dragado debe considerarse bajo los siguientes aspectos.

Algunos estudios consultados por TGCC (1996) indican que las bombas de succión emiten un ruido submarino no mensurable.

En el caso de sonidos no repetitivos, como por ejemplo por parte de la draga como embarcación o del equipamiento complementario, no existe posibilidad de acostumbramiento y la mayoría de los peces presenta una alta sensibilidad al ruido, respondiendo con conductas de escape. Si bien no ha podido ser identificada referencias bibliográficas específicas, existe una amplia experiencia empírica sobre este tipo de reacciones. Deben mencionarse además los efectos del ruido en relación a la posible inferencia con las comunicaciones interespecíficas en peces. Otro elemento para analizar los efectos del ruido, es la relación entre el ancho del canal de navegación (sector donde se genera el ruido) y el ancho del río, donde se espera que en cauces más anchos el efecto se amortigüe.

III. Contaminación

De acuerdo a la Sección 5.2, durante la remoción del material dragado y la consiguiente resuspensión de sedimentos, pueden quedar expuestos a procesos que provoquen la liberación de elementos contaminantes. Los procesos más importantes que podrían facilitar tal liberación son la reducción u oxidación, la reactividad de estos elementos y su captación biológica y posterior bioacumulación.

Las campañas efectuadas por TGCC, 1996 no muestran la presencia de contaminación en el área de estudio. Para el caso en estudio los muestreos indican que todos los niveles se encuentran por debajo de las normas de referencia tanto de Holanda como de Puget Sound. No obstante teniendo en cuenta los niveles de los elementos contaminantes detectados no debería haber una liberación de importancia, que pueda afectar los límites de calidad de estos elementos en la columna de agua.

En consecuencia, en base a la información disponible y las conclusiones obtenidas en el la sección 5.2, la remoción de sedimentos no implica, en primera instancia, la activación de los efectos de sustancias contaminantes.

Otras fuentes indican situaciones de deterioro de la calidad de aguas del Paraná y del Paraguay (Gómez y González Videla, 1991) y para la mayoría de las sustancias, la presencia de contaminantes en agua está asociada a su acumulación actual o futura en los sedimentos del fondo o directamente en la biota.

Debido a ello, la calidad actualmente detectada para los sedimentos y la continuidad de esta situación debe ser uno de los temas centrales del monitoreo ambiental.

IV. Efectos del dragado sobre los ecosistemas litorales.

Como un indicador de los eventuales efectos del conjunto de transformaciones que se producen sobre el canal de navegación y su entorno, se analizaron los diferentes pasos según el volumen de sedimentos dragados por unidad de longitud de paso.

Las situaciones consideradas sensibles o críticas, o sea con una magnitud de intensidad alta, se señalan en la Tabla N° 5.3.6:

Canal Tamengo

Tramo Asunción-Río Apa: *Travesía Santa Ana (Nancy)*

Tramo Río Apa-Corumbá: *Formigueiro*

Tramo Confluencia-Asunción: *Buey Muerto*

Vuelta Gomez

5.3.3.2. Impactos del dragado de mantenimiento

Si bien se preveen las mismas fuentes de impactos que para las tareas de dragado de apertura, su intensidad y manifestación a lo largo del tiempo varia. En efecto, se modifican las superficie y los volúmenes de dragar, el tiempo empleado para efectuar tales operaciones y en los pasos donde hubo derrocamiento, éste no se repite en la nueva Etapa.

Para más detalle se presenta el siguiente cuadro en el que se indican el tiempo y la cantidad de dragas empleadas para las operaciones de dragado de apertura y mantenimiento.

En forma complementaria se presentan el ranking de pasos en relación al volumen de sedimentos movilizados (datos preliminares) y a la proporción del área afectada por turbidez durante esta etapa (Ver Tablas N° 5.3.1 a 5.3.4.)

En relación con los impactos sobre el hábitat por remoción de los sedimentos del fondo, en esta Etapa, se identifica solamente al Canal Tamengo como paso crítico.

TRAMO	DRAGADO DE APERTURA		DRAGADO DE MANTENIMIENTO	
	TIEMPO (meses)	DRAGAS	TIEMPO (meses)	DRAGAS
Canal Tamengo	8,28	2	1,9	1
Corumba-Río Apa	11,85	2	2	1
Río Apa-Asunción	31,65	6	3,96	1
Asunción-Confluencia	11,65	3	2,82	1
Confluencia-Santa Fe	3,99	1	1,39	1

Fuente: elaboración propia en base al cronograma tentativo incluido en la sección 4 como Tabla N° 4.2.13 y a la estimación de tiempos de dragado según consta en el capítulo 9 de este informe.

5.3.4. Impactos del vaciado (Etapas de Apertura y Mantenimiento)

a) Impactos sobre el hábitat

El vaciado de los sedimentos dragados es uno de los principales impactos del proyecto sobre el ambiente.

Sus efectos se manifiestan por aumento de la turbidez de las aguas (temporalmente debido a la resuspensión de sedimentos por el vaciado de draga) y por el cubrimiento del área donde se los deposita.

Si bien existen localizaciones alternativas para su vaciado (el material puede ser descargado en agua en la columna del curso principal, en ambientes ribereños próximos, o descargados en localidades aledañas al área dragada), en este proyecto se producirá sobre las zonas de energía intermedia del cauce del río.

El análisis de los impactos ambientales de las plumas de turbidez se ha desarrollado en las Secciones anteriores y la situación para cada uno de los pasos ha sido analizada en las Tabla N° 5.3.3. y 5.3.4.

De las tablas anteriores, se mencionan a continuación los pasos más sensibles:

Etapa de Apertura

- Curuzú Juanita
- Cortada Orange
- Frente Puerto Villeta y Restinga Villeta
- Abajo Puerto Pilcomayo

Etapa de mantenimiento

- Vuelta I. Peña Hermosa
- Pedernal
- Cortada Orange
- Camba Nupá
- Isla Medio Concepción
- Frente Puerto Villeta
- Restinga Villeta
- Abajo Puerto Pilcomayo
- Medine
- Saladillo
- Travesía San Antonio
- Dalmacia Morterito
- Purificación

Los pasos anteriores, están afectados por un incremento en los niveles normales de turbidez, que reducen el espesor de la zona fótica donde las comunidades litorales desarrollan sus procesos fotosintéticos. Las eventuales modificaciones en la oferta de nutrientes ya han sido tratadas previamente (Sección 5.2.2.2.) así como la interrelación entre la ictiofauna y el bentos, donde la mayoría de los aspectos mencionados puede aplicarse en esta Sección.

Los resultados mencionados en la misma Sección 5.2.2.2. indican una variación sobre la temperatura inferior a 0,6 °C durante la descarga del material. Su baja intensidad en relación a los cambios diurnos y estacionales, la rápida homogeneización térmica por mezcla y difusión y su limitada extensión espacial permiten indicar que su impacto directo no es significativo.

b) Impactos sobre el bentos y el plancton

La abundancia y estructura de la comunidad macrobéntica se verá alterada por el proyecto propuesto en las áreas de dragado y derrocado (ya analizadas en la Sección 5.3.3) y en las áreas de vaciado debido a la estrecha asociación existente entre los organismos que componen las comunidades con el sustrato que se perturba (Clarke y Miller-Way, 1992; y Landin y Miller, 1988).

En Estados Unidos se han llevado a cabo estudios en los que se documentaron distintos aspectos de la recuperación del hábitat de bentos perturbado y la colonización del nuevo hábitat para distintos tipos de sustratos incluyendo el sedimento con granos relativamente finos, arena y ripio. Las condiciones que afectan al proceso de colonización y el tiempo que se requiere para crear una comunidad que refleje la diversidad y abundancia de las especies originales de las zonas, son específicas para cada lugar. No obstante, estos estudios demuestran que las comunidades de bentos pueden recuperarse después de ser perturbadas por las operaciones de dragado y depósito.

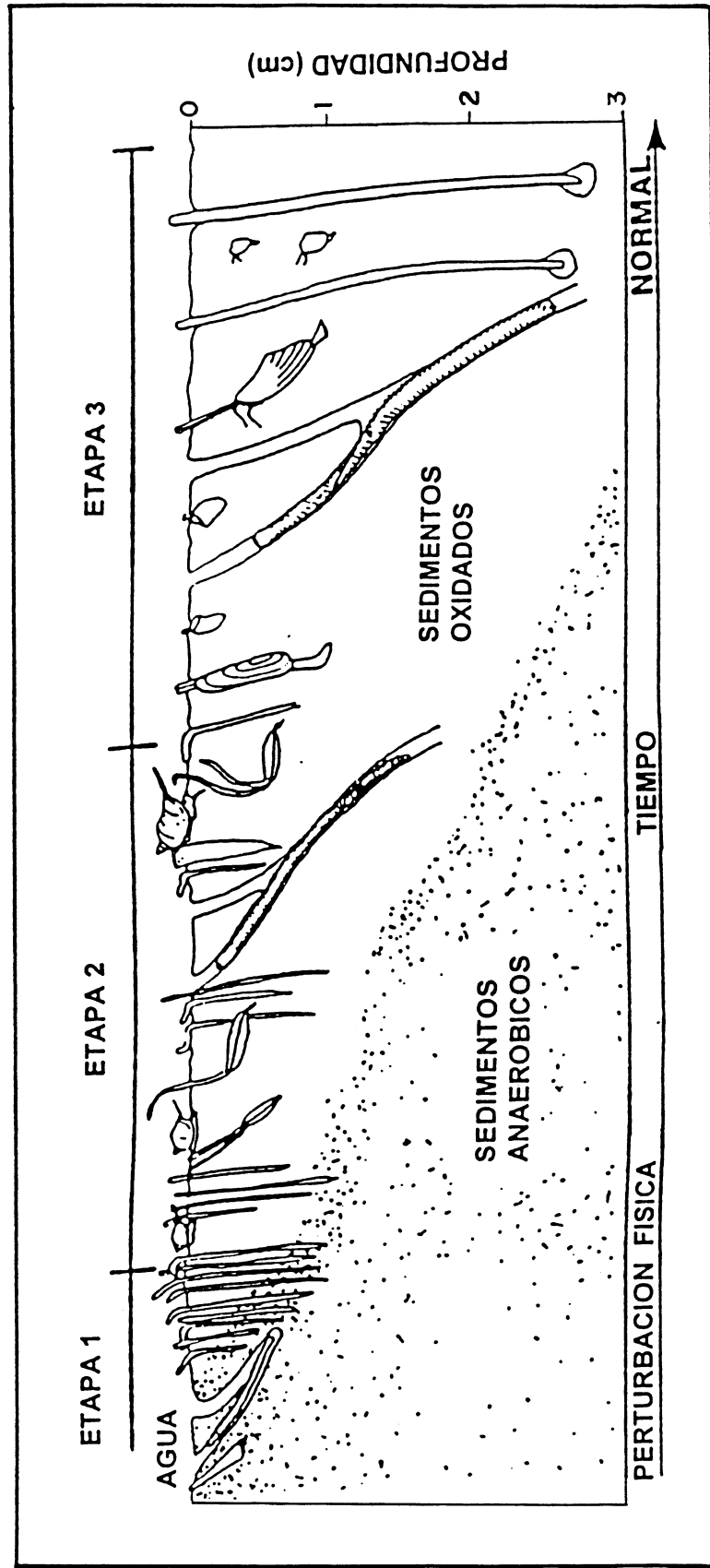
Los acontecimientos biológicos que pueden tener lugar con posterioridad a que las comunidades de bentos hayan sido perturbadas por las operaciones de dragado y depósito, se pueden dividir en etapas. En el caso de la recolonización de bentos en los sedimentos, la Figura N° 5.3.4 muestra que con el tiempo los invertebrados se colonizan en los sedimentos y que la comunidad desarrolla una mayor diversidad y abundancia hasta alcanzar el equilibrio. El tiempo que cada nueva comunidad requiera para alcanzar su equilibrio, o la diversidad y abundancia similar a su estado anterior a la perturbación, será específico de las condiciones y especies locales.

Los sustratos que se ven perturbados varían y en consecuencia, su comunidad específica de bentos también variará. Puesto que las operaciones de dragado, depósito y remoción de roca tendrán lugar solamente en un tramo del río, el efecto del proyecto disminuirá o eliminará el valor funcional del porcentaje de bentos igual al área perturbada por las operaciones. Las Tablas N° 5.3.8 y 5.3.9. muestran la comparación entre los diferentes pasos.

El porcentaje del hábitat del bentos que será afectado en toda la Hidrovia por las tareas de dragado y vaciado durante la Etapa de Apertura surge de relacionar la suma de los valores presentados en la Tabla 5.3.8 y la superficie total del río. En el caso del porcentaje de afectación durante la Etapa de Mantenimiento, la antedicha relación se establece tomando los valores de la Tabla 5.3.9.

Teniendo en cuenta entonces, que la superficie total afectada por las actividades de vaciado durante la Etapa de Apertura es de $19,26 \text{ Km}^2$ y que la superficie del río alcanza los 2.101 Km^2 , el porcentaje resultante es de $0,92 \%$. Si se suma la superficie afectada por el dragado, que asciende a $26,39 \text{ Km}^2$, la superficie total del fondo del cauce afectada sería de $45,65 \text{ Km}^2$, lo que representa un 2% de hábitat bentónico del total del río.

Figura N° 5.3.4: Representación esquemática del proceso seguido por la fauna béntica debido a la perturbación física de la columna de sedimentos



Fuente: Douglas y Miller-Way, 1992.

El mismo procedimiento se aplica para el caso de la Etapa de Mantenimiento. Así, la superficie total a afectar por el vaciado de sedimentos es de 4,90 Km², lo que representa un 0,23 % del total del cauce del río. En el caso de la afectación conjunta de las tareas de dragado y vaciado, la superficie asciende a 30,80 Km², valor que significa un 1,5% del hábitat.

Puesto que el dragado y depósito de mantenimiento se efectuará anualmente, o cuando sea necesario, el impacto de la pérdida de bentos será más intenso, ya que no es probable que el bentos se recupere en términos de biodiversidad y abundancia, por efecto de las perturbaciones periódicas en estas áreas. En cambio, en el área afectada solamente en la etapa de apertura, es esperable una mayor recuperación como se describe más adelante.

La remoción de roca, o la remoción de arena fuertemente compactada, tendrá lugar solamente una vez y representa un 0,055 % de la superficie del hábitat bentónico de la Hidrovía. Puesto que esta acción es irreversible, no será necesario efectuar tareas de mantenimiento. Por lo tanto, puede estimarse que una proporción del hábitat modificado podrá ser recolonizada y eventualmente evolucionar hacia una comunidad de bentos estable.

Si bien la comunidad de bentos proporciona una base de forraje, no debiera haber un impacto directo significativo sobre mayores niveles tróficos. Esta afirmación se fundamenta en:

- el bajo porcentaje del área que será perturbada por el dragado, depósito y remoción de roca comparado con la mayor área del río (ver los porcentajes señalados en los párrafos anteriores).
- los potentes mecanismos ecológicos y biogeográficos actuantes sobre los ecosistemas modificados y su posibilidad de posterior recuperación.
- las fuentes alternativas de alimentación y refugio disponibles.

Debido a la complejidad de analizar y predecir los impactos acumulativos es necesario, dentro del Plan de Gestión Ambiental definitivo para la Hidrovía, efectuar el seguimiento y la evolución de estas comunidades (ver Sección sobre Monitoreo Biológico).

Con respecto a la presencia de endemismos en los pasos sobre los que se practicarán tareas de derrocamiento, hasta el momento de la realización de esta Evaluación no se ha podido identificar la localización precisa de especies endémicas o con algún nivel de riesgo relacionado con la conservación. Será necesario, por lo tanto, llevar a cabo tareas de relevamiento de los afloramientos, con el fin de contar con un conocimiento más acabado respecto de las especies que en ellos pueden detectarse. Esto se indica en las Medidas de Mitigación.

De cualquier forma, es importante tener en cuenta los valores que fueron presentados en la Tabla N° 5.3.14, en relación a los pasos con derrocamiento y al posible impacto que se verificaría sobre las comunidades en ellos existentes. En tal sentido, el área de remoción de rocas (aproximadamente 0,53 km²) representa un 12,81 % de la superficie total de afloramientos (aproximadamente 4,14 km²). Existen pasos sin extracción de afloramientos rocosos (derrocamiento propiamente dicho), como Itacurubi e I. del Medio - Concepción, mientras que los pasos con mayor porcentaje identificado son Canal Tamengo (53,0 %), y Palacio-Cue (20 %).

Varios estudios se han realizado sobre la colonización del hábitat realizado por el hombre y la recolonización del hábitat perturbado (Clarke y Miller-Way, 1992; Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, 1987). Como se mencionara más arriba, el dragado continuo de mantenimiento seguirá perturbando áreas en el canal de navegación y en los lugares en los que se depositará el material de dragado.

Los impactos de las operaciones de dragado y de vaciado del material dragado sobre la comunidad de bentos que se investigaron en la Bahía Mobile, Alabama, en los Estados Unidos (Clarke, 1992) midieron una disminución en la abundancia y diversidad de los organismos bentos después de las operaciones de dragado y del depósito del material dragado. El área es un estuario, con un mayor porcentaje de materiales de grano fino que el que se encuentra en la zona del proyecto en los Ríos Paraguay y Paraná.

Como referencia, se indican los resultados de un monitoreo realizado sobre el bentos en Bahía Mobile. El estudio demostró el proceso de recuperación requiere entre varias semanas y seis meses (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, 1987). El monitoreo de un lugar de depósito en particular antes y después de efectuar el vaciado del material dragado reveló que doce semanas después de efectuado el depósito, las muestras tomadas no indicaban diferencias cuando se las comparaban con las condiciones de bentos anterior a la perturbación (Clarke, 1992). Este estudio demostró que si bien se alteró la estructura de la comunidad por el depósito del material dragado, la misma no se alteró en forma permanente.

Los distintos períodos de tiempo para la recuperación pueden originarse en el monto de la sobrecarga, variación estacional en la población de los sedimentos o en las condiciones físicas y químicas tales como temperatura, profundidad y velocidad del agua (Clarke, 1992). La sobrecarga de sedimentos en las áreas de depósito estudiada por Clarke (1992) fue solamente de aproximadamente 20 cm. Esta cifra es inferior a la sobrecarga del proyecto que se propone, la que puede alcanzar un promedio entre 1 y 1,50 m. Puesto que las condiciones presentes en un hábitat en particular y los requerimientos de una especie en particular determinan la forma en la que la comunidad de bentos responde a la perturbación, este estudio puede sólo aplicarse al proyecto como un indicio de que las comunidades de bentos se pueden recuperar después de la perturbación. El período de tiempo

requerido para volver a alcanzar una estructura y abundancia de bentos similar a la existente antes de la perturbación, corresponderá a esa comunidad en particular.

Para el caso de la Hidrovía Paraguay - Paraná, se espera que la acción de la corriente del río como factor biogeográfico de dispersión de la flora y fauna asociada disminuya el tiempo de recuperación respecto del caso de una bahía (a igualdad en el resto de las condiciones ecológicas).

En el caso específico de la Hidrovía Paraguay - Paraná, como un estimador del impacto sobre el bentos se analizaron los efectos del dragado y vaciado según la superficie total del hábitat bentónico afectado por dichas actividades. En la Tabla N° 5.3.8, aparecen como pasos sensibles en la etapa de apertura:

- Itacurubí
- Piuvás Inferior y Superior
- Travesía Casado Inferior
- Travesía Máxima-Caa Pucú Guazú
- Restinga Ita Pirú Guayratí
- Palmita-Oculto Inferior
- Formigueiro
- Tacuani
- Riacho Zapata
- Punto Irigoyen

En la Tabla N° 5.3.9, aparecen como pasos sensibles en la etapa de Mantenimiento:

- Travesía máxima e I. Caa Pucu Guazú
- Piuvás Inferior y Superior
- Riacho Zapata

En el marco de los eventuales efectos sobre el Plancton, y retomando el análisis efectuado en las Secciones 5.1.2 y 5.2.2.2. el vaciado produce un impacto sobre los hábitats acuáticos por el incremento temporal en los niveles de turbidez y los sólidos suspendidos. Estos factores reducen la zona fótica y, consecuentemente, la producción de fitoplancton y productividad primaria sobre la superficie de la pluma de turbidez y en un tiempo acotado. Si bien los estudios citados en la sección 5.2.2.2 señalan que el nivel del oxígeno disuelto puede disminuir durante el vaciado, los bajos niveles de materia orgánica identificados en los sedimentos predominantemente arenosos y las características de la pluma de turbidez limitan la intensidad, duración y extensión de este efecto potencial. Si bien este impacto no se considera significativo, podría hacerse comparativamente más notorio durante el verano en las cercanías de Corumbá (área con mayor proximidad a la influencia de las aguas con menor contenido de oxígeno provenientes del Pantanal).

Además de estos efectos sobre el fitoplancton, se afecta el zooplancton, incluyendo los huevos y larvas de peces (ictioplancton) y de otros organismos por

destrucción mecánica e interferencia con los procesos de locomoción, alimentación y fisiológicos en general.

Se ranquearon los pasos de acuerdo al porcentaje del área afectada por turbidez durante las etapas de apertura y mantenimiento del canal. Los mismos se exponen en las Tablas N° 5.3.3 y 5.3.4.

c) Impactos sobre el necton

Los efectos del vaciado sobre el hábitat son las plumas de turbidez, y ya han sido descriptos. Esta modificación del hábitat genera un impacto sobre el necton. El aumento de partículas en suspensión puede incrementar la tasa de morbilidad e incluso de mortalidad, pues produce daños en los tegumentos y branquias de los peces, especialmente en los estadios de desarrollo iniciales y la rotura mecánica de los huevos. Además produce una barrera funcional a la migración de los peces adultos y juveniles por creación de condiciones desfavorables para su pasaje, pudiendo producir una reducción local de poblaciones de peces migradores. Debido a la carencia de información bibliográfica específica de la biota neotropical, es imposible actualmente cuantificar los efectos.

El efecto de la pluma de turbidez por vaciado en el cauce podría afectar en forma directa únicamente a aquellas especies con capacidad natatoria muy reducida (elamosbranchios y achiridos). Estas especies, no obstante, se encuentran muy adaptadas para vivir sobre el sedimento. Dado que la granulometría predominante en el cauce del Parana es arena mediana a fina, es de esperar que la velocidad de sedimentación resulte mucho menor que la velocidad de escape de los peces, la cual está directamente relacionado con la talla. Para un migrador tipo como el sabalo que fácilmente alcanza los 40 cm de longitud, por ejemplo se puede estimar una velocidad de escape mayor a 2 m/s. Por otra parte, el incremento de la turbidez aportada por la pluma no alcanzaría niveles letales. Cairns (1978) ha encontrado para 16 especies, entre las cuales se encontraba la carpa (*Cyprinus carpio*), que los niveles de turbidez letales oscilaban entre 80.000 y 200.000 ppm. Estos valores exceden ampliamente los niveles de turbidez aportados por la draga.

El análisis de los efectos de la repetición espacial y temporal de los efectos de las plumas de turbidez analizados en forma individual en el párrafo anterior no ha encontrado fundamentos bibliográficos pertinentes. En efecto, la bibliografía disponible (Shields et al., in press) si bien evidencia una reducción en la abundancia y diversidad de especies en los grandes ríos donde se han realizado dragados y canalizaciones no permite diferenciar los efectos de estas actividades de los efectos derivados de otras obras de ingeniería (embalses, esclusas de navegación, artificialización de márgenes) ni de los procesos de artificialización y cambios de uso del suelo en la cuenca asociada (contaminación hídrica, urbanizaciones).

Para el caso de la Hidrovía, no ha podido ser identificada bibliografía específica sobre los impactos del vaciado de sedimentos. Empíricamente y a priori, a partir del conocimiento de la ictiofauna local por parte de los consultores, se estima que en animales adultos, dada la magnitud espacial y temporal de la obra, el efecto será de moderado a bajo, mientras que para aquellos animales con capacidades natatorias limitadas (huevos, protolarvas) el efecto será mayor. No existe el riesgo de extinción local de poblaciones de peces de interés comercial y otros organismos ya que predominantemente la deposición de sedimentos se realizará sobre el río y sólo puntualmente será sobre ambientes de orilla y ribereños próximos.

d) Impactos sobre los ambientes litorales

I. Impactos sobre el hábitat litoral

En esta sección se presta atención al hábitat litoral, es decir a la interfase acuática terrestre. Se indican una serie de aspectos cuali y cuantitativos en relación a los impactos que reciben este hábitat y sus comunidades.

Uno de los eventuales efectos sobre las costas es el cambio en la intensidad y localización de los procesos de erosión - sedimentación. El comportamiento de la tasa de sedimentación puede ser precedido en función de cambios en la velocidad del agua, cambios en el patrón de las corrientes, la eventual resuspensión de material y otros. Entre estos factores se desarrollan los siguientes:

- La velocidad de la corriente:

Para este caso no se prevé que la profundización del canal de navegación produzca cambios en la corriente. Esta situación hace que no sea previsible modificaciones, ya que el sistema fluvial procesa la acción recibida y se orienta hacia la restitución del equilibrio original.

- La carga de sedimentos totales transportados por el río (no previstos)
- La proporción de línea de costa afectada.

En relación a este punto se presenta el caso extremo en la que la operación de dragado y vaciado afecta a toda la longitud del paso. A este valor deben sumarse la longitud de 3 km correspondiente a la pluma de turbidez. Si se considera que la línea de costa afectada está en relación directa con la longitud del paso que se draga, las proporciones de costa afectada coincidirán con las longitudes a dragar más los 3 km de la pluma de turbidez.

La situación anterior se ve modificada cuando los pasos a dragar se localizan en sectores del río suficientemente angostos como para afectar a una longitud de costa importante.

En este estado de desarrollo del proyecto no se han identificado zonas de localización para el vaciado. Para la próxima etapa, debe prestarse atención a la

deposición de sedimentos en zonas cercanas a remansos y sectores de costas próximos a la presencia de efluentes y afluentes.

II. Impactos sobre la vegetación litoral

El aumento en la concentración de sedimentos posee un impacto directo que se manifiesta sobre las comunidades más sensibles al incremento en el nivel de turbidez de las aguas.

Para el caso en estudio, el impacto aparece, en primera instancia, afectando a las praderas anegables de pastos cortos y tiernos de las tres Ecoregiones en cuestión. Son comunidades que habitan aguas de alta transparencia. La lectura de las Tablas 4.7.8, 4.7.9 y 4.7.10 señala que estas comunidades son las únicas que dependen altamente de un medio acuático transparente, por lo que los aumentos significativos en la concentración de los sedimentos pone en situación de riesgo a las poblaciones.

El incremento de la turbidez modifica los niveles normales de iluminación que requieren las comunidades litorales, disminuyendo la intensidad de sus procesos de fotosíntesis. Este efecto de la turbidez tendrá un impacto mayor en aquellos pasos en los cuales el ancho del río en aguas bajas es igual o menor al ancho de la pluma de turbidez, es decir, es menor o igual a 500 m. Estos pasos (presentados en la Tabla N° 5.3.5) son:

- Curva do Aboteado (km 2342 a km 2344)
- Curva Buena Vista o Ñandú (km 1847 a km 1849)
- Formigueiro (km 2720 a km 2722)
- Riacho Zapata (km 631 a km 641)
- Bat. Londres - Humaita (km 1287 a km 1290)
- Trav. Casado Inferior (km 2139 a km 2145)
- Volta da Figueirinha (km 2637 a km 2639)
- Piripucu (km 1847 a km 1850)

En total, estos 8 pasos alcanzan los 30,2 km de longitud de río, a lo que debe sumarse la longitud de la pluma de turbidez aguas abajo en cada uno de ellos. El total alcanza los 57,2 km, que representan un 2,7 % en relación al largo total de la Hidrovía. Este es el porcentaje en el que se verá afectada, aproximadamente, la disponibilidad de luz para la vegetación litoral sumergida, proceso que no afectaría a la vegetación flotante o a la emergente.

A los efectos de realizar una evaluación de impacto ambiental conservadora, se tuvieron en cuenta aquellos pasos en los cuales el ancho del río en aguas bajas alcanza los 600 m. En estos pasos se espera que la pluma sólo llegará a las márgenes bajo condiciones excepcionales e infrecuentes. Los casos considerados son:

- Desembocadura Río Bermejo (km 1320 a km 1322)

- Cortada Orange (km 1506 a km 1510)
- Curuzú Brasileiro (km 1850 a km 1852)
- Pedernal (km 1882 a km 1884)
- Arrecifes (km 2047 a km 2050)
- Estirao Braga (km 2362 a km 2365)
- Santana (km 2728 a km 2731)

Siguiendo igual criterio que para los 7 pasos anteriormente citados, el total de los pasos con 600 m de ancho en aguas baja totalizan 19 km de largo del río, a lo que debe sumarse la longitud de la pluma de turbidez aguas abajo en cada uno de ellos. El total alcanza los 40 km, lo que traducido a términos relativos representa un 1,90 % de la longitud total de la Hidrovía.

Para una cuantificación correcta del impacto, deben considerarse las siguientes situaciones de contexto:

- la frecuencia y permanencia del río en aguas bajas. Se estima que el río presenta estas condiciones 4 días al año en promedio.
- la duración de los efectos de la pluma en el agua, estimada, en forma conservadora, en 1,5 horas.
- la cantidad de dragas que actúan en forma simultánea en los distintos tramos de la Hidrovía. Según se indica en la Sección 5.3.3.2., esta cantidad oscila entre 1 y 6, dependiendo del tramo.
- las condiciones de fragilidad de los ecosistemas naturales y, en especial, la presencia de Areas Naturales Protegidas. En este sentido, se ha detectado la existencia de la Reserva Litoral Chaqueño, parte de cuyas costas coincide con el paso Humaitá (sensible o crítico en cuanto al ancho del río en aguas bajas).

III. Impactos sobre la fauna litoral

Dadas las características del Proyecto enunciadas precedentemente, no se espera que haya pérdidas importantes de hábitats, tanto subacuáticos como ribereños, en los tramos dragados de la Hidrovía. Este hecho implica que no será afectado el éxito reproductivo de las especies nidificadoras o que oviposicionan en las orillas del río (aves playeras, tarariras, cíclidos, yacarés), como así tampoco se verán impactadas las especies que utilizan estos ambientes como refugio y lugar de alimentación (sábalos y curimátidos, cíclidos, viejas, simbranchiformes, señoritas, banderitas, tortugas de río, pelecípodos y gasterópodos). Si se compara la longitud dragada del canal de navegación (aproximadamente 150 km) en relación a la longitud total de la Hidrovía (2.100 km), le corresponde un porcentaje del 7,1 %, del cual obviamente no toda su longitud va a recibir impactos mensurables.

Como se menciona en el apartado anterior es difícil cuantificar el impacto y relacionarlo con la tipología de ecosistemas costeros sin contar con una distribución espacial de hábitats que pueda ser tomada como base.

En términos generales, la movilidad de la macrofauna hace que estas especies eludan los efectos puntuales o concentrados sobre las márgenes. Sin embargo es posible esperar efectos por la alteración del hábitat, tanto sea en función de su uso para la nidificación, el refugio o la búsqueda de alimentación. Estos efectos negativos se acentúan durante la etapa reproductiva o en los primeros estadios de desarrollo (cachorros), es decir primavera y verano.

En caso de que existan fluctuaciones importantes que marquen un descenso del agua a niveles que comprometan el tamaño de los humedales a lo largo de la Hidrovía, se incrementa el riesgo de que las especies encuentren períodos en los cuales, debido a razones climáticas, no haya disponibles sitios alternativos para alimentación o reproducción. Sin embargo, la evaluación realizada sobre los efectos de posibles cambios en los niveles del pelo de agua (Sección 5.2.1.) y en los pulsos de inundación (Sección 5.2.1.), desestiman este efecto como un impacto significativo.

IV. Impactos sobre la biodiversidad y la conservación de la naturaleza.

Según los análisis realizados en las secciones previas de esta Evaluación, las acciones del Proyecto que actúan en forma más intensa y concentrada respecto a la abundancia, continuidad y mecanismos de distribución de las especies, corresponden a la acción directa del vaciado y el derrocamiento. Estas acciones producen transformaciones puntuales que pueden limitar la presencia local de especies, en especial aquellas con mayor sensibilidad y las relacionadas con el medio acuático. Como ya se ha explicitado previamente, no se dispone de información sobre la composición de especies bentónicas de esos sitios. Este análisis, debe basarse fundamentalmente en datos morfométricos como la superficie de los afloramientos consolidados, su distribución a lo ancho de todo el cauce y su variación a lo largo de los tramos, así como la superficie del afloramiento que se destruye (sumando los pasos de los cuales se dispone de información) respecto a su superficie total, llega aproximadamente al 0,43 %.

Aquí convergen todas las consideraciones respecto a los impactos comentados en los puntos anteriores de esta Sección, pues ese impacto puede causarse por el efecto directo de destrucción del hábitat o la biota por el dragado o voladura, por el incremento de la acción abrasiva de las partículas en suspensión o el bloqueo de los procesos de fotosíntesis (plumas de turbiedad o manto de depósito). El grado de afectación de estas acciones sobre el ambiente ha sido tratado en cada uno de los casos desarrollados.

Con respecto a las características del ambiente receptor de la obra, y en referencia al estado de conservación de la naturaleza, deben considerarse los siguientes aspectos:

La dinámica fluvial del medio receptor del Proyecto caracteriza en gran parte su respuesta ecológica. Por un lado, actúa dispersando los efectos a distancia, con lo cual se disminuye su intensidad a escala local. Por el otro, y especialmente con respecto a la biota, determina que ambas márgenes y todo el cauce queden incluidos en un potente mecanismo biogeográfico y ecológico de transporte y recolonización de las diferentes especies que caracterizan sus ecosistemas. De esta forma, actúa un complejo sistema de restauración de los ambientes alterados, que son frecuentemente "cicatrizados" por estos procesos. Esta situación refuerza la hipótesis de una baja probabilidad de reducción de la biodiversidad.

Sin embargo la acumulación de efectos individualmente poco probables como la reducción de las poblaciones por el derrocamiento, la superposición de sucesivas barreras porosas producidas por las plumas de turbidez, los efectos acumulados de la depositación de mantos de sedimentos, etc. pueden llegar a sinergizarse y producir un nivel de cambios no esperados.

Es por ello que se propone incluir la evolución de la biodiversidad dentro del monitoreo biológico.

V. Impactos sobre las Reservas Icticas Litorales

En relación a los aspectos de conservación, se encuentra que las zonas de Reservas Icticas de la Provincia de Corrientes (Argentina) coinciden con pasos a dragar de baja y media criticidad (no sensibles). El detalle de las zonas y los pasos involucrados es el que sigue:

- Goya: Toro-Costa Izoro
- Esquina: Costa Cordillate y Abajo Esquina
- Bella Vista: Travesía Carrizal

Ninguno de los pasos mencionados presenta niveles altos de criticidad para ninguno de los criterios seleccionados (relación entre el ancho del canal navegable y el ancho del río en aguas bajas, concentración de sedimentos, volúmenes de sedimentos movilizados por el dragado y porcentaje del área afectada por la turbidez).

No obstante, pueden ser afectadas por impactos negativos de intensidad media o baja. El programa de monitoreo deberá restar especial interés sobre estos sectores del río.

VI. Impactos sobre las Areas Naturales Protegidas Litorales

Por el valor de su patrimonio natural, el reconocimiento de la sociedad y el marco regulatorio que establece su protección y objetivos de manejo, las áreas naturales protegidas (ANP) ocupan un importante aspecto en la evaluación del impacto ambiental. Se analiza la situación en cada uno de los tramos seleccionados.

De las ANP identificadas en Diagnóstico las que están sujetas a algún tipo de impacto potencial son:

Tramo Santa Fe - Confluencia

- Litoral Chaqueño: el paso Talar - Isla del Medio se encuentra en las adyacencias de la costa de esta ANP. Dicho paso presenta un rango de criticidad media respecto a la relación entre el ancho del canal de navegación y el ancho del río en aguas bajas. En todos los demás criterios de elaboración de rankings, presenta rangos de criticidad bajo.

- Isla Garibaldi (proyectada, año 1993): Esta ANP coincide con el paso Garibaldi. Las actividades a realizar en este paso tienen un nivel de criticidad bajo para todos los criterios considerados. Se desconoce el estado de gestión actual.

Tramo Confluencia - Asunción

- Litoral Chaqueño: Un sector de la costa de esta ANP coincide con el paso Humaitá. Este paso presenta un nivel crítico alto en lo que hace a la relación entre el ancho del canal de navegación y el ancho del río en aguas bajas y en el porcentaje afectado por la turbidez durante la etapa de apertura. El nivel de criticidad es medio para los volúmenes de sedimentos movilizados en la apertura del canal y para el porcentaje de turbidez durante la etapa de mantenimiento.

- Bouvier: Varios pasos se localizan cerca de la superficie cubierta por la ANP. Ellos son Medín (criticidad alta para el porcentaje afectado por turbidez durante la apertura y el mantenimiento), Travesía San Antonio (criticidad alta para los volúmenes de sedimentos movilizados durante la etapa de mantenimiento), Restinga Villeta y Frente Puerto Villeta (ambos con niveles de criticidad alta para el porcentaje del tramo afectado por la turbidez en etapas de apertura y mantenimiento).

Tramo Asunción - Río Apa

- Estero Milagro (propuesta del año 1993): Aguas arriba de este proyecto de ANP se ubica el paso Isla del Medio-Concepción, sujeto a actividades de derrocamiento. En lo que respecta a los niveles de criticidad de este paso con respecto al dragado, se encuentra entre los altos en relación al área afectada por turbidez durante el mantenimiento.

VII. Impacto sobre zonas de recreación (balnearios, zonas de pesca, etc).

Si bien la evaluación definitiva deberá hacerse cuando se conozcan la localización y características de las zonas de vaciado, en base a las condiciones actualmente conocidas y a las características generales del Proyecto, no se identifican impactos esperables sobre estas zonas.

Las situaciones que están relativamente cerca de niveles de criticidad están mediatizadas cuando el cauce no está monocanalizado. Tal es el caso de los pasos:

- Buena Vista
- Piripucu
- Casado inferior

5.3.5 Impactos de la Operación

5.3.5.1. Impactos por cambios del tránsito naviero

De acuerdo a lo analizado en la Tabla N° 5.2.2 en donde se exponen proyecciones correspondientes al comportamiento del tráfico naviero bajo las alternativas sin/con Proyecto, no se espera un incremento del tráfico de embarcaciones como producto de la implementación del Proyecto Hidrovía Paraguay - Paraná. Si bien la Tabla N° 5.2.2 muestra un incremento del tráfico entre el año 1997 y 2020, este valor es menor “con Proyecto” que “sin Proyecto”.

Se podría argumentar que en una situación “sin proyecto”, caracterizada como no hacer nada (ver capítulo 2, ítem 1.3) existiría la posibilidad de volver a una interrupción prácticamente total de la navegación, en cuyo caso si habría un aumento del número de viajes en la situación “con proyecto”. Esta hipótesis, sin embargo, no se considera admisible. Para todos los efectos, no se considera posible una pasividad gubernamental que permita la reinstalación de un escenario de fuerte restricción a la navegación. La “situación actual”, esto es, el importante desarrollo de la navegación posibilitado por el estado de aguas altas de los ríos Paraguay y Paraná que perdura desde 1974, deberá ser mantenida y mejorada en el futuro, con la implementación del proyecto que es motivo del presente informe.

Se analizan a continuación los posibles efectos actuales de la navegación sobre el ambiente y se discuten las eventuales consecuencias del Proyecto.

a) Erosión de costas

La lectura de la Tabla N° 5.2.2 indica que las mejoras efectivas introducidas en el canal de navegación no se traduce en un incremento del tráfico naviero, sino que se producen cambios en la tipología de las embarcaciones empleadas. Esto hace que el número de convoyes sea comparativamente menor a la alternativa sin proyecto. Por lo tanto, se considera que no existirán incrementos mensurables en

la erosión costera por impacto mecánico del oleaje asociado a cambios en la navegación.

A fin de prever situaciones no contempladas en este análisis, se recomendará en el Monitoreo (Sección 8) efectuar un seguimiento sobre los sitios costeros más sensibles.

b) Efectos directos sobre la biota

Como se ha explicitado anteriormente, la Tabla N° 5.2.2 indica que el Proyecto Hidrovía Paraguay - Paraná no incrementa el tráfico naviero, sino que cambia la tipología de las embarcaciones empleadas.

En la actualidad, el pasaje de las embarcaciones puede afectar a las comunidades bióticas, dependiendo su magnitud del tamaño, frecuencia, y velocidad del pasaje como así también de la relación entre el calado de la embarcación y el tamaño del canal de navegación.

Las nuevas condiciones de tránsito naviero en la Hidrovía hacen no esperable la alteración de los hábitats ribereños, de lagunas naturales y zonas de inundación por erosión continua derivada de la navegación. En función de la continuidad de los hábitats no se considera probable la extinción local de poblaciones de peces, moluscos y otros vertebrados por la acción mecánica del oleaje.

En el contexto anterior, la vegetación terrestre no se ve impactada por el incremento del tráfico, ya que al no verse incrementada la erosión de las costas por la acción de un mayor oleaje, no hay una pérdida importante de cubierta vegetal que acelere la erosión de las costas.

En relación a las poblaciones de peces afectadas actualmente por el embestimiento contra embarcaciones², la experiencia empírica de los consultores, adquirida a partir de la observación directa del comportamiento de los peces, indica que, debido a su movilidad propia, no es frecuente el atrapamiento de dichos componentes bióticos por las hélices de las embarcaciones. Es de destacar que se si bien se reporta 100 % de mortalidad para el caso de ictioplancton (Bucher et al. 1993) este dato se refiere a la tasa de mortalidad de los individuos pasivos que son absorbidos directamente por el cono de la hélice. La evaluación de este efecto debe hacerse en el contexto del caudal del río como hábitat total disponible para las comunidades. La ausencia de incremento en esta interacción hace improbable la modificación de las actuales condiciones en las vías de migración de peces adultos y juveniles.

c) Contaminación con residuos

² El pasaje de los cascos de las barcas y la acción de las hélices producen cambios de velocidad tanto detrás como en forma lateral, causando turbulencias.

El mejoramiento de las condiciones de navegación, y el control del cumplimiento de los Protocolos a los cuales han adherido los países miembros, constituyen un marco dentro del cual no se espera un deterioro del ambiente originado por desechos liberados por las embarcaciones, sino incluso una mejora sobre la calidad del medio ambiente y sobre la misma biota. Este caso es uno de los impactos potencialmente positivos del Proyecto.

d) Accidentes derivados del tráfico naviero (derrames, residuos, naufragios, etc)

De acuerdo a los análisis realizados previamente, la implementación de las obras no implica un aumento en el número de viajes realizados ya que se espera que se permita una mayor carga transportada por viaje. Por otro lado, se incorporan nuevos elementos de seguridad relacionados con las mejoras a introducir respecto de la señalización y el balizamiento y la utilización de la normativa específica.

Análisis realizados para el tráfico naviero del río Mississippi (EE. UU.), han demostrado que no es posible identificar una relación causal entre los accidentes y el tráfico fluvial. De acuerdo a esta conclusión, tampoco es esperable que se produzcan accidentes en los que se involucre el derrame de sustancias o materiales peligrosos.

El análisis de la Tabla N° 5.2.2 muestra, a mediano y largo plazo, un mantenimiento en la carga transportada y en los flujos anuales, para el petróleo, celulosa, granos, mineral de manganeso y clínquer. Solamente el mineral de hierro experimenta un incremento significativo.

La continuidad en el perfil de las mercaderías de riesgo ambiental transportadas con y sin Proyecto (por ejemplo, hidrocarburos), indica que no es esperable un impacto por incremento de derrames, volcado de residuos, naufragios, etc. Se espera que la frecuencia actual de accidentes se vea disminuída por las mejoras en la señalización y balizamiento y por las medidas de difusión y capacitación asociadas.

5.4 MEDIO ANTROPICO

5.4.1 Evaluación de los Impactos Ambientales Sobre la Economía

El propósito de esta sección es presentar las conclusiones del estudio de evaluación ambiental con respecto a aquellos impactos adversos que podrían causar un deterioro importante de los recursos de los ecosistemas. En los casos donde fuera identificado un efecto negativo sobre un recurso natural, su impacto ha sido evaluado cuali y cuantitativamente y los costos del impacto o de su mitigación incluidos en la propuesta de análisis económico global.

Desde el inicio del análisis de los efectos del Proyecto sobre el ambiente, fueron identificados tres efectos potenciales que requieren un análisis particularizado. Ellos son:

- efectos sobre el régimen hidráulico del sistema fluvial,
- efectos sobre la frecuencia de accidentes de navegación, incluyendo por ejemplo derrames de sustancias químicas potencialmente tóxicas,
- efectos en la calidad del agua (físicos y químicos, incluyendo turbidez) y sus consecuencias sobre la biota acuática.

A continuación, se discute su alcance potencial.

Como se ha concluido en la Sección 5.2.1, no se esperan cambios en el régimen hidráulico, por lo que no existirían impactos económicos derivados.

En la Sección 5.3.5.1 se analizaron los eventuales impactos sobre la biota del río por modificaciones en el tránsito naviero, concluyendo que no se esperan impactos directos sobre el medio antrópico.

Luego de efectuada la evaluación ambiental, se concluyó que el efecto sobre la calidad ambiental del recurso hídrico a causa de incrementos de la turbidez es el único impacto que merece un análisis más profundo en relación al presente estudio. Este efecto produce principalmente un impacto económico sobre la actividad pesquera, tanto comercial como deportiva, de modo que la evaluación de los costos ambientales se concentra en este impacto.

5.4.1.1 Deterioro de la Calidad Ambiental

Se considera en la evaluación ambiental que los principales impactos potenciales de la obra se producen sobre los ambientes acuáticos y en especial sobre los recursos hídricos. El resto de los efectos se estiman como de intensidad leve o no significativa, o bien que sus consecuencias pueden ser prevenidas o disminuidas por la aplicación de las medidas de mitigación propuestas en el Proyecto o por el

cumplimiento de la normativa vigente. Los componentes acuáticos para los cuales se puede tener efectos son los siguientes:

- la calidad física de las aguas
- el hábitat de aguas libres y de fondo
- las comunidades acuáticas, especialmente las bentónicas, planctónicas y la ictiofauna.

Puesto que los datos disponibles de los muestreos realizados en el estudio de TGCC¹, no muestran contaminación, no se espera una redistribución de contaminantes movilizados por el dragado. De hecho, el mayor efecto sobre la calidad del agua reside en la turbidez causada por el dragado. El tipo e intensidad del deterioro de la calidad del agua que pueda causar un impacto negativo sobre el hábitat y las organismos acuáticos ya ha sido analizado previamente.

Los impactos del deterioro de la calidad del agua sobre las comunidades bentónicas y planctónicas se consideran de extensión temporal y espacial limitada y no hay un impacto económico directo que se pueda medir. Debido a esto, la externalidad del impacto (como es considerado en este análisis económico), está limitada predominantemente al efecto negativo sobre las pesquerías, porque aún un impacto temporal puede causar un impacto económico. Dentro de los alcances de las tareas, este aspecto ha sido seleccionado para el desarrollo cuantitativo.

Para llegar a los costos anuales del impacto sobre las pesquerías, en primer lugar se describen las características de pesquerías comerciales y deportivas; luego, se cuantifica el impacto en términos espaciales y, finalmente, se calcula el costo del impacto. En las siguientes secciones se describen las características de las pesquerías en el área del proyecto.

a) Peces y migraciones

Existen dos grupos de especies adaptadas a condiciones diferentes. Unas adaptadas a las aguas corrientes de los cauces, en su mayoría migradores (el sábalo, el curimatá, el patí, los surubíes, el manguayú y los dorados, la boga, etc.) y otras a zonas de aguas calmas (donde también viven las larvas y juveniles de todas ellas). Respecto al estado de conservación de las especies, no se han identificado situaciones de riesgo para la conservación de las especies de mayor importancia para la pesquería.

En la migración reproductiva, los peces forman cardúmenes que se desplazan contracorriente hacia lugares favorables para el desove. Para muchas especies este fenómeno comienza en primavera-verano, a medida que el nivel del agua aumenta.

¹ TGCC, 1996. Evaluación del Impacto Ambiental del Mejoramiento de la Hidrovía Paraguay-Paraná - Módulo B2 - Diagnóstico Integrado Preliminar.

El desplazamiento de los cardúmenes se realiza por la zona del veril y por las márgenes, donde el flujo de la corriente es menor, o sea con menor interacción con la zona de dragado y mayor con la zona de vaciado. De acuerdo al cronograma disponible (Figura 4.2.13), la ejecución del dragado coincidiría con los desplazamientos reproductivos de sábalo y dorados, durante un 42 % del ciclo migratorio en el tramo Confluencia - Santa Fe, y un 80 % en el tramo Asunción - Confluencia.

La optimización entre los cronogramas de dragado y los períodos migratorios será una de los componentes principales de las Medidas de Mitigación y del Plan de Gestión Ambiental. Estos aspectos deberán ser considerados en las Especificaciones Técnicas licitatorias correspondientes.

b) Reproducción de los peces y el plancton

El componente más relevante de esta comunidad en relación a las obras es el ictioplancton (huevos y larvas en diferentes estadios de desarrollo). Las mayoría de las especies de peces de importancia comercial son migradoras y su apareo y desove comienza en primavera-verano, a medida que el nivel del agua aumenta. De acuerdo al cronograma mencionado, el dragado se superpondría escasamente con el período reproductivo de los tramos Santa Fe - Confluencia, en un 50 % en el tramo Confluencia - Asunción y en una proporción importante en los siguientes tramos.

c) Actividad pesquera

Las pesquerías están basadas principalmente en especies como el dorado, el pacú, el surubí, el manguruyú y otros grandes siluroideos, la boga, la corvina y el sábalo.

La información disponible sobre las pesquerías es en general escasa. Gran cantidad de la captura no aparece en los registros, ya que la misma es incorporada a la dieta de la población asentada en las márgenes de los ríos, sin pasar por los mercados. Vinculados a este tipo de pesca existe un número importante de pescadores, cuya práctica es de carácter ocasional y da lugar a la pesca conocida como de subsistencia. No hay información sobre la pesca de subsistencia, aunque se estima importante y en aumento.

Desde el punto de vista del uso de los productos de la pesca en la región, puede diferenciarse una pesquería comercial de carácter netamente artesanal, y otra deportiva.

En los ríos Paraná y Paraguay, la actividad pesquera comercial es casi exclusivamente artesanal, a pesar de su importancia como fuente generadora de empleo y alimento. En la región analizada no existen registros de industrias dedicadas al procesamiento del pescado. La producción de la pesquería es comercializada a través de la venta directa por el pescador al consumidor, a

acopiadores o a comercios.

La comercialización del producto pesquero comprende básicamente aquellas especies utilizadas para consumo humano, para uso ornamental y para "carnada viva".

Si bien ambos ríos poseen una elevada diversidad ictícola, las capturas comerciales están dominadas por unas pocas especies de gran porte, las que varían según el tramo del río de que se trate. En el Paraná Inferior y Medio, dominan las capturas del sábalo (hasta un 60 %). Se trata de una especie iliófaga con escaso valor en el mercado. En los tramos superiores del Paraná Medio y en el río Paraguay, si bien el sábalo presenta capturas elevadas, adquieren relevancia el surubí, de alto valor comercial y otros grandes bagres.

En la Tabla N° 5.4.1 se presentan las capturas por especie en diferentes sitios del tramo Santa Fe - Confluencia (Pesca Continental Argentina, estadísticas de diferentes años) y en la Tabla N° 5.4.2 las capturas según el hábitat de las mismas. La Tabla N° 5.4.3 sintetiza la información precedente en todos los tramos de la Hidrovía.

d) Pesca Deportiva

Existen en la región especies muy demandadas desde el punto de vista deportivo, sobre las cuales se desarrolla una intensa actividad turística, con importante beneficios económicos. Algunas especies como el dorado, el surubí y el pacú constituyen trofeos valiosos de la pesca deportiva, reconocidos internacionalmente.

En el Paraná Medio, la pesca deportiva es muy intensa. En la provincia de Corrientes, con unos 700 km de costa sobre el río Paraná, el gobierno otorgó en los últimos cinco años unas 6.500 licencias deportivas, en gran proporción a pescadores del área del alto Paraná (Paso de la Patria y El Cerrito mayoritariamente). La provincia del Chaco, con 100 km de costa sobre el río Paraná, entregó un promedio de 1.840 licencias entre 1980 y 1989. Se calcula que cada pescador deportivo gasta en promedio entre U\$S 1.300 y U\$S 2.500 al año. En la zona que nos ocupa se calcula que existen alrededor de 6.000 pescadores deportivos, los que generarían un movimiento de entre U\$S 7.500.000 y U\$S 15.000.000.

En el Pantanal (área correspondiente al tramo Corumbá - Asunción), las estimaciones realizadas por *Castella, A.; Peixer, J.; Palmeira, S.*; "Sistema de Controle da Pesca de Mato Grosso do Sul" (1995), para el período comprendido entre mayo de 1994 y abril de 1995, indican que el valor económico de la pesca deportiva en el citado Estado alcanza los 32.472.000 reales². Esta cifra comprende los gastos que efectúan los pescadores que visitan la zona y que abarcan el costo del transporte (incluyendo los servicios de alimentación y hospedaje que se realizan durante el viaje), el de hospedaje, alimentación y servicios en el área de pesca propiamente dicha y los

² Se considera 1 real = 1 U\$S

Tabla 5.4.1. Capturas expresadas en toneladas en el río Paraná en el tramo abarcado por la Hidrovía (media histórica)

LUGAR	BOGA	DORADO	PATI	PACU	SABALO	SURUBI	TOTAL
Paraná	6,62	0,25	11,24	0,97	21,62	14,06	54,76
Santa Fe	0,47	0,05	16,43	11,44	25,62	31,59	85,6
Hernandarias			23,49	12,75	29,08	32,89	98,21
Helvecia	6,17	4,6	15,24	4,88	37,21	20,33	88,43
Santa Elena		4,91	41,46	1,14	24,78	22,73	95,02
La Paz		1,55	20,53	11,58	8,68	56,76	99,1
Esquina	0,02		18,11	21,08	8,55	49,14	96,9
Reconquista		3,94	15,75	4,05	10,74	61,58	96,06
Goya			13,6	8,87	4,13	72	98,6
Bella Vista	0,28	0,21	11,46	7,6	4,59	70,7	94,84
Empedrado	4024		7,12	7,29	13,52	53,77	85,94
Barranqueras	0,27		14,23	5,89	1,15	73,69	95,59
Corrientes	0,65	0	10,1	6,99		62,75	80,49
TOTAL	18,72	15,51	218,76	104,53	109,03	621,99	1169,54

FUENTE: Quirós, R. y Cuch, S, 1989, The fisheries and limnology of the lower Plata basin.

Tabla 5.4.2. Capturas totales (t) de especies pelágicas y demersales (media histórica)

LUGAR	ESPECIES PELAGICAS	ESPECIES DEMERSALES
Paraná	29,46	25,3
Santa Fe	37,58	48,02
Hernandarias	41,83	56,38
Helvecia	52,86	35,57
Santa Elena	30,83	64,19
La Paz	21,81	77,29
Esquina	29,65	67,25
Reconquista	18,73	77,33
Goya	13,00	85,60
Bella Vista	12,68	82,16
Empedrado	25,05	60,89
Barranqueras	7,67	87,92
Corrientes	7,64	72,85
TOTAL	328,79	840,75

FUENTE: Elaboración propia en base a Tabla 5.4.1.

Tabla 5.4.3 - Características de las pesquerías comerciales de los ríos Paraguay y Paraná en el tramo de la Hidrovía.

	SANTA FE - CONFLUENCIA	CONFLUENCIA - ASUNCION	ASUNCION - CORUMBA
EXTENSION (km)	650	390	900
TIPO DE PESQUERIA	Artesanal	Artesanal	Artesanal
ORGANIZACION	Pescadores independientes cooperativas, acopiadores	Pescadores independientes, acopiadores	Pescadores independientes, acopiadores
PRINCIPALES ESPECIES	Surubí (75%), patí (10%), otras (15%)	surubí (50%), sábalo (20%), patí (18%), otras (12%)	Surubí (47%), patí (15%), pacú (21%), otras (17%)
METODO DE CAPTURA	Mallón a la deriva	Mallón a la deriva	Mallón a la deriva
PESCADORES (Nº)	1.250	170	980
CPUE*	2.250 kg/pescador/año	4.500 kg/pescador/año	8.160 kg/pescador/año
CAPTURA TOTAL	3000 t	765 t	8.000t
INGRESOS TOTALES **	U\$S 5.000.000	U\$S 1.000.000	U\$S 13.000.000

* Captura por Unidad de Esfuerzo

** Calculados en base a los ingresos del pescador

que se realizan durante el viaje), el de hospedaje, alimentación y servicios en el área de pesca propiamente dicha y los pescados capturados. En el período considerado, fueron obtenidas a través de esta actividad 1.030,68 tn de pescado, lo cual representa un 71,9 % del total capturado. Esta cifra se compone, entre otras, de especies como (en orden del tonelaje obtenido): pacú, pintado, piraña, dorado.

El Estado fue visitado por 46.161 pescadores deportivos, registrándose una mayor concentración durante los meses de julio a octubre. Por otra parte, los pescadores realizan, en promedio, viajes de una duración de 4 a 6 días y capturan entre 20 y 26,75 kg de pescado por viaje.

La actividad se realizó fundamentalmente sobre el río Paraguay, al cual le corresponde el 42,7% de la misma. El resto se distribuye entre los ríos Miranda (26,2 %), Aquidauana (7,5 %), Taquarí (6,3 %) y Cuiabá (3,4 %). La evaluación de los efectos del Proyecto debe hacerse solamente sobre el río Paraguay, con lo cual la afectación económica equivale a 13.865.544 reales, o sea, el 42,7 % de los 32.472.000 reales que constituyen el valor económico estimado para Mato Grosso do Sul.

No se dispone de información para el Estado de Mato Grosso, aunque se sabe que la pesca deportiva es menor. Se estima que los gastos de los pescadores deportivos en este Estado equivalen a un tercio del valor de Mato Grosso do Sul, lo que daría como resultado unos 9.741.600 reales. Este cálculo no se considera para el tramo Corumbá - Asunción.

La actividad económica para la pesca deportiva en los tramos paraguayo y boliviano del río Paraguay no estuvo disponible para este estudio. La Tabla N° 5.4.6 incluida más adelante resume las consideraciones efectuadas respecto a las pesquerías comercial y deportiva.

e) Pesca de Subsistencia

En relación a la pesca de subsistencia, está incluida, en parte, dentro de la pesca comercial artesanal. Los estudios o estimaciones sobre pesquerías existentes hasta el momento no permiten distinguir con claridad el límite entre la pesca de subsistencia y la pesca artesanal, y es habitual el paso de una situación a otra. Suele darse el caso, por ejemplo, de pescadores comerciales artesanales cuya captura a veces es tan baja que sólo alcanza para su propia alimentación y/o la de su familia, o viceversa, pescadores de subsistencia cuyos excedentes se incorporan al circuito comercial.

Para un mejor conocimiento de la pesca de subsistencia y su valor social relacionado, serían necesarios estudios que hasta la actualidad no están disponibles ni a nivel de países ni a nivel regional, ni siquiera en la más gruesa de las estimaciones. Dentro de este panorama no es posible un análisis de sensibilidad social en base a la información disponible y, por lo tanto, este aspecto no fue incorporado a la evaluación ambiental.

f) Efecto sobre Pesquerías

En el área de afectación de la obra, además de la actividad pesquera comercial, deportiva y de subsistencia, no se han identificado otras actividades económicas de importancia en base al uso directo de la biota local. Si bien en el pasado existieron explotaciones de otros grupos (como por ejemplo los moluscos y la utilización de sus caparazones, etc), en la actualidad no son de una escala significativa.

El mayor impacto que afecta a las poblaciones de peces son las acciones de vaciado de los sedimentos dragados sobre la misma columna de agua del río y el consecuente incremento de la turbidez. Esta obra no incluye la descarga de materiales fuera del cauce o sobre sus márgenes, sino que ella se realiza sobre los sectores de energía media del río, sin modificar su balance sedimentológico.

El fluído depositado por la draga es dispersado y diluído por la corriente del río, produciendo una "pluma" de turbidez, donde la concentración de sedimentos se incrementa respecto la carga usual del río. Este impacto se manifiesta a través de diferentes efectos sobre los peces: - reducción de la visibilidad, afectando la búsqueda de alimento y el escape frente a predadores, - alteración en la reproducción, - daños eventuales en las branquias y epidermis, - interferencia con las corrientes migratorias de adultos y juveniles. Estos eventuales impactos se han analizado en la Sección 5.3.

La Figura N° 4.2.13 muestra el período del año más frecuente para la ejecución del dragado, en función de las limitantes operativas y ambientales. La duración más frecuente del período de dragado oscila entre los 6,5 y 5,5 meses, según los Tramos que se consideren, aunque se reconoce que pueden existir variaciones de hasta 3,5 meses respecto de la fecha más probable.

Como ha sido descripto en los ítems anteriores, las pesquerías comerciales sobre los ríos Paraná y Paraguay explotan la fauna ictícola pelágica y demersal. En ambos casos, esas especies tienden a evitar hábitats con niveles de turbidez sensiblemente elevados. Por lo tanto, para cuantificar los impactos negativos que las plumas de turbidez podría causar sobre las pesquerías, se parte de considerar que los hábitats de las mismas se verían afectados en proporción directa al área del río que registra incrementos en la turbidez (introducida por el dragado y vaciado de materiales).

Si bien se espera que existan simultáneamente efectos sobre las migraciones, aumento de la morbilidad o mortalidad en las etapas más sensibles del desarrollo, modificaciones de conductas de alimentación y escape a predadores, se estima que todos los efectos directos pueden ser considerados en conjunto a través de la afectación de la columna de agua.

El impacto sobre las poblaciones de peces fue estimada tomando como indicador el porcentaje de la superficie total del río afectada. Este valor fue calculado comparando la superficie de la pluma de turbidez en relación a la superficie total del tramo del río considerado.

Ya ha sido mencionada la limitada disponibilidad de antecedentes o la dificultad de extrapolar estudios provenientes de otro contexto fluvial y ecológico. Es por ello que la estimación del impacto sobre poblaciones de peces basado en el porcentaje de la superficie de río afectada por las plumas de turbidez ha sido una decisión del equipo consultor.

Al estado del conocimiento actual, la evaluación del impacto sobre el recurso pesquero está condicionada por los siguientes factores:

- la mortalidad real que ocasiona el dragado y vaciado sobre la fauna íctica de la región;
- el grado de superposición espacial de las áreas de dragado y vaciado definitivas con las áreas específicas de desove y la mortalidad que producen;
- el grado de superposición temporal de las acciones de dragado y vaciado definitivas con los periodos de desove, cría y migraciones;
- la respuesta diferencial de cada una de las especies involucradas. Esto se debe a que en algunas, como sábalo, surubí y dorado, los volúmenes de pesca están cercanos al rendimiento máximo sostenible y. por lo tanto, son más sensibles a variaciones del stock total. En otras, como el armado, bagre amarillo y viejas de agua, estos volúmenes están por debajo del stock disponible para la pesquería y por lo tanto una reducción de las poblaciones ictícolas puede no trasladarse en forma lineal a los rendimientos pesqueros;
- los efectos indirectos acumulativos.

El equipo consultor ha analizado esta situación y frente a la conveniencia y necesidad de representar los efectos potenciales de la pluma de turbidez sobre las pesquerías ha decidido adoptar el indicador mencionado previamente. La validez y correcta aplicación de este criterio debe ser ajustada a través de los resultados de los monitoreos biológicos correspondientes.

La caracterización de las plumas de turbidez realizados a través de los modelos hidrosedimentológicos presentados anteriormente, muestran que sus efectos disminuyen rápidamente. Si bien existen variaciones en función de la velocidad de la corriente y de la granulometría del material liberado, puede considerarse que en promedio, los efectos de cada evento de vaciado ya no son significativos luego de dos horas, es decir que no es posible diferenciar el incremento de turbidez producido por el vaciado. El análisis de la tecnología de dragado permite estimar que, en cada uno de los pasos dragados, la superposición de toda la operación de vaciado a lo largo del paso, genera una pluma de turbidez cuya extensión se toma en promedio de 3 km. De esta manera es posible calcular el área de afectación diaria por turbidez considerando la longitud de avance del dragado en cada día de operación y sumando la longitud de la pluma adoptada. Los antecedentes disponibles permiten estimar, con las limitaciones de uniformar un curso heterogéneo, que el ancho promedio de la

pluma oscila en 500 m.

Se realizó un cálculo simple de la superficie del río, tomando en forma conservadora el ancho del canal principal (ignorando los otros brazos del río que pueden existir en cada tramo) y multiplicándolo por el largo del tramo del mismo (se acepta que esta metodología sobrestimaré el impacto del dragado).

Como se indicó en la Sección 5.3.2.1.b), la superficie diaria promedio afectada por la turbidez fue calculada relacionando el total del área afectada por la turbidez en cada uno de los tramos de la Hidrovía con el tiempo de duración de las operaciones de dragado (durante la etapa de apertura). Cabe recordar que la superficie diaria afectada por las plumas de turbidez se calcula relacionando la superficie del canal de navegación en cada paso (longitud por ancho del canal), la superficie de la pluma de turbidez (0,5 km de ancho ;por 3 km de longitud) y el tiempo de dragado. Ambos indicadores están calculados para el caso del trabajo de una sola draga.

La superficie promedio diaria afectada por turbidez fue posteriormente relacionada con la superficie del río aguas abajo de cada uno de los tramos. Se obtuvo el porcentaje o proporción del área afectada diariamente por la turbidez por cada draga en cada tramo del río. La Tabla N° 5.4.4 muestra un resumen de tales valores.

Si más de una draga opera en un tramo (en un período de tiempo limitado), la superficie afectada será directamente proporcional del número de dragas operando y del porcentaje de la superficie del río afectada por la turbidez causada por cada draga en forma diaria.

Cabe señalar, asimismo, que el indicador seleccionado y cuyos valores son presentados en la Tabla N° 5.4.4, resulta de considerar que todos los factores que afectan negativamente las pesquerías actúen de manera simultánea:

- la extinción o desaparición del recurso ictícola por efecto de la turbidez
- la ausencia de respuestas compensadoras (desde el punto de vista demográfico) del conjunto de las poblaciones de peces frente a este disturbio
- la realización simultánea de la pesca y las actividades de dragado
- la afectación en forma simultánea de distintas plumas de turbidez (en caso de actuar más de una draga en forma simultánea y en caso de tratarse de pasos próximos)

5.4.1.2 Resumen de los costos ambientales

La Tabla N° 5.4.6 presenta el valor de la actividad económica asociada a la pesca comercial y deportiva. Para el análisis de los costos ambientales derivados de la actividad de dragado, se analizó solamente la información referida a las pesquerías

comerciales. Se consideró que, en función de las motivaciones que guían al pescador deportivo, una eventual afectación de hasta el 3,28 % de su pesca no incidiría sobre su decisión de llevar a cabo su actividad, sin disminuir la demanda sobre bienes y servicios asociados. Como medida de mitigación y formando parte del Plan de Gestión Ambiental detallado, deberán ser ajustados los cronogramas de dragado en relación a los principales eventos y períodos de pesca deportiva en el área.

La eventual reducción en el rendimiento de las pesquerías comerciales, se estima en este caso directamente proporcional al porcentaje de afectación de los hábitats de las especies explotadas (estimado por el porcentaje de superficie afectada por la turbidez) como se muestra en la Tabla N° 5.4.4 y en base a las discusiones anteriores. Se observa que el impacto más alto sobre las pesquerías comerciales podría ocurrir en el Tramo Asunción - Corumbá debido a la afectación de un 3,28 % del hábitat. En cambio, el Tramo Santa Fe - Confluencia, presenta la menor afectación, solo un 0,17 % de la superficie de su hábitat.

Debido a que los datos económicos están agrupados entre Asunción y Corumbá, el análisis económico debe tener igual base espacial y se agrupó del mismo modo la información para su análisis. El valor económico anual de las pesquerías se presenta en la Tabla N° 5.4.5 y para estimar los efectos del proyecto, se utiliza como indicador la proporción del tramo afectado, que actúa como coeficiente. Esta proporción se considera, además, como el porcentaje de reducción que representa la disminución del rendimiento económico de las pesquerías por efecto de la turbidez. Estos porcentajes indican una afectación de alrededor de US\$ 426.400 para el Tramo conjunto Corumbá/Asunción (un 3,28 % de la actividad económica del Tramo), US\$ 14.700 para el Tramo Asunción/Confluencia (una reducción del 1,4 % del valor de la pesquería) y US\$ 8.500 (una afectación del 0,17%) para el tramo Confluencia/Santa Fe.

El costo total de los efectos de la turbidez sobre las pesquerías es US\$ 449.600 o sea un 2,36% de reducción anual del valor de las pesquerías en el área del proyecto.

El costo de los impactos de dragado de mantenimiento, según se observa en la Tabla 5.4.5.a, asciende a US\$ 118.600. Siguiendo igual metodología que en el caso del dragado de apertura, se utiliza como indicador la proporción del tramo afectado por la turbidez. Se prevé que en los tramos Confluencia - Santa Fe y Asunción - Confluencia, se verifiquen los efectos de la acción de media draga, en promedio y en el tiempo considerado (este dato deriva del hecho que se prevé sólo una draga operando en total para ambos tramos en conjunto). Para el tramo unificado Corumbá - Asunción se prevé el trabajo de 2 dragas.

De acuerdo a los valores que se observan en la mencionada Tabla, los efectos anuales estimados sobre las pesquerías son mayores en el tramo Corumbá - Asunción, en el que equivalen a US\$ 111.300 (un 0,85% de la actividad económica de este tramo). El efecto menor, por su parte se verifica en Asunción - Confluencia, con US\$ 2.550 (un 0,025% de la actividad económica). Para el tramo Confluencia - Santa Fe, finalmente, se estima que los efectos de la turbidez sobre las pesquerías equivalen a US\$ 4.750 (el 0,095% de la actividad económica de dicho tramo).

Tabla 5.4.4. - Estimación de los Efectos de la Turbidez sobre el Area de cada Tramo

	Area promedio afectada por turbidez (km2)	Area afectada por turbidez por cada draga	Máximo número de dragas previsto	Porcentaje de área total afectada
Rio Paraná (Confluencia - Santa Fé)	1.60	0.17	1	0.17
Rio Paraguay (Asunción - Confluencia)	1.52	0.49	3	1.47
Rio Paraguay (Corumbá - Asunción)	1.54	0.41	8	3.28

Tabla 5.4.5. - Estimación de los Efectos Económicos de la Turbidez sobre las Pesquerías (Dragado de Apertura)

Tramo	% de Area Total Afectada	Valor Anual de la Pesquería comercial US\$	Efectos Estimados sobre Pesquerías US\$
Rio Paraná (Confluencia - Santa Fé)	0.17	5,000,000	8,500
Rio Paraguay (Asunción - Confluencia)	1.47	1,000,000	14,700
Rio Paraguay (Corumbá - Asunción)	3.28	13,000,000	426,400

Costo Total del Impacto del Dragado de Apertura: US\$ 449.600

Tabla 5.4.5.a - Estimación de los Efectos Económicos de la Turbidez sobre las Pesquerías durante el Dragado de Mantenimiento

Tramo	% de Area Total Afectada	Máximo número de dragas previsto	Valor Anual de la Pesquería comercial US\$	Efectos Estimados sobre Pesquerías US\$
Rio Paraná (Confluencia - Santa Fé)	0.19	0.5	5,000,000	4.750
Rio Paraguay (Asunción - Confluencia)	0.51	0.5	1,000,000	2.550
Rio Paraguay (Corumbá - Asunción)	0.43	2	13,000,000	111.300

Costo Total del Impacto del Dragado de Apertura: US\$ 449.600

Tabla 5.4.6. - Estimación del Valor Económico de las Pesquerías

Tramo	% de Area Total Afectada	Valor Anual de la Pesquería		
		Comercial US\$	Deportiva US\$	Total US\$
Rio Paraná (Confluencia - Santa Fé)	0.17	5,000,000	7.500.000 a 15.000.000	12.500.000 a 20.000.000
Rio Paraguay (Asunción - Confluencia)	1.47	1,000,000	No disponible	1,000,000
Rio Paraguay (Corumbá - Asunción)	3.28	13,000,000	13.865.544*	26,865,544

* Corresponde a la actividad en el Pantanal, Estado de Mato Grosso do Sul

Fuente: Catella, A.; Peixer, J.; Palmeira, S. 1995. Sistema de controle da pesca de Mato Grosso do Sul. SCPESCA/MS - 1 maio/1994 a abril 1995, Corumbá, Mato Grosso do Sul: EMBRAPA - CPAP/SEMA - MS (EMBRAPA - CPAP, documentos 16)

Los costos del dragado de mantenimiento y de apertura se proyectaron a razón de 5% anual para incluir en el análisis económico.

5.4.1.3 Aplicación de los Costos Ambientales a la Evaluación Económica

a) Consideraciones Metodológicas

En la sección anterior se presenta un resumen del valor del impacto de las obras planteadas sobre la pesquería. El mismo fue desarrollado en base a una consideración de la posible reducción del volumen de la captura de la pesca y medido en términos de su valor estimado de mercado. A continuación se explica cómo dichos costos fueron incluidos en la evaluación económica de las obras.

En el primer lugar cabe tratar el tema de cómo se desprende de las estimaciones del valor del impacto en términos de su precio mercado, en el caso de la pesca comercial, su costo en términos de recursos económicos, puesto que la evaluación económica del proyecto trata de la comparación de los costos y beneficios a la sociedad (dentro de la región de estudio) en cuanto al uso de recursos. Esto implica que el impacto sobre las actividades de pesca puedan tener un impacto que no necesariamente coincide directamente con el valor comercial de la captura perdida.

El costo del impacto sobre la pesca comercial podría tener los siguientes elementos. Primero, el impacto directo de las obras sería la pérdida del valor agregado de la reducción del volumen de la captura, es decir, el valor comercial del pescado menos cualquier costo de "producción" que no sea incurrido dentro de la región. Por ejemplo, los costos de los equipos y combustibles utilizados para realizar la pesca que son importados a la región serían restados del valor total del producto final. Este cálculo implica un análisis detallado de la estructura de costos de la industria pesquera cuyo resultado final sería una disminución del valor del impacto medido en su valor mercado.

Segundo, una reducción en la captura que produce una pérdida de valor agregado en la región puede tener efectos secundarios sobre la economía, o sea impactos indirectos. Las varias actividades económicas dentro la región que dependen del insumo creado por la pesca comercial podrían también sufrir pérdidas, dado el efecto multiplicador que existe dentro de la economía. La estimación del mismo también implica un análisis detallado, esta vez de la interrelación de los diversos sectores económicos en la región con la pesca comercial.

Dado que los dos factores arriba mencionados tienden a compensarse y que el cálculo fue realizado con un alto grado de imprecisión, se tomó como valor económico del impacto sobre la pesca el valor mercado de la pérdida. Siguiendo el mismo razonamiento, la estimación fue simplificada al no considerar los posibles efectos de distorsiones a los precios mercado de la pesca causados por la existencia de impuestos o subsidios dentro de ellos, puesto que no existen factores conocidos que afecten de forma significativa a los precios mercado. En fin, los costos

económicos de los posibles impactos ambientales de las obras fueron simplificados de tal forma que permita su consideración apropiada dentro del esquema de la evaluación económica de las obras.

b) Evaluación de Alternativas

Tal como se presenta en el capítulo 14 sobre la tarea de optimización económica de las alternativas de mejoramientos a la Hidrovía, la evaluación económica fue realizada en dos distintas etapas. Primero, se compara la situación “sin proyecto”, o sea de “no hacer nada”, con la alternativa de mejoramientos considerados mínimos aceptables para permitir la navegación garantizada durante épocas de aguas bajas que podrían producirse en la Hidrovía. Se ha concluido que, en base a las variaciones históricas de los niveles de agua en los ríos y criterios técnicos, que sería necesario disponer de por lo menos 2,0 m. de calado de proyecto para garantizar la navegación sin posibilidad de interrupción, y así evitar posibles colapsos o grandes pérdidas de las industrias que dependen de la Hidrovía por el transporte de sus productos. La inversión en obras de dragado para proveer dichas condiciones de navegación para un canal que permite fue justificado al comparar los beneficios de evitar tal colapso con los costos de realizarlas.

La segunda etapa de la evaluación fue la consideración de posibles mejoramientos adicionales al caso base³ para optimizar la rentabilidad económica. Para la misma se analizaron incrementos de ancho y profundidad de los canales, comparando sus consecuentes beneficios debidos a ahorros en el costo de transporte con los costos incrementales de obras de dragado. El resultado de esta fase del análisis, la de optimización, fue la recomendación de proveer un canal de 90 m. de ancho en toda la Hidrovía, permitiendo la navegación de convoyes de 4 barcasas de largo y 4 de ancho, con calado garantizado de 3,0 m. aguas abajo de Asunción y 2,6 m. aguas arriba.

Dentro de este esquema también se consideró los costos ambientales de las obras, dado que el concepto de análisis de los costos y beneficios a la sociedad en la utilización de recursos debería incluir no sólo los costos de obras sino también cualquier otro que afecta a los recursos de la región. La metodología de análisis en dos etapas implica la estimación de los impactos de implementar el caso base, y después para cada incremento del análisis de optimización, la estimación del costo ambiental de cada incremento.

Al calcular los costos ambientales del impacto sobre la pesca se determinó que sus variaciones entre las distintas alternativas no es significativa para merecer su discriminación en el análisis de optimización. No obstante, dentro de la evaluación del caso base se incluyeron los costos ambientales resultantes de la implementación de la alternativa recomendada para asegurar que la factibilidad del proyecto es suficientemente robusta .

³ 2,0 m. de calado, con un canal de 90 m de ancho en Asunción-Santa Fe y de 65 m en Corumbá-Asunción

5.4.2 Impactos Sobre la Recreación

Como se ha descrito en la Sección 4.3, hay lugares importantes de turismo a lo largo de los ríos incluyendo embarcamientos, náutico y playas. El único impacto del proyecto que podría afectar estas actividades es la turbidez que causa el dragado y el vaciamiento. En el caso de natación, podría ser un aumento temporal de turbidez que pueda notarse. Puesto que la turbidez es de corto plazo, y se queda en un sitio local no se considera el impacto significativo.

El impacto de la turbidez podría ser más importante sobre las especies muy demandadas desde el punto de vista deportivo, y sobre las cuales se desarrolla una intensa actividad turística, con importantes beneficios económicos. Algunas especies como el dorado, el surubí y el pacú constituyen trofeos valiosos de la pesca deportiva, reconocidos internacionalmente.

En el Paraná Medio, la pesca deportiva es muy intensa. En la provincia de Corrientes, con unos 700 km de costa sobre el río Paraná, el gobierno otorgó en los últimos cinco años, unas 6500 licencias deportivas, en gran proporción a pescadores del área del alto Paraná (Paso de la Patria y El Cerrito mayoritariamente). La provincia del Chaco, con 100 km de costa sobre el río Paraná, entregó un promedio de 1840 licencias entre 1980 y 1989.

Se calcula que cada pescador deportivo gasta en promedio entre U\$S 1300 y U\$S 2500 al año. En la zona que nos ocupa se calcula que existen alrededor de 6000 pescadores deportivos, los que generarían un movimiento de entre U\$S 7.500.000 y U\$S 15.000.000.

En el Pantanal, considerando la actividad pesquera deportiva en el Estado de Mato Grosso do Sul, el valor económico estimado para el período comprendido entre mayo de 1994 y abril de 1995, alcanza los 32.472.000 reales, valor que comprende el transporte (y los gastos que se realizan durante el mismo -servicios de alimentación y hospedaje-), la alimentación, el hospedaje y servicios y el volumen de pescado capturado.

5.4.3 Impactos Sobre el Agua Potable

El aumento de turbidez, aún temporal, puede contribuir a un deterioro en la calidad del agua que se utiliza para el abastecimiento directo de las ciudades. Si bien en la Tabla N° 4.3.4 se individualizan las principales ciudades costeras a los ríos Paraná y Paraguay que se abastecen directamente de sus aguas, la información sobre la localización precisa de las tomas no ha podido ser obtenida.

Específicamente se ha precisado la relación entre algunas ciudades y los Pasos a dragar que remarcan la probabilidad de un eventual impacto. Las más importantes por su tamaño poblacional son Corrientes (5 km aguas abajo del Paso El Talar/Isla

del Medio), Asunción (14 km aguas abajo de Remanso Castillo) y Concepción (dentro del área de dragado del Paso Isla del Medio/Concepción).

Si bien la información sobre la ubicación precisa de las tomas de aguas es muy escasa y no es posible describir en forma individual y detallada el impacto potencial, sería recomendable la toma de medidas relacionadas con el mantenimiento de la calidad de las aguas.

En tal sentido, a fin de evitar una disminución en la calidad del recurso hídrico (por turbidez o por eventual presencia de contaminantes en los sedimentos) en los lugares cercanos a las tomas de agua, deben instrumentarse las medidas de mitigación adecuadas y efectuar el monitoreo correspondiente.

Para verificar que el proyecto no genere impactos negativos (por incremento de la turbidez) sobre los asentamientos de población, se deberán localizar en forma precisa las tomas de agua y evaluar su posible afectación por las actividades de dragado y de vaciado de sedimentos previamente al diseño final de la obra. Las medidas de mitigación oportunas deberán ser incluidas en el proyecto definitivo.

Estas medidas deberán tender fundamentalmente a evitar un aumento de los sólidos suspendidos en el agua potable para las ciudades o una modificación en los procesos y costos de potabilización.

Por otra parte, para aquellos asentamientos situados a menos de 5 km aguas abajo de los pasos a dragar, se deberá informar oportunamente a las autoridades responsables del abastecimiento de agua a fin de que se tomen las medidas de seguridad y de coordinación pertinentes.

5.4.4 Recursos Arqueológicos

En el Diagnostico del Patrimonio Arqueológico presente en la Hidrovia (TGCC, 1996) se han identificado posibles sitios de naufragios del periodo hispánico, de importancia por su valor. No obstante, su localización no es conocida con exactitud, como para efectuar la evaluación de impacto ambiental correspondiente.

La historia de los ríos y de su región incluye una intensa actividad prehispánica. Sin embargo, la información sobre este periodo es escasa y en especial los registros sobre el uso de embarcaciones y otros elementos que pudieran dejar un registro arqueológico. Debido a la escasa identificación de estos sitios, no es posible evitar un eventual impacto sobre este patrimonio a través de medidas de mitigación preventivas. Si es posible instrumentar como medida correctiva que el contratista debe notificar inmediatamente a la autoridad competente en caso de encontrar evidencias de patrimonio arqueológico.

5.4.5 Impactos Acumulativos

Otro de los aspectos analizados, fue el efecto acumulativo de los impactos directos del Proyecto y las Obras para ejecutarlo. Dentro de este concepto surge la pregunta si el dragado de los pasos y su mantenimiento no producirá un aumento del transporte de sedimentos aguas abajo, afectando por ejemplo al tramo actualmente Concesionado de la vía navegable comprendido entre Santa Fe y el Océano.

Como fuera descripto previamente, el Proyecto contempla el dragado de 92 pasos, hasta alcanzar la profundidad de proyecto. Estos volúmenes dragados son extraídos en general de las zonas de mayor energía, por cuanto el diseño de los tramos de canal acompaña el talweg del río. Por otra parte y tal como se indicara, el material extraído será depositado en zonas donde la energía del río sea inferior aunque no mínima, pues no se prevé utilizar las orillas como zona de deposición.

Por otra parte, tal como se mostrara en otras partes del presente Informe el material a dragar esta constituido fundamentalmente por arenas finas y medianas. Este material que si es susceptible de ser arrastrado por la corriente en las zonas del cauce principal por donde se construye el canal, difícilmente lo será en las zonas donde se depositará por ser estas zonas de menor energía y por ende de menor capacidad de transporte de sedimentos.

En consecuencia, el transporte hacia aguas abajo de los sedimentos dragados durante la apertura difícilmente serán transportados aguas abajo de la zona de deposición, con lo que no existe riesgo de aumentar la sedimentación en tal sentido.

El dragado de mantenimiento, que básicamente consiste en remover el material que transporta naturalmente el río y que queda atrapado en la zona dragada, también será volcado en zonas de menor energía a la del canal. Por esa razón tampoco dicho material será transportado aguas abajo, sino que se distribuirá en la zona aledaña a la de deposición.

De cualquier manera este volumen, en realidad es el naturalmente transporta el río y por lo tanto, en realidad podría más bien existir una disminución del transporte, aguas abajo , más que un aumento como consecuencia de los dragados de mantenimiento.

Es claro que con el tiempo los sucesivos dragados de mantenimiento al ser volcados modificarán la sección de forma tal que parte de este material será transportado hacia aguas abajo, restableciéndose el transporte natural de sedimentos, y manteniendo el equilibrio.

No se prevén otros posible efectos acumulativos ya que como se ha explicitado, los efectos del Proyecto sobre el régimen hidrológico e hidráulico del río son absolutamente despreciables y alterarán en lo más mínimo, ni el régimen de crecidas ni el de estiajes, ni el escurrimiento de base ni el subsuperficial y mucho menos producirá alteraciones climáticas a la región.

6.0 RESUMEN DE LOS IMPACTOS DEL PROYECTO

6.1 RESUMEN DEL OBJETIVO DEL PROYECTO Y DE LOS IMPACTOS POSITIVOS

Como fuera descripto las obras proyectadas en el denominado Modulo A , son obras de dragado en el tramo comprendido entre las ciudades de Santa Fe en la Argentina y Corumbá en Brasil y de mejoras a los sistemas de ayuda a la navegación entre Corumbá, Brasil y Nueva Palmira, Uruguay.

Las obras están destinadas al mejoramiento de las condiciones de la vía fluvial para la navegación de trenes de barcas. Si bien fueron analizadas diferentes alternativas de navegación con distintos calados y conformaciones de convoyes de barcas, la alternativa recomendada permitirá la navegación con 3 m de calado en el tramo Santa Fe - Asunción y con 2,6 m de calado entre Asunción y Corumbá.

Los ríos Paraguay y Paraná tienen en su recorrido profundidades suficientes para la navegación prevista, es decir superiores a los 3 m, sin embargo, existen zonas, de longitudes del orden de 500 a 5000 m, en que las profundidades son inferiores a este valor, constituyendo lo que desde el punto de vista de la navegación se denominan "pasos".

Las obras de dragado previstas, están ubicadas en los lugares donde se producen pasos críticos, denominándose de esta forma a aquellos lugares donde se producen limitaciones a la navegación.

Esto puede implicar por ejemplo, que en ese tramo del río la profundidad necesaria para la navegación en condiciones de estiaje que naturalmente tiene el río no se encuentra alineada con la trayectoria de navegación, tal como es el caso de las denominadas travesías, en donde la zona mas profunda del cauce se traslada de una margen a la otra.

Este es el caso mas común de los 92 pasos considerados. Así, (ver Figura N° 3.1.1a - 3.1.1d, las obras de dragado solo establecen una continuidad en la zona de mayor profundidad permitiendo de esa manera la navegación.

En otros casos la sección aumenta su ancho y por tanto disminuyen las profundidades lo que obliga a dragado en una parte de la sección que permita contar con el calado necesario, en nuestro caso de 3,00 m . Esta situación se da en muchos casos donde el río tiene márgenes arenosas poco consolidadas y fondos conformados por material más duro tal como areniscas o conglomerados, dando como resultado de ello que el río se expande en ancho.

Otro tipo de situación la dan las curvas muy cerradas o donde los anchos son insuficientes para la maniobra de los convoyes. En estos casos los diseños

tienden a incrementar el área en donde las embarcaciones puedan girar para tomar la curva.

Es de hacer notar que tales zonas son también dragados subacuáticos, ya que no se tocan las márgenes, pues estos sobreanchos son necesarios para las condiciones extremas de aguas bajas, coincidentes con el cero de referencia determinado y en consecuencia en más del 90 por ciento del tiempo los niveles serán mucho mayores a ese cero de referencia.

La implementación de las obras previstas se traduce, a los efectos de su estudio hidráulico, en la modificación de una porción de las secciones transversales del cauce por las cuales circula el flujo de agua y sedimentos que trae el río (por ejemplo 90 m de ancho en una sección de 1.000 m.). Estas modificaciones, por otra parte, solo se realizan en las zonas de localización de los pasos y no a lo largo de toda la vía navegable.

A título ilustrativo se puede decir que sobre una longitud entre Santa Fe y Corumbá de 2.100 Km se ejecutarán dragados de profundización en una longitud de aproximadamente 150 Km, distribuidos en 92 pasos, lo cual implica una longitud promedio por paso de 1.600 m. Por otra parte, el ancho a afectar con las obras propuestas es de 90 m, siendo el ancho de los ríos variables entre 400 y 4.000 m. Considerando que la superficie mojada total, en situación de aguas bajas, es del orden de 2.100 Km² (calculada como la sumatoria de las longitudes de distintos tramos multiplicadas por el ancho del río en aguas bajas) y que la superficie total de áreas de dragado es de 14 Km², resulta una afectación superficial del río del 0,7 %.

Los dragados en materiales duros previstos serán ejecutados como máximo en 8 de los 92 pasos, extrayéndose en total 600.000 m³ de materiales duros, representando un promedio de 75.000 m³ por paso.

Estas magnitudes permiten relacionar la escala de la obra frente a la magnitud de los ríos en cuestión.

Otro aspecto a destacar de los proyectos del Modulo A es que los mismos, en realidad, solo tienden a garantizar la navegación para la eventualidad de encontrarnos en los próximos años con niveles del río excepcionalmente bajos.

En efecto, los proyectos propuestos, básicamente atienden a mantener la situación actual de la navegación, ya que como es sabido las condiciones naturales del río son favorables para la navegación y lo han sido durante los últimos 22 años. En otras palabras, el río ha presentado en este período alturas de agua suficientes para permitir la navegación sin mayores inconvenientes.

Pero esta situación puede cambiar drásticamente afectando las frecuencias y modalidades de la navegación actual incluso hasta su interrupción. Esto podría afectar severamente el comercio y la actividad económica asociada, en especial

de algunos productos que, como el mineral de hierro, dependen exclusivamente de la Hidrovía.

6.2 RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO - MEDIO FÍSICO

6.2.1 Hidrología y Sedimentación

- Evaluación del Impacto

La simulación de los cambios que probablemente ocurran como resultado de las operaciones de dragado que se proponen realizar en el régimen hidráulico del río, demostró que bajo ciertas condiciones de bajo nivel de agua, el mismo disminuye en unos 20 cm en la zona de mayor concentración de dragado, siendo esta disminución cada vez menor a medida que se avanza hacia aguas arriba de la zona de dragado. Así mas alla de los 100 km aguas arriba las diferencias se tornan inferiores a 8 cm hasta hacerse nulas. Estos valores cuantifican el efecto en la zona de mayor influencia del dragado, en otros sitios la influencia es inferior. Las condiciones de bajo nivel de agua ocurren durante aproximadamente 4 días en un año hidrológico normal.(situación que fue modelada mediante un caudal de 800 m³/s). La caída del nivel de agua será inferior en condiciones de medio nivel de agua y no será significativo en condiciones de alto nivel de agua.

La posibilidad de un cambio en la velocidad y caudal del agua fue el segundo efecto potencial sobre el régimen hidráulico que se analizó utilizando el modelo matemático a fin de determinar si el proyecto provocará un impacto mensurable sobre el medio ambiente actual. La hipótesis de que el aumento en el ancho y profundidad del canal de navegación modificará la velocidad y caudal del agua en el río fue analizada en forma conceptual y mediante la aplicación del modelo. Los resultados mostraron que, en el escenario del peor caso, la disminución de la velocidad sobre las zonas dragadas es inferior a los 3 cm/s sobre los valores de la velocidad media en la sección del orden de 50 a 90 cm/s. Los resultados demostraron que el cambio en la velocidad del agua será extremadamente pequeño, y que estará localizado en el área de dragado.

Estos datos se obtuvieron del modelo matemático del río, antes y después de efectuar las operaciones de dragado y la remoción de roca y se analizaron más en detalle en las Sección 5.2.1.

Los resultados del modelo matemático demostraron que el proyecto no provocará un cambio mensurable permanente en el régimen hidráulico del río. Por lo tanto, los resultados indican que el proyecto no originará cambios en las condiciones del régimen hidráulico en el Pantanal, tales como caída en el nivel de agua o posible pérdida de su función en el régimen de crecidas.

Cabe destacar que el modelo se procesó suponiendo la ampliación neta de las secciones en los tramos dragados. En realidad el material dragado se depositará en el propio cauce, lo cual provocará que el efecto sobre los niveles sea aún menor, pues el área de las secciones hidráulicas totales se mantendrán prácticamente inalteradas.

Un resumen de los impactos potenciales del Proyecto relacionados con la hidrología y la sedimentación se encuentra en la Tabla N° 6.2.1.

- Medidas de Mitigación.

No se propone medida de mitigación alguna. Puesto que los impactos son de tipo temporario, extremadamente pequeños en relación con los cambios naturales en el régimen hidráulico del río, y limitados a un área de 100 km dentro del área de dragado, los impactos no requieren mitigación alguna.

6.2.2 Calidad del Agua y Sedimentos

- Evaluación del Impacto

El dragado, el depósito y la remoción de roca provocarán un aumento en la turbidez en la columna de agua durante las dichas operaciones. La turbidez será mayor en el área de descarga y, puntualmente, en el área donde se utilicen los explosivos para la remoción de roca. El modelo matemático de la pluma de turbidez demostró que alcanzaría una superficie aproximada de 3 km por 500 m en el área con las condiciones de mayor velocidad. La turbidez restablecerá su equilibrio, o condiciones normales, en un período inferior a una hora después de efectuado el depósito.

Los efectos de la turbidez sobre la calidad del agua comprenden la disminución de la penetración de la luz solar en el agua, y una baja en el nivel de oxígeno disuelto. Estos efectos son temporarios, estando presente solamente durante el tiempo que dure la turbidez. El área que se verá afectada por la turbidez por tramo de dragado de apertura son Cruzú Juanita, Cortada Orange, Puerto Villeta y Abajo Puerto Pilcomayo que presentarán, respectivamente, el 0,60 %; 0,52 %; 0,51 % y 0,51 % de su superficie afectada por turbidez durante la obra.

Un efecto potencial de la turbidez es exponer los sedimentos (que se encontraban en un ambiente anaeróbico en el fondo del río) a un ambiente aeróbico y por ende incrementar la posibilidad de liberación de elementos contaminantes, tales como metales pesados, que previamente estaban fuertemente adheridos a los sedimentos. Para el caso de la Hidrovía, las mediciones de metales y otros elementos contaminantes realizados sobre las muestras de sedimentos de las áreas donde se efectuará el dragado, indican que sus niveles se encuentran por debajo de las normas que existen en Holanda y en el Estado de Washington, Estados Unidos. Dado que las muestras no indican riesgo en los niveles de elementos contaminantes en el canal de navegación, no se espera que las

Tabla 6.2.1 - Resumen de los Impactos Directos del Mejoramiento de la Hidrovía entre Santa Fé y Corumbá

Componente del Medio Ambiente	Impacto Potencial	Evaluación del Impacto de cada acción sobre el Medio Ambiente			
		Duración del Impacto	Dragado y Derroc.	Descarga	Navegación
Hidrología y Sedimentación	Modificaciones hidrodinámicas y cambios del nivel del agua	NA	0	0	0
	Aumento del sedimento que se necesitaría dragar para el mantenimiento de la Hidrovía y su influencia aguas abajo	NA	0	0	0
Hidrología y Navegación	Profundización y ensanche del canal. Mantenimiento de la navegabilidad.	P	+++	0	+++
Calidad de Aguas y Sedimentos	Aumento en los sedimentos suspendidos	(T)	-	--	0
	Redistribución de contaminantes desde sedimentos hacia el agua y otros componentes del ambiente	NA	0	0	0
	Disminución de oxígeno disuelto	NA	0	0	0
Medio Biótico	Aumento de la turbidez y deterioro del habitat de peces	(T)	--	--	0
	Afectación del área de desove	(T)	--	--	0
	Reducción en la abundancia de organismos bentónicos en las áreas de dragado y descarga	(P)	--	--	0
	Resuspensión de sedimentos con el aumento de tráfico naviero	NA	NA	NA	0
	Efectos sobre la fauna por explosiones para derrocamiento	(T)	--	NA	NA
	Reducción de flora y fauna bentónicas por derrocamientos	(T)	-	NA	NA
	Pérdida de la biodiversidad	(T)	0	0	0
Medio Antrópico	Mejoramiento de las condiciones de navegación por señalización y balizamiento	P	NA	NA	+++
	Impacto en la pesquería	(T)	-	-	0
	Aumento en la tasa de accidentes incluyendo derrames	NA	NA	NA	0
	Interferencia en el tráfico	NA	0	0	NA
	Aumento en contaminación del aire por utilización de dragas o aumento en el tráfico	NA	0	0	0
	Aumento en el ruido durante la obra y por aumento de navegación	NA	0	0	0
	Mejoramiento en la comercialización y transporte de productos a escala regional	P	NA	NA	+++

Rango de la Importancia de los Impactos

- = Cambio Negativo de Mayor Importancia
- = Cambio Negativo de Importancia
- = Cambio Negativo Moderado
- 0 = Sin Cambio en la Situación Actual
- +
- ++ = Cambio Positivo Moderado
- +++ = Cambio Positivo de Importancia
- +++ = Cambio Positivo de Mayor Importancia
- NA = No Aplicable
- (T) Temporal
- (P) Permanente

operaciones de dragado produzcan impactos negativos por su liberación en la columna de agua.

La Tabla N° 6.2.1 presenta un resumen de los impactos potenciales del Proyectos que se comentaron en este ítem.

- Medidas de Mitigación.

La toma de muestras y el análisis de la calidad de los sedimentos se deberán repetir antes de realizar el dragado de mantenimiento. La Sección 7.0 incluye los criterios del plan de toma de muestras en el que se analizan en mayor detalle las medidas de mitigación. La Sección 8.2.1 desarrolla en detalle el monitoreo de la calidad de agua durante las operaciones de dragado en los pasos de riesgo. Su finalidad es confirmar que los parámetros físicos (especialmente la turbidez) y los químicos (especialmente los contaminantes) evolucionen dentro de los rangos previstos.

6.3 RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO - MEDIO BIÓTICO

6.3.1 Durante las Operaciones de Dragado, Depósito y Remoción de Roca

- Turbidez

Los efectos adversos del mayor nivel de turbidez comprenden un menor nivel de luz solar, reducción en la producción primaria de fitoplancton, daños al zooplancton incluyendo huevos, larvas de pescado y otros organismos por efecto de la abrasión, interferencia con las funciones de locomoción, alimentación, respiración y fisiológicas en general. Los pasos en los que estos efectos serán más críticos son los siguientes:

Etapas de Apertura

- Curuzú Juanita
- Cortada Orange
- Frente Pto. Villeta y Restinga Villeta
- Abajo Puerto Pilcomayo

Etapas de Mantenimiento (ver lista completa en Tabla 5.3.4)

- Vuelta I. Peña Hermosa
- Pedernal
- Cortada Orange
- Camba Nupa

Estos impactos tendrán lugar tanto durante la realización de las operaciones del dragado de apertura como del dragado de mantenimiento.

Por otra parte, la turbidez puede convertirse en una barrera temporaria y local para los peces que migran ya que tienden a evitar las plumas de turbidez.

- Medidas de Mitigación

Se propone como medida de mitigación limitar las acciones de dragado en los sectores y períodos de mayor sensibilidad para los procesos migratorios y reproductivos de los peces, así como también en las épocas de deriva de larvas.

Para determinar aquellos sectores más sensibles de los ríos, se toma como criterio aquellas zonas del río en donde se presenta la relación más desfavorable entre el ancho del canal de navegación y en ancho del río.

Los pasos que presentan los niveles de criticidad más altos con respecto a la relación entre el ancho del canal de navegación y el ancho del cauce son los siguientes:

- Canal Tamengo
- Curva Do Aboteado
- Curva Buena Vista o Nandú
- Formigueiro

Por su parte, para determinar los períodos de mayor sensibilidad se tiene en cuenta la interrelación entre los períodos de migración de las principales especies y los períodos de dragado, que se presenta en la Tabla 4.2.13. Esta información permite establecer cuáles son los momentos más favorables para la ejecución de las tareas de dragado.

La bibliografía disponible no permite acotar o precisar los lapsos indicados en la Tabla 4.2.13, ya que cita los períodos de migraciones sin especificar sus picos de intensidad. Los rangos son amplios ya que las migraciones dependen de los niveles hidrométricos y de la temperatura, que varían entre años, modificando en cada caso la conducta de los peces. Asumiendo que la migración es un fenómeno con un máximo de intensidad dentro del rango citado, se estima que al comienzo y al final su intensidad será menor. Esto permitiría ajustar los períodos migratorios, indicando que la mayor probabilidad de ocurrencia se presentaría en los siguientes meses:

Tramo Confluencia - Santa Fe: Agosto - diciembre

Tramo Asunción - Confluencia: Setiembre - diciembre

Tramo Río Apa - Asunción: Octubre - enero

Tramo Corumbá - Río Apa: Octubre - enero

Tramo Canal Tamengo: Octubre - febrero

Estos períodos podrían ser susceptibles de un ajuste aún mayor, debiendo analizarse, entonces, la posibilidad de ajuste del Plan de Tareas de forma de distribuir las actividades entre los distintos tramos considerados.

Se recomienda una medida de mitigación de los potenciales impactos sobre las larvas que descienden río abajo tras el desove complementando las medidas para la protección de los cardúmenes de adultos migradores, por las siguientes razones:

- Es limitada la mortalidad directa sobre los ejemplares migradores, los cuales perciben la draga varios kilómetros antes.
- Las larvas y los huevos no poseen prácticamente posibilidad alguna de evitar el efecto de la pluma de turbidez por su movilidad limitada.
- Los pulsos de migración de los adultos son amplios, y ello dificulta precisar o detallar (temporal o espacialmente) las pautas de operación de la draga.
- Los pulsos de larvas que descienden son más discretos y abarcan alrededor de 20-25 días. Este período es mucho menor que los períodos de migración de adultos desovantes aguas arriba.
- Es mucho más sencillo detectar un pulso de larvas descendentes que un pulso de adultos migradores ascendentes.

Se recomienda, entonces, evaluar la conveniencia de diseñar e implementar un sistema de alerta sobre las larvas. Establecer un sistema de monitoreo de 3-7 días para detectar la presencia de pulsos de larvas. Un técnico con cierta práctica puede en un día analizar hasta 10 muestras y detectar casi inmediatamente si se trata de un pulso de desove.

El sistema de alerta puede ser efectivo si se monitorea incluso varios kilómetros aguas arriba de la draga. Existe un incremento notable en la densidad de las larvas presentes en un paso en los períodos de desplazamiento por deriva, por lo que se hace muy sencillo implementar pautas de manejo. Por otra parte, estos pulsos de larvas son bien conspicuos, pues se desplazan ocupando en general todo el cauce y buena parte de la columna de agua.

Existe la experiencia y la tecnología en la Argentina acerca de la identificación de corrinetes migratorias de peces por método acústicos, como lo indica el trabajo de Steig, T., Raemhild, G.A. y J.J. Burczynsky, 1985 : *Evaluación hidroacústica de la migración de peces en las adyacencias del proyectado Dique Yacyretá , sobre el río Paraná. 96 pp., USA* y distintos trabajos de investigación emprendidos por el Instituto Nacional de Investigaciones y Desarrollo Pesquero (INIDEP) en Argentina, además de la experiencia que seguramente existe en otros países.

Se estima además , que si bien la implementación de esta Medida de Mitigación puede ser compleja en su gestión y control, es muy importante por su capacidad de reducir los impactos negativos directos sobre la ictiofauna de la Hidrovía e indirectos sobre las pesquerías comerciales deportivas y de subsistencia.

- Remoción

La remoción del material dragado del canal de navegación perturbará a los organismos bénticos, provocando daños físicos en forma individual y alterando el sustrato. La superficie donde ello ocurrirá comprenderá el 1,39% del área del río. Si bien distintos estudios realizados en los Estados Unidos demuestran que comunidades de bentos se recolonizan en las áreas afectadas por las operaciones de dragado y de depósito y es probable que alcancen una diversidad y abundancia similar a la que es característica del área antes de que ocurra dicho efecto, el dragado de mantenimiento se realizará en los 92 pasos en forma anual o cuando sea necesario y por lo tanto la comunidad de bentos no recuperará su estado original en un 1,39% del área.

- Derrocamiento

La remoción de arena fuertemente compactada, rocas pequeñas en una matriz de arcilla y roca se efectuará en ocho de los 92 pasos. La arena y la arcilla se removerán utilizando una draga a balde, mientras que en un solo paso se utilizarán explosivos en forma previa a la remoción. La comunidad de bentos en estas áreas se verá reducida en el porcentaje del área que cubra la roca, más un porcentaje adicional indefinido en el área donde se utilicen los explosivos. El área afectada por los explosivos abarca, aproximadamente, el 0,0039 % de la superficie del río y el 0,013 % de las obras totales del proyecto.

Las comunidades de bentos en las áreas perturbadas por la remoción de roca perderán su valor funcional. No obstante, la recolonización es probable en base a los estudios realizados sobre la recuperación de hábitat en los Ríos Mississippi y Toynbee en los Estados Unidos. No se conoce el período de tiempo que llevará la recolonización de estas comunidades, si bien existen estudios que muestran que en otras condiciones ha tenido lugar dentro del año. Las circunstancias locales determinarán el tiempo necesario para alcanzar la diversidad y abundancia definitivas, similares o no a las existentes antes de la ejecución del proyecto. El bajo porcentaje del área total afectada por este impacto y el hecho de que no sea permanente, acotan su impacto total y es probable que no afecten la biodiversidad de la comunidad del bentos en su conjunto.

No obstante, la información disponible sobre estas áreas no es suficiente para descartar la presencia de especies endémicas o amenazadas debido a: a) falta de conocimiento sobre el sustrato en las áreas adyacentes, o hábitat disponible, y b) falta de relevamientos in situ.

El uso de explosivos para desprender roca en uno de los pasos, Remanso Castillo, también afectará en forma adversa a los peces produciendo un aumento

en la presión más allá del lugar donde se produzca la detonación. Este aumento en la presión puede matar o herir a los peces de forma tal que los hace más susceptibles a la depredación. En consecuencia, la utilización de explosivos en esta área deberá limitarse a los períodos en los que los peces no migren. Asimismo, el Contratista que realice el trabajo deberá preparar un plan en el que indicará la forma en la que se harán las operaciones a fin de reducir los posibles impactos sobre los peces (Plan de Gestión Ambiental detallado).

- Medidas de Mitigación

1) Puesto que no es posible descartar la presencia de especies endémicas o en vías de extinción con un alto grado de probabilidad, se realizará inicialmente un estudio detallado a fin de determinar la especificidad o unicidad del sustrato de estas áreas. Si se demuestra que estas áreas pueden constituir islas biogeográficas, se deberá entonces implementar una campaña en el terreno a cargo de un especialista en comunidades bentónicas, para establecer la presencia y abundancia de especies endémicas o en vías de extinción y los posibles efectos del Proyecto sobre ellas. Este aspecto deberá ser considerado en las Especificaciones Técnicas correspondientes.

2) Realizar el trabajo con explosivos en el área de Remanso Castillo durante los períodos de menor sensibilidad ecológica, especialmente en relación a los procesos reproductores.

3) Solicitar al Oferente las características técnicas a utilizar en las tareas de derrocamiento y voladuras. El Contratista deberá presentar un plan en el que se especifiquen las medidas a tomar respecto a la reducción del impacto sobre los peces y biota en general.

- Lugares de descarga

La descarga del material dragado fuera del canal de navegación afectará al hábitat de la comunidad bentónica, con un depósito de un espesor promedio de aproximadamente 1 a 1,50 metros de material. Considerando la mayor superficie de afectación (con un espesor de 1 metro), el vaciado reducirá el área del hábitat del bentos en alrededor del 0,91 % durante las operaciones del dragado de apertura. Este dato se calcula relacionando el área afectada por el vaciado (volumen total de dragado distribuido en un manto de 1 m de espesor) y la superficie total del río.

En base a los resultados de estudios realizados en los Estados Unidos, es esperable que la comunidad del bentos se recolonice en el lugar. Es probable que la comunidad de bentos vuelva a alcanzar su diversidad y abundancia original si las condiciones posteriores al depósito del material dragado son similares a las existentes antes del mismo, sobre la base de la similitudes en el sustrato o tamaño del grano, temperatura del agua, velocidad del agua y calidad del agua (aspectos físicos, químicos, nivel de contaminación, etc.).

Puesto que el material dragado que se remueva del canal se depositará en un lugar cercano dentro del río, el tamaño del grano será muy similar, aunque puede no ser idéntico al del área que cubrirá. Los otros factores solamente cambiarán durante el verdadero descenso del material dragado al lugar de depósito y deberán volver a la normalidad, o su antecedente, tan pronto como se asiente la turbidez. El impacto deberá por ende ser considerado como temporario, pero a mediano plazo y limitado al porcentaje del área realmente cubierta por el depósito del material dragado.

El dragado de mantenimiento tendrá lugar en forma regular y el porcentaje del área cubierta por la descarga de este material será eliminada en forma similar de su valor funcional anualmente o cuando sea necesario. El porcentaje del río que estará cubierto por el depósito del material dragado en el cauce después de las operaciones de dragado será de un 0,23 % (en base a un cálculo homólogo al dragado de apertura). Dado que el mantenimiento de dragado será un proceso continuo, este impacto será permanente y el porcentaje de disminución en la función de la comunidad de bentos corresponderá al nivel del impacto. Debido al bajo porcentaje del área cubierta por el depósito del material dragado, este impacto no debería tener un efecto adverso sobre la biodiversidad, reduciendo la abundancia de los animales de mayor nivel trófico que dependen de la comunidad de bentos para su alimentación.

- Medidas de Mitigación

No se propone medida de mitigación alguna. Sin embargo, en la Sección 8.2.2. se propone el monitoreo de la comunidad de bentos a fin de conocer si su evolución ante el proyecto se desarrolla dentro de los rangos esperados.

- Márgenes del Río

La aparición de efectos no previstos por las operaciones de dragado y vaciado podrían ocasionar impactos negativos en las márgenes del río y en la comunidad litoral, incluyen la erosión costera, otros tipos de cambios en la configuración de los bordes del río y sedimentación en los humedales. Estos impactos podrán ocurrir por el depósito inadecuado del material de dragado cerca de los márgenes del río en una forma que incremente o cambie su dinámica. Estos impactos adversos pueden evitarse o minimizarse a través de las medidas de mitigación propuestas. Ello incluye profundizar el conocimiento de los lugares en los que se depositará el material dragado y se explique en el diseño final qué medidas se van a incluir en las Especificaciones Técnicas para impedir o limitar estos impactos. El presente informe demostrará que los sedimentos que dejan su lugar de depósito por erosión natural, no contribuirán a la sedimentación artificial de las márgenes del río, incluyendo las áreas de humedales.

- Medidas de Mitigación

Se elaborarán criterios para el diseño de las medidas a incorporar en las Especificaciones Técnicas para la descarga de sedimentos y la selección

definitiva de los sitios de vaciado. Se deberán establecer los criterios para evitar la erosión y la sedimentación de las márgenes del río y el deterioro de los humedales. Se deberán tener en cuenta todos los pasos en general y en especial las áreas con el mayor impacto negativo, particularmente los pasos identificados como de mayor criticidad en la Tabla 5.3.13.

- Biodiversidad

Los impactos adversos de este proyecto comprenden una disminución del 0,91% en la comunidad de bentos durante el dragado de apertura (porcentaje calculado de acuerdo a los criterios especificados en el ítem referido a lugares de descarga). Se recomienda realizar una investigación del hábitat a fin de confirmar que la remoción de roca no afectará en forma adversa a posibles especies endémicas o amenazadas. Debido al bajo porcentaje del hábitat y recurso biológico que se removerá como resultado del presente proyecto, es casi nula la probabilidad de efectos generales sobre la biodiversidad.

La Tabla N° 6.2.1 presenta un resumen de todos los potenciales impactos directos del proyecto.

6.3.2 Navegación

- Resuspensión de los Sedimentos.

Es extremadamente mínima la posibilidad de que el proyecto aumente el tráfico de barcazas y por ende incremente los sedimentos que se encuentran resuspendidos por acción de los convoyes de barcazas que navegan por el canal. En primer lugar, si bien las proyecciones para las próximas décadas muestran que existe un aumento en la cantidad absoluta de convoyes que utilizan el canal de navegación como resultado del desarrollo de las actividades económicas, este incremento es menor que el que ocurre bajo la hipótesis de “no proyecto”. Por lo tanto, como ya se ha mencionado, el efecto del proyecto Hidrovía es una reducción relativa del tráfico naviero. Sin embargo, en condiciones de bajo nivel de agua, como resultado del proyecto, convoyes de barcazas más largos podrán utilizar el canal de navegación, en el que no podrían navegar si el proyecto no se realizase. El tamaño de los convoyes que podrán utilizar el río en condiciones de bajo nivel de agua se incrementará de 36 m x 240 m a 48 m x 300 m si bien el calado será el mismo para ambos tamaños de convoyes. Puesto que el proyecto comprende el ensanchamiento y profundización del canal a fin de acomodar a los convoyes más largos en condiciones de bajo nivel de agua, el impacto del proyecto se vería limitado a los períodos de bajo nivel de agua. No obstante, aún en los períodos de bajo nivel de agua, el nivel de la resuspensión de los sedimentos del lecho del río no debería aumentar. El volumen de los sedimentos del lecho del río que se ven perturbados por paso de las embarcaciones se relaciona con la distancia existente entre los convoyes y el fondo del canal. La profundización del canal no deberá llevar a los convoyes de barcazas más cerca

del fondo y por lo tanto, no debería existir una resuspensión mayor del material del lecho del río del que ocurre bajo las actuales condiciones.

Como en los casos anteriores, la Tabla N° 6.2.1. resume los impactos potenciales de la navegación con respecto a la resuspensión de sedimentos como consecuencia de la implementación del Proyecto.

- Otros Impactos.

Otros eventuales impactos biológicos adversos que se han evaluado son la posibilidad de mayores derrames de materiales peligrosos debido al incremento del volumen de tráfico, la introducción de especies exóticas transportadas en las embarcaciones que utilizan la vía navegable y los daños por traumatismos directos de las embarcaciones sobre los peces.

La cantidad de convoyes no aumentará realmente como resultado del presente proyecto y por ende, estos impactos adversos no deberían producirse por efecto del presente proyecto. Por otra parte, el estudio realizado sobre la relación existente entre la cantidad de accidentes y los aumentos del volumen de tráfico demuestra que estos dos factores no se relacionan en una forma proporcional directa. Esto puede tener su origen en el hecho que los accidentes, naufragios o derrames de sustancias peligrosas habitualmente se producen por error humano. Todos estos aspectos se encuentran resumidos en la Tabla N° 6.2.1.

- Medidas de Mitigación.

El mismo proyecto considera las mejoras para la navegación (señalización y balizamiento) y la necesidad del cumplimiento de un conjunto de reglamentaciones tendientes a mejorar las condiciones de seguridad ambiental. Es por ello que el estricto cumplimiento de las reglamentaciones vigentes actuales o futuras, limita la necesidad de recomendar otras medidas de mitigación .

6.4 RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO - MEDIO ANTRÓPICO

El efecto de la pluma de turbidez constituye el impacto que puede causar la mayor afectación sobre el medio socioeconómico. Este impacto, no mitigado adecuadamente, podría ocasionar pérdidas en pesquerías comerciales y deportivas, ya que los peces evitan las áreas en las que se verifica un marcado incremento de la turbidez, al tiempo que, en forma indirecta o acumulativa, se pueden generar barreras (con diferente grado de porosidad) a los procesos de migración.

La estimación del impacto económico sobre las pesquerías comerciales es de U\$S 449.600 anual durante el dragado de apertura y de U\$S 118.600 anuales para el de mantenimiento. Por las razones explicitadas en la Sección 5.4.1.2, estos valores no

incluyen los costos económicos derivados del impacto sobre la actividad pesquera deportiva.

Los impactos potenciales sobre la actividad turística son indirectos, de corto plazo y localizados, por lo que no se los considera significativos en relación a la continuidad de esta actividad.

Para evitar el deterioro del agua potable, sería necesaria la incorporación de medidas de mitigación en el diseño del Proyecto (ver Secciones 7 y 8).

Si bien no han sido localizados, hasta el momento, sitios arqueológicos puntuales, las Especificaciones deben incluir como requisito, la notificación de eventuales hallazgos de estas características a las autoridades pertinentes y la cadena de decisiones correspondientes.

6.5 CONSIDERACIONES SOBRE ALGUNOS SITIOS PARTICULARES

6.5.1 Pasos con cortes de márgenes

Como parte de las modificaciones al Proyecto derivadas de la profundización del análisis de cada paso, se han detectado ciertas áreas en las que será necesario utilizar el corte de márgenes.

Estos pasos son:

- Punta Irigoyen (km 1.955-1.961), corte mínimo sobre margen derecha.
- Formigueiro (km 2.720-2.722), corte sobre margen derecha.

El Paso Formigueiro presenta niveles altos de criticidad en cuatro de los criterios adoptados en la Evaluación de Impacto Ambiental. Estos criterios son: a) volumen de sedimentos movilizados (etapa de apertura); b) relación entre el ancho del canal de navegación y el ancho del río en aguas bajas; c) volumen de sedimentos dragados por unidad de costa (etapa de apertura) y d) superficie total del fondo del cauce afectada por dragado y vaciado (etapa de apertura). El corte de márgenes identificado en la cartografía del proyecto abarca 700 m sobre la margen derecha, alcanzando un ancho máximo de unos cien metros aproximadamente, sobre el codo de un meandro de marcada curvatura.

El Paso Punta Irigoyen, por su parte, presenta nivel alto de criticidad en lo que respecta a la superficie total del fondo del cauce afectado por dragado y vaciado durante la etapa de apertura. El corte de márgenes identificado en la cartografía

del proyecto abarca 2 km sobre la margen derecha, alcanzando un promedio de unos cien metros de ancho e incluso sobre algunos sitios unos pocos más.

En ambos casos no se identifican áreas naturales protegidas costeras

El corte de márgenes determina un impacto sobre sus componentes, produciendo una alteración por la destrucción directa e inmediata de su vegetación, hábitats y microfauna litoral, a lo que se suma una alteración inicial del paisaje (generalmente no permanente).

La evaluación de estos impactos indica que son espacialmente localizados sobre extensiones puntuales a la escala total de la Hidrovía Paraguay - Paraná, sumando una longitud de aproximadamente unos 2,7 km sobre los casi 2000 km del Proyecto, o sea un 0,135 % de su longitud de costas afectada .

La ausencia de la identificación de ecosistemas de valor significativo ni de usos antrópicos especiales en las fuentes de información consultadas permiten estimar una intensidad baja para este impacto ambiental. En un principio, las causas de esta medida, hacen difícil su mitigación al no poder variar la localización de dichos cortes. Debido a ello debe considerárselo un impacto predominantemente residual.

Debe señalarse que la disponibilidad de información detallada de campo puede permitir identificar impactos locales no previstos en esta escala de análisis.

6.5.2 Canal Tamengo

El Canal Tamengo fue evaluado individualmente en todos los casos correspondientes, dentro de la metodología planteada para todos los pasos de la Hidrovía. El análisis de sensibilidad presentado en la Tabla N° 5.3.10 muestra que de los cinco indicadores aplicados, tres muestran un nivel alto de criticidad en la Etapa de Apertura.

Debido a que el Canal Tamengo presenta características diferenciales en relación al resto de las obras planteadas, se complementa el análisis del mismo en forma particularizada.

Por otra parte, en las conclusiones del Capítulo 5 (ítem 5.3.2.3.b), se indica que en este caso “el impacto de las alternativas de localización final del material dragado deberá ser evaluado antes del inicio de las obras”. En el Capítulo 7 de este mismo informe, referido a Medidas de Mitigación, se señala en el ítem “Deterioro del hábitat litoral” que en el caso del Canal Tamengo “se aconseja la realización de dos estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) particularizados para la disposición final de estos materiales (sedimentos dragados): uno en forma preliminar por parte de los Oferentes y otra EIA definitiva por parte del Concesionario”.

Los resultados del diseño del canal de navegación para el Canal Tamengo, indican la necesidad de disponer un volumen de sedimentos de más de 4.000.000 de m³ y un volumen de material consolidado de alrededor de 40.000 m³.

Una de las características diferenciales es la granulometría predominantemente fina de los sedimentos del lecho y las bajas velocidades de circulación del agua. Ello determinaría una mayor extensión y duración de las plumas de turbidez relacionadas con las eventuales descargas de materiales dragados dentro del mismo canal. Este hecho, junto con su relativa angostura incrementaría el impacto de esta acción.

El volumen a refular en el Canal Tamengo esta compuesto por material fino del tipo limo arcilloso, resultando además poco apto para su uso como material de relleno.

Estos condicionantes ambientales sumados a otros factores llevaron a considerar como más favorable la alternativa de vaciado de los materiales dragados fuera del cauce.

Por lo tanto el proyecto prevé el refulado del material fuera del cauce, sobre la margen Norte y Noreste, distribuyendolo a lo largo de toda la extensión a dragar.

Sobre esta zona se ha establecido una zona de vaciado o refulado ubicada a unos 600 m del eje del canal, con lo que la sobreelevación por encima del nivel del terreno natural sería de unos 1,5 m.

A fin de evitar cambios en los drenajes naturales de la zona inundable, se preve que cada 1000 m se dejen áreas de drenaje de unos 50 m de ancho, áreas en las que no se realizarían volcados ni refulados de material. De esta manera se logra, que toda el área mantenga su intercomunicación hídrica y no se produzcan embalses o aislaciones que pudieran modificar el equilibrio hídrico y en consecuencia alterar el equilibrio biológico.

Al momento de la ejecución de las obras se producirá un impacto negativo al supultarse la masa biótica existente debajo de los sedimentos que se vuelquen.

Esta situación sin embargo, solo ocurrirá en oportunidad del dragado de apertura solamente o sea una sola vez, ya que este canal tiene muy poco volumen de mantenimiento, siendo el mismo despreciable.

El vaciado del material de dragado sobre las márgenes del Canal Tamengo determina un impacto directo e inmediato de una alta intensidad local producido por el "sepultamiento" de los suelos, la vegetación, los hábitats, la microfauna y el paisaje. Sin embargo, este efecto que afecta a un área mínima de tierras inundables, se compensa con creces al generar un conjunto de terrenos elevados, que pueden constituirse en refugios locales para diversos elementos de fauna y flora local".

La evaluación precisa del impacto producido por el refulado sobre los terrenos adyacentes al mismo Canal, deberá considerar los siguientes condicionantes:

- . los usos actuales y potenciales del territorio y de los recursos naturales involucrados actualmente. En este aspecto debe considerarse si el refulado en las proximidades del Puerto Aguirre, posibilitaría la ampliación o diversificación de los usos antrópicos asociados a su actividad portuaria;
- . relación con los procesos de drenaje del material (superficial y subterráneo) bajo diferentes condiciones de funcionamiento ecológico e hídrico;
- . valor ecológico de los ambientes a rellenar o polderizar, muchos de los cuales presentan un importante grado de antropización;
- . capacidad de uso del suelo bajo estas nuevas condiciones, etc.;
- . posibles efectos directos e indirectos durante el proceso de decantación (aspectos faunísticos, sanitarios, ambientales, etc.);
- . efectos sobre la población y las actividades humanas entre los cuales aparece como de mayor importancia la probable afectación de la captación de agua para su potabilización y posterior abastecimiento a la población.

Este impacto se produciría por el incremento del material disuelto y en suspensión (ej.: turbidez) producido por las acciones de dragado y posterior depositación dentro del mismo caudal;

- . costos económicos y ambientales de la obra y de los impactos derivados, entre ellos las eventuales medidas de mitigación para mejorar o modificar los procesos de captación y o potabilización del agua por variación de sus cualidades físicas, químicas y organolépticas.

Se concluye que en el marco de estas consideraciones preliminares sobre el impacto ambiental derivado de los cambios en el proyecto del Canal Tamengo, se aconseja realizar los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) particularizados para la disposición final de estos materiales en las etapas adecuadas del proceso de gestión de la obra.

Efectos sobre la calidad de las aguas

La decisión de depósito fuera del cauce, evitaría, desde el principio, la ocurrencia de plumas de turbidez por vaciado, quedando solamente las producidas por las acciones de dragado, de una intensidad (extensión y duración) significativamente menor.

De cualquier forma, durante el dragado, la movilización de los sedimentos en las cercanías de la toma de agua de la ciudad de Corumbá implica la existencia de riesgos asociados, aunque menores que en el caso mencionado.

Como medida de mitigación respecto de la calidad de aguas para abastecimiento humano, se propone:

- Evaluar en forma detallada de viabilidad, estado de mantenimiento y localización de la infraestructura y el equipamiento de captación y potabilización del agua.
- Verificar la existencia y eficiencia de los sistemas actuales de monitoreo de la calidad del agua en los puntos de captación sobre el canal y de abastecimiento a la población. En caso contrario proponer un sistema de monitoreo adecuado.
- Evaluar la posibilidad de suspender temporariamente la captación de agua para abastecimiento humano durante la realización de dichas tareas (si los procesos de potabilización lo permiten y los eventuales cambios de la calidad de las aguas así lo requirieran). Ello necesita de un consenso y un activo intercambio de información entre los responsables del dragado y del saneamiento local.
- Evaluar la posibilidad de modificar la tecnología de captación y potabilización del agua para abastecimiento humano. Esta medida puede ser en forma temporaria durante la realización de dichas tareas o definitivamente si las limitantes ambientales y los costos lo aconsejan.

Efectos sobre el drenaje superficial

A modo de referencia, el depósito equivale a una superficie de 300 a 150 hectáreas de extensión correspondientes a una altura de 1 a 2 metros respectivamente. La localización y diseño geométrico de este depósito debe ser tal que se minimicen los obstáculos en el drenaje y el paisaje.

El material refulado puede disponerse para la formación de “islas”, “barras” o de pistas de forma irregular. Es decir, a través de alternativas geométricas que se consideren como las más adecuadas para la mitigación del impacto ambiental luego de efectuar un análisis directo del terreno.

Ello significa no solo evitar la formación de barreras hídricas sino también barreras ecológicas e incluso que no perjudiquen (o perjudiquen en la menor medida posible) a la población local respecto de los usos actuales o potenciales del suelo.

Tanto en el caso proyectado (distribuyendo el depósito en la margen norte y noreste, en una zona de 350 m de ancho ubicada a unos 600 m del eje del canal)

como en las alternativas expuestas en este punto, es necesario prever la existencia de áreas de drenaje. Su presencia evitará que se produzcan cambios importantes en la circulación del agua superficial y como se mencionó anteriormente logrando que toda el área mantenga su intercomunicación hídrica y no se produzcan embalses o aislaciones que pudieran modificar el equilibrio hídrico y, consecuentemente alterar el equilibrio biológico.

Respecto de este aspecto, es importante relacionar los posibles cambios de nivel del terreno con el comportamiento del nivel de agua.

El análisis de las alturas hidrométricas medias en Ladario, muestra que una creciente media anega entre 3 y 4 meses la zona de localización del depósito.

En la actualidad ambas márgenes tienen una situación diferencial. La margen sur, presenta un relieve ligeramente más marcado, con frecuentes curvas de nivel que alcanzan 5, 8 y 10 metros respecto del plano de referencia que pasa por el cero hidrométrico de Ladario. Muchas veces su diseño es paralelo o subparalelo al cauce del canal.

La margen norte, en cambio, presenta un relieve más llano y con menores cotas, con una mayor anegabilidad. La propuesta presentada, que localiza el depósito sobre esta margen, si bien afectaría una porción mínima de un ambiente de pajonales inundables ampliamente representados, tendría el efecto positivo de generar una serie de terrenos del orden de las 10 hectáreas aproximadamente cada uno, que emergerían de las aguas durante las inundaciones. Esto permitiría generar una red de refugios locales para las especies de la fauna nativa eventualmente afectadas durante los procesos de grandes inundaciones.”

Los pulsos de inundación mencionados anteriormente, podrían cumplir un importante factor en el proceso de revegetalización y colonización o sucesión ecológica sobre estos depósitos, disminuyendo el impacto negativo sobre el paisaje.

Como referencia puede mencionarse el caso de otros depósitos de volúmenes semejantes o mayores, como el área conocida como Parque Natural Costanera Sur, que alcanza unas 400 hectáreas de superficie. A los pocos años de su consolidación mostró un importante proceso de colonización ecológica, ofreciendo en la actualidad usos alternativos como el de educación ambiental, no previstos en el momento de su creación.

7.0 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

7.1. INTRODUCCION

Las medidas de mitigación de los impactos ambientales negativos deberán basarse tanto en la prevención como en su tratamiento, a través de evitar o prevenir el impacto, disminuir su intensidad, restaurar o rehabilitar el componente ambiental afectado o, incluso, compensar el impacto ocurrido.

Estas medidas deberán ser incorporadas en los pliegos de licitaciones para la construcción y mantenimiento de las obras de dragado.

Si bien durante el diseño final, se tendrán en cuenta todas las recomendaciones de esta Evaluación de Impacto Ambiental y de las Medidas de Mitigación incluídas, es necesario establecer la obligatoriedad para el futuro contratista de elaborar e implementar el Plan de Gestión Ambiental Detallado (PGAD) de acuerdo a los lineamientos aquí detallados. Ello incluye revisar el cronograma de obras y la localización y características de los sitios de vaciado, en el marco de la nueva situación que se plantee en el momento de ejecutar la obra.

Este Plan de Gestión Ambiental, debe integrar las acciones necesarias para cumplir los objetivos y metas ambientales establecidos, implementando los ajustes y correcciones necesarias para esos fines.

7.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS DEL DRAGADO Y VACIADO

Su objetivo es mitigar los impactos residuales de las operaciones de dragado y vaciado sobre el medio ambiente, generados como consecuencia de la profundización del canal.

7.2.1 Tecnologías empleadas

En principio, la tecnología de dragado por succión con cortador aparece como la más apropiada desde el punto de vista ambiental y no requeriría medidas específicas en general. Se recomienda mantener esta tecnología frente a otras alternativas que pudieran surgir en la futura concreción del proyecto.

La tecnología de vaciado por refulado aparece como la más apropiada desde el punto de vista ambiental y se recomienda ampliar su uso en la mayoría de los casos posibles evitando el vaciado por apertura de cántaras y el vaciado sobre márgenes.

7.2.2 Calidad de agua y sedimentos

a) **Impacto:** Deterioro de la calidad del agua y biota asociada producida por plumas de turbidez (contaminación física).

Medidas de Mitigación:

En principio, la formación de plumas de turbidez no puede ser evitada aunque si es posible limitar sus efectos. La amortiguación de sus efectos sobre el ambiente puede implementarse a través del tratamiento de sus efectos sobre cada uno de los componentes del ambiente potencialmente afectado que se han identificado como significativos. En especial, la calidad del agua, los efectos sobre la biota en general y la ictiofauna en particular.

En relación a las medidas de mitigación específicas con respecto a la ictiofauna, se propone relocalizar el vaciado alejándolo de las condiciones más sensibles para sus procesos migratorios y reproductivos. Si bien se reconoce que estos períodos y sectores son muy amplios, se cree necesario plantear la necesidad de ajustar el cronograma general de obras (Tabla N° 4.2.13). Ello, puede significar la redistribución de las actividades de dragado en los cursos involucrados cuando su extensión y características ecológicas (por ejemplo la ausencia de cursos múltiples) no ofrezcan hábitats alternativos para la biota. Esto se considera también de importancia en los Pasos considerados críticos según los criterios aplicados en la Tabla N° 5.3.5 (Ancho del canal de navegación / ancho del río en aguas bajas). En estos mismos pasos deberán evitarse la cercanía de más de una draga operando a fin de evitar los efectos simultáneos de m

La optimización entre los cronogramas de dragado y los períodos migratorios será una de los componentes principales de las Medidas de Mitigación y del Plan de Gestión Ambiental. Estos aspectos deberán ser considerados en las Especificaciones Técnicas licitatorias correspondientes.

Con respecto a otros efectos asociados al volcado de sedimentos, se deberá evitar el vaciado y refulado sobre las Reservas Ícticas existentes al momento del inicio de las actividades. La localización de los sedimentos dragados deberá evitar o minimizar la aparición de efectos ambientales negativos desde el punto de vista hidráulico, ecológico, sanitario y económico. Al igual que en el ítem anterior, estos aspectos deberán ser considerados en las Especificaciones Técnicas licitatorias correspondientes.

b) **Impacto:** Deterioro de la calidad del agua por contaminación química proveniente de la remoción de sedimentos.

Medidas de Mitigación:

En la Sección 8, Monitoreo, se indica la necesidad de implementar un muestreo y análisis periódico de la calidad del agua durante las operaciones de dragado y de agua y de sedimentos, a lo largo de la etapa de mantenimiento y en forma previa a cada una de las acciones de dragado. Si bien se propone un conjunto de parámetros a monitorear, los contenidos y alcances de cada campaña de monitoreo deberán basarse en los resultados de las campañas anteriores, los usos del suelo actuales o futuros que puedan ser fuentes de contaminación y la información sobre accidentes que hayan involucrado derrames de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas.

En el caso que los datos sobre la calidad de sedimentos, indiquen según los estándares adoptados, niveles de riesgo para su deposición en aguas abiertas, se aplicarán los criterios y procedimientos correspondientes para su localización en forma adecuada, a fin de no afectar la calidad del medio ambiente.

c) Impacto:

Deterioro de la pesca comercial y deportiva por afectación del incremento de turbidez

Medidas de mitigación:

Nuevamente, las medidas mitigadoras que se proponen para este aspecto, están basadas en los criterios de prevención. Para ello son aplicables las medidas mencionadas para la mitigación general de los impactos para las actividades de dragado y vaciado.

A estas medidas básicas se suman aquellas vinculadas directamente con las actividades de Pesca Comercial y Deportiva:

El Contratista deberá reducir allí las operaciones de dragado a lo indispensable, especialmente en la época de mayor actividad de las pesquerías comerciales, deportivas y artesanales.

También deberá limitar en lo posible los vaciados en aquellas áreas costeras, donde se asienten la mayor cantidad de pescadores deportivos, especialmente en relación con las actividades de vaciado que potencialmente puedan afectar el proceso de sedimentación de los canales de acceso a las instalaciones náuticas, recreativas y deportivas, como respuesta a las observaciones de intensidades anómalas de depositación de sedimentos.

La Tabla N° 5.4.6 presenta el valor de la actividad económica asociada a la pesca comercial y deportiva. Para el análisis de los costos ambientales derivados de la actividad de dragado, se analizó solamente la información referida a las pesquerías comerciales. Se consideró que, en función de las motivaciones que

guían al pescador deportivo, una eventual afectación de hasta el 3,28 % de su pesca no incidiría sobre su decisión de llevar a cabo su actividad, sin disminuir la demanda sobre bienes y servicios asociados.

Como medida de mitigación y formando parte del Plan de Gestión Ambiental detallado, deberán ser ajustados los cronogramas de dragado en relación a los principales eventos y períodos de pesca deportiva en el área.

d) Impacto: Deterioro del hábitat litoral

Medidas de Mitigación:

Respecto a los impactos del vaciado sobre los ambientes litorales, debe reforzarse el vaciado sobre los sectores de energía intermedia del río y desaconsejarse un eventual vaciado (no previsto por el momento) sobre sus márgenes o en tierra.

En forma complementaria, se plantea la necesidad de relevar los sitios costeros de mayor inestabilidad ecológica con el fin de detectar y prevenir un eventual incremento de los procesos de erosión y deterioro de costas que se traduzca en una potencial pérdida de comunidades. Se recomienda una especial atención en los pasos más estrechos (Tabla N° 5.3.5.).

Se incluye a continuación un conjunto de criterios que deberán ser considerados en las especificaciones técnicas para el diseño y ejecución de la obra.

Como corolario de las Medidas de Mitigación referidas a los efectos del vaciado sobre los ambientes acuáticos, se sintetizan los siguientes conceptos:

Tanto en relación a la Sección 7.2.2. como la 7.2.3., la principal medida de mitigación es de tipo preventivo, identificando Zonas de Veda para el vaciado de sedimentos en función de criterios hidrodinámicos, ecológicos y antrópicos. El avance de diseño detallado del Proyecto de la Hidrovía Paraguay - Paraná señala la necesidad de elaborar criterios para la identificación y localización de Zonas de Veda para el vaciado de sedimentos (instrumento de uso común en las obras de dragado). Esto se fundamenta en la necesidad de evitar o atenuar los posibles cambios en la hidrodinámica de la red de drenaje por vaciado que afecte (por obstrucciones o taponamientos) la conexión con afluentes o efluentes secundarios del río o que puedan potencialmente modificar la conectividad de humedales adyacentes.

Desde el punto de vista ecológico, se recomienda el establecimiento de zonas de veda asociadas a las Reservas Icticas y las márgenes de las Áreas Naturales Protegidas (en primera instancia para las actuales y como deseables para las proyectadas). En términos generales, se considera conveniente la conservación del estado natural de las márgenes de las ANP, evitando las transformaciones provocadas por eventuales cambios en el balance de erosión / sedimentación de

costas, turbidez, etc. Una localización o mapeo con mayor detalle (que el actualmente disponible) de las comunidades biológicas de mayor interés para la conservación aportará nuevas Zonas de Veda. Esto se refiere tanto a zonas de valor para la ictiofauna (reproducción y cría) como a las comunidades litorales. Estas medidas de mitigación previenen cambios sobre otros componentes del ambiente y en especial sobre la biota litoral y de los humedales adyacentes. Esto es válido para todas las etapas y tramos de la obra.

El caso del canal Tamengo requiere un tratamiento más detallado. De acuerdo a las condiciones de análisis se estaría generando un volumen de 2.300.000 m³ de sedimentos. En este caso, las características morfológicas e hidrodinámicas del canal desestiman la alternativa de redistribución o vaciado de sedimentos dentro del mismo canal, o en sus márgenes. El vaciado hacia el propio río Paraguay en el tramo adyacente, requeriría de otras consideraciones o nuevos estudios sobre el conjunto de la Hidrovía, que no han sido contemplados en esta etapa.

Es por ello que se aconseja que se encomienden dos estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) particularizados: para la disposición final de estos materiales: uno en forma de EIA preliminar por parte de los Oferentes y otra EIA definitiva por parte del Concesionario.

Para la evaluación de la localización de estos 2.300.000 m³ de sedimentos producidos a lo largo de los 8,3 km de longitud del Canal Tamengo, pueden considerarse preliminarmente los siguientes condicionantes ¹

- los usos actuales y potenciales de los recursos naturales involucrados actualmente
- relación con los procesos de drenaje actuales (superficiales y subterráneos) bajo diferentes condiciones de funcionamiento ecológico e hídrico
- valor ecológico de los ambientes a rellenar o polderizar
- capacidad de uso del suelo bajo estas nuevas condiciones, etc.
- posibles efectos directos e indirectos durante el proceso de decantación (aspectos faunísticos, sanitarios, ambientales, etc.)
- costos económicos y ambientales de su traslado y depositación

7.2.3 Conservación de la calidad de las fuentes de aprovisionamiento de agua potable

Impacto: Deterioro de la calidad de las fuentes de aprovisionamiento de agua potable

¹Como referencia se señala que para un espesor del depósito que varíe entre 1 y 2 metros, el volumen dragado corresponde a una superficie de vaciado total entre 230 has y 115 has respectivamente. Este volumen puede también visualizarse como una capa de 1 metro de alto y 277 m de ancho a lo largo de los 8,3 km o de 2m a lo largo de 138 m de ancho a lo largo de todo el canal.

Medidas de Mitigación:

Es necesario asegurar que los efectos del vaciado y las plumas de turbidez asociadas no afectarán las tomas de abastecimiento de agua potable de las ciudades litorales. Como Medida de Mitigación deben elaborarse e implementarse los criterios de localización de los sitios de vaciado a fin de impedir o reducir su impacto. Si bien pueden existir variaciones de acuerdo a particularidades locales, las zonas de vaciado deben estar localizadas por lo menos 5 km aguas arriba de las tomas de agua para consumo humano. Las autoridades locales deben incluir los límites aceptables de turbidez del agua / los niveles de sólidos suspendidos como normas de calidad de sus fuentes de aprovisionamiento. Como parte del Plan de Gestión Ambiental debe diseñarse e implementarse el sistema de comunicación y coordinación entre los usuarios de la cuenca, a fin de que el concesionario de la obra informe a las autoridades responsables del abastecimiento de agua si se realizan tareas de vaciado a menos de 5 km aguas arriba de la toma, a fin de prevenirlos de eventuales cambios en la calidad del servicio.

7.2.4 Pérdida de patrimonio cultural

Impacto: deterioro de sitios de valor arqueológico

Medidas de Mitigación:

Debido a la ausencia de localización precisa de los sitios de yacimientos arqueológicos de valor (ej. naufragios) coloniales o prehispánicos sobre los fondos del cauce del Paraguay-Paraná, se debe incluir en los términos de referencia del contratista, la obligatoriedad de notificar en forma inmediata a la autoridad competente sobre el hallazgo de material arqueológico o histórico, y de suspender las actividades en forma transitoria hasta que se tomen las medidas correspondientes.

7.3 MEDIDAS DE MITIGACION DE LOS EFECTOS DEL DERROCAMIENTO

7.3.1 Conservación de las especies y de sus hábitats

a) Impacto: Afectación directa de la biota por derrocamiento

Medidas de mitigación:

Los impactos del dragado se acentúan aún más en los sitios afectados por acciones de derrocamiento que incluye voladuras de roca y extracción de material fuertemente consolidado

Debido a la especificidad de este sustrato y a la comparativa reducida extensión de su superficie en relación con la totalidad de la vía navegable, se hace necesario considerar medidas de mitigación en relación a dos aspectos:

- la necesidad de reducir el impacto de las explosiones sobre la biota adyacente
- la necesidad de reducir las presiones ambientales sobre un hábitat especial y sobre las potenciales especies asociadas al mismo.

Respecto de la necesidad de reducir los efectos de las explosiones sobre la fauna local, las medidas de mitigación que deben aplicarse se dirigen a :

I. Seleccionar la tecnología más adecuada para estas explosiones subacuáticas

Esta medida de mitigación exige al oferente, que, respondiendo a criterios del presente informe, efectúe en su propuesta técnica una presentación especificando la metodología a utilizar, el cronograma de obra y las tecnologías a aplicar.

Puesto que el impacto de las explosiones sobre la biota es proporcional al alcance máximo de la onda expansiva y a la cantidad de días, durante los cuales se realizan dichas explosiones , las medidas de mitigación deben estar dirigidas a reducir el efecto de esos componentes al mínimo.

Los criterios mencionados precedentemente, consideran que la reducción de la onda expansiva es posible con el uso de las cápsulas de detonación con demoras, en lugar de varillas de detonación. Un estudio demostró que una varilla de detonación, provocaba un cilindro de mortandad en un radio de acción de 7 m, mientras que el uso de una cápsula de detonación poco agregaba a la magnitud de la explosión sobre el impacto en la zona (Metzer y otros, 1986). El uso de retardos puede reducir el área de afectación de esa acción, transformando una carga grande de explosivo en una serie de pequeños explosivos. De esta forma se reducirá al mínimo el área de influencia del impacto (que es proporcional al máximo valor de la onda expansiva que se alcanza).

Asimismo, las medidas de mitigación definitivas deben establecer si las voladuras cumplirán o no, con los lineamientos canadienses que limitan la carga instantánea de la presión a 100 kPa a una distancia de 10 metros desde el punto de detonación. El oferente tendrá que evaluar el explosivo y el peso de carga a fin de determinar si es posible satisfacer dicha norma. Si se demostrara que no es posible, el contratista deberá justificar las circunstancias que no permiten su cumplimiento.

II. El Contratista deberá prever la implementación de esta acción durante el período de menor sensibilidad (ej. procesos migratorios de adultos y estadios larvales) de acuerdo al calendario disponible (Tabla nº 4.1.13) para la biota y en especial de los peces de importancia económica y ecológica, en cada uno de los tramos

b) Impacto: Pérdida de hábitats y especies de valor para la conservación

Medidas de mitigación:

Respecto de la necesidad de proteger hábitats y especies con algún nivel de riesgo para la conservación, se recomienda lo siguiente:

Debido a la posibilidad de que sobre los afloramientos rocosos, (analizados en la Sección 5.3, con un hábitat diferente al predominante en el lecho del río) se localicen especies endémicas y/o con algún nivel de riesgo de conservación y que hasta ahora no han podido ser identificadas o no constan en la bibliografía consultada, se recomienda desarrollar una investigación para completar su conocimiento en relación a la importancia como “islas biogeográficas”.

En el caso, de que como resultado de esta primera investigación, se obtuvieran conclusiones referidos a la presencia de un sustrato de alta unicidad biogeográfica, los resultados de esta investigación deberán ser complementados por un exhaustivo trabajo de campo por parte de un especialista en comunidades bentónicas a fin de determinar la probabilidad o presencia de especies endémicas o amenazadas. Esta información deberá considerarse en el ajuste de las medidas de mitigación implementadas dentro del Plan de Gestión Ambiental de la obra.

8.0 MONITOREO AMBIENTAL

8.1 INTRODUCCIÓN

A fin de identificar y evaluar la evolución de los efectos de la obra sobre los parámetros ambientales significativos en el área de influencia directa del proyecto se ha diseñado un Plan de Monitoreo para ser implementado durante la operación del Proyecto. Este Monitoreo debe ser un componente fundamental del Plan de Gestión Ambiental Detallado.

Durante la etapa del dragado de apertura deberán ser obtenidas muestras de agua para ser analizadas bajo condiciones estándar de laboratorio a fin medir y documentar eventuales cambios en la calidad de la columna de agua. En forma complementaria, los posibles cambios en las comunidades acuáticas deberán ser también estudiadas a través de un programa de muestreo. Durante la etapa de mantenimiento, deberán realizarse muestreos de agua y sedimentos así como de los componentes más significativos de la biota.

8.2 MONITOREO

8.2.1 Monitoreo de la calidad de agua durante las operaciones de dragado

El Programa de Monitoreo durante las operaciones de dragado deberá medir el estado y evolución de los parámetros de calidad del agua. Su propósito es confirmar que los parámetros físicos (especialmente la turbidez) y los químicos evolucionen dentro de los rangos previstos.

Con este objetivo, es necesario recoger al menos tres muestras en cada uno de los lugares indicados en la Tabla N° 8.2.1 (este número incluye la muestra para análisis y los controles respectivos). Cuando el dragado de un Paso es de un volumen mayor a 100.000 m³, será necesario recoger las muestras inmediatamente aguas abajo de la obra durante el día de mayor actividad de dragado (los Pasos en los que se moviliza la mencionada cifra se detallan en la Tabla N° 8.2.1, en la columna correspondiente a volumen mayor a 100.000). Los parámetros a analizar en cada muestra deberán incluir, por lo menos, temperatura, pH, conductividad y turbidez.

En el caso de la turbidez, se deberá estimar el área afectada. A lo largo de la Hidrovía existen numerosos asentamientos humanos que se abastecen de agua para su posterior potabilización directamente del río. Debido a esto, deberán instrumentarse los mecanismos para asegurar que las variaciones de turbidez se encuentren dentro de los límites aceptables por las reglamentaciones vigentes y, en caso contrario, identificar las posibles relaciones causales con las operaciones de dragado. El método de medición de la turbidez debe ser comparable con el método de referencia de las normas de los organismos responsables de la provisión de agua potable. Una de las unidades más

TABLA N° 8.2.1 Programa de Monitoreo Durante el Dragado de Apertura

n°	Kilometraje		TRAMO	PASO	USOS DE SUELO QUE SON FUENTES DE SEDIMENTOS (1)		VOLUMEN > 100.000	PARAMETROS
	Km inicio	Km fin			Puertos	Agricultura(2)		
6	631	641	SANTA FE	Riacho Zapata	x	x		T,pH, C, Turb., Pest
12	701	709	CONFLUENCIA	Travesia Feliciano	x	x		T,pH, C, Turb., Pest
13	709	714		Ariba Feliciano	x	x		T,pH, C, Turb., Pest
15	725	731		Zona Santa Elena	x	x		T,pH, C, Turb., Pest
16	748	751		Travesia Arroyo Seco	x	x		T,pH, C, Turb., Pest
20	778	784,5		San Juan - Riacho Raigones	x	x		T,pH, C, Turb., Pest
21	785	787		Curuzu Chali	x	x	X	T,pH, C, Turb., Pest
22	791	796,5		Garibaldi	x	x		T,pH, C, Turb., Pest
25	810	814		Retaguardia	x	x		T,pH, C, Turb., Pest
26	826	830		Inga	x	x		T,pH, C, Turb., Pest
27	839	842		Abajo Esquina	x	x		T,pH, C, Turb., Pest
31	868	872		Costa Cordillate			X	T,pH, C, Turb., Pest
33	888	894		Isla del Selzo				
34	903	906		Guaycuro				
35	914	917		Mal Abrigo				
36	923	923,5		Los Vascos				
37	931	935,5		Caragualay				
38	940,5	942		Las Cañas				
39	950	956		Nanganui - Guarapo				
40	967	970		Toro - Costa Izoro				
50	1067	1068,5		Travesia Carrizal				
51	1084	1087		Tacuara Colorado				
57	1138	1144,5		Tacuani				
66	1213	1217		Talar - Isla del Medio	x	x	X	T,pH, C, Turb., Pest

T : Temperatura
C : Conductividad
Turb : Turbidez
Pest : Pesticidas
M : Metales
H : Hidrocarburos

TABLA N° 8.2.1 Programa de Monitoreo Durante el Dragado de Apertura

n°	Kilometraje		TRAMO	PASO	USOS DE SUELO QUE SON FUENTES POTENCIALES DE CONTAMINACION DE SEDIMENTOS (1)		VOLUMEN	PARAMETROS
	Km inicio	Km fin			Puertos	Agricultura(2)		
73	1287	1290	CONFLUENCIA	Bat. Londres - Humaita	x	x	X	T,pH, C, Turb., Pest
79	1320	1322	ASUNCION	Desem. Rio Bermejo	x	x	X	T,pH, C, Turb., Pest
80	1329	1331		Frente Puerto Pilar	x	x		T,pH, C, Turb., Pest
86	1365	1368		Tacuara	x	x	X	T,pH, C, Turb., Pest
98	1447	1449		Curva Formosa	x	x		T,pH,C,M,H,Turb,Pe
99	1452	1454		Vuelta Gomez	x	x	X	T,pH,C,M,H,Turb,Pe
110	1506	1510		Cortada Orange	x	x		
111	1512,5	1516,5		Dalmacia - Morterito	x	x	X	
121	1580	1583		Restinga Ita Piru - Guyrati	x	x	X	T,pH, C, Turb., Pest
123	1589,5	1590,5		Buey Muerto	x	x	X	T,pH,C,M,H,Turb,Pe
124/125	1591	1594,5		Fte. Pto Villieta y Restinga Villieta	x	x	X	T,pH,C,M,H,Turb,Pe
127	1602,5	1605		Travesia San Antonio			X	T,pH,C,M,H,Turb,Pe
128	1606	1608		Medin				
130	1613	1614		Abajo Puerto Pilcomayo				
132	1620	1622		Purificación	x	x	X	T,pH,C,M,H,Turb,Pe
136	1644	1646	ASUNCION	Remanso Castillo	x	x		T,pH,C,M,H,Turb,Pe
139	1664	1666	RIO APA	Tres Bocas Inferior			X	T,pH,C,M,H,Turb,Pe
147	1733	1735		Trav. Villa Rey				
149	1743	1747		San Juan			X	T,pH,C,Turb

T : Temperatura
C : Conductividad
Turb : Turbidez
Pest : Pesticidas
M : Metales
H : Hidrocarburos

TABLA N° 8.2.1 Programa de Monitoreo Durante el Dragado de Apertura

n°	Kilometraje		TRAMO	PASO	USOS DE SUELO QUE SON FUENTES DE SEDIMENTOS (1)		VOLUMEN > 100.000	PARAMETROS
	Km inicio	Km fin			Puertos	Agricultura(2)		
150	1752	1754		Pito Cañy - Elvira			X	T, pH, C, Turb
151	1755	1759		Yyrayu			X	T, pH, C, Turb
152	1761	1767		Palmita - Oculito Inferior				T, pH, C, Turb
153	1770	1771		Oculito Superior			X	T, pH, C, Turb
154	1776	1781		Rosario Sup. - San Luis-Sta Catalina			X	T, pH, C, Turb
157	1793	1796		Burro Ygua - Caballero			X	T, pH, C, Turb
158	1806	1809		Santa Rosa Sup.			X	T, pH, C, Turb
161	1847	1849		Curva Buena Vista o Ñandú			X	T, pH, C, Turb
162	1847	1850		Piripucu			X	T, pH, C, Turb
163	1850	1852		Curuzú Brasileiro			X	T, pH, C, Turb
164	1854	1856		Curuzú Juanita				T, pH, C, Turb
167	1882	1884		Pedral				T, pH, C, Turb
174	1931	1933		Riacho Negro			X	T, pH, C, Turb
175	1935	1942		I. del Medio-Concepción	x		X	T, pH, C, Turb
177	1947	1949		Saladillo			X	T, pH, C, Turb
178	1950	1954		Itacurubi			X	T, pH, C, Turb
180	1955	1961		Punta Irigoyen			X	T, pH, C, Turb
181	1962	1964		Zapatero-Cue			X	T, pH, C, Turb
182	1967	1970		Romero-Cue			X	T, pH, C, Turb

T : Temperatura
C : Conductividad
Turb : Turbidez
Pest : Pesticidas
M : Metales
H : Hidrocarburos

1 Fuentes industriales no son documentados
2 TGCC 1996 (7-5)

TABLA N° 8.2.1 Programa de Monitoreo Durante el Dragado de Apertura

n°	Kilometraje		TRAMO	PASO	USOS DEL SUELO QUE SON FUENTES POTENCIALES DE CONTAMINACION DE SEDIMENTOS (1)		VOLUMEN > 100.000	PARAMETROS
	Km inicio	Km fin			Puertos	Agricultura (2)		
186/187	2011	20155		Trav. Leonor Inf. y sup.			X	T, pH, C, Turb
188	2018	2019		Trav. Santa Ana (Nancy)			X	T, pH, C, Turb
189	2020	2023		La Novia			X	T, pH, C, Turb
192	2041	2047		Pindo				
193	2047	2050		Arrecifes				
194	2052	2056		Piquete-Cambá			X	T, pH, C, Turb
195	2064	2069		Isla Stanley			X	T, pH, C, Turb
196	2070	2075		Itá-Pucumí (Cerro Lorito)			X	T, pH, C, Turb
198/199	2085	2085		Trav. Max e I. Caa Pucu Guazú			X	T, pH, C, Turb
200	2095	2100		Aguirre - Palacio Cue				
202	2113	2115		Lamboné (Piedra Partida)			X	T, pH, C, Turb
203	2115	2121		Vuelta I. Peña Hermosa			X	T, pH, C, Turb
205	2139	2145		Trav. Casado Inferior				
209	2167	2170		Isla Do Farol				
216	2280	2282	RIO APA	Cambá - Nupá				
220	2342	2344	CORUMBA	Curva do Aboteado			X	T, pH, C, Turb
223	2362	2365		Esirao Braga				
233	2542	2544		Volta Rebojo				

T: Temperatura
C: Conductividad
Turb: Turbidez
Pest: Pesticidas
M: Metales
H: Hidrocarburos

1 Fuentes industriales no son documentadas

2 TGCC, 1996 (7-5)

TABLA N° 8.2.1 Programa de Monitoreo Durante el Dragado de Apertura

n°	Kilometraje		TRAMO	PASO	USOS DEL SUELO QUE SON FUENTES POTENCIALES DE CONTAMINACION DE SEDIMENTOS (1)		VOLUMEN	PARAMETROS
	Km inicio	Km fin			Puertos	Agricultura (2)		
236	2580	2590		Piuvias Inferior y Superior			X	T, pH, C, Turb
239	2605	2610		Concelho			X	T, pH, C, Turb
241	2629	2635		Yacaré Superior			X	T, pH, C, Turb
251	2637	2639		Volta da Figueirinha			X	T, pH, C, Turb
243	2657	2661		Ilha Caraguatá			X	T, pH, C, Turb
249	2720	2722		Formigueiro			X	T, pH, C, Turb
250	2728	2731		Santana			X	T, pH, C, Turb
	0	8.3		CANAL TAMENGO			X	T, pH, C, Turb

T: Temperatura
C: Conductividad
Turb: Turbidez
Pest: Pesticidas
M: Metales
H: Hidrocarburos

1 Fuentes industriales no son documentadas

2 TGCC, 1996 (7-5)

utilizadas es, probablemente, mg/l de sólidos suspendidos, en vez de NTU, utilizada en otros casos.

En los pasos adyacentes y aguas abajo de zonas de explotación agrícola intensiva, en los que este uso del suelo ocupe más del 10% del territorio, es necesario incluir en el monitoreo la determinación de plaguicidas, especialmente los organoclorados.

En los pasos adyacentes y aguas abajo de puertos de importancia, es necesario incluir en el monitoreo la recolección y el análisis de metales e hidrocarburos (totales y los de mayor ecotoxicidad).

El número de sitios de muestreo de agua durante el dragado es de 64 (ver Tabla N° 8.2.1) y el costo del análisis es de aproximadamente \$ 17.000. El costo estimado por el monitoreo durante el dragado equivale al costo del análisis más un 50% para recolección y transporte.

8.2.2 Monitoreo biológico durante las operaciones de dragado

El monitoreo de la calidad de agua deberá complementarse con el monitoreo de los principales parámetros biológicos, especialmente plancton, fauna bentónica y fauna íctica.

En la Sección 5 se han analizado los diferentes impactos ambientales producidos por el Proyecto. Si bien la mayoría de ellos se manifiesta sobre el lecho del río y la columna de agua, otros se manifiestan directa o indirectamente sobre la biota. Algunas de estas comunidades, como el bentos, el plancton y el necton, son de especial interés tanto sea por su afectación intrínseca como por su valor como indicadores de cambios en el ecosistema en su conjunto. Por ello debe incluirse en el monitoreo de la calidad ambiental el seguimiento específico de estos componentes de la biota.

Ampliando la información que se presenta en los capítulos de Diagnóstico e Impacto, se recomienda profundizar la información de centros de investigación sobre los sitios de desove y desarrollo larval, considerados como las etapas más sensibles. Esto implica la posibilidad de identificar las zonas más críticas donde sea necesario y así poder ajustar las operaciones de dragado y vaciado (tanto de apertura como de mantenimiento) a lo imprescindible.

En forma específica se recomienda el monitoreo de la ictiofauna. El objetivo del mismo es conocer la evolución de sus especies más sensibles o de mayor importancia ecológica y/o económica. Esto incluye también la identificación de los sectores del río considerados puntualmente críticos para la actividad pesquera artesanal, a fin de reducir allí las operaciones de dragado a lo indispensable, especialmente en la época de mayor actividad de las pesquerías.

Los criterios de diseño para el monitoreo biológico son equivalentes a los enunciados para el monitoreo de agua, excluyendo los muestreos

correspondientes a tomas de agua para su potabilización (eventuales impactos sobre los asentamientos humanos).

Los costos estimados de este monitoreo se presentan en la siguiente Tabla N° 8.2.2.

El costo de viáticos, combustible y gastos imprevistos, procesamiento de muestras y realización de informes se presenta por campaña, considerando la realización de un muestreo de 2 días de duración en 15 estaciones del tramo de la Hidrovía. El precio de bienes de consumo se calculó por un período de aproximadamente 5 años y el de bienes de capital se considera que durante todo el proyecto no sufrirá renovación.

Los recursos humanos (profesionales, técnicos y auxiliares) necesarios para cada campaña de muestreo se estiman en un número de 5 personas.

8.2.3 Monitoreo durante las operaciones de mantenimiento

Durante la etapa de mantenimiento deberán reiterarse los muestreos de calidad de agua e incluirse el muestreo de calidad de sedimentos, a fin de conocer la evolución de sus parámetros más significativos. Eventualmente, si se identificaran situaciones de riesgo, puede reiterarse periódicamente el muestreo biológico.

A fin de complementar el conocimiento de los cambios ecológicos producidos a mediano y largo plazo, durante la etapa de mantenimiento se plantea la necesidad de relevar y monitorear los sitios costeros de mayor inestabilidad ecológica con el fin de detectar y prevenir un eventual incremento de los procesos de erosión y deterioro de costas que se traduzca en una potencial pérdida de comunidades. Se recomienda una especial atención en los pasos más estrechos (ver los Pasos identificados como críticos en la Tabla N° 5.3.5).

8.2.4 Resumen de los Costos del Monitoreo

En la Tabla N° 8.2.3 se resumen los costos de monitoreo para las etapas de dragado de apertura y de dragado de mantenimiento, de acuerdo a los componentes ambientales previamente identificados.

Debe aclararse que estos costos pueden presentar variaciones en función de la identificación de nuevos requerimientos de información, de acuerdo a los resultados obtenidos progresivamente.

Tabla N° 8.2.2 - Costos de Monitoreo Biológico

RUBRO	COSTO (US\$)
VIATICOS	15.000
PROCESAMIENTO DE MUESTRAS	
Plancton	100
Ictioplancton	100
Bentos	100
Contaminación de agua y sedimentos	22.500
REALIZACION DE INFORMES	
Plancton	500
Ictioplancton	500
Bentos	500
Contaminación	500
Pesca	1.000
COMBUSTIBLE Y GASTOS IMPREVISTOS	1.500
ARTES DE PESCA	8.000
REDES DE PLANCTON	1.500
MUESTREADORES DE BENTOS	2.500
ECOSONDA	25.000
POSICIONADOR GEOGRAFICO	3.000
EQUIPOS DE COMUNICACION (handies)	1.000
INSUMOS (reactivos, fijadores, recipientes, instrumental de disección)	4.000
BALANZAS	2.000
CAMIONETA GASOLERA 4x4	
Alternativa: alquiler de vehículo	40.000 (2.500 por campaña)
BOTE C/MOTOR FUERA DE BORDA	
Alternativa: alquiler de bote	6.000 (3.000 por campaña)
FREEZER PORTATIL (p/ muestras de contaminación)	2.500

Tabla N° 8.2.3. - Resumen de los Componentes y Costos del Monitoreo en las Etapas de Apertura y Mantenimiento

Dragado de Apertura		Dragado de Mantenimiento	
Calidad del Agua	Plancton y Bentos	Calidad del Sedimento	Calidad del Agua
U\$S	U\$S	U\$S	U\$S
50.000	260.000	38.000	30.000

Costo total del Monitoreo

Dragado de Apertura :

Monitoreo de calidad de agua, plancton y bentos (*anualmente*) = U\$S 310.000

Dragado de Mantenimiento:

Monitoreo de calidad de aguas y sedimentos (*anualmente*) = U\$S 68.000.

Si durante el dragado de mantenimiento se realiza el monitoreo sobre plancton, bentos y peces el monto asciende a U\$S 310.000

Estos costos no incluyen la utilización durante las campañas de una embarcación apropiada para el desarrollo de los muestreos entre Corumbá y Santa Fe, con su correspondiente tripulación y gastos de despacho (combustibles, vituallas, etc).

8.2.5 Integración de la información

Se confeccionará un sistema de información geográfica que presente la distribución de aquellas áreas del río con diferente grado de impacto actual o potencial en base a los resultados de la evaluación de impacto ambiental.

Los resultados obtenidos de los muestreos sobre los diferentes ambientes y comunidades deberán relacionarse con la información disponible sobre el uso de los hábitats, la riqueza y diversidad específica y la sensibilidad ambiental. En el caso de análisis para determinar los efectos de contaminación por dragado, los resultados deberán ser analizados en un contexto estadístico apropiado (errores de tipo I y II y potencia).

ANEXO 12.1

LISTA DE MIEMBROS DEL COMITE INTERGUBERNAMENTAL DE LA HIDROVIA Y LAS AGENCIAS QUE PROVEEN ASISTENCIA TECNICA

**LISTA DE LOS MIEMBROS DEL COMITÉ INTERGUBERNAMENTAL
DE LA HIDROVÍA Y LAS AGENCIAS
QUE PROVEEN ASISTENCIA TECNICA**

1. Representantes del Comité Intergubernamental de la Hidrovía

- * Argentina
- * Bolivia
- * Brasil
- * Paraguay
- * Uruguay

2. Agencias que Proveen Asistencia Técnica

- * Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, y
Oficina de Proyectos y Servicios
- * Banco Interamericano de Desarrollo
- * Fondo Financiero para la Cuenca del Plata
- * Unión Europea

ANEXO 12.2

MODELOS MATEMATICOS

1. MODELO HIDRODINAMICO UNIDIMENSIONAL

Se describe a continuación el modelo matemático unidimensional utilizado para reproducir el comportamiento hidrodinámico de un tramo de la Hidrovia de aproximadamente 600 Km, desde Porto da Manga (Km 2685) hasta poco aguas arriba de Puerto Pinasco (Km 2080), con el objeto de cuantificar la influencia de la profundización del fondo sobre el comportamiento hidrodinámico.

El modelo, resuelve las ecuaciones generales de Saint Venant (Henderson, 1966, Ven Te Chow, 1986) para flujo impermanente, mediante un sistema numérico en diferencias finitas (Abbott, 1967 y 1979).

Estas ecuaciones expresan la continuidad o conservación de masa y la conservación de momento que representa el equilibrio entre las fuerzas de gravedad, la fricción con el fondo, la presión hidrostática y las fuerzas provocadas por la aceleración del flujo.

La forma general de las ecuaciones es la siguiente:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR_h} = 0$$

donde:

- A: área de escurrimiento (m²)
- C: coeficiente de resistencia de Chezy (m^{1/2}/s)
- g: aceleración de la gravedad (m/s²)
- h: nivel del agua respecto de un plano horizontal (m)
- Q: caudal (m³/s)
- R_h: radio hidráulico (m)
- α: coeficiente de distribución de velocidades.
- q: caudal lateral (puede utilizarse para representar el almacenamiento y/o descarga de áreas de inundación adyacentes al cauce, pérdidas por evaporación, lluvia, etc.)

El tramo de río en estudio es representado mediante secciones transversales, las cuáles son tomadas de modo de representar lo más fielmente posible las singularidades del cauce (cambios de forma, pendientes, rugosidad, etc.). El modelo interpola secciones en los tramos en que la separación de las secciones introducidas como dato supera un mínimo valor establecido.

Dado que las secciones son de forma irregular, el modelo calcula el área y el radio hidráulico (para los distintos niveles de agua) dividiendo la sección en pequeñas fajas de ancho db y utilizando las siguientes expresiones:

$$A = \int_0^B y db$$

$$\sqrt{R_h} = \frac{1}{A} \int_0^B y^{3/2} db$$

donde y es la profundidad correspondiente a cada faja en que ha sido dividida la sección.

La resolución numérica de las ecuaciones diferenciales se efectúa mediante la transformación de las mismas en un sistema de ecuaciones en diferencias finitas sobre una grilla unidimensional donde son obtenidos los valores de caudal y nivel en cada paso de tiempo.

El modelo permite la consideración de bifurcaciones y confluencias de cauces, tal es el caso del tramo modelado. La Figura N° 1 muestra esquemáticamente la discretización y configuración de la zona estudiada.

Las secciones transversales para la conformación del modelo fueron obtenidas de los datos batimétricos existentes (carta de navegación del DHN y relevamientos existentes en zonas de pasos). Dichas secciones fueron tomadas con mayor densidad en la zona de los pasos más importantes.

Estas secciones transversales fueron luego modificadas para considerar la presencia del canal dragado a una profundidad de 3,2 m y con un ancho de solera de 90 m. Las Figuras N° 2a) a e) muestran algunas secciones transversales utilizadas en el modelo donde se indica el canal a dragar.

De este modo fueron configurados dos modelos que representan la situación original (sin proyecto) y la situación con las obras de dragado (esta situación corresponde a obra terminada, es decir que incluye simultáneamente la totalidad de los pasos dragados en el tramo modelado).

Otro dato necesario para el modelo lo constituye la resistencia de fondo, representada por el coeficiente de Manning, el cuál fue obtenido a partir del análisis de perfiles verticales de velocidad relevados en la campaña de

mediciones. Se adoptó un valor de $n = 0.029$. El coeficiente de Chezy utilizado por el modelo se calcula como:

$$C = \frac{R_h^{1/6}}{n}$$

Como condición de borde aguas arriba se introdujo un caudal constante, mientras que aguas abajo se fijó un nivel compatible con aquel caudal circulante. Estos valores fueron obtenidos a partir del análisis de las curvas h-Q existentes dentro del tramo considerado. Se modeló una situación de aguas bajas (estiaje) utilizando un caudal de $800 \text{ m}^3/\text{s}$, y dos situaciones de aguas más altas con 1.500 y $2.500 \text{ m}^3/\text{s}$.

El objetivo de la modelación es la obtención de la posición de los niveles de agua a lo largo del perfil longitudinal del cauce en las situaciones con y sin canal dragado y sus resultados se discuten en la sección 5.2 correspondiente al análisis del impacto que las obras de dragado provocarán sobre el régimen hidráulico del río.

2. MODELO HIDRODINAMICO BIDIMENSIONAL

Este modelo fue implementado a los efectos de obtener la base hidrodinámica para realizar el estudio de dispersión de la pluma de sedimentos provenientes de las operaciones de dragado.

Para ello, en los dos pasos modelados, (Arriba Feliciano en el Río Paraná e Itá Pirú en el Río Paraguay), se aplicó el modelo hidrodinámico que se describe a continuación, cuyo objetivo fue la determinación del campo de velocidades y niveles necesarios para alimentar el modelo de advección y dispersión que se describe en el punto 3 de este anexo.

El modelo hidrodinámico en su forma general es capaz de simular el movimiento de flujos impermanentes a superficie libre en dos dimensiones y en una capa (verticalmente homogéneo).

Para ello resuelve las ecuaciones de continuidad y cantidad de movimiento integradas en la vertical dando como resultado los valores de niveles y velocidades en dos direcciones de un sistema cartesiano xy. Es decir que cada valor representa la velocidad media en la vertical.

Las ecuaciones generales son las siguientes:

*** Continuidad:**

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = s - e$$

*** Momento en x:**

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \xi}{\partial x} + g \frac{\sqrt{\frac{p^2}{h^2} + \frac{q^2}{h^2}}}{C^2} \frac{p}{h} - \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(E_x h \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(E_y h \frac{\partial u}{\partial y} \right) \right] = 0$$

*** Momento en y:**

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \xi}{\partial y} + g \frac{\sqrt{\frac{p^2}{h^2} + \frac{q^2}{h^2}}}{C^2} \frac{q}{h} - \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(E_x h \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(E_y h \frac{\partial v}{\partial y} \right) \right] = 0$$

Los símbolos utilizados en las ecuaciones son los siguientes:

$\zeta(x,y,t)$	=	Elevación de la superficie respecto del nivel medio (m).
$p,q(x,y,t)$	=	Caudales unitarios en las direcciones x e y (m ³ /m/s), siendo:
		$p = u.h$, $q = v.h$
$u, v(x,y,t)$	=	Velocidades medias, promediadas sobre la vertical, en direcciones x e y. (m/s).
s,e	=	Aportes y/o egresos de masa al sistema (m ³ /m ² /s)
$h(x,y,t)$	=	Profundidad del agua (m).
$C(x,y)$	=	Coefficiente de resistencia de Chezy (m ¹ /2/s)
g	=	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
E_x, E_y	=	Coefficientes de viscosidad turbulenta.
x, y	=	Coordenadas espaciales x e y (m).
t	=	Tiempo (s).

Para este caso en particular, el movimiento simulado es permanente de modo que no son tomados en cuenta los términos que involucran la variable tiempo. Tampoco son incluidos, dada su poca importancia, los términos que involucran la fricción del viento, la variación de presión atmosférica y la fuerza de Coriolis.

De este modo se han representado las acciones debidas a las fuerzas de gravedad vinculada a la pendiente de la superficie libre, la resistencia de fondo y las fuerzas debidas a las aceleraciones convectivas, es decir aquellas vinculadas a los cambios de velocidad en el espacio.

La resolución numérica de las ecuaciones se realiza mediante la discretización de las mismas sobre una grilla de espaciamiento Δx y Δy y aplicando un esquema de diferencias finitas (Abbott, 1967, 1979).

La representación batimétrica de la zona a modelar se realizó dando la profundidad correspondiente a cada punto de una malla en dos dimensiones, utilizando en este caso una distancia entre puntos de 50 m. La información de profundidades se obtuvo de los levantamientos ejecutados en la campaña de mediciones. El paso Ita Pirú cubre un área de 6500 y 3500 m mientras que la zona de Arriba Feliciano fue representada en un área de 7500 x 3250 m.

El coeficiente de Manning, representativo de la resistencia del fondo, fue adoptado a partir del análisis de los perfiles verticales de velocidades medidas, en la campaña ejecutado por los Consultores en 1995 estando dichos valores comprendidos entre 0.025 y 0.033.

Las condiciones de borde aplicadas fueron un caudal constante ingresando por la sección extrema de aguas arriba y una condición de nivel constante en la sección extrema de aguas abajo, compatible con el caudal circulante.

Los caudales considerados fueron de 2.000 m³/s en Ita Pirú y 12.000 m³/s en Arriba Feliciano, valores representativos de una situación de aguas bajas, donde los niveles estarían aproximadamente 1,5 m. por encima del nivel de reducción.

De este modo mediante la aplicación del modelo fue posible estimar el campo de velocidades producidas por la circulación de estos caudales en toda la zona y que sirvieron de dato de ingreso al modelo de advección y dispersión.

3. MODELO DE ADVECCION Y DISPERSION

Se describe a continuación el modelo de advección y dispersión aplicado para analizar la evolución del material sólido puesto en suspensión durante la inyección a la corriente del material dragado.

El modelo simula la pluma generada por un material disuelto o suspendido en el agua bajo la influencia del transporte y del fenómeno de dispersión provocados por el movimiento del agua.

La ecuación diferencial que describe el fenómeno es una ecuación de conservación de masa en la que se incluyen las cantidades aportadas o extraídas en puntos fuentes o sumideros y un término que tiene en cuenta el decaimiento de la sustancia o material en análisis.

En su forma general la ecuación es la siguiente:

$$\frac{\partial}{\partial t}(hC) + \frac{\partial}{\partial x}(uhC) + \frac{\partial}{\partial y}(vhC) = \frac{\partial}{\partial x}\left[hD_x \frac{\partial C}{\partial x}\right] + \frac{\partial}{\partial y}\left[hD_y \frac{\partial C}{\partial y}\right] - FC + S$$

donde:

- C : concentración (unidades arbitrarias, ej. gr/m³).
- u, v : componentes horizontales de la velocidad de la corriente, en direcciones x e y (m/s).
- h : profundidad del agua (m)
- D_x, D_y : coeficientes de dispersión en las direcciones x e y (m²/s)
- F : coeficiente de decaimiento (m/s)
- S : caudal sólido por unidad de área de la fuente o sumidero (g/m²/s).

El primer miembro expresa la variación local y convectiva de la concentración, es decir variaciones con el tiempo y la posición, mientras que el segundo miembro incluye la variación provocada por la dispersión a la cuál se agrega el decaimiento (en nuestro caso por deposición de las partículas en el fondo) y el aporte de caudal sólido a través de una fuente.

La solución numérica de estas ecuaciones se obtiene mediante la discretización de la misma en diferencias finitas sobre una grilla rectangular de espaciamiento Δx y Δy , que cubre la zona de interés (Leonard, 1979).

De este modo la concentración de material es calculada en cada punto de la malla y para cada paso de tiempo.

La información de velocidades (u , v) y las profundidades (h) en todos los puntos es tomada de los resultados del modelo hidrodinámico que se describiera en la en la sección 2 de este Anexo.

Los coeficientes de dispersión (D_x y D_y) son habitualmente utilizados para calibración de este tipo de modelos. No obstante y dado que no siempre se cuenta con elementos de contraste que permitan tal calibración, existen métodos para obtener dichos coeficientes por cálculo.

Elder (1959) encontró que dichos coeficientes son proporcionales a $(u_* h)$ y Harleman (1971) da la siguiente expresión:

$$D = 40u_*h$$

donde h es la profundidad y u_* es la velocidad de corte, la cual es a su vez función de la tensión de corte τ_o que el flujo transmite al fondo.

$$u_* = \sqrt{\frac{\tau_o}{\rho}}$$

donde ρ es la densidad del agua y τ_o se relaciona con la pendiente de la superficie libre mediante la expresión:

$$\tau_o = \gamma h i$$

siendo γ el peso específico del agua, h la profundidad e i la pendiente.

Otro término de gran importancia para el presente caso, en que se trata la dispersión de sólidos en suspensión es el correspondiente al decaimiento del mismo, lo cual es interpretado como el caudal sólido depositado en la unidad de tiempo.

El coeficiente F de la ecuación diferencial, representa la velocidad de caída de las partículas la cuál tiene la siguiente expresión:

$$F = w - \frac{E_s}{\int_a^h f(y) dy}$$

donde:

w : velocidad de caída en agua quieta, función principalmente del diámetro de las partículas.

E_s : coeficiente de dispersión vertical.

$$E_s = \frac{0.4u_*h}{6}$$

y el denominador indica la integral de la función $f(y)$ que representa la forma del perfil vertical de concentraciones dado por:

$$f(y) = \left(\frac{h-y}{y} \frac{a}{h-a} \right)^z$$

siendo:

h : profundidad

y : variable de integración ($y = 0$ en el fondo)

a : 0,05 h

$$z = \frac{w}{0,4u_*} \quad (\text{número de Rouse})$$

En las zonas de interés, el modelo fue aplicado sobre la misma malla del modelo hidrodinámico, es decir con un paso de malla de 50 m.

La inyección de material dragado se simuló introduciendo un caudal sólido de 2.000 m³/h en un punto de grilla, ubicado en las cercanías del canal a dragar.

En base a los datos de sedimentos se dividió el material en fracción fina y gruesa, tomando como punto de separación 0,1 mm. De este modo los cálculos de dispersión fueron realizados para ambas fracciones, representadas por el D_{50} de cada una de ellas y luego pesadas en forma proporcional a la participación de cada fracción sobre el total.

Los resultados de la aplicación de este modelo se discuten en la sección 5.2 donde se analiza la turbidez provocada por las operaciones de dragado.

4. MODELO SEDIMENTOLOGICO

El modelo utilizado para los fines del presente trabajo es un modelo numérico de canal abierto, HEC-6 (USA COE-HEC, 1993) que permite la simulación y predicción de cambios en las profundidades del río como consecuencia de la erosión y deposición de los sedimentos y del desarrollo y migración de las formas de fondo.

Para representar en forma precisa el proceso de erosión/deposición, el flujo hidráulico, el transporte de sedimentos, la rugosidad del canal y los cambios geométricos correspondientes, están dinámicamente vinculados por medio del modelo.

El modelo simula el transporte de sedimentos, tanto los suspendidos como el arrastre de fondo. Utilizando las fórmulas de hidráulica fluvial y las características de los sedimentos, el modelo implementa una ecuación de la carga total de sedimentos para estimar los sedimentos transportados, y una ecuación de conservación de masa para estimar las velocidades de erosión y deposición y en consecuencia, los cambios en la profundidad del canal en función del tiempo.

Los tamaños de los sedimentos acomodados por el modelo incluyen canto rodado en el extremo superior hasta arcillas en el extremo inferior.

Los parámetros hidráulicos necesarios para calcular el potencial de sedimentos transportados son la velocidad, la profundidad, el ancho y la pendiente de energía. Esas variables pueden obtenerse a partir de consideraciones del balance energético. Por lo tanto, la base del modelo hidráulico es la ecuación de energía cinética (ecuación de Bernoulli) que puede escribirse en la siguiente forma:

$$h_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = h_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

donde:

g	=	aceleración de la gravedad
h_e	=	pérdida de carga (energía) a lo largo del tramo
h_1, h_2	=	elevación de la superficie del agua en los extremos de un tramo
V_1, V_2	=	velocidades promedio del flujo en los extremos de un tramo
α_1, α_2	=	coeficientes de distribución de velocidad para el flujo en los extremos del tramo
h_e	=	suma de las pérdidas por fricción y forma

$$h_e = h_f + h_o$$

El término h_f se calcula por medio de la ecuación de Manning. Los parámetros geométricos necesarios, como el perímetro mojado y el radio hidráulico se toman de los trazados de sección transversal del río.

La velocidad del transporte de sedimentos o caudal sólido (arrastre y suspensión) se calcula para cada componente de tamaño de grano utilizando una ecuación de transporte en la forma de

$$q_s = \tau_o V \left(\frac{e_b}{\tan \phi_o} + 0.01 \frac{V}{W} \right)$$

donde:

V = velocidad media del flujo dentro del tramo

τ_o = tensión de corte del fondo ($= 0,003 V^2$)

e_b = factor empírico de eficiencia

ϕ_o = coeficiente de fricción sólida dinámica

W = velocidad de sedimentación de la partícula

La capacidad total de transporte de sedimentos es computada sumando los productos de los componentes de los tamaños de grano individuales y sus porcentajes en el lecho.

Existen muchas relaciones de transporte de sedimento disponibles para computar su flujo. Para los fines de este estudio, se eligió el método de la energía de la corriente de Yang (1973). La precisión de esta función fué estimada como siendo muy alta por Yang y Wan (1991).

Para calcular la erosión y la deposición, se requiere la ecuación de conservación del sedimento en la forma:

$$\frac{\partial q_s}{\partial x} + B_o \frac{\partial h_s}{\partial t} = 0$$

donde:

q_s = velocidad de transporte del sedimento de la Ecuación 2 durante el tiempo Δt .

B_o = ancho del lecho móvil

h_s = profundidad de sedimento en el volumen computacional

t = tiempo

x = distancia a lo largo del canal

El paso de tiempo utilizado fué de un día.

El modelo se aplica sobre tramos de río, para lo cual es necesario contar en la sección extrema de aguas arriba con los datos de sedimentos y los caudales líquidos y sólidos afluentes (generalmente a partir de hidrogramas y curvas granulométricas de sedimentos) y la variación en función del tiempo del nivel de agua en el extremo aguas abajo del tramo. El tramo modelado puede variar entre unos pocos kilómetros y varios cientos de kilómetros de longitud.

Los datos geométricos necesarios incluyen la sección transversal, las longitudes de los tramos y los coeficientes de Manning para cada sección.

Cada sección transversal está dividida en 3 subsecciones, "barranca" izquierda, canal principal y "barranca" derecha. Las secciones se dividen en porciones de lecho fijas y móviles. La erosión o la deposición harán que este lecho móvil se eleve o baje de conformidad con los cambios modelados de la cota del lecho.

Los datos de sedimentos son introducidos mediante la representación de la curva granulométrica dividiéndola en 4 a 6 tamaños diferentes (HEC-6 toma en cuenta hasta 20 tamaños de partículas distintas).

Los inputs hidrológicos son las funciones que accionan el modelo de transporte de sedimentos. Se necesita un hidrograma de caudales de agua continuo, puesto que tanto el transporte de sedimento como la hidráulica fluvial son funciones no lineales del caudal de agua.

El HEC-6 trata a un hidrograma continuo como una secuencia de flujos uniformes discretos, teniendo cada uno una duración específica, Δt .

Los hidrogramas seleccionados para los fines del modelado del transporte de sedimentos están basados en los registros de alturas hidrométricas de largo período (1911-1993) y las curvas altura-caudal disponibles.

Las muestras de sedimentos tomadas durante los relevamientos de campo en los propios tramos a ser modelados y sus proximidades, fueron utilizadas para producir una curva de distribución de sedimentos en los locales de muestreo.

Mediante el modelo se analizó la transposición de sedimentos después del dragado en relación a las tasas de transporte naturales, es decir la relación entre los sedimentos transportados a través del paso y los que son retenidos en el área dragada, esto es, la eficiencia de atrape del paso.

Otro aspecto interesante del problema de transporte de sedimentos es la relación entre el transporte total del sistema fluvial y las cantidades de sedimento que deben ser removidos por los dragados de mantenimiento.

Los resultados obtenidos se discuten en la sección 5.2 donde se analiza el impacto provocado por las obras de dragado sobre las características sedimentológicas.

IMPACTO DEL DRAGADO SOBRE EL REGIMEN HIDRAULICO DEL RIO

ESQUEMATIZACION DEL MODELO HIDRODINAMICO UNIDIMENSIONAL

REFERENCIAS

- × PASOS
- ◇ ESTACIONES HIDROMETRICAS
- NODO (unión de ramas del modelo)

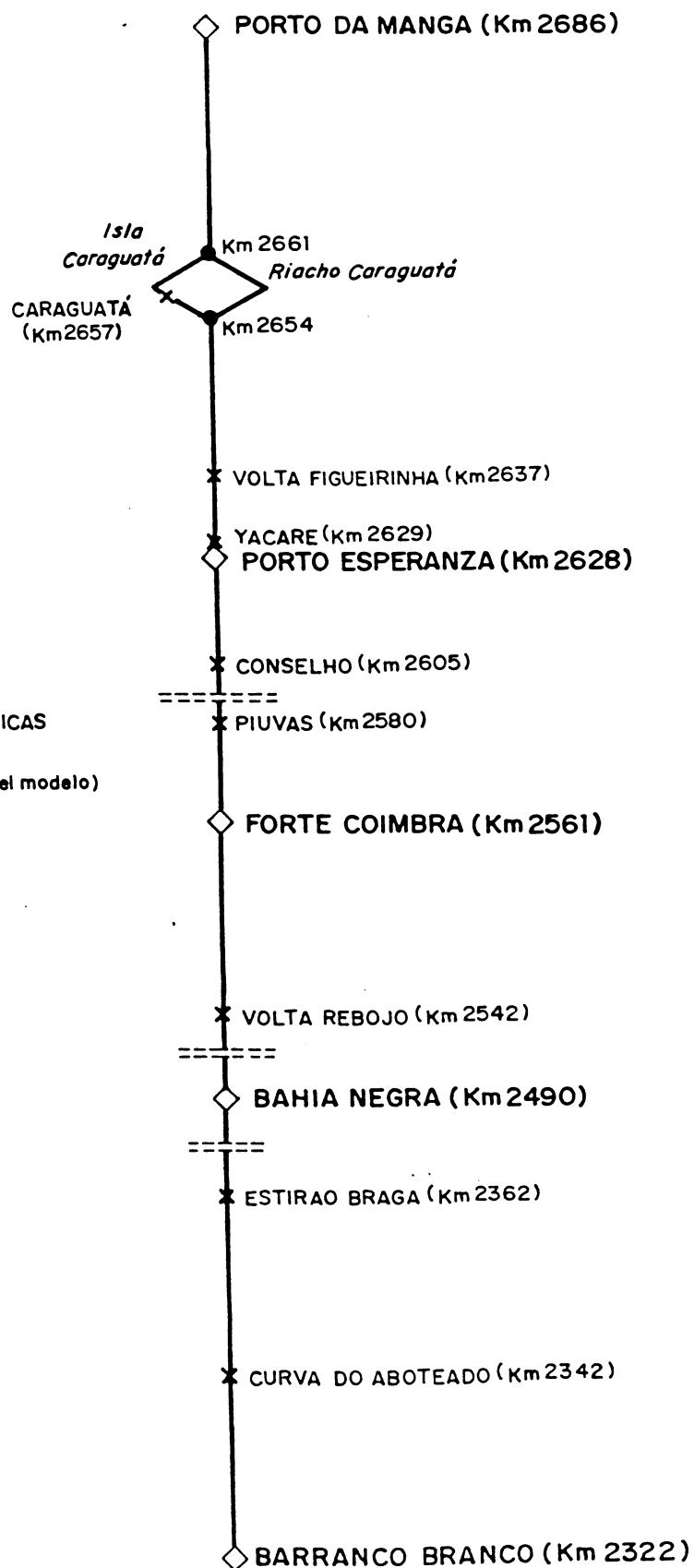


Figura Nº 1

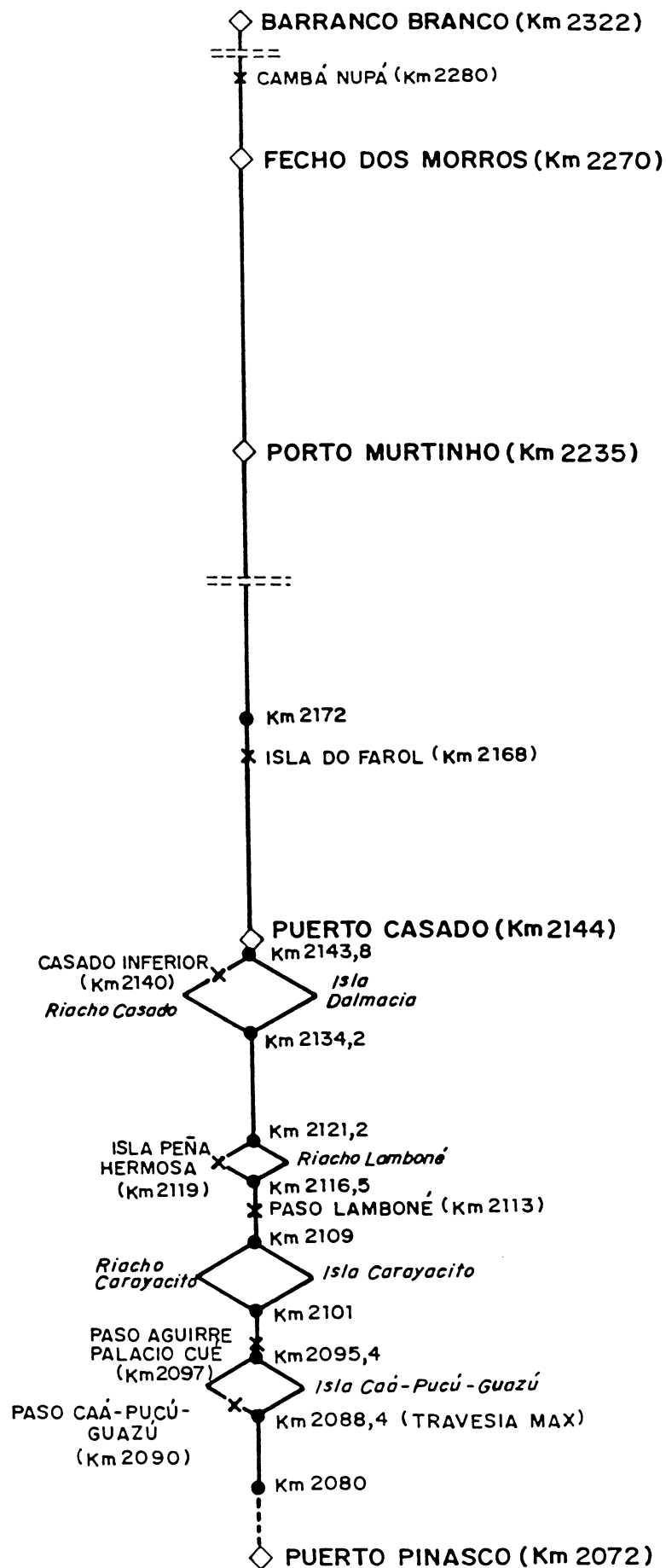
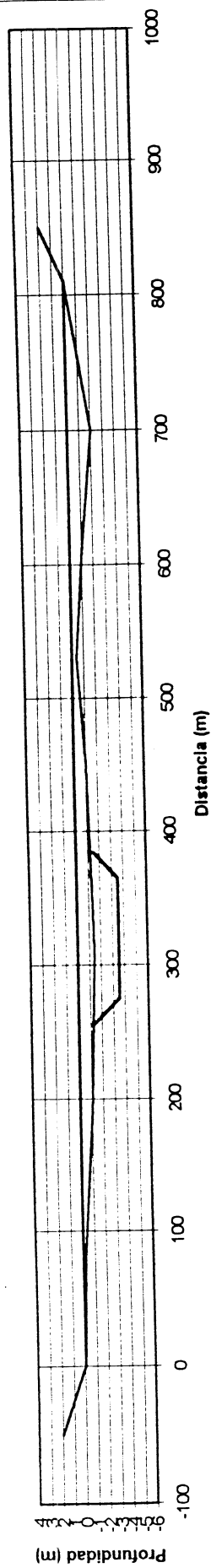


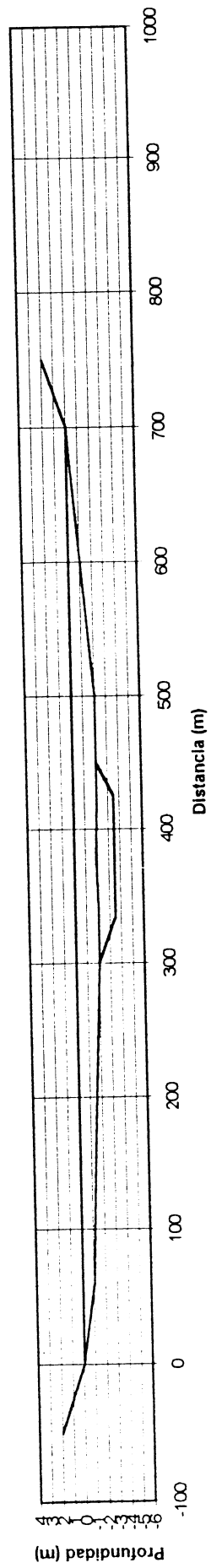
Figura N° 1 (Cont.)

RIO PARAGUAY - SECCIONES TRANSVERSALES

Palacio Cué (Km 2107,4)



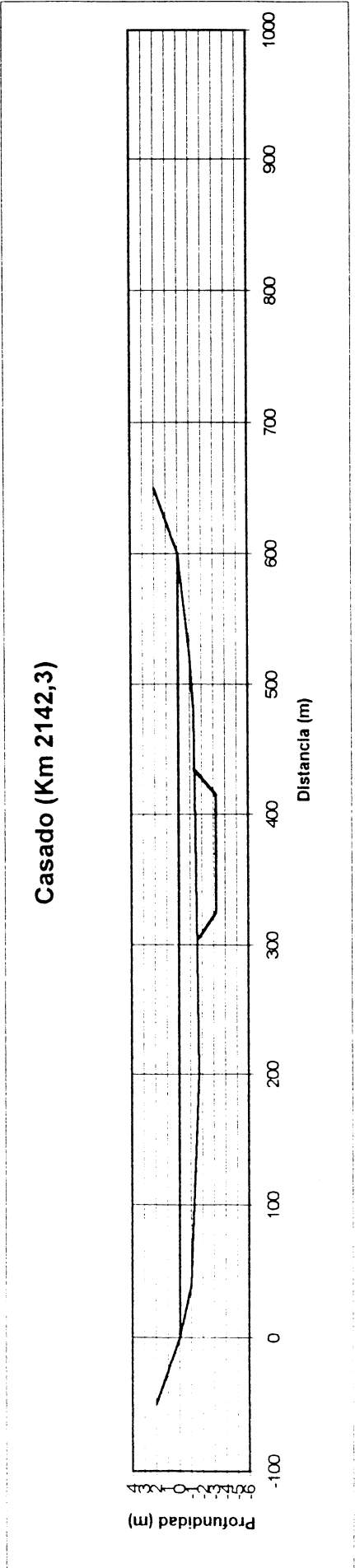
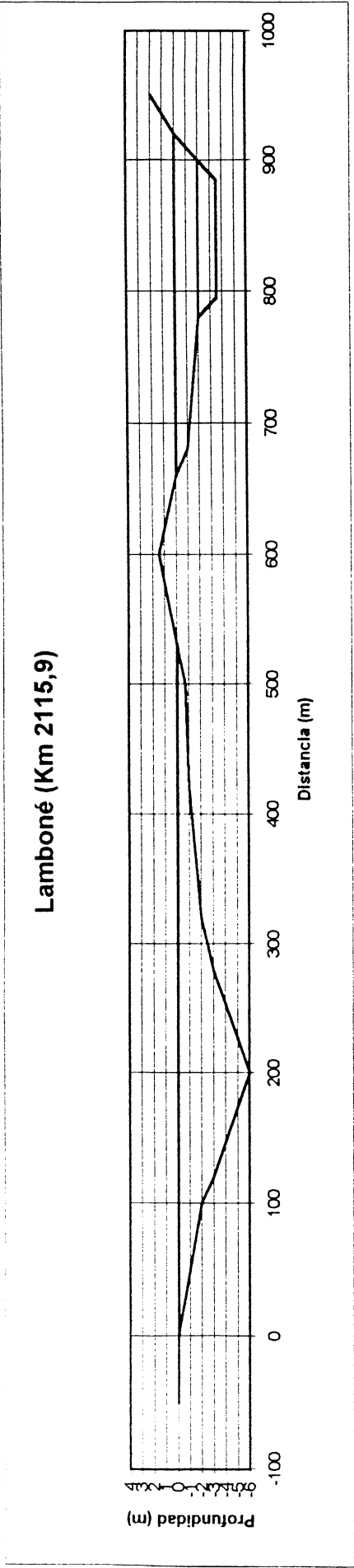
Lamboné (Km 2113,1)



NOTA: La línea azul indica el nivel de aguas mínimo

Figura N° 2a)

RIO PARAGUAY - SECCIONES TRANSVERSALES

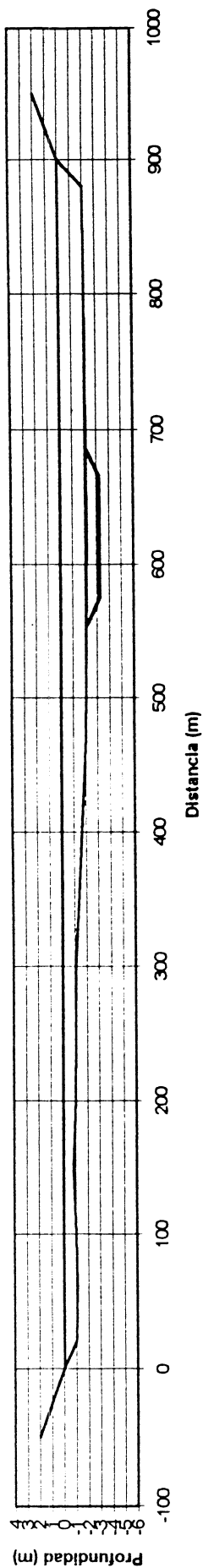


NOTA: La línea azul indica el nivel de aguas mínimo

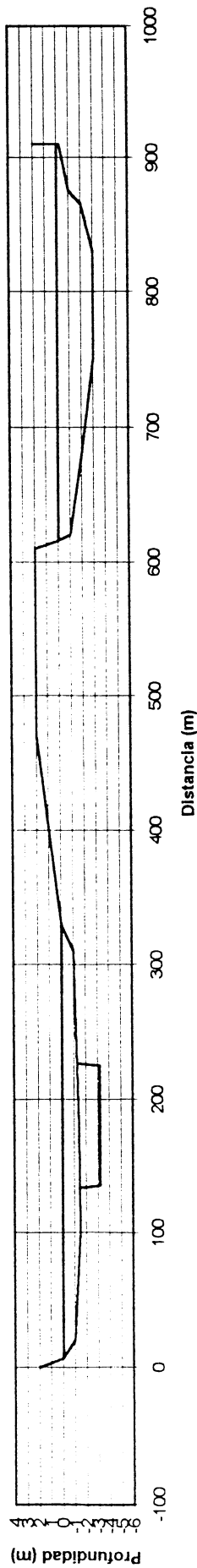
Figura N° 2b)

RIO PARAGUAY - SECCIONES TRANSVERSALES

Ilha do Farol (Km 2160,9)



Cambá Nupá (Km 2281)

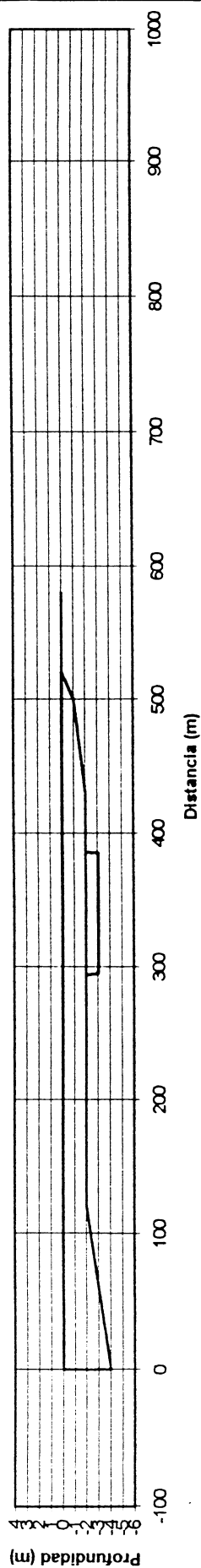


NOTA: La línea azul indica el nivel de aguas mínimo

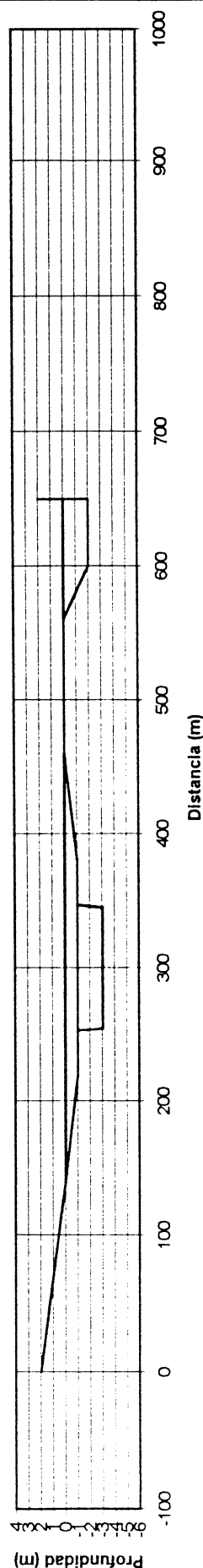
Figura N° 2c)

RIO PARAGUAY - SECCIONES TRANSVERSALES

Piuvas (Km 2577)



Conselho (Km 2608,5)

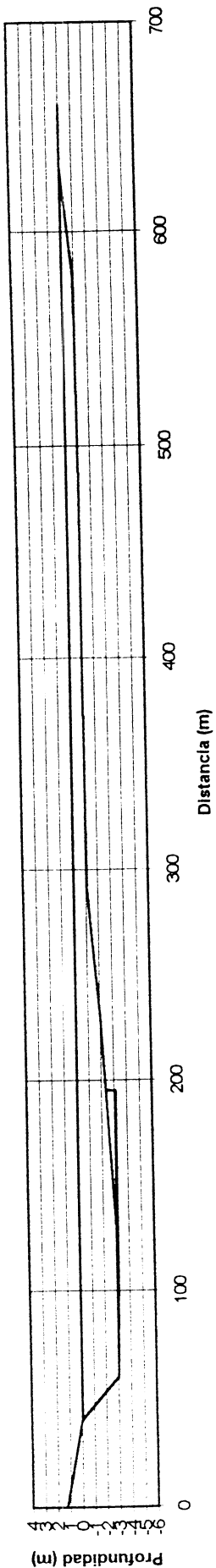


NOTA: La linea azul indica el nivel de aguas mínimo

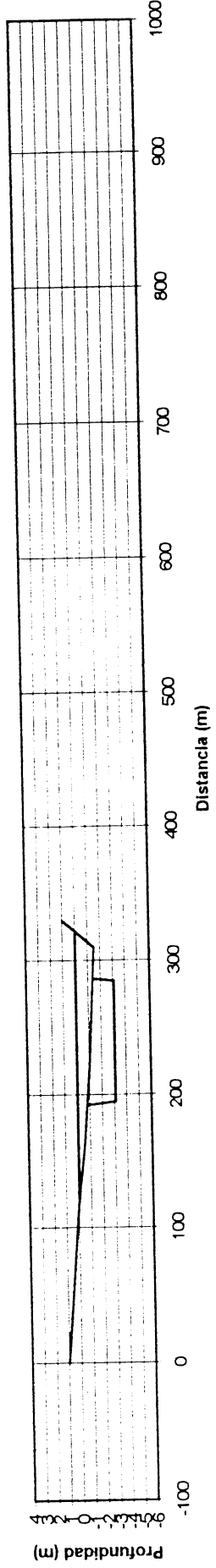
Figura N° 2d)

RIO PARAGUAY - SECCIONES TRANSVERSALES

Yacaré (Km 2631)



Ilha Caraguatá (Km 2659)



NOTA: La línea azul indica el nivel de aguas mínimo

Figura N° 2e)

ANEXO 12.3

AREAS NATURALES PROTEGIDAS

AREAS NATURALES PROTEGIDAS

- * **País:** Argentina
- * **Nombre de la ANP:** Reserva General Natural Provincial Cayastá
- * **Categoría de manejo actual homologada UICN:** VI
- * **Marco legal actual:** Creada según Decreto Provincial 3.050 del año 1970.
- * **Superficie:** 300 has.
- * **Ubicación geográfica:** Departamento Garay, provincia de Santa Fe.
- * **Coordenadas (latitud y longitud):** 30° 16' S y 60° 09' O
- * **Ubicación biogeográfica:**
 - Clasificación Biogeográfica: Provincia Paranaense, Distrito de las Selvas Mixtas, Selvas en Galería y Provincia Pampeana (Cabrera, 1976); Provincia de las Pampas (Uvardy, 1986).
 - Clasificación Natural Nacional: Delta e Islas del Paraná (APN, 1994).
- * **Ecorección:** Bajo Paraná, Santa Fe.
- * **Características naturales:**

La base geomorfológica sobre la que se asienta la Reserva puede considerarse como de origen reciente. En un corte transversal, pueden identificarse tres unidades: el valle aluvial paleo-paranaense, un albardón o terraza y un valle aluvional con eje en el río Paraná.

Hacia el sur de las ruinas de la ciudad de Cayastá, vecina a la Reserva, se localiza un bosque ribereño, que presenta sus condiciones prácticamente inalteradas.
- * **Importancia para la Conservación:**

* **Situación institucional y administrativa:**

Administrada por la Dirección General de Ecología y Protección de Fauna, Subsecretaría de Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio de la Provincia de Santa Fé.

* **Población, actividades y aspectos socio-económicos:**

* **Control y vigilancia:**

Según el documento elaborado por la APN en 1994, el estado de control de la reserva es insuficiente.

- * **País:** Argentina
- * **Nombre de la ANP:** Reserva General Natural Del Medio - Los Caballos
- * **Categoría de manejo actual homologada UICN:** VI
- * **Marco legal actual:** Creada según Decreto Provincial 899 del año 1970.
- * **Superficie:** 600 has.
- * **Ubicación geográfica:** Departamento de San Javier, provincia de Santa Fe.
- * **Coordenadas (latitud y longitud):** 29° 07' y 59° 33' O
- * **Ubicación biogeográfica:**
 - Clasificación Biogeográfica: Provincia Paranaense, Distrito de las Selvas Mixtas, Selvas en Galería y Provincia Pampeana (Cabrera, 1976); Provincia de las Pampas (Uvardy, 1986).
 - Clasificación Natural Nacional: Delta e Islas del Paraná (APN, 1994).
- * **Ecorección:** Bajo Paraná, Goya-Corrientes.
- * **Características naturales:**
- * **Importancia para la Conservación:**
- * **Situación institucional y administrativa:**

Administrada por la Dirección General de Ecología y Protección de Fauna, Subsecretaría de Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio de la Provincia de Santa Fe.
- * **Población, actividades y aspectos socio-económicos:**
- * **Control y vigilancia:**

El estado de control de la reserva es de aceptable a mínimo insuficiente.

- * **País:** Argentina
- * **Nombre de la ANP:** Parque Natural Provincial Virá Pitá
- * **Categoría de manejo actual homologada UICN:** VI
- * **Marco legal actual:** Creada según Decreto Provincial 8.230 del año 1963.
- * **Superficie:** 610 has.
- * **Ubicación geográfica:** Departamento General Obligado, provincia de Santa Fé.
- * **Coordenadas (latitud y longitud):** 28° 40' S y 59° 39' O
- * **Ubicación biogeográfica:**
 - Clasificación Biogeográfica: Provincia Paranaense, Distrito de las Selvas Mixtas, Selvas en Galería y Provincia Pampeana (Cabrera, 1976); Provincia de las Pampas (Uvardy, 1986).
 - Clasificación Natural Nacional: Delta e Islas del Paraná (APN, 1994).
- * **Ecorección:** Bajo Paraná, Goya-Corrientes.
- * **Características naturales:**
- * **Importancia para la Conservación:**
- * **Situación institucional y administrativa:**

Administrada por la Dirección General de Ecología y Protección de Fauna, Subsecretaría de Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio de la Provincia de Santa Fé.
- * **Población, actividades y aspectos socio-económicos:**
- * **Control y vigilancia:** Sin datos

- * **País:** Argentina
- * **Nombre de la ANP:** Isla Garibaldi
- * **Categoría de manejo actual homologada UICN:**
- * **Marco legal actual:** Propuesta
- * **Superficie:** 800 has.
- * **Ubicación geográfica:** Sobre el río Paraná, al NE del Departamento de La Paz, provincia de Entre Ríos. Se extiende entre los km 794 y 798 del mencionado río.
- * **Coordenadas (latitud y longitud):**
- * **Ubicación biogeográfica:**
 - Clasificación Biogeográfica:
 - Clasificación Natural Nacional:
- * **Ecosección:**
- * **Características naturales:**

Al año 1993 no existían estudios actualizados respecto de sus características naturales.
- * **Importancia para la Conservación:**

La finalidad de su creación es la de proteger una isla que posee características muy diferentes a las del Delta del Paraná. El hecho de la existencia de la reserva de Curuzú Chali, que protege el recurso íctico para la pesca deportiva, hace que sea importante la protección de un sector del Paraná Medio.
- * **Situación institucional y administrativa:**

Existen conversaciones entre la Dirección de Flora y Fauna de la provincia, la Administración de Parques Nacionales y la Universidad de Buenos Aires para realizar un relevamiento en la zona, con la colaboración de la Prefectura de La Paz.
- * **Población, actividades y aspectos socio-económicos:**
- * **Control y vigilancia:**

- * **País:** Argentina
- * **Nombre de la ANP:** Parque Provincial Litoral Chaqueño
- * **Categoría de manejo actual homologada UICN:** VI
- * **Marco legal actual:** Creada según Ley Provincial N° 1.036 del año 1970.
- * **Superficie:** 10.000 has.
- * **Ubicación geográfica:** Departamento Bermejo, provincia del Chaco. Según la Ley que la creó, la Reserva se extiende en una franja paralela a los ríos Paraná, Antequeras, Ancho o Atajo y Paraguay, desde la desembocadura de los ríos Tragadero y Negrio en el riacho Barranqueras hasta la del río Bermejo en el río Paraguay. También abarca las islas existentes o las que se formaran en el futuro en todos esos ríos y arroyos, comprendidas en la jurisdicción provincial (Provincia del Chaco, Ley 820/70).
- * **Coordenadas (latitud y longitud):** 26° 21' S y 58° 48' O
- * **Ubicación biogeográfica:**
 - Clasificación Biogeográfica: Distrito Oriental de la Provincia Chaqueña (Cabrera, 1976); Parte Oriental de la Provincia del Gran Chaco (Uvardy, 1986).
 - Clasificación Natural Nacional: Bosques y Esteros del Chaco Húmedo (APN, 1994).
- * **Ecorección:** Bajo Paraguay, Corrientes-Bermejo.
- * **Características naturales:**
- * **Importancia para la Conservación:**
- * **Situación institucional y administrativa:**

Administrada por Dirección de Fauna, Parques y Ecología, Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia del Chaco.
- * **Población, actividades y aspectos socio-económicos:**

*** Control y vigilancia:**

El estado de control del Parque Provincial es, según APN, de nulo a mínimo insuficiente.

- * **País:** Argentina
- * **Nombre de la ANP:** Refugio Privado de Vida Silvestre Bouvier
- * **Categoría de manejo actual homologada UICN:** I
- * **Marco legal actual:** Creada según Convenio entre el Propietario y la Fundación, en el año 1990. Está inscripto en la Red Nacional de Areas Naturales Protegidas con fecha 3 de octubre de 1990.
- * **Superficie:** 5.000 has.
- * **Ubicación geográfica:** Departamento Pilcomayo, provincia de Formosa. Se encuentra sobre la costa del Paraguay, aproximadamente entre los 1.600 y los 1610 km del mencionado río.
- * **Coordenadas (latitud y longitud):** 25° S y 57° 45' O
- * **Ubicación biogeográfica:**
 - Clasificación Biogeográfica: Distrito Oriental de la Provincia Chaqueña (Cabrera, 1976); Parte Oriental de la Provincia del Gran Chaco (Uvardy, 1986).
 - Clasificación Natural Nacional: Bosques y Esteros del Chaco Húmedo (APN, 1994).
- * **Ecosección:** Bajo Paraguay, Bermejo-Pilcomayo.
- * **Características naturales:**

El Refugio comprende alrededor de 30 km de costa, siendo los bosques de inundación una de las comunidades que más ampliamente se encuentran representadas.

Se considera a estos bosques como una variante de las selvas ribereñas; se ubican en zonas altas, estrechamente relacionados con cursos de agua encauzados y permanentes. En general, son muy angostos y se suceden uno tras otro siguiendo las espiras de meandro.

Los bosques alternan con espejos de aguas y comunidades de fisonomías variadas, que responden a características topográficas. Entre estas comunidades se encuentra el llamado "Monte Alto", formado por masas forestales discontinuas que emergen en formas de isletas.

En suelos sueltos afectados por anegamientos periódicos se encuentran palmares de palmera Caranday, tanto en forma pura como asociados a algarrobales. También aparecen sauzales, en forma pura.

Las zonas deprimidas están dominadas por bobadales de paja boba, pajonales de paja amarilla y pajales de paja de techar. En los bordes externos de estas zonas pueden aparecer carquejales.

En la zona de esteros, la vegetación se dispone según un gradiente de profundidad: desde el borde hacia el centro se suceden el pirizal, el peguajozal y el totoral.

Esta gran variedad de comunidades presentes en el área brinda grandes posibilidades de alimento y refugio a la fauna. Existen dos listados de aves, de 126 y 151 especies; entre ellas se encuentran, entre otros, el pato criollo, urucau o tapicurú, milano pico garfio, milano chico y miutú.

También pueden observarse reptiles como la boa curiyú, el yacaré negro y el yacaré overo.

Son comunes, además, el mono caraya, el coatí, el pecarí labiado, el pecarí de collar, la tamandúa, el carpincho, el coipo, el lobito de río y el zorro de monte, entre otros.

*** Importancia para la Conservación:**

El Refugio protege un sector del bosque ribereño del río Paraguay, ambiente que no cuenta con ninguna figura de conservación que lo incluya.

*** Situación institucional y administrativa:**

Administrada por el Propietario y la Fundación Vida Silvestre.

*** Población, actividades y aspectos socio-económicos:**

En el área del Refugio existe una escuela y un destacamento de Prefectura Naval Argentina; ambos son tenidos en cuenta entre las actividades de extensión.

Un aspecto crítico lo constituye la presión ejercida por la de caza que se verifica en la costa del río Paraguay.

Una de las actividades que se practica en la zona es el turismo en la naturaleza.

*** Control y vigilancia:**

El estado de control de la reserva es entre nulo y mínimo insuficiente. Posee cartelería.

- * **País:** Argentina
- * **Nombre de la ANP:** Estación Ecológica Granja Yatay
- * **Categoría de manejo actual homologada UICN:** I
- * **Marco legal actual:** Creado por Decreto Provincial 599, de 1991 Inscripto en la Red Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- * **Superficie:** 605 hectáreas
- * **Ubicación geográfica:** Departamento Capital. Se encuentra sobre la costa del Paraná, aproximadamente entre los km 1.220 y los 1.240.
- * **Coordenadas (latitud y longitud):** 27° 28'S 58° 40'O
- * **Ubicación biogeográfica:**
 - Clasificación Biogeográfica: ecotono entre la Provincia de la Selva Paranense y la Provincia de la Provincia del Gran Chaco (Udvardy, 1986); ecotono entre la Prov. Paranense, Distrito de los Campos con la Provincia Chaqueña, Distrito del Chaco Oriental (Cabrera, 1976)
 - Clasificación Natural Nacional: transición entre las Selvas y Campos Paranenses con los Bosques y Esteros del Chaco Húmedo (APN, 1993)
- * **Ecorección:** Bajo Paraná, Goya-Corrientes.
- * **Características naturales:**

Es un área de ambientes heterogéneos que incluyen costa fluvial, selva marginal, bosque abierto, sabana con pajonales y sectores de humedales.

Se han identificado más de 260 especies de aves y numerosos mamíferos (Contreras, A.; Susman, H. 1991; FVSA, mimeo)
- * **Importancia para la Conservación:**

Conserva muestras de los ecosistemas mencionados, se desarrollan actividades de turismo ecológico y de investigación biológica orientado a la ornitología local

* **Situación institucional y administrativa:**

Forma parte del Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas. La tierra es de propiedad fiscal provincial. Participan en la administración y manejo la FVSA, la Fundación Ecológica Corrientes Siglo XXI y la Universidad de Corrientes.

* **Población, actividades y aspectos socio-económicos:**

* **Control y vigilancia:**

El estado de control de la reserva es de nulo a mínimo.

- * **País:** Paraguay
- * **Nombre de la ANP:** Parque Nacional Estero Milagro
- * **Categoría de manejo actual homologado UICN:**
- * **Marco legal actual:** Propuesta.
- * **Superficie:** 25.000 hectáreas
- * **Ubicación geográfica:** Departamento San Pedro, directamente sobre la costa del río Paraguay, aproximadamente entre los 1.910 y los 1.930 km.
- * **Coordenadas (latitud y longitud):** 23° 34' S y 57° 22' O
- * **Ubicación biogeográfica:**
 - Clasificación Biogeográfica: Bosque Lluvioso Brasileño (Uvardy).
 - Clasificación Natural Nacional: Litoral Central (CDC).
- * **Ecorección:** Bajo Paraguay, Pilcomayo-Apa.
- * **Características naturales:**

Posee pastizales naturales, bosques bajos, sabanas arboladas y pequeños esteros con gran diversidad de especies florísticas.

Cuenta con una formación de lagunas sobre suelos calcáreos que, por sus características, es única en el país. La zona cuenta con plantas asociadas, probablemente restringidas a este tipo de formaciones.
- * **Importancia para la Conservación:**

La presencia de un sistema lagunar y su vegetación asociada como algo único en el país, es una de las características importantes en cuanto a la conservación.
- * **Situación institucional y administrativa:**

La propiedad de la tierra es privada. La zona se encuentra muy aislada, si bien esto contribuiría a su mayor autoprotección. Carece de infraestructura.

* **Población, actividades y aspectos socio-económicos:**

Las mayores presiones sobre el área se relacionan con la construcción de caminos y con la ganadería extensiva.

Cuenta con grandes posibilidades para cubrir aspectos educacionales, de investigación y monitoreo, y turísticos.

* **Control y vigilancia:** Sin datos

- * **País:** Paraguay
- * **Nombre de la ANP:** Parque Nacional Río Negro
- * **Categoría de manejo actual homologado UICN:**
- * **Marco legal actual:** Propuesta.
- * **Superficie:** 350.000 hectáreas
- * **Ubicación geográfica:** Departamento Alto Paraguay. Está ubicada directamente sobre la costa del río Paraguay, aproximadamente entre los km 2.490 y 2510.
- * **Coordenadas (latitud y longitud):** 19° 55' S y 58° 35' O
- * **Ubicación biogeográfica:**
 - Clasificación Biogeográfica: Campo Cerrado (Uvardy).
 - Clasificación Natural Nacional: Bioma 6, Alto Paraguay (Fundación Chaco).

* **Ecorección:** Pantanal, Nabileque.

* **Características naturales:**

La zona propuesta para implementar la Reserva presenta un bosque semiseco y semicaducifolio, con varios estratos. En el sotobosque se pueden observar karaguatá y aráceas.

Este bosque semicaducifolio, asociado a la topografía, está dominado por el quebracho colorado (Shinopsis balansae) y por el urunday (Astronium urundeuva). Otras comunidades que se han detectado son: el quebrachal de quebracho blanco y el palosantal-labonal.

En lo que hace a la fauna, existen concentraciones permanentes de distintas especies y hábitats especiales.

Hay ríos y lagunas intermitentes.

* **Importancia para la Conservación:**

Las unidades de paisajes y el tipo de vegetación son de valor especial, ya que no se encuentran representadas en otras áreas protegidas del país.

Los objetivos de conservación que se pueden desarrollar en el área son los de mantener ejemplos de las distintas características de todos los tipos de comunidades naturales, paisajes y formas fisiográficas, mantener los recursos genéticos y proteger los recursos forestales.

* **Situación institucional y administrativa:**

El área a proteger estaría, en su mayor parte, bajo propiedad privada (en su mayoría, colonos brasileños), mientras que una proporción menor estaría bajo dominio fiscal.

El sitio no cuenta con ningún programa de financiamiento ni con apoyo institucional de ningún tipo. De cualquier forma, por presentar rasgos únicos en el país, debe ser protegido.

* **Población, actividades y aspectos socio-económicos:**

Se desarrollan actividades ganaderas de tipo extensiva. Además, colonos brasileños practican la actividad forestal.

La fauna se explota con fines de subsistencia, practicándose la caza en baja escala. Las especies maderables, además de su aprovechamiento como madera aserrada, se utilizan para construcción y para leña.

* **Control y vigilancia: Sin datos**

- * **País:** Paraguay
- * **Nombre de la ANP:** Parque Nacional Lago Ypoá
- * **Categoría de manejo actual homologada UICN:** II
- * **Situación legal:** creado por Decreto N° 13.681 en fecha 29 de mayo de 1992.
- * **Superficie:** 100.000 hectáreas
- * **Ubicación geográfica:** Departamentos Central, Paraguari y Ñeembucú.
- * **Coordenadas:** 26° 03' S y 57° 33' O
- * **Ubicación biogeográfica:**
 - Clasificación Biogeográfica: Provincia del Gran Chaco (Udvardy).
 - Clasificación Natural Nacional: Ñeembucú (CDC).

* **Ecorección:** Bajo Paraguay, Bermejo-Pilcomayo.

* **Características naturales:**

Presenta gran variedad de comunidades lacustres: "lagunas"; comunidades palustres; "esterales", "embalsados", "bosques en suelos saturados"; comunidades riparias; "arroyos"; comunidades terrestres: "bosques semicaducifolios", "bosques en islas", "sabanas", "roquedales".

Existen, además, varias lagunas aparentemente conectadas entre sí.

Ofrece muy buenos hábitats para la vida silvestre. Tiene una muy variada diversidad de paisajes.

* **Importancia para la Conservación:**

En el Parque se encuentran muy bien representados los esteros y las lagunas. Posee una muy buena representatividad relacionada con las especies de flora y fauna de la región Ñeembucú.

Es importante, por otra parte, la posibilidad que el área presenta para cumplir con el mantenimiento de las ecosistemas naturales de la región que protege, como así también en lo que hace al mantenimiento de recursos genéticos, la promoción de la educación y la investigación.

*** Situación institucional y administrativa:**

El área fue declarada recientemente y aún no cuenta con ningún tipo de implementación administrativa. No posee planes de manejo ni planes emergentes.

Se iniciaron algunas actividades buscando establecer una presencia institucional.

*** Población, actividades y aspectos socio-económicos:**

La ocupación humana del área es muy antigua, muestra de ellos es el sector este donde se encuentran restos de fogones hechos por habitantes primitivos. La comunidad Mbya-Guaraní está asentada desde épocas pasadas.

Por su naturaleza, el sitio ha sido poblado desde siglos pasados y en él se ha practicado una activa explotación maderera y ganadera.

Actualmente un alto porcentaje de las tierras están siendo utilizadas por ganadería extensiva. Otros tipos de presiones son la cacería de subsistencia, la agricultura y el turismo.

*** Control y vigilancia:**

El Parque no cuenta aún con personal asignado.

- * **País:** Paraguay
- * **Nombre de la ANP:** Reserva Privada Golondrina I
- * **Categoría de manejo actual homologado UICN:**
- * **Marco legal actual:** Sin datos.
- * **Superficie:** 5.497 hectáreas
- * **Ubicación geográfica:** Departamento Presidente Hayes.
- * **Coordenadas (latitud y longitud):** 24° 59' S y 57° 43' O
- * **Ubicación biogeográfica:**
 - Clasificación Biogeográfica: Provincia del Gran Chaco (Uvardy).
 - Clasificación Natural Nacional: Bioma 2, Pozo Azul (Fundación Chaco).
- * **Ecorección:** Bajo Paraguay, Pilcomayo-Apa.

* **Características naturales:**

En la Reserva se identificaron comunidades naturales como lagunas, bañados, esteros, bosques en suelos saturados y semicaducifolios, ríos y sabanas arboladas.

Según distintos relevamientos hechos en el área, existen especies de flora y fauna considerados muy valiosos por su rareza, endemismo o por estar sometidos a algún tipo de amenaza.

Existen muestras de palmares caranday (Copernicia alba), de esteros y embalsados.

Un rasgo distintivo lo constituye la extensa superficie que ocupan humedales, lo que hace que la Reserva sea una importante zona de anidación y alimentación de aves acuáticas.

* **Importancia para la Conservación:**

Posee una excelente representación del bioma de Pozo Azul, con muestras de especies tales como la mencionada palmera caranday.

Existen hábitats críticos para especies de flora y fauna, en especial en lo que respecta a la avifauna. Protege paisajes y ecosistemas relevantes.

*** Situación institucional y administrativa:**

El área pertenece a un sólo propietario y no cuenta con problemas legales. Posee un Plan de Manejo que regula el uso en su interior y cuenta, asimismo, con apoyo de las instituciones pertinentes.

*** Población, actividades y aspectos socio-económicos:**

En la Reserva se desarrolla la cría y el engorde de ganado, utilizando para ello las sabanas naturales. Estas actividades se llevan a cabo con un alto grado de tecnificación, contándose con plantales seleccionados, sistema de inseminación artificial, vacunaciones, etc. También se practica la agricultura de consumo.

La madera que se utiliza, en general, en la construcción de la infraestructura de los retiros, proviene de árboles caídos o secos.

Aunque la cacería está prohibida en toda la extensión de la Reserva, los indígenas de la zona la practican para su propia subsistencia. Asimismo, aparecen cazadores furtivos.

Todos estos factores traen como consecuencia una gran presión sobre el área.

*** Control y vigilancia:**

La Reserva cuenta con personal que realiza el control y la vigilancia relacionada con la actividad de caza.

No cuenta, sin embargo, con el personal capacitado para su administración.

- * **País:** Paraguay
- * **Nombre de la ANP:** Reserva Científica Estrella
- * **Categoría de manejo actual homologado UICN:**
- * **Marco legal actual:** Propuesta.
- * **Superficie:** 50.000 hectáreas
- * **Ubicación geográfica:** Departamento Concepción.
- * **Coordenadas (latitud y longitud):** 22° 12' S y 57° 37' O
- * **Ubicación biogeográfica:**
 - Clasificación Biogeográfica: Bosque Lluvioso Brasileño (Uvardy).
 - Clasificación Natural Nacional: Aquidabán (CDC).
- * **Ecorección:** Pantanal, Nabileque.
- * **Características naturales:**

Es un área de gran belleza escénica. Posee una muy buena diversidad de ecosistemas, arroyos, bosques en suelos saturados y caducifolios seco-húmedos, roquedales y cerradón. Los mencionados bosques están poco alterados.

La fauna incluye abundante vida silvestre, entre la que se destaca la especie Amburana cearensis, en peligro de extinción dentro del país.
- * **Importancia para la Conservación:**

El área posee una alta representatividad general de la zona de Aquidabán: bosque ralo, cavernas, matorral, sabanas herbáceas y cerrados típicos.

Presenta, por otra parte, hábitats críticos para la fauna en buen estado de conservación.

Es importante, además, la capacidad de la zona para proveer oportunidades de investigación y de monitoreo del ambiente.

*** Situación institucional y administrativa:**

Aspectos como la lejanía de centros poblados, la relativa inaccesibilidad y la carencia de infraestructura mínima utilizable, dificultarían la administración y el manejo de la Reserva.

Sin embargo, si se analiza la capacidad del área para proteger sus ecosistemas y sus rasgos físicos más importantes, tiene un tamaño adecuado y presenta pocas presiones sobre sus recursos.

*** Población, actividades y aspectos socio-económicos:**

Toda su extensión se corresponde, probablemente, con una sola propiedad privada. Los terrenos aledaños también tienen este régimen de tenencia, ya que se trata de estancias ganaderas.

Un factor de presión para el área lo constituye la práctica de la caza, efectuada tanto por brasileños como por paraguayos. También son aspectos críticos la expansión ganadera y la tala selectiva de especies maderables valiosas.

*** Control y vigilancia: Sin datos**

- * **País:** Paraguay
- * **Nombre de la ANP:** Reserva Ecológica Riacho Yacaré
- * **Categoría de manejo actual homologado UICN:**
- * **Marco legal actual:** Propuesta.
- * **Superficie:** 200.000 hectáreas
- * **Ubicación geográfica:** Departamento Presidente Hayes.
- * **Coordenadas (latitud y longitud):** 22° 45' S y 58° 20' O
- * **Ubicación biogeográfica:**
 - Clasificación Biogeográfica: Gran Chaco (Uvardy).
 - Clasificación Natural Nacional: Bioma 4, Punta Riel (Fundación Chaco).
- * **Ecorección:** Bajo Paraguay, Pilcomayo-Apa.
- * **Características naturales:**

Se observan las siguientes formaciones: palosantal-labonal, isletas de quebrachal de quebracho colorado, quebrachal de quebracho blanco y samuhú y palmares, todas en buen estado de conservación. Es un área de transición entre el Chaco Húmedo y el Seco, con un bosque medio de sotobosque denso.

Entre la fauna se destacan: tapir, felinos, cánidos. Se observan aves como el tuyuyú, chorlos migrantes y garzas. Hasta el momento, no se presentan áreas de concentración de especies relevantes.
- * **Importancia para la Conservación:**

Presenta unidades homogéneas de paisaje, con una vegetación de valor especial no representada en otras áreas.
- * **Situación institucional y administrativa:**

Se encuentra sobre un terreno privado, bastante alejado de las áreas protegidas actuales. Existe una infraestructura mínima y funcional, en condiciones aceptables. Cuenta, además, con políticas de implementación de Áreas Silvestres Protegidas.
- * **Población, actividades y aspectos socio-económicos:**

Se practica la ganadería, especialmente de tipo extensiva. La caza es moderada.

La actividad agrícola es mínima, mientras que las especies de la flora son utilizadas en la construcción, para la fabricación de postes y como fuente de energía.

Es de destacar la presencia de comunidades indígenas en la zona.

* **Control y vigilancia:** Sin datos

ZONAS DE RESERVAS ICTICAS

En la provincia de Corrientes existen cinco Zonas de Reserva Ictica, en las cuales solamente está permitido el uso del recurso para la pesca deportiva. Las cinco Zonas son:

- Paso de la Patria - Ituzaingó, creada por disposición 190/87;
- Paso de la Patria, establecida por Decreto Nacional 1.034/52;
- Goya, creada según Ley Provincial 3.915 y Decretos Provinciales 1.970/89 y 1.914/90;
- Esquina, establecida según Decretos Provinciales 3.376/87 y 4.190/59;
- Zona de Bella Vista, creada por Decreto Provincial 1.970/89.

En todas estas zonas se encuentra prohibida la pesca por intermedio de espineles, explosivos, mallones, medios mundos y técnicas similares.

CONCLUSIONES

De las ANP consideradas en los párrafos precedentes, se evaluará el impacto que podría derivar de las obras en la Hidrovía solo para aquellas que se encuentren directamente sobre las márgenes del Paraná y del Paraguay, ya que son las que potencialmente se involucran con el dragado de la vía. Estas ANP son:

- | | |
|------------|--------------------|
| Argentina: | - Isla Garibaldi |
| | - Litoral Chaqueño |
| | - Bouvier |
| | - Granja Yatay |
| Paraguay: | - Estero Milagro |
| | - Río Negro |

El mismo criterio se aplica para el caso de las Zonas de Reserva Ictica. En este caso, la evaluación se restringe a las Zonas:

- Goya
- Esquina
- Zona de Bella Vista

ANEXO 12.4

ANALISIS DE LA PROBABILIDAD DE ACCIDENTES EN EL RIO MISSISSIPPI

ANALISIS DE LAS ESTADISTICAS DE LA SEGURIDAD DE LA NAVEGACION EN EL RIO MISSISSIPPI

En el presente análisis se trata de determinar la relación entre accidentes de navegación y el nivel de tráfico de embarcaciones, en base a las estadísticas presentadas en el Apéndice 4.1. El propósito es explicar cómo aumentos o disminuciones del volumen de tráfico influenciarán la probabilidad de accidentes con embarcaciones. Una vez establecida la relación entre las dos variables, se podrán estimar los cambios en el número de accidentes, en función del cambio previsto del nivel del tráfico fluvial.

La relación referida se estimará utilizando las citadas estadísticas recolectadas para el río Mississippi superior. Este trecho se compone de una serie de esclusas que crean extensos remansos con bajas velocidades del agua. El tráfico se compone principalmente de trenes de barcazas de empuje. Las estadísticas abarcan el período 1980-1994. Las esclusas se extienden desde St. Louis hasta St. Anthony cerca de Minneapolis.

Se desarrolló un modelo de análisis que tiene la siguiente forma::

$$Accidentes_{it} = Prob_A(.) * Embarcaciones_{it} + V_{it}$$

donde:

$i =$	número de la sección esclusada
$t =$	el año
$Accidentes =$	el número de accidentes registrados en la sección esclusada
$Prob_A(.) =$	la probabilidad de que un viaje de embarcación resulte en accidente
$Embarcaciones =$	el número de viajes de embarcación que ocurrieron en la sección esclusada
$V =$	error normalmente distribuido con media cero

El modelo expresa que el número de accidentes que ocurren en una determinada sección y año dependen de la probabilidad de que un viaje resultará en accidente, por el número de viajes que ocurrieron en una sección en un determinado año. Por ejemplo, si la probabilidad de accidente en una determinada sección es 0.01 y hubo 2000 viajes en un año dado, el número esperado de accidentes dentro de la sección sería 20.

Para explicar la relación entre accidentes y número de viajes es necesario determinar la forma de la función de probabilidad $Prob_A(.)$. Específicamente, se deberá saber si la

probabilidad de accidentes depende del número de viajes. Esperaríamos que esa probabilidad dependa de ciertos factores como tiempo, precauciones de seguridad, etc. En lo que concierne a nuestro propósito, sin embargo, estamos interesados en saber si también depende del nivel de tráfico, en cuyo caso la probabilidad de accidente se puede escribir como:

$Prob_A (Embarcaciones, Otros factores).$

En otras palabras, la probabilidad de que un viaje de embarcación resulte en accidente es una función del número de embarcaciones y otros factores relacionados con la seguridad.

Para verificar si la probabilidad de un accidente depende del número de embarcaciones, se utilizó el siguiente modelo:

$$R_{it} = Prob_A (Embarcaciones) + V_{it}$$

donde:

R_{it} = la relación entre accidentes y embarcaciones

V = error normalmente distribuido con media cero

Este modelo es simplemente el modelo hipotéticamente verdadero en el cual ambos lados fueron divididos por la variable embarcaciones. Un modelo de efectos fijos fue usado para control de los efectos del año y de la sección excluida.

Fueron usadas diferentes formas funcionales para estimar las relaciones entre la probabilidad de un accidente y el número de viajes de embarcaciones. La única forma funcional del modelo que arrojó parámetros de estimación significativos se obtuvo por medio de una regresión de R_{it} con la inversa del número de viajes.

La variable independiente “inversa del número de viajes” arrojó un parámetro de 5,655 con una “test statistic” de 3,071, y un R^2 (indicador de ajuste) de 0,4044. Este resultado puede parecer contraintuitivo puesto que implica que la probabilidad de un accidente cae si el nivel del tráfico aumenta. Una posible explicación es que a medida que el tráfico es más intenso, las tripulaciones siguen más atentamente los procedimientos de seguridad durante la navegación.

Si la probabilidad de accidente en un viaje es realmente independiente del número de viajes de embarcaciones, se puede estimar esta probabilidad utilizando el modelo:

$$Accidentes_{it} = Embarcaciones_{it} * B + V_{it}$$

donde:

$B = Prob_A$ (otros factores), esto es, independiente del nivel del tráfico

La probabilidad B de un accidente en un viaje puede ahora ser estimada. Nuevamente se utilizó un modelo de efectos fijos para la influencia de los efectos año y sección excluida. La estimación para B es -0,00375 con una “test statistic” significativa de -3,504 y un R^2 de 0,3971. Los resultados sugieren nuevamente que a medida que el número de viajes de embarcaciones aumenta, el número esperado de accidentes en una determinada sección disminuye.

En conclusión, para el nivel de tráfico del Río Mississippi, aparentemente el número de accidentes que ocurren en una determinada sección se relaciona negativamente con el número total de viajes de embarcaciones.

En el Apéndice 4.1 se presenta la estadística de accidentes del río Mississippi que sirvió de base para el análisis antes descrito.

	Year	No. Vessels	No. Incidents	Total Damage	Total Death	Total Injuries	Total # Tows	Total Tons
BELOW 27	1,980	33	15	925,350	0	0		
	1,981	264	65	18,901,766	1	0		
	1,982	203	68	3,332,148	2	0		
	1,983	201	62	11,041,625	0	0		
	1,984	298	68	8,546,850	10	4		
	1,985	292	66	2,592,091	0	0		
	1,986	231	55	4,067,127	0	0		
	1,987	270	74	2,066,234	0	33		
	1,988	329	138	6,117,425	0	4		
	1,989	291	128	1,546,930	0	0		
	1,990	177	55	3,708,294	2	0		
	1,991	108	43	1,868,336	0	5		
		2,697		64,714,174	15	46		
27	1,980	2	1	19,700	0	0	10,678	76,249,426
	1,981	7	2	600,000	1	0	10,882	76,122,062
	1,982	20	9	376,975	0	2	10,524	75,203,822
	1,983	7	4	676,715	0	0	10,713	80,844,273
	1,984	20	8	690,700	0	0	10,136	76,762,335
	1,985	6	4	278,796	0	0	8,783	65,137,963
	1,986	19	3	578,096	0	0	8,971	68,362,269
	1,987	74	29	127,017	0	0	10,136	78,091,375
	1,988	31	9	41,130	0	0	10,287	79,224,302
	1,989	25	11	1,195,031	0	0	9,143	75,325,256
	1,990	7	3	345,700	0	0	10,052	85,373,942
	1,991	11	4	11,206	0	0	9,369	80,636,028
		229	87	4,941,066	1	2		
MELVIN PRICE	1,980							
	1,981							
	1,982							
	1,983							
	1,984							
	1,985							
	1,986							
	1,987							
	1,988							
	1,989							
	1,990	6	4	23,170	0	0	8,013	80,447,308
	1,991	18	4	8,800	0	0	7,408	73,902,585
		24	8	31,970	0	0	15,421	154,349,893
28	1,980	7	3	701,800	0	0	8,042	69,431,093
	1,981	2	1	0	0	0	8,092	70,344,503
	1,982	37	13	159,500	0	0	8,082	67,608,727
	1,983	42	10	30,000	4	0	8,291	73,653,304
	1,984	21	8	577,467	0	0	8,089	70,670,045
	1,985	12	5	710,500	0	0	6,737	57,309,016
	1,986	17	9	40,280	4	1	7,032	61,642,755
	1,987	10	4	250,400	0	0	7,417	69,375,470
	1,988	11	6	200	0	1	7,586	71,381,576
	1,989	8	4	49,000	0	0	6,895	68,430,532
	1,990				0	0		
	1,991				0	0		

		167	63	2,519,147	8	2	76,263	679,847,021
25	1,980				0	0	3,408	32,737,870
	1,981	4	2	86,716	0	0	3,526	34,230,487
	1,982	25	9	30,100	0	0	3,290	32,767,055
	1,983	13	4	190,500	0	0	3,612	37,439,016
	1,984	22	8	106,473	0	0	3,433	36,167,255
	1,985	9	3	0	0	0	2,511	26,109,104
	1,986	16	6	351,300	0	0	2,722	28,159,960
	1,987	8	3	10,000	0	0	3,269	35,319,224
	1,988	7	3	590	0	0	3,516	37,875,033
	1,989	1	1		0	0	3,279	36,218,686
	1,990	19	4	559,250	0	0	3,776	42,339,143
	1,991	6	2	50,000	0	0	3,428	37,501,847
		130	45	1,385,029	0	0		
24	1,980	6	1	0	0	0	3,428	32,749,649
	1,981	2	1	25,200	0	0	3,523	33,908,995
	1,982	27	10	873,135	0	1	3,291	32,763,728
	1,983	9	3	150,900	0	0	3,622	37,345,441
	1,984	17	4	595,390	0	0	3,419	35,962,865
	1,985	15	2	0	0	0	2,526	26,101,054
	1,986	15	6	202,432	0	0	2,740	28,162,425
	1,987	3	1	2,600	0	0	3,262	35,313,874
	1,988				0	0	3,522	37,885,828
	1,989				0	0	3,274	36,137,676
	1,990	36	9	529,831	0	0	3,757	42,352,920
	1,991	27	5	691,396	0	16	3,422	37,341,861
		157	42	3,070,884	0	17		
22	1,980				0	0	3,213	31,492,337
	1,981				0	0	3,406	32,849,454
	1,982	8	2	2,185,000	0	0	3,123	30,236,481
	1,983	15	5	128,777	0	0	3,461	36,353,436
	1,984	14	5	305,000	0	0	3,204	34,599,589
	1,985	5	1	2,000	0	0	2,335	25,074,264
	1,986	8	2	112,970	0	0	2,534	26,869,965
	1,987	9	5	0	1	0	3,129	34,210,177
	1,988	7	3	82,050	0	0	3,392	36,775,468
	1,989	9	7	115,000	0	0	3,150	34,937,546
	1,990	17	5	143,300	0	0	3,614	41,352,068
	1,991	2	1	600	0	0	3,276	36,552,707
		95	36	3,072,697	1	0		
21	1,980	3	1	77,880	0	0	3,202	30,934,481
	1,981				0	0	3,400	32,386,232
	1,982	6	3	92,950	0	1	3,067	29,634,611
	1,983	6	3	335,000	0	0	3,490	35,809,671
	1,984	6	3	0	0	0	3,161	33,981,587
	1,985	4	2	200	0	0	2,262	24,418,332
	1,986				0	0	2,406	26,038,524
	1,987	1	1	28,000	0	0	3,019	33,383,266
	1,988	11	7	115,100	0	0	3,359	36,138,068
	1,989	3	1	0	0	0	3,154	34,362,226
	1,990	23	7	25,100	0	0	3,605	40,848,768
	1,991	21	5	50,100	0	0	3,315	36,129,567

		84	33	724,330	0	1		
20	1,980	4	2	0	0	0	3,103	29,753,810
	1,981	4	3	42,100	0	0	3,363	31,588,357
	1,982	5	2	45,000	0	0	2,980	28,693,805
	1,983	3	2	15,000	0	0	3,399	35,001,990
	1,984	20	7	158,500	0	0	2,928	32,981,468
	1,985	1	1	0	0	0	2,188	23,683,845
	1,986	12	6	19,200	0	0	2,205	24,855,394
	1,987	2	1	3,000	0	0	2,886	31,943,807
	1,988	12	6	44,746	0	0	3,237	34,891,573
	1,989	9	5	13,680	0	3	3,184	33,524,054
	1,990	2	1	5,100	0	0	3,402	39,789,475
	1,991	4	2	77,000	0	0	3,205	35,083,100
		78	38	423,328	0	3		
19	1,981	10	5	150,000	0	0	3,019	29,012,975
	1,982	42	9	739,500	0	0	3,278	30,944,730
	1,983	19	7	765,835	0	0	2,929	27,879,923
	1,984	21	4	713,568	0	0	3,339	34,825,457
	1,985	6	4	183,300	0	0	2,853	32,303,298
	1,986	13	6	92,250	0	0	2,080	23,242,209
	1,987	11	6	167,153	0	0	2,116	24,289,929
	1,988	16	9	101,192	0	0	2,792	31,218,384
	1,989	6	5	90,000	0	0	3,105	33,903,408
	1,990	4	2	93,370	0	0	2,989	32,908,351
	1,991	3	2	10,300	0	0	3,355	39,153,123
		299	69	6,202,636	0	0	3,087	34,410,147
18	1,980	8	3	335,100	0	0	2,905	26,557,189
	1,981	2	1	25,000	0	0	3,225	29,271,566
	1,982	17	3	26,000	0	0	2,935	27,092,988
	1,983	13	3	130,000	0	0	3,379	34,180,853
	1,984	25	8	6,000	0	0	2,804	30,099,277
	1,985				0	0	2,075	22,294,829
	1,986	4	2	0	0	0	2,056	23,114,990
	1,987	19	11	80,500	0	0	2,778	29,841,560
	1,988	8	6	14,149	0	0	3,077	32,232,509
	1,989	11	6	0	0	0	2,994	31,370,442
	1,990	15	5	11,802	0	0	3,298	37,729,139
	1,991	2	1	350	0	0	3,014	32,703,896
		124	49	628,901	0	0		
17	1,980				0	0	3,028	26,367,151
	1,981				0	0	3,226	28,372,894
	1,982	3	1	1,000	0	0	2,910	26,180,221
	1,983				0	0	3,375	33,479,331
	1,984	3	2	0	0	0	2,771	29,377,017
	1,985	5	2	587,000	0	0	2,070	21,812,672
	1,986	2	1	1,525	0	0	2,055	22,604,590
	1,987				0	0	2,753	29,226,120
	1,988				0	0	3,026	31,448,709
	1,989	2	1	11,550	0	0	2,969	30,857,392
	1,990	1	1	500	0	0	3,247	37,295,583
	1,991	1	1	350,000	0	0	2,979	31,913,260
		17	9	951,575	0	0		

16	1,980	1	1	35,000	0	0	3,267	25,338,111
	1,981				0	0	3,419	27,116,628
	1,982	10	6	199,281	0	0	2,927	24,685,173
	1,983	13	6	5,250	0	0	3,440	31,731,841
	1,984	9	3	128,000	0	0	3,097	28,238,848
	1,985	5	2	21,400	0	0	2,213	20,709,329
	1,986	17	7	45,425	0	0	2,299	21,376,690
	1,987	22	14	59,180	0	0	2,925	27,209,600
	1,988	13	7	55,800	0	6	3,209	29,270,019
	1,989	5	2	11,100	0	0	3,097	28,770,942
	1,990	7	4	95,500	0	0	3,367	34,050,057
	1,991	10	4	323,326	0	0	3,173	29,804,584
		112	56	979,262	0	6		
15	1,980	2	1	0	0	0	3,124	22,672,595
	1,981	7	3	125,000	0	0	3,400	24,658,427
	1,982	12	5	32,800	0	0	3,098	22,383,041
	1,983	35	17	10,900	0	0	3,595	29,269,900
	1,984	19	10	112,330	0	0	3,239	25,680,323
	1,985	4	3	0	0	0	2,291	19,341,477
	1,986	13	5	7,225	0	0	2,432	19,581,320
	1,987	10	5	42,827	0	0	3,346	25,180,350
	1,988	4	3	700	0	1	3,405	27,222,057
	1,989	10	5	46,000	0	0	3,326	9,823,814
	1,990	9	6	317,245	0	0	3,609	31,944,894
	1,991	14	6	137,968	0	0	3,368	28,471,402
		139	69	832,995	0	1		
14	1,981	2	2	275,000	0	0	2,897	21,891,688
	1,982	9	5	127,000	0	0	3,230	23,816,290
	1,983	2	1	133,000	0	0	2,711	21,727,398
	1,984	1	1	4,300	0	0	3,231	28,715,019
	1,985	7	3	78,683	0	0	2,781	25,191,188
	1,986	7	3	100,500	0	0	2,093	19,048,877
	1,987	13	7	210,119	0	0	1,995	18,981,930
	1,988	15	8	116,619	0	0	2,812	24,511,340
	1,989				0	0	3,008	26,682,843
	1,990	14	6	1,500	0	0	3,072	26,842,953
	1,991	5	3	101,757	0	1	3,325	31,631,335
		75	39	1,148,483	0	0	3,044	27,841,894
					0	1		
13	1,980				0	0		
	1,981	17	8	485,000	0	0	2,096	19,226,463
	1,982	23	7	421,130	0	0	2,482	20,420,740
	1,983	28	9	313,300	0	0	2,081	18,084,294
	1,984	20	7	315,415	0	0	2,533	24,434,688
	1,985	11	4	307,500	0	0	2,051	21,627,138
	1,986	22	5	198,664	0	0	1,500	16,049,557
	1,987	8	4	500	0	0	1,485	15,580,180
	1,988	3	2	37,100	0	0	2,135	19,435,640
	1,989	2	1	0	0	0	2,272	20,975,882
	1,990	6	3	0	0	0	2,290	21,534,242
	1,991	13	3	296,083	0	0	2,468	25,344,370
		153	53	2,374,692	0	0	2,265	22,669,922
					0	0		

12	1,980	3	2	65,000	0	0	2.099	19,294,705
	1,981	4	2	63,650	0	0	2,474	20,394,877
	1,982	2	1	50,000	0	0	2.067	18,057,441
	1,983	1	1	0	0	0	2,517	24,385,988
	1,984	48	4	15,000	0	0	2,035	21,573,778
	1,985	11	4	50,387	0	0	1,496	16,054,258
	1,986	5	2	42,000	0	0	1,477	15,528,130
	1,987	5	2	169,674	0	0	2,024	19,314,134
	1,988	5	4	278,900	0	0	2,157	20,833,712
	1,989				0	0	2,162	21,088,542
	1,990	7	3	53,000	0	0	2,380	24,703,338
	1,991	7	1	70,778	0	0	2,173	22,050,092
		98	26	858,389	0	0		
11	1,980				0	0	2,016	18,164,916
	1,981	11	5	68,500	0	0	2,278	18,891,837
	1,982	4	2	14,900	0	0	1,921	16,639,858
	1,983	7	5	10,000	0	0	2,283	22,060,975
	1,984	12	5	108,000	0	0	1,857	19,563,755
	1,985	2	1	0	0	0	1,439	14,721,476
	1,986	5	2	0	0	0	1,334	13,832,535
	1,987	3	2	500	0	0	1,588	15,801,630
	1,988	5	3	0	0	0	1,780	17,668,789
	1,989	6	4	2,300	2	0	1,781	17,395,242
	1,990	10	3	3,500	0	0	1,965	20,434,601
	1,991	5	2	0	0	0	1,856	18,768,152
		70	34	207,700	2	0		
10	1,980	5	2	4,974	0	0	2,133	17,924,193
	1,981	8	6	820,400	0	0	2,376	18,688,349
	1,982	3	1	0	0	0	1,946	15,792,658
	1,983	6	3	0	0	0	2,425	21,662,978
	1,984	5	1	1,300	0	0	1,952	19,093,483
	1,985	9	2	108,592	0	0	1,487	14,462,430
	1,986	2	1	10,000	0	0	1,433	13,634,630
	1,987	8	4	65,000	0	0	1,652	15,481,993
	1,989	1	1	0	0	0	1,846	17,520,899
	1,990	1	1	60,000	1	0	1,888	17,868,010
	1,991	2	1	0	0	2	2,014	20,917,523
		51	23	1,070,266	1	2	1,855	19,144,416
9	1,980				0	0	1,779	15,950,883
	1,981	6	2	0	0	0	2,065	16,680,033
	1,982	3	1	0	0	0	2,335	14,330,604
	1,983	21	11	40,546	0	0	1,952	19,482,949
	1,984	40	18	40,566	1	0	1,689	17,761,780
	1,985	2	1	28,934	0	0	1,319	13,801,980
	1,986	11	4	4,820	0	0	1,289	12,867,890
	1,987	9	4	54,000	0	0	1,314	13,993,433
	1,988	2	1	0	0	0	1,400	15,363,428
	1,989	3	2	3,500	0	0	1,384	15,557,314
	1,990	9	3	8,434	0	0	1,609	18,268,894
	1,991	14	6	1,500	0	0	1,439	16,232,970
		120	53	180,300	1	0		
8	1,980	11	5	105,520	0	0	1,836	15,084,414

1,981	5	3	53,000	0	0	1,990	15,749,613
1,982	15	6	182,000	0	0	1,695	13,836,447
1,983	13	7	138,000	0	0	1,961	18,724,178
1,984	25	11	18,340	0	0	1,771	16,817,950
1,985	6	3	5,817	0	0	1,361	13,161,962
1,986	29	13	99,125	0	0	1,332	11,934,760
1,987	6	2	0	0	0	1,332	13,093,783
1,988	28	14	108,081	0	0	1,461	14,287,040
1,989	15	7	1,400	0	0	1,449	14,674,162
1,990	18	6	41,396	0	0	1,666	17,520,864
1,991	21	10	7,000	0	0	1,461	15,186,006
	192	87	769,679	0	0		

7	1,980			0	0	1,869	14,679,631
	1,981			0	0	1,998	15,341,956
	1,982	11	4	3,000	0	1,752	13,518,092
	1,983	4	2	26,250	0	2,039	18,107,513
	1,984	19	8	42,301	0	1,871	18,146,410
	1,985	15	6	32,150	0	1,446	12,811,088
	1,986	45	13	43,912	0	1,408	11,380,960
	1,987	9	4	11,750	0	1,343	12,562,600
	1,988	6	3	30,000	0	1,495	13,821,028
	1,989	20	2	3,400	0	1,433	14,084,137
	1,990	28	10	7,592	0	1,695	16,984,868
	1,991	14	6	6,725	0	1,471	14,908,146
		171	58	207,080	0		

6	1,980	4	2	33,014	0	0	1,862	14,807,319
	1,981	2	1	0	0	0	1,983	15,260,409
	1,982	2	1	10,000	0	0	1,638	13,198,464
	1,983	8	3	42,529	0	0	1,985	18,089,468
	1,984	4	2	108,500	0	0	1,757	16,114,580
	1,985	13	6	97,150	0	0	1,387	12,824,600
	1,986	12	2	1,000	0	0	1,313	11,407,340
	1,987	2	1	0	0	0	1,327	12,580,521
	1,988	1	1	4,000	0	0	1,487	13,884,345
	1,989	4	2	10,000	0	0	1,431	14,125,396
	1,990	6	2	4,000	0	0	1,653	18,990,724
	1,991				0	0	1,459	14,836,945
		58	23	310,193	0	0		

5A	1,980	2	1	2,000	0	0		
	1,981	3	2	0	0	0		
	1,982	9	4	15,500	0	0		
	1,983	3	2	10,000	0	0		
	1,984	26	5	0	0	0		
	1,985	5	2	0	0	0		
	1,986	5	3	500	0	0		
	1,987				0	0		
	1,988	3	1	1,302	0	0		
	1,989	12	3	2,900	0	0		
	1,990	4	2	1,500	0	0		
	1,991	5	2	5,000	0	0		
		77	27	38,702	0	0		

5	1,980				0	0		
---	-------	--	--	--	---	---	--	--

1,981			116,106	0	0		
1,982	14	3	7,500	0	0		
1,983	23	5	0	0	0		
1,984	24	11	75,137	0	0		
1,985	3	2	60,100	0	0		
1,986	13	4	350	0	0		
1,987				0	0		
1,988	6	3	5,750	0	0		
1,989	12	6	7,500	0	0		
1,990	4	2	0	0	0		
1,991	8	3	7,000	0	0		
	107	39	163,337	0	0		
5+5A 1,980	2	1	2,000	0	0	1,660	13,187,165
1,981	3	2	0	0	0	1,803	14,065,758
1,982	23	7	23,000	0	0	1,565	12,454,459
1,983	26	7	10,000	0	0	1,891	16,635,387
1,984	50	16	75,137	0	0	1,715	14,900,420
1,985	8	4	60,100	0	0	1,367	11,945,578
1,986	18	7	850	0	0	1,246	10,485,740
1,987	0	0	0	0	0	1,294	11,071,050
1,988	9	4	7,052	0	0	1,414	12,066,280
1,989	24	9	10,400	0	0	1,392	12,158,156
1,990	8	4	1,500	0	0	1,574	14,729,317
1,991	13	5	12,000	0	0	1,343	12,762,204
4 1,980	6	3	800	0	0	1,680	13,177,444
1,981	8	4	50,000	0	0	1,782	13,955,309
1,982	5	3	0	0	0	1,633	12,757,894
1,983	30	11	20,900	2	0	1,901	16,572,745
1,984	28	7	110,000	0	0	1,731	14,833,530
1,985				0	0	1,411	12,070,946
1,986	4	3	26,270	0	0	1,242	10,372,200
1,987	5	2	0	0	0	1,297	10,987,829
1,988				0	0	1,428	12,047,040
1,989	16	8	650	0	0	1,387	12,037,700
1,990	16	5	32,770	0	0	1,593	14,719,461
1,991	15	3	600	0	0	1,351	12,528,107
	133	49	241,990	2	0		
3 1,980	3	1	1,000	1	0	1,657	12,455,368
1,981	1	1	0	0	0	1,832	13,154,114
1,982				0	0	1,732	12,094,965
1,983	5	3	22,311	0	0	2,024	15,917,122
1,984	16	8	119,345	0	0	1,775	14,249,102
1,985	8	3	7,392	0	0	1,412	11,696,870
1,986	5	3	2,700	0	0	1,271	9,942,501
1,987	12	5	45,490	0	0	1,334	10,473,538
1,988	7	4	15,200	0	0	1,442	11,601,341
1,989	14	8	0	0	0	1,386	11,519,417
1,990	8	3	33,000	0	0	1,625	14,094,971
1,991	8	2	0	0	0	1,342	12,087,194
	87	41	246,438	1	0		
2 1,980	4	1	500	0	0	1,978	13,602,604

Illinois River LPMS Thruput Data - 1980-1994

	Year	No. Vessels	No. Incidents	Total Damage	Deaths	Missing	Injured	Serious Incidents	Significa Incidents	Total # Tows	Total Tons
	Year	No. Vessels	No. Incidents	Total Damage	Deaths	Missing	Injured	Serious Incidents	Significa Incidents	Total # Tows	Total Tons
0 to LOCK 27	1992	153	75	790305	1	0	16	3	1		
	1993	157	72	2081457	1	0	95	1	0		
	1994	124	99	380945	0	0	27	0	0		
LOCK & DAM 27	1992	42	46	12250	0	0	3	0	11	9136	81463112
	1993	23	32	75250	0	0	2	0	0	7598	67796856
	1994	28	39	0	0	0	1	0	0	8015	77315943
Melvin Price L & D	1992	28	22	450500	0	0	4	1	0	7461	74673715
	1993	45	16	4000	0	0	1	0	0	6052	62343108
	1994	10	7	1000	0	0	1	0	0	6561	71188260
LOCK & DAM 25	1992	27	10	121300	0	0	1	0	1	3454	39378151
	1993	21	4	0	0	0	1	0	0	2444	26560658
	1994	1	1	0	0	0	1	0	0	2601	30758651
LOCK & DAM 24	1992	12	4	944600	0	0	0	0	1	3457	39423782
	1993	30	8	221397	0	0	2	0	0	2447	26581272
	1994	5	3	13000	0	0	0	0	0	2578	30735283
LOCK & DAM 22	1992	9	8	700	0	0	1	0	0	3310	38286421
	1993	8	6	36000	0	0	2	0	0	2276	25207186
	1994	4	2	1000	0	0	1	1	0	2443	29410587
LOCK & DAM 21	1992	7	7	40500	2	0	2	0	1	3354	37835733
	1993	5	7	402800	0	0	1	1	0	2289	24762903
	1994	3	3	0	0	0	0	0	0	2458	28778306
LOCK & DAM 20 X	1992	9	6	18594	0	0	2	0	1	3317	36814710
	1993	15	8	29350	0	0	1	0	0	2143	23345484
	1994	8	4	30000	0	0	0	0	0	2341	27441221
LOCK & DAM 19 X	1992	23	15	117886	1	0	1	1	0	3101	35982699
	1993	26	12	627037	0	0	0	0	0	2023	22789679
	1994	56	39	24640	0	0	0	0	0	2106	26705868
LOCK & DAM 18 X	1992	29	10	214267	0	0	0	0	0	3013	33942692
	1993	30	8	37000	1	0	7	0	0	1911	21240659
	1994	18	10	7000	0	0	1	0	0	2038	25174887

1,981	7	5	524,500	0	0		
1,982	12	5	18,000	0	0	2,067	14,267,448
1,983	10	5	28,763	0	0	1,848	13,072,610
1,984	52	18	156,999	0	0	2,162	17,086,564
1,985	15	4	170,000	0	0	2,004	15,057,795
1,986	36	13	8,350	0	0	1,732	13,025,950
1,987	20	6	0	0	0	1,409	10,278,425
1,988	31	12	16,875	0	0	1,349	10,435,000
1,989	1	1	0	0	0	1,478	11,635,003
1,990	27	11	39,059	0	0	1,416	11,487,620
1,991	29	8	66,300	0	0	1,601	14,227,334
	244	89	1,029,346	0	0	1,350	11,847,798

1,980				0	0		
1,981				0	0	1,949	2,175,751
1,982				0	0	1,278	1,440,813
1,983				0	0	1,244	1,409,905
1,984				0	0	1,530	1,935,790
1,985				0	0	1,429	1,827,860
1,986	3	2	15,000	0	0	1,398	1,678,535
1,987	5	2	0	0	0	1,495	1,493,261
1,988				0	0	1,206	1,348,500
1,989				0	0	1,078	1,204,010
1,990	2	1	500	0	0	1,096	1,201,900
1,991	3	1	0	0	0	1,220	1,516,410
	13	6	15,500	0	0	1,138	1,585,781

thony Falls

1,980	1	1	10,000	0	0		
1,981				0	0		
1,982				0	0		
1,983	2	1	5,215	0	0		
1,984	1	1	3,200	0	0		
1,985	2	1	500	0	0		
1,987	4	2	20,259	2	4		
1,988	1	1	0	0	0		
1,989	3	1	225,000	0	0		
1,990				0	0		
1,991				0	0		
	14	8	264,174	2	4		

5,941

97,946,755

39

86

Illinois River LPMS Thruput Data - 1990-1994

	Year	No. Vessels	No. Incidents	Total Damage	Deaths	Missing	Injured	Serious Incidents	Significa Incidents	Total # Tows	Total Tons
LOCK & DAM 17	1992	10	7	14226	0	0	0	0	0	2958	33279329
X	1993	2	1	85000	0	0	0	0	0	1842	20545012
	1994	8	5	360420	0	0	0	2	0	2007	24511219
LOCK & DAM 16	1992	30	24	70015	0	0	2	0	1	3116	31618934
X	1993	43	27	165219	0	0	2	0	0	2215	19545501
	1994	135	120	189500	0	0	90	8	0	2366	23457429
LOCK & DAM 15	1992	28	21	40815	0	1	9	2	0	3340	30413235
X	1993	9	7	1008	0	0	1	0	0	2371	18715172
	1994	11	6	76000	0	0	0	0	0	2609	22287729
LOCK & DAM 14	1992	44	25	567837	0	0	3	0	0	3055	29998321
X	1993	6	8	18100	0	0	3	0	0	1999	18371672
	1994	44	34	19000	0	0	13	5	0	2222	21981452
LOCK & DAM 13	1992	9	5	6400	0	0	1	0	1	2179	24715396
X	1993	14	6	342600	0	0	1	0	0	1375	14701460
	1994	24	17	9000	0	0	3	0	0	1511	17486800
LOCK & DAM 12	1992	25	19	86000	0	1	10	0	0	2119	24301140
X	1993	66	61	12100	0	0	49	0	0	1299	14340090
	1994	69	62	2090	1	0	35	5	0	1447	17119928
LOCK & DAM 11	1992	8	6	0	0	0	3	1	0	1901	20639970
X	1993	11	4	13000	0	0	0	0	0	1368	13200570
	1994	9	4	123824	0	0	0	0	0	1533	16150591
LOCK & DAM 10	1992	1	1	0	0	0	0	0	0	1848	20173329
X	1993	15	8	0	0	0	0	0	0	1192	12664654
	1994	7	3	0	0	0	0	0	0	1335	15344207
LOCK & DAM 9	1992	13	5	7940	0	0	0	0	0	1536	17674620
X	1993	4	2	5000	0	0	1	0	0	999	11115199
	1994	6	4	7900	0	0	1	0	0	1124	13737349
LOCK & DAM 8	1992	52	20	35650	0	0	0	0	0	1536	16790692
X	1993	6	3	0	0	0	0	0	0	929	9984293
	1994	16	10	0	0	0	0	0	0	1073	12464046
LOCK & DAM 7	1992	17	6	8000	0	0	1	0	0	1385	14728900
X	1993	28	13	10450	0	0	0	0	0	871	9261702

Illinois River LPMS Thruput Data - 1980-1994

	No.	No.	Total	Deaths	Missing	Injured	Serious	Significa	Total	Total
Added	Vessels	Incidents	Damage				Incidents	Incidents	# Tows	Tons
Year 1994	0	0	0	0	0	0	0	0	1062	12020442
LOCK & DAM 6 X	1992	12	4	29500	0	0	0	0	1463	15575713
	1993	3	1	0	0	0	0	0	901	9499427
	1994	1	1	0	0	0	0	0	1064	11988894
LOCK & DAM 5A X	1992	7	3	0	0	0	0	0		
	1993	8	4	0	0	0	0	0		
	1994	3	2	0	0	0	0	0		
LOCK & DAM 5 X	1992	15	7	1050	0	0	1	0	0	
	1993	6	2	0	0	0	0	0	0	
	1994	15	4	3000	0	0	0	0	0	
L & D S + 5A	1992	22	10	1050	0	0	1	0	0	1251
	1993	14	6	0	0	0	0	0	811	8294925
	1994	18	6	3000	0	0	0	0	985	10583820
LOCK & DAM 4 X	1992	20	6	30000	0	0	0	0	1267	13486901
	1993	8	2	0	0	0	0	0	797	8107590
	1994	7	4	15000	0	0	0	0	947	10202820
LOCK & DAM 3 X	1992	25	13	25055	0	0	0	0	1273	12919600
	1993	2	2	0	0	0	0	0	795	7712690
Added	1994	0	0	0	0	0	0	0	936	9603923
LOCK & DAM 2 X	1992	47	30	24135	0	0	1	2	1277	12718670
	1993	32	29	49673	0	0	0	0	812	7679908
	1994	14	14	22000	0	0	0	0	961	9543114
UPPER ST. ANTH	1992	1	1	0	0	0	0	0	1333	1942570
Added	1993	0	0	0	0	0	0	0	952	1423005
X	1994	4	2	0	0	0	0	0	1108	1654225

ANEXO 12.5

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Abbott, M. B.; Ionescu, F - 1967 - "On the Numerical Computation of the nearly Horizontal Flows", Journal of Hydraulic Research, 5, N°2.

Abbott, M. B. - 1979 - Computational Hydraulic - *Elements of the Theory of Free Surface Flows*; Pitman Advanced Publishing Program, London.

Adámoli J. 1981. *O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os Cerrados. Discussão sobre o conceito do Complexo do Pantanal*. Anais do XXXII Congresso Nac. de Bot., Teresinha.

Adámoli J. 1986 - citado en el *Informe de Diagnóstico Integrado Preliminar de Taylor-Golder-Consular-Connal*

Adámoli J. 1992. *Diagnostico do Pantanal (características ecológicas e problemas ambientais)*. IBAMA, circ. restr., Brasília.

Administración de Parques Nacionales (APN) con la colaboración de la Secretaría Permanente del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB-UNESCO) y la Red Nacional de Cooperación Técnica en Areas Protegidas. 1991. *El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Diagnóstico de su Desarrollo Institucional y Patrimonio Natural*.

American Public Health Association, 1976. *Standard methods for the examination of water and wastewater* - American Water Works Association.

Arin, L. 1974. *Monitoring with Carbon Analyzers* - Environmental Science and Technology - Vol. 1.

Asociación Hidroservice - Louis Berger - EIH. Estudio de Ingeniería y Factibilidad Técnica y Económica de los Mejoramientos de las Condiciones de Navegación. *Plano Geológico para los Pasos: I. del Medio - Concepción, Itacurubí, Romero Cu, Arrecifes, Lamboné - Piedra Partida, Canal Tamengo (todos a escala 1:5.000) y Aguirre - Palacio Cu (escala 1:10.000)*.

Asociación Hidroservice - Louis Berger - EIH. Estudio de Ingeniería y Factibilidad Técnica y Económica de los Mejoramientos de las Condiciones de Navegación. *Batimetría del Techo de la Roca y Suelos Duros. Pasos: I. del Medio - Concepción, Arrecifes (todos a escala 1:5.000) y Aguirre - Palacio Cu (escala 1:10.000)*.

Asociación Hidroservice - Louis Berger - EIH. *Delimitación del Canal de Navegación. Pasos: I. del Medio - Concepción, Itacurubí, Romero Cu, Arrecifes, Aguirre - Palacio Cu y Lambon - Piedra Partida*.

- Barnard, W.D. 1978. *Prediction and Control of Dredged Material Dispersion Around Dredging and Open-Water Pipeline Disposal Operations*. Technical Report DS-78-13. U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi.
- Baud, F.; A. Chambrier; C. Dlouhy, T. Jaccoud, V. Mahnert, S. Muller, C. Vaucher y C. Weber, 1994. *Scientific missions of the MHNG in Paraguay (1979-1993)*. Fishes. Muséum d'histoire naturelle de Genève (MHNG), Ginebra.
- Bayley P. B., 1973. *Studies on the migratory characin, Prochilodus platensis* Holmberg 1989, (Pisces, Characoidei) in the River Pilcomayo, South America. J. Fish Biol. (5): 25-40.
- Bertonatti, C. y González, F. 1992. *Lista de Vertebrados Argentinos Amenazados de Extinción*. Boletín Tec. N° 8. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires.
- Bonetto A. A., C. Pignaleberi, E. Cordiviola de Yuan y O. Oliveros, 1971. *Informaciones complementarias sobre migraciones de peces en la cuenca del Plata*. Physis, 30 (81): 505-520.
- Bonetto A. A. - 1976 - *Calidad de las Aguas del Rio Paraná* - Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Bonetto A.A., H. P. Castelo e I. R. Wais. *Stream regulation in Argentina, including the superior Paraná and Paraguay rivers*. Regulated Rivers: Research & Management, 1: 129-143.
- Bonetto, A. A., 1986. *Fish of the Paraná System, The ecology of River System*. Davies, B.R. y K.F. Walker (eds.), Dordrecht.
- Bonetto, A.A. y H.P. Castello, 1985. *Pesca y piscicultura en aguas continentales de América Latina*. OEA, Monografía N° 31.
- Bucher E. 1982. *Chaco and Caatinga South American arid savannas, woodlands and thickets*. En Huntley B. & Walker B., Ecological Studies, vol. 42, Ecology of Tropical Savannas, Springer Verlag, N. York.
- Bucher E. 1987. *Fauna silvestre chaqueña ¿cómo manejarla?*. Flora, Fauna y Areas Silvestres, FAO-PNUMA, año 3 N°1, Santiago de Chile.
- Bucher E., Bonetto A., Boyle T., Canevari P., Castro G., Huszar P., & Stone T. 1993. *Hidrovia, un examen ambiental inicial de la vía fluvial Paraguay-Parana*. Wetlands for the Americas, Manomet, Ma.
- Bucher, E.H., A. Bonetto, T. Boyle, P. Canevari, G. Castro, P. Huszar y T. Stone, 1993. *Hidrovia: Examen Inicial Ambiental de la vía Fluvial Paraguay - Paraná*. Humedales para Las Américas, Manomet, Massachusetts, USA, y Buenos Aires, Argentina.

Burkart, R. (Compilador) 1994. *El Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas de la República Argentina. Diagnóstico de su desarrollo institucional y patrimonio natural*. Administración de Parques Nacionales.

Cabrera, A. 1976. *Regiones fitogeográficas argentinas*. En: Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Buenos Aires, ACME. (Segunda edición) Tomo II, Fasc. I.

Cabrera, A.; Willink, A. 1980. *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. Serie de Biología, Monografía n°13. OEA. Washington.

Catella, A.; Peixer, J.; Palmeira, S. 1995. *Sistema de controle da pesca de Mato Grosso do Sul*. SCPESCA/MS - 1 mayo/1994 a abril 1995. Corumbá, Mato Grosso do Sul: EMBRAPA - CPAP/SEMA - MS (EMBRAPA - CPAP, documentos 16).

Chebez, J.C. 1994. *Los que se van: Especies argentinas en peligro*. Ed. Albatros, Buenos Aires.

Clarke, D. & T. Miller-Way. 1992. *An Environmental Assessment of the effects of Open Water Disposal of Maintenance Dredged Material on Benthic Resources in Mobile Bay, Alabama*. Movil, AL; US Army Corps of Engineers.

COMIP, 1994. *La fauna íctica del río Paraná*. Comisión Mixta Argentino - Paraguaya del Río Paraná. COMIP, Buenos Aires.

Contreras, A.; Susman, H. 1991. *La Estación Ecológica Granja Yatay: una Reserva natural y sede de estudio en el noroeste correntino*. CONICET-Gobierno de la Pcia de Corrientes. Encuentro de Ornitología.

Daniele, C. L. 1991. *Las Regiones Naturales de la Argentina: Marco Biogeográfico*. En: El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la República Argentina. Diagnóstico de su desarrollo institucional y patrimonio natural. Administración de Parques Nacionales.

Daniele, C.; Natenzon, C. 1994. *Las Regiones Naturales de la Argentina: Caracterización y Diagnóstico*. En: El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la República Argentina. Diagnóstico de su patrimonio natural y su desarrollo institucional. Administración de Parques Nacionales. Argentina.

Dardeau, E.A., Killgore, Jr y Miller, A.C. - 1995 - *Using Riprap to Create or Ignore Riverine Habitat*. From Rivers, Coastal and Shoreline Protection; Erosion Control using Riprap and Armourstone.

Dinerstein, E., D. Olson, D. Graham, A. Webster, S. Primm, M. Bookbinder, G. Ledec. 1995. *A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean*. Washington, World Bank.

Environmental Protection Agency. 1976. *Turbidity - Methods for chemical analysis of water and wastes*, pag. 295.

Ercoli, R., 1985. *Métodos y artes de pesca utilizados en las pesquerías de aguas continentales argentinas*. Documento presentado en la Segunda Reunión del Grupo de Trabajo de la COPESCAL sobre Tecnología Pesquera (Métodos y Artes de Pesca). El Salvador, El Salvador, octubre de 1985 (MS).

Espinach Ros A., E. Muñoz y F. Simonet, 1992. *Relevamiento Pesquero del Río Paraguay*. FI: TCP/PAR/0051. Documento de Campo No. 1. FAO, Asunción, Paraguay, Agosto de 1992.

Espinach Ros A., S. Sverlij y. Mestre Arcereditillo y G. Orti, 1986. *Migraciones de peces en el río Uruguay inferior*. En: Seminario "El Río Uruguay y sus Recursos Pesqueros". Comisión Administradora del Río Uruguay. Publicación No. 4: 34-38.

Espinach Ros, A. y R. Delfino, 1993. *Las pesquerías de la cuenca del Plata en Bolivia, Paraguay, Argentina y Uruguay*. En: Comisión de Pesca Continental Para América Latina. Informe de la 6a. Reunión del Grupo de Trabajo sobre Recursos Pesqueros. Montevideo, Uruguay, 10-13 de mayo de 1993. FAO Informe de Pesca N° 490. Roma, FAO: 36-51.

Espinach Ros, A., S. Sverlij, F. Amestoy y M. Spinetti, 1995. *Migration patterns of the sábalo-Prochilodus Lineatus- (Pisces, Prochilodontidae) tagged in the lower Uruguay River*. Resúmenes XXVI International Congress of Limnology. Julio 23- 29, San Pablo, Brasil.

Espinach Ros, A.; A. Gummy; A. Lupin; M. Martinez Espinosa; y E. Ruckers, 1991. *El sector pesquero de Paraguay. Lineamientos para su ordenación y desarrollo*. FAO, GCP/INT/466/NOR.

Espinach Ros et al, 1992. *Planificación y Fortalecimiento Institucional para el Desarrollo de la Pesca. Relevamiento Pesquero del río Paraguay*. Espinach Ros A., E. Muñoz y F. Simonet. FI: TCP/PAR/0051. Documento de campo N° 1. Asunción, Paraguay.

Fallows, J. A. 1987. *Some biological features in the Pilcomayo sábalo, Prochilodus lineatus*. O. D. A. International publication, Trinidad, Bolivia.

FAO. 1991. *El sector pesquero de Paraguay. Lineamientos para su ordenación y desarrollo*. Espinach Ros A., A. Gummy, H. Lupin, M. Martinez Espinosa y E Ruckes. FI: GCP/INT/466/NOR.

FAO - PNUMA. 1985. *Un sistema de áreas protegidas para el Gran Chaco*. Red Latinamericana de Cooperación Técnica en PN, Santiago de Chile.

Fredsoe J., Deigaard R. - 1992 - *Mechanics of Coastal Sediment Transport*. - Advanced Series on Ocean Engineering Vol.3, World Scientific - London.

- Fuentes C.M. y R. Quirós, 1988. *Variación de la composición de la captura de peces en el río Paraná, durante el período 1941 - 1984*. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, INIDEP, Contribución No. 615.
- Fuentes, C. 1995. *Estudios de las variaciones espacio-temporales de larvas de peces en el Río Parana inferior*. Informe de beca de perfeccionamiento, CIC, La Plata: 75 p (MS).
- Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA). *Refugios de Vida Silvestre. Un Complemento del Sistema de Areas Protegidas por el Estado (mimeo)*
- Gobierno de la Provincia de Entre Ríos y Administración de Parques Nacionales. 1993. *Sistema de Areas Naturales Protegidas de la Provincia de Entre Ríos, República Argentina. Paraná-Buenos Aires, mimeo.*
- Hamilton, 1995 citado en el *Informe de Diagnóstico Integrado Preliminar de Taylor-Golder-Consular-Connal*
- Hatch, C. - *Understanding turbidity measurement* - Industrial Water Engineering - 1972.
- Henderson, F.M. - *Open Channel Flow* - Mac Millian, New York - 1966
- Herbich, J. y Brahme, S., 1983 - *Literature review and technical evaluation of sediment resuspension during dredging* - USC of Army Engineers and Texas A&M University.
- HRSW, 1977 - Hydraulic Research Station Wallingford - "*Bolivian River Transport Study*" - *Hydraulic Aspects of Bolivian Navigation on the River Paraguay.*
- HYTSA, Estudios y Proyectos. 1996. *Evaluación del Impacto Ambiental de las Operaciones de Redragado de la Ruta de Navegación Santa Fe al Océano. Buenos Aires, mimeo.*
- IAHR - International Association for Hydraulic Research - 1989 - *Proceedings of Fluvial Hydraulics* - Canadá
- Internave, 1990 - *Estudio de Factibilidad Económica, Informe Final.*
- Instituto Internacional para el Desarrollo y el Medio Ambiente, 1985. *Perfil Ambiental del Paraguay. Instituto Internacional para el Desarrollo y Medio Ambiente, Secretaría de Planificación (Paraguay) y Agencia Internacional para el Desarrollo (USA),. Washington.*
- Jacobo, W., 1992. *El recurso pesquero del río Paraná en aguas jurisdiccionales de la provincia de Corrientes. (MS).*

Kahn, S - *Adsorption of 2,4-D from aqueous solution by Fulvic acid-clay complex*. Environmental Sciences and Technology - 1974

Keevin, T - Feb. 1996 - *A review of Natural Resource Agency Recommendations for Mitigating the Impacts of Underwater Blastings*. Submitted to review in Fisheries Sciences.

Keevin, T.M. - 1995 - *The effects of underwater explosives on fish with techniques to mitigate those effects*. PhD Thesis, University of Illinois, Champaign Urbana.

Keevin, T.M. - 1995 - *A tiered approach to mitigate the Environmental Effects of Underwater Blasting*. Proceedings of the Twenty first Annual Conference on Explosives and Blasting Technique.

King, D.K, King, R.H. and Miller, A.C. - June 1988 - "*Morphology and Ecology of Umatella gracilis Leidy, (Entoprocta), a freshwater Macroinvertebrate from Artificial Riffles of the Tombigbee River, Mississippi*". Journal of Freshwater Ecology, Volume 4, N° 3.

King, R.H. and Miller, A.C. 1986. "*Macroinvertebrate Colonization of Artificial Riffles in an Abandoned Channel of the Tombigbee River, Mississippi*". Proceedings of the Third Water Quality and Wetland's Management Conference: Lakes, Rivers and Streams.

Landin M. y Miller, A. - 1988. "*Beneficial Uses of Dredged Material: A strategic Dimension of Water Resource Management*". Transactions of the Fifty-third North American Wildlife and Natural Resources Conference.

Leonard, B.P. - 1979 - "*A stable and accurate convective modelling procedure based on quadratic upstream interpolation*". Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 19 (1979) 59-98. - North Holland Publishing.

LHUMSS, 1990 - *Dragado de Emergencia del Canal Tamengo*, Laboratorio de Hidráulica, Universidad Mayor de San Simón - Bolivia.

MacKenthum, K.M. y Keup L. E. 1970 - *Biological problems encountered in water supplies*. Journal of American Works Association.

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Subsecretaría de Estado de Recursos Naturales y Medio Ambiente. 1993. SINASIP. *Plan estratégico del Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas*. Asunción, DPNVS.

Morello, J. y C. Daniele. 1996. *Diagnóstico de las Areas Naturales Protegidas, en T.G.C.C.: Diagnóstico Integrado Preliminar de la Evaluación del Impacto Ambiental del Mejoramiento de la Hidrovía Paraguay - Paraná*. Buenos Aires, mimeo.

Narkis, N y Rebhun, M - *The mechanism of flocculation processes in the presence of humic substances*. Journal of the American Water Works Association - 1975

National Research Council - *Drinking water and Health* - National Academy of Sciences - 1977

O'Connor, J.M. 1991. *Evaluation of Turbidity and Turbidity-Related Effects on the Biota of the San Francisco Bay-Delta Estuary*. Submitted to U.S. Army Corps of Engineers, San Francisco District.

Organización Panamericana de la Salud - *Guías para la Calidad de Agua Potable* - Vol 2 - 1987.

Payne A. I. y M. J. Harvey, 1989. *An assessment of the Prochilodus platensis Holmberg population in the Pilcomayo River fishery, Bolivia using scale based and computer assisted methods*. Aquaculture and Fisheries Management (20): 233-248.

Payne A. I., 1986. *A survey of the río Pilcomayo sábalo fishery in July 1986*. Dept. Biol. Sci., Coventry Lanchester Polytechnica, UK, Overseas Development Administration.

Peddicord, R., V. McFarland, D. Belfiori, and T. Byrd. 1975. Dredge Disposal Study, San Francisco Bay and Estuary. Appendix C. *Effects of Suspended Solids on San Francisco Bay Organisms*. U.S. Army Corps of Engineers, San Francisco District.

Pemmanen, V - *Humic substances, their structure and function in the biosphere* - The Netherlands, Pudos - 1975 pag. 207.

PIANC (Permanent International Association of Navigation Congress) - *Management of Dredged Material from Inland Waterways* - Report of Working Group N° 7 - 1990

Ponce, V.M. - Ago 1995 - *Impacto Hidrológico e Ambiental da Hidrovia Paraná-Paraguay no Pantanal Matogrossense* - San Diego State University, San Diego California.

Quirós R. y S. Cuch, 1989. *The fisheries and limnology of the lower La Plata Basin*. En D. P. Dodge (ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106: 429-443.

Quirós R., 1990. *The Paraná river Basin development and the changes in the lower basin fisheries*. Interciencia. Vol. 15 N° 6: 442-451.

Ramlow J., 1989. *Lista de peces de la Colección del Inventario Biológico Nacional/Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay* (junio, 1980 - diciembre de 1988). Boletín del IBN Paraguay, N° 9.

Reca, A.; Pessina, L. 1985. *Caracterización de la Reserva Provincial de las Lagunas y Esteros del Iberá. Pautas para su ordenamiento y manejo*. Dir. Nac. de Fauna Silvestre - S.A.G.N.

Rex Bingham, C. and Miller A.C. - 1989 - "Colonization of a man-made gravel bar by *Oligochaeta*" - Hydrobiologia 180: 229-234, Kluwer Academic Publishers, Belgium.

Ringuelet, R., 1975. *Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sud*. Ecosur, 2 (3): 1-122.

Rodriguez, F., 1991. *Trabajo pesquero y valorización del capital: Estudio comparativo de los pescadores comerciales de Empedrado y Posadas*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Univ. Mac. de Misiones.

Sargent J.H. - PIANC and Dredging - *The Environmental Issues* - Boletín N° 57.

Scott D. y Montserrat Carbonell, 1985. *Inventario de los humedales de la Región Neotropical*. IWRB-IUCN, Cambridge, UK.

Shields, F. et al., in press. *Towards greener riprap: environmental considerations from micro to macro scale*. In: Thorne, C. (ed): *Proceedings of the International Riprap Workshop*. John Wiley and Sons. New York

Sverlij S. y A. Espinach Ros, 1986. *El dorado, Salminus maxillosus*, (Pisces, Characiformes) en el Río de la Plata y Río Uruguay inferior. Rev. Invest. y Des. Pesq. 6: 57-75.

Sverlij S., A. Espinach Ros y Guillermo Orti, 1993. *Sinopsis de los datos biológicos y pesqueros del sábalo*. FAO, FIR/S 154.

Teleki, G.C., y Chamberlain, A.J. 1978. *Accute Effects of Underwater Construction Blasting on Fishes in Long Point Bay, Lake Erie*. Journal of Fisheries Resources Board Canada 35: 1191-1198.

Thibaud, M.H., 1994. *Hidrovia Paraguay-Paraná*. Gerencia ambiental No. 6: 408-415.

Taylor-Golder-Consular-Connal (T.G.C.C.). 1996. *Diagnóstico Integrado Preliminar. Evaluación del Impacto Ambiental del Mejoramiento de la Hidrovia Paraguay - Paraná*. Buenos Aires, 5 Vol. y Anexos.

Udvardy, M. 1975. *A Classification of the Biogeographical Provinces of the World*. Prepared as a contribution to UNESCO's Man and Biosphere Programme. Project N° 8. Morges, IUCN, 1.975 (Ocasional paper N° 18).

Udvardy, M. 1982. *A biogeographical classification system for terrestrial environments*. En: *National Parks conservation and development*. J. A. Mc Neely y K. R. Miller, editores. Washington, Smithsonian Institution, 1984 (34-38).

- U.S. Army Corps of Engineers. 1976. *Dredge Disposal Study, San Francisco Bay and Estuary, Appendix C, Water Column*. Citado en: Final Supplement Environmental Impact Report / Environmental Impact Statement. Oakland Harbor Deep Draft Navigation Improvements.
- U.S. Army Corps of Engineers. 1987. *Monitoring environmental impacts associated with open-water thin-layer disposal of dredged material at Fowl River Alabama*. Mobil, AL; US Army Corps of Engineers.
- U.S. Army Corps of Engineers. Marzo 1988. Efectos Ambientales del Dragado - Notas Técnicas: "*Sediment Resuspension by Selected Dredges*".
- U.S. Army Corps of Engineers. Noviembre 1989. Efectos Ambientales del Dragado - Notas Técnicas: "*Predicting and Monitoring Dredge - Induced Dissolved Oxygen Reduction*".
- U.S. Army Corps of Engineers. Marzo 1990. Efectos Ambientales del Dragado - Notas Técnicas: "*Selecting Equipment for Use in Dredged Material Containment Areas*".
- U.S. Army Corps of Engineers. HEC - 6, *Socavación y Deposición en Ríos y Resrvorios, Manual del Usuario*, Hydrologic Engineering Center, CPD-6, 164pp (con Apéndices).
- Vanoni, Vita A. - *Sedimentation Engineering* - American Society of Civil Engineers - 1977.
- Van Oostrum, R y Vroege, P. - *Turbidity and contaminant release during dredging and Dredged Material Placement* - Dredging '94 International Conference on Dredging and Dredged Material Placement - Report - 1994
- Vanote, R. 1980. *The river continuum concept*. Can. J. Fish Aquat. Sci. 37 (1):130.
- Ven Te Chow - *Open Channel Flow* - Mac Graw-Hill, 1986
- Villamayor Orué, R. 1988. "*Parques Nacionales del Paraguay*", Ministerio de Defensa , Dpto. de Parques nacionales y Monumentos Históricos, Asunción.
- Way, Carl M., Burky, Albert, Rex Bingham, C. and Miller, A.C. - 1995 - "*Substrate roughness, velocity refuges, and macroinvertebrate abundance on artificial substrates in the lower Mississippi River*". Journal of the National American Benthological Society. Vol 14(4); pag 510-518.
- Welcomme R. L., 1990. *Status of fisheries in South American rivers*. Interciencia, 15: 337-345.
- Welcomme R.L., 1985. *River Fisheries*, FAO Fish. Tech. Pap., (265).
- World Bank - 1990. *Environmental Considerations for Port and Harbour Developments*.

World Conservation Monitoring Centre. 1992. *Protected Areas of the World*. Volume 4: Neartic and Neotropical. UICN. United Kingdom.

Yang, C.T. - 1973 - *Movimiento incipiente y transporte de sedimentos*. Journal of the Hydraulic Division, ASCE, v99(HY10): 1679-1704.

Yang, C.T. y Wang, S. - 1991 - *Comparación de fórmulas seleccionadas de carga de materiales de lecho*. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, v117(8): 973-989.