
VII. RESTRICCIONES AL DESARROLLO DEL ÁREA VINCULADAS CON LA INFRAESTRUCTURA

1. IDENTIFICACIÓN DE OBSTÁCULOS PARA EL DESARROLLO DEL EJE PARAGUAY-PARANÁ VINCULADOS CON LA DOTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA¹

En relación con los obstáculos existentes en el Eje Paraguay- Paraná que desde el punto de vista de la infraestructura afectan futuros desarrollos, pueden identificarse dos tipos de problemas:

- a. Vinculados con el estado de la infraestructura en la vía fluvial y el sistema de puertos.
- b. El estado y capacidad operativa de la infraestructura de transporte vial y ferroviario que actúa complementariamente respecto a los tráficos en la Hidrovía.

Con relación al primero de los aspectos, existen un conjunto de problemas que han sido analizados en diversos estudios y que en todos los casos requieren de importantes montos de inversión para su ejecución. Entre los más importantes se encuentran los siguientes:

1. Definición de un dragado y una profundidad de los canales de navegación a lo largo de todo el Eje.

¹ Este modo, el transporte fluvial, tiene particular relevancia por ser el Sistema de Transporte Fluvial el ARTICULADOR DEL EJE HPP.

Lo que efectivamente convierte al Eje Paraguay-Paraná de un río natural con sus propiedades físicas e hidrológicas a una vía de comunicación de valor económico está dado por las facilidades que brinde para la navegación. Al respecto es importante destacar que, dado el aumento de la producción en el Área de influencia y el crecimiento de la demanda internacional de los productos en aquella, generados, la relación comercial y económica que esa interacción está promoviendo no se verá interrumpida por la ausencia de inversiones en la Hidrovía. Productores e importadores buscarán alternativas de transporte aún en condiciones de costos menos favorables pero compensados con la escala de las transacciones. Es por estas razones que la Hidrovía como proyecto debe encontrar en esta expansión una oportunidad y no al revés. En este marco resulta imprescindible que los Estados miembros tomen decisiones respecto cual será el calado máximo de apertura y mantenimiento y hasta que puertos se llevará y mantendrá esa profundidad. El puerto más al norte del Eje que se vea beneficiado con esa ventaja, definirá aguas arriba, la morfología y capacidad de la red en función de los sucesivos calados que se adopten. En todos los casos el planteo es llegar con 40 pies de calado mínimo desde Santa Fe a Corumbá.

2. En función de lo anteriormente expuesto el otro tema que deberá ser enfrentado es el del sistema de balizamiento y ayuda a la navegación.
3. También se deberá adoptar la infraestructura portuaria a las necesidades de transferencia intermodal considerando los accesos terrestres (Viales y Ferroviarios), las playas de maniobras, el utilaje portuario y los calados y

condiciones de navegación en los accesos fluviales y profundidades a pie de muelle.

4. Por último y en relación con los puntos anteriores, constituye una cuestión de la mayor importancia la solución de los problemas vinculados con los pasos críticos a lo largo de los ríos. El Consultor considera que éste es el aspecto más importante, inmediato y de relativamente poco costo, que pueden adoptar los países integrantes del Eje.

SÍNTESIS DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y FERROVIARIA DEL EJE HPP

Con relación a la infraestructura vial y ferroviaria la cuestión fue analizada en el capítulo 4.

La Red Vial principal del eje está hoy en serias dificultades de mantenimiento y transitabilidad. En algunos casos, como en los puertos de exportación, la red se halla cercana al COLAPSO. Cabe señalar que la carga transportada se DUPLICÓ en los últimos 10 años y la tendencia continuará en crecimiento por lo menos los próximos 5 años. Esto genera una PRESIÓN sobre la infraestructura difícilmente ignorable en la planificación estratégica de la infraestructura de integración regional o en los corredores de exportación.

En el caso de la red ferroviaria, alcanza un total de 70,000 Km. de vías férreas, de las cuales el 90% se encuentra actualmente en uso con distintos grados de calidad de servicios. De esa extensa red (contrastante con los 3.200 Km. de vía fluvial), Brasil tiene prácticamente el 100% en operación, en tanto

que Argentina tiene operando el 85% aunque en el Área de Influencia de la Hidrovía el porcentaje de uso de la red ferroviaria no supera el 70%. Por otra parte, Paraguay tiene prácticamente colapsada su red ferroviaria y en el caso boliviano su red se complementa con la red de la Hidrovía y su estado es mediocre. Debido a la configuración geográfica de sus territorios y la historia de su economía, Argentina y Uruguay tienen las mayores cifras de Km. de red por habitante y por Km².

1.1. RELEVAMIENTO DE LOS PASOS CRÍTICOS EN LA HIDROVÍA

Para el relevamiento de los pasos críticos en la HPP se ha tomado como referencia el informe COINHI y las entrevistas a informantes calificados durante el 2005.

CRITERIOS UTILIZADOS

“Definición de los Convoyes Tipo

Para dimensionar las obras de mejoramiento de la Hidrovía Paraguay-Paraná, es necesario definir las características de los convoyes tipo que serán adoptados. Estos convoyes también serán considerados para los estudios que se efectuarán en relación con la economía del transporte fluvial, ya que por el hecho de ser los que mejor se adaptarán a la vía navegable después de su mejoramiento, presentarán el costo mínimo optimizado dentro del modo hidroviario futuro.

Cabe aclarar que estos convoyes no necesariamente se corresponderán con los que actualmente navegan en la Hidrovía, ni tampoco con los tamaños máximos que resultan de las expectativas mayores de los armadores.

La definición de los convoyes tipo se ha basado en la experiencia de la navegación adquirida en la propia Hidrovía y en otras vías navegables con características semejantes. También se consideró en este análisis el hecho de que buena parte de la flota existente deberá ser mantenida en operaciones por un período relativamente largo.

Cabe señalar que, de ninguna manera, los convoyes tipo resultarán una imposición para los usuarios. Tampoco cabe suponer que esos convoyes no estarán sujetos a restricciones de tráfico en ciertas ocasiones y en determinados tramos de la vía, ya que por motivos técnico-económicos podrán mantenerse tales restricciones si resultase necesario evitar que el tráfico se torne inseguro.

Convoyes mayores que los convoyes tipo podrán navegar en ciertos tramos y en determinadas condiciones, como por ejemplo aprovechando épocas de aguas altas. En cada caso, los usuarios y las autoridades de control deberán establecer dichas condiciones.”

CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO DE CANALES DE NAVEGACIÓN

Las fuerzas hidrostáticas y los momentos que actúan sobre los convoyes son responsables por el calado, inmersión (squat) y los demás movimientos de las embarcaciones que navegan. También son responsables por los esfuerzos estructurales a que están sujetas las "obras vivas" del convoy.

La interacción entre el canal y el remolcador con sus barcazas, está gobernada por estos esfuerzos. Las fuerzas que actúan en la dirección longitudinal del movimiento son la fuerza de impulsión y las debidas a la acción de los propulsores en el agua. Estas fuerzas dependen de la potencia de los motores, del tipo de sistema de propulsión, de la forma del casco y de las dimensiones del canal.

El arrastre hidrodinámico correspondiente a la energía potencial gasta o gana en el desnivel (según sea a favor o en contra de la corriente), en la fricción del agua con la superficie del casco, la energía necesaria para mantener el sistema de olas generadas por el traslado de la embarcación y el arrastre generado por ella, incluyendo la rebaja o el cambio de la superficie líquida debido al pasaje por los canales de agua restringida, así como las turbulencias generadas por el efecto del agua sobre las partes del casco que presentan irregularidades abruptas (conexiones de las barcazas entre sí y con el remolcador de empuje, timones, túneles, etc.).

Una pequeña porción de la fuerza de arrastre se debe también a la fricción del aire y a las turbulencias causadas por el pasaje del aire sobre la superficie estructural del convoy. La fuerza de arrastre depende de las dimensiones y forma de la

embarcación, de las dimensiones del canal y de la velocidad del remolcador de empuje.

Los momentos hidrodinámicos, responsables del desvío del rumbo, son originados por la asimetría de las presiones a lo largo del convoy causadas por la velocidad de deslizamiento del agua y del aire. La resultante y el centro de los momentos dependen del número y del tipo de los timones y del ángulo de los mismos, de la velocidad y de la dirección del viento, de las corrientes y de las eventuales olas que agitan la superficie líquida, así como también de la velocidad del convoy y las dimensiones y la geometría del canal.

Debido a lo complejo de estas interacciones hidrodinámicas, buena parte del conocimiento existente sobre el asunto resulta de la experiencia de las observaciones “in-situ” y de los análisis teóricos simplificados. Sólo es posible determinar soluciones completas para las ecuaciones hidrodinámicas cuando se consideran geometrías simples y condiciones dentro de los límites esquematizados.

Las dimensiones del canal que más importan para la navegación son la profundidad, el ancho de solera, la sección transversal (forma y área), así como el radio de curvatura de la ruta a ser seguida por el convoy.

En función de las dimensiones de la embarcación, motivos de seguridad imponen valores mínimos para esas dimensiones. Las velocidades de los convoyes están definidas por las restricciones a la navegación para las diferentes combinaciones posibles de las variables geométricas del canal.

Los parámetros geométricos del canal pueden ser determinados para que no exista ninguna restricción a la navegación, incluso en lo que tiene que ver con las

velocidades de la embarcación, los encuentros y los sobrepasos entre convoyes. No obstante, en la mayoría de los casos, esto no es económicamente viable, muy especialmente debido a que se ha previsto el tráfico de convoyes de gran porte y las posibles restricciones no ocurren en la mayor parte de la vía navegable). Los beneficios obtenidos con una navegación completamente franca pueden no ser compensados por el aumento del costo de las obras requeridas, por lo que el tráfico de las embarcaciones quedaría sujeto a restricciones.

Como principio general, ante los anchos y profundidades naturales de los ríos Paraguay y Paraná, la navegación es considerada como no restringida en aguas de toda la Hidrovía. Las posibles influencias de la limitación de las profundidades, en tramos aislados, (extensiones menores a 3 esloras de la embarcación) son consideradas despreciables debido a la inercia de los convoyes. Cabe de todas maneras señalar que el tramo Bahía Negra – Corumbá sigue siendo, en aguas bajas el de mayor restricción a la navegación.

PROFUNDIDADES MÍNIMAS Y CALADOS ADMISIBLES

Uno de los parámetros de mayor importancia económica para el proyecto de una vía navegable es el calado y, en consecuencia, la profundidad mínima a ser garantizada.

La profundidad está también ligada a la seguridad en la embarcación, sobre todo cuando el lecho es rocoso y un choque con el fondo representa un riesgo de naufragio.

Deben ser considerados: “el nivel de agua de referencia” o “el nivel de agua mínimo de navegación del proyecto”, que no es otra cosa que el nivel de agua definido como el que limita la navegabilidad para la embarcación tipo (límite superior); y el “nivel nominal de fondo del canal” que es el nivel por sobre el cual no debe existir ningún obstáculo a la navegación (límite inferior).

Los niveles de los cursos de agua naturales (en los ríos) varían de manera constante con el tiempo, en una forma “semi-aleatoria”, entendiéndose esa variación “semi-aleatoria” como la imposibilidad de establecer un valor aislado para una serie temporal por proceso determinístico debido al carácter aleatorio de las lluvias, que originan esas variaciones. Existen por lo tanto limitaciones que restringen la variación de un valor aislado a ciertos intervalos con relación a los valores secuenciales de la serie temporal (niveles de agua de los días anteriores) y a las “épocas” de la serie (niveles del agua en los períodos de estiaje/ crecientes).

El carácter aleatorio de los niveles de agua de los ríos obliga a un tratamiento por procesos estadísticos, en lo que se refiere a la definición de los parámetros del proyecto, incluso del “nivel de agua de referencia” o del “nivel de agua mínimo del proyecto”.

En el caso de ríos con grandes cuencas contribuyentes y debido a lo anterior, los tramos sin efecto de marea en que las variaciones de los niveles de agua son graduales (presentan variaciones lentas de un día para el otro, así como subidas y disminuciones de los niveles regulares acorde con la época del año), deben analizarse estadísticamente considerando los niveles de agua medios diarios de cada año como eventos aislados.”

“Nivel de agua de referencia

La definición estadística del parámetro relativo al nivel de agua de referencia debe ser hecha en base económica, ligada al número de días de interrupción probable de la navegación. Dada la característica estacional de las variaciones de los niveles de agua en los grandes ríos, es posible considerar las series anuales de manera independiente con lo que será posible determinar la probabilidad de ocurrencia o el período de retorno de las diversas persistencias (porcentajes anuales de días de cada año) de los niveles de agua medios diarios.

Estas persistencias de niveles corresponden a los porcentajes de los años de la serie en que los niveles de agua correspondientes no son sobrepasados, por lo que pueden ser tratados como las probabilidades respectivas (o períodos de recurrencia). Si las profundidades son referidas a estos niveles de agua, se tendrá para cada período de recurrencia el porcentaje del año en que las profundidades no estarán restringidas.

Relacionando las profundidades y los calados en términos estadísticos, lo anterior permite determinar el período de recurrencia (número de años) en que la navegación quedaría interrumpida o podría ser realizada con un calado menor que el de proyecto, en un determinado número de días al año.

Esta forma de definir el nivel de referencia viene siendo adoptada en muchos cursos de agua navegables, lo que permite simplificar su relación con los costos de las obras y del transporte, permitiendo homogenizar un criterio para toda la vía navegable (estadísticamente los niveles de referencia deben determinarse simultáneamente en todas las estaciones hidrométricas del río, interrumpiéndose

o liberándose la navegación simultáneamente, en principio, en toda la extensión de la Hidrovía).

Las autoridades brasileñas han adoptado para las vías navegables en corriente libre, un nivel de referencia correspondiente al 10% del año seco del período de recurrencia de 10 años. Lo anterior corresponde a admitir que el nivel no sería menor que el nivel de proyecto en un máximo de 36 días (10% del año) cada 10 años.

El número probable de días de interrupción en cada uno de los años secos dependerá de la distribución estadística adoptada para las persistencias anuales (generalmente se adopta una Distribución Normal que haya mostrado una conexión satisfactoria con las persistencias anuales de los niveles de agua diarios). Cabe hacer notar que la distribución temporal entre años secos y húmedos es estadísticamente aleatoria.

La confiabilidad estadística de las probabilidades de los niveles de agua depende de la extensión de la serie histórica adoptada (número de años con observaciones). En los estudios hidrológicos, en condiciones normales, se considera que una serie de 30 a 40 años es representativa de un largo período y que series menores a los 20 años no son suficientes para definir el régimen hidrológico.

La conveniencia de adoptar valores homogéneos para toda la vía, lleva a considerar las mismas series históricas para todas las estaciones fluviométricas debiéndose, para el caso de ocurrir fallas, completarse las series por correlaciones con otros procesos hidrológicos y estadísticos.

Conviene no olvidar que las limitaciones contenidas en el criterio expuesto, se refieren al calado de la embarcación tipo adoptada. Si el convoy puede navegar con un menor calado (en principio el calado del remolcador de empuje es el mínimo absoluto del convoy) las interrupciones serán menores. Si las barcazas se proyectasen con posibilidades de una mayor cantidad de carga, lo que equivale a decir navegar con un mayor calado, existirá en función del régimen hidrológico un mejor aprovechamiento de la vía.”

“Factores relativos al fondo

Los factores relativos al fondo son de interés para la fijación de las cotas de dragado para garantizar el calado de navegación, en el caso de obras de excavación.

Un aspecto a ser considerado, en la incertidumbre de la cota del fondo, es el del auto dragado, que en ríos de lecho móvil, profundiza el fondo con el descenso del nivel de agua.

Se admite que el auto dragado tiene inicio cuando los bancos de arena afloran y la profundización continua se prolonga hasta que se alcanza el nivel de agua mínimo. En la subida del nivel de agua el fondo vuelve a elevarse, sin embargo, según una evolución diferente, notándose siempre un fenómeno de histéresis (el fondo sube más lentamente que cuando desciende, con relación a la subida y descenso del nivel de agua). En estos tramos de río, que presentan auto dragado, el nivel del fondo depende de la época de la creciente (y hasta cierto punto también de los niveles de agua ocurridos en los ciclos hidrológicos anteriores) y el nivel mínimo (de interés para el dragado) depende del nivel de agua mínimo que será alcanzado y que es aleatorio.

Entonces, el margen de revancha a ser admitido debe ser considerado en cada caso en particular (tramo del río, régimen hidrológico, época de creciente, etc.). Por falta de datos, en general no se considera este factor, despreciándose los auto dragados aún cuando los relevamientos son realizados con niveles de agua elevados.

La sedimentación entre los dragados, que no debe ser confundida con el auto dragado, es también muy compleja, dependiendo sobre todo del tipo de material de fondo, del transporte de sedimento por el río y del régimen hidrológico, variable aleatoria de año en año. En principio es asociada a la tendencia natural del río de reponer las condiciones naturales del lecho, tendiendo a compensar cualquier retiro artificial de material del lecho por un proceso de formación de bancos de arena. La cuestión que se plantea es: en cuánto tiempo (o en cuántos ciclos hidrológicos) se dará esta recomposición del lecho. Esto depende de muchos factores, especialmente de las variaciones hidrológicas aleatorias (de las cuales depende el caudal sólido, responsable por la formación de bancos de arena), de la posición del tramo dragado en el lecho del río y de la orientación del canal (en canales oblicuos la corriente genera más bancos).

Este factor, como el auto dragado, depende de las condiciones de cada tramo del río y por lo tanto no puede ser generalizada la adopción de un “sobre dragado” fijo para compensar la sedimentación entre los dragados.

A continuación se resumen los principales criterios, haciendo la salvedad de que en circunstancias particulares (tales como los pasajes por puentes o curvas muy pronunciadas) los referidos criterios podrán ser abandonados. Es evidente que en estos últimos casos existen restricciones y pérdidas de tiempo en el pasaje de los

convoyes, motivadas por las necesarias condiciones capaces de garantizar la seguridad en la navegación.

Parámetros altimétricos

Niveles de referencia

Los niveles de referencia para las obras de dragado, fueron establecidos por los criterios estadísticos, a partir de series de observaciones diarias de niveles de agua en diversas estaciones hidrométricas.

Profundidades mínimas

Para fondos con sedimentos sueltos (limo, arena, grava, etc.), profundidades mínimas de 3,3 m, lo que corresponde a un calado de 3,0 m (10 pies), y de 2,7 m correspondiente a un calado de 2,4 m (8 pies), lo que deja una revancha de 0,30m.

Para fondos resistentes (rocas o sedimentos compactos), las profundidades mínimas de 3,6 m, corresponden a un calado de 3,0 m (10 pies) y las de 3,0 m corresponden a un calado de 2,4 m (8 pies) o sea que deja una revancha de 0,60m.

Parámetros planialtimétricos

Trazado del eje del canal de navegación

El eje del canal de navegación deberá tener un trazado constituido por curvas circulares concordantes con tramos rectos intermedios. Las curvas deberán tener preferentemente radios mayores a 10 veces la eslora del convoy, límite por encima del cual pueden ser considerados como tramos rectilíneos, a los efectos del desplazamiento de los convoyes. El radio mínimo será de 3 veces la eslora del rectángulo de navegación.

Entre curvas de sentido opuesto (con centros de giros opuestos respecto al eje del canal) deberá existir un tramo recto de longitud mínima de 3 veces la eslora del rectángulo de navegación, mientras que entre curvas de igual sentido, el tramo recto deberá ser de una vez y media la eslora como mínimo.

Ancho del canal de navegación

En los tramos rectos y curvos, con radios de curvatura mayores a 10 veces la eslora del rectángulo de navegación, o con ángulos al centro menores a 15°, los anchos del canal deberán ser como mínimo unas 2,2 veces la manga del rectángulo de navegación, cuando no se prevean encuentros en el tramo, y 4 veces la manga más 10 m, cuando se han previsto encuentros de dos convoyes iguales. Así, el diseño de los canales tuvo en cuenta los rectángulos de navegación establecidos por el CIH, y el hecho de que no se prevean encuentros en los tramos excavados en los pasos críticos. Se consideró un ancho de canal de 110 m en el tramo de Asunción hacia el norte (tramos de arena, material rocoso o roca) y se diseñó un ancho de solera de 132 m entre Santa Fe y Asunción. Finalmente, se optó por considerar un ancho de la base del canal homogéneo de 110 m en todo el tramo en estudio. En consecuencia se efectuó también el cálculo de los volúmenes a dragar entre Santa Fe y Asunción en base a dicho ancho.

Ensanches graduales

Para los ensanches graduales en los tramos rectos, la transición entre anchos diferentes deberá ser hecha en los dos márgenes siguiendo un trazado lineal, con una longitud mínima de 7 veces la diferencia entre I_1 y I_2 , siendo I_1 y I_2 los anchos a ser compatibilizados, pero no menor a una eslora de convoy.

En los casos de tramos en curvas, las extensiones correspondientes al ancho del canal se realizarán únicamente en la margen convexa. En estos casos, la margen convexa deberá ser constituida por un arco central y dos segmentos tangentes al mismo. Estos segmentos serán de una longitud mínima de una eslora de convoy, medida desde los extremos del eje de la curva (PC y PT).

Vanos libres, torres de líneas transmisión eléctrica y otras obras de ingeniería implantadas por sobre el canal.

El pasaje de puentes o líneas de transmisión y obras de ingeniería que obstaculicen la navegación, con pilas, torres u otras estructuras en el lecho, deberá ser hecho preferentemente en un tramo recto de la vía, con una extensión mínima de 3 esloras del convoy (con una mitad para cada lado del punto de cruce).

La distancia mínima entre las pilas o las torres (vano o espacio libre) deberá ser como mínimo igual a la del canal de navegación en el tramo considerado, aunque es recomendable un margen de 10 m (5 m de cada lado) con el correspondiente balizamiento.

Para el caso en que se permitan encuentros / sobrepasos en el pasaje bajo el puente, es conveniente adoptar dos espacios libres (uno en cada sentido del tránsito), cada uno de ellos con los anchos mínimos necesarios para el tránsito sin encuentros. No se prevén sobreanchos en los tramos con restricciones (canales dragados, puentes, etc.).”

DRAGADOS: MORFOLOGÍA DE LOS RÍOS PARAGUAY Y PARANÁ

A raíz de las divergencias entre los distintos informes de consultoría (Berger 1996; COINHI 2003); respecto a los volúmenes a dragar, resolvimos transmitir algunos de dichos informes en los aspectos menos discutibles en lo descriptivo y señalando que la esencia del Proyecto consiste en el dragado de profundización en los principales pasos críticos del sistema. En el Informe COINHI se señala:

“El sistema hidroviario formado por los Ríos Paraguay-Paraná tiene más de 3400 Km. de largo desde su origen en Cáceres, Brasil hasta su terminación en el extremo superior del estuario del Río de la Plata. El sistema es complejo, de meandros en algunos lugares, trezado en otros y exhibiendo una combinación de ambas características en otros lugares. Corriendo de Norte a Sur, el río pasa desde un régimen de clima tropical a uno en el que el caudal está fuertemente modulado por la descarga de los ríos provenientes de los Andes desde el Oeste. A lo largo de todo su curso el sistema es alimentado por una gran cantidad de grandes y pequeños tributarios que contribuyen al caudal principal con aguas y sedimentos adicionales. Anualmente una gran cantidad de sedimentos pasa por este medio fluvial de corriente libre y eso representa un problema para el desarrollo del río como una vía navegable. Una característica distintiva del sistema es su baja pendiente.

La navegación en el sistema de los Ríos Paraguay-Paraná tuvo sus picos hace 40 o 50 años. Desde entonces, debido al poco dragado y a la naturaleza de corriente libre del sistema, los canales de navegación han revertido esencialmente a sus condiciones de morfología y sedimentación naturales. Por lo tanto, puede suponerse que están en equilibrio el sedimento que transporta el sistema, el tamaño y graduación de los materiales sedimentarios en el lecho

y los bancos, y el caudal hídrico. Este equilibrio se manifiesta en el proceso de transporte de sedimentos que incluye la erosión, transporte y deposición de partículas sedimentarias. En respuesta a la variabilidad espacial y temporal de las fuerzas hidráulicas fluviales, el sedimento es tomado de ciertas áreas del lecho y orillas del río, y depositado en otras áreas. Además, el intermitente transporte de arenas y de sedimentos de granos gruesos en el lecho tiene como resultado el desarrollo y la migración aguas abajo de formaciones de dunas, que ocupan una parte importante de la profundidad del curso. Los depósitos asociados tanto con la erosión y deposición alternadas como con las formas del lecho tienden a reducir la profundidad del agua y en consecuencia a ejercer un fuerte control sobre la navegabilidad del sistema.

La implementación de mejoras en las vías fluviales para mejorar las condiciones de navegación del sistema de los Ríos Paraguay-Paraná requerirá un dragado inicial importante en los tramos donde los sedimentos se acumulan ahora naturalmente. Más aún, las ubicaciones críticas requerirán un permanente dragado periódico de mantenimiento para garantizar el calado necesario para una navegación interrumpida. Ni el dragado inicial ni el de mantenimiento en las ubicaciones críticas podrán eliminar el potencialmente serio problema de desarrollo y migración de formas del lecho (dunas).

Las modificaciones requeridas de canales y la naturaleza y frecuencia del dragado alterarán el balance dinámico natural del sistema de los Ríos Paraguay-Paraná. Como se indicó anteriormente, los efectos potenciales de una alteración del balance dinámico entre el caudal y el transporte de sedimentos producirá cambios en las velocidades de erosión y deposición, cambios en las relaciones entre el nivel de la corriente y la descarga, y cambios

en la interrelación entre los distintos ambientes que integran la totalidad del sistema fluvial. Estos cambios tendrán una fuerte influencia sobre el diseño final de la vía fluvial tanto desde el punto de vista operativo como ambiental para determinar los costos anuales de mantenimiento, por lo que es importante comprender los regímenes existentes de caudal y transporte de sedimentos y, más importante aún, los efectos que las mejoras para la navegación, como el dragado de áreas críticas tendrán sobre esos regímenes. 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 los regímenes hidrológico y geomorfológico de la vía fluvial creada por el dragado de los sedimentos y la excavación de roca en áreas críticas. Los objetivos específicos del modelo incluyen:

Tramo Santa Fe-Corumbá

- estimación de los requerimiento de dragado de mantenimiento para los 23 tramos problemáticos seleccionados y extensión de los resultados a tramos morfológicamente similares;
- evaluación de los impactos del dragado sobre los niveles de agua en tramos seleccionados;
- comparación de los requerimientos de dragado con el transporte natural total de sedimentos.

El análisis de las 92 áreas específicas identificadas como impedimentos para una navegación continua en la vía fluvial Paraguay-Paraná revela tres problemas morfológicos fundamentales: (1), deposición de sedimentos en travesías; (2), lecho de roca en el cauce, y (3), curvas cerradas. La Categoría (1) de problemas puede a su vez dividirse en (1a) cauces rectos con o sin islas centrales, (1b) bifurcaciones de cauce, y (1c) cauces complejos (múltiples). Uno por lo menos de cada uno de estos cinco problemas básicos ha sido modelado. En la Tabla 1.1 se presenta una lista completa de pasos, con su clasificación a efectos de modelado.

Desde el punto de vista del mantenimiento de los canales, el dragado remueve periódicamente las deposiciones recurrentes de sedimentos después del dragado de apertura. El derrocamiento provee una solución permanente al problema creado por la obstrucción y posteriormente la remoción de sedimentos no debería ser un problema significativo debido a la concentración de corriente que será obtenida. El ejemplo único de modelado de una situación de lecho rocoso, muestra que esta observación es correcta. La sedimentación, en general, tampoco es un problema en curvas, debido a las mayores velocidades que ocurren a lo largo del lado cóncavo del cauce. Por estas razones, y porque la categoría 1 de problemas constituye más del 80% del total, los esfuerzos de modelado se han concentrado en esa categoría.”

Tabla 1.1: LISTA DE PASOS EXAMINADOS Y CLASIFICACION PARA MODELADO

| Nro. del Paso | Nombre | Clasificación |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| 6 | Riacho Zapata | 1a |
| 12 | Travesía Feliciano | 1c |
| 13 | Arriba Feliciano | 1a |
| 15 | El Verde | 1b |
| 16 | Trav. Arroyo Seco | 1c |
| Nro. del Paso | Nombre | Clasificación |
| 20 | San Juan-La Palmita | 1c |
| 21 | Curuzú Chali | 1c |
| 22 | Garibaldi | 1c |
| 25 | Retaguardia | 1c |
| 26 | Inga | 1b |
| 27 | Abajo Esquina | 1b |
| 31 | Costa Cordillerate | 1a |
| 33 | Isla del Selzo | 1a |
| 34 | Guaycurú | 1a |
| 35 | Mal Abrigo | 1c |
| 36 | Los Vascos | 1a |
| 37 | Caraguatay | 1b |
| 38 | Las Cañas | 1b |
| 39 | Nanganui-Garapo | 1a |
| 40 | Toro-Costa Izoro | 1a |
| 43 | Lavalle Arriba | 1a |
| 50 | Travesía Carrizal | 1a |
| 51 | Tacuara Colorado | 1a |
| 57 | Tacuaní | 1c |
| 66 | Talar-Isla del Medio | 1a |
| 73 | Bat. Londres Humaitá | 3 |
| 79 | Desemb. Rio Bermejo | 1a,3 |
| 80 | Frente Puerto Pilar | 1a |
| 86 | Tacuara | 1a,3 |
| 98 | Acc. Puerto Formosa | 3 |

| | | |
|-----|----------------------------|----|
| 99 | Trav. Vuelta Gómez | 3 |
| 110 | Cortada Orange | 1a |
| 111 | Dalmacia-Morterito | 1a |
| 121 | Rest. Ita Piru-Guyratí | 1b |
| 123 | Buey Muerto | 1a |
| 124 | Frente Puerto Villeta | 1a |
| 125 | Restinga Villeta | 1a |
| 127 | Trav. San Antonio | 1a |
| 128 | Medin | 1a |
| 130 | Abajo Puerto Pilcomayo | 1a |
| 132 | Purificación | 1a |
| 133 | Ita Pita Punta | 1a |
| 136 | Remanso Castillo | 2 |
| 139 | Tres Bocas Inf. | 1b |
| 147 | Trav. Villa Rey | 1a |
| 149 | San Juan | 1a |
| 150 | Pito Cany Elvira | 1a |
| 151 | Yvyrayú | 1a |
| 152 | Palmita-Oculto Inferior | 1a |
| 153 | Oculto Superior | 1a |
| 154 | Rosario Superior San Luis | 1a |
| 157 | Burro Ygua Caballero | 1a |
| 158 | Santa Rosa Superior | 1a |
| 161 | Curva Buena Vista | 3 |
| 162 | Piripucu | 1a |
| 163 | Curuzú Brasileiro | 1b |
| 164 | Curuzú Juanita | 1b |
| 167 | Pedernal | 1b |
| 174 | Riacho Negro | 1a |
| 175 | Isla del Medio-Concepción | 2 |
| 177 | Saladillo | 1a |
| 178 | Itacurubí (margen derecha) | 2 |
| 180 | Punta Irigoyen | 1a |
| 181 | Zapatero Cué | 1a |
| 182 | Romero Cué | 2 |
| 186 | Trav. Leonor Inf. | 1a |
| 187 | Trav. Leonor Sup. | 1a |

| | | |
|-----|-----------------------------|----|
| 188 | Trav. Santa Ana (Nancy) | 1a |
| 189 | La Novia | 1b |
| 192 | Pindo-Est. Cnel Sanchez | 1a |
| 193 | Arrecifes | 2 |
| 194 | Piquete Cambá | 1a |
| 195 | Isla Stanley | 1a |
| 196 | Ita Pucumi (Cerro Lorito) | 1b |
| 198 | Trav. Max | 1a |
| 199 | Isla Caa Pucu Guazú | 1b |
| 200 | Aguirre-Palacio Cué | 2 |
| 202 | Lambone (Piedra Partida) | 2 |
| 203 | Vuelta Isla Pena Hermosa | 3 |
| 205 | Trav. Casado Inf. | 1a |
| 209 | Isla Do Farol - Confluencia | 1a |
| 216 | Cambá-Nupa | 1a |
| 220 | Curva do Aboteado | 3 |
| 223 | Estirao Braga | 1a |
| 233 | Volta Rebojo | 3 |
| 236 | Piuvas Inf. y Sup. | 1a |
| 239 | Concelho | 1a |
| 241 | Yacare Sup. | 1a |
| 243 | Ilha Caraguata | 1b |
| 249 | Formigueiro | 3 |
| 250 | Santana | 1a |
| 251 | Volta da Figueirinha | 3 |

Leyenda:

1= deposición de sedimentos en travesías

1a = Cauces (canales) rectos con o sin isla central

1b = Bifurcación de cauce.

1c = Cauces complejos (múltiples)

2 = Pasos de roca

3 = Curvas cerradas

Nota: la clasificación se ha basado en el examen de las cartas de navegación.

MORFOLOGÍA FLUVIAL

El Río Paraguay nace en la meseta central de Mato Grosso, Brasil a una altura de 300 metros sobre el nivel del mar. Se vuelve navegable unos 250 Km. aguas abajo, cerca de Cáceres. Unos 30 Km. aguas abajo de Cáceres, el Río Paraguay penetra el pantanal aluvial de Mato Grosso a una altura de 120 m sobre el nivel del mar; en ese tramo, donde corre sobre un lecho arenoso, es alimentado por varios tributarios importantes incluyendo el Cuiabá, Taquarí y Miranda. Unos 750 Km. aguas abajo, el Río Paraguay se une con un tributario, el Río Apa que fluye desde el Este. El tributario Pilcomayo se une al Paraguay desde el Oeste cerca de Asunción, unos 1850 Km. aguas abajo. Fluye entonces en dirección Sud-Sudoeste a lo largo del límite Argentino-Paraguayo por unos 225 Km. hasta que recibe desde la orilla Oeste el Río Bermejo. El Río Paraguay desagua en el Río Paraná a unos 65 Km. aguas abajo desde la confluencia con el Bermejo, a corta distancia de la ciudad de Corrientes.

La precipitación pluvial en la cuenca imbrífera del río Paraguay varía entre 1.000 y 2.000 mm (Almeida y Lima, 1956). En el informe de la Asociación relativo al régimen hidrológico de la cuenca se incluyen diversos pluviogramas de estaciones representativas. Esta variación se refleja en los caudales de ese río entre su nacimiento y la desembocadura. Aguas arriba de Corumbá, en Brasil, tiene un típico régimen tropical - con su máximo en febrero y su mínimo entre julio y agosto. Aguas Abajo de Corumbá, el pico ocurre en julio y las aguas bajas entre diciembre y enero. La Figura 2.1 muestra los cambios anuales del nivel de agua en Ladario, unos pocos kilómetros aguas abajo de Corumbá.

Por un largo trecho a lo largo del Pantanal de Mato Grosso, la pendiente del río varía entre 2,0 y 2,5 cm por Km. Entre Porto Conceicao y Corumbá, la pendiente es 2,8 cm/Km (Figura 2.2). Entre Cáceres y Porto Conceicao, sin embargo, la pendiente es de 6,3 cm/Km, más del doble de la pendiente corriente abajo. Este cambio en la pendiente, se corresponde con un cambio importante en la morfología del río y tipo del sedimento (ver más adelante) entre los Tramos B y C.

Los cursos de agua de la cuenca tienen albardones o diques laterales naturales, formados cuando los sedimentos se depositan a lo largo de las partes lentas del curso de agua durante las crecidas. Cuando el río baja, sus márgenes permanecen elevadas sobre el nivel de las llanuras circundantes. Durante las crecidas, en el área del Pantanal, un nivel freático continuo, muchas veces de 25 Km de ancho, subyace a las planicies inundadas, las que pueden llegar a ocupar una superficie superior a 100.000 Km².

La explicación del régimen fluvial del río Paraguay, aproximadamente a partir de Ladario hacia aguas abajo, deberá basarse, si alguna vez esto fuera hecho (superando las complejas dificultades técnicas y problemas de recursos involucrados), en el descubrimiento de las “reglas de operación” de ese enorme embalse natural que es el Pantanal de Mato Grosso, interpuesto entre las cuencas imbríferas comunes de los tributarios afluentes, y el curso principal del río. Esas “normas de operación” estarán gobernadas por el régimen de percolación del agua de los cursos fluviales desde y hacia la planicie de inundación circundante y su napa freática subyacente, y la evaporación directa de las superficies de agua libres y evapotranspiración de las formaciones vegetales. Solo de esta forma será posible encontrar una

explicación de los largos ciclos de aguas bajas y de aguas altas registradas en el pasado reciente.

En Corumbá, el caudal medio durante los períodos de sequía excede los 850 m³/s; la media anual los 1.600 m³/s; y el caudal medio de crecidas los 2.800 m³/s (Figura 2.4). En Puerto Sastre, en la confluencia con el Apa, el caudal medio durante las crecidas alcanza 6.370 m³/s con el máximo entre junio y agosto y el mínimo en enero. El ciclo anual de alturas hidrométricas en Puerto Sastre es similar al de la estación de Ladario, mostrado en la Figura 2.1. La variación del caudal no es atribuible como se ha dicho, a los regímenes de los ríos tributarios sino que se explica primariamente por el vertimiento de agua hacia el pantanal en verano y la baja pendiente del lecho del río.

Consecuentemente, el Alto Paraguay registra crecientes desde diciembre a marzo, mientras que el Paraguay medio (desde Corumbá hasta Asunción) lo hace entre mayo y junio como consecuencia del retardo de los caudales del Alto Paraguay. A lo largo del Paraguay inferior (desde Asunción hasta el Río Paraná), los tributarios con regímenes tropicales aportan su mayor volumen de agua desde diciembre hasta marzo causando inundaciones en febrero; mientras que las contribuciones de los tributarios andinos, el Bermejo y el Pilcomayo, generan crecidas entre febrero y junio. La planicie aluvial excede los 76.000 Km.².

Desde la confluencia con el Apa y por los 1.050 Km. hasta su desembocadura, el Río Paraguay aún cuando permanece navegable, corre en un lecho ancho y poco profundo con un ancho medio de 600 metros. Su orilla derecha disminuye gradualmente de altura, mientras que la izquierda se vuelve más elevada formando acantilados. A lo largo de esta parte, las inundaciones se

producen principalmente sobre la orilla Oeste, extendiéndose sobre las planicies por distancias de 5 a 10 Km.. Aguas abajo del complejo de lomas bajas al Sur de Asunción, las crecidas se desarrollan en ambas orillas inundando zonas de 10 a 15 Km.

El Río Paraná se une en su orilla derecha con el Río Paraguay en Confluencia. Al Sur de Corrientes, el Paraná es un típico río de llanura, es decir con orillas formadas por sus propios depósitos aluviales con extensas planicies aluviales en la orilla derecha. Durante las crecidas, zonas de hasta 40 Km. de ancho pueden quedar inundadas. El lecho del Paraná se angosta desde unos 4 Km. en Corrientes hasta menos de 2 Km. en Rosario. El Río Paraná aguas abajo de Corrientes está salpicado por cadenas de islas que crean numerosos tramos de canales múltiples.

El caudal del Río Paraná es modulado por la descarga del Río Paraguay que representa cerca de 25 por ciento del caudal total. En el Paraná inferior, el período de aguas altas ocurre normalmente de noviembre a febrero y el de aguas bajas entre agosto y setiembre. Por lo tanto, los períodos de crecida son distintos en el Paraguay y en el Paraná inferior. La variación anual de los niveles del río a la altura de Corrientes (Figura 2.5) refleja el régimen de niveles del Río Paraná inferior. En su parte inferior, aproximadamente a partir de Chapetón, la crecida se retrasa en cerca de un mes.

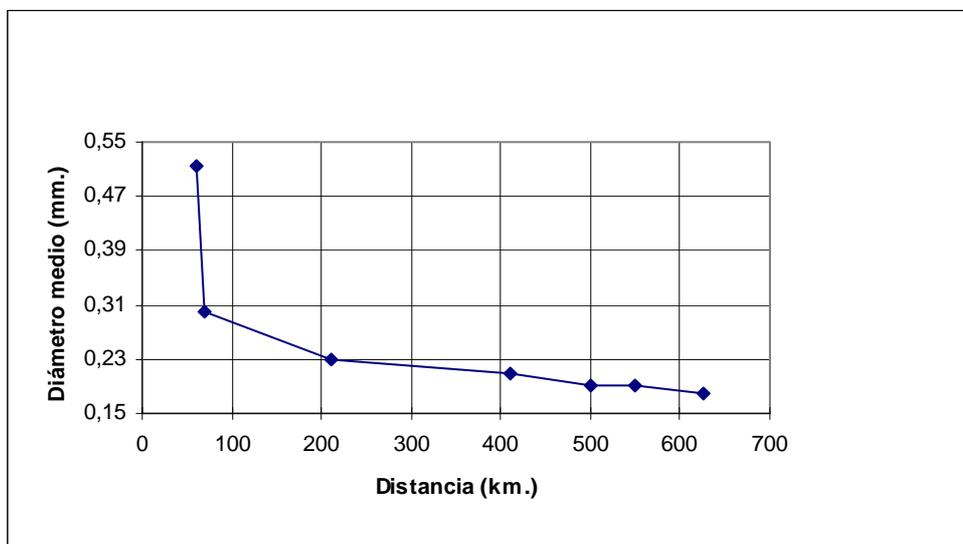
La gradación de los sedimentos en el lecho de un río aluvial actúa tanto como control de la morfología del lecho del canal y de las orillas, como un indicador del proceso hidrológico responsable de la gradación. Se observa normalmente

que, avanzando hacia aguas abajo en cursos fluviales en general y en aluviales en particular, el tamaño de las partículas de los sedimentos transportados tiende a disminuir. Esta reducción es especialmente conspicua por el componente de arrastre de fondo. La reducción hacia aguas abajo del tamaño de las partículas está directamente relacionada con la reducción de la velocidad media de la corriente. El análisis de la Figura 2.6, que es un ploteo del tamaño medio del grano de sedimento a partir de muestras tomadas entre Cáceres y Corumbá,



muestra que, si bien el diámetro medio del sedimento disminuye hacia aguas abajo, la disminución no es monótona. El cambio distintivo de la tasa de

disminución de partículas corresponde aproximadamente al cambio de pendiente del lecho del río que tiene lugar en las proximidades de Porto Conceicao. Los sedimentos presentes se encuentran dentro de una gama de tamaño relativamente limitada, arena media a fina. El ripio, componente importante del lecho del río al Sur de la confluencia del Río Apa, no existe en el tramo del Pantanal del río.



ANTEPROYECTO DE DRAGADO Y BALIZAMIENTO

“3.1.1 Las alternativas propuestas y alternativa recomendada”

Las mejoras propuestas para la navegación en la Hidrovía, 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 barcas cuya dimensión y calado da lugar

al conjunto de alternativas estudiadas. De estos pasos, 22 de ellos son los de mayor dificultad (“críticos”).

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.

- 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 Fe - Corumbá

| TRAMO | ANCHO DEL CANAL (M) | CALADO GARANTIZADO (M) | ROFUNDIDAD A DRAGAR (M) | VOLUMEN DE ARENA (M ³) | VOL..DE MAT. DUROS (M ³) |
|---------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Santa Fe - 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 |

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 barcazas para el convoy de proyecto correspondiente al tramo Santa Fe - 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 Fe 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 con el 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 Fe - 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 Nº 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 1.240 | 51 | --- | 10 | 79 | 16 |
| Km 1.240-Km 1.620 | 15 | --- | 2 | 90 | 25 |
| Km 1.620-Km 2.172 | 4 | --- | --- | 137 | 38 |
| Km 2.172-Km 2.762 | --- | --- | --- | 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 Hidrovía. 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.”

1.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS PASOS CRÍTICOS

La siguiente es una descripción de los pasos críticos que el Consultor considera relevantes, extraída del Estudio Institucional legal de ingeniería, ambiental, y económico complementario para el desarrollo de las obras de la Hidrovía Paraguay-Paraná entre Puerto Quijarro, Corumbá y Santa Fe. Diagnóstico Ambiental Integral - Preliminar –Vol. II -.del Estudio COINHI, de Febrero 2004

1.) CORTADA RAIGONES - SAN JUAN

1.1) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 776-783

Jurisdicción: Argentina

Ciudades próximas: La ciudad de La Paz se encuentra 10 Km al Sur del paso.

Rutas próximas: de La Paz salen las rutas que se dirigen a San José Feliciano y Esquina al Norte y hacia Paraná al Sur.

Características del cauce: El cauce del río Paraná se presenta con un ancho del orden de los 6 Km, dentro del cual se encuentran las islas de La Paz, Raigones y la mayor de ellas, Curuzú Chalí, de casi 40 Km en sentido N-S. El cauce se encuentra recostado sobre la margen izquierda, desarrollando sobre la margen derecha una planicie de inundación (resuelta en varios niveles de terrazas), de 30 Km de ancho. Si bien el canal es muy profundo, se presentan varios bancos de arena en la cortada que da nombre al paso.

Características de la margen derecha: Presenta costas bajas e inundables.

Entorno de la margen derecha: Es un ambiente insular, con todos los elementos de la planicie de inundación: lagunas elongadas, pajonales inundables y angostos bosques en galería. No hay actividades agrícolas.

Características de la margen izquierda: El ambiente insular tiene costas bajas e inundables, pero frente a las islas La Paz, se presenta una costa elevada, con barrancas definidas.

Entorno de la margen izquierda: El ambiente insular, presenta todos los elementos de la planicie de inundación: lagunas elongadas, pajonales inundables y angostos bosques en galería. No hay actividades agrícolas. En tierra firme, se pueden identificar tres unidades contrastantes: ambiente urbano en la ciudad de La Paz, hacia el Norte una faja de 5 Km de ancho por 10 Km de profundidad donde se conservan elementos del Espinal (bosques y sabanas) y a partir de allí, una intensa actividad agrícola.

2.).PASO CURUZÚ CHALÍ

2.1.).DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 784-787,5

Jurisdicción: Argentina

Ciudades próximas: La ciudad de La Paz se encuentra 17 Km hacia el Sur.

Rutas próximas: Rutas a San José Feliciano, Esquina y Paraná.

Características del cauce: El cauce del río Paraná se presenta con un ancho del orden de los 6 Km, dentro del cual se encuentran las islas La Media Luna, Palmita, San Juan y la mayor de ellas, Curuzú Chalí, de casi 40 Km en sentido N-S. El cauce principal pasa entre las islas. Sobre la margen derecha desarrolla una planicie de inundación (resuelta en varios niveles de terrazas), de 30 Km de ancho. Si bien el canal es muy profundo, se presentan varios bancos de arena.

Características de la margen derecha: La costa es baja e inundable.

Entorno de la margen derecha: Es un ambiente insular, con todos los elementos de la planicie de inundación: lagunas elongadas, pajonales inundables y angostos bosques en galería. No hay actividades agrícolas.

2.2.) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Canal de navegación: Se mantiene la traza actual.

3.) PASO LAS CAÑAS

3.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 940 - 942

Jurisdicción: Argentina

Ciudades próximas: La ciudad de Reconquista se encuentra a 22 Km al Noroeste la ciudad de Goya a 35 Km al Nordeste.

Rutas próximas: Desde Goya salen las rutas a Mercedes, Bella Vista y Esquina. Por Reconquista pasa la ruta que va hacia Santa Fe y Resistencia.

Características del cauce: El cauce del río Paraná se presenta anastomosado, con un ancho del orden de los 6 Km., dentro del cual se encuentran las islas Caraguatay, Las Cañas y San Jerónimo. El cauce principal pasa por el medio de la planicie de inundación (resuelta en varios niveles de terrazas, de 25 Km de ancho). Si bien canal es muy profundo, se presentan varios bancos de arena.

Características de la margen derecha: La costa es baja e inundable.

Entorno de la margen derecha: Es un ambiente insular, con todos los elementos d la planicie de inundación: lagunas elongadas, pajonales inundables y angosto bosques en galería. No hay actividades agrícolas.

3.2.) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Canal de navegación: Se mantiene la traza actual.

4.) PASO ABAJO PUERTO EMPEDRADO

4.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 1.130

Jurisdicción: Argentina

Ciudades próximas: La ciudad de Empedrado se encuentra a 10 Km hacia el Norte.

Rutas próximas: Desde Empedrado sale una ruta hacia Corrientes, ciudad que queda a 50 Km. hacia el Norte.

Características del cauce: El cauce del río Paraná se presenta con un ancho del orden de los 6 Km, dentro del cual se encuentran las islas Manuellín Cué, Hermes Cué, Montenegro, Ñatiú, del Tabaco y Chimbolar. El cauce principal está recostado sobre la margen izquierda del río. Sobre la margen derecha, existe una amplia planicie de inundación, de 30 Km de ancho, resuelta en varios niveles de terrazas. Si bien el canal es muy profundo, se presentan varios bancos de arena.

Características de la margen derecha: Las costas son bajas e inundables.

Entorno de la margen derecha: Es un ambiente insular, con todos los elementos de la planicie de inundación: lagunas elongadas, pajonales inundables y angostos bosques en galería. No hay actividades agrícolas.

Características de la margen izquierda: Las costas son bajas e inundables.

Entorno de la margen izquierda: Aparte de algunas islas pequeñas, de costas deprimidas, la margen izquierda se caracteriza por presentar tierras medianamente elevadas, con presencia de barrancas, ambiente donde se localiza la forestación de la denominada Mansión de Invierno.

4.2.) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Canal de navegación: Se mantiene la traza actual.

5.) PASO PUENTE GRAL. BELGRANO

5.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 1.204

Jurisdicción: Argentina

Ciudades próximas: El puente une las ciudades de Corrientes con Barranqueras y Resistencia. La ciudad de Corrientes, capital de la provincia homónima, se encuentra sobre la margen izquierda del río y Barranqueras sobre la margen derecha. La ciudad de Resistencia, capital de la Provincia de Chaco, se halla a 25 kilómetros del río.

Rutas próximas: El puente permite conectar a las Rutas Nacionales 11, 12 y 16.

Características del cauce: El río presenta un cauce único de poco más de 2.500 metros de ancho. La ciudad de Corrientes, asentada sobre una saliente rocosa, genera una angostura notable en el cauce y en la planicie de inundación, que en conjunto se extienden por 7 Km. Los perfiles de fondo fluvial muestran que los canales de los ríos Paraguay y Paraná se mantienen diferenciados. También es posible discernir el origen de las aguas superficiales, ya que las de Paraguay presentan una carga sedimentaria superior a las del Paraná.

Características de la margen derecha: La costa es baja e inundable.

Entorno de la margen derecha: Es un ambiente insular, con todos los elementos de la planicie de inundación: lagunas elongadas, pajonales

inundables y angostos bosques en galería. No hay actividades agrícolas, pero si el asentamiento correspondiente a una importante colonia de pescadores.

Características de la margen izquierda: La margen izquierda es elevada, con barrancas destacadas.

Entorno de la margen izquierda: El ambiente está ocupado por la ciudad de Corrientes.

5.2.) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Canal de navegación: Mantiene la traza actual.

6.) PASO PILAR

6.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km 1.329 - 1.331,5

Jurisdicción. Margen derecha: Argentina; Margen izquierda: Paraguay

Ciudades próximas: La ciudad de Pilar está sobre la margen izquierda del paso. Sobre la margen derecha se encuentra la población de Colonia Cano.

Rutas próximas: La principal ruta que sale de Pilar, se dirige hacia el Oeste, hacia San Juan Bautista y Encarnación.

Características del cauce: El río Paraguay presenta un cauce único del orden de 1 Km de ancho, que al Sur de Pilar se angosta hasta unos 500 metros. En

su porción terminal, el río Paraguay desarrolla una planicie de inundación de 10 Km de ancho.

A 6 Km al Sur de Pilar desemboca el río Bermejo sobre la margen derecha, lo que aumenta sustancialmente la carga sedimentaria del río Paraguay.

Características de la margen derecha: La margen derecha es baja e inundable.

Entorno de la margen derecha: Es un ambiente que presenta todos los elementos de la planicie de inundación- lagunas elongadas, pajonales inundables y angostos bosques en galería. Sobre la costa está el asentamiento de Colonia Cano.

Características de la margen izquierda: La primera línea costera es baja e inundable, para presentarse elevada y con barrancas un poco más hacia el Este.

Entorno de la margen izquierda: Entre el paso y la ciudad de Pilar, se encuentran tres pequeñas islas (Ribori). En los alrededores de Pilar hay varias forestaciones importantes y campos ganaderos.

7.) PASO RESTINGA VILLETA

7.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 1.593 - 1.594

Jurisdicción. Margen derecha: Argentina; Margen izquierda: Paraguay

Ciudades próximas: La única localidad es Villeta, sobre la margen izquierda.

Rutas próximas: Desde Villeta hacia el Sur la ruta corre a 1-2 Km de la costa en dirección a Villa Oliva, mientras que la ruta hacia Asunción (a 20 Km de distancia), se aleja primero hacia el Este y luego al Norte.

Características del cauce: El río presenta un único cauce, con un ancho del orden de 1 Km. Hay dos islas muy próximas a Villeta, situadas una sobre la margen argentina y la otra sobre la margen paraguaya. La obra de dragado no afectará a la restinga (fondo duro del río), ya que ésta se encuentra entre el canal y la localidad de Villeta.

Características de la margen derecha: Costa muy deprimida.

Entorno de la margen derecha: Es un ambiente fuertemente inundable, formado por dos niveles de la planicie de inundación del río Paraguay, donde alternan amplios esteros, lagunas y angostos bosques en galería. No existe agricultura ni localidades próximas.

Características de la margen izquierda: Sobre Villeta es una costa elevada. Hacia el Sur aparece un área de costas bajas.

Entorno de la margen izquierda: Al Este y al Sur de Villeta hay un área de intensa ocupación agrícola con parcelas de pequeña superficie., que alterna con terrenos deprimidos, cuya superficie aumenta hacia el Norte, colindantes con el Sur de Asunción.

7.2.) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Canal de navegación: Se mantiene la traza actual.

8.) PASO SAN ANTONIO - TRAVESÍA SAN JUAN

8.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 1.602,5-1.605,5

Jurisdicción: Margen derecha: Argentina; Margen izquierda: Paraguay

Ciudades próximas: Sobre la margen izquierda se encuentra la periferia Sur de la ciudad de Asunción.

Rutas próximas: Sobre la margen derecha hay un acceso a la ciudad de Clorinda. Sobre la margen izquierda se encuentran las calles suburbanas de Sur de Asunción.

Características del cauce: El río tiene un ancho de 1,5 Km incluyendo a las islas Montaner y Morales. Tomando sólo el canal principal, el ancho se reduce a poco más de 500 m, mientras que el canal menor o Riacho Palona, se reduce a 100 - 200 m.

Características de la margen derecha: Tanto el ambiente insular como la costa son bajas e inundables.

Entorno de la margen derecha: Es un ambiente fuertemente inundable, formado por la planicie de inundación del río Paraguay, sobre el que se vuelca la desembocadura del río Pilcomayo. Alternan amplios esteros, lagunas y angostos bosques en galería. No existe agricultura ni localidades próximas.

Características de la margen izquierda: Presenta un primer nivel bajo, formado por un segmento angosto de la planicie de inundación del río.

Luego alternan las desembocaduras de cuatro arroyos con segmentos más elevados, donde hay asentamientos suburbanos.

Entorno de la margen izquierda: Hacia el Norte es definitivamente urbano (periferia de Asunción), hacia el Este alternan el paisaje suburbano con varios arroyos y hacia el Sur predominan tierras bajas, no urbanizadas.

9.) PASO ITA PITA PUNTA

9.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO Km. 1.626

Jurisdicción: Paraguay

Ciudades próximas: Sobre la margen izquierda está la ciudad de Asunción, mientras que a 3 Km sobre la margen derecha se encuentra la ciudad de Clorinda (Argentina).

Rutas próximas: Sobre la margen derecha, se encuentran las rutas que unen Clorinda con Formosa hacia el Sur, y con Puerto Pilcomayo hacia el Norte. Sobre la margen izquierda se encuentran las calles de la ciudad de Asunción.

Características del cauce: El río presenta un cauce único del orden de 1 Km de ancho.

Características de la margen derecha: La margen derecha es baja e inundable.

Entorno de la margen derecha: Es un ambiente fuertemente inundable, formado por las islas, que son segmentos de la planicie de inundación del río Paraguay, donde alternan amplios esteros, lagunas y angostos bosques en galería. En la margen hay escasa actividad agrícola.

Características de la margen izquierda: Tiene un pequeño sector deprimido e inundable, tras el cual se sitúa el centro histórico de la ciudad de Asunción sobre terrenos elevados.

Entorno de la margen izquierda: Predomina la zona urbana próxima al centro de la ciudad de Asunción. En la zona costera, colindante con el paso, existe un asentamiento precario de unas 200 personas.

9.2.) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Canal de navegación: Se mantiene la traza actual.

10.) PASO REMANSO CASTILLO

10.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 1.645

Jurisdicción: Paraguay

Ciudades próximas: El puente une los suburbios del Norte de Asunción (próximos al Aeropuerto), con la localidad de Villa Hayes, en el sector Occidental del Paraguay.

Rutas próximas: La ruta que atraviesa el río Paraguay por el puente, conecta a Asunción con todas las localidades del sector Occidental del Paraguay.

Características del cauce: Es un cauce único, con un ancho inferior a 1 Km. Al Norte se encuentra la isla San Francisco, que es un amplio sector de la planicie de inundación, separada de la costa por el riacho San Francisco (cauce menor del río Paraguay, de unos 150 m de ancho). Al Norte del puente, el río tiene una profundidad del orden de 6-10 m con máximos de 19 m. Al Sur las profundidades son menores (del orden de 4 m), debido a la presencia de un manto rocoso.

Características de la margen derecha: Al Norte del puente es una costa medianamente elevada, mientras que al sur es una costa baja por la presencia de las espiras de meandro de la planicie de inundación.

Entorno de la margen derecha: Hacia el Norte predominan tierras altas, con dos asentamientos urbanos (el mayor es Villa Hayes), en cuya periferia hay actividad agrícola. También hay pequeños asentamientos en la costa, al Norte del puente. Al Sur predominan tierras bajas e inundables, en gran parte vinculadas con la planicie de inundación del río Paraguay.

Características de la margen izquierda: Al Norte del puente es una costa baja e inundable (isla San Francisco). Luego de la misma, la costa es elevada, con una barranca definida.

Entorno de la margen izquierda: Al Norte se encuentra la isla San Francisco, que es un amplio sector de la planicie de inundación, separada de la costa por el riacho San Francisco (cauce menor del río Paraguay, de unos 150 m de ancho). A partir de allí las barrancas marcan las tierras altas, donde se encuentran los ambientes suburbanos del Norte de Asunción.

11.) PASO PEDERNAL

11.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 1.881-1.886

Jurisdicción: Paraguay

Ciudades próximas: La ciudad de Concepción está a 30 Km al Norte del paso.

Rutas próximas: Hay una vía ferroviaria que conecta el puerto de Yabapobó (agua arriba de Pedernal), con la ruta que va a la ciudad de Concepción.

Características del cauce: En este sector el río tiene una configuración con numerosos meandros, de unos 3 Km de radio. Aguas arriba del paso el río presenta un cauce único, con un ancho del orden de 1 Km. Por la presencia de la isla Pedernal, el curso se divide en un lecho mayor que mantiene un ancho de 1 Km (al Este) y un lecho menor, del orden de 300 m. Por la aparición de un afloramiento rocoso en el Norte de la isla, las profundidades en el cauce principal son inferiores (en torno a 1 m), mientras que en el cauce menor las profundidades son del orden de 4 m, llegando hasta 7 m. Por estas

razones la navegación se hace por el lecho menor, aunque tiene un problema para el giro en el Suroeste de la isla, debido que este brazo es muy angosto (200 m).

Características de la margen derecha: La margen derecha es baja e inundable formada por un conjunto de espiras de meandro de la planicie de inundación del río

Entorno de la margen derecha: Se destaca la presencia de la Estancia Pedernal del Ejército Paraguayo. Predominan dos niveles de terrazas del río Paraguay, hacia el Oeste comienzan los terrenos inundables que alternan con bosques, típicos de esta porción del Chaco Paraguayo.

Características de la margen izquierda: La margen izquierda es elevada, con barrancas nítidas.

Entorno de la margen izquierda: La presencia de barrancas destacadas, permite instalación de puertos (Tacurupyta y Santa Isabel). Aguas abajo del paso actividad agrícola y potreros ganaderos de la Estancia Desaguadero.

12.) PASO GUGGIARI / ISLA DEL MEDIO

12.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 1.935-1.942

Jurisdicción: Paraguay

Ciudades próximas: La ciudad de Concepción se encuentra en la margen izquierda del paso.

Rutas próximas: Desde Concepción hacia el Nordeste, sale la ruta que va hacia Pedro Juan Caballero, en la frontera con el Brasil. Al Sur de Concepción sale la ruta que se dirige al puente que atraviesa el río, conectando con la ruta Trans-Chaco. La punta sur de la isla Chaco-í fue cortada para facilitar el trazado del puente.

Características del cauce: En este sector aparecen varias islas, que dividen al río. La mayor, situada frente a Concepción, es la isla de Chaco-í de 10 Km de largo, recostada sobre la margen izquierda. En este punto, el canal principal del río presenta una marcada angostura, con sólo 200 m de ancho.

Características de la margen derecha: La margen derecha tanto en el canal principal como en el canal secundario es baja e inundable.

Entorno de la margen derecha: Predominan terrenos bajos e inundables pertenecientes a la planicie de inundación del río, con sus clásicas espiras de meandros, donde alternan pajonales, lagunas y bosques en galería. La parte de la isla Chaco-í más próxima a Concepción presenta asentamientos de carácter suburbano. Un poco más hacia el Oeste aparecen grandes pajonales, donde se localizan potreros de una estancia ganadera.

Características de la margen izquierda: Toda la margen izquierda presenta terrenos elevados, con barrancas definidas. El sector Norte de Concepción presenta costas bajas e inundables.

Entorno de la margen izquierda: En los terrenos elevados de la margen izquierda, se localizan la ciudad de Concepción y su extensa área agrícola. Al sur de Concepción aparecen áreas con pajonales inundables donde hay estancias ganaderas y más al sur, una extensa área pantanosa con numerosas lagunas y bosques en terrenos más elevados.

13.) PASO ITACURUBÍ / YAGUARETÉ

13.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 1.952-54

Jurisdicción: Paraguay

Ciudades próximas: La ciudad de Concepción está localizada 10 Km al Sur del paso.

Rutas próximas: Sobre la margen izquierda hay una ruta que conduce a Loreto. Otra ruta con rumbo Norte se dirige hacia el río Apa.

Características del cauce: Aguas arriba y abajo del paso, el río presenta un cauce único, con un ancho ligeramente inferior a 1 Km. En el paso, la presencia de 4 islas agrupadas, lleva el ancho entre márgenes a casi 1,5 Km.

Características de la margen derecha: Toda la margen derecha (incluidas las islas) presenta terrenos bajos e inundables.

Entorno de la margen derecha: Predominan terrenos bajos e inundables pertenecientes a la planicie de inundación del río, con sus clásicas espiras de

meandros, donde alternan pajonales, lagunas y bosques en galería. Un poco más hacia el Oeste aparecen grandes pajonales, que alternan con isletas de bosques y una gran laguna, característicos de este sector del Chaco Paraguayo.

Características de la margen izquierda: Presenta costas bajas, pero poco inundables.

Entorno de la margen izquierda: En la costa se presentan bosques vinculados con pequeños riachos, que alternan con pajonales medianamente inundables. Estos riachos provienen de las tierras más altas (ubicadas a 5-10 Km. al Este), que forman parte de las áreas agrícolas de Concepción.

13.2.) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Canal de navegación: Se mantiene la traza actual.

14.) PASO ARRECIFES

14.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 2.047-2.050

Jurisdicción: Paraguay

Ciudades próximas: Puerto Pinasco se encuentra a 25 Km hacia el Norte.

Rutas próximas: Sobre la margen derecha hay caminos vecinales que se dirigen hacia Filadelfia y hacia Puerto Casado. Por la margen izquierda se accede a la ruta que va hacia Concepción.

Características del cauce: Al afloramiento rocoso de Arrecifes genera una marcada angostura en el río, que presenta un lecho único de poco más de 600 m de ancho.

Aguas arriba y aguas abajo del paso, el río Paraguay desenvuelve una planicie aluvial de 5-6 Km de ancho.

Características de la margen derecha: Sobre la isla Arrecifes, es una costa baja e inundable. En sus bordes aparecen los afloramientos rocosos que cruzan el lecho del río. Al Sur de la misma, la costa es elevada, con barrancas.

Entorno de la margen derecha: Presenta dos elementos diferentes: la planicie de inundación (que incluye a las islas Arrecifes y Pindó), tiene una alternancia de lagunas, pajonales inundables y angostos bosques en galería, con muy baja actividad antrópica. Hacia el Oeste, los ambientes de tierra firme presentan una importante cobertura boscosa, donde se observa un sensible avance de la frontera agrícola.

Características de la margen izquierda: Presenta costas elevadas, con barranca definidas, en especial frente a la isla Pindó.

Entorno de la margen izquierda: Presenta una fuerte cobertura boscosa, que en gran parte está siendo desplazada por los desmontes agropecuarios.

14.2.) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Canal de navegación, En proceso de revisión.

15.) PASO AGUIRRE - PALACIO CUE

15.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km.: 2.095-2.100

Jurisdicción: Paraguay

Ciudades próximas: Puerto Fonciere está 15 Km al Norte sobre la margen izquierda, y Puerto Casado 30 Km al Norte, sobre la margen derecha.

Rutas próximas: Caminos vecinales.

Características del cauce: Aguas arriba el cauce tiene un ancho de unos 800 m. Por la presencia de la isla Pucú-Guazú (o Palacio-Cué), el río Paraguay se divide en dos canales de 400 y 600 m.

Características de la margen derecha: La costa es baja e inundable.

Entorno de la margen derecha: A lo largo de aproximadamente 30 Km, se presenta diseño muy complejo, formado por los ambientes de la planicie de inundación del río Paraguay, a los que se sobre imponen geoformas generadas por riachos locales.

Características de la margen izquierda: La costa es elevada, con contornos nítidos.

Entorno de la margen izquierda: En nítido contraste con la otra margen, son terrenos relevados (inclusive con algunas colinas), ocupados por un bosque denso, que en gran parte está siendo desmontado por el avance de la frontera agrícola.

15.2.) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Canal de navegación: Se mantiene la traza actual.

16.) PASO VOLTA DO REBOJO

16.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 2.541,5 - 2.544

Jurisdicción. Margen derecha: Bolivia; Margen izquierda: Brasil

Ciudades próximas: Los únicos asentamientos urbanizados se encuentran a distancias superiores a aproximadamente 25 Km, Forte Coimbra (Brasil) al Norte y Bahía Negra (Paraguay) al Sur, ambos sobre la margen derecha. Puerto Busch (Bolivia) se encuentra a aproximadamente 20 Km. aguas abajo.

Rutas próximas: No hay rutas ni caminos secundarios en las proximidades. El transporte es exclusivamente fluvial o aéreo.

Características del cauce: Frente a Forte Coimbra, la presencia de dos morros (Coimbra en la margen derecha y da Marinha en la margen izquierda), generan la formación de un meandro de 3 Km. de radio, donde el río tiene un cauce único muy estrecho, de 500 m que se reducen a 250 m al pasar por el Morro da Marinha. A partir de allí, el río presenta un largo trecho de 25 Km prácticamente recto (estiráo de Coimbra y estiráo da Bahía Verde). En la Volta do Rebojo, el cauce corre entre dos sectores de la planicie de inundación del río: el de la margen derecha se encuentra conectado con la antigua costa (Bolivia). El canal fluvial se recuesta contra

este sector, con profundidades superiores a 5 m y con un máximo que llega a 19 m en la misma curva. En la margen izquierda (Brasil) hay una isla, junto a la cual se forman bancos de arena. A pesar de la excelente profundidad, aparecen problemas para la navegación por lo cerrado de la curva del río.

Características de la margen derecha: Toda la margen derecha es baja e inundable.

Entorno de la margen derecha: En la margen derecha se encuentra el Parque Nacional Otuquis (Bolivia). Sobre la costa hay una faja de 2-3 Km. ocupada por elementos de la planicie de inundación del río. Más hacia el Oeste los terrenos son fuertemente inundables. No hay evidencias de ocupación humana.

Características de la margen izquierda: La margen izquierda es baja e inundable, con escasos puntos elevados, como donde se encuentra la sede de la Fazenda Rebojo.

17.) PASO PIUVAS SUPERIOR E INFERIOR

17.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km.: 2.570,5-2.577

Jurisdicción: Brasil

Ciudades próximas: El único asentamiento urbanizado es Forte Coimbra, localizado 5 Km. al Sur del paso Piuvas Inferior.

Rutas próximas: No hay rutas. El transporte se hace por barco o por avión.

Características del cauce: entre la Volta da Ferradura, donde el río genera un meandro sobre la margen derecha y Forte Coimbra, donde se forma un meandro sobre la margen izquierda, el río presenta un trecho de 25 Km. recto o suavemente curvo, con un ancho inferior a 1 Km. Al Norte se encuentra el Estiráo Barranca Pelada con profundidades superiores a los 5 m. Al Sur se encuentran los pasos Piúvas Superior e Inferior. Al Norte la planicie de inundación se recuesta sobre la margen derecha (incluyendo a la isla Dos Bugres), mientras que al Sur la planicie de inundación presenta varios canales, lo que genera un aspecto anastomosado.

Características de la margen derecha: La costa es baja e inundable.

Entorno de la margen derecha: La primera línea de costa está formada por elementos de la planicie de inundación en forma casi continua, con un ancho de 1-2 Km. Hacia el Oeste los terrenos son fuertemente inundables. Se observan escasos potreros ganaderos.

Características de la margen izquierda: La costa es baja e inundable.

Entorno de la margen izquierda: La primera línea de costa está formada por elementos de la planicie de inundación, con un ancho de 1-3 Km. Hacia el Este los terrenos son muy inundables, con potreros ganaderos detectables a más de 10 Km. de la costa.

17.2.) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Canal de navegación: Se mantiene la traza actual.

18) PASO CONSELHO

18.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 2.606,5 - 2.610

Jurisdicción: Brasil

Ciudades próximas: Porto Esperanga se encuentra 15 Km al Norte (en línea recta).

Rutas próximas: 17 Km al Norte cruza el puente Baráo do Río Branco, por donde circula el ferrocarril que une Santa Cruz de la Sierra-Corumbá-Campo Grande-Sáo Paulo y un poco más al Norte el puente carretero por el que atraviesa la ruta que vincula dichas ciudades.

Características del cauce: El río presenta meandros y una amplia planicie de inundación, salvo en donde se encuentra el Morro do Conselho. Las aguas son profundas, del orden de 6-8 m en la Volta do Conselho, para decrecer sensiblemente en el paso.

Características de la margen derecha: La costa es baja e inundable, salvo frente al Morro do Conselho, donde se presenta escarpada.

Entorno de la margen derecha: La planicie de inundación se extiende por 2-3 Km, seguida por terrenos fuertemente inundables hacia el Oeste. No se detecta actividad antrópica.

Características de la margen izquierda: Toda la costa es baja e inundable

Entorno de la margen izquierda: La planicie de inundación se extiende en forma casi continua por 2-3 Km. Los terrenos en gran parte inundables, presentan una importante fazenda.

18.2.) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Canal de navegación: Se mantiene la traza actual.

19.) PASO CARAGUATÁ

19.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 2.660

Jurisdicción: Brasil

Ciudades próximas: 50 Km hacia el Noroeste se encuentra la ciudad de Corumbá (Brasil)

Rutas próximas: 15 Km al Norte se encuentra la antigua ruta que une Santa Cruz de la Sierra-Corumbá-Campo Grande-Sáo Paulo pasando por Porto da Manga. La ruta nueva se encuentra a 10 Km al Sur, mientras que 18 Km al Sur cruza el puente Baráo do Río Branco, por donde circula el ferrocarril que une las ciudades ante citadas.

Características del cauce: El río presenta varios meandros. La isla Caraguatá divide dos canales de menos de 500 m cada uno. En el nordeste de la isla, se encuentra el paso. Las profundidades aguas arriba y abajo del paso, son del orden de 3-5 m.

Características de la margen derecha: La margen derecha se presenta definida con algunas barrancas.

Entorno de la margen derecha: Sobre la costa hay dos puertos y varios balnearios. Más adentro, hay una intensa actividad agrícola, vinculada a la zona de influencia de Corumbá.

Características de la margen izquierda: predominan terrenos bajos y anegadizos.

Entorno de la margen izquierda: Al Norte del paso está la desembocadura del río Miranda. Al Sur, una extensa planicie de inundación de más de 5 Km de ancho. Hacia el Sur se encuentran potreros ganaderos de la Fazenda Bodoquena.

19.2.) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Canal de navegación: Se mantiene la traza actual.

20.) PASO AURORA

20.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 3,5 del Canal Tamengo

Jurisdicción. Brasil

Ciudades próximas: Se encuentra pegado al sector Oeste de la ciudad de Corumbá (Brasil) y a menos de 2 Km de Puerto Quijarro (Bolivia).

Rutas próximas: Calles urbanas que conectan con la ruta Santa Cruz-São Paulo.

Características del cauce: El cauce del canal Tamengo tiene 200 m de ancho y recorrido meandroso.

Características de la margen derecha: Terrenos elevados, con barrancas definidas.

Entorno de la margen derecha: Se presentan los terrenos del aeropuerto y enseguida el área urbana de Corumbá.

Características de la margen izquierda: Son terrenos bajos, fuertemente inundables.

Entorno de la margen izquierda: Predominan grandes lagunas y pajonales inundables.

21.) PASO SAN SEBASTIÁN.

21.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 4,4 del Canal Tamengo

Jurisdicción. Margen derecha: Bolivia; Margen izquierda: Brasil.

Ciudades próximas: Se encuentra pegado a la localidad de Puerto Quijarro (Bolivia) y a menos de 5 Km de la ciudad de Corumbá (Brasil).

Rutas próximas: Calles urbanas que conectan con la ruta Santa Cruz-São Paulo.

Características del cauce: El cauce del canal Tamengo tiene 200 m de ancho y recorrido meandroso.

Características de la margen derecha: Presenta una angosta costa inundable, seguida por terrenos elevados, con barrancas definidas.

Entorno de la margen derecha: Se encuentra junto al área urbanizada de Central Aguirre y al este están los terrenos del aeropuerto y el área urbana de Corumbá.

Características de la margen izquierda: Son terrenos bajos, fuertemente inundables.

Entorno de la margen izquierda: Predominan grandes lagunas y pajonales inundables.

22.) PASO OASIS

22.1.) DESCRIPCIÓN DEL PASO

Km: 5,4 (del canal Tamengo)

Jurisdicción. Margen derecha: Bolivia; Margen izquierda: Brasil

Ciudades próximas: Se encuentra pegado a la localidad de Puerto Quijarro (Bolivia) y a menos de 5 Km de la ciudad de Corumbá (Brasil).

Rutas próximas: Calles urbanas que conectan con la ruta Santa Cruz-São Paulo.

Características del cauce: El cauce del canal Tamengo tiene 200 m de ancho y recorrido meandroso.

Características de la margen derecha: Presenta una costa inundable de 500 metros, seguida por terrenos elevados, con barrancas definidas.

Entorno de la margen derecha: Se encuentra junto al área urbanizada de Puerto Quijarro y al este, más allá del arroyo Concepción, están los terrenos del aeropuerto y el área urbana de Corumbá.

Características de la margen izquierda: Son terrenos bajos, fuertemente inundables.

Entorno de la margen izquierda: Predominan grandes lagunas y pajonales inundables.

22.2) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Canal de navegación: se mantiene la traza actual pero se ha ampliado el ancho del canal a 60 metros

A continuación, en el cuadro C.7.1., se elabora una descripción resumida de las obras de dragado en los pasos críticos analizados, sobre la base del capítulo 5, Aspectos Puntuales de los Pasos Críticos, del Informe COINHI y el mapa M.5.2.1.

Cuadro 7.1. DESCRIPCION RESUMIDA DE LAS OBRAS DE DRAGADO

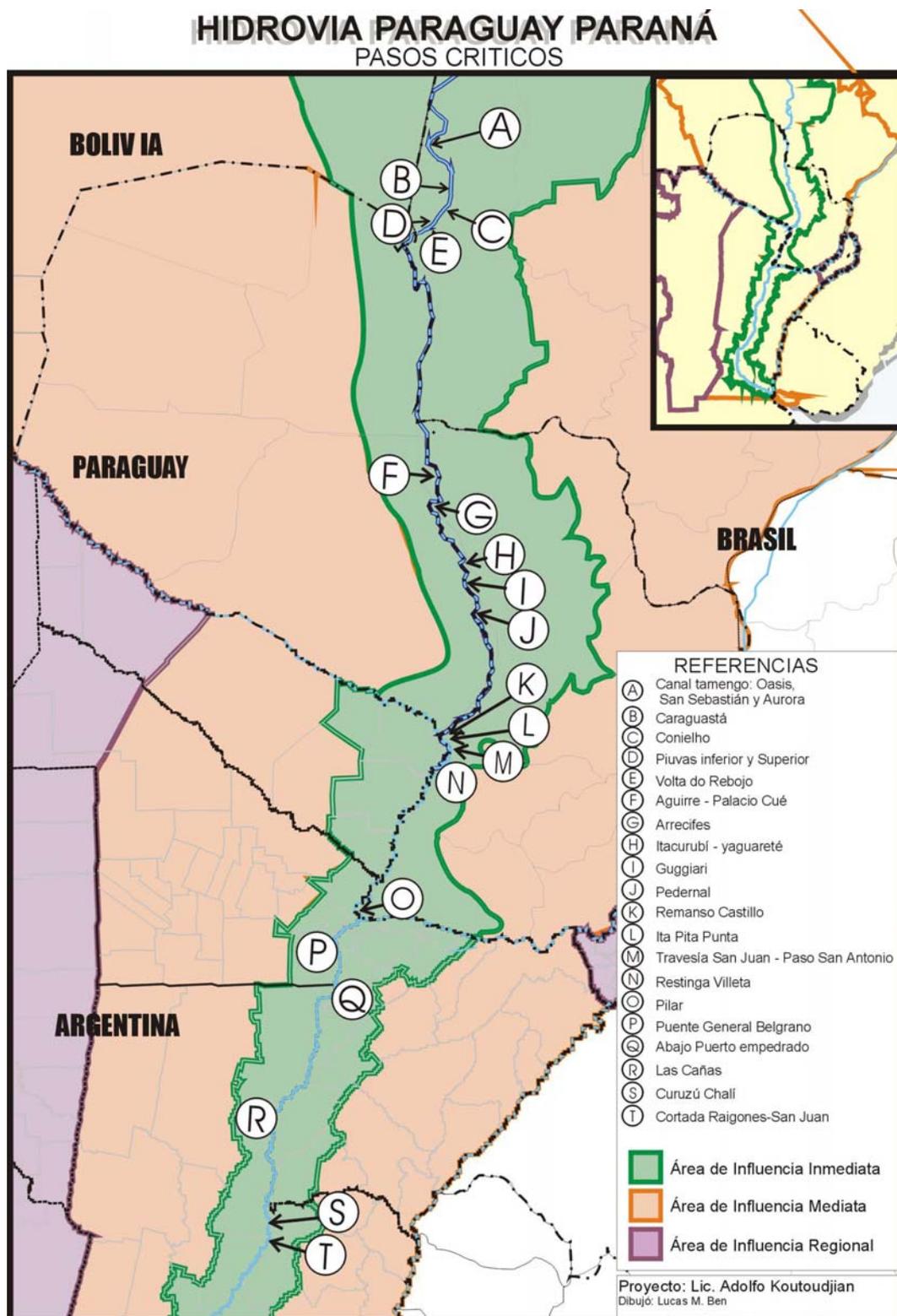
| PASO | LOCALIZACION | MATERIAL A DRAGAR | VOLUMEN |
|---------------------------------|-----------------|-------------------|--|
| 1-Cortada Raigones-San Juan | Km776-783 | Arenas | 411.000 a 483.000m ³ |
| 2.Curuzú Chali | Km784-787,5 | Arenas | 33.000 a 46.000m ³ |
| 3-Las Cañas | Km940-942 | Arena | 186.000 a 213.000m ³ |
| 4.Abajo Puerto Empedrado | Km 1130 | Arena | 258.000 a 303.000m ³ |
| 5.Puente Gral. Belgrano | Km 1204 | No especificado | No especificado |
| 6.Pilar | Km 13229-1331,5 | Arena | 238.000 a 313.000m ³ |
| 7.Restinga Villeta | Km 1593-1594 | Arena | 435.000 a 829.000m ³ |
| 8.San Antonio-Travesía San Juan | Km 1602-1605 | Arena | 29.000 a 124.000m ³ |
| 9.Ita Pita Punta | Km 1626 | Arenas y rocas | Arenas: 28.000 a 52.000m ³ Rocas: 350.000 a 429.000m ³ |
| 10.Remanso castillo | Km 1645 | Rocas(basaltos) | 14.000 a 35.500m ³ |
| 11.Pedernal | Km 1881-1886 | Arena y roca | Arena: 791.000 a 1.170.000m ³ Rocas: 350.000 a 429.000m ³ |
| 12.Guggiar-Isla del Medio | Km 1935-1942 | Cantos y arenas | Arenas: 630.000 a 948.000m ³ |

| | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|--|---|
| | | | Cantos 89.000 a 140.000m ³ |
| 13.Itacurubi- Yaguareté | Km 1952-1954 | Cantos, arenas y rocas sedimentarias | Arenas: 1080.000 a 1609.000m ³ Rocas: 141.000 a 168.000m ³ |
| 15.Aguirre-Palacio Cue | Km 2095-2100 | Rocas sedimentarias y arenas | Arenas: 499.000 a 676.000m ³ Rocas: 714.000 a 1.192.000m ³ |
| 16.Volta do Rebojo | Km 2541,5-2544 | Arenas | 1.938.000 a 2.271.000m ³ |
| 17.Piuvás superior e inferior | Km 2570-2575 | Arenas | 1.617.000 a 2.175.000m ³ |
| 18.Conselho | Km 2606-2610 | Arenas | 454.000 a 653.000m ³ |
| 19.Caraguatá | Km 2660 | Arenas | 436.000 a 597.000m ³ |
| 20.Aurora | Km 3,5 del Canal Tamengo | Arenas, arcillas, rocas | |
| 21.San Sebastián | Km 4,4 del Canal Tamengo | Arenas, arcillas, rocas | |
| 22.Oasis | Km 5,4 del Canal Tamengo | Arenas arcillas, rocas | Mat. duros: 438.000 a 527.000 Mat. blandos: 544.000 a 577.000 |

Nota. En el canal Tamengo se dan las cantidades del material a remover en conjunto

Fuente: Estudio COINHI.

Mapa 7.1.



2. IDENTIFICACIÓN DE LIMITANTES ASOCIADOS AL SISTEMA DE TRANSPORTE. POTENCIALES IMPACTOS ASOCIADOS A LAS OBRAS DE DRAGADO

Para este tema nos remitimos al Vol. II Diagnóstico Ambiental Integrado – Preliminar, capítulo 3.2. del Informe COINHI.

“1.) SOBRE EL MEDIO FÍSICO

- a) Modificación de las condiciones batimétricas, hidrodinámicas y sedimentológicas del área de dragado y de vertido de productos de dragado.**

Observaciones: En general las obras de dragado y/o de vertido de productos de dragado implican la potencial afectación de las condiciones de circulación y de transporte de sedimentos; no obstante ello, - el impacto será, generalmente, despreciable dado la limitada extensión, tanto espacial como temporal, de las modificaciones que, a su vez, serán localizadas y, en la mayoría de los casos, relativamente imperceptibles.

A este respecto cabe citar los estudios realizados por Hidroservice - Louis Berger - EIH (1996) que analizó los potenciales impactos hidrológicos y sedimentológicos que producirán las obras de dragado y de vertido de productos de dragado mediante la comparación de las situaciones “con” y “sin” proyecto en cuanto a la variación de los parámetros representativos del escurrimiento (nivel del río y transporte de sedimentos) utilizando para ello un modelo matemático de escurrimiento a superficie libre.

En particular, los resultados obtenidos en el estudio de los niveles de los ríos Paraguay - Paraná indican que:

- i. la sección del canal dragado representa, siempre, una pequeña proporción de la sección del cauce referida con cota cero (es decir: aguas mínimas) y que, en esta situación, se produce una disminución del nivel del agua de 20 cm. en correspondencia con la zona de mayor dragado (Porto do Manga, progresiva Km. 2685 - Puerto Pinasco, progresiva Km. 2080 que incluye los pasos Caraguatá, Yacaré, Conselho, Piuvas, Estirao Braga, Cambá Nupá, Ilha do Farol, Casado, Lamboné (Piedra Partida), Aguirre - Palacio Cué, Caa Pucú Guazú y Travesía Max), extendiéndose sus efectos hacia aguas arriba (con una magnitud decreciente) teniendo, más allá de los 100 Km., valores inferiores a 8 cm.,
- ii. el efecto anteriormente comentado decrece a medida que el caudal del río aumenta por lo que, durante los períodos de crecidas, cuando los niveles de agua son aún mayores, los efectos de las obras de dragado, sobre las condiciones de escurrimiento, son apenas perceptibles, y
- iii. el aumento de las secciones, como consecuencia de las obras de dragado y suponiendo que el vertido de los productos de dragado no se realice en el río, no producirá aumentos en los caudales sino una disminución ya que, de acuerdo a la ecuación de continuidad, un aumento de la sección lleva aparejado una disminución de la velocidad y una menor pendiente de la superficie libre.

Finalmente, debe tomarse en consideración que:

- i. la modificación de las condiciones batimétricas, hidrodinámicas y sedimentológicas del área de dragado son inevitables, y
 - ii. la magnitud y extensión de la modificación de las condiciones batimétricas, hidrodinámicas y sedimentológicas en el área de vertido de productos de dragado dependerá de la adecuada selección de su emplazamiento tendiendo a desaparecer con el transcurso del tiempo, ya que los sedimentos serán transportados por las corrientes y su permanencia en el sitio de vertido dependerá tanto de las condiciones hidrodinámicas como del volumen de materiales vertidos.
- b) Bloqueo de las bocas de salida de arroyos. observaciones: los sedimentos producto de las obras de dragado deben ser vertidos aguas abajo, apartados de las desembocaduras de los arroyos para evitar la colmatación e inundación de las tierras circundantes
- c) **Modificación de las condiciones sedimentológicas en términos de las características y calidad de los sedimentos del área de dragado y de vertido de productos de dragado.**

Observaciones: en líneas generales los sedimentos removidos son iguales a los propios del río en cada tramo.

- d) **Inducción de procesos de erosión y/o sedimentación en el área de influencia de las obras de dragado y/o de vertido de productos de dragado.**

Observaciones: Las obras de dragado y/o de vertido de productos de dragado, al constituir una modificación de las condiciones batimétricas e hidrodinámicas locales, pueden inducir procesos de erosión y/o sedimentación tanto en el cauce de los ríos como en las áreas costeras próximas. Sin embargo, en líneas generales, debe considerarse que la mejora de la ruta de navegación implica una potencial mejora de algunos problemas de erosión de costas, existentes en la actualidad, como efecto de la acción mecánica del oleaje asociado a las embarcaciones; al mismo tiempo, las obras de vertido de productos de dragado puede aprovecharse para mitigar algunos de los problemas existentes.

- e) Modificación de la calidad del agua debido al incremento de la turbiedad y del contenido en sólidos suspendidos del área de dragado y de vertido de productos de dragado pudiendo implicar la potencial creación de "*plumas turbias*" y la potencial reducción de la capa fótica, de la actividad fotosintética y de la producción primaria.

Observaciones: Durante las obras de dragado los sedimentos del área de dragado pueden ser resuspendidos y transportados por las corrientes como "*plumas turbias*"; la importancia de este proceso dependerá de la duración de las obras de dragado, de la proporción de materiales finos (contenido en limos y arcillas), del volumen de materiales a dragar, de la profundidad del agua y de la velocidad de las corrientes. Del mismo modo, durante las obras de vertido de productos de dragado también pueden generarse "*plumas turbias*" sin embargo, teniendo en cuenta las características granulométricas de los productos de dragado es posible afirmar que:

- i. en los pasos correspondientes a los ríos Paraguay - Paraná los productos de dragado formados, predominantemente, por materiales gruesos (arenas), alcanzarán el fondo en un corto intervalo de tiempo y, una vez que alcancen el fondo, la mayor parte del mismo logrará "*condiciones de reposo*" y
 - ii. en los pasos correspondientes al Canal Tamengo formados, predominantemente, por una mezcla de materiales gruesos (arenas finas) y finos (limos y arcillas), es posible que una cierta parte del material se mueva horizontalmente, como una "*capa de fondo*" durante un período de tiempo superior al de las arenas, hasta que las turbulencias se reduzcan lo suficiente como para permitir que también alcancen las "*condiciones de reposo*". En ambos casos, la permanencia de las condiciones de elevada turbiedad dependerá de la velocidad de las corrientes y del tamaño promedio de las partículas.
- f) Potencial afectación de la calidad del agua por liberación de la materia orgánica atrapada en los sedimentos; a su vez esta liberación puede provocar:**
- i. un abatimiento de los niveles de oxígeno capaz de afectar las condiciones de vida de la ictiofauna y
 - ii. un aumento en los niveles de nutrientes disponibles (particularmente, nitrógeno y fósforo) favoreciendo el aumento de la producción fitoplanctónica.
- g) Potencial afectación de la calidad del agua debido a la ocurrencia, como**
-

consecuencia de las obras de dragado y de vertido de productos de dragado, de procesos de deserción con liberación de contaminantes (naturales o antropogénicos) desde el sedimento y potencial incorporación a la columna de agua y/o a la biota.

- h) **Potencial afectación de la calidad del agua por descargas accidentales de residuos de las dragas y demás equipos afectados a las obras (ya sean estos residuos líquidos y/o sólidos).**

Observaciones: La manipulación y/o generación de residuos oleosos, aceites, grasas y/o sólidos a bordo de las dragas y demás equipos afectados a las obras puede afectar, potencialmente, por descargas o derrames accidentales, la calidad del agua del sitio de dragado y de vertido de productos de dragado. Por supuesto estas afectaciones son de “máxima”, sabido es que en cualquier navegación, pequeños derrames son normales y se absorben por la capacidad geotransformadora de los grandes ríos.

- i) **Potencial afectación a la calidad del aire como consecuencia de las emisiones sonora y de gases de combustión asociadas a las embarcaciones, a las dragas y a todo tipo de maquinaria a utilizar durante las obras.**

Observaciones: Medidas de mitigación: Las embarcaciones, las dragas y todo tipo de equipos utilizados en las obras deberán ser sometidos a revisiones periódicas del estado de funcionamiento de los motores; en especial, en cuanto a los niveles de emisión de gases y ruido, como forma de mantenerlos dentro de valores aceptables.

2.) SOBRE EL MEDIO BIÒTICO

- a) Potenciales impactos sobre la fauna y flora acuática dados por: a) la destrucción y/o pérdida localizada de hábitats (sustrato) y de la fauna asociada (bentos) en las áreas directamente afectadas a las obras de dragado y/o al vertido de productos de dragado, b) la expulsión (temporaria) de la ictiofauna, y c) potenciales afectaciones debidas a la incorporación de contaminantes naturales o antropogénicos liberados a la columna de agua, por procesos de deserción, como consecuencia de las obras de dragado y/o de vertido de productos de dragado.
- b) Disturbios a la fauna terrestre y/o alteración de hábitats terrestres.

Observaciones: Las obras de dragado y/o de vertido de productos de dragado implican, necesariamente, la destrucción y/o pérdida de hábitats en el área de dragado y "sepultamiento" de los mismos en las áreas de vertido de productos de dragado no obstante ello, dichos impactos son temporarios y la fauna y flora acuática poseen la capacidad necesaria para adaptarse a los mismos a través de la autoregeneración ,hasta lograr un nuevo punto de equilibrio, dado que la naturaleza es dinámica en sus procesos .A su vez, las obras pueden implicar el ahuyentamiento (temporario) de la ictiofauna y/o la potencial incorporación de contaminantes a la biota (naturales o antropogénicos liberados a la columna de agua como consecuencia de las obras de dragado y de vertido de productos de dragado

3.) SOBRE EL MEDIO ANTRÓPICO"

Si bien el Consultor considera que prácticamente no hay afectación a título conceptual puede plantearse:

- a) “Potencial afectación a la calidad de vida de la población residente en las proximidades del área de dragado y/o de vertido de productos de dragado.
- b) Potencial afectación a actividades recreativas (pesca deportiva, deportes acuáticos, turismo, etc.) y/o comerciales (pesca artesano y/o comercial) así como a la navegación.
- c) Potencial afectación a obras de infraestructura (tomas de agua, emisarios subacuáticos, etc.)
- d) Potencial afectación a sitios (subacuáticos) de interés histórico y/o arqueológico.
- e) Potencial afectación a sitios de alto valor escénico, paisajístico y/o natural. **Pero la experiencia en casi 100 años de dragado en este sistema de ríos, señala que las afectaciones son imperceptibles y que los beneficios económicos –sociales son mucho mayores.**

4.) POTENCIALES IMPACTOS ASOCIADOS A LAS OBRAS DE REMOCIÓN DE ROCAS

- a) Potenciales impactos sobre la fauna y flora acuática dados por: a) la destrucción y/o pérdida localizada de hábitats (sustrato) y de la fauna asociada (bentos) en las áreas directamente afectadas a las obras de remoción de rocas (“voladura”);
 - b) La destrucción y/o pérdida, localizada, de ictiofauna por la expansión de las ondas generadas durante las explosiones (“voladuras”); y c) la
-

afectación (temporaria) de la ictiofauna como consecuencia de la presencia física de las obras.

Del total de 22 pasos críticos estudiados, dos de ellos requerirán la remoción de rocas mediante la utilización de explosivos ("*voladuras*"):

- 1) **Remanso Castillo** : de acuerdo a las muestras extraídas la roca corresponde a: **a)** una brecha tenaz con clastos de basalto de hasta 1 cm., angulosos, de color general rosado y con manchones blancos de material calcáreo, con escasa resistencia a la compresión y **b)** a un basalto muy fresco, aunque sin fracturas recientes por lo que las caras externas corresponden a diaclasas o fracturas previas, con baja resistencia a la compresión simple
- 2) **Paso Arrecifes**: corresponde a una cuarcita de naturaleza metamórfico, extremadamente tenaz, con venas subparalelas de cuarzo blanco lechoso de entre 0.2 y 1.0 cm de ancho, y una resistencia a la compresión simple que varió entre 1.499 y 2.886 Kg/cm² (es decir: alta a muy alta resistencia a la compresión).

Observaciones: Las obras de dragado de apertura implican, necesariamente, la remoción del lecho rocoso.

Los materiales rocosos después de su voladura serán depositados en la cercanía del paso, en el mismo lecho del río. Debido a la fragmentación de las rocas, la deposición del material removido genera una serie de espacios intersticiales a los que se denomina "esponjamiento" lo cual lleva a un sensible aumento de la superficie de contacto entre la roca y el medio acuático. Ello trae aparejado que en el mediano plazo los

efectos negativos se reviertan, pudiendo ser neutros o, eventualmente, positivos por tener una mayor superficie de sustratos duros para la colonización por las especies asociadas a los mismos.

Medidas de mitigación: Adecuada selección del momento en el que se realizarán las explosiones y la remoción de rocas teniendo en cuenta para ello los ciclos de cría y reproducción de especies acuáticas (en especial: los peces); en particular, se entiende necesaria la restricción temporal de las actividades a épocas no coincidentes con dicho fenómeno: el período de restricción se indica en cada paso en particular.

Implementación de medidas de detección y/o ahuyentamiento de la ictiofauna en los momentos previos a la realización de las "voladuras".

3. CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS REGULATORIOS, NORMATIVOS E INSTITUCIONALES EN MATERIA DE TRANSPORTE QUE AFECTAN EL DESARROLLO DEL ÁREA.

RECOMENDACIONES NORMATIVAS PARA EL PROYECTO DE LA HIDROVÍA PARAGUAY- PARANÁ

Para los propósitos de este estudio conviene transcribir el punto 2.3.1 del Capítulo 15 del Informe COINHI (2004) referente a Legislación para la navegación en la Hidrovía.

“LEGISLACIÓN PARA LA NAVEGACIÓN EN LA HIDROVÍA

En cuanto a la legislación propia de la Hidrovía relacionada con la navegación aprobada hasta el presente, valen los compromisos de las Partes puestos de manifiesto en:

- Tratado de la Cuenca del Plata, del 23/4/1969.
- Estatuto del Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay - Paraná, del 9/12/1992.
- Reglamento Interno del Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay-Paraná, del 5/12/1992.

Y las especificaciones concretas tendientes a la unificación normativa, incluidas en:

- Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay - Paraná del 26/6/1992.

- Protocolos Adicionales al Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay- Paraná, sobre:

- a) Asuntos Aduaneros.
- b) Navegación y Seguridad.
- c) Seguros.
- d) Condiciones de Igualdad de Oportunidades para la Mayor Competitividad.
- e) Solución de Controversias.
- f) Cese Provisorio de Bandera.

Y en los:

Reglamentos surgidos del Acuerdo de Transporte para el Proyecto Hidrovía Paraguay -Paraná, aprobados por el CIH hasta el mes de julio de 1994, que comprenden:

- 1.- Reglamento sobre Dimensiones Máximas de los Convoyes.
- 2.- Reglamento Único de Balizamiento.
- 3.- Reglamento para el Transporte de Mercaderías Peligrosas.
- 4.- Reglamento Único para la Asignación del Francobordo a Buques de Carga.
- 5.- Reglamento Único para el Transporte de Mercaderías sobre Cubierta de Embarcaciones.

6.- Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad para Buques de la Hidrovía.”

También es importante señalar que el Anexo Legal correspondiente al Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay- Paraná fue publicado en el Boletín Oficial del 21 de Noviembre de 1994.

Por último, en lo atinente a “Recomendaciones”, el Grupo Consultor COINHI señala lo siguiente:

“En lo referente a la ejecución de obras de navegación en la Hidrovía Paraguay - Paraná sólo existen en la actualidad acuerdos bilaterales entre Argentina - Paraguay y Argentina - Uruguay, además de las legislaciones internas de esos países, por los cuales existe un compromiso, quedando de hecho asegurado el mantenimiento de la vía navegable entre Asunción y el Río de la Plata, incluyendo los canales de navegación en este último.

No existen disposiciones semejantes para el tramo del Río Paraguay entre Asunción y Corumbá, y aguas arriba de Corumbá. El Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay - Paraná del 26 de junio de 1992, suscripto por los Cancilleres de los cinco Estados ribereños no contiene, en sus disposiciones, ningún compromiso de esos Estados, semejante a los tomados por los Estados participantes de las Convenciones del Rhin y del Danubio, de ejecutar y mantener las obras de navegación de la Hidrovía. Según se indica en el informe relativo al análisis de División Modal, en la parte referente a la descripción de la "Situación Actual", o "Situación sin Proyecto", se da por sentado que existe de hecho un compromiso ineludible de los Estados ribereños de mantener una vía navegable en el tramo de la Hidrovía aguas abajo de Corumbá. Ese compromiso, como se ha visto, se encuentra formalmente documentado por Acuerdos

bilaterales sólo en el tramo aguas abajo de Asunción, pero debería existir también en el tramo superior hasta Corumbá. Lo que está involucrado en esto es una cuestión de garantía, de vital importancia para las actividades económicas y comerciales en el área de influencia. En efecto, el cumplimiento de los pactos comerciales de exportación e importación, así como el mantenimiento de precios y fletes de mercaderías, sólo pueden tener credibilidad suficiente en los mercados nacionales e internacionales si existe una garantía suficiente de mantenimiento de la vía navegable, y ésta depende del compromiso formal de los Estados Miembros de ejecutar y mantener las obras respectivas. Deberá verificarse mediante análisis de derecho constitucional internacional y acordarse, según la legislación de los cinco países, si el compromiso indicado debe tomar la forma de un Tratado con ratificación de los Congresos, o si es suficiente una extensión del Acuerdo existente a nivel de Cancillerías.”

RECOMENDACIONES NORMATIVAS E INSTITUCIONALES

“Sobre la base de la documentación analizada y bibliografía obtenida por el Consultor, practicado su análisis y evaluación, y planteadas las alternativas de modo que requieren definiciones propias del Comitente, se formulan las **Recomendaciones** o sugerencias que se estiman oportunas para la futura Implementación del Proyecto, de acuerdo con las siguientes consideraciones:

Los instrumentos convencionales que rigen actualmente las relaciones entre los cinco países integrantes de la Cuenca del Plata -ribereños de la Hidrovía- tratan, como se ha visto, gran cantidad de cuestiones relativas a los objetivos básicos, formas de representación de las Partes, creación de los Órganos del Programa y establecimiento de sus funciones y - a través de los Protocolos y Reglamentos -

temas específicos que hacen a la normativa general de asuntos relacionados con la navegación y su seguridad.

Se ha señalado ya que esos instrumentos han servido eficientemente para desarrollar las acciones primarias y que a partir del momento que se cuente con los resultados de los estudios de factibilidad de ingeniería y los proyectos de mejoras con sus costos estimados, se iniciará una nueva etapa.

Esta etapa, eminentemente ejecutiva, tendrá como objetivos prioritarios la realización de las obras, su contralor, y la administración posterior del sistema de navegación.

Evidentemente, una más amplia y distinta demanda de funciones deberá ser incorporada, por lo que se hará necesario establecer definiciones concretas de las Partes Signatarias de los Acuerdos, para que la puesta en marcha del Proyecto y su implementación pueda hacerse efectiva.

A tales fines, se recomiendan las acciones siguientes:

RECOMENDACIONES GENERALES

Estas recomendaciones son necesarias, dada su aplicación general, cualquiera sean las alternativas de modo, a que se escojan para la ejecución de las obras y cualquiera la organización administrativa e institucional que finalmente se adopte.

Se considera, con carácter de recomendación primera y principal, que el Acuerdo de Transporte Fluvial por la Hidrovía Paraguay - Paraná, del 26 de junio de 1992, debería ampliarse mediante el compromiso formal de los cinco Estados Miembros de ejecutar y mantener las obras que permitan asegurar la

navegabilidad de la Hidrovía en toda su extensión. Asimismo se recomienda principalmente:

- a) Evaluar - por intermedio de las Autoridades competentes - la conveniencia de ampliar las atribuciones y obligaciones del Órgano Político - CIH - y/o del Órgano Técnico - Comisión del Acuerdo -, para adaptar esos organismos a las nuevas funciones ejecutivas que demandará la implementación del Proyecto.
- b) Evaluar - paralelamente - la conveniencia de establecer un Ente de los Países Signatarios - de carácter semejante (incluyendo personalidad jurídica) a los existentes en otros sistemas hidrográficos afectados a la navegación. Vgr.: Comisión Central para la Navegación del Rhin, Comisión del Danubio, Comisión del Río de la Plata, Comisión Mixta Internacional CANADA -EEUU, Comisión Técnica Mixta de las Aguas del Nilo, Comisión del Río Indo, Comisión del Río Níger, etc.
- c) Definir - antes de encarar la ejecución de las obras las cuestiones relacionadas con los modos de ejecución de las obras, financiamiento y pago de las obras, etc., según el planteo de alternativas del apartado 4.2.
- d) Incluir para la definición anterior las cuestiones relacionadas con la evaluación del Impacto Tarifario y la de las consecuencias de los Acuerdos bilaterales preexistentes entre los Países ribereños de la Hidrovía, en particular el de Argentina - Paraguay del 15 de julio de 1969.
- e) Evaluar la posibilidad de acordar entre la totalidad de las Partes Signatarias la obligación de no contaminación de la Hidrovía con

líquidos cloacales no tratados, efluentes químicos, etc., estableciendo la reglamentación y vigilancia de común acuerdo y en forma operativa (Vgr.: Acuerdo Comunidad Económica Europea y Comisión del Rin).

RECOMENDACIONES PARTICULARES

Las cuestiones a definir referidas a la ejecución de las obras incluidas en el Proyecto atañen particularmente a los aspectos operativos siguientes:

1. Programa de obras y licitaciones.
2. Responsabilidad de la ejecución de las obras de mejoras y mantenimiento.
3. Financiación y pago de las obras, sea por el valor total o parcial de la licitación.
4. Impacto Tarifario.
5. Sistema de ejecución y contratación de las obras.
6. Régimen legal de la licitación y contratación.”

De los estudios de Consultoría sobre la Hidrovía de Berger (1996) y COINHI (2003) en términos generales coinciden en las siguientes opiniones:

1. Programación de las Obras

Seguramente este aspecto resultará el de más compleja resolución dentro de la Implementación del Proyecto Hidrovía, debido a la cantidad de factores y opiniones que intervendrán en su establecimiento.

Las obras de ingeniería, consistentes en dragados, derrocamientos y señalización de la vía navegable han sido proyectadas por el Consultor de los Módulos A y B1, y los estudios de impacto ambiental realizados por el Consultor del Módulo B2” según las definiciones modulares del CIH de 1992.

“Los resultados de ambos estudios y las acciones a emprender deberán ser compatibilizados en un programa que considere la oportunidad de las obras, plazos y secuencias, disminución de impactos, posibilidades económicas y financieras, intereses de los países, etc.

Es aconsejable que el Programa cuente con la aprobación de los Órganos del Acuerdo...

2. Responsabilidad de la ejecución de las obras de mejoras y mantenimiento

En razón de las acciones ejercidas en forma independiente - durante muchos años en amplios sectores de la Hidrovía - por los países ribereños; considerando la vigencia de acuerdos bilaterales entre los países en algunos tramos, la existencia y experiencia de Organismos Nacionales con infraestructura de personal y equipos disponibles o, bien, de compromisos contractuales - por concesión de obra pública - para el dragado y señalización...” Sería recomendable:

“Que la responsabilidad de la ejecución y financiación de las obras sea asumida por los países en su conjunto a través de Acuerdos Multilaterales.

Que tal recomendación, pueda aplicarse en forma separada a los Tramos Asunción – Nueva Palmira y Canal Tamengo - Corumbá-Asunción.

Esta recomendación no invalida la posibilidad de que cualquiera de los países intervinientes realice las obras en el tramo en que el río cruce su territorio.

3. Financiación y pago de las obras, sea por el valor total o parcial de la licitación.

El Fondo Financiero para el Desarrollo de la Cuenca del Plata - FONPLATA -está siendo sometido a una reestructuración tendiente a incrementar su capacidad operativa. Consecuentemente, es esperable que a través de ese órgano puedan canalizarse las ayudas financieras que los Países Miembros requieran para la ejecución y pago de las obras.

4. Impacto tarifario

Al presente, la República Argentina ha otorgado mediante el sistema de Concesión de Obra Pública los trabajos de dragado y señalización, y el respectivo mantenimiento de la ruta navegable de Santa Fe al Océano, vía Paraná de Las Palmas - Canal E. Mitre y Paraná Guazú - Bravo hasta frente a Nueva Palmira. El pago de las obras se hace mediante un sistema mixto de pago efectivo parcial y recaudación por la aplicación de una tarifa de peaje. Sobre esa base, y atento la variabilidad de los precios internacionales de los productos transportados por la Hidrovía y el mantenimiento de una aconsejable competitividad de ese medio para el transporte, se recomienda:

-Que previo al establecimiento de tarifas por servicios de dragado y señalización por parte de los países responsables de las obras de mejoras y mantenimiento de la Hidrovía, se someta a la consideración de la Comisión del Acuerdo o Ente que haga sus veces, los pliegos de la licitación con el correspondiente análisis de impacto

tarifario al momento de su puesta en marcha, para servir a una apreciación de la factibilidad económica de los valores propuestos.

5. Sistema de ejecución y contratación de las obras.

Si bien cada país es libre de ejecutar las obras por el sistema que considere más eficiente desde su punto de vista y necesidad, debe evitarse que se involucren modificaciones al régimen del río o se ponga en peligro la seguridad de la navegación o se causen impactos ambientales no admisibles. Para la implantación de un sistema tarifario, cabe la recomendación del párrafo anterior. A fin de optimizar la ejecución de las obras entre los Países Miembros y atento el principio de integración que rige el Acuerdo de Transporte Fluvial, se recomienda:

-Toda obra de dragado, señalización, encauzamiento, etc. de la vía navegable debería ser realizada bajo conocimiento del conjunto, de manera tal de tener un sistema único y armónico que responda a un programa secuencial de ejecución adecuado.

6. Régimen legal de la licitación y contratación.

Se recomienda:

El régimen legal para la contratación de mejoras a la Hidrovía debe ser el que se acuerde entre los Países Integrantes.”

En síntesis, en el año 2004 se cumplieron 16 años de la primer reunión realizada para activar el transporte fluvial por los ríos Paraguay y Paraná. La misma fue patrocinada por los Estados de Mato Grosso y Mato Grosso do Sul, de Brasil, y llevada a cabo en la ciudad de Campo Grande en 1998.

En Septiembre de 1989, en Chile, se constituyó el Comité Intergubernamental de la Hidrovía Paraguay- Paraná, que involucra a los 5 países que territorialmente están ligados a la Cuenca del Plata, es decir: Argentina, Brasil, Bolivia, Paraguay y Uruguay.

Conviene aclarar que el Programa Hidrovía Paraguay- Paraná no incluye el tramo desde Confluencia hasta Puerto Iguazú (Alto Paraná), en una extensión de 687 Km.

El 26 de Julio de 1992 se firmó en la localidad de Las Leñas, Mendoza, Argentina, el “Acuerdo de Transporte Fluvial Paraguay- Paraná”, más conocido como el “Tratado de Las Leñas”, que fue rubricado por los Presidentes de los cinco países integrantes de la Cuenca del Plata, con el espíritu de crear una zona común que permita la concreción del proceso de integración regional a través del transporte y comunicaciones eficientes. Tuvo por objeto facilitar la navegación y el transporte comercial, fluvial longitudinal en la Hidrovía Paraguay- Paraná, mediante el establecimiento de un marco normativo común que favorezca el desarrollo, modernización y eficiencia de las operaciones y permita el acceso en condiciones competitivas a los mercados de ultramar.

Nadie puede discutir el mejoramiento de las vías navegables en estos últimos años, por ende, si queremos seguir creciendo económicamente no sólo en función de los objetivos propuestos, sino fundamentalmente por lo que demanda el mundo actual, los reglamentos deben estar a la altura de las circunstancias para que los costos del transporte lleguen a los países de consumo a precios de competencia.

En la actualidad están en aplicación una serie de reglamentos dictados por el CIH los que, lamentablemente, parecieran no consustanciarse con el espíritu del Acuerdo de Las Leñas, ya que son considerados por los propios usuarios de las hidrovías

como “más estrictos y antieconómicos que las propias normas de cada uno de los países que regulan sobre la materia”.(2002)

De acuerdo a lo informado por la Asociación Latinoamericana de Integración, ALADI, en la sesión N° 691 del Comité de Representantes del 16.12.98, se procedió al registro ante la Secretaría General de dicha Asociación de los siguientes reglamentos:

1. Reglamento Único para el Transporte de Mercaderías sobre Cubierta en Embarcaciones de Hidrovía, de fecha 19.06.96 (AAP/A14TM/5.R1)
2. Reglamento Único de Balizamiento, de fecha 19.06.96 (AAP/A14TM/5.R2)
3. Glosario Uniforme de los Servicios Portuarios de la Hidrovía Paraguay-Paraná, de fecha 19.96.96 (AAP/A14TM/5.R3)
4. Reglamento para Prevenir los Abordajes, de fecha 19.96.96 (AAP/A14TM/5.R4)
5. Reglamento para la Determinación del Arqueo de las Embarcaciones de las Hidrovía Paraguay-Paraná, de fecha 19.06.96 (AAP/A14TM/5.R5)
6. Plan de Comunicaciones para la Seguridad de la Navegación de la Hidrovía Paraguay-Paraná, de fecha 19.96.96 (AAP/A14TM/5.R6)
7. Régimen Único de Dimensiones Máximas de los Convoyes Hidrovía Paraguay-Paraná, de fecha 19.96.96 (AAP/A14TM/5.R7)
8. Reglamento Único para la Asignación del Francobordo y Estabilidad Hidrovía Paraguay-Paraná, de fecha 04.04.97.

9. Documento de Exigencias Comunes para la Matriculación de Embarcaciones, de fecha 04.04.97.
10. Reglamento, Reconocimiento, Inspecciones y Certificados de Seguridad para Embarcaciones de la Hidrovía, de fecha 08.12.97.
11. Régimen Único de Infracciones y Sanciones, de fecha 08.12.97.

Debemos aclarar que estos Reglamentos tienen vigencia “30 días después de la fecha en que la Secretaría General de la ALADI comunique a los países signatarios la recepción de la última notificación relativa al cumplimiento de las disposiciones legales internas para su puesta en vigor y tendrá una duración de 10 años” (Art. 30. Acuerdo del Transporte Fluvial por la HPP). Hasta el presente sólo los han introducido en sus legislaciones Brasil y Bolivia, y está en trámite de hacerlo Uruguay.

Por lo tanto, el exceso de reglamentaciones que hoy regulan la utilización de las hidrovías deberá actualizarse y elaborarse en concordancia con la realidad del transporte fluvial si es que, efectivamente, se pretende obtener un comercio fluido y una operativa eficiente.