



ANEXO A

COMISION ADMINISTRADORA DEL RIO URUGUAY



Comisión Administradora
del Río Uruguay

**“PROYECTO DE DRAGADO Y BALIZAMIENTO DEL RÍO URUGUAY DESDE EL KM 0 AL
KM 187,1, INCLUYENDO EL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE CONCEPCIÓN DEL
URUGUAY Y LOS CANALES ENTRE EL KM 187,1
Y EL KM 206,8 PUERTO DE PAYSANDÚ”
(LICITACIÓN PÚBLICA BINACIONAL N° 01/11)**

INFORME DE ETAPA 2

II. PROYECTO

MAYO 2013



**“PROYECTO DE DRAGADO Y BALIZAMIENTO DEL RÍO URUGUAY DESDE EL KM 0 AL
KM 187,1, INCLUYENDO EL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE CONCEPCIÓN
DEL URUGUAY Y LOS CANALES ENTRE EL KM 187,1
Y EL KM 206,8 PUERTO DE PAYSANDÚ”.**

INFORME DE ETAPA 2

II. PROYECTO

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANÁLISIS CRÍTICO Y NECESIDADES DE COMPLEMENTACIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS EXISTENTES – CRITERIOS DE DISEÑO.	2
2. EMBARCACIONES DE DISEÑO.....	5
2.1 DEFINICIÓN DE LAS EMBARCACIONES DE DISEÑO	5
3. DISEÑO DEL CANAL DE NAVEGACIÓN	6
3.1 ANÁLISIS DE LA PROFUNDIDAD DE DRAGADO EN LOS PASOS.....	6
3.1.1 NIVELES DE REFERENCIA O DISEÑO DEL CANAL DE NAVEGACIÓN	6
3.1.2 PROFUNDIDADES NÁUTICAS MÍNIMAS:	6
3.1.3 SOBREPONDIDADES POR EFECTO DUNAS	7
3.1.4 SOBREPONDIDADES PARA SEDIMENTACIONES ENTRE MANTENIMIENTOS.....	7
3.1.5 SOBREDRAGADO TÉCNICO:	8
3.1.6 COTAS DE DRAGADO O PROFUNDIDADES DE DRAGADO SEGÚN PROYECTO.....	9
3.2 DISEÑO GENERAL DEL CANAL DE NAVEGACIÓN.....	15
3.3 ESTUDIO DE SUELOS Y DETERMINACIÓN DE TALUDES DEL CANAL.....	22
3.4 DISEÑOS ESPECÍFICOS EN LOS PASOS.....	24
3.4.1 SOBREAÑCHOS EN CURVAS	24
3.4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS PARA SOBREAÑCHOS EN CURVAS.	35
3.4.3 TRAZADO DE LOS SOBREAÑCHOS EN LAS CURVAS	36
3.4.4 SOBREAÑCHOS EN TRAVESÍAS.....	38
3.5 INGRESO AL PUERTO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY.....	39
4. CUANTIFICACION DE VOLUMENES DE DRAGADO	41
4.1 VOLÚMENES DE DRAGADO DE APERTURA.....	41
4.1.1 VOLÚMENES DE CONSTRUCCIÓN PARA PROFUNDIDADES MENORES DE DRAGADO	45
4.2 VOLÚMENES DE DRAGADO DE MANTENIMIENTO	47

5.	ANÁLISIS DE AREAS DE VERTIDO	50
5.1	AREAS DE VERTIDO O UBICACIÓN DE DEPÓSITOS SUGERIDAS	50
5.1.1	PARA EL TRAMO PAYSANDÚ – CONCEPCIÓN DEL URUGUAY:	50
5.1.2	PARA EL TRAMO CONCEPCIÓN DEL URUGUAY – FRAY BENTOS.	51
5.1.3	PARA EL TRAMO FRAY BENTOS – NUEVA PALMIRA.....	52
6.	EQUIPOS Y METODOS	54
6.1	DEFINICIÓN DE MÉTODOS DE DRAGADO	54
6.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y RENDIMIENTOS DE LAS DRAGAS A UTILIZAR	54
6.3	TIEMPOS Y CRONOGRAMA DE DRAGADO DE CONSTRUCCION	55
6.4	DRAGADO DE MANTENIMIENTO.....	58
6.5	COMENTARIOS SOBRE LOS TRAMOS ALTERNATIVOS.....	59
7.	SEÑALIZACION.....	71
7.1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	71
7.2	ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SEÑALIZACIÓN NÁUTICA EXISTENTE.....	71
7.3	PROYECTO DE BALIZAMIENTO.....	73
7.3.1	PLANOS DE PROYECTO DE SEÑALIZACIÓN	74
7.3.2	CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO.....	75
7.3.3	CRITERIOS PARTICULARES DE DISEÑO.....	75
7.3.4	CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑALES NÁUTICAS DEL PROYECTO	77
7.3.5	MATERIALES CONSTRUCTIVOS DE BOYAS Y BALIZAS	82
7.3.6	TRENES DE ANCLAJE DE LAS BOYAS	82
7.3.7	ENFILACIONES DE BALIZAS	83
7.3.8	PUENTE GENERAL SAN MARTÍN.....	83
7.3.9	EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO DE LAS SEÑALES	83
7.3.10	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE CADA SEÑAL.....	85
7.4	ANEXOS AL PROYECTO DE SEÑALIZACIÓN	86
8.	COSTOS DEL PROYECTO	87
8.1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	87
8.2	COSTOS MENSUALES DE OPERACIÓN DE EQUIPOS DE DRAGADO Y BALIZAMIENTO.....	87
8.3	COSTOS DEL DRAGADO DE CONSTRUCCIÓN.....	88
8.4	COSTOS DEL DRAGADO DE MANTENIMIENTO.....	91
8.5	COSTOS DE SEÑALIZACION – CONSTRUCCION	93
8.5.1	COSTOS DE ADQUISICIÓN / REMODELACIÓN DE BOYAS Y OTRAS AYUDAS A LA NAVEGACIÓN	93
8.5.2	TOTAL COSTOS ASOCIADOS A LA SEÑALIZACIÓN – CONSTRUCCIÓN	93
8.6	COSTOS DE SEÑALIZACION – MANTENIMIENTO.....	97
8.7	RESUMEN DE COSTOS DE CONSTRUCCION	98
8.8	RESUMEN DE COSTOS DE MANTENIMIENTO	101

ANEXOS AL INFORME DE PROYECTO

Anexo II-1: Análisis Niveles Hidrométricos

Anexo II-2: Volúmenes Dragado

Anexo II-3.1: Planillas Proyecto de Señalización Náutica.

Anexo II-3.2: Inventario del Balizamiento

Anexo II-3.3: Registro Fotográfico.

Anexo II-3.4: Análisis Crítico al Sistema de Balizamiento Actual.

Anexo II-3.5: Normativa sobre Señalización Náutica.

Anexo II-4: Ubicación de áreas de dragado y vaciado sobre cartas náuticas

PLANOS DE PROYECTO DE DRAGADO Y SEÑALIZACIÓN

PLANOS B1: Lay out del canal proyectado [3 láminas]

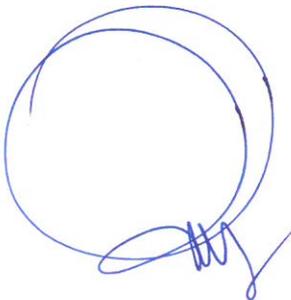
PLANOS B2: Planialtimetrías y Perfiles Transversales del canal proyectado

B2.01-a	PLANIALTIMETRIA MARQUEZ INFERIOR
B2.01-b	PERFILES TRANSVERSALES MARQUEZ INFERIOR 1de1
B2.02-a	PLANIALTIMETRIA MARQUEZ MEDIO
B2.02-b	PERFILES TRANSVERSALES MARQUEZ MEDIO 1de1
B2.03-a	PLANIALTIMETRIA MARQUEZ SUPERIOR
B2.03-b	PERFILES TRANSVERSALES MARQUEZ SUPERIOR 1de1
B2.04-a	PLANIALTIMETRIA PASO PUNTA AMARILLA
B2.04-b	PERFILES TRANSVERSALES PASO PUNTA AMARILLA 1de1
B2.05	PLANIALTIMETRIA Y PERFILES PASO PUNTA CABALLO
B2.06-a	PLANIALTIMETRIA TRES CRUCES
B2.06-b	PERFILES TRANSVERSALES TRES CRUCES 1de2
B2.06-b	PERFILES TRANSVERSALES TRES CRUCES 2de2
B2.07-a	PLANIALTIMETRIA FILOMENA INFERIOR
B2.07-b	PERFILES TRANSVERSALES FILOMENA INFERIOR 1de1
B2.08-a	PLANIALTIMETRIA FILOMENA MEDIO
B2.08-b	PERFILES TRANSVERSALES FILOMENA MEDIO 1de2
B2.08-b	PERFILES TRANSVERSALES FILOMENA MEDIO 2de2
B2.09	PLANIALTIMETRIA Y PERFILES FILOMENA SUPERIOR
B2.10-a	PLANIALTIMETRIA EL BURRO
B2.10-b	PERFILES TRANSVERSALES EL BURRO
B2.11-a	PLANIALTIMETRIA BONFIGLIO
B2.11-b	PERFILES TRANSVERSALES BONFIGLIO

B2.12-a	PLANIALTIMETRIA ROMAN
B2.12-b	PERFILES TRANSVERSALES ROMAN 1de2
B2.12-b	PERFILES TRANSVERSALES ROMAN 2de2
B2.13-a	PLANIALTIMETRIA MONTAÑA
B2.13-b	PERFILES TRANSVERSALES MONTAÑA 1de2
B2.13-b	PERFILES TRANSVERSALES MONTAÑA 2de2
B2.14-a	PLANIALTIMETRIA ALTOS BAJOS 1de2
B2.14-a	PLANIALTIMETRIA ALTOS BAJOS 2de2
B2.14-b	PERFILES TRANSVERSALES ALTOS BAJOS 1de3
B2.14-b	PERFILES TRANSVERSALES ALTOS BAJOS 2de3
B2.14-b	PERFILES TRANSVERSALES ALTOS BAJOS 3de3
B2.15-a	PLANIALTIMETRIA GARIBALDI
B2.15-b	PERFILES TRANSVERSALES GARIBALDI
B2.16-a	PLANIALTIMETRIA ARROYO NEGRO
B2.16-b	PERFILES TRANSVERSALES ARROYO NEGRO 1de2
B2.16-b	PERFILES TRANSVERSALES ARROYO NEGRO 2de2
B2.17-a	PLANIALTIMETRIA PUERTO CONCEPCION
B2.17-b	PERFILES TRANSVERSALES PUERTO CONCEPCION 1de2
B2.17-b	PERFILES TRANSVERSALES PUERTO CONCEPCION 2de2
B2.18-a	PLANIALTIMETRIA ALMIRON CHICO
B2.18-b	PERFILES TRANSVERSALES ALMIRON CHICO 1de1
B2.19-a	PLANIALTIMETRIA ALMIRON GRANDE
B2.19-b	PERFILES TRANSVERSALES ALMIRON GRANDE 1de1
B2.20-a	PLANIALTIMETRIA URQUIZA
B2.20-b	PERFILES TRANSVERSALES URQUIZA 1de2
B2.20-b	PERFILES TRANSVERSALES URQUIZA 2de2
B2.21-a	PLANIALTIMETRIA CASABLANCA
B2.21-b	PERFILES TRANSVERSALES CASABLANCA 1de2
B2.21-b	PERFILES TRANSVERSALES CASABLANCA 2de2

PLANOS B3: Zonas de Dragado y Areas de Vertido [3 láminas]

PLANOS B4: Señalización Proyectada [3 láminas]



**“PROYECTO DE DRAGADO Y BALIZAMIENTO DEL RÍO URUGUAY DESDE EL KM 0 AL
KM 187,1, INCLUYENDO EL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE CONCEPCIÓN
DEL URUGUAY Y LOS CANALES ENTRE EL KM 187,1
Y EL KM 206,8 PUERTO DE PAYSANDÚ”.**

INFORME DE ETAPA 2

II. PROYECTO

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios integrales sobre navegabilidad del río Uruguay más recientes datan de los años 2002 y 2003. En aquella oportunidad estos estudios integrales que incluyen aspectos técnicos, económicos y sociales fueron ejecutados por el proyecto “Desarrollo Regional y Mejora de la Navegabilidad del Río Uruguay”, desarrollado por CARU, CTM SALTO GRANDE Y UNION EUROPEA.

En el año 2002 se desarrolló la Fase 1 de este proyecto la cual, respecto a los estudios de navegación, incluyó un relevamiento actualizado de todo el río, desde Nueva Palmira, hasta Santo Tomé. En dicha oportunidad se diseñaron y proyectaron, a nivel de prefactibilidad, canales de navegación para distintas confiabilidades, embarcaciones tipo y calados; dividiendo el tramo total en subtramos aptos para distintas embarcaciones y calados (Nueva Palmira-Concepción, Concepción-Paysandú, Paysandú-Salto, y Salto-Santo Tomé). Para el tramo Nueva Palmira-Concepción se proyectaron los canales de navegación contemplando como embarcación de diseño un buque Panamax con cargas parciales y variantes de profundidades contemplando calados de 22, 25 y 28 pies. En el tramo Concepción-Paysandú los diseños contemplados fueron buques madereros con calados variables de 15, 18, 20 y 25 pies. El estudio integral de todas estas alternativas (técnico, económico, ambiental y social), llevó a sugerir las dimensiones de canal más conveniente desde Nueva Palmira hasta Paso de los Libres.

En el año 2003 se ejecutó la Fase 2 de este proyecto. La misma consistió en desarrollar los anteproyectos de dragado (construcción y mantenimiento) y señalización, para la alternativa seleccionada en la Fase 1, subdividiendo el tramo total en los 4 subtramos de diferentes calados y embarcaciones tipo, mas arriba descriptos.

El tramo Nueva Palmira-Concepción, incluido en la presente licitación, se ha diseñado para la navegación de un Buque tipo Panamax, de 224 m de eslora y 32 m de manga con calados de 25 pies. Para el subtramo Concepción-Paysandú el proyecto de canal fue desarrollado para un buque oceánico de 190 m de eslora con calados de 19 pies.

En el año 2004, el Proyecto residual CARU-CTM SALTO GRANDE Y UNION EUROPEA, decidió incluir un estudio denominado “Mejoramiento Inmediato”, para el tramo Concepción-Salto. El mismo consistió en el diseño y correspondiente proyecto de dragado y balizamiento para un convoy de mínimas dimensiones (3 barcazas), contemplando para su construcción y mantenimiento equipos disponibles por la Subsecretaría de Puertos y Vías Navegables (RA) y boyas económicas de menores dimensiones.

Desde entonces y hasta la fecha se ejecutaron varios estudios y relevamientos de campo que permiten analizar la evolución morfológica que han tenido los diferentes pasos críticos, especialmente en el subtramo Nueva Palmira-Concepción.

En el antecedente del año 2003 (Fase 2 del Proyecto CARU/CTM/UE), se contemplaron, además de la traza usual del canal en aquel momento, dos variantes de cambios de trazado. Una de ellas reemplazando los pasos Filomena por el Canal del Burro, y la otra reemplazando los pasos Ñandubaysal y Abrigo por el brazo norte de la Isla Zapatero. El primer cambio de ruta resultaba conveniente, no así el segundo. Se realizaron los cálculos de volúmenes de material a extraer para cada uno de los 29 pasos que en aquel momento presentaba este tramo (incluyendo las trazas alternativas). Se contemplaron las revanchas bajo quilla, por efecto de dunas, y el correspondiente sobredragado adicional para alojar sedimentación entre mantenimientos. Se obtuvieron volúmenes de dragados de construcción de aproximadamente 7,8 millones de m³ de materiales sueltos y 150 mil m³ de materiales compactos. El volumen de mantenimiento anual se estimó en aproximadamente 2,8 millones de m³. Para cada obra de dragado (pasos de navegación) se seleccionó la ubicación más conveniente para el vertido del material extraído. El sistema de señalización se resolvió con la instalación de 114 boyas tipo II B metálicas.

1.1 ANÁLISIS CRÍTICO Y NECESIDADES DE COMPLEMENTACIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS EXISTENTES – CRITERIOS DE DISEÑO.

En la actualidad (año 2012), el trabajo realizado por el consorcio EIH SA - INCOCIV, consiste en una actualización y complementación de los proyectos desarrollados en la Fase 2 (año 2003) para los subtramos Punta Gorda-Concepción y Concepción-Paysandú, incluyendo además el canal de Acceso al Puerto de Concepción, en el primer tramo.

Como en todo río de llanura, los lugares con anchos de canal y profundidades determinantes, varían en su ubicación y dimensiones. En el mes de febrero de 2012, cuando se preparaba la correspondiente oferta de estudio, los pasos más críticos eran:

Tramo	Km.	Lugar Determinante	Progresiva Determinante	Ancho de Canal	Profundidad al Cero
Pta. Gorda al Pte. Gral. San Martín	0 al 105	Barrizal	88,600	80 m.	5,40 m.
Pte. Gral. San Martín a San Javier	105 al 165	Tres Cruces	119,700	80 m.	5,40 m.
San Javier a Concepción del Uruguay	165 al 187	Altos y Bajos Inferior	176,000	80 m.	5,70 m.
Concepción del Uruguay a Colón	187 al 220	Almirón Chico	195,700	60 m.	0,80 m.

No obstante, en toda hidrovía fluvial, trazada en un cauce natural cuyo lecho está fundamentalmente conformado por sedimentos sueltos, las condiciones morfológicas del río están continuamente cambiando. Por ello, es necesaria la actualización de los proyectos de dragado de construcción y mantenimiento, como así también del sistema de señalización. Conforme a las modificaciones del thalweg (zona más profunda) del río, cambia la traza del canal de navegación y por ende el diseño del mismo en sus diferentes pasos críticos.

Para realizar el presente trabajo, se consideró importante tener en cuenta el criterio de aprovechar al máximo las condiciones naturales que brinda este río. Ello consiste en hacer coincidir la traza del canal de navegación por las zonas naturalmente más profundas, y en el

caso de pasos críticos, buscar la manera de diseños de canal que, conservando maniobras seguras a la navegación, impliquen menores volúmenes de obras de dragado de construcción y mantenimiento.

Este criterio no solo busca minimizar costos sino además el impacto ambiental de las obras. Debido a la morfología natural continuamente cambiante de este río, se entiende que la alternativa de modificar la traza buscando siempre las mejores profundidades naturales será la solución económica y ambientalmente más conveniente.

Otro criterio importante que se ha tenido en cuenta es la adecuada ubicación del material extraído de los pasos críticos, ya sea para su construcción como para su mantenimiento. Se pretende que estos dragados no cumplan solo una función paliativa (quitar sistemáticamente el sedimento depositado por la corriente), sino además intentar una función correctiva (para que la corriente a futuro deposite menos sedimentos en ese paso), a través de la adecuada ubicación del material extraído.

Estos dos criterios de diseño contemplados simultáneamente en los proyectos de dragados realizados permitirán una hidrovía segura con menor intervención antrópica y por ende con impactos económicos y ambientales mínimos.

El tramo Punta Gorda-Concepción del Uruguay presenta a su vez 2 subtramos marcadamente diferentes, desde el punto de vista hidrosedimentológico de este río.

Desde Concepción del Uruguay hasta Fray Bentos el río presenta lechos de arenas (excepto en el paso Montaña donde se ha comprobado mediante cateos la presencia de suelos duros), y el cauce se subdivide en varios brazos que se entrecruzan generando diferentes posibilidades de traza del canal de navegación. La ruta navegable presenta numerosos pasos críticos con variaciones morfológicas continuas y consecuentes dragados de mantenimiento frecuentes.

Desde Fray Bentos hasta Punta Gorda las características hidrosedimentológicas del río Uruguay cambian notablemente. Desaparecen los cauces de arenas entrecruzados y con alta variabilidad morfológica temporal, para transformarse en un único cauce, muy ancho de gran sección y escasas velocidades de corriente, condiciones propicias para la depositación, además de arenas, fundamentalmente, de sedimentos finos (limos y arcillas) que obligan a dragados de mantenimiento importantes, pero en un menor número de pasos críticos.

En el tramo Concepción del Uruguay – Paysandú, los problemas de calado se presentan en la zona denominada Almirón – Casablanca. En dicho lugar existen tres alternativas de canal denominadas Almirón Grande y Almiró Chico, Casablanca, y Almirón Grande y Urquiza.

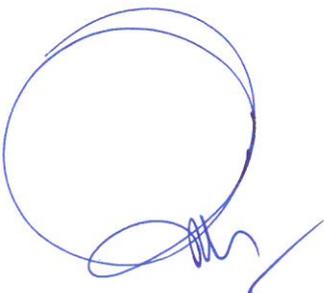
Para el proyecto de dragado realizado, en total acuerdo con los respectivos términos de referencia, este consorcio de consultoría ha desarrollado los siguientes lineamientos generales, que en el transcurso del presente informe se detallan más específicamente.

Se ha realizado una revisión crítica de los antecedentes disponibles, especialmente los resultados de la Fase 2 del Proyecto de CARU-CTM-UE, y contemplando todos los estudios de campo que se hallan realizado desde entonces a la fecha. Esto permitió obtener un diagnóstico actualizado a la fecha, y determinar los pasos críticos con mayores problemas y/o volúmenes de obras de dragado.

Posteriormente se realizaron mediciones y estudios de campo que permitieron definir la morfología detallada de cada paso de navegación, las condiciones hidrodinámicas y sedimentológicas en los mismos, y la posición y estado del sistema de señalización.

A tales efectos se realizaron relevamientos longitudinales generales de toda el canal, y posteriormente relevamientos batimétricos y mediciones hidráulicas y sedimentológicas detalladas en los pasos críticos más importantes, y sobre los cuales no se disponía de información catualizada.

En el caso de posibilidades de trazas alternativas se realizaron también los relevamientos longitudinales generales y detallados, más arriba descriptos. Todos estos trabajos y los resultados obtenidos se presentan en el ítem estudios de campo y laboratorio realizados.



2. EMBARCACIONES DE DISEÑO

2.1 DEFINICIÓN DE LAS EMBARCACIONES DE DISEÑO

Los estudios y proyectos realizados tuvieron en cuenta lo especificado en el punto 1.4 y 1.5 de los Términos de Referencia, en cuanto a la embarcación de diseño; es decir, aquella que define finalmente las magnitudes del canal necesario para lograr que el tránsito de la misma por el río, en el tramo en cuestión, pueda sortear en condiciones adecuadas de seguridad los obstáculos que hoy se presentan a la navegación.

En el tramo desde el Km 0 del Río Uruguay hasta el Km 187,1, incluido el canal de acceso al Puerto de Concepción el proyecto se realizó para un buque de diseño tipo Panamáx de dimensiones aproximadas 224 m de eslora, por 32 m de manga para navegar con 23 pies (7.01 m) de calado y 2 pies (0,61 m) de tolerancia, o revancha de seguridad bajo quilla. El ancho de canal en tramos rectos fue fijado por la CARU en 100 metros.

Para el tramo entre el Km 187,1 y Km 206,8 (Puerto de Paysandú) se utilizó para el diseño un buque fluvial navegando con 17 pies (5,18 m) de calado y 2 pies (0,61 m) de revancha bajo quilla. El ancho de canal en tramos rectos fue fijado por la CARU en 80 metros.

A los efectos de calcular los sobreanchos en curvas para el tramo Concepción del Uruguay – Paysandú fue necesario adoptar dimensiones de un buque tipo. Para ello, se consideraron las siguientes alternativas:

a) Teniendo en cuenta que los anchos de canal en tramos rectos se relacionan con la manga del buque de diseño, se puede determinar que en la ruta de 23 pies esta relación es $B/M = 100/32 = 3,125$. De esta manera la manga del buque tipo para el tramo de 17 pies resultaría $80/3,125 = 25,6$ metros. A partir de esta manga del buque de diseño, se presentarían dos opciones:

- Que el buque tipo de este tramo mantenga la relación Eslora/Manga de un Panamáx ($224/32 = 7$), con lo cual la eslora del buque tipo del tramo con 17 pies resultaría de ($25,6 \times 7 =$) 179,2 metros; ó
- Que el buque tipo tuviera la relación Eslora/Manga de un buque maderero de los más grandes que arribaran al Puerto de Concepción del Uruguay; el Thomas C, de 188 m de eslora y 32 m de manga, o sea $E/M = 188/32 = 5,875$. En este caso la eslora del buque tipo resultaría de ($25,6 \times 5,875 =$) 150,4 metros.

b) En el antecedente CARU/CTMSG-Union Europea (año 2003) para este tramo de ruta se adoptó como buque de diseño el Thomas C (mayor embarcación maderera arribada al Puerto de Concepción del Uruguay), cuya eslora es de 188 metros.

A los efectos de diseñar un canal de navegación manteniendo una postura conservativa, se considera adecuado que para los cálculos de los sobreanchos en curvas se adopte un buque de **190 m de eslora, en el tramo de 17 pies.**

Los buques petroleros que arriban al puerto de ANCAP son todos de menores dimensiones que el adoptado. Si se tratara de un convoy de barcazas tipo mississippi (11x60m), este canal resultaría seguro para un convoy de 9 barcazas (en formación de 3x3), ya que el calado requerido (10 pies) es sustancialmente menor al del canal dragado (17 pies). En el caso de barcazas tipo Paraná (15x80m) podrían navegar convoyes de 4 unidades (en formación 2x2).

3. DISEÑO DEL CANAL DE NAVEGACIÓN

3.1 ANÁLISIS DE LA PROFUNDIDAD DE DRAGADO EN LOS PASOS

3.1.1 Niveles de referencia o diseño del canal de navegación

Se realizaron análisis estadísticos de niveles diarios en los hidrómetros de Nueva Palmira, Fray Bentos, Boca Gauleguaychú, Campichuelo, Concepción del Uruguay, Paysandú y Colón. En el Anexo II-1 se presentan las series utilizadas y los resultados obtenidos del análisis de los niveles hidrométricos.

En base a este análisis se determinaron niveles superados durante el 90% del tiempo. Los mismos fueron adoptados para determinar las profundidades del canal proyectado. En la tabla siguiente se presentan los hidrómetros, su ubicación y nivel de diseño o referencia obtenido.

Hidrómetro	Progresiva (Km)	Nivel Referencia ó Diseño (m)
Nueva Palmira	4.1	0.55 (0.38*)
Boca Gauleguaychú	93.8	0.88
Campichuelo	160.6	0.91
Concepción del Uruguay	186.6	0.95
Paysandú	206.8	0.60
Colón	219.6	1.01

Aclaración *: Para utilizar los planos relevados por la DNVN, que están reducidos a un cero hidrométrico corregido de Nueva Palmira, con cota 17 cm por encima del real de la escala; ya sea para determinar profundidades como para calcular volúmenes, se hace necesario contemplar como NR en Nueva Palmira el valor de 0.38 en vez de 0.55.

A partir de estos niveles de diseño adoptados en cada uno de los hidrómetros, se determinaron los niveles de diseño en cada uno de los pasos críticos, de los dos tramos. En la planilla del Anexo II, que más abajo se incluye, se presentan los valores obtenidos, según el sistema de referencia utilizado.

El sistema de referencia utilizado para el proyecto se determina en base a los niveles de diseño (Niveles de Referencia - NR) de Nueva Palmira (0.38), Boca Gauleguaychú (0.88), Campichuelo (0.91), Concepción del Uruguay (0.95) y Colón (1.01). Teniendo en cuenta la posición (progresiva) de cada paso crítico se determinaron los niveles de diseño referidos a los valores de NR interpolados de cada paso, contemplando estos mismos cinco hidrómetros. Para ello se ha realizado una interpolación lineal entre los dos hidrómetros (el de aguas arriba, y el de aguas abajo) entre los que queda ubicado cada paso, contemplando las progresivas de los dos hidrometros extremos y la del paso correspondiente. En la columna 1 de la Planilla Anexo II se detallan los valores obtenidos (redondeados al centímetro) en cada paso.

3.1.2 Profundidades náuticas mínimas:

Para la determinación de la profundidad de dragado se consideró el calado de diseño con el que se pretende la navegación en cada tramo (23 pies entre Concepción del Uruguay y Nueva Palmira, y 17 pies entre Paysandú y Concepción del Uruguay), mas los valores que resultaron de la consideración de los márgenes de seguridad requeridos (2 pies, según pliegos de CARU), y las sobreprofundizaciones para absorber los efectos debidos a la presencia de dunas y las sedimentaciones esperadas entre sucesivos dragados de mantenimiento.

3.1.3 Sobreprofundidades por efecto dunas

Para la determinación de las sobreprofundidades por efecto de las dunas se contemplaron las mediciones realizadas en el presente trabajo y las facilitadas por CARU en los estudios antecedentes. En el caso de disponibilidad, se dio prioridad a las mediciones actuales (año 2012), por sobre los antecedentes; debido a que durante las mediciones de 2012 los niveles de agua permanecieron bajos y muy próximos a los niveles de referencia adoptados (90% superados serie 1980-2011).

Las sobreprofundidades o revanchas por dunas se calcularon como un 40% de las alturas medias de dunas adoptadas. Este valor surge de los coeficientes de forma medios que poseen las dunas, debido a lo cual las crestas de las mismas se sobreelevan un 40% de su altura, por sobre el nivel medio del lecho.

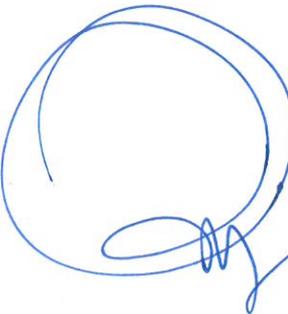
A los efectos de mantener coherencia con lo especificado en los Términos de Referencia, las planillas en las que se presentan los resultados se denominan de la misma manera que en aquel documento, es decir como Planillas Anexo II. En las mismas se presentan las alturas de dunas medias y correspondientes revanchas o sobreprofundidades por dunas adoptadas en cada paso.

En el acceso al Puerto de Concepción del Uruguay no se incluyó sobreprofundidad por dunas debido a que en los relevamientos de campo de esta zona no se observaron formas de fondo de dimensiones significativas.

3.1.4 Sobreprofundidades para sedimentaciones entre mantenimientos

Para adoptar sobreprofundidades, capaces de alojar las sedimentaciones entre mantenimientos, se siguió el siguiente criterio:

- Se determinaron las profundidades libres necesarias en cada paso.
- Se estimaron valores medios de profundidades mínimas actuales en cada paso.
- Por diferencia entre ambas se calcularon alturas de corte (sin mantenimientos).
- Se calcularon espesores de sedimentación equivalentes a 1/3 de estas alturas de corte.
- En base a estos calculos, se determinaron las sobreprofundidades por sedimentación, las cuales se adoptaron variables entre 1 pie (pasos con bajas alturas de corte y consecuentes tasas de sedimentación bajas) y 3 pies (pasos con elevadas alturas de corte y consecuentes tasas de sedimentación altas esperadas).



En el momento de adoptar valores de sobreprofundidades por sedimentación, para el proyecto de construcción del canal, no se disponía de resultados definitivos de la modelación matemática sobre sedimentación en los pasos. La manera de resolverlo ha sido contemplando preliminarmente valores de sobreprofundidades relacionadas con las alturas de corte necesarias para lograr el calado deseado. A tales fines se adoptaron sobreprofundidades equivalentes a 1/3 (aprox 30%) de las alturas de corte necesarias al momento del relevamiento de cada paso. Esta manera práctica de resolver el problema es habitual cuando se construye por primera vez un canal más profundo, y es también similar al criterio utilizado en los antecedentes del año 2003 (CARU/CTMSG – UNION EUROPEA). Se destaca que una vez construido el canal, la experiencia en mantenerlo año a año irá brindando mayores fundamentos para corregir esta sobreprofundidad inicialmente adoptada. Por otra parte, corresponde tener en cuenta además que las sedimentaciones medias esperadas (resultados de la modelación) son valores medios de mantenimiento. No hay forma de predecir con certeza como será el primer año hidrológico del río luego de la construcción del canal (estiaje, medio, creciente, combinaciones varias, etc.), y en consecuencia los volúmenes de mantenimiento reales

esperados de cada paso (a contemplar en la construcción del canal), ante esa incierta condición hidrológica particular.

No se han realizado mediciones de sedimentación en el río. Por otra parte, la información histórica de volúmenes de mantenimiento disponible no está detallada por paso y año. Tampoco se dispone de información que explicita las profundidades efectivas que se mantenían.

Las sobreprofundidades por sedimentación adoptadas resultan así con un margen adecuado frente a las sedimentaciones medias determinadas en el estudio, quedando un margen disponible ante la variabilidad de la sedimentación y otros factores.

En la planilla denominada Anexo II se presentan los valores obtenidos. Una vez construido el canal, con estas sobreprofundidades para sedimentación, la práctica habitual de controles que se efectúe guiará, con mejores fundamentos, las sobreprofundidades para sedimentación a contemplar en los sucesivos dragados de mantenimiento.

Los pasos Montaña Inferior, Montaña/San Genaro, San Genaro Superior, San Lorenzo y Punta Amarilla Inferior, no tienen incorporado sobredragado por sedimentación debido a que en las condiciones de proyecto adoptadas no resultan pasos críticos; es decir, las profundidades naturales disponibles permiten su navegación segura sin obras de dragado.

3.1.5 Sobredragado técnico:

Esta revancha de profundidad se suele utilizar en los cálculos de volúmenes para contemplar las imperfecciones propias del sistema de construcción del canal durante la obra. Suele denominarse también tolerancia técnica. Si bien el cortador, o boca de succión, de las dragas se posiciona correctamente como profundidad a partir de un nivel de agua, la variación continúa del mismo así como también maniobras propias de los equipos, generan una superficie o cota de fondo del canal dragado y finalizado con ciertas irregularidades.

Al respecto, cabe recordar que en la adopción del sobredragado técnico (o tolerancia de obra) intervienen un gran número de variables tales como: tipo de draga, producción de la misma, automatización del equipamiento, experiencia de operadores y tripulación, momento de la obra (condiciones del río y clima), tiempos de ejecución, etc. Además, el constructor deberá prever una revancha adicional para aportes de sedimentos del río. Por ejemplo, la inspección de obra se supone certificará el canal libre en un paso voluminoso y de gran extensión (como el caso de Altos y Bajos) de acuerdo a planos de proyecto en el momento de aceptar la obra. Los primeros subtramos dragados de este paso deberán construirse más profundos, para que luego de varias semanas (mientras se termina de dragar el resto de ese paso) la cota de fondo solicitada se cumpla, y no haya sido invadida por sedimentación. Esto hace que los volúmenes extra de dragado reales serán muy variables y en consecuencia es recomendable que sea un riesgo que debería asumir el contratista.

Además, si bien para el proyecto de construcción se han adoptado tipos genéricos de dragas, podrían presentarse como interesados, oferentes que propongan otros tipos y/o tamaños de dragas, y, obviamente, asegurando igualmente el resultado esperado de la obra. En tales casos los sobredragados extra, no solo por cuestiones técnicas y operativas, sino además preventivas de sedimentación durante el período de obra, serán diferentes para cada constructor.

En una primera alternativa, el hecho de contemplar una sobreprofundidad por dunas permite sugerir la no inclusión de un sobredragado técnico. En realidad, al contratista se le podría exigir una cota de fondo media igual a la cota objetivo, e incluso permitiendo irregularidades leves, pero, con la condición de que no dejase ningún punto del lecho 30 cm por encima de este nivel medio, según planos de proyecto. Esta irregularidad del fondo, consecuencia de la operación

de los equipos, que en algunos sectores tendría cotas levemente superiores y en otros inferiores, se podría asimilar a un sobredragado técnico. Esta postura no genera volúmenes de dragado extras ni afecta al objetivo de la obra, por cuanto inmediatamente **luego de construido** el canal, el mismo río en forma natural, a partir de las irregularidades, producto del dragado, generará formas de fondo (dunas) con crestas y valles por encima y debajo del nivel medio exigido a la obra. Esta irregularidad natural no generará problemas de calado porque ha sido prevista en el diseño (sobrepofundidad por dunas).

No obstante lo antes mencionado, y en cumplimiento de lo solicitado en los TdR de la consultoría, se han determinado los volúmenes correspondientes a un sobredragado técnico, los cuales deben considerarse por sobre los volúmenes de dragado de construcción correspondientes a la cota de proyecto determinada.

A tales fines se ha contemplado de manera general para todos los pasos críticos un sobredragado técnico de 30 cm en toda la superficie de la solera del canal que requiere dragados, según las condiciones de proyecto. En el punto 4.1 se explicitan los volúmenes extra generados por sobredragado técnico en cada uno de los pasos críticos de la ruta, y en el acceso al puerto de Concepción del Uruguay.

Estas consideraciones sobre volúmenes extra por sobredragado técnico o tolerancia de obra, son normalmente tenidas en cuenta también en los contratos de dragados por unidad de medida, en los cuales es habitual certificar el volumen removido incluyendo en el total aquel extraído por debajo de la profundidad mínima fijada en las especificaciones, según condiciones de proyecto, pero, limitado a un valor máximo, genéricamente denominado "tolerancia paga".

Las razones de esta modalidad estriba en que en general los comitentes, al igual que los contratistas, son contestes de que para asegurar la cota de fondo especificada, debe necesariamente bajarse al elemento de remoción del material de la draga (cortador, cabezal de succión, tubo de aspiración, etc) a una profundidad algo mayor (menor cota); por lo que si no se pactó en el contrato o pliego el pago limitado de este sobrevolumen, será el contratista u oferente quien lo deba incluir a su criterio o riesgo en el precio unitario cotizado.

El valor recomendado de 30cm es el que habitualmente se ha aplicado en la mayoría de los contratos de la modalidad mencionada, encarados por organismos y administraciones oficiales, privadas y no gubernamentales en nuestro país.

3.1.6 Cotas de dragado o profundidades de dragado **según proyecto.**

Es el resultado final del cálculo, y determina las cotas o profundidades de dragado en cada paso, referidas al cero local interpolado de cada paso. Este cero local interpolado, es el mismo sistema de referencia que poseen los relevamientos batimétricos de cada paso.

Las profundidades de dragado de construcción del canal se determinan en cada paso "colgando", o restando, de los niveles de diseño las siguientes dimensiones:

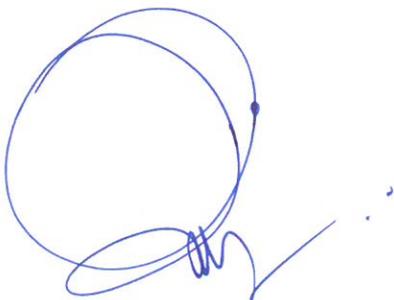
- Calados: 17 pies ó 23 piés para cada tramo de ruta.
- Revanchas por seguridad bajo quilla: 2 pies en ambos tramos.
- Revancha por efecto dunas: variables por paso.
- Sobrepofundidad o revancha por sedimentación: variable por paso.

Las profundidades de dragado así obtenidas han sido resumidas y se presentan en el formato que solicitan los Términos de Referencia del contrato (Planilla Anexo II).

En la misma se puede observar las profundidades de dragado con las cuales se han calculado los volúmenes de construcción del canal de navegación en los dos tramos. Las cotas de

dragado al cero local (última columna) están todas referidas al cero interpolado de cada paso. Los niveles de diseño para el tramo Concepción –Paysandú se determinaron con el mismo criterio que para el tramo Nueva Palmira – Concepción, es decir, para el tramo Concepción - Paysandú al cero local interpolado entre los hidrómetros de Colón y Concepción.

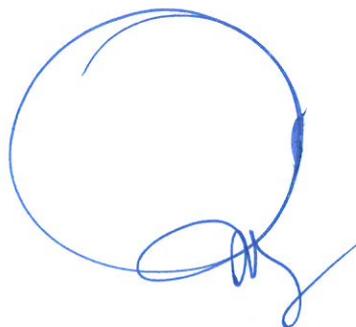
A solicitud del comitente, en las Planillas Anexo IIa, Anexo IIb y Anexo IIc, se presentan los valores de profundidades de corte menores, a intervalos de 0,50 m cada una, respecto a las originalmente calculadas (Anexo II).



PLANILLA ANEXO II

PLANILLA ANEXO II SEGÚN CONDICION DE PROYECTO (según TdR CARU)								
PASO	NIVEL DE DISEÑO (m)	CALADO NAVEGACIÓN (m)	REVANCHA BAJO QUILLA (m)	ALTURA MEDIA DUNAS (m)	REVANCHA POR DUNAS (m)	SOBRED. SEDIMENT. (m)	SOBRED. TECNICO (m)	COTAS DRAG AL CERO LOCAL (m)
Tramo Paysandú-Concepción								
ALMIRON GRANDE	0,97	5,18	0,61	0,50	0,20	0,61	0,30	-5,62
ALMIRON CHICO	0,97	5,18	0,61	0,70	0,28	0,91	0,30	-6,02
CASABLANCA	0,97	5,18	0,61	0,00	0,00	0,61	0,30	-5,43
URQUIZA	0,97	5,18	0,61	0,59	0,24	0,61	0,30	-5,67
Tramo Concepción-Punta Gorda								
ACCESO PUERTO CDU	0,95	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-6,98
ARROYO NEGRO SUPERIOR	0,95	7,02	0,61	1,31	0,52	0,76	0,30	-7,97
ARROYO NEGRO INFERIOR	0,95	7,02	0,61	1,31	0,52	0,76	0,30	-7,97
GARIBALDI SUPERIOR	0,94	7,02	0,61	0,69	0,28	0,61	0,30	-7,57
GARIBALDI INFERIOR	0,94	7,02	0,61	0,69	0,28	0,61	0,30	-7,57
ALTOS Y BAJOS SUPERIOR	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-7,64
ALTOS Y BAJOS MEDIO	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-7,64
ALTOS Y BAJOS INFERIOR	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-7,64
MONTAÑA SUPERIOR	0,92	7,02	0,61	1,12	0,45	0,46	0,30	-7,61
MONTAÑA INFERIOR	0,92	7,02	0,61	1,12	0,45	0,00	0,00	-7,16
MONTAÑA - SAN GENARO	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,00	0,00	-6,99
SAN GENARO SUPERIOR	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,00	0,00	-7,00
SAN GENARO INFERIOR	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,30	0,30	-7,30
BANCO GRANDE	0,91	7,02	0,61	1,46	0,58	0,46	0,30	-7,76
BONFIGLIO	0,90	7,02	0,61	0,76	0,30	0,30	0,30	-7,33
ROMAN	0,90	7,02	0,61	0,96	0,38	0,91	0,30	-8,02
BANCO FRANCÉS	0,90	7,02	0,61	0,85	0,34	0,30	0,30	-7,37
SAN LORENZO	0,90	7,02	0,61	0,54	0,22	0,00	0,00	-6,95
FILOMENA SUPERIOR	0,90	7,02	0,61	0,91	0,36	0,30	0,30	-7,40
FILOMENA MEDIO	0,90	7,02	0,61	0,96	0,38	0,30	0,30	-7,42
FILOMENA INFERIOR	0,89	7,02	0,61	0,44	0,18	0,30	0,30	-7,22
DEL BURRO	0,90	7,02	0,61	0,59	0,24	0,61	0,30	-7,58
TRES CRUCES	0,89	7,02	0,61	0,83	0,33	0,46	0,30	-7,53
ÑANDUBAIZAL	0,89	7,02	0,61	0,70	0,28	0,30	0,30	-7,33
ABRIGO	0,89	7,02	0,61	0,50	0,20	0,30	0,30	-7,28
BARRIZAL	0,85	7,02	0,61	0,50	0,20	0,30	0,30	-7,28
PUNTA CABALLOS	0,77	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-7,17
PUNTA AMARILLA SUPERIOR	0,64	7,02	0,61	0,80	0,32	0,30	0,30	-7,61
PUNTA AMARILLA INFERIOR	0,64	7,02	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	-6,99
MARQUEZ SUPERIOR	0,58	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-7,36
MARQUEZ MEDIO	0,57	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-7,37
MARQUEZ INFERIOR	0,55	7,02	0,61	0,00	0,00	0,46	0,30	-7,54

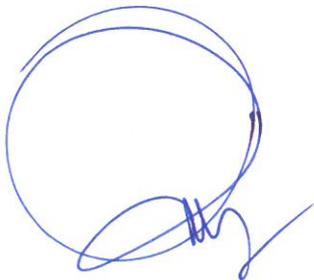
NOTA: Las cotas de dragado de todos los pasos corresponden a condiciones de proyecto y están referidas al cero hidrométrico interpolado de cada paso.



PLANILLA ANEXO II a

PLANILLA ANEXO II SEGÚN CONDICION DE PROYECTO MENOS 0,50 M (según TdR CARU)								
PASO	NIVEL DE DISEÑO (m)	CALADO NAVEGACIÓN (m)	REVANCHA BAJO QUILLA (m)	ALTURA MEDIA DUNAS (m)	REVANCHA POR DUNAS (m)	SOBRED. SEDIMENT. (m)	SOBRED. TECNICO (m)	COTAS DRAG AL CERO LOCAL (m)
Tramo Paysandú-Concepción								
ALMIRON GRANDE	0,97	5,18	0,61	0,50	0,20	0,61	0,30	-5,12
ALMIRON CHICO	0,97	5,18	0,61	0,70	0,28	0,91	0,30	-5,52
CASABLANCA	0,97	5,18	0,61	0,00	0,00	0,61	0,30	-4,93
URQUIZA	0,97	5,18	0,61	0,59	0,24	0,61	0,30	-5,17
Tramo Concepción-Punta Gorda								
ACCESO PUERTO CDU	0,95	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-6,48
ARROYO NEGRO SUPERIOR	0,95	7,02	0,61	1,31	0,52	0,76	0,30	-7,47
ARROYO NEGRO INFERIOR	0,95	7,02	0,61	1,31	0,52	0,76	0,30	-7,47
GARIBALDI SUPERIOR	0,94	7,02	0,61	0,69	0,28	0,61	0,30	-7,07
GARIBALDI INFERIOR	0,94	7,02	0,61	0,69	0,28	0,61	0,30	-7,07
ALTOS Y BAJOS SUPERIOR	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-7,14
ALTOS Y BAJOS MEDIO	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-7,14
ALTOS Y BAJOS INFERIOR	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-7,14
MONTAÑA SUPERIOR	0,92	7,02	0,61	1,12	0,45	0,46	0,30	-7,11
MONTAÑA INFERIOR	0,92	7,02	0,61	1,12	0,45	0,00	0,00	-6,66
MONTAÑA - SAN GENARO	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,00	0,00	-6,49
SAN GENARO SUPERIOR	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,00	0,00	-6,50
SAN GENARO INFERIOR	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,30	0,30	-6,80
BANCO GRANDE	0,91	7,02	0,61	1,46	0,58	0,46	0,30	-7,26
BONFIGLIO	0,90	7,02	0,61	0,76	0,30	0,30	0,30	-6,83
ROMAN	0,90	7,02	0,61	0,96	0,38	0,91	0,30	-7,52
BANCO FRANCES	0,90	7,02	0,61	0,85	0,34	0,30	0,30	-6,87
SAN LORENZO	0,90	7,02	0,61	0,54	0,22	0,00	0,00	-6,45
FILOMENA SUPERIOR	0,90	7,02	0,61	0,91	0,36	0,30	0,30	-6,90
FILOMENA MEDIO	0,90	7,02	0,61	0,96	0,38	0,30	0,30	-6,92
FILOMENA INFERIOR	0,89	7,02	0,61	0,44	0,18	0,30	0,30	-6,72
DEL BURRO	0,90	7,02	0,61	0,59	0,24	0,61	0,30	-7,08
TRES CRUCES	0,89	7,02	0,61	0,83	0,33	0,46	0,30	-7,03
NANDUBAIZAL	0,89	7,02	0,61	0,70	0,28	0,30	0,30	-6,83
ABRIGO	0,89	7,02	0,61	0,50	0,20	0,30	0,30	-6,75
BARRIZAL	0,85	7,02	0,61	0,50	0,20	0,30	0,30	-6,78
PUNTA CABALLOS	0,77	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-6,67
PUNTA AMARILLA SUPERIOR	0,64	7,02	0,61	0,80	0,32	0,30	0,30	-7,11
PUNTA AMARILLA INFERIOR	0,64	7,02	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	-6,49
MARQUEZ SUPERIOR	0,58	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-6,86
MARQUEZ MEDIO	0,57	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-6,87
MARQUEZ INFERIOR	0,55	7,02	0,61	0,00	0,00	0,46	0,30	-7,04

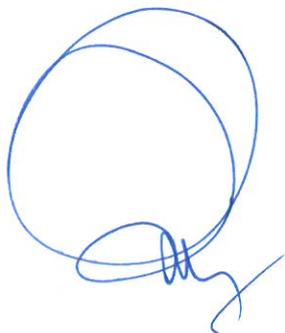
NOTA: Las cotas de dragado de todos los pasos corresponden a condiciones de proyecto y estan referidas al cero hidrometrico interpolado de cada paso.



PLANILLA ANEXO II b

PLANILLA ANEXO II SEGÚN CONDICION DE PROYECTO MENOS 1,0 M (según TdR CARU)								
PASO	NIVEL DE DISEÑO (m)	CALADO NAVEGACIÓN (m)	REVANCHA BAJO QUILLA (m)	ALTURA MEDIA DUNAS (m)	REVANCHA POR DUNAS (m)	SOBRED. SEDIMENT. (m)	SOBRED. TECNICO (m)	COTAS DRAG AL CERO LOCAL (m)
Tramo Paysandú-Concepción								
ALMIRON GRANDE	0,97	5,18	0,61	0,50	0,20	0,61	0,30	-4,62
ALMIRON CHICO	0,97	5,18	0,61	0,70	0,28	0,91	0,30	-5,02
CASABLANCA	0,97	5,18	0,61	0,00	0,00	0,61	0,30	-4,43
URQUIZA	0,97	5,18	0,61	0,59	0,24	0,61	0,30	-4,67
Tramo Concepción-Punta Gorda								
ACCESO PUERTO CDU	0,95	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-5,98
ARROYO NEGRO SUPERIOR	0,95	7,02	0,61	1,31	0,52	0,76	0,30	-6,97
ARROYO NEGRO INFERIOR	0,95	7,02	0,61	1,31	0,52	0,76	0,30	-6,97
GARIBALDI SUPERIOR	0,94	7,02	0,61	0,69	0,28	0,61	0,30	-6,57
GARIBALDI INFERIOR	0,94	7,02	0,61	0,69	0,28	0,61	0,30	-6,57
ALTOS Y BAJOS SUPERIOR	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-6,64
ALTOS Y BAJOS MEDIO	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-6,64
ALTOS Y BAJOS INFERIOR	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-6,64
MONTAÑA SUPERIOR	0,92	7,02	0,61	1,12	0,45	0,46	0,30	-6,61
MONTAÑA INFERIOR	0,92	7,02	0,61	1,12	0,45	0,00	0,00	-6,16
MONTAÑA - SAN GENARO	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,00	0,00	-5,99
SAN GENARO SUPERIOR	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,00	0,00	-6,00
SAN GENARO INFERIOR	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,30	0,30	-6,30
BANCO GRANDE	0,91	7,02	0,61	1,46	0,58	0,46	0,30	-6,76
BONFIGLIO	0,90	7,02	0,61	0,76	0,30	0,30	0,30	-6,33
ROMAN	0,90	7,02	0,61	0,96	0,38	0,91	0,30	-7,02
BANCO FRANCES	0,90	7,02	0,61	0,85	0,34	0,30	0,30	-6,37
SAN LORENZO	0,90	7,02	0,61	0,54	0,22	0,00	0,00	-5,95
FILOMENA SUPERIOR	0,90	7,02	0,61	0,91	0,36	0,30	0,30	-6,40
FILOMENA MEDIO	0,90	7,02	0,61	0,96	0,38	0,30	0,30	-6,42
FILOMENA INFERIOR	0,89	7,02	0,61	0,44	0,18	0,30	0,30	-6,22
DEL BURRO	0,90	7,02	0,61	0,59	0,24	0,61	0,30	-6,58
TRES CRUCES	0,89	7,02	0,61	0,83	0,33	0,46	0,30	-6,53
NANDUBAIZAL	0,89	7,02	0,61	0,70	0,28	0,30	0,30	-6,33
ABRIGO	0,89	7,02	0,61	0,50	0,20	0,30	0,30	-6,25
BARRIZAL	0,85	7,02	0,61	0,50	0,20	0,30	0,30	-6,28
PUNTA CABALLOS	0,77	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-6,17
PUNTA AMARILLA SUPERIOR	0,64	7,02	0,61	0,80	0,32	0,30	0,30	-6,61
PUNTA AMARILLA INFERIOR	0,64	7,02	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	-5,99
MARQUEZ SUPERIOR	0,58	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-6,36
MARQUEZ MEDIO	0,57	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-6,37
MARQUEZ INFERIOR	0,55	7,02	0,61	0,00	0,00	0,46	0,30	-6,54

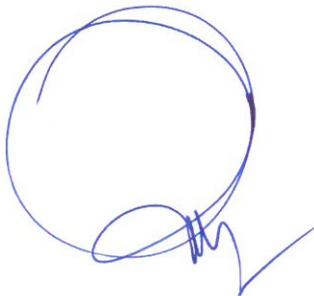
NOTA: Las cotas de dragado de todos los pasos corresponden a condiciones de proyecto y estan referidas al cero hidrometrico interpolado de cada paso.



PLANILLA ANEXO II c

PLANILLA ANEXO II SEGÚN CONDICION DE PROYECTO MENOS 1,5 M (según TdR CARU)								
PASO	NIVEL DE DISEÑO (m)	CALADO NAVEGACIÓN (m)	REVANCHA BAJO QUILLA (m)	ALTURA MEDIA DUNAS (m)	REVANCHA POR DUNAS (m)	SOBRED. SEDIMENT. (m)	SOBRED. TECNICO (m)	COTAS DRAG AL CERO LOCAL (m)
Tramo Paysandú-Concepción								
ALMIRON GRANDE	0,97	5,18	0,61	0,50	0,20	0,61	0,30	-4,12
ALMIRON CHICO	0,97	5,18	0,61	0,70	0,28	0,91	0,30	-4,52
CASABLANCA	0,97	5,18	0,61	0,00	0,00	0,61	0,30	-3,93
URQUIZA	0,97	5,18	0,61	0,59	0,24	0,61	0,30	-4,17
Tramo Concepción-Punta Gorda								
ACCESO PUERTO CDU	0,95	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-5,48
ARROYO NEGRO SUPERIOR	0,95	7,02	0,61	1,31	0,52	0,76	0,30	-6,47
ARROYO NEGRO INFERIOR	0,95	7,02	0,61	1,31	0,52	0,76	0,30	-6,47
GARIBALDI SUPERIOR	0,94	7,02	0,61	0,69	0,28	0,61	0,30	-6,07
GARIBALDI INFERIOR	0,94	7,02	0,61	0,69	0,28	0,61	0,30	-6,07
ALTOS Y BAJOS SUPERIOR	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-6,14
ALTOS Y BAJOS MEDIO	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-6,14
ALTOS Y BAJOS INFERIOR	0,94	7,02	0,61	0,85	0,34	0,61	0,30	-6,14
MONTAÑA SUPERIOR	0,92	7,02	0,61	1,12	0,45	0,46	0,30	-6,11
MONTAÑA INFERIOR	0,92	7,02	0,61	1,12	0,45	0,00	0,00	-5,66
MONTAÑA - SAN GENARO	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,00	0,00	-5,49
SAN GENARO SUPERIOR	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,00	0,00	-5,50
SAN GENARO INFERIOR	0,91	7,02	0,61	0,69	0,28	0,30	0,30	-5,80
BANCO GRANDE	0,91	7,02	0,61	1,46	0,58	0,46	0,30	-6,26
BONFIGLIO	0,90	7,02	0,61	0,76	0,30	0,30	0,30	-5,83
ROMAN	0,90	7,02	0,61	0,96	0,38	0,91	0,30	-6,52
BANCO FRANCES	0,90	7,02	0,61	0,85	0,34	0,30	0,30	-5,87
SAN LORENZO	0,90	7,02	0,61	0,54	0,22	0,00	0,00	-5,45
FILOMENA SUPERIOR	0,90	7,02	0,61	0,91	0,36	0,30	0,30	-5,90
FILOMENA MEDIO	0,90	7,02	0,61	0,96	0,38	0,30	0,30	-5,92
FILOMENA INFERIOR	0,89	7,02	0,61	0,44	0,18	0,30	0,30	-5,72
DEL BURRO	0,90	7,02	0,61	0,59	0,24	0,61	0,30	-6,08
TRES CRUCES	0,89	7,02	0,61	0,83	0,33	0,46	0,30	-6,03
ÑANDUBAIZAL	0,89	7,02	0,61	0,70	0,28	0,30	0,30	-5,83
ABRIGO	0,89	7,02	0,61	0,50	0,20	0,30	0,30	-5,75
BARRIZAL	0,85	7,02	0,61	0,50	0,20	0,30	0,30	-5,78
PUNTA CABALLOS	0,77	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-5,67
PUNTA AMARILLA SUPERIOR	0,64	7,02	0,61	0,80	0,32	0,30	0,30	-6,11
PUNTA AMARILLA INFERIOR	0,64	7,02	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	-5,49
MARQUEZ SUPERIOR	0,58	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-5,86
MARQUEZ MEDIO	0,57	7,02	0,61	0,00	0,00	0,30	0,30	-5,87
MARQUEZ INFERIOR	0,55	7,02	0,61	0,00	0,00	0,46	0,30	-6,04

NOTA: Las cotas de dragado de todos los pasos corresponden a condiciones de proyecto y estan referidas al cero hidrometrico interpolado de cada paso.



3.2 DISEÑO GENERAL DEL CANAL DE NAVEGACIÓN

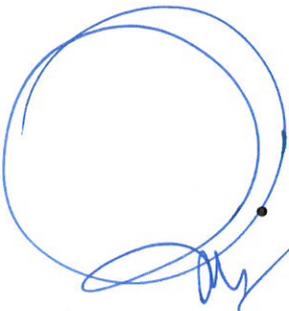
Definidas las embarcaciones de diseño para cada uno de los tramos involucrados en el presente trabajo, se procedió a desarrollar el diseño del canal de navegación, el que involucra la determinación de las dimensiones del mismo, tanto en tramos rectos como en curvas, resolviendo las particularidades correspondientes a cada uno de los pasos existentes.

A tales efectos se procedió de la siguiente manera:

- a) Se conformó una base planialtimétrica morfológica de los dos tramos de ruta de navegación utilizando la siguiente información:
 - Cartas de navegación del SOHMA.
 - Relevamiento general de la DNVN del año 2006.
 - Relevamientos detallados actualizados disponibles (año 2012) provistos por CARU que incluyeron los siguientes pasos críticos: Marquez Inferior, Marquez Medio, Marquez Superior, Punta Amarilla, Punta Caballos, Tres Cruces, Filomena Inferior, Filomena Superior, Almirón Chico y Almirón Grande.
 - Relevamientos detallados realizados por EIH-INCOCIV, durante Julio y Agosto de 2012, de los siguientes pasos críticos: Filomena Medio, El Burro, Bonfiglio, Roman, Montaña Superior, Altos y Bajos Inferior, Medio y Superior, Garibaldi, Arroyo Negro Inferior y Superior, Urquiza, Casablanca, y acceso al Puerto de Concepción del Uruguay.
 - Relevamientos longitudinales realizados por EIH-INCOCIV, durante Julio y Agosto de 2012, de los siguientes pasos críticos: Barrizal, Abrigo, Ñandubaizal, San Lorenzo, Banco Grande, Banco Frances, y San Genaro.
 - Señalización actualizada (año 2012) facilitada por CARU.
 - Ubicación actualizada (2012) de zonas de vaciaderos o depósitos de materiales dragados autorizadas por CARU.

Sobre esta información planialtimétrica integral se procedió a trazar el eje del canal de navegación. Este eje ha sido materializado mediante una poligonal con numerosos vértices (aproximadamente 100 para los dos tramos). Para ello se consideraron los siguientes criterios:

- A modo de referencia, se tuvieron en cuenta: la traza diseñada en el Proyecto CARU/CTMSG-Unión Europea (año 2003), la traza del año 2006 (DNVN), y la señalización actualizada (año 2012) facilitada por CARU.
- En los tramos entre pasos, se utilizó el criterio de llevar el eje por la zona más profunda natural disponible, intentando tramos rectos de la mayor longitud posible, con cambios de dirección suaves, ó quiebres de traza (vértices) de reducidos ángulos. Siempre que fue posible se utilizaron vértices con ángulos inferiores a 7° , de manera de no requerir luego el trazado de curvas. Solo en los casos en que estos diseños involucraban obras de dragado, se aumentaron los ángulos de los vértices, pero, lo mínimo necesario que permitiese minimizar volúmenes de dragados.
- En los tramos entre pasos, en los casos de vértices con ángulos mayores a 7° , se trazaron curvas con radios lo suficientemente extensos (inicialmente equivalentes a 10 esloras) para incluir sobreanchos mínimos. Solo en casos de que este diseño involucrara obras de dragado, se redujeron los radios lo mínimo posible hasta lograr,



aunque a expensas de aumentar los sobreeanchos, los menores volúmenes de dragados posibles.

- En los pasos críticos, el diseño del eje en planta fue el resultado de un proceso iterativo probando con diferentes longitudes de tramos rectos y combinaciones de ángulos y radios de curvas, de manera de minimizar obras de dragado.

En el plano B1.1 se puede observar en planta el resultado del diseño del canal de navegación obtenido para los dos tramos en estudio.

En la planilla que a continuación se presenta, se detallan las progresivas de canal, ubicación de vértices, ángulos y radios de curvas adoptados.





estudio de ingeniería hidráulica s.a.

Planilla eje canal de Navegacion

Ruta Troncal



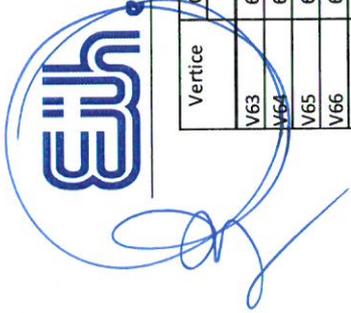
Vertice	Coordenadas (Gauss)		huso	Coordenadas (UTM)			Cos a	Angulo (°)	R (m)	E (m)	D (m)	distancia (km)	Prog. PC (km)	Prog. Vertice (km)	Prog. FC (km)	
	X(m)	Y(m)		E	S	S										
V0	6368390.27	6246577.38	21	368442.91	6246113.82											
V1	6367701.18	6249972.48	21	367754.10	6249507.56	0.99	5.9613					3.4629	3.463	3.463	3.463	3.463
V2	6367192.00	6255249.00	21	367245.12	6254781.97	1.00	2.9635					5.2989	8.762	8.762	8.762	8.762
V3	6366773.97	6264641.17	21	366827.26	6264170.38	0.99	6.3458					9.3977	18.160	18.160	18.160	18.160
V4	6367033.34	6268548.91	21	367086.53	6268076.56	0.92	22.8489	2300	0.46478	0.92		3.9148	21.610	22.074	22.527	22.527
V5	6366339.45	6270558.23	21	366392.91	6270085.08	1.00	1.2419					2.1249	24.187	24.187	24.187	24.187
V6	6365856.15	6272062.66	21	365909.81	6271588.91	0.94	20.4483	2300	0.41484	0.82		1.5795	25.352	25.766	26.172	26.172
V7	6365133.14	6272979.53	21	365187.09	6272505.41	1.00	3.9137					1.1672	26.925	26.925	26.925	26.925
V8	6364636.60	6273527.68	21	364690.75	6273053.34	0.99	7.3300	2300	0.14732	0.29		0.7393	27.517	27.664	27.811	27.811
V9	6363770.36	6274772.10	21	363824.85	6274297.26	0.97	14.4923	2300	0.29244	0.58		1.5156	28.887	29.179	29.469	29.469
V10	6363247.87	6276180.84	21	363302.57	6275705.44	0.99	7.5130					1.5019	30.678	30.678	30.678	30.678
V11	6362617.97	6278945.22	21	362672.92	6278468.71	1.00	1.2547					2.8341	33.512	33.512	33.512	33.512
V12	6362456.35	6279589.08	21	362511.37	6279112.31	0.94	20.6392	2300	0.41879	0.83		0.6636	33.757	34.176	34.585	34.585
V13	6361307.42	6281246.47	21	361362.90	6280769.04	0.86	30.5501	2300	0.62813	1.23		2.0159	35.554	36.183	36.781	36.781
V14	6361178.11	6283015.70	21	361233.64	6282537.56	0.76	40.9567	1000	0.37346	0.71		1.7732	37.552	37.926	38.267	38.267
V15	6362159.00	6284328.00	21	362214.14	6283849.34	1.00	3.8871					1.6377	39.532	39.532	39.532	39.532
V16	6363308.24	6285665.83	21	363362.92	6285186.63	1.00	0.4659					1.7630	41.294	41.294	41.294	41.294
V17	6365821.49	6288640.10	21	365875.16	6288159.71	0.89	27.1827	1500	0.36265	0.71		3.8924	44.824	45.187	45.536	45.536
V18	6366599.49	6292005.97	21	366652.85	6291524.24	1.00	5.3763					3.4532	48.626	48.626	48.626	48.626
V19	6366761.99	6293217.61	21	366815.29	6292735.39	0.93	21.8514	2300	0.44398	0.88		1.2220	49.404	49.848	50.282	50.282
V20	6366375.80	6294742.39	21	366429.25	6294259.56	1.00	3.0061					1.5723	51.410	51.410	51.410	51.410
V21	6366067.00	6296301.00	21	366120.57	6295817.55	1.00	3.2616					1.5883	52.998	52.998	52.998	52.998
V22	6365846.63	6297880.00	21	365900.29	6297395.92	0.93	21.3823	2300	0.43422	0.86		1.5937	54.158	54.592	55.016	55.016
V23	6366858.70	6302115.98	21	366911.96	6301630.20	0.99	6.1210					4.3535	58.935	58.935	58.935	58.935
V24	6367057.47	6303664.12	21	367110.65	6303177.72	0.98	10.1070	2300	0.20339	0.41		1.5602	60.292	60.495	60.698	60.698
V25	6367004.76	6304745.47	21	367057.96	6304258.64	0.99	6.4819					1.0822	61.577	61.577	61.577	61.577
V26	6366485.00	6307929.00	21	366538.41	6307440.90	0.70	45.8224	2300	0.97209	1.84		3.2244	63.829	64.801	65.668	65.668
V27	6368533.77	6310692.72	21	368586.36	6310203.51	1.00	2.7839					3.4389	68.135	68.135	68.135	68.135
V28	6369711.91	6312454.87	21	369764.03	6311964.96	0.91	24.2635	2300	0.49441	0.97		2.1189	69.760	70.254	70.734	70.734
V29	6370219.84	6315489.38	21	370271.75	6314998.25	1.00	2.0981					3.0755	73.315	73.315	73.315	73.315



estudio de ingeniería hidráulica s.a.



Vertice	Coordenadas (Gauss)		huso	Coordenadas (UTM)		Cos a	Angulo (°)	R (m)	E (m)	D (m)	distancia (km)	Prog. PC (km)	Prog. Vertice (km)	Prog. FC (km)
	X (m)	Y (m)		E	S									
V30	6370609.82	6317389.14	21	370661.58	6316897.25	0.92	22.3909	2300	0.45522	0.90	1.9386	74.798	75.253	75.697
V31	6370276.32	6319138.98	21	370328.21	6318646.39	0.94	19.7794	2300	0.40099	0.79	1.7806	76.621	77.022	77.415
V32	6368672.35	6321854.39	21	368724.88	6321360.72	0.81	35.9811	2300	0.74690	1.44	3.1525	79.420	80.167	80.864
V33	6368943.66	6324718.56	21	368996.08	6324223.74	0.99	7.9259	2300	0.15934	0.32	2.8758	82.834	82.993	83.152
V34	6368862.45	6326567.71	21	368914.91	6326072.15	0.98	11.5646	2300	0.23291	0.46	1.8502	84.610	84.843	85.074
V35	6369202.89	6328705.11	21	369255.21	6328208.70	0.91	24.6910	2300	0.50340	0.99	2.1635	86.501	87.005	87.493
V36	6370099.60	6330047.59	21	370151.56	6329550.64	1.00	4.8653				1.6138	88.603	88.603	88.603
V37	6370751.67	6330864.24	21	370803.37	6330366.96	1.00	4.9476				1.0446	89.648	89.648	89.648
V38	6372896.76	6334175.74	21	372986.55	6333645.63	0.98	12.0562	2300	0.24288	0.48	3.9390	93.344	93.587	93.828
V39	6374231.82	6335478.24	21	374310.91	6334937.35	0.95	18.3576	2300	0.37165	0.74	1.8500	95.063	95.435	95.800
V40	6376650.71	6336598.44	21	376700.05	6336098.87	0.94	20.2821	2300	0.41139	0.81	2.6565	97.674	98.085	98.488
V41	6382789.69	6337205.28	21	382836.57	6336705.47	0.99	6.9954	2300	0.14058	0.28	6.1664	104.102	104.243	104.383
V42	6383844.78	6337441.91	21	383891.24	6336942.00	0.96	16.3561	2300	0.33054	0.66	1.0809	104.993	105.323	105.649
V43	6385005.63	6338085.30	21	385051.63	6337585.14	1.00	4.0612				1.3267	106.646	106.646	106.646
V44	6387452.05	6339222.75	21	387497.07	6338722.13	0.99	8.7346	2300	0.17565	0.35	2.6968	109.167	109.342	109.517
V45	6389954.06	6339949.71	21	389998.08	6339448.80	0.97	15.0256	2300	0.30332	0.60	2.6044	111.643	111.946	112.246
V46	6391036.99	6340606.25	21	391080.58	6340105.08	0.90	25.4649	2300	0.51970	1.02	1.2659	112.689	113.209	113.711
V47	6393454.28	6344285.08	21	393496.90	6343782.44	0.83	33.4894	2300	0.69199	1.34	4.4002	116.900	117.592	118.244
V48	6394509.22	6344737.28	21	394551.42	6344234.46	0.98	10.1379	2300	0.20401	0.41	1.1473	118.495	118.699	118.902
V49	6395953.37	6345072.40	21	395994.99	6344569.44	0.84	32.5605	1200	0.35046	0.68	1.4819	119.830	120.180	120.512
V50	6396538.63	6345670.57	21	396580.01	6345167.37	1.00	2.9044				0.8365	120.998	120.998	120.998
V51	6398699.50	6348115.52	21	398740.02	6347611.34	0.67	48.1161	1500	0.66967	1.26	3.2617	123.590	124.259	124.849
V52	6398558.33	6349327.15	21	398598.91	6348822.49	1.00	4.2725				1.2193	125.399	125.399	125.399
V53	6398266.09	6350842.14	21	398306.78	6350336.87	0.99	9.2714	2300	0.18650	0.37	1.5423	126.755	126.941	127.127
V54	6398228.00	6352167.00	21	398268.71	6351661.20	0.96	15.7996	2300	0.31914	0.63	1.3249	127.946	128.265	128.580
V55	6398515.89	6353308.68	21	398556.48	6352802.43	0.50	60.2545	1000	0.58032	1.05	1.1769	128.858	129.438	129.910
V56	6396533.76	6355216.01	21	396575.15	6354708.99	0.92	23.3398	2300	0.47505	0.94	2.7497	131.604	132.079	132.541
V57	6396033.87	6356407.42	21	396075.46	6355899.93	0.99	9.7134	2300	0.19543	0.39	1.2915	133.162	133.357	133.552
V58	6395452.04	6358917.92	21	395493.86	6358409.42	0.97	15.1681	2300	0.30624	0.61	2.5760	135.626	135.932	136.235
V59	6395612.29	6363247.45	21	395654.05	6362737.22	0.98	10.6987	2300	0.21536	0.43	4.3308	140.044	140.260	140.474
V60	6395376.83	6364808.23	21	395418.68	6364297.38	0.95	17.8232	2300	0.36065	0.72	1.5778	141.475	141.836	142.191
V61	6394413.54	6366748.58	21	394455.77	6366236.95	1.00	5.4863	2300	0.11020	0.22	2.1654	143.886	143.996	144.106
V62	6393471.30	6369214.02	21	393513.91	6368701.40	0.86	30.2765	1063	0.28758	0.56	2.6383	146.346	146.634	146.908



estudio de ingeniería hidráulica s.a.



Vertice	Coordenadas (Gauss)		huso	Coordenadas (UTM)		Cos a	Angulo (°)	R (m)	E (m)	D (m)	distancia (km)	Prog. PC (km)	Prog. Vertice (km)	Prog. FC (km)
	X(m)	Y(m)		E	S									
V63	6393899.74	6371813.05	21	393942.18	6371299.39	0.95	18.9542	2300	0.38394	0.76	2.6331	148.870	149.253	149.630
V64	6393325.77	6375208.91	21	393368.44	6374693.90	0.95	18.6633	1500	0.24649	0.49	3.4426	152.443	152.689	152.931
V65	6392688.95	6376393.75	21	392731.87	6375878.26	0.98	12.1430	2300	0.24464	0.49	1.3446	153.785	154.029	154.272
V66	6392108.34	6378403.50	21	392151.50	6377887.21	0.97	13.3272	1500	0.17524	0.35	2.0911	155.943	156.119	156.292
V67	6392043.50	6379735.66	21	392086.68	6379218.84	0.99	6.8752				1.3332	157.450	157.450	157.450
V68	6392152.58	6381261.63	21	392195.72	6380744.20	0.99	6.3836				1.5293	158.979	158.979	158.979
V69	6392765.31	6384576.56	21	392808.20	6384057.80	0.90	25.8715	2300	0.52828	1.04	3.3697	161.821	162.349	162.859
V70	6392094.95	6387010.41	21	392138.11	6386490.68	0.99	7.9387	2300	0.15960	0.32	2.5235	164.695	164.855	165.014
V71	6391930.79	6388264.00	21	391974.02	6387743.76	0.99	7.4175	2300	0.14909	0.30	1.2638	165.969	166.118	166.267
V72	6391930.32	6388890.26	21	391973.55	6388369.77	0.95	18.8390	1500	0.24885	0.49	0.6260	166.495	166.744	166.988
V73	6392123.99	6389459.29	21	392167.14	6388938.58	0.85	31.6037	1000	0.28301	0.55	0.6008	167.057	167.340	167.608
V74	6391593.63	6391792.23	21	391636.99	6391270.58	0.97	14.1516	2300	0.28549	0.57	2.3915	169.431	169.717	170.000
V75	6391300.77	6392368.01	21	391344.25	6391846.13	0.93	21.9318	1500	0.29064	0.57	0.6457	170.069	170.360	170.643
V76	6391127.97	6394332.25	21	391171.52	6393809.59	1.00	1.9475				1.9710	172.324	172.324	172.324
V77	6391030.89	6396136.43	21	391074.48	6395613.05	0.89	26.8193	1500	0.35762	0.70	1.8061	173.772	174.130	174.474
V78	6390475.32	6397102.62	21	390519.13	6396578.85	0.92	22.9135	1500	0.30400	0.60	1.1141	174.927	175.231	175.527
V79	6389645.49	6397732.20	21	389689.63	6397208.18	0.95	17.5944	1000	0.15476	0.31	1.0412	176.109	176.264	176.416
V80	6389228.66	6398322.69	21	389272.97	6397798.43	0.92	22.8427	1500	0.30304	0.60	0.7225	176.681	176.984	177.279
V81	6388970.73	6399498.20	21	389015.14	6398973.47	0.97	14.5130	2300	0.29286	0.58	1.2030	177.886	178.179	178.469
V82	6389012.77	6400624.66	21	389057.16	6400099.48	0.91	25.1574	2300	0.51321	1.01	1.1268	178.789	179.303	179.799
V83	6387746.70	6403604.42	21	387791.60	6403078.05	0.96	15.5904	2300	0.31487	0.63	3.2363	182.207	182.522	182.833
V84	6387527.30	6405286.88	21	387572.29	6404759.84	1.00	4.4606	2300	0.08958	0.18	1.6960	184.125	184.214	184.304
V85	6387484.28	6406116.32	21	387529.29	6405588.94	0.93	21.8061	2300	0.44304	0.88	0.8302	184.601	185.045	185.477
V86	6386969.27	6407232.17	21	387014.48	6406704.35	1.00	4.3444				1.2285	186.262	186.262	186.262
V87	6386630.95	6408140.39	21	386676.30	6407612.20	0.83	33.4664	1600	0.48103	0.93	0.9688	186.750	187.231	187.685
V88	6387685.96	6412697.20	21	387730.89	6412167.19	1.00	4.2370				4.6755	191.879	191.879	191.879
V89	6388001.44	6414735.39	21	388046.24	6414204.57	0.91	24.9551	1600	0.35405	0.70	2.0616	193.587	193.941	194.284
V90	6388482.05	6415454.57	21	388526.66	6414923.46	0.85	32.1366	1000	0.28804	0.56	0.8646	194.506	194.794	195.067
V91	6388505.12	6416271.72	21	388549.72	6415740.28	1.00	1.8340				0.8171	195.596	195.596	195.596
V92	6388501.57	6417209.49	21	388546.17	6416677.68	0.99	6.6075				0.9374	196.533	196.533	196.533
V93	6388567.04	6417794.03	21	388611.61	6417261.98	0.89	27.6051	1600	0.39307	0.77	0.5880	196.728	197.121	197.499
V94	6389114.23	6418605.40	21	389158.58	6418073.03	0.99	6.6503				0.9782	198.084	198.084	198.084
V95	6389488.87	6419329.84	21	389533.07	6418797.18	0.75	41.4173	1600	0.60487	1.16	0.8153	198.295	198.900	199.451
V96	6392208.03	6420386.56	21	392251.15	6419853.48	0.94	19.5268	1600	0.27532	0.55	2.9161	201.487	201.763	202.033
V97	6394093.67	6422012.13	21	394136.03	6421478.40	0.96	16.1423	1600	0.22689	0.45	2.4886	204.019	204.246	204.470
V98	6395420.12	6424047.39	21	395461.95	6423512.84	1.00	1.4410				2.4284	206.671	206.671	206.671
V99	6396078.97	6425116.13	21	396120.54	6424581.15						1.2550	207.926	207.926	207.926



Alternativa El Burro

Vertice	Coordenadas (Gauss)		huso	Coordenadas (UTM)		Cos a	Angulo (°)	R (m)	E (m)	D (m)	distancia (km)	Prog. PC (km)	Prog. Vertice (km)	Prog. FC (km)
	X(m)	Y(m)		E	S									
V51	6398699.5	6348115.52	21	398740.016	6347611.35									124.287
B0	6398699.5	6348115.52	21	398740.016	6347611.35						0.0000	124.287	124.287	124.287
B1	6399408.22	6349669.48	21	399448.461	6349164.69	1.00	0.8559					124.287	124.287	124.287
B2	6400090.45	6351108.02	21	400130.416	6350602.65	0.99	8.9834	2300	0.18068	0.36	1.7073	125.994	125.994	125.994
B3	6400393.58	6352138.67	21	400433.422	6351632.89	0.93	21.2723	2300	0.43194	0.85	1.0739	127.405	127.585	127.765
B4	6400283.3	6353429.53	21	400223.185	6352923.23	1.00	2.4959					128.227	128.658	129.080
B5	6400174.56	6356037.82	21	400214.493	6355530.48	0.91	25.1314	2300	0.51267	1.01	2.6095	129.944	129.944	129.944
B6	6399420.34	6357485.52	21	399460.57	6356977.6	0.99	7.1220	2300	0.14313	0.29	1.6317	132.040	132.553	133.049
B7	6398867.99	6358284.99	21	398908.439	6357776.75	0.93	20.7884	2300	0.42189	0.83	0.9713	134.025	134.168	134.311
B8	6398013.34	6358873.93	21	398054.13	6358365.45	0.98	12.2375	2300	0.24656	0.49	1.0375	134.717	135.139	135.552
B9	6397066.49	6359262.91	21	397107.662	6358754.27	1.00	0.3754					135.921	136.168	136.412
B10	6396220.79	6359616.83	21	396262.301	6359108.05	0.80	36.8507	1500	0.49972	0.96	1.0232	137.189	137.189	137.189
B11	6395521.95	6360806.05	21	395563.74	6360296.79	0.84	32.5597	1500	0.43806	0.85	0.9164	137.606	138.105	138.570
V59	6395612.29	6363247.45	21	395654.05	6362737.22							139.011	139.449	139.864

Alternativa Roman

Vertice	Coordenadas		huso	Coordenadas		Cos a	Angulo (°)	R (m)	E (m)	D (m)	distancia (km)	Prog. PC (km)	Prog. Vertice (km)	Prog. FC (km)
	X(m)	Y(m)		E	S									
V60	6395376.83	6364808.23	21	395418.676	6364297.37									141.863
R0	6394950.47	6365667.03	21	394992.49	6365155.83	0.95	17.3290	2300	0.35049	0.70	0.9584	142.471	142.822	143.167
R1	6394710.47	6367169.91	21	394752.582	6366658.11	0.87	30.0407	1500	0.40250	0.79	1.5213	143.935	144.338	144.722
R2	6395119.43	6368237.11	21	395161.384	6367724.89	0.95	18.1440	2300	0.36725	0.73	1.1474	145.094	145.462	145.823
R3	6395159.52	6369049.91	21	395201.454	6368537.36	0.98	12.0362	2300	0.24247	0.48	0.8135	146.027	146.269	146.510
R4	6394998.64	6370041.79	21	395040.644	6369528.84	0.96	17.0228	1500	0.22448	0.45	1.0044	147.047	147.272	147.493
R5	6394518.74	6371015.55	21	394560.934	6370502.21	0.98	11.5823	2300	0.23327	0.46	1.0852	148.120	148.353	148.585
R6	6393899.74	6371813.05	21	393942.178	6371299.39	0.88	28.2243	2300	0.57824	1.13	1.0091	148.783	149.361	149.916
V64	6393325.77	6375208.91	21	393368.439	6374693.9									



estudio de ingeniería hidráulica s.a.



Alternativa Casablanca

Vertice	Coordenadas (Gauss)		huso	Coordenadas (UTM)		Cos a	Angulo (°)	R (m)	E (m)	D (m)	distancia (km)	Prog. PC (km)	Prog. Vertice (km)	Prog. FC (km)
	X(m)	Y(m)		E	S									
V87	6386630.95	6408140.39	21	386676.294	6407612.2									187.26
C0	6387573.34	6412210.78	21	387618.315	6411680.97	0.90	25.7916	1600	0.36633	0.72	4.1764	191.068	191.435	191.789
C1	6388267.48	6413073.27	21	388312.175	6412543.11	0.97	13.1019	1600	0.18374	0.37	1.1067	192.345	192.529	192.711
C2	6389083.48	6413712.43	21	389127.85	6413182.01	0.94	20.7131	1600	0.29240	0.58	1.0361	193.271	193.563	193.850
C3	6389833.16	6414949.51	21	389877.23	6414418.6	0.99	9.4258	1600	0.13191	0.26	1.4459	194.871	195.003	195.134
C4	6390443.45	6415660.49	21	390487.275	6415129.3	0.85	32.3041	800	0.23170	0.45	0.9366	195.707	195.939	196.158
C5	6391080.4	6415855.88	21	391123.97	6415324.61	0.59	53.7474	500	0.25338	0.47	0.6660	196.339	196.593	196.808
C6	6391315.25	6416530.32	21	391358.722	6415998.78	0.91	23.8504	1000	0.21119	0.42	0.7139	197.058	197.269	197.474
C7	6391183.86	6418145.07	21	391227.384	6417612.88	0.89	26.5040	1000	0.23551	0.46	1.6194	198.647	198.882	199.109
C8	6391753.74	6419566.13	21	391797.042	6419033.38	0.99	7.1219				1.5305	200.404	200.404	200.404
C9	6392208.03	6420386.56	21	392251.144	6419853.47						0.9374	201.342	201.342	201.342

Alternativa Urquiza

Vertice	Coordenadas (Gauss)		huso	Coordenadas (UTM)		Cos a	Angulo (°)	R (m)	E (m)	D (m)	distancia (km)	Prog. PC (km)	Prog. Vertice (km)	Prog. FC (km)
	X(m)	Y(m)		E	S									
V86	6387685.96	6412697.2	21	387730.887	6412167.19									191.906
U0	6387947.28	6414385.5	21	387992.1	6413854.82	0.87	29.7440	1600	0.42489	0.83	1.7077	193.189	193.614	194.020
U1	6387458.98	6415661.19	21	387503.996	6415129.99	0.86	30.6047	1000	0.27361	0.53	1.3654	194.687	194.960	195.221
U2	6387553.88	6416218.79	21	387598.862	6415687.37	0.96	15.3781	700	0.09451	0.19	0.5654	195.418	195.513	195.606
U3	6387830.32	6416810.6	21	387875.188	6416278.95	1.00	5.6533				0.6529	196.164	196.164	196.164
U4	6388152.8	6417353.91	21	388197.534	6416822.04	0.98	12.5749	1600	0.17629	0.35	0.6316	196.620	196.796	196.971
V93	6388567.04	6417794.03	21	388611.616	6417261.99	1.00	2.7201				0.6042	197.399	197.399	197.399
V94	6389162.87	6418490.54	21	389207.205	6417958.21									

Puerto Concepcion del Uruguay

Vertice	Coordenadas (Gauss)		huso	Coordenadas (UTM)		Cos a	Angulo (°)	R (m)	E (m)	D (m)	distancia (km)	Prog. PC (km)	Prog. Vertice (km)	Prog. FC (km)
	X(m)	Y(m)		E	S									
PC1	6386547.51	6407983.84	21	386592.894	6407455.72									3.460
PC2	6386600.31	6407320.51	21	386645.671	6406792.63	0.52	58.6222	1000	0.56143	1.02	0.6652	3.564	4.126	2.333
PC3	6385337.78	6406405.62	21	385383.65	6405878.13	0.67	48.1347	0	0.00000	0.00	1.5585	3.331	3.331	1.336
PC4	6385199.51	6405075.9	21	385245.427	6404548.93						1.3364	2.673	2.673	0.000

3.3 ESTUDIO DE SUELOS Y DETERMINACIÓN DE TALUDES DEL CANAL

En base a los muestreos de campo y estudios de laboratorio, tanto de los sedimentos superficiales como los resultantes de los cateos en profundidad, se analizaron las pendientes de los taludes laterales estables, en función del tipo de suelo. Para condiciones estáticas se obtuvieron los siguientes resultados (ver informe geotécnico):

Paso del Burro (Sondeos P₁ y P₂)

En estos sondeos arenosos se puede estimar el ángulo de fricción interna en 33° para condiciones de aguas quietas. No se observa ningún tipo de impedimento para la utilización de dragas.

En condiciones estáticas los taludes, en este tramo, pueden ser del orden de los 30° (1:1,8).

Paso Montaña (Sondeos P₄ y P₅)

En este tramo se encuentra suelo cementado, en algunos puntos constituye una roca sedimentaria: una arenisca blanda. Sobre ella se presenta un espesor de hasta 0,50m de rodados finos en una matriz arcillosa. P₄ es más duro y cementado que P₅.

En la zona representativa de P₄ se puede considerar que la resistencia a la compresión simple (que es muy variable), en el tramo menos cementado es decir el primer metro, está comprendida entre un valor de 10kg/cm² y 40 kg/cm²; y en el metro inferior entre 30kg/cm² y 60kg/cm².

En P₄, se pudo recuperar muestra como para hacer un triaxial el que dio una cohesión de 0,44kg/cm² y un ángulo de fricción interna de 17°. Téngase en cuenta que esta muestra fue obtenida en la parte media del sondeo. Con estos parámetros de corte se puede calcular que la resistencia a la compresión simple es 1,25kg/cm². Se considera que la muestra ensayada ha sido alterada y los valores reales de resistencia a la compresión simple resultarían superiores a este valor.

Se estima que los valores de compresión simple de estos suelos son superiores a los 5 kg/cm² e inferiores a los 20kg/cm².

Con estos materiales la estabilidad se obtiene hasta en cortes verticales o levemente inclinados; dada la heterogeneidad de la cementación se sugiere se consideren valores del orden de los 45° (1:1).

Sondeos P₆, P₇, P₈ y P₉

Son perfiles arenosos muy similares con densificación suelta los 2 primeros y medianamente densa más abajo.

Para P₆ y P₇ se le puede asignar un valor de ángulo de fricción interna de 28° y para proyectar se aconseja considerar un valor de 25° (1:2,2) el que deberá ser afectado por los coeficientes de minoración que correspondan dada la dinámica del escurrimiento.

P₈ y P₉ son mas densos y se les atribuye un valor de ángulo de fricción de 32° con dicho valor se puede considerar en el diseño de los taludes un valor de 28° (1:1,9).

Sondeo P₁₀

Este perfil presenta una arena levemente cementada, esto permitió tomar muestras como para realizar un triaxial: este ensayo dio un valor de cohesión de 0,23kg/cm² y un ángulo de fricción de 30°. Con estos valores el valor de la compresión simple es de 0,80kg/cm².

Dada la erraticidad de esta cementación se sugiere que se considere un valor para el talud que no sea superior al ángulo de fricción determinado: 30° (1:1,8).

Efectos dinámicos sobre los taludes

El transporte de sedimentos de fondo (arrastre) sobre un talud de arenas, hace que los granos a medida que se desplazan en el sentido de la corriente, por efectos gravitatorios, también se desplacen hacia la solera del canal. Este fenómeno modifica los taludes del canal dragado haciéndolos más tendidos (menor pendiente). Para evitar que el talud ingrese a la solera del canal durante la construcción del mismo, en la práctica ingenieril, es usual adoptar para el cálculo de los volúmenes de dragado de construcción un talud más tendido, generalmente del orden de 1:5 (aproximadamente 12°), para todos los pasos con materiales granulares sueltos en el lecho del río. Para el caso de los pasos Montaña y Casablanca, debido a la presencia de material cementado, se considera adecuado adoptar un talud para la construcción de 1:2 (aprox. 26°).

En el acceso al Puerto de Concepción del Uruguay se adoptaron taludes de 1:2 para los dragados de la rada de maniobras o zona de giro interior (donde prevalecen suelos cohesivos); y de 1:4 para el tramo intermedio del acceso, entre progresivas 1.300 m y 2.700 m, donde el material es arenoso pero con muy bajas velocidades de corriente y en consecuencia bajos efectos dinámicos en la conformación del talud.

Adicionalmente a esta precaución de talud más tendido, también suele adoptarse un sobreebanco técnico en la construcción de la solera del canal. Este sobreebanco técnico cumple con la doble función de contemplar las imperfecciones inevitables de obra (originadas por pequeños movimientos del equipo de dragado), y adicionalmente, generar mayor espacio para evitar que el transporte de los granos hacia el fondo (efecto dinámico más arriba descrito) afecten el ancho de la solera del canal proyectado.

Se considera adecuado adoptar un sobreebanco técnico de 3m sobre cada veril (rojo y verde) del canal proyectado y a construir, en todos los pasos.

3.4 DISEÑOS ESPECÍFICOS EN LOS PASOS

3.4.1 Sobreeanchos en Curvas

Para determinar los sobreeanchos en curvas se utilizó la metodología propuesta en la oferta del consorcio EIH-INCOCIV, es decir:

Las recomendaciones de PIANC - ENGINEER MANUAL EM 1110 - 2 -1611 (COE U.S.A.) Y PORTS AND WATERWAYS INSTITUTE LOUISIANA STATE U.S.A.

No obstante, luego de estos cálculos, también se recalcularon los sobreeanchos en curvas utilizando otras metodologías alternativas disponibles en el antecedente CARU/CTMSG-Unión Europea (2003), y en el manual "Hydraulic Design of Deep Draft Navigation Project" (USCOE, 2006). Las mismas se describen más abajo.

Por último, se realizó un análisis comparativo de resultados obtenidos y la adopción definitiva de los sobreeanchos incluidos en el proyecto.

1) Método propuesto en la oferta (METODO 1): ENGINEER MANUAL EM 1110 - 2 -1611 "Layout and Design of Shallow Draft Waterway" (COE U.S.A.) Y PORTS AND WATERWAYS INSTITUTE LOUISIANA STATE U.S.A

$$\Delta W = (\text{sen } \alpha_d * L) + B + 2C - A_r$$

Donde:

ΔW : sobreeancho por curva

α_d : ángulo máximo de deriva de la embarcación navegando hacia aguas abajo, condición más desfavorable.

L : Eslora de la embarcación

B : Manga de la embarcación

C : Espacio libre entre la embarcación y el límite del canal

A_r : Ancho en tramos rectos

El valor de α_d es función del radio de curvatura y de la eslora y manga del buque.

El Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos recomienda valores de los ángulos de deriva correspondientes a diferentes configuraciones de trenes de barcasas que habitualmente navegan las hidrovías del Mississippi. Estos valores surgieron de una numerosa serie de ensayos en modelos físicos llevados a cabo a tal fin. Los ensayos se realizaron para convoyes navegando, hacia aguas arriba y hacia aguas abajo, maniobrando en presencia de curvas con diferentes radios, ángulos y velocidades de corriente. Los resultados fueron sintetizados en gráficas de diseño, correspondientes a los diferentes trenes considerados y donde el ángulo de deriva " α " resulta ser una función de las variables antes mencionadas.

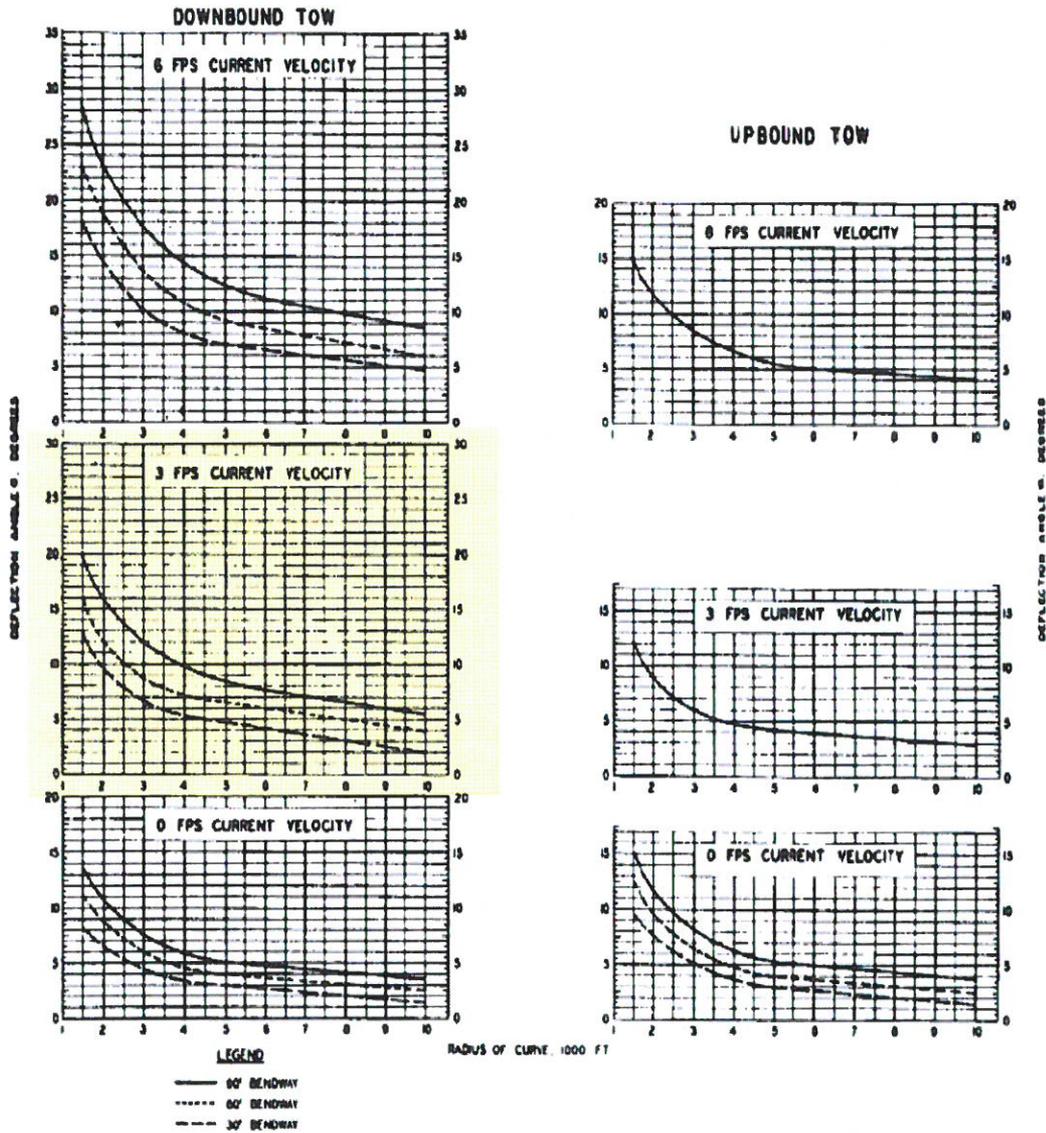
A los fines de este trabajo se seleccionaron las curvas (ver Figure 4-10, adjunta a continuación) correspondientes a un convoy de barcasas, navegando hacia aguas abajo, con las siguientes dimensiones.

Eslora: 183 m, más empujador (total 223 m)

Manga: 32 m

Calado: 8 pies

CRITERIO USCOE EM- 1110-2-1611



* Figure 4-10. Deflection angle for tows driving through bends forming uniform curves.
Tow size: 105 feet wide by 600 feet long, submerged 8 feet

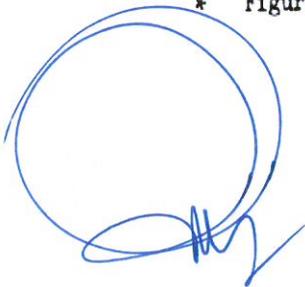
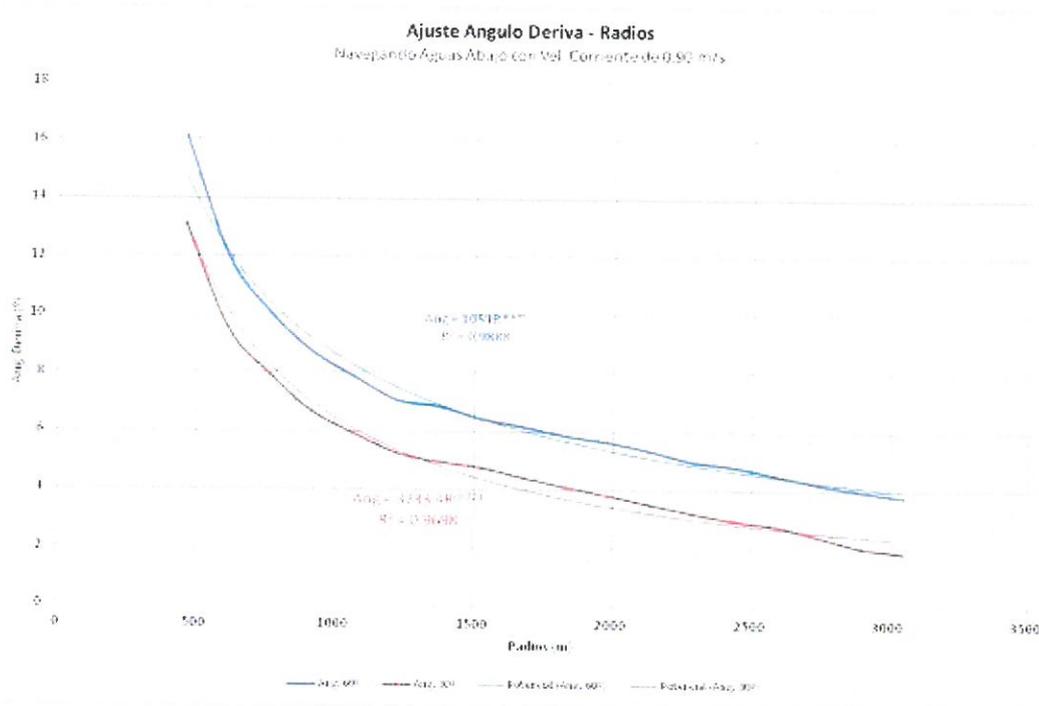


Figura1: Ajuste de curvas de figure 4-10



Se consideraron velocidades de corriente de 3 piés/seg y ángulos de curvas asignados conforme a opciones de 0°, 30° y 60°. Para realizar los cálculos se ajustaron funciones matemáticas a las gráficas provistas por el método (Ver Fig. 1).

2) Método alternativo (METODO 2): "Canadian Coast Guard"

Análisis mediante estudios en modelos físicos permitieron desarrollar una ecuación que evalúa el sobreecho en curvas. La expresión propuesta es la siguiente:

$$\Delta W = (0,9144 f V_s^2 L^2 F) / (R_t C_c S)$$

donde:

- ΔW : sobre ancho por curva (m)
- f : ángulo de la curva (grados)
- V_s : velocidad del buque relativa al fondo (nudos)
- L : eslora del buque
- C_c : coeficiente de maniobrabilidad (Bueno: 2)
- S : distancia no obstruida desde el puente del buque
- R_t : Radio de la curva (m)
- $F = 1$ para mano única

3) Método alternativo (METODO 3): Fórmula de Kiel

Es una expresión de cálculo ajustada empíricamente a partir de imágenes radar.

La ecuación propuesta para el sobreecho " Δw " es la siguiente:

$$\Delta w = L \operatorname{sen} \alpha + R - ((R + (2/3)L) (R - (2/3)L))^{0,5}$$

Donde:

R: radio de la curva

L: eslora del buque

α : ángulo de deriva

Para calcular el ángulo de deriva se emplearon tres metodologías alternativas:

- a) Modelación física de la Vuelta de San Antonio (Paraná de las Palmas) realizada por el Laboratorio de Hidráulica Aplicada (LHA - INA).

Dado que el presente caso tiene como embarcación de diseño un buque de ultramar, se consideró conveniente incorporar en el análisis comparativo la expresión resultante para el ángulo de deriva obtenida del estudio de navegación de la Vuelta de San Antonio. La ecuación de cálculo es la siguiente:

$$\alpha = 23,5^\circ - (19,5^\circ/2440) R$$

Donde *R* es el radio de la curva

- b) Fórmula INSA - Hartung:

Es una fórmula empírica para el cálculo del ángulo de deriva, la que se obtiene mediante la siguiente expresión.

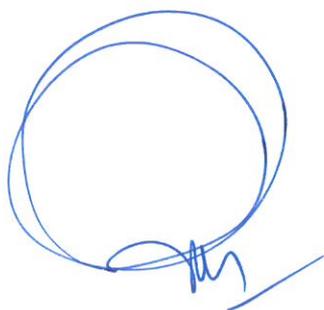
$$\alpha = \operatorname{arctg} \left(\frac{L}{2R - \left(\frac{L^2}{2R + B} \right)} \right)$$

Donde:

R: radio de curvatura

L: eslora de la embarcación

B: manga de la embarcación



c) Empleo de modelos físicos, es decir el mismo metodo que se utilizó para el METODO 1.

4) Método alternativo (METODO 4): Manual del U.S. Army Corps of Engineers EM 1110-2-1613 "HYDRAULIC DESIGN OF DEEP DRAFT NAVIGATION PROJECT" aprobado en Mayo de 2006.

Este método permite determinar el sobreebanco en curvas de un canal de navegación, para buques en general, en función de relaciones entre los radios de las curvas y la eslora del buque.

A partir de la figura 8.3 del manual EM 1110-2-1613 se determinan gráficamente los sobreebanco en curvas. A los efectos de agilizar el cálculo, dicha gráfica ha sido ajustada a una función matemática.

CRITERIO USCOE EM- 1110-2-1613 (figura 8.3 del manual)

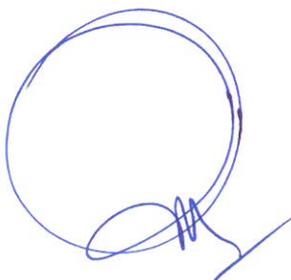
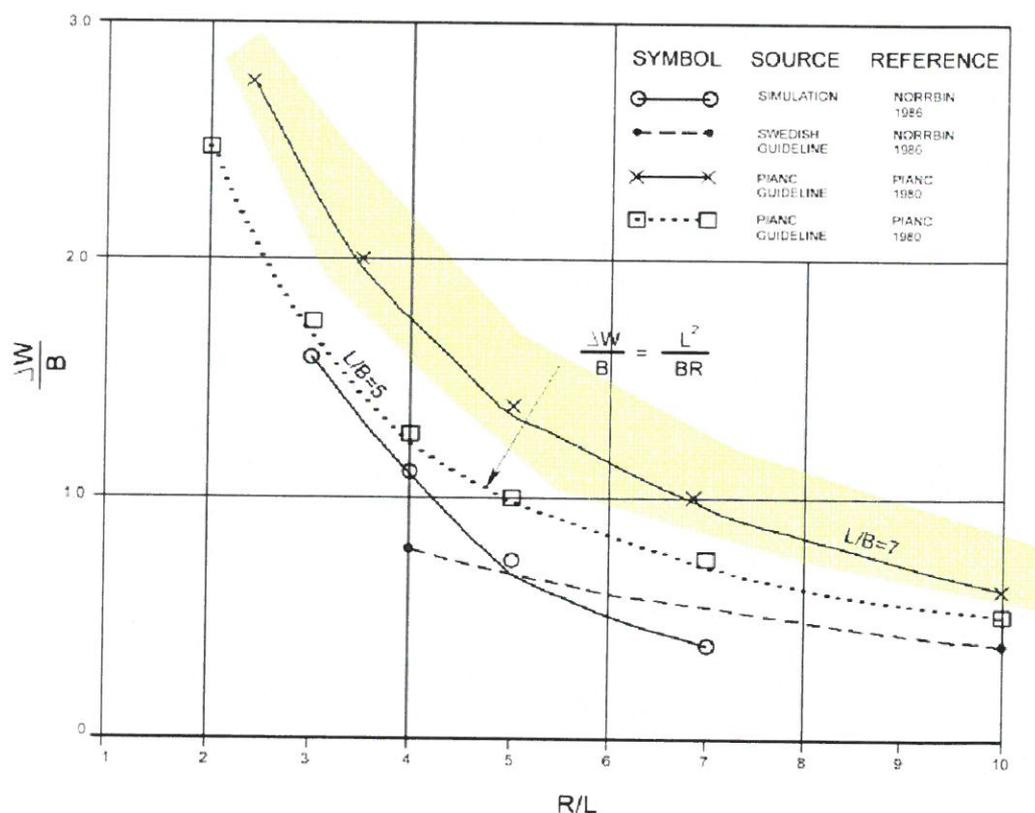
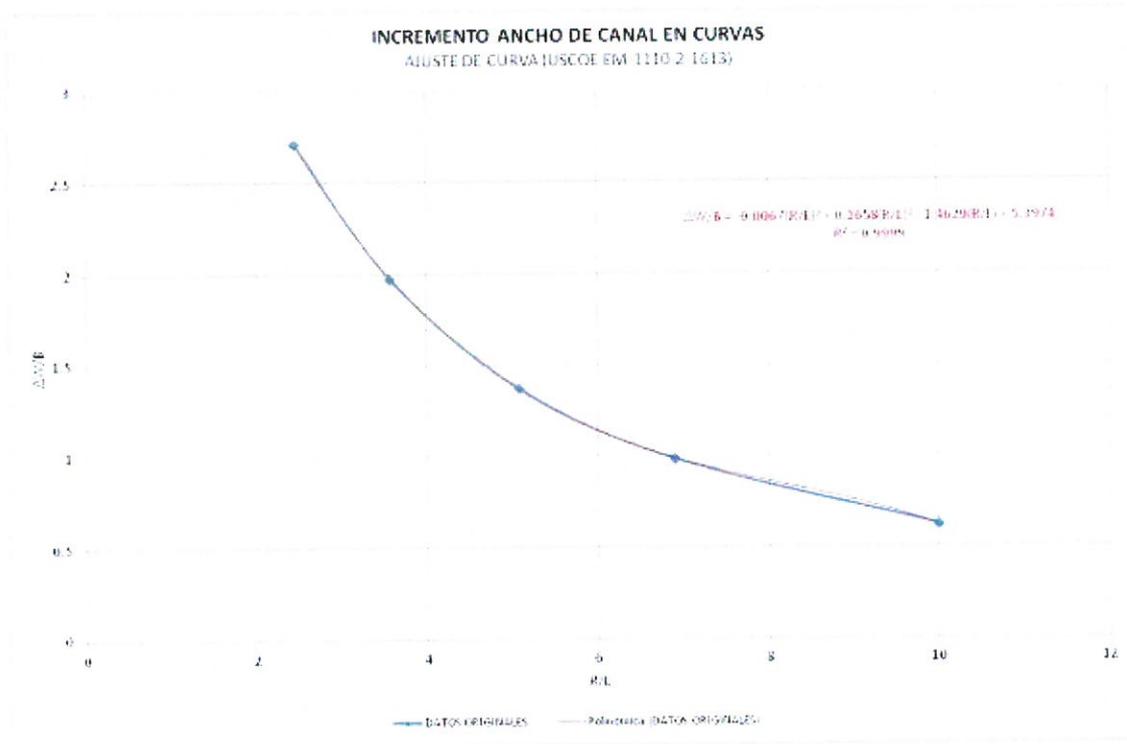


Figura 2: Ajuste de Curva USCOE



Mediante los 4 métodos más arriba descritos, en el caso del método 3 considerando además las variantes a), b) y c), se determinaron 6 valores de sobreamanchos; el propuesto en la oferta y otros 5 más de manera comparativa.

En la tabla que se adjunta a continuación se pueden observar los resultados obtenidos.

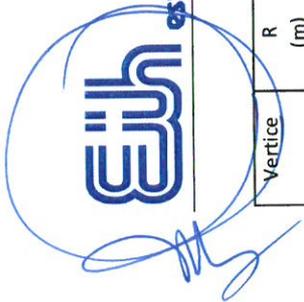
Las publicaciones y/o normas de referencia que se han aplicado son las siguientes:

- Canadian Waterways National, Manouvering Guidelines, www.ccg-gcc.gc.ca
- US Army Corps of Engineers, Hydraulic Design of Deep-Draft Navigation Projects, EM 1110-2-1613, www.usace.army.mil
- US Army Corps of Engineers, LAYOUT AND DESIGN OF SHALLOWDRAFT WATERWAYS, EM 1110-2-1611, www.usace.army.mil



Sobreanchos en Curvas

Vertice	R (m)	Ang (°)	Vel. Corr. (m/s)	Angulo deriva (°)			SOBRE ANCHOS (m)					R' (m)	E' (m)		
				LHA-INA	Hartung	Uscoe	Kiel		Canadian	USCOE	USCOE EM1110-2-1611 EM1110-2-1613			Se adopta	
							(LHA-INA)	(Hartung)							(Uscoe)
V0															
V1		5.96130													
V2		2.96347													
V3		6.34579													
V4	2300	22.84891	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	9.82	12.00	20.75	12.00	2893.89745	584.799104
V5		1.24194													
V6	2300	20.44829	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	8.79	12.00	20.75	12.00	3044.01534	549.030476
V7		3.91374													
V8	2300	7.33000	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	3.15	6.00	20.75	6.00	5229.97987	335.000206
V9	2300	14.49232	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	6.23	12.00	20.75	12.00	3791.1313	482.035608
V10	2300	7.51296	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	3.23	6.00	20.75	6.00	5086.65608	333.975732
V11		1.25467													
V12	2300	20.63920	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	8.87	12.00	20.75	12.00	3030.1309	551.740195
V13	2300	30.55006	0.90	5.11885246	2.86951089	4.84397474	25.64	16.63	24.54	13.13	19.42	20.75	19.42	2830.33742	772.968828
V14	1000	40.95671	0.90	15.5081967	6.64593038	8.64177025	73.32	38.44	46.38	40.50	34.56	51.86	34.56	1512.29526	564.774367
V15		3.88706													
V16		0.46594													
V17	1500	27.18266	0.90	11.5122951	4.40963504	4.43531504	53.76	25.54	25.64	17.92	17.79	33.61	17.79	2117.37292	511.908565
V18		5.37630													
V19	2300	21.85139	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	9.39	12.00	20.75	12.00	2950.29227	569.510289
V20		3.00613													
V21		3.26156													
V22	2300	21.38234	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	9.19	12.00	20.75	12.00	2979.57877	562.522907
V23		6.12099													
V24	2300	10.10696	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	4.35	6.00	20.75	6.00	3838.7296	339.456853
V25		6.48193													
V26	2300	45.82236	0.90	5.11885246	2.86951089	4.84397474	25.64	16.63	24.54	19.70	19.42	20.75	19.42	2526.76248	1067.93004
V27		2.78393													
V28	2300	24.26353	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	10.43	12.00	20.75	12.00	2825.53329	607.382108



estudio de ingeniería hidráulica s.a.



Vertice	R (m)	Ang (°)	Vel. Corr. (m/s)	Angulo deriva (°)		SOBRE ANCHOS (m)				R' (m)	E' (m)				
				LHA-INA	Hartung	Uscoe	Kiel		Canadian			USCOE			
							(LHA-INA)	(Hartung)				(Uscoe)	EM1110-2-1611	EM1110-2-1613	
															Se adopta
V29		2.09809													
V30	2300	22.39091	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	9.63	12.00	20.75	2918.85535	577.709713	
V31	2300	19.77942	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	8.50	12.00	20.75	3095.87359	539.744829	
V32	2300	35.98113	0.90	5.11885246	2.86951089	4.84397474	25.64	16.63	24.54	15.47	19.42	20.75	2677.80954	869.587858	
V33	2300	7.92588	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	3.41	6.00	20.75	4805.25293	332.89365	
V34	2300	11.56456	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	4.97	6.00	20.75	3474.10784	351.802372	
V35	2300	24.69099	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	10.61	12.00	20.75	2807.15146	614.394793	
V36		4.86531													
V37		4.94765													
V38	2300	12.05622	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	5.18	6.00	20.75	3379.89887	356.91921	
V39	2300	18.35755	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	7.89	12.00	20.75	3225.54441	521.1994	
V40	2300	20.28211	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	8.72	12.00	20.75	3056.42162	546.692804	
V41	2300	6.99544	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	3.01	6.00	20.75	5517.42535	337.240517	
V42	2300	16.35613	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	7.03	12.00	20.75	3468.5094	498.465619	
V43		4.06115													
V44	2300	8.73457	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	3.76	6.00	20.75	4361.9487	333.129072	
V45	2300	15.02560	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	6.46	12.00	20.75	3686.46685	486.171535	
V46	2300	25.46491	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	10.95	12.00	20.75	2776.19527	627.296706	
V47	2300	33.48936	0.90	5.11885246	2.86951089	4.84397474	25.64	16.63	24.54	14.40	19.42	20.75	2738.6167	823.954803	
V48	2300	10.13792	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	4.36	6.00	20.75	3829.31534	339.667054	
V49	1200	32.56046	0.90	13.9098361	5.52387381	7.61327908	65.13	31.98	40.31	26.83	30.47	42.45	1929.46026	563.492402	
V50		2.90445													
V51	1500	48.11615	0.90	11.5122951	4.40963504	6.51957508	53.76	25.54	33.97	31.72	26.11	33.61	1774.51195	792.221827	
V52		4.27248													
V53	2300	9.27136	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	3.99	6.00	20.75	4129.53223	334.843469	
V54	2300	15.79963	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	6.79	12.00	20.75	3552.99078	493.007762	
V55	1000	60.25446	0.90	15.5081967	6.64593038	8.64177025	73.32	38.44	46.38	59.58	34.56	51.86	1221.26623	708.720974	
V56	2300	23.33982	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	10.03	12.00	20.75	2868.76144	592.52221	
V57	2300	9.71343	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	4.18	6.00	20.75	3966.3483	337.018538	
V58	2300	15.16813	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	6.52	12.00	20.75	3660.34629	487.359398	
V59	2300	10.69869	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	4.60	6.00	20.75	3672.68869	343.896246	
V60	2300	17.82316	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	7.66	12.00	20.75	3282.48638	514.704638	
V61	2300	5.48635	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	2.36	6.00	20.75	7533.97109	360.983885	



estudio de ingeniería hidráulica s.a.



Vertice	R (m)	Ang (°)	Vel. Corr. (m/s)	Angulo deriva (°)		SOBRE ANCHOS (m)			R' (m)	E' (m)				
				LHA-INA	Hartung	Uscoe	Kiel				Canadian	USCOE EM1110-2-1611	USCOE EM1110-2-1613	Se adopta
							(LHA-INA)	(Hartung)						
V62	1063	30.27654	0.90	15.0047131	6.24593853	8.28251245	70.66	36.14	44.25	28.16	33.13	1984.64649	536.922456	
V63	2300	18.95424	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	8.15	12.00	3167.56861	528.770346	
V64	1500	18.66331	0.90	11.5122951	4.40963504	4.43531504	53.76	25.54	25.64	12.30	17.79	2826.25472	464.421552	
V65	2300	12.14299	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	5.22	6.00	3364.44954	357.86397	
V66	1500	13.32725	0.90	11.5122951	4.40963504	4.43531504	53.76	25.54	25.64	8.79	17.79	4115.13819	480.770334	
V67		6.87522												
V68		6.38362												
V69	2300	25.87152	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	11.12	12.00	2761.0329	634.176311	
V70	2300	7.93869	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	3.41	6.00	4797.15572	332.871716	
V71	2300	7.41753	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	3.19	6.00	5161.11418	334.548122	
V72	1500	18.83899	0.90	11.5122951	4.40963504	4.43531504	53.76	25.54	25.64	12.42	17.79	2816.96044	467.330807	
V73	1000	31.60366	0.90	15.5081967	6.64593038	8.64177025	73.32	38.44	46.38	31.25	34.56	1879.91984	532.029824	
V74	2300	14.15163	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	6.08	12.00	3863.62764	479.585168	
V75	1500	21.93175	0.90	11.5122951	4.40963504	4.43531504	53.76	25.54	25.64	14.46	17.79	2456.3256	475.944494	
V76		1.94751												
V77	1500	26.81931	0.90	11.5122951	4.40963504	4.43531504	53.76	25.54	25.64	17.68	17.79	2134.61884	508.919256	
V78	1500	22.91349	0.90	11.5122951	4.40963504	4.43531504	53.76	25.54	25.64	15.10	17.79	2374.89083	481.31136	
V79	1000	17.59441	0.90	15.5081967	6.64593038	6.44324319	73.32	38.44	37.64	17.40	25.81	3168.16523	490.300901	
V80	1500	22.84273	0.90	11.5122951	4.40963504	4.43531504	53.76	25.54	25.64	15.06	17.79	2380.41169	480.900099	
V81	2300	14.51297	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	6.24	12.00	3786.86141	482.186342	
V82	2300	25.15740	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	10.82	12.00	2788.15385	622.139393	
V83	2300	15.59041	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	6.70	12.00	3587.1163	491.069239	
V84	2300	4.46062	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	1.92	6.00	10220.4354	398.045002	
V85	2300	21.80611	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	9.37	12.00	2953.03681	568.830027	
V86		4.34441												
V87	1600	33.46639	0.90	10.7131148	2.86950262	6.2336057	33.30	11.57	20.93	20.68	17.37	2052.31695	617.022397	
V88		4.23697												
V89	1600	24.95508	0.90	10.7131148	2.86950262	4.17936228	33.30	11.57	15.22	15.42	11.66	2137.39583	472.97137	
V90	1000	32.13659	0.90	15.5081967	6.60286709	8.64177025	48.49	18.55	29.75	31.78	24.04	1664.1069	479.32351	
V91		1.83403												
V92		6.60750												
V93	1600	27.60514	0.90	10.7131148	2.86950262	4.17936228	33.30	11.57	15.22	17.06	11.66	2037.19116	500.480335	
V94		6.65035												
V95	1600	41.41731	0.90	10.7131148	2.86950262	6.2336057	33.30	11.57	20.93	25.60	17.37	1875.07235	708.856316	
V96	1600	19.52675	0.90	10.7131148	2.86950262	4.17936228	33.30	11.57	15.22	12.07	11.66	2484.5677	427.525073	
V97	1600	16.14226	0.90	10.7131148	2.86950262	4.17936228	33.30	11.57	15.22	9.98	11.66	2899.39887	411.15616	
V98		1.44099												
V99														



estudio de ingeniería hidráulica s.a.



Alternativa El Burro

Vertice	R (m)	Ang (°)	Vel. Corr. (m/s)	Angulo deriva (°)		SOBRE ANCHOS (m)			USCOE EM1110-2-1611	USCOE EM1110-2-1613	Se adopta	R' (m)	E' (m)		
				LHA-INA	Hartung	Uscoe	Kiel							Canadian	
							(LHA-INA)	(Hartung)							(Uscoe)
V51															
B0															
B1		0.85598													
B2	2300	8.98339	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	3.86	6.00	20.75	6.00	4247.55914	333.671333
B3	2300	21.27230	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	9.15	12.00	20.75	12.00	2986.44559	560.849851
B4		2.49590													
B5	2300	25.13147	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	10.80	12.00	20.75	12.00	2788.97863	621.661035
B6	2300	7.12188	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	3.06	6.00	20.75	6.00	5401.67274	336.1482
B7	2300	20.78846	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	8.94	12.00	20.75	12.00	3019.24124	553.821476
B8	2300	12.23745	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	5.26	6.00	20.75	6.00	3347.2111	358.820837
B9		0.37533													
B10	1500	36.85073	0.90	11.5122951	4.40963504	6.51957508	53.76	25.54	33.97	24.29	26.11	33.61	26.00	1981.17672	660.025745
B11	1500	32.55964	0.90	11.5122951	4.40963504	6.51957508	53.76	25.54	33.97	21.46	26.11	33.61	26.00	2122.44083	619.835364
V59															

Alternativa Roman

Vertice	R (m)	Ang (°)	Vel. Corr. (m/s)	Angulo deriva (°)		SOBRE ANCHOS (m)			USCOE EM1110-2-1611	USCOE EM1110-2-1613	Se adopta	R' (m)	E' (m)		
				LHA-INA	Hartung	Uscoe	Kiel							Canadian	
							(LHA-INA)	(Hartung)							(Uscoe)
V60															
R0	2300	17.32898	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	7.45	12.00	20.75	12.00	3339.46796	508.893569
R1	1500	30.04073	0.90	11.5122951	4.40963504	4.43531504	53.76	25.54	25.64	19.80	17.79	33.61	18.00	2008.83259	539.031747
R2	2300	18.14400	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	7.80	12.00	20.75	12.00	3247.30253	518.507245
R3	2300	12.03616	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	5.17	6.00	20.75	6.00	3382.69836	356.616043
R4	1500	17.02279	0.90	11.5122951	4.40963504	4.43531504	53.76	25.54	25.64	11.22	17.79	33.61	18.00	3116.34096	466.37511
R5	2300	11.58231	0.90	5.11885246	2.86951089	1.49597105	25.64	16.63	11.12	4.98	6.00	20.75	6.00	3469.61134	351.889903
R6	2300	28.22436	0.90	5.11885246	2.86951089	2.99194211	25.64	16.63	17.12	12.13	12.00	20.75	12.00	2685.61408	675.18812
V64															



Alternativa Casablanca

Vertice	R (m)	Ang (°)	Vel. Corr. (m/s)	Angulo deriva (°)		SOBRE ANCHOS (m)				R' (m)	E' (m)				
				LHA-INA	Hartung	Uscoe	Kiel		Canadian			USCOE EM1110-2-1611	USCOE EM1110-2-1613	Se adopta	
							(LHA-INA)	(Hartung)							(Uscoe)
V87															
C0	1600	25.79159	0.90	10.7131148	2.86950262	4.17936228	33.30	11.57	15.22	15.94	11.66	16.86	12.00	2063.7639	472.506847
C1	1600	13.10189	0.90	10.7131148	2.86950262	4.17936228	33.30	11.57	15.22	8.10	11.66	16.86	12.00	3425.89078	393.417832
C2	1600	20.71310	0.90	10.7131148	2.86950262	4.17936228	33.30	11.57	15.22	12.80	11.66	16.86	12.00	2324.55725	424.815207
C3	1600	9.42582	0.90	10.7131148	2.86950262	2.08968114	33.30	11.57	9.39	5.83	5.83	16.86	6.00	3368.55983	277.710935
C4	800	32.30407	0.90	17.1065574	5.76695023	10.0914872	54.21	23.22	35.18	39.93	28.04	36.15	28.00	1481.33996	429.025627
C5	500	53.74739	0.90	19.5040984	9.31884199	13.9900273	64.93	37.42	50.19	106.29	38.68	58.25	38.00	813.866301	412.429352
C6	1000	23.85039	0.90	15.5081967	4.60286709	6.44324319	48.49	18.55	23.66	23.58	17.96	28.47	18.00	1816.03188	383.533029
C7	1000	26.50390	0.90	15.5081967	4.60286709	6.44324319	48.49	18.55	23.66	26.21	17.96	28.47	18.00	1657.96262	390.458853
C8	1600	7.12194	0.90	10.7131148	2.86950262	2.08968114	33.30	11.57	9.39	4.40	5.83	16.86	6.00	4701.62111	292.586155
C9															

Alternativa Urquiza

Vertice	R (m)	Ang (°)	Vel. Corr. (m/s)	Angulo deriva (°)		SOBRE ANCHOS (m)				R' (m)	E' (m)				
				LHA-INA	Hartung	Uscoe	Kiel		Canadian			USCOE EM1110-2-1611	USCOE EM1110-2-1613	Se adopta	
							(LHA-INA)	(Hartung)							(Uscoe)
V86															
U0	1600	29.74396	0.90	10.7131148	2.86950262	4.17936228	33.30	11.57	15.22	18.38	11.66	16.86	12.00	1946.22463	516.83259
U1	1000	30.60477	0.90	15.5081967	4.60286709	8.64177025	48.49	18.55	29.75	30.26	24.04	28.47	24.00	1652.93799	452.267665
U2	700	15.37798	0.90	17.9057377	6.60373294	8.94889121	57.37	26.58	33.06	21.72	24.89	41.85	24.00	3345.30145	451.648999
U3		5.65330	0.90												
U4	1600	12.57480	0.90	10.7131148	2.86950262	2.08968114	33.30	11.57	9.39	7.77	5.83	16.86	6.00	2591.51101	285.529394
V93		2.72009	0.90												
V94															

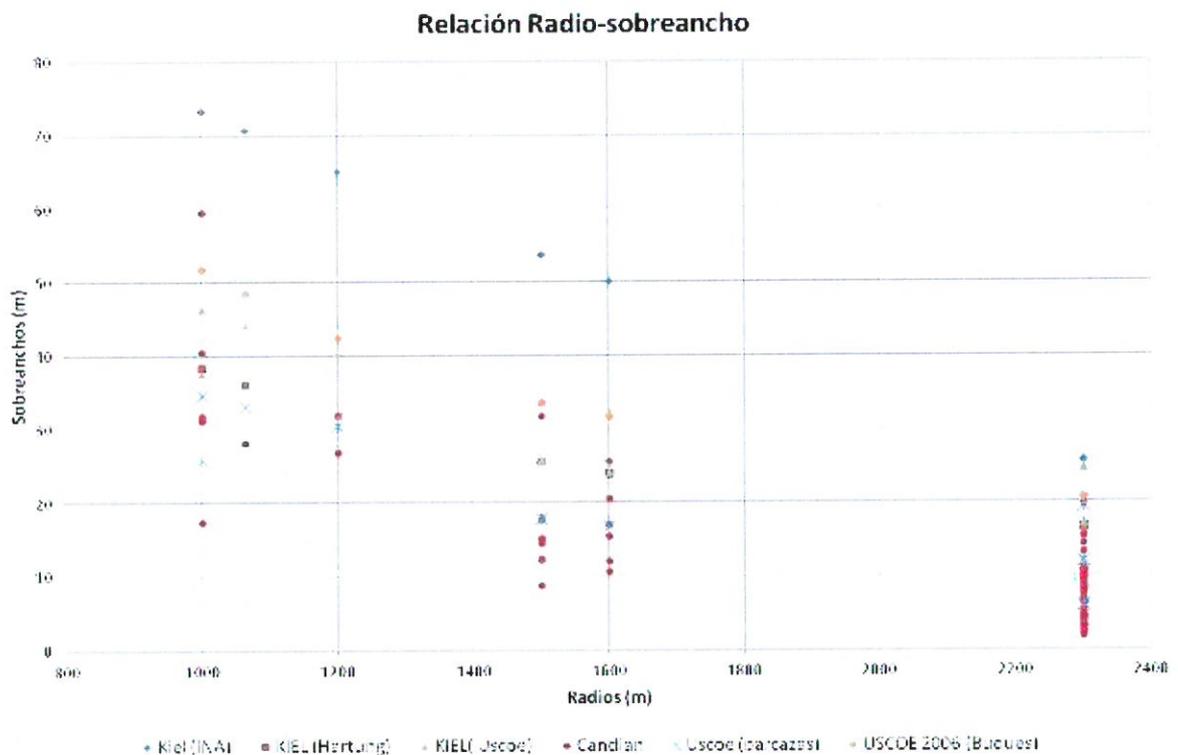
3.4.2 Análisis de resultados obtenidos para sobreeanchos en curvas.

En la Figura 3 se presenta un resumen de los resultados de los cálculos realizados y detallados en la tabla de más arriba.

Se ha graficado los sobreeanchos en función de los radios de curvas. Puede notarse que los resultados obtenidos con el metodo de Kiel (con angulo de deriva obtenido en la vuelta de San Antonio), método 3ª, se apartan notablemente del resto de los métodos analizados, sobreestimando los sobreeanchos.

En el caso del método 2 "Canadian Coast Guard", los valores son muy similares a los obtenidos con el método propuesto (Metodo 1 - MANUAL EM 1110 - 2 -1611).

Figura 3: Comparación de metodos de cálculo utilizados



En general, los métodos 3b, 3c y 4, presentan variaciones relativamente limitadas; por ejemplo, para los radios mayores adoptados (10 esloras) las variaciones de sobreeanchos entre estas 4 metodologías de cálculo van de 10 a 20 m; en el otro extremo, es decir en el caso de curvas de reducidos radios de giro (1.000 m) las variaciones van de 35 a 50 m.

Los valores obtenidos con la metodología propuesta resultan ubicados en la zona media inferior del gráfico comparativo (Fig B.1.4.4), minimizando volúmenes de obra.

Además, la metodología sugerida en la propuesta, presenta sobreeanchos seguros avalados por las experiencias y antecedentes de aplicación en la hidrovía del Mississippi (USCOE).

Se concluye que para el proyecto de dragado corresponde adoptar los sobreeanchos así obtenidos (Metodo 1 - MANUAL EM 1110 - 2 -1611). Los mismos, a diferencia de los demás considerados, contemplan como elementos del cálculo la velocidad de la corriente y el sentido de la navegación; variables consideradas de fundamental importancia en las maniobras de giro,

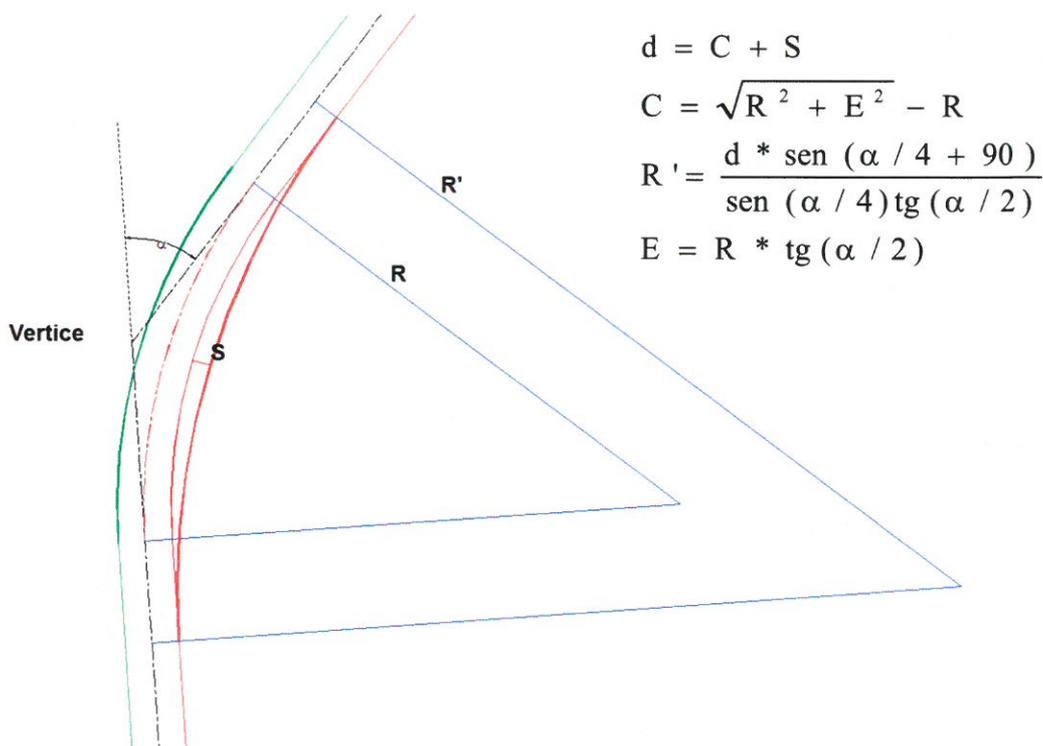
debido a su efecto sobre las derivas ocasionadas en los desplazamientos de las embarcaciones. Su adopción genera sobreeanchos seguros y un proyecto que económicamente optimiza volúmenes de obra.

Por otra parte, la intención de generar un proyecto de mínimas obras de dragado, al momento que el ancho de canal en tramos rectos (100m) es significativamente inferior al del antecedente CARU/CTMSG-Unión Europea (2003), quedaría acompañado por la adopción de sobreeanchos seguros mediante una metodología reconocida, y que a su vez implique sobredragados mínimos, en comparación a los otros métodos considerados.

3.4.3 Trazado de los sobreeanchos en las curvas

Para incorporar los sobreeanchos en la geometría del canal en las curvas, se utilizaron los dos siguientes métodos gráficos que a continuación se describen.

TRAZADO CON SOBREENCHO EN VERIL INTERNO DEL CANAL.



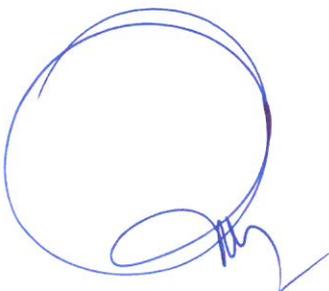
$$d = C + S$$

$$C = \sqrt{R^2 + E^2} - R$$

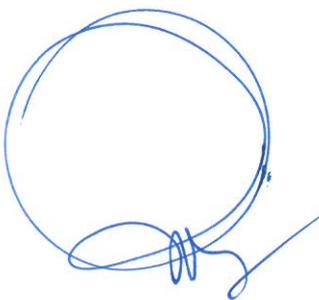
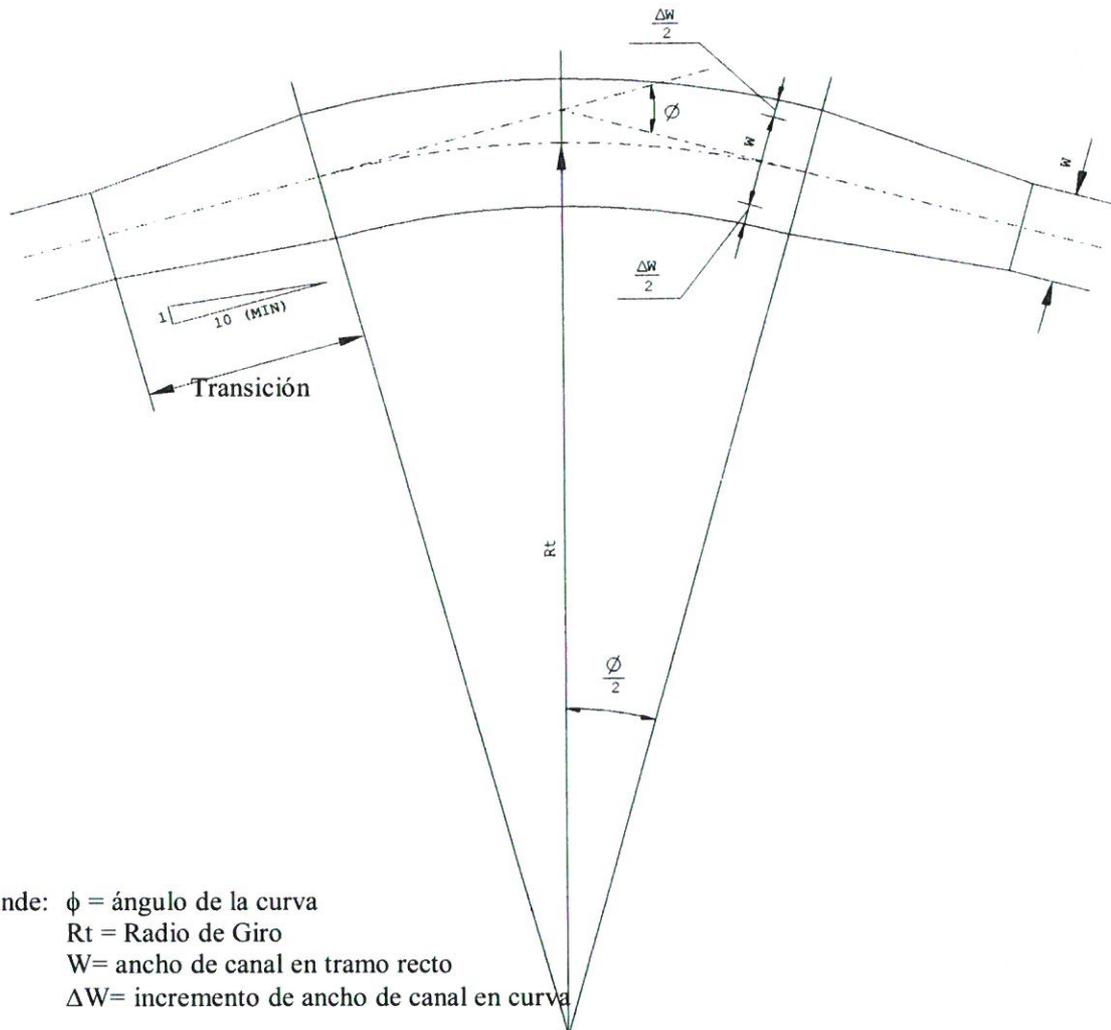
$$R' = \frac{d * \text{sen}(\alpha / 4 + 90)}{\text{sen}(\alpha / 4) \text{tg}(\alpha / 2)}$$

$$E = R * \text{tg}(\alpha / 2)$$

Donde:
S: Sobreeancho
C: apartamiento
R y R': radios de curvatura



TRAZADO DE SOBRECANCHO EN CURVAS MEDIANTE CRITERIO CANADIAN WATERWAYS NATIONAL.



3.4.4 Sobranchos en Travesías

A continuación, se describen los sobranchos adoptados en travesías que presenta la ruta en zonas de pasos críticos, saliendo desde el Puerto de Paysandú hacia el Puerto de Nueva Palmira.

Tramo Paysandú – Concepción del Uruguay

Por la alternativa de paso Casablanca, la travesía entre las curvas de vértices C6 y C7 (800m) tiene un sesgo de aproximadamente 7°; se considera que no es necesario agregar sobranchos.

En el paso Almirón Grande, se dispone de plano 2012 (SOHMA) sin datos de velocidades y direcciones de corriente. Para la travesía entre Km 201.5 y km 200, se adopta un sobranchos de 6 m, el mismo que en el antecedente de 2003 (CARU/CTMSG-Unión Europea), dado la similitud de traza de canal.

El paso Almirón Chico no presenta travesía significativa.

La alternativa por el paso Urquiza, según el relevamiento actualizado con corrida de flotadores (2012), no presenta ángulos de sesgo que requieran sobranchos en travesía. En la curva U1 (Km 195) el canal tiene asignado un sobranchos por curva, de 24 m.

Tramo Concepción del Uruguay – Nueva Palmira

En el paso Arroyo Negro se presenta una travesía muy suave con un ángulo inferior a aproximadamente 5° (km 188,5). No se requiere sobranchos de canal.

En el paso Garibaldi no se dispone de mediciones de corriente, no obstante las travesías que se presentan son muy suaves sin requerir sobranchos.

En el paso Altos y Bajos el canal presenta varios tramos en travesías, pero, con varias curvas hacia ambos extremos, de manera que los sobranchos de las curvas toman gran parte de los tramos rectos en travesía.

En el paso Montaña, el canal presenta una leve travesía en el Km 170, pero, la curva (V73) y contracurva (V72) ubicadas hacia ambos extremos brindan suficiente sobranchos.

El paso San Genaro no presenta travesía significativa.

En el paso Banco Grande, en el presente estudio no se realizaron mediciones de velocidades de corriente. En el antecedente de 2003 el canal presentaba una travesía significativa con un sesgo de 25°, entre progresivas Km 149.9 y Km 148.9.

Actualmente la traza de canal adoptada es muy similar, en base a lo cual se adoptó el mismo sobranchos del antecedente CARU/CTMSG-Unión Europea; es decir, 10 m, entre los vértices V65 y V64. Según relevamiento longitudinal actualizado el dragado es necesario entre progresivas Km 153.8 y Km 153.1.

En el paso Bonfiglio se presenta una travesía entre Km 149 y Km 147, con un sesgo entre dirección de corriente y eje de canal de 25° y velocidades medias de corriente de 0,5 m/s, lo cual requiere un sobranchos de 9,5 m. Se adopta en el tramo recto en travesía un sobranchos de 10 m.

En el paso Banco Francés se requiere dragado en un tramo muy corto, en coincidencia con la curva del vértice V59. En esta zona se incluye sobreancho de canal de 6m por curva. Se considera adecuado pues no se presenta travesía.

En el paso Filomena Superior la zona a dragar tiene sobreancho de 6 m. asignado por la curva del vértice V57.

En el paso Filomena Medio el eje de canal presenta sesgo con la dirección de corriente en proximidades del vértice V56. En esta zona ya tiene asignado sobreancho de 12 m por curva.

En el paso Filomena Inferior se utilizó un relevamiento del año 2012 suministrado por CARU, sin mediciones de velocidades de corriente. El canal trazado presenta una travesía muy leve similar a la del antecedente de 2003 (CARU/CTMSG-Unión Europea). Se adoptó el mismo sobreancho de 6m.

En el paso Tres Cruces se dispone de un relevamiento sin velocidades de corriente (CARU, 2012). El canal presenta travesía entre Km 119,9 y Km 119 (entre vértices V49 y V48). Se adoptó un sobreancho de 6m, similar al del antecedente de 2003.

En los pasos Ñandubaizal y Abrigo no se dispone de relevamientos actualizados detallados (2012). En el antecedente 2003, el ángulo de sesgo entre eje de canal y dirección de corriente era muy leve (inferior a 10°). En aquella oportunidad el sobreancho por travesía calculado era de escasos 3 m. En el diseño actual (2012) no se considera necesario agregar sobreancho.

Para los pasos ubicados entre Fray Bentos y Nueva Palmira no se dispone de mediciones de corriente. Si bien se podrían presentar tramos muy cortos en travesías con dragados, y que no se vean beneficiadas por sobreanchos de curvas vecinas; se considera que debido a las bajas velocidades de corriente, que se presentarían en condiciones de niveles de referencia (90% superados), no son necesarios sobreanchos de canal por travesías.

3.5 INGRESO AL PUERTO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

El diseño del canal de acceso al Puerto de Concepción del Uruguay cuenta con un canal interior de 60 m de ancho de solera, y un canal exterior de 80 m de ancho, más sobreanchos debido a curvas y travesías. Se incluyen además dos zonas con sobreancho del canal a dragar y balizar de manera que los buques puedan realizar maniobras para efectuar giros:

- una interna de 300 m de diámetro, para que puedan girar, con ayuda de remolque, los buques que ingresan (en lastre) antes de proceder a su carga; y
- otra externa, de gran amplitud, limitada: al norte por la traza del gasoducto (zona donde no se puede fondear anclas), al sur por la unión de la ruta troncal con el canal de acceso exterior al puerto de Concepción del Uruguay, al este y oeste por las zonas naturalmente profundas (con más de 7 m al cero). Esto define un área trapezoidal (marcada en el plano general) donde podrían girar, con o sin ayuda de remolque (condicionado a la decisión de la tripulación, contemplando carga, estado del río y maniobrabilidad de cada buque), los buques que arriban (por la ruta troncal y para tomar el canal de acceso); y también cuando salen del puerto con cargas parciales (por el canal de acceso y van a tomar la ruta troncal de regreso a Nueva Palmira).

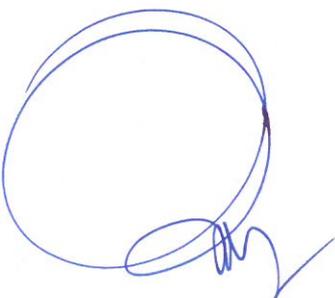
El pliego solicita contemplar el acceso al Puerto de Concepción del Uruguay. Se considera que el diseño de estas dos zonas con sobreancho del canal a dragar y balizar forma parte del canal de acceso a dicho puerto, ya que es necesario que los buques que arriban desde el sur puedan girar

en esa zona para ingresar al puerto; y luego cuando salen con carga nuevamente girar para dirigirse hacia aguas abajo.

Para los cálculos de volúmenes de construcción del canal de acceso y zona con sobreancho del canal a dragar y balizar (zonas de giro) interna se adoptaron sobreanchos técnicos de 3m a cada lado del canal; y taludes laterales 1:4 para el canal de acceso y 1:2 para la zona de giro interna. El canal interior, es decir entre la zona de giro interna (progresiva 1300 m) y los elevadores (progresiva 0), prácticamente no requiere obras de dragado de construcción.

El canal exterior a partir de progresiva 2.700 m y la zona con sobreancho del canal a dragar y balizar (para maniobras de giro) externa tampoco requieren obras de dragado (presentan profundidades naturales suficientes).

El tramo intermedio del canal de acceso (entre progresivas 1.300 y 2.400) requiere obras de dragado; en este tramo se adoptaron sobreanchos técnicos laterales de 3 m hacia ambos lados, y taludes de 1:4.



4. CUANTIFICACION DE VOLUMENES DE DRAGADO

4.1 VOLÚMENES DE DRAGADO DE APERTURA

En base a los diseños detallados del canal de navegación en cada paso crítico, incluyendo sobreeanchos, sobreprofundidades y taludes laterales más arriba descritos, se procedió a los cálculos de los volúmenes de obras de dragado de construcción.

A tales efectos se utilizaron las morfologías del lecho del río, más actualizadas posible, obtenidas de la siguiente manera:

a) Relevamientos detallados ejecutados por EIH-INCOCIV, durante el presente estudio (Julio/Agosto 20012) en el canal de acceso al Puerto de Concepción del Uruguay, y en los siguientes pasos:

- Casablanca
- Urquiza
- Arroyo Negro (superior e inferior)
- Garibaldi (superior e inferior)
- Altos y Bajos (superior, medio e inferior).
- Montaña
- Bonfiglio
- Roman
- El Burro
- Filomena Medio

b) Relevamientos mediante perfiles longitudinales por el eje y veriles, ejecutados por EIH-INCOCIV, durante el presente estudio (Julio/Agosto 20012), en los siguientes pasos:

- San Genaro
- Banco Grande
- Banco Francés
- Ñandubaizal
- Abrigo
- Barrizal

c) Relevamientos detallados ejecutados en el año 2012 por el SOHMA y facilitados por la CARU, en los siguientes pasos:

- Almiron Grande
- Almirón Chico

d) Relevamientos detallados ejecutados en el año 2012 por la DNVN y facilitados por la CARU, en los siguientes pasos:

- Filomena Superior
- Filomena Inferior
- Tres Cruces
- Punta Caballos
- Punta Amarilla
- Marquez (superior, medio e inferior).

Para los cálculos de volúmenes se utilizó software CAD y sobre los diseños detallados del canal de navegación, más arriba descripto, se contemplaron sobreanchos técnicos, o tolerancias de obra, de 3m a ambos lados de la solera del canal.

Respecto a los taludes laterales se adoptaron valores de 1:2 para los pasos Casablanca y Montaña y para la zona de giro interior del acceso al Puerto de Concepción del Uruguay. Se adoptaron taludes de 1:5 para todos los pasos restantes de los dos tramos de la ruta troncal; y taludes 1:4 para el tramo intermedio (Km 1,3 a 2,7) del Canal de acceso al Puerto de Concepción del Uruguay.

A los efectos de dar cumplimiento a lo solicitado en los TdR, también se han calculado los volúmenes extra de dragado generados por el sobredragado técnico (o tolerancia de obra) en la solera del canal, adoptado en 3.5. Los mismos se obtuvieron midiendo en los planos las áreas en planta de dragado de cada paso y contemplando un espesor constante de 30 cm como sobredragado técnico.

Los volúmenes de construcción y sobredragado técnico así obtenidos se resumen en las siguientes tablas.

**Volúmenes de construcción Canal para Panamax con 23 pies
Tramo Concepción del Uruguay – Nueva Palmira (NR 90%)**

Paso	Progresiva (Km)	Volumen Proyecto (m3)	Vol. Sobredragado Técnico (m3)
Acceso Puerto de CdU	1,3 a 2,4	203.130	28.590
Arroyo Negro	186,9 a 184,5	373.647	61.575
Garibaldi	181,5 a 179,9	191.264	48.120
Altos y Bajos	179,8 a 175,6	802.688	177.985
Montaña	169,7 a 167,1	321.666	89.100
San Genaro	157,2 a 155,2	10.784	19.100
Banco Grande	154,1 a 152,0	121.241	48.720
Bonfiglio	149,4 a 148,0	117.242	55.170
Alt. Roman	149,0 a 146,4	798.303	85.680
Banco Francés	140,5 a 139,8	13.373	18.650
Filomena Superior	133,8 a 133,4	58.557	19.080
Filomena Medio	132,2 a 130,0	274.477	85.015
Filomena Inferior	126,1 a 124,9	93.310	35.655
Alt. El Burro	131,8 a 130,0	638.368	69.045
Tres Cruces	120,3 a 118,9	219.749	65.835
Ñandubaizal	112,5 a 111,5	38.659	30.450
Abrigo	107,0 a 106,0	56.873	31.050
Barrizal	89,5 a 88,0	95.269	31.800
Punta Caballos	74,4 a 73,8	33.334	23.070
Punta Amarilla	53,1 a 52,9	60.381	41.550
Marquez Superior	41,8 a 41,3	32.196	29.550
Marquez Medio	39,7 a 39,0	56.151	29.675
Marquez Inferior	36,2 a 35,4	273.533	56.505

Esta tabla, discriminando volúmenes de proyecto y volúmenes por sobredragado técnico, es útil en caso que quisiera contratarse los trabajos en base a los volúmenes de proyecto, dejando a consideración y riesgo del constructor la incorporación de los costos debido al sobredragado técnico o de otra manera, incluyendo en la contatación los volúmenes de sobredragado técnico, siendo en este caso un dato uniforme para todos los oferentes de la obra.

El volumen de obras de dragado de construcción por la traza actual, entre Concepción del Uruguay y Nueva Palmira es de: 3.244.394 m³. El volumen de obra extra generado por el sobredragado técnico es de: 997.655 m³.

Por su parte, el canal de acceso al Puerto de Concepción del Uruguay tiene un volumen de construcción de 203.130 m³ con un sobredragado técnico de 28.590 m³.

El volumen de obras de dragado de construcción por la traza alternativa por el Canal del Burro, entre Concepción del Uruguay y Nueva Palmira es de: 3.456.418 m³. Es decir 212.024 m³ más (6,5% más). El volumen de obra extra generado por el sobredragado técnico es de: 926.950 m³.

Este incremento en el volumen de construcción quedaría más reducido en costos, por cuanto el dragado del Burro es en un mismo lugar, en cambio, en el caso de los tres pasos Filomena, si bien el volumen total es menor, se agregan tiempos y costos adicionales de movilización y reubicación de equipos hacia dos lugares más.

El alto volumen de construcción que implica el paso Roman en cambio de Bonfiglio, sumado a su alta tasa de sedimentación, no justifican cambiar la traza actual en esta zona.

En Anexo adjunto se presentan planillas con los cálculos detallados para cada paso.

**Volúmenes de construcción Canal para Buque Fluvial con 17 pies
Tramo Paysandú - Concepción del Uruguay (NR 90%)**

Paso	Progresiva (Km)	Volumen Proyecto (m3)	Vol. Sobredragado Técnico (m3)
Almirón Grande	201,3 a 199,0	219.981	46.200
Almirón Chico	196,8 a 195,7	322.873 (*)	44.645
Alt. Casablanca	198,6 a 195,7	605.762	89.090
Alt. Urquiza	197,2 a 194,8	389.515	61.730

(*) El relevamiento existente del paso Almirón Chico proporcionado por la CARU y utilizado como base para el proyecto, presenta en sus extremos un faltante de cobertura de aprox. 200 m aguas arriba y aprox. 500 m aguas abajo. Del análisis del relevamiento 2012 y la carta náutica se ha estimado considerar para este paso un volumen extra de dragado de apertura de 50.000 m³, lo que implica aproximadamente un 15% de volumen por sobre los 272.873 m³ computados en base al relevamiento existente. De esta manera el volumen de apertura total considerado para el proyecto es de 322.873 m³.

El volumen de obras de dragado de construcción por la traza actual, entre Paysandú y Concepción del Uruguay es de: 542.853 m³. El volumen de obra extra generado por el sobredragado técnico es de: 90.845 m³.

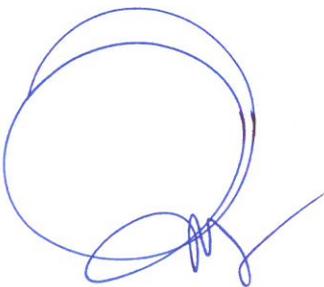
El volumen de obras de dragado de construcción por la traza alternativa Urquiza (incluyendo Almirón Grande), entre Paysandú y Concepción del Uruguay es de: 609.496 m³. El volumen de obra extra generado por el sobredragado técnico es de: 107.930 m³.

El volumen de obras de dragado de construcción por la traza alternativa Casablanca, entre Paysandú y Concepción del Uruguay es de: 605.762 m³. El volumen de obra extra generado por el sobredragado técnico es de: 89.090 m³.

En Anexo adjunto se presentan planillas con los cálculos detallados para cada paso.

En los Planos que se adjuntan se presentan los proyectos de dragados de construcción en cada uno de los pasos de navegación con relevamientos detallados actualizados, incluyendo:

- Planimetría general de ubicación
- Planta con morfología y traza del canal de navegación.
- Perfiles longitudinales por eje y ambos veriles.
- Perfil transversal tipo, con taludes y cota de dragado.
- Perfiles transversales cada 100 m de progresiva de canal
- Tabla con áreas de dragado y correspondientes profundidades de corte.



4.1.1 Volúmenes de construcción para profundidades menores de dragado

Además, en respuesta a lo solicitado por CARU en los Términos de Referencia, se calcularon los volúmenes de dragados de construcción para tres niveles de profundidades menores separados 0.50 m entre sí, denominados:

Nivel de profundidad menor a): profundidades de dragado en cada uno de los pasos 0,50 m menores que las de diseño (Anexo II). Ver planilla Anexo IIa.

Nivel de profundidad menor b): profundidades de dragado en cada uno de los pasos 1.00 m menores que las de diseño (Anexo II). Ver planilla Anexo IIb.

Nivel de profundidad menor c): profundidades de dragado en cada uno de los pasos 1,50 m menores que las de diseño (Anexo II). Ver planilla Anexo IIc.

En las tablas que se presentan a continuación se incluye un resumen de los volúmenes de dragados de construcción para los pasos más significativos.

Volúmenes de construcción Canal para Panamax con 23 pies (- 0.5m).

Tramo Concepción del Uruguay – Nueva Palmira (NR 90%)

Paso	Progresiva (Km)	Volúmenes (m3)
Acceso al Puerto de C d U	1,3 a 2,4	142.837
Arroyo Negro	186,9 a 184,5	228.450
Garibaldi	181,5 a 179,9	101.647
Altos y Bajos	179,8 a 175,6	526.182
Montaña	169,7 a 167,1	171.811
Banco Grande	154,0 a 152,7	58.616
Bonfiglio	149,4 a 148,0	45.004
Alt. Roman	149,0 a 146,4	613.475
Filomena Superior	133,8 a 133,4	26.230
Filomena Medio	132,2 a 130,0	139.451
Filomena Inferior	126,1 a 124,9	32.966
Alt. El Burro	131,8 a 130,0	498.534
Tres Cruces	120,3 a 118,9	119.658
Marquez Inferior	36,2 a 35,4	170.513

Volúmenes de construcción Canal para Buque Fluvial con 17 pies (- 0.5m)

Tramo Paysandú - Concepción del Uruguay (NR 90%)

Paso	Progresiva (Km)	Volúmenes (m3)
Almirón Grande	201,3 a 199,0	131.357
Almirón Chico	196,8 a 195,7	253.150
Alt. Casablanca	198,6 a 195,7	441.177
Alt. Urquiza	197,2 a 194,8	264.051



Volúmenes de construcción Canal para Panamax con 23 pies (- 1m).
Tramo Concepción del Uruguay – Nueva Palmira (NR 90%)

Paso	Progresiva (Km)	Volúmenes (m3)
Acceso al Puerto de C d U	1,3 a 2,4	98.213
Arroyo Negro	186,9 a 184,5	124.611
Garibaldi	181,5 a 179,9	38.922
Altos y Bajos	179,8 a 175,6	243.095
Montaña	169,7 a 167,1	58.763
Banco Grande	154,0 a 152,7	23.038
Alt. Roman	149,0 a 146,4	439.451
Alt. El Burro	131,8 a 130,0	376.776
Tres Cruces	120,3 a 118,9	54.912

Volúmenes de construcción Canal para Buque Fluvial con 17 pies (-1m)
Tramo Paysandú - Concepción del Uruguay (NR 90%)

Paso	Progresiva (Km)	Volúmenes (m3)
Almirón Grande	201,3 a 199,0	57.197
Almirón Chico	196,8 a 195,7	189.192
Alt. Casablanca	198,6 a 195,7	295.403
Alt. Urquiza	197,2 a 194,8	159.542

Volúmenes de construcción Canal para Panamax con 23 pies (- 1.5m).
Tramo Concepción del Uruguay – Nueva Palmira (NR 90%)

Paso	Progresiva (Km)	Volúmenes (m3)
Acceso al Puerto de C d U	1,3 a 2,4	65.926
Arroyo Negro	186,9 a 184,5	56.380
Altos y Bajos	179,8 a 175,6	67.510
Alt. Roman	149,0 a 146,4	279.546
Alt. El Burro	131,8 a 130,0	270.253

**Volúmenes de construcción Canal para Buque Fluvial con 17 pies (-
1.5m)**
Tramo Paysandú - Concepción del Uruguay (NR 90%)

Paso	Progresiva (Km)	Volúmenes (m3)
Almirón Chico	196,8 a 195,7	130.246
Alt. Casablanca	198,6 a 195,7	169.267
Alt. Urquiza	197,2 a 194,8	77.077

En el Anexo que se adjunta al final de este capítulo, se presentan en figuras y planillas los cálculos de volúmenes detallados para cada paso.

4.2 VOLÚMENES DE DRAGADO DE MANTENIMIENTO

La estimación de los volúmenes de mantenimiento fue realizada sobre la base de los estudios de sedimentación realizados por aplicación de técnicas de modelación matemática, mediante algoritmos reconocidos para el transporte de sedimentos en ríos y su balance en el entorno de los pasos bajo investigación. Los detalles de las modelaciones forman parte de los Estudios Básicos y pueden verse en el Informe de Modelación adjunto al presente Proyecto.

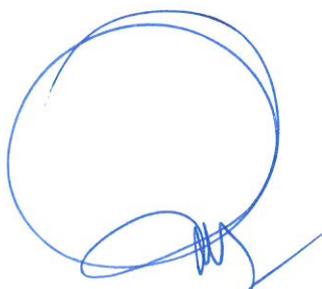
En la tabla siguiente se presentan los volúmenes de mantenimiento adoptados en base al análisis de los resultados de la modelación hidrosedimentológica realizada en cinco áreas del canal y considerando asimismo como referencia los promedios de dragados históricos. Se indican además en la tabla los volúmenes de apertura correspondiente a cada uno de los pasos.

A los fines de la cuantificación de los volúmenes de mantenimiento se siguieron los siguientes criterios:

- Para los pasos modelados se consideró el volumen de sedimentación resultante de la modelación, salvo en los casos en que los resultados de esta fueran inferiores al 10% del volumen de apertura, en cuyo caso se toma este último valor.
- Para los pasos no modelados (tramo tramo Km 0 – Concepción), se adopta un valor porcentual del volumen de apertura. Siendo que para los pasos modelados resulta una relación entre sedimentación y apertura del orden del 20 % y que del análisis de los volúmenes históricos dragados surge un promedio general del 22%, se toma este último valor.

Estos porcentajes resultan compatibles con otras experiencias en ríos de sudamérica. A modo de referencia puede mencionarse que para las hidrovías de la cuenca del río Amazonas en Brasil y en territorio Peruano se consideran valores en el entorno del 20 a 25% para la relación de sedimentación anual versus dragado de apertura, donde si bien las profundidades de dragado son menores, los canales se ven afectados por fuertes crecidas, una alta variabilidad hidrológica (con diferencias de nivel de hasta 11 metros) y la existencia de erosiones de márgenes que aportan importantes cantidades de sedimentos al curso. Por otra parte, para el caso de los dragados de mantenimiento efectuados en la Ruta Troncal Santa Fé Océano, se tiene en términos globales valores entre el 15 y 30% según el año hidrológico considerado.

Estos dragados de mantenimiento pueden ser realizados con draga de succión por arrastre, y sobre el particular se amplía en el punto 6 del presente informe.



VOLUMENES DE DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN CANAL ACTUAL
CANAL ACTUAL TRAMO Km 0 - CONCEPCION

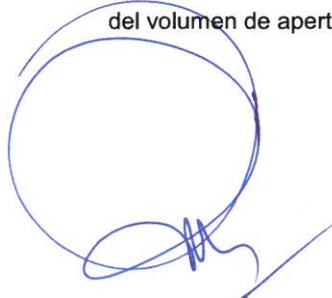
PASO	TOTALES	Volumen APERTURA (m ³)	Método de estimación de la sedimentación	Volumen MANTENIMIENTO (m ³)
Acceso Pto. Concepción del Uruguay	1,3 a 2,4	203.130	% Vol. Apertura	45.000
Arroyo Negro	186,9 a 184,5	373.647	Modelo	105.000
Garibaldi	181,5 a 179,9	191.264	Modelo	45.000
Altos y Bajos	179,8 a 175,6	802.688	Modelo	110.800
Montaña	169,7 a 167,1	321.666	% Vol. Apertura	71.000
San Genaro	157,1 a 155,5	10.784	% Vol. Apertura	3.000
Banco Grande	154,0 a 152,7	121.241	% Vol. Apertura	27.000
Bonfiglio	149,4 a 148,0	117.242	Modelo	22.200
Banco Frances	140,4 a 140,0	13.373	% Vol. Apertura	3.000
Filomena Sup/Med/Inf.	133,8 a 124,9	426.344	Modelo	125.500
Tres Cruces	120,3 a 118,9	219.749	% Vol. Apertura	49.000
Ñandubaizal	112,3 a 111,7	38.659	% Vol. Apertura	9.000
Abrigo	106,9 a 106,1	56.873	% Vol. Apertura	13.000
Barrizal	89,0 a 88,0	95.269	% Vol. Apertura	21.000
Punta Caballos	74,4 a 73,8	33.334	% Vol. Apertura	7.000
Punta Amarilla	53,1 a 52,9	60.381	% Vol. Apertura	13.000
Marquez Sup/Med/Inf.	41,8 a 35,4	361.880	Modelo	36.800
	TOTALES	3.447.524	TOTAL	706.300

CANAL ACTUAL TRAMO CONCEPCION - PAYSANDU

PASO	Km	Volumen APERTURA (m ³)	Método de estimación de la sedimentación	Volumen MANTENIMIENTO (m ³)
Almirón Grande	201,3 a 199,0	219.981	Modelo (*)	22.000
Almirón Chico	196,8 a 195,7	322.873	Modelo	77.800
	TOTALES	542.854		99.800

NOTA: se indican en **negrita cursiva** los pasos modelados.

(*) A los efectos de la cuantificación del mantenimiento, se adopta un mínimo del 10% del volumen de apertura, cuando los resultados de la modelación resultan inferiores.



VOLUMENES DE DRAGADO DE MANTENIMIENTO EN ALTERNATIVAS
ALTERNATIVA POR CANAL EL BURRO - TRAMO Km 0 - CONCEPCION

PASO	Km	Volumen APERTURA (m ³)	Método de estimación de la sedimentación	Volumen MANTENIMIENTO (m ³)
<i>El Burro</i>	197,2 a 194,8	638.368	Modelo (*)	64.000

ALTERNATIVA POR PASO URQUIZA - TRAMO CONCEPCION - PAYSANDU

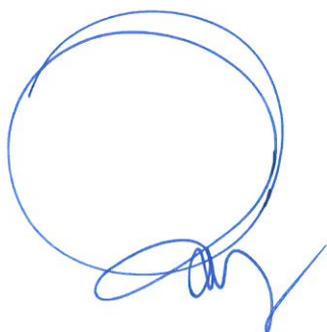
PASO	Km	Volumen APERTURA (m ³)	Método de estimación de la sedimentación	Volumen MANTENIMIENTO (m ³)
<i>Urquiza</i>	197,2 a 194,8	389.515	Modelo	111.400

ALTERNATIVA POR CASABLANCA - TRAMO CONCEPCION - PAYSANDU

PASO	Km	Volumen APERTURA (m ³)	Método de estimación de la sedimentación	Volumen MANTENIMIENTO (m ³)
<i>Casablanca</i>	198,6 a 195,7	605.762	Modelo (*)	61.000

NOTA: se indican en ***negrita cursiva*** los pasos modelados.

(*) A los efectos de la cuantificación del mantenimiento, se adopta un mínimo del 10% del volumen de apertura, cuando los resultados de la modelación resultan inferiores.



5. ANÁLISIS DE AREAS DE VERTIDO

5.1 AREAS DE VERTIDO O UBICACIÓN DE DEPÓSITOS SUGERIDAS

En el plano B3.1 se presentan las zonas de dragado de cada paso y los lugares de vaciado autorizados por CARU; a los que se agregaron otros sitios sugeridos durante el desarrollo de este proyecto. Asimismo en el Anexo II-4 se presentan las áreas de vaciado, juntamente con los sectores a dragar, graficados sobre las cartas náuticas.

A continuación se explicitan detalladamente.

Cabe hacer notar que para el análisis de las áreas de vaciado fueron tenidos en cuenta los resultados arrojados por los modelos hidrodinámicos y de plumas de turbidez efectuados. Cada una de las zonas de modelación seleccionadas en el estudio, incluye tanto el canal como las áreas de vaciado contenidas en ellas. El objetivo de la modelación mencionada es, en el área del canal de navegación, obtener la sedimentación esperada y en las zonas de vaciado el comportamiento de las plumas de turbidez generadas por la descarga de los materiales dragados, siendo estos los factores más importantes a ser analizado en estudios de esta naturaleza. Asimismo se verificó la ausencia de impactos significativos en cuanto a la modificación de la hidrodinámica del río por la ejecución de los dragados. Tales resultados pueden verse en el Estudio de Impacto Ambiental y en el documento dedicado justamente a Modelos.

5.1.1 Para el tramo Paysandú – Concepción del Uruguay:

Si se elige la alternativa de navegación por el **paso Almirón Grande**, ya sea la variante **Urquiza** o **Almirón Chico**, las zonas de vertido sugeridas son las autorizadas por CARU. Las mismas se ubican en la boca (denominada zona complementaria **AC y AG CARU**) y a la salida (denominada **zona km 190 CARU**) del Brazo Casablanca. La ubicada en la boca del brazo Casablanca es apta para los depósitos del paso Almirón Grande, tanto utilizando una Draga de Succión con Cántaras (DCA), como para una Draga de Succión con Cortador (DCO). La ubicada en la desembocadura del brazo Casablanca es apta para una DCA, ya sea para los depósitos del **paso Almirón Chico**, como para la variante del **paso Urquiza**. Cabe destacar que estas zonas de vaciado responden al criterio de uso correctivo del material. Si no fuera aceptado este criterio y se pretende conservar también la posibilidad de navegar por el canal Casablanca, se podrían utilizar las zonas de vaciado denominadas **AC AG Bis**, aguas arriba de Almirón Grande, y **zona km 188**, aguas abajo de la salida del canal Casablanca.

A los efectos de utilizar el material dragado con fines correctivos, en el caso de elegir la alternativa **Urquiza**, el dragado debería ejecutarse con una DCO y el material extraído de este paso debería ubicarse con cañería en la boca del brazo Almirón Chico (Zona de vaciado complementaria sugerida 1 – **ZVC1**). Durante la construcción, mientras no quede liberada la nueva traza (por Urquiza) se debe prever no obturar la actual ruta (por Almirón Chico).

De igual manera en el caso de elegirse la alternativa **Almirón Chico**, el dragado del mismo con una DCO debería depositarse en la boca del brazo Urquiza (**ZVC2**).

En el caso de elegirse la alternativa por el **paso Casablanca**, el dragado de construcción necesariamente deberá ser con una DCO (dado la dureza del material del lecho). La ubicación de este material, con fines correctivos, debería ser sobre el brazo Almirón Grande (**ZVC3**- pero en la parte sur de esta zona sin afectar el actual canal, hasta que Casablanca quede terminado y habilitada la nueva traza), para el dragado de la parte superior del paso Casablanca; y sobre la boca del brazo derecho de Casablanca (**ZVC4**), para el dragado de la parte inferior del paso.

Para los eventuales dragados de mantenimiento del paso Casablanca el material se podría disponer de igual manera, con fines correctivos, y mediante una DCO. En el caso de emplearse

una DCA se podría utilizar la zona de vaciado denominada **Km 188**, ubicada aguas abajo de la salida del brazo Casablanca.

5.1.2 Para el tramo Concepción del Uruguay – Fray Bentos.

Para el dragado de construcción y mantenimiento del **acceso al puerto de Concepción del Uruguay**, el material extraído debería ubicarse de manera similar a lo expresado para el paso Arroyo Negro, es decir en la **zona 1: Vera**, autorizada por CARU, con una DCA; o sobre la boca del brazo La China, con una DCO (**ZVC5**). Eventualmente, este material, de ser apto, también se podría utilizar para construir rellenos necesarios en el proyecto de aprovechamiento de la Isla del Puerto.

En el **paso Arroyo Negro** (Km 186,9 a 184,5) el material extraído durante la construcción y el mantenimiento podría ubicarse en la **zona 1: Vera**, autorizada por CARU, tanto para una DCA como para una DCO. Si se deseara utilizar este material con fines correctivos, se sugiere depositarlo sobre la boca del brazo La China, con una DCO (**ZVC5**).

En los **pasos Garibaldi y Altos y Bajos** (Km 181.5 a 179.9, y Km 179.8 a 175.6) el material extraído durante la construcción y mantenimientos podría ubicarse en la zona de vaciado autorizada por CARU denominada **Zona 2: Garibaldi**.

En el **paso Montaña** (Km 169.7 a 167.1), los dragados de construcción deberán ejecutarse con una DCO, debido a la dureza del material existente. La ubicación más conveniente y con fines correctivos podría adoptarse en la boca del brazo Los Catalanes, como lo indica la **Zona 4: Montaña**, autorizada por CARU. Si la DCO a cargo de esta tarea presentara limitaciones de longitud de cañería y/o potencia de bomba de impulsión, el material extraído podría depositarse en la costa oriental de la Isla Montaña (ver **Zona 4 bis**). Para los dragados de mantenimiento mediante una DCA, la zona de vaciado inicialmente mencionada es la adecuada, buscando fines correctivos.

Los volúmenes de material extraídos en el **paso San Genaro** (Km 157.1 a 155.5) son prácticamente no significativos y se podrían ubicar en la zona de vaciado denominada **Zona 5: Banco Grande**, autorizada por CARU. El equipo apto para ello sería una DCA.

Para los dragados de construcción y mantenimiento del **paso Banco Grande** (Km 152.7 a 154), el material extraído se podría ubicar en la zona de vaciado denominada **Zona 5: Banco Grande**, autorizada por CARU. En este caso el equipo más adecuado sería una DCA. Pero, dado que esta zona de vaciado está muy próxima al canal de navegación, se sugiere que la obra se realice con una DCO, y el material extraído se ubique sobre la margen derecha, al final de la isla San Genaro (**ZVC6**).

En el caso de elegirse la alternativa por el **paso Roman**, el material dragado de este paso se podría ubicar en la **zona 6: Bonfiglio**, autorizada por CARU, si se utiliza una DCA. Si se construye con una DCO, para no afectar el paso Bonfiglio, hasta que se realice el cambio de ruta, se podría verter el material con cañería sobre la margen derecha (contra la isla) frente al paso (ver **zona 6 bis**).

En el caso de optarse por la alternativa de navegación por el **paso Bonfiglio**, se sugiere efectuar los vaciados de material sobre la boca del brazo Roman. Esta ubicación cumpliría mejor con los fines correctivos pretendidos, que si el material se ubicara en la zona 6: Bonfiglio, autorizada por CARU. La ubicación de los depósitos en la boca del brazo Roman (**ZVC7**) sería adecuada tanto para la construcción como para el mantenimiento del paso Bonfiglio, y se podría ejecutar indistintamente con una DCA o DCO. En caso de optarse por no afectar ninguno de los brazos navegables, el vaciado se debería hacer en la **Zona 6: Bonfiglio**, autorizada por CARU.

El **paso Banco Francés** (Km 140.4 a 140) requiere volúmenes de dragado no significativos. La ubicación del material extraído con fines correctivos, podría efectuarse sobre la margen izquierda, entre la isla del Cardenal y la Isla Roman Grande (**ZVC8**). Para ello sería necesario utilizar una DCO.

La ubicación del material dragado para la construcción y mantenimiento del **paso Filomena Superior** (Km 133.8 a 133.4), ya sea con DCA o DCO se podría ubicar en la denominada **Zona 7: San Lorenzo**, autorizada por CARU. En este caso, los puntos aportados por la CARU para definir esta zona, no conforman un área cerrada sino una línea, lo cual fue interpretado como la definición del límite Este de la zona; asumiendo que el límite Oeste es la costa de la isla. Es decir, se interpreta que esta zona aprobada por la CARU es una franja angosta paralela a la costa de la isla desde el punto planteado ubicado más al Norte hasta el punto planteado ubicado más al Sur. En los planos se ha procedido a cerrar el área de vaciado mediante esta interpretación.

En el **paso Filomena Medio** (Km 132.2 a 130), la ubicación más conveniente del material dragado para la construcción y mantenimiento del paso sería en la boca del brazo secundario Garibaldi (**ZVC9**), es decir entre las islas Filomena Chica y Filomena Grande. En este caso, debido a las escasas profundidades del lugar resultaría más conveniente utilizar una DCO.

En el **paso Filomena Inferior** (Km 126.1 a 124.9), los dragados de construcción y mantenimiento deberían ejecutarse con una DCA, y el material extraído depositarlo en la **Zona 8: Filomenas y Tres Cruces**, autorizada por CARU. En el caso de utilizarse una DCO el material se podría ubicar en la cola del Islote Nuevo Berlín, frente al paso.

Si se eligiera la alternativa de canal de navegación por el Canal del Burro, el material extraído en el dragado de construcción y mantenimiento del **paso El Burro** (Km 131.8 a 130), se sugiere depositar, con finalidad correctiva, en la boca del brazo secundario ubicado entre la Isla del Chileno y la isla del Burro Chica. Para esto es necesario una DCO (**ZCV10**).

En el **paso Tres Cruces** (Km 120.3 a 118.9), el material extraído con una DCA, durante la construcción y el mantenimiento, se podría ubicar en la **Zona 8: Filomenas y Tres Cruces**, autorizada por CARU. En el caso de utilizarse una DCO, una mejor ubicación del material extraído, con fines correctivos, resultaría en la zona **ZVC11**, ubicada en la boca del brazo secundario entre las islas Santa María Chica y Santa María Grande.

El material extraído durante los dragados de construcción y mantenimiento del **paso Ñandubaizal** (Km 112.3 a 111.7), se podría disponer con fines correctivos en la zona **ZVC12**, es decir en la boca del brazo secundario ubicado entre las islas Zapatero y Caballos. En este lugar se podrían efectuar los vaciados utilizando indistintamente una DCO o DCA.

En el **paso Abrigo** (Km 106.9 a 106.1) los volúmenes de material extraídos para su construcción y mantenimiento, ya sea mediante una DCA o DCO, se podrían ubicar con fines correctivos, frente al paso y corrida hacia la margen derecha del cauce en la zona indicada como **ZVC13**.

5.1.3 Para el tramo Fray Bentos – Nueva Palmira.

Se considera conveniente que en todos los pasos de este tramo se utilice para las obras de dragado de construcción y mantenimiento equipos tipo DCA.

El material extraído del **paso Barrizal** (Km 92.6 a 90.8), se podría ubicar en forma paralela al paso, frente a la progresiva Km 88, alejada unos 500 m sobre la margen izquierda o veril rojo (**ZVC14**).

El material extraído del **paso Punta Caballos** (Km 74.4 a 73.8), es de un volumen no significativo, y se podría ubicar en la zona **ZVC15**, con una DCO ó DCA si su calado permite ingresar.

El material extraído del **paso Punta Amarilla** (Km 53.1 a 52.9), también es de un volumene no significativo, y se podría ubicar a unos 400 m sobre el veril rojo, levemente aguas abajo del paso, frente a progresiva Km 51,7 (**ZVC16**). Los volúmenes de dragado de construcción y mantenimiento anual del paso Punta Amarilla se consideran insignificantes en relación a la gran sección del río Uruguay frente a la desembocadura del río San Salvador. No habría motivos para suponer que la ubicación de depósitos sugerida perjudique a este afluente.

El material extraído de los **pasos Marquez** (Km 41.8 a 35.4), se podría ubicar a unos 500 m sobre el veril rojo, frente a la progresiva Km 41,5 (**ZVC17**).

Aclaraciones:

En general se considera que las zonas de vaciado aprobadas por CARU son adecuadas para ubicar los depósitos de los dragados, y especialmente aptas para dragas de succión por arrastre, o en marcha, con cántaras (poseen suficientes calados de acceso). Por este motivo se sugiere seguir utilizando las mismas. Pero, en la mayoría de los casos esta ubicación de depósitos no cumpliría con fines correctivos, que permitan reducir los mantenimientos posteriores. La consultora ha ofertado identificar áreas de vaciado que cumplieran con esta finalidad, para ello sugiere las áreas complementarias descritas en el texto y ubicadas en los planos.

La utilización del material extraído con fines correctivos se logra procurando un mayor caudal por la zona, o brazo del río, donde se ubica el paso. Como consecuencia de ello, obviamente, se induce a una reducción de caudales por otras zonas, o brazos del río, donde se ubica el depósito. Esto es inevitable, pero, no implica obturar totalmente estos brazos.

En general, se podría concluir que habría tres lugares tipo para la ubicación de los depósitos. Uno sería dentro del río en zonas profundas, laterales al canal navegable; esta acción no tiene componente correctiva y, si estas zonas no están lo suficientemente alejadas de la ruta, se corre el riesgo que parte del material regrese al canal, aumentando su mantenimiento. Otro sería dentro del río, con fines correctivos, para lo cual se corre el riesgo derivado de quitar caudales a brazos secundarios laterales al canal de navegación. La última opción consistiría en ubicar los depósitos fuera del río, sobre islas y/o bancos; en este caso, al igual que en el primero, la acción no tendría fines correctivos y además sobrevendrían problemas ambientales, sociales y jurídicos relacionados con las propiedades territoriales involucradas. Dadas estas tres opciones generales, se considera que las áreas de vaciado complementarias sugeridas en el proyecto son las más adecuadas, ya que cumplen con finalidades correctivas. Las posibles reducciones de caudales que se producirían en brazos secundarios afectarían indistintamente a cuerpos de agua en jurisdicciones de ambos países. Para poder implementar las áreas de vaciado complementarias sugeridas, con el propósito de intentar disminuir dragados de mantenimiento futuros, esta leve afectación hidráulica consecuente debería ser aceptada individualmente por ambos países, en procura de un bien común del sistema fluvial integral compartido.

Para el caso de que se priorice la decisión de no afectar ningún canal de navegación secundario, o alternativo de la misma ruta actual, se han incluido, en los casos que ha sido posible, zonas de vaciado alternativas, que cumplirían con la premisa de no afectar otros cauces secundarios y/o alternativos de ruta; obviamente, en este caso sin brindar los beneficios correctivos que permitirían disminuir dragados de mantenimiento posteriores.

6. EQUIPOS Y METODOS

6.1 DEFINICIÓN DE MÉTODOS DE DRAGADO

En base a la información del proyecto y análisis antes referidos se procedió a definir las características del equipo de dragado a utilizar.

Para ello se analizaron aspectos que resultan determinantes para la definición de las características del equipo necesario, como ser el tipo de material a excavar, profundidad, volúmenes, condiciones medio ambientales e hidrográficas, lugares de vaciado, distancias, etc.

En todos los pasos involucrados en el tramo bajo estudio es posible remover el material mediante técnicas convencionales de dragado, básicamente por medio de dos tipos de dragas, a saber: dragas de succión por arrastre con cántara (DCA) (también denominadas dragas de succión en marcha) y dragas de succión con cortador (DCO).

Para el paso Montaña y el canal de acceso al Puerto de Concepción del Uruguay, se propone la utilización de DCO y también para los pasos Banco Grande, Banco Francés y Filomena Medio, estos últimos debido a las condiciones de acceso a las áreas de vaciado / refulado.

Para el dragado de todos los demás pasos de los dos tramos se propone una Draga de succión por arrastre con cántara, de medianas dimensiones (3000 – 4000 m³ de cántara).

El tramo exterior del canal de acceso al Puerto de Concepción del Uruguay podría también realizarse con DCA, aunque se ha optado por considerar una DCO, que trabaja anclada y no se ve sometida a la acción de las corrientes que en este tramo actúan de través a la draga.

En el siguiente punto se expresan las características de las dragas a utilizar y luego los tiempos asociados a las obras.

6.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y RENDIMIENTOS DE LAS DRAGAS A UTILIZAR

DRAGA DE SUCCION POR ARRASTRE

La draga considerada es una draga de medianas dimensiones (3000 – 4000 m³ de cántara), con características técnicas similares a las que se indican a continuación:

Capacidad de cántara:	3600 m ³
Eslora:	112 m
Manga:	18,2 m
Profundidad de dragado:	30 m
Calado cargada:	6,27 m
Calado descargada:	2,95 m
Diámetro tubería de succión:	800 mm
Diámetro tubería de descarga:	750 mm
Bombas centrífugas:	2 x 960 KW
Propulsión:	2 x 2650 KW
Máquinas auxiliares:	2055 KW

Velocidad: 12,8 Nudos

La producción horaria de esta draga es de **1.275 m³/h**, teniendo como elemento central la distancia media al vaciadero que se ha evaluado en 6 km.

La producción diaria es de **25.500 m³** influyendo en este valor las demoras por traslados, pasos a buques, tiempo de navegación hacia y desde zona de descarga, etc.

Con todos estos ítems se puede calcular una producción mensual cercana a los **765.000 m³**.

DRAGA DE CORTE Y SUCCION

Para este tipo de equipo se tuvo en cuenta una draga del tipo "IHC Beaver 3300".

Las características técnicas de la misma son:

Eslora:	50 m
Manga:	14,80 m
Puntal:	3,80 m
Profundidad de dragado:	20 m
Diámetro tubería de succión:	686 mm
Diámetro tubería de impulsión:	890 mm
Potencia total instalada:	4800 HP
Potencia en el cortador:	750 HP
Potencia bomba sumergida:	800 HP
Potencia bomba a bordo:	2200 HP

En cuanto a la producción de este tipo de draga podemos citar valores probables de **450 m³/h** para arenas medias, este guarismo se reduce a los **140 m³/h** para tosca con N hasta 40 golpes.

Se pueden considerar unas 400 hs operativas por mes, es decir un promedio de 14 hs diarias.

El tren de dragado en este caso, además de la Draga de succión con cortador y cañería de impulsión (DCO), se complementa con remolcador, mula de apoyo y lancha hidrográfica. Se considera que la provisión de combustible puede realizarse con la mula de apoyo o a través de la provisión de terceros si fuera necesario.

6.3 TIEMPOS Y CRONOGRAMA DE DRAGADO DE CONSTRUCCION

En las planillas adjuntas se presenta el cálculo de los tiempos requeridos para el dragado en cada uno de los pasos, totalizando por tipo de equipo y tramo del canal a dragar y balizar en estudio. Se indican también los tiempos para los dragados sobre los pasos ubicados en tramos de traza alternativas.

Se incluye la planificación tentativa según la traza actual del canal de navegación (denominada Canal Actual), es decir vía Filomenas, Bonfiglio y Almiron Chico y se agregan consideraciones por separado para las alternativas de Casablanca, Urquiza y El Burro. La alternativa Román no

es considerada en vista de que el dragado de construcción implica volúmenes mucho más altos que la ruta actual por Bonfiglio.

En resumen los tiempos involucrados en cada tramo y para cada equipo se resumen en la tabla siguiente.

Ruta / Paso	Tiempo total DCA (días)	Tiempo total DCO (días)	Observaciones
Tramo Km. 0 – Concepción	127	200	-
Tramo Concepción - Paysandú	24	-	-
Alternativa El Burro	27	-	Frente a 49 días de dragado en Filomena Medio con DCO y 9,5 días en Filomena Inf. y Sup. con DCA.
Alternativa Urquiza	17	-	Frente a 14 días de dragado e Almirón Chico con DCA.
Alternativa Casablanca	-	153	Frente a 24 días de dragado con DCA en los pasos Almirón Chico y Almirón Grande

Secuencia de trabajo DCO:

- Alistamiento y traslado del tren de dragado desde puerto de origen al paso Montaña. Dragado en el paso Montaña.
- Traslado al paso Filomena Medio
Dragado en el paso Filomena Medio
- Traslado al paso Banco Francés
Dragado en el paso Banco Francés
- Traslado al paso Banco Grande
Dragado en el paso Banco Grande
- Traslado a Puerto de Concepción.
Dragado en el Canal de Acceso al Puerto de Concepción del Uruguay.
- Desmovilización y traslado del tren de dragado a Puerto de origen.

En total se computan 200 días de trabajo efectivo a lo que se debe agregar un mayor tiempo de trabajo no efectivo por imprevistos, el cual se adopta en un 10%, o sea 20 días.

Considerando que se adiciona el volumen calculado para un sobredragado técnico de 0,30 m, el tiempo de dragado sería de 250 días.

De esta manera se tiene un Tiempo aproximado de obra para DCO de 9 meses más el tiempo de movilización / desmovilización (estimado en 20 días a los efectos de la estimación de los costos).

Tiempo aproximado de obra para DCO: 9 meses.

Secuencia de trabajo DCA:

- Alistamiento y movilización al Paso Marquez.
Dragado pasos Marquez (Inf, Med y Sup).
- Traslado a paso Punta Amarilla.
Dragado paso Punta Amarilla.
- Traslado paso Punta Caballos.
Dragado Punta Caballos.
- Traslado a Barrizal.
Dragado Barrizal.
- Traslado Abrigo.
Dragado Abrigo.
- Traslado Ñandubaizal.
Dragado Ñandubaizal.
- Traslado Tres Cruces.
Dragado Tres Cruces.
- Traslado Filomenas.
Dragados Filomenas (Sup, e Inf.)
- Traslado Bonfiglio.
Dragado Bonfiglio.
- Traslado San Genaro.
Dragado San Genaro.
- Traslado Altos y Bajos.
Dragado Altos y Bajos (Sup, Med e Inf.)
- Traslado a Garibaldi.
Dragado Garibaldi.
- Traslado Arroyo Negro.
Dragado Arroyo Negro (Sup e Inf).
- Traslado Puerto Concepción del Uruguay
Dragado tramo exterior Canal Acceso a Concepción del Uruguay.
- Traslado a Almirón Chico.
Dragado Almirón Chico.
- Traslado Almirón Grande.
Dragado Almirón Grande.
- Traslado a puerto de origen.

En total para la DCA se computan 127 y 24 días de trabajo efectivo en los tramos Km 0 – Concepción y Concepción – Paysandú respectivamente con un margen adicional de tiempo de trabajo no efectivo (10% = 15 días) por imprevistos.

Considerando que se adiciona el volumen calculado para un sobredragado técnico de 0,30 m, el tiempo de dragado sería de 157 y 28 días.

De esta manera se tiene un Tiempo aproximado de obra para DCA de 7 meses más el tiempo de movilización / desmovilización (estimado en 10 días a los efectos de la estimación de los costos).

Tiempo aproximado de obra para DCA: 7 meses.

Conclusión: Los dos equipos propuestos para la construcción del canal pueden trabajar en simultáneo por lo que la obra total (dos tramos de ruta y Canal de Acceso al Puerto de Concepción del Uruguay) se podría ejecutar en un tiempo de aproximadamente 9 meses. Sumando a ello una serie de tareas previas que son necesarias en toda obra de esta naturaleza, se tiene un plazo de ejecución que puede ajustarse en 12 meses.

6.4 DRAGADO DE MANTENIMIENTO

El dragado de mantenimiento puede ser realizado con draga de succión por arrastre (DCA) dado que los materiales a extraer, que provienen de la sedimentación de los canales y eventualmente de deslizamientos de taludes del canal, se encuentran en estado suelto, ya que por la frecuencia de mantenimiento no tienen tiempo suficiente de consolidación.

Se asume a los efectos de la evaluación del dragado de mantenimiento un equipo de similares características que el adoptado para la apertura. En este caso la productividad adoptada para la draga DCA es de **925 m³/h**, ello en virtud de que en los trabajos de mantenimiento se presenta un menor frente de ataque.

Los volúmenes a dragar en este caso son inferiores a los de apertura y fueron evaluados sobre la base de los estudios de sedimentación realizados por aplicación de técnicas de modelación matemática como fuera explicado anteriormente y cuyos detalles pueden verse en el Informe de Modelación adjunto al presente Proyecto.

En las tablas adjuntas se incluyen los tiempos calculados para las tareas de mantenimiento sobre la base de los volúmenes determinados y el rendimiento antes indicado.

En resumen los tiempos involucrados en cada tramo y para cada equipo se resumen en la tabla siguiente.

Ruta / Paso	Tiempo total DCA (días)	Tiempo total DCO (días)
Tramo Km. 0 – Concepción	74	-
Tramo Concepción - Paysandú	9	-
Alternativa El Burro	5	-
Alternativa Urquiza	8	-
Alternativa Casablanca	5	-

En total para el mantenimiento de la ruta correspondiente al canal actual se computan 83 días de trabajo efectivo, considerando además 10 días para movilización / desmovilización y un margen adicional de tiempo de trabajo no efectivo (10% = 9 días) por imprevistos, se concluye que el Tiempo Total aproximado de obra de mantenimiento para la DCA es del orden de 3,5 meses.

Secuencia de trabajo de mantenimiento

La periodicidad con que cada uno de los pasos debe ser mantenido como así también los ajustes en las secuencias de dragado, deben luego ser evaluadas en vista de las condiciones hidrológicas de cada año, ya que si bien es posible realizar estimaciones en términos medios y estadísticos de los volúmenes a extraer, las cantidades reales año a año son dependientes de

tales condiciones hidrológicas, y es necesario que el equipamiento de dragado cuente con margen operativo suficiente para absorber esta variabilidad.

6.5 COMENTARIOS SOBRE LOS TRAMOS ALTERNATIVOS

Alternativa CANAL DEL BURRO

Esta alternativa considera la utilización como vía navegable el Canal del Burro, brazo que corre por la margen uruguaya. En este brazo se localiza el paso denominado El Burro cuyo dragado resulta alternativo frente a la ruta por el canal actualmente en uso donde deben dragarse los pasos Filomena Inferior, Medio y Superior.

El volumen de obras de dragado de construcción por la traza actual, entre Concepción del Uruguay y Nueva Palmira es de: 3.244.394 m³.

El volumen de obras de dragado de construcción por la traza alternativa por el Canal del Burro, entre Concepción del Uruguay y Nueva Palmira es de: 3.456.418 m³. Es decir 212.024 m³ más (6,5% más).

Este incremento en el volumen de construcción quedaría mucho más reducido en costos, por cuanto el dragado del Burro es en un mismo lugar, en cambio, en el caso de los tres pasos Filomena, si bien el volumen total es menor, se agregan tiempos y costos adicionales de movilización y reubicación de equipos hacia dos lugares más.

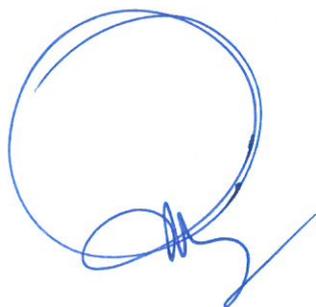
En cuanto al mantenimiento, en base a los estudios en modelos se han obtenido los siguientes valores:

	Pasos Filomena por Canal Actual	Alternativa El Burro
Dragado de Construcción	426.344 m ³	638.368 m ³
Dragado de mantenimiento	125.500 m ³	64.000 m ³

Como puede observarse, si bien hay un dragado de apertura mayor en la alternativa por el Burro, compatible con el hecho que este paso no ha sido nunca dragado, también es cierto que su mantenimiento es menor y por lo tanto esta alternativa se visualiza como muy posible.

Alternativa ROMAN

Este paso se ubica en un brazo que corre por la margen uruguaya y es alternativo al brazo de la ruta actualmente en uso donde se localiza el paso Bonfiglio.



	Paso Bonfiglio por Canal Actual	Alternativa Roman
Dragado de Construcción	117.242 m ³	798.303 m ³
Dragado de mantenimiento	22.200 m ³	21.600 m ³

El alto volumen de construcción que implica el paso Roman en cambio de Bonfiglio (casi 7 veces superior), sumado a su alta tasa de sedimentación que arroja valores no muy diferentes a Bonfiglio, no justifican cambiar la traza actual en esta zona.

Alternativa URQUIZA

La alternativa URQUIZA implica navegar por el canal que por margen argentina permite evitar el paso Almirón Chico.

El volumen de obras de dragado de construcción por la traza actual (que incluye Almirón Chico y Almirón Grande), entre Paysandú y Concepción del Uruguay es de: 542.853 m³.

El volumen de obras de dragado de construcción por la traza alternativa Urquiza (incluyendo Almirón Grande), entre Paysandú y Concepción del Uruguay es de: 609.496 m³.

Ello implica que se incrementa el volumen de dragado de construcción en un 12 %.

	Paso Almirón Chico por Canal Actual	Alternativa Urquiza
Dragado de Construcción	322.873 m ³	389.515 m ³
Dragado de mantenimiento	77.800 m ³	111.400 m ³

En cuanto al mantenimiento también se obtuvo un volumen superior para la alternativa.

Alternativa CASABLANCA

Esta alternativa implica evitar los pasos Almirón del canal actual navegando por el canal que por margen uruguaya se conoce como CASABLANCA.

El volumen de obras de dragado de construcción por la traza actual (que incluye Almirón Chico y Almirón Grande), entre Paysandú y Concepción del Uruguay es de: 542.853 m³.

El volumen de obras de dragado de construcción por esta traza alternativa Casablanca, entre Paysandú y Concepción del Uruguay es de: 605.762 m³.

Ello implica que se incrementa el volumen de dragado de construcción en un 12 %, muy similar a la alternativa por Urquiza, aunque debe tenerse en cuenta que en el caso de CASABLANCA debe realizarse el dragado mediante el uso de una draga de cortador en vista de la existencia de materiales de fondo más duros, lo cual implica mayor tiempo de operación de la draga dados los menores rendimientos que podrían alcanzarse y en consecuencia un mayor costo.

Si bien el volumen de mantenimiento por la alternativa es menor, el costo resultante computado en un plazo de algo más de 10 años resulta favorable a la ruta actual por Almirón.

	Pasos Almirón Chico y Almirón Grande por Canal Actual	Alternativa Casablanca
Dragado de Construcción	492.854 m ³	605.762 m ³
Dragado de mantenimiento	99.800 m ³	61.000 m ³

Finalmente a los fines del análisis de las alternativas se realizó una estimación comparativa de costos, utilizando los costos de operación de los equipos que intervienen en cada caso, según se trate de DCO o DCA, y los tiempos de dragado en cada lugar.

Para la DCO se consideran los siguientes equipos:

- Draga de Succión con Cortador
- Remolcador
- Mula de Apoyo
- Lancha Hidrográfica y de Apoyo
- Cañerías

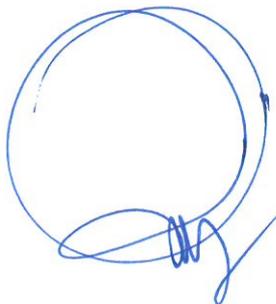
Para la DCA se considera:

- Draga de Succión en Marcha con Cántara
- Lancha Hidrográfica y de Apoyo

Las planillas incluidas al final del presente capítulo muestran los costos de dragado para los pasos del canal actual versus los que se localizan en los tramos alternativos. Se indican los costos de operación mensuales de cada equipo, el tiempo asignado a cada tarea de dragado según el tramo / paso y los costos totalizados.

Los costos de operación mensuales de los equipos se calcularon considerando el costo de la mano de obra necesaria para el adecuado funcionamiento del equipo y ejecución de la tarea (remuneración del personal, cargas sociales, consumibles). El segundo ítem considerado se refiere al costo de los materiales de consumo (combustibles y lubricantes). El tercer componente esta constituido por la amortización e intereses del capital puesto en operación, para lo cual se considera el costo de adquisición del equipo con un valor residual del mismo al cabo de su vida útil del 10% de aquel; una vida útil para equipos nuevos de 25 años y una tasa de interés del 8% anual. Los gastos en mantenimiento de los equipos se estiman bajo el criterio habitual como un porcentaje de su valor de adquisición. En el punto 8 del presente informe se dan mayores detalles sobre la estimación de los costos.

Como puede apreciarse de las planillas comparativas de costos, se reafirman los comentarios antes expuestos para cada alternativa, en cuanto solo para la alternativa del Burro los costos resultan más bajos que por el canal actual.



PLANILLAS DE TIEMPOS DE DRAGADO DE CONSTRUCCION

CANAL ACTUAL TRAMO Km 0 - CONCEPCION

Tipo de Draga: Succión por Arrastre con Cántara (DCA)

Dragado de Construcción

Productividad
Tiempo / día

1275 m³/h
20 hs

PASO	Km	Volumen APERTURA (m ³)	Tiempo de dragado (horas)	Tiempo de dragado (días)	Relevam. (días)	Navegación (días)
Arroyo Negro	186,9 a 184,5	373.647	294	15	1	0
Garibaldi	181,5 a 179,9	191.264	151	8	1	0,5
Altos y Bajos	179,8 a 175,6	802.688	630	32	2	0,5
San Genaro	157,1 a 155,5	10.784	9	1	1	0,5
Bonfiglio	149,4 a 148,0	117.242	92	5	1	0,5
Filomena Superior	133,8 a 133,4	58.557	46	3	0,5	0,5
Filomena Inferior	126,1 a 124,9	93.310	74	4	1	0,5
Tres Cruces	120,3 a 118,9	219.749	173	9	1	0,5
Ñandubaizal	112,3 a 111,7	38.659	31	2	0,5	0,5
Abrigo	106,9 a 106,1	56.873	45	3	0,5	0,5
Barrizal	89,0 a 88,0	95.269	75	4	0,5	0,5
Punta Caballos	74,4 a 73,8	33.334	27	2	0,5	0,5
Punta Amarilla	53,1 a 52,9	60.381	48	3	0,5	0,5
Marquez Superior	41,8 a 41,3	32.196	26	2	0,5	0,5
Marquez Medio	39,7 a 39,0	56.151	45	3	0,5	0,5
Marquez Inferior	36,2 a 35,4	273.533	215	11	0,5	0,5

Totales	107	12,5	7,5
Total días	127		

Total días con sobredragado (0,30 m): 157 días



estudio de ingeniería hidráulica s.a.

CANAL ACTUAL TRAMO Km 0 - CONCEPCION
Tipo de Draga: Succión con Cortador (DCO)

Dragado de Construcción

Productividad
 Tiempo / día

Arena 450 14

Duro 140 hs

Promedio 295 m3/h

PASO	Km	Volumen APERTURA (m ³)	Tipo de material	Tiempo de dragado (horas)	Tiempo de dragado (días)	Armado de caños (días)	Desarmado de caños (días)	Navegación (días)
Acceso Pto. C. del Uruguay	1,3 a 2,4	203.130	Arena	451	32	2	2	0
Montaña	169,7 a 167,1	321.666	Duro	1090	78	3	2	1
Banco Grande	154,0 a 152,7	121.241	Arena	269	19	2	2	1
Banco Frances	140,4 a 140,0	13.373	Arena	30	2	2	2	1
Filomena Medio	132,2 a 130,0	274.477	Arena	610	44	2	2	1

Totales	175	11	10	4
Total días	200			

Total días con sobredragado (0,30 m): 250 días

CANAL ACTUAL TRAMO CONCEPCION - PAYSANDU
Tipo de Draga: Succión por Arrastre con Cántara (DCA)

Dragado de Construcción

PASO	Km	Volumen APERTURA (m ³)	Tiempo de dragado (horas)	Tiempo de dragado (días)	Relevam. (días)	Navegación (días)
Almirón Grande	201,3 a 199,0	219.981	173	9	1	0
Almirón Chico	196,8 a 195,7	322.873	254	13	1	0

Totales	22	2	0
Total días	24		

Total días con sobredragado (0,30 m): 28 días

ALTERNATIVA POR CANAL EL BURRO / TRAMO Km 0 - CONCEPCION

Dragado de Construcción

Tipo de Draga: Succión por Arrastre con Cántara (DCA)

PASO	Km	Volumen APERTURA (m ³)	Tiempo de dragado (horas)	Tiempo de dragado (días)	Relevam. (días)	Navegación (días)
El Burro	197,2 a 194,8	638.368	501	26	1	0

Totales	26	1	0
Total días	27		

Total días con sobredragado (0,30 m): 29 días

ALTERNATIVA POR URQUIZA / TRAMO CONCEPCION - PAYSANDU

Dragado de Construcción

Tipo de Draga: Succión por Arrastre con Cántara (DCA)

PASO	Km	Volumen APERTURA (m ³)	Tiempo de dragado (horas)	Tiempo de dragado (días)	Relevam. (días)	Navegación (días)
Urquiza	197,2 a 194,8	389.515	306	16	1	0

Totales	16	1	0
Total días	17		

Total días con sobredragado (0,30 m): 19 días

ALTERNATIVA POR CASABLANCA / TRAMO CONCEPCION - PAYSANDU

Dragado de Construcción

Tipo de Draga: Succión con Cortador (DCO)

PASO	Km	Volumen APERTURA (m ³)	Tiempo de dragado (horas)	Tiempo de dragado (días)	Armado de caños (días)	Desarmado de caños (días)	Navegación (días)
Casablanca	198,6 a 195,7	605.762	2053	147	3	2	1

Totales	147	3	2	1
Total días	153			

Total días con sobredragado (0,30 m): 174 días



PLANILLAS DE TIEMPOS DE DRAGADO DE MANTENIMIENTO

CANAL ACTUAL TRAMO Km 0 - CONCEPCION

Dragado de Mantenimiento

Tipo de Draga: Succión por Arrastre con Cántara (DCA)

Productividad 925 m³/h

Tiempo de dragado 20 hs

PASO	Km	Volumen MANTENIMIENTO (m ³)	Tiempo de dragado (horas)	Tiempo de dragado (días)	Relevam. (días)	Navegación (días)
Acceso Pto. Concepción del Uruguay	1,3 a 2,4	45.000	49	3	2	0
Arroyo Negro	186,9 a 184,5	105.000	114	6	1	0
Garibaldi	181,5 a 179,9	45.000	49	3	1	0,5
Altos y Bajos	179,8 a 175,6	110.800	120	6	2	0,5
Montaña	169,7 a 167,1	71.000	77	4	1	0,5
San Genaro	157,1 a 155,5	3.000	4	1	1	0,5
Banco Grande	154,0 a 152,7	27.000	30	2	1	0,5
Bonfiglio	149,4 a 148,0	22.200	24	2	1	0,5
Banco Frances	140,4 a 140,0	3.000	4	1	0,5	0,5
Filomena Sup/Med/Inf.	133,8 a 124,9	125.500	136	7	2,5	1,5
Tres Cruces	120,3 a 118,9	49.000	53	3	1	0,5
Ñandubaizal	112,3 a 111,7	9.000	10	1	0,5	0,5
Abrigo	106,9 a 106,1	13.000	15	1	0,5	0,5
Barrizal	89,0 a 88,0	21.000	23	2	0,5	0,5
Punta Caballos	74,4 a 73,8	7.000	8	1	0,5	0,5
Punta Amarilla	53,1 a 52,9	13.000	15	1	0,5	0,5
Marquez Sup/Med/Inf.	41,8 a 35,4	36.800	40	2	1,5	1,5
Totales			46	18	9,5	
Total días			73,5			

CANAL ACTUAL TRAMO CONCEPCION - PAYSANDU

Tipo de Draga: Succión por Arrastre con Cántara (DCA)

Dragado de Mantenimiento

PASO	Km	Volumen MANTENIMIENTO (m ³)	Tiempo de dragado (horas)	Tiempo de dragado (días)	Relevam. (días)	Navegación (días)
Almirón Grande	201,3 a 199,0	22.000	24	2	1	0
Almirón Chico	196,8 a 195,7	77.800	85	5	1	0

Totales	7	2	0
Total días	9		

ALTERNATIVA POR CANAL EL BURRO / TRAMO Km 0 - CONCEPCION

Tipo de Draga: Succión por Arrastre con Cántara (DCA)

Dragado de Mantenimiento

PASO	Km	Volumen MANTENIMIENTO (m ³)	Tiempo de dragado (horas)	Tiempo de dragado (días)	Relevam. (días)	Navegación (días)
El Burro	197,2 a 194,8	64.000	70	4	1	0

Totales	4	1	0
Total días	5		



estudio de ingeniería hidráulica s.a.



ALTERNATIVA POR URQUIZA / TRAMO CONCEPCION - PAYSANDU

Tipo de Draga: Succión por Arrastre con Cántara (DCA)

Dragado de Mantenimiento

PASO	Km	Volumen MANTENIMIENTO (m ³)	Tiempo de dragado (horas)	Tiempo de dragado (días)	Relevam. (días)	Navegación (días)
Urquiza	197,2 a 194,8	111.400	121	7	1	0

Totales	7	1	0
Total días	8		

ALTERNATIVA POR CASABLANCA TRAMO CONCEPCION - PAYSANDU

Tipo de Draga: Succión por Arrastre con Cántara (DCA)

Dragado de Mantenimiento

PASO	Km	Volumen MANTENIMIENTO (m ³)	Tiempo de dragado (horas)	Tiempo de dragado (días)	Relevam. (días)	Navegación (días)
Casablanca	198,6 a 195,7	61.000	66	4	1	0

Totales	4	1	0
Total días	5		

PLANILLAS COMPARATIVAS DE COSTOS DE DRAGADO EN ALTERNATIVAS

DRAGADO DE CONSTRUCCION

ALTERNATIVA POR EL BURRO (frente a Filomena Inferior, Medio y Superior)

ALTERNATIVA por Canal El Burro **Construcción**

EQUIPO	TIEMPO		COSTO TOTAL (USD)
	Costo Productivo Mensual (USD)	Tiempo (días)	
Draga Cortador	683.315		0
Remolcador	135.897		0
Mula	99.463	0,0	0
Lancha	66.911		0
Tuberías	81.656		0
Draga Succión	1.630.857	27,0	1.467.771
Lancha	53.524		48.172
TOTAL COSTO DRAGADO CONSTRUCCION			1.515.943

CANAL ACTUAL, Pasos Filomena Inf., Medio y Sup. Construcción

EQUIPO	TIEMPO		COSTO TOTAL (USD)
	Costo Productivo Mensual (USD)	Tiempo (días)	
Draga Cortador	683.315		1.116.081
Remolcador	135.897		221.965
Mula	99.463	49,0	162.456
Lancha	66.911		109.288
Tuberías	81.656		133.371
Draga Succión	1.630.857	9,5	516.438
Lancha	53.524		16.949
TOTAL COSTO DRAGADO CONSTRUCCION			2.276.549

DRAGADO DE MANTENIMIENTO

ALTERNATIVA POR EL BURRO (frente a Filomena Inferior, Medio y Superior)

ALTERNATIVA por Canal El Burro **Mantenimiento**

EQUIPO	TIEMPO		COSTO TOTAL (USD)
	Costo Productivo Mensual (USD)	Tiempo (días)	
Draga Cortador	683.315		0
Remolcador	135.897		0
Mula	99.463	0,0	0
Lancha	66.911		0
Tuberías	81.656		0
Draga Succión	1.630.857	5,0	271.810
Lancha	53.524		8.921
TOTAL COSTO DRAGADO MANTENIMIENTO			280.730

CANAL ACTUAL, Pasos Filomena Inf., Medio y Sup. Mantenimiento

EQUIPO	TIEMPO		COSTO TOTAL (USD)
	Costo Productivo Mensual (USD)	Tiempo (días)	
Draga Cortador	683.315		0
Remolcador	135.897		0
Mula	99.463	0,0	0
Lancha	66.911		0
Tuberías	81.656		0
Draga Succión	1.630.857	11,0	597.981
Lancha	53.524		19.625
TOTAL COSTO DRAGADO MANTENIMIENTO			617.606



estudio de ingeniería hidráulica s.a.



DRAGADO DE CONSTRUCCION

ALTERNATIVA POR URQUIZA (frente a Almirón Chico)

DRAGADO DE MANTENIMIENTO

ALTERNATIVA POR URQUIZA (frente a Almirón Chico)

ALTERNATIVA por Paso Urquiza

Construcción

EQUIPO	TIEMPO		COSTO TOTAL (USD)
	Costo Productivo Mensual (USD)	Tiempo (días)	
Draga Cortador	683.315		0
Remolcador	135.897		0
Mula	99.463	0,0	0
Lancha	66.911		0
Tuberías	81.656		0
Draga Succión Lancha	1.630.857 53.524	17,0	924.152 30.330
TOTAL COSTO DRAGADO CONSTRUCCION			954.483

ALTERNATIVA por Paso Urquiza

Mantenimiento

EQUIPO	TIEMPO		COSTO TOTAL (USD)
	Costo Productivo Mensual (USD)	Tiempo (días)	
Draga Cortador	683.315		0
Remolcador	135.897		0
Mula	99.463	0,0	0
Lancha	66.911		0
Tuberías	81.656		0
Draga Succión Lancha	1.630.857 53.524	8,0	434.895 14.273
TOTAL COSTO DRAGADO MANTENIMIENTO			449.168

CANAL ACTUAL, Paso Almirón Chico

Construcción

EQUIPO	TIEMPO		COSTO TOTAL (USD)
	Costo Productivo Mensual (USD)	Tiempo (días)	
Draga Cortador	683.315		0
Remolcador	135.897		0
Mula	99.463	0,0	0
Lancha	66.911		0
Tuberías	81.656		0
Draga Succión Lancha	1.630.857 53.524	12,0	652.343 21.410
TOTAL COSTO DRAGADO CONSTRUCCION			673.752

CANAL ACTUAL, Paso Almirón Chico

Mantenimiento

EQUIPO	TIEMPO		COSTO TOTAL (USD)
	Costo Productivo Mensual (USD)	Tiempo (días)	
Draga Cortador	683.315		0
Remolcador	135.897		0
Mula	99.463	0,0	0
Lancha	66.911		0
Tuberías	81.656		0
Draga Succión Lancha	1.630.857 53.524	6,0	326.171 10.705
TOTAL COSTO DRAGADO MANTENIMIENTO			336.876

DRAGADO DE CONSTRUCCION

ALTERNATIVA POR CASABLANCA (frente a Almirón Chico y Almirón Grande)

ALTERNATIVA por Casablanca Construcción

EQUIPO	TIEMPO		COSTO TOTAL (USD)
	Costo Productivo Mensual (USD)	Tiempo (días)	
Draga Cortador	683.315		3.484.907
Remolcador	135.897		693.075
Mula	99.463	153,0	507.260
Lancha	66.911		341.245
Tuberías	81.656		416.444
Draga Succión Lancha	1.630.857 53.524	0,0	0 0
TOTAL COSTO DRAGADO CONSTRUCCION			5.442.932

CANAL ACTUAL, Pasos Almirón Chico y Grande Construcción

EQUIPO	TIEMPO		COSTO TOTAL (USD)
	Costo Productivo Mensual (USD)	Tiempo (días)	
Draga Cortador	683.315		0
Remolcador	135.897		0
Mula	99.463	0,0	0
Lancha	66.911		0
Tuberías	81.656		0
Draga Succión Lancha	1.630.857 53.524	24,0	1.304.686 42.819
TOTAL COSTO DRAGADO CONSTRUCCION			1.347.505

DRAGADO DE MANTENIMIENTO

ALTERNATIVA POR CASABLANCA (frente a Almirón Chico y Almirón Grande)

ALTERNATIVA por Casablanca Mantenimiento

EQUIPO	TIEMPO		COSTO TOTAL (USD)
	Costo Productivo Mensual (USD)	Tiempo (días)	
Draga Cortador	683.315		0
Remolcador	135.897		0
Mula	99.463	0,0	0
Lancha	66.911		0
Tuberías	81.656		0
Draga Succión Lancha	1.630.857 53.524	5,0	271.810 8.921
TOTAL COSTO DRAGADO MANTENIMIENTO			280.730

CANAL ACTUAL, Pasos Almirón Chico y Grande Mantenimiento

EQUIPO	TIEMPO		COSTO TOTAL (USD)
	Costo Productivo Mensual (USD)	Tiempo (días)	
Draga Cortador	683.315		0
Remolcador	135.897		0
Mula	99.463	0,0	0
Lancha	66.911		0
Tuberías	81.656		0
Draga Succión Lancha	1.630.857 53.524	9,0	489.257 16.057
TOTAL COSTO DRAGADO MANTENIMIENTO			505.314

7. SEÑALIZACION

7.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Es interés del proyecto de dragado y balizamiento del río Uruguay, “Potenciar Transporte Fluvial” y “No afectar el medio Ambiente”, lo que se ha interpretado desde el punto de vista del diseñador del sistema de balizamiento como que el proyecto debe:

“respetando el medio ambiente, posibilitar que, la navegación de los buques de diseño de cada uno de los tres tramos a estudiarse, se realice con fluidez y seguridad durante el día y la noche, todo el año, pese a las dificultades meteorológicas esperables como pueden ser las lluvias copiosas, nieblas, humos y la probable combinación de todos estos factores”.

Señalización del Canal de Navegación: El proyecto de señalización corresponde al canal diseñado para las condiciones de navegación y los buques de diseño fijados en los Términos de Referencia.

Tramos del Proyecto de Balizamiento: Este proyecto ha mantenido la sectorización del río planteada previamente por la CARU, a saber:

a- Canal de navegación desde el límite con el Río de la Plata hasta Concepción del Uruguay (Kms. 0 a 187).

b- Canal de Acceso al Puerto de Concepción de Uruguay.

c- Canal de navegación desde Concepción del Uruguay hasta Paysandú (Kms. 187 a 206,8).

Canal actual y alternativas: Dentro de los dos tramos generales planteados, el proyecto contempla, además del canal previamente existente (dragado y señalizado a julio de 2012), otros tramos alternativos que implica la navegación de otros brazos del río, los que convenientemente dragados y señalizados podrían formar parte de la ruta de navegación, eliminando por tanto, del canal actual, los tramos que unen los puntos de inicio y fin de tales alternativas. Constituyen alternativas los tramos donde se localizan los pasos del Burro, Román, Casa Blanca y Urquiza.

7.2 ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SEÑALIZACIÓN NÁUTICA EXISTENTE

Durante la Campaña de Reconocimiento efectuada en la semana del 16 al 20 de Julio de 2012 navegando el Río Uruguay en la embarcación “Caribdis”, desde el Km 0 en Nueva Palmira hasta el Km 207 en Puerto Paysandú, pudo verificarse falta de implementación en el Sistema de Balizamiento existente, atrasos de diseño de las señales, etc. lo que produce en el navegante, situaciones confusas desde el punto de vista de la seguridad náutica.

Se entiende que parte de las mismas se deben a la no concreción, a partir de 2005, de una migración completa del balizamiento vigente correspondiente al Sistema Lateral Internacional establecido en la Conferencia Marítima Internacional de Washinton D.C. de 1889, al actual Sistema de Balizamiento de la AISM-IALA Región “B” de 1982 y otras a problemas de diversa índole y diferente tenor, existentes en ambos países.

En este sentido se visualizaron problemas en la Implementación del Sistema de Señalización AISM-IALA, que abarca Áreas de Incertidumbre Náutica, Boyas Laterales, sus Características Nocturnas, los Pares de Boyas, las Bifurcaciones de Canales, el empleo de las Boyas de Bifurcación, el Fondeo de Boyas en las curvas, las Radas de los Puertos y el Balizamiento de Puertos.

Por otra parte y para las señales tomadas individualmente, se detectaron incumplimientos del Sistema AISM-IALA que abarcan las Boyas Laterales Rojas y Verdes, las Boyas de Peligro Aislado, el uso de las Marcas de Tope y la existencia de Características Diurnas Mezcladas en una misma boya.

Sobre el Diseño de las Señales, pudo constatarse problemas en la Protección Anti embestida de las Luces, en el Cuerpo Superior de las Boyas, en las Medidas Anti Aves y en los Paneles Fotovoltaicos.

Respecto del Mantenimiento Correctivo de las señales se encontraron boyas sucias, paneles fotovoltaicos tapados, carteles faltantes, boyas sobre pintadas con diferentes colores a la vista, etc.

La descripción de las mismas y las respectivas recomendaciones para subsanarlas, se hacen al solo efecto que sean tenidas en cuenta en la implementación del futuro Sistema de Balizamiento surgido del presente proyecto, para:

- a- Adecuar las características diurnas y nocturnas de cada señal existente al Sistema de Balizamiento de AISM-IALA.
- b- Adecuar la utilización de cada tipo de Señal existente al Sistema de Balizamiento de AISM-IALA.
- c- Superar las áreas de incertidumbre náutica existentes al mejorar la capacidad de señalizar del conjunto de señales utilizadas.
- d- Aumentar notoriamente la disponibilidad individual de las señales.
- e- Mejorar la capacidad de Respuesta Radar aumentando el área reflectora del cuerpo flotante de las boyas.
- f- Disminuir las Tareas de Reparación de Señales al mejorar las defensas anti embestidas.
- g- Disminuir las Tareas de Mantenimiento de Señales al mejorar las medidas anti aves.

Una descripción detallada de cada una de estas situaciones se presenta por separado como Anexo al presente.

Puede decirse que conceptualmente, este proyecto de balizamiento, que culmina la migración del viejo Sistema Lateral de 1889 al actual AISM-IALA con su correspondiente actualización tecnológica, se encuentra basado, desde el punto de vista de su implementación, en las siguientes acciones:

- a- Reutilización del material de boyado en acero existente, a excepción del cuerpo superior de las boyas.
- b- Construcción de nuevos Cuerpos Superiores de las boyas reutilizadas, adoptando las nuevas características físicas de diseño. Esto, además de disminuir los costos de implementación, mantendrá todas las tareas a realizarse, dentro del alcance de la mano de obra local, tanto argentina como uruguaya.
- c- Construcción de todo el material de boyado necesario para completar, junto a los equipos recuperados del punto anterior, las cantidades correspondientes al total del nuevo sistema de balizamiento. Esto incluye, Cuerpos flotantes, Cuerpo superior, Marcas de Tope, Tren de Amarre, Muertos de Anclaje, Equipamiento lumínico, Carteles, etc.
- d- Mejorar la respuesta como eco radar de las boyas al modificarse el diseño del Cuerpo Superior de las boyas (Nuevas y Existentes) con el agregado en algunas boyas de

Pantallas Reflectoras Radar; para solo algunos casos de boyas cuya señalización es muy importante se agregan identificadores automáticos AIS AtoN.

- e- Mejorar la respuesta y disponibilidad de los equipos lumínicos de todas las boyas (nuevas y existentes) migrando en los casos faltantes a luces con tecnología de LDEs. (mayores horas de vida, color más definido, bajísimo consumo de energía eléctrica).

7.3 PROYECTO DE BALIZAMIENTO

Dentro del contexto antedicho, se efectuó un nuevo Proyecto de Balizamiento que contempló para cada tramo del canal actual de navegación, su adecuación al nuevo canal dragado y la necesaria actualización tecnológica sin afectar al medio ambiente.

El sistema de señalización proyectado, de acuerdo a sus nuevas características, es compatible y puede por lo tanto, formar parte de un Sistema de Señalización Total de los ríos de la Cuenca del Plata que se encuentren en jurisdicción Argentina, Uruguay, Brasilera, Boliviana y Paraguaya, dado que se ha adoptando para su complementación, una señalización que, siendo básicamente respetuosa del sistema AISM-IALA, es también coherente con el balizamiento AISM-IALA adaptado a la navegación fluvial existente en los grandes ríos navegables de toda la cuenca.

Siguiendo el espíritu recomendado por la AISM-IALA, la señalización proyectada para los Pasos, Entre Pasos, Canchas y sus Proximidades, está diseñada para ser interpretada por todos los marinos, aunque sean circunstanciales navegantes de este río y, por lo tanto, sin tener en cuenta su grado de conocimiento de la zona.

Para el caso de experimentados Capitanes, Patrones, Prácticos y/o Baquianos fluviales, probablemente, alguna señal parezca obvia, pese a esto, en ocasiones, el cansancio o cualquier otra circunstancia, puede desorientar al más experimentado y, una señalización clara y eficiente, probablemente lo ayude a ubicarse rápidamente y le permita evitar males mayores al barco, su carga, el pasaje, la tripulación y al medio ambiente.

La descripción de la señalización náutica de cada tramo, independientemente del tipo de señalización empleada, se efectúa desde Aguas Abajo hacia Aguas Arriba, siguiendo el Kilometraje creciente de las Progresivas del río, coincidentemente con lo recomendado por AISM-IALA y lo especificado en el Reglamento de Señalización Náutica Argentino, Publicación H-505, Cap. 3 Art 05 del SHN, como "Sentido General del Balizamiento", concepto que define el significado y correcto uso de cada una de las señales.

En anexos agregados al presente, como descripción particular de cada una de las nuevas señales del proyecto, se indican, como mínimo, sus Características "Diurnas" (Color y Forma) y "Nocturnas" (Color, Ritmo y Alcance de la Luz) de acuerdo a lo recomendado por AISM-IALA y al Reglamento de Señalización Náutica H-505 antedicho, así como, el agregado de otras Ayudas a la Navegación como pueden ser las pantallas Reflectoras de Radar, etc.

La Secuencia, los ritmos y períodos de los destellos correspondientes a cada luz están dadas en función de lo recomendado por AISM-IALA y la Pub. H-505, habiéndose adoptado para este proyecto un ritmo creciente, tanto en cantidad de destellos como en el tiempo que conforma el período de la luz de cada boya, de tal forma que, pese a encontrarse algunas boyas apagadas, no confundan al navegante.

Fuera de este criterio secuencial, se encuentran las luces de señales poco comunes como son las Canal Preferido, Cardinales y Peligro Aislado, las que mantienen su Característica Nocturna identificatoria específica.

El kilometraje de la progresiva del río, es la denominación específica de cada señal y también lo que las identifica en los planos de proyecto / batimétricos y, a futuro, una vez insertadas, en las Cartas Náuticas oficiales del SOHMA y los Croquis de los Ríos del SHN.

Las particularidades de cada señal pasa por el kilometraje de su progresiva, numeración que la identifica dentro del sistema, siendo sus características generales, para cada una de las señales, las correspondientes a las características de cada tipo de señal.

La posición geográfica (Tentativa) de cada señal se encuentra en los Planos Adjuntos del Anexo al presente junto al kilometraje de la progresiva que las identifica obtenidos de las Cartas Náuticas del SOHMA Serie 700 y 800.

La "Posición Geográfica Definitiva", deberá ser definida por el organismo / contratista, al momento de su instalación y de acuerdo a la situación topohidrográfica existente y los últimos levantamiento batimétricos que efectúe.

Existe la probabilidad de una pequeña variación en la cantidad y/o tipo de las señales necesarias en función de la definición definitiva del posicionamiento y las funciones de las mismas.

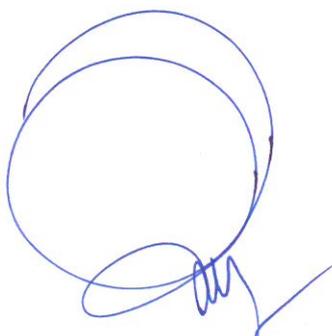
En Anexo – Análisis Crítico de la Señalización Existente a julio de 2012, se indican las modificaciones estructurales al Cuerpo Superior de cada una de las boyas, de tal forma de aumentar su área reflectora radar y el pintado de las franjas de colores de AISM-IALA de acuerdo a cada boya.

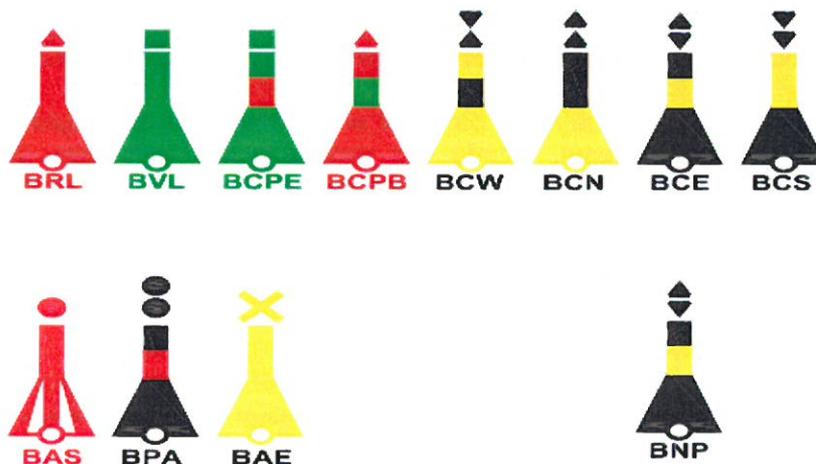
Pese a no encontrarse incorporado a los términos de Referencia de este contrato, a modo de recomendación se agregan las modificaciones a efectuarse al balizamiento de los puertos y el agregado de señalización a los cruces de Líneas Aéreas de Alta Tensión y el Gasoducto Subfluvial, de modo de complementar adecuadamente la señalización del canal.

7.3.1 Planos de Proyecto de Señalización

En los planos de proyecto del trazado del canal de navegación, se incorporó la señalización del canal actual así como de los tramos en que se estudian alternativas de trazado, siguiendo las referencias para la identificación de las mismas, según el detalle abajo indicado.

Las Radas de cada puerto, así como, las Zonas de Amarre, las de Fondeo, las de Espera y las de Alijo a lo largo del río, a medida que a futuro, las autoridades correspondiente las determinen, también deberán ser convenientemente cartografiadas y señalizadas.





7.3.2 Criterios Generales de diseño

A estos efectos se aplicaron los siguientes criterios generales de diseño para permitir plantear las modificaciones que resultaron convenientes al balizamiento actual, desde el punto de vista de sus características diurnas / nocturnas, cantidad, distribución, posicionamiento, equipamiento especial, etc.

a- Los barcos que navegan el Río Uruguay, arriban a sus puertos luego de navegar los ríos Paraná (de bajada) y del Plata (de subida), lo que indica claramente que estos ríos (Uruguay / del Plata y Paraná) deben ser tomados como un Sistema de Navegación, lo que incluye un único sistema de balizamiento, o al menos, con grandes similitudes entre sí.

b- Los barcos que navegan aguas arriba o abajo el río Uruguay, arriban a, o franquean, un puerto argentino o uruguayo, lo que indica que el balizamiento de estos puertos debe también ser tomado como parte del sistema de balizamiento del río.

c- El balizamiento debe estar diseñado para ser interpretado también por los navegantes circunstanciales, y no solo, por los que navegan la zona asiduamente, como es el caso de los Pilotos, Prácticos, Baquianos y Patrones comerciales de la zona.

d- Los navegantes necesitan suficiente preaviso para visualizar claramente que: un tramo es recto, inicia una curva, se alcanzó el punto medio de la curva, finaliza una curva, se afina o ensancha el canal, un paso tiene un rumbo determinado, el canal se bifurca y hacia donde sigue o existe un cruce de canales.

7.3.3 Criterios Particulares de diseño

Para el proyecto del balizamiento se tuvieron en cuenta respecto de las cantidades, tipo, características, ubicación y equipamiento especial de las señales, lo siguiente:

En las Rectas / canchas:

- a- Canal Ancho: Separadas – Medio Canal o Una lateral
- b- Canal Angosto: Cercanas – Pares de Laterales o Un Lateral
- c- Transición entre Ancho y Angosto: Cambiar de Medio Canal a Par con fairway ancho y luego Par con la angostura; o Cambiar Lateral de un veril por Laterales cercanas en los dos veriles aunque NO conformen un Par.
- c- Transición entre Angosto y Ancho: cambiar de Par angosto a Par Ancho y luego Media canal, o cambiar de Lateral a laterales cercanas en dos veriles aunque NO conformen un par.
- d- Quiebres de Canal: Lateral

En las Curvas:

- a- Abiertas (Gran Radio de Curvatura): Indicar el Veril de adentro, únicamente con laterales.
- b- Cerradas (pequeño Radio de Curvatura): Indicar el Veril de adentro y el Punto de Pivote de Adentro con Laterales.
- c- Ingreso: Un par de Laterales.
- d- Tránsito/ Media Curva / Punto Pivote: Una Lateral.
- e- Salida: Un Par de Laterales.

En las Bifurcaciones de canal:

- a- Canal Preferido a Estribor / Babor, navegando aguas arriba.
- b- Cardinal Este u Oeste, navegando aguas abajo

En los Pasos:

- a- Laterales
- b- Redundancia: Enfilaciones de Balizas en Tierra.

En los Peligros Aislados: Una Luminosa / otra Ciega.

En los fondos duros: Cardinales en caso de cercanía al canal.

Características Nocturnas:

- a- Laterales y Medio Canal: Secuencia creciente y Repetitiva en los Destellos.
- b- Canal Preferido/Cardinales/Especiales: IALA, mantienen su característica reglamentaria, pero que difieran entre sí en caso de estar cercanas.

Equipos Lumínicos de boyas y balizas:

Por sus múltiples ventajas (rendimiento luminoso / horas de vida / consumo de energía, etc.), se estableció como equipamiento lumínico de las boyas y balizas correspondiente a la tecnología de Diodos Emisores de Luz (LEDs.)

Refuerzo de Señales Importantes:

Las que necesitaron ser reforzadas / mejoradas respecto de su visualización / identificación entre otras señales o su entorno geográfico, etc, y para cada caso en particular se ha resuelto la situación con el agregado de:

- a- Pantallas Reflectora Radar Pasivas en la Banda "X" (3 cm.).
- b- Equipo Automático de Identificación de Señales Náuticas (AIS AtoN).

Debido a su costo de adquisición y requerimientos tecnológicos de mantenimiento, no se consideró la utilización de algún tipo de Reflector Radar Activo (RACON) en Bandas "X" (3 cm.) y "S" (10 cm.).

Indicación de Corriente Diurna y Nocturna en las boyas:

El río Uruguay es afectado por mareas del río de la Plata y la corriente de vaciante del río y sus afluentes, siendo la zona donde cada una afecta con preponderancia cambiante a lo largo del tiempo. La indicación del sentido de la corriente en un determinado instante se transforma en un factor importante para la navegación y la maniobra de los barcos. En este sentido se estudiaron los alcances de cada una y se definieron que tipo de indicación (diurna / nocturna) debe incorporar cada boya.

7.3.4 Características de la Señales Náuticas del Proyecto

Boyas Luminosas

Cuerpo flotante de acero de sencillo mantenimiento, pintado con los colores de AISM-IALA, que permita, manteniendo una considerable estabilidad, agregar pantallas verticales que conformen un nuevo cuerpo superior de la boya como soporte de las Marcas de Tope IALA, el equipamiento nocturno de la señal (Luminaria + destellador + batería + panel solar), las protecciones del equipo lumínico, la Pantalla Reflectora de Radar, etc.

Boya Lateral Estribor (BRL)

Características Diurnas:

- a- Cuerpo flotante: de acero de sencillo mantenimiento, pintado con los colores de AISM-IALA y considerable estabilidad, con cuerpo superior de la boya conformado columna central y pantallas verticales como soporte de las Marcas de Tope IALA, el equipamiento nocturno de la señal (Luminaria + destellador + batería + panel solar), las protecciones del equipo lumínico, la Pantalla Reflectora de Radar, etc.
- b- Colores del Cuerpo: Rojo.
- c- Marca de Tope: Triangulo Rojo apuntando hacia arriba en la parte superior de la boya.
- d- Cartel de kilometraje y Titularidad: cartel de (60) sesenta por (20) veinte centímetros, fondo color blanco y letras y Números Negros de (15) quince centímetros de alto, orientado paralelamente hacia el canal de navegación. P.ej.

“KM 12,500 – DNVN”

Características Nocturnas:

Un equipo lumínico que permita su ubicación durante la noche y lectura e interpretación de su indicación:

- a- Luz Color Rojo.
- b- Ritmo: 1 / 4 s; 2 / 8 s; 3 / 12 s o 4 / 16 s, según corresponda.
- c- Visibilidad: En los 360°.
- d- Alcance Luminoso: (5) Cinco Millas Náuticas.
- e- Reflector Radar. El propio cuerpo de la boya y/o Pantalla Reflectora montada en parte superior del cuerpo, según corresponda.

Boya Lateral Babor (BVL)

Características Diurnas:

- a- Cuerpo flotante: de acero de sencillo mantenimiento, pintado con los colores de AISM-IALA y considerable estabilidad, con cuerpo superior de la boya conformado columna central y pantallas verticales como soporte de las Marcas de Tope IALA, el equipamiento nocturno de la señal (Luminaria + destellador + batería + panel solar), las protecciones del equipo lumínico, la Pantalla Reflectora de Radar, etc.
- b- Colores del Cuerpo: Verde.
- c- Marca de Tope: Rectángulo Verde parado en la parte superior de la boya.

d- Cartel de kilometraje y Titularidad: cartel de (60) sesenta por (20) veinte centímetros, fondo color blanco y letras y Números Negros de (15) quince centímetros de alto, orientado paralelamente hacia el canal de navegación. P.ej.

“KM 12,500 – ROU”

Características Nocturnas:

Un equipo lumínico que permita su ubicación durante la noche y lectura e interpretación de su indicación:

a- Luz Color Verde.

b- Ritmo: 1 / 4 s; 2 / 8 s; 3 / 12 s o 4 / 16 s, según corresponda.

c- Visibilidad: En los 360°.

d- Alcance Luminoso: (5) Cinco Millas Náuticas.

e- Reflector Radar. El propio cuerpo de la boya y/o Pantalla Reflectora montada en parte superior del cuerpo, según corresponda.

Boya Bifurcación Canal a Estribor (BCPE)

Características Diurnas:

a- Cuerpo flotante: de acero de sencillo mantenimiento, pintado con los colores de AISM-IALA y considerable estabilidad, con cuerpo superior de la boya conformado columna central y pantallas verticales como soporte de las Marcas de Tope IALA, el equipamiento nocturno de la señal (Luminaria + destellador + batería + panel solar), las protecciones del equipo lumínico, la Pantalla Reflectora de Radar, etc.

b- Colores del Cuerpo: Verde con una franja ancha horizontal color Rojo.

c- Marca de Tope: Cilindro Verde parado en la parte superior de la boya.

d- Cartel de kilometraje y Titularidad: cartel de (60) sesenta por (20) veinte centímetros, fondo color blanco y letras y Números Negros de (15) quince centímetros de alto, orientada paralelamente hacia el canal de navegación. P.ej.

“KM 12,500 – DNVN”

Características Nocturnas:

Un equipo lumínico que permita su ubicación durante la noche y lectura e interpretación de su indicación:

a- Luz Color Verde.

b- Ritmo: Grupo de Destellos (2+!) cada 12 Segundos.

c- Visibilidad: En los 360°.

d- Alcance Luminoso: (5) Cinco Millas Náuticas.

e- Reflector Radar. El propio cuerpo de la boya y/o Pantalla Reflectora montada en parte superior del cuerpo, según corresponda.

f- Identificador Automático de Señales: AIS AtoN montada en parte superior del cuerpo.

Boya Bifurcación Canal a Babor (BCPB)

Características Diurnas:

a- Cuerpo flotante: de acero de sencillo mantenimiento, pintado con los colores de AISM-IALA y considerable estabilidad, con cuerpo superior de la boya conformado columna central y pantallas verticales como soporte de las Marcas de Tope IALA, el equipamiento nocturno de la señal (Luminaria + destellador + batería + panel solar), las protecciones del equipo lumínico, la Pantalla Reflectora de Radar, etc.

b- Colores del Cuerpo: Rojo con una franja ancha horizontal color Verde.

c- Marca de Tope: Cono Rojo apuntando hacia arriba en la parte superior de la boya.

d- Cartel de kilometraje y Titularidad: cartel de (60) sesenta por (20) veinte centímetros, fondo color blanco y letras y Números Negros de (15) quince centímetros de alto, orientado paralelamente hacia el canal de navegación. P.ej.

“KM 12,500 – ROU”

Características Nocturnas:

Un equipo lumínico que permita su ubicación durante la noche y lectura e interpretación de su indicación:

a- Luz Color Rojo.

b- Ritmo: Grupo de Destellos (2+!) cada 12 Segundos.

c- Visibilidad: En los 360°.

d- Alcance Luminoso: (5) Cinco Millas Náuticas.

e- Reflector Radar: El propio cuerpo de la boya y/o Pantalla Reflectora montada en parte superior del cuerpo, según corresponda.

f- Identificador Automático de Señales: AIS AtoN montada en parte superior del cuerpo.

Boya Aguas Seguras / Medio Canal (BAS)

Características Diurnas:

a- Cuerpo flotante: de acero de sencillo mantenimiento, pintado con los colores de AISM-IALA y considerable estabilidad, con cuerpo superior de la boya conformado columna central y pantallas verticales como soporte de las Marcas de Tope IALA, el equipamiento nocturno de la señal (Luminaria + destellador + batería + panel solar), las protecciones del equipo lumínico, la Pantalla Reflectora de Radar, etc.

b- Colores del Cuerpo: Varias franjas verticales Rojas y Blancas.

c- Marca de Tope: Esfera Roja en la parte superior de la boya.

d- Cartel de kilometraje y Titularidad: cartel de (60) sesenta por (20) veinte centímetros, fondo color blanco y letras y Números Negros de (15) quince centímetros de alto, orientado paralelamente hacia el canal de navegación. P.ej.

“KM 12,500 – DNVN”

Características Nocturnas:

Un equipo lumínico que permita su ubicación durante la noche y lectura e interpretación de su indicación:

a- Luz Color Blanco.

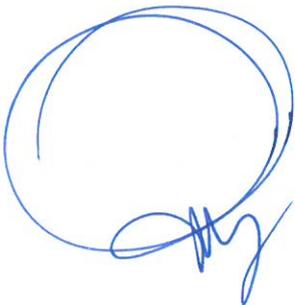
b- Ritmo: Isofásico.

c- Visibilidad: En los 360°.

d- Alcance Luminoso: (5) Cinco Millas Náuticas.

e- Reflector Radar: El propio cuerpo de la boya y/o Pantalla Reflectora montada en parte superior del cuerpo, según corresponda.

f- Identificador Automático de Señales: AIS AtoN montada en parte superior del cuerpo según corresponda.



Boya Cardinal Norte (BCN)

Características Diurnas:

- a- Cuerpo flotante: de acero de sencillo mantenimiento, pintado con los colores de AISM-IALA y considerable estabilidad, con cuerpo superior de la boya conformado columna central y pantallas verticales como soporte de las Marcas de Tope IALA, el equipamiento nocturno de la señal (Luminaria + destellador + batería + panel solar), las protecciones del equipo lumínico, la Pantalla Reflectora de Radar, etc.
- b- Colores del Cuerpo: Abajo una franja horizontal Amarilla y arriba una Negra.
- c- Marca de Tope: Dos conos negros superpuestos en la parte superior de la boya.
- d- Cartel de kilometraje y Titularidad: cartel de (60) sesenta por (20) veinte centímetros, fondo color blanco y letras y Números Negros de (15) quince centímetros de alto, orientado paralelamente hacia el canal de navegación. P.ej.

“KM 12,500 – ROU”

Características Nocturnas:

Un equipo lumínico que permita su ubicación durante la noche y lectura e interpretación de su indicación:

- a- Luz Color Blanco.
- b- Ritmo: Rápido (Q)
- c- Visibilidad: En los 360°.
- d- Alcance Luminoso: (5) Cinco Millas Náuticas.
- e- Reflector Radar: El propio cuerpo de la boya y/o Pantalla Reflectora montada en parte superior del cuerpo, según corresponda.

Boya Cardinal Este (BCE)

Características Diurnas:

- a- Cuerpo flotante: de acero de sencillo mantenimiento, pintado con los colores de AISM-IALA y considerable estabilidad, con cuerpo superior de la boya conformado columna central y pantallas verticales como soporte de las Marcas de Tope IALA, el equipamiento nocturno de la señal (Luminaria + destellador + batería + panel solar), las protecciones del equipo lumínico, la Pantalla Reflectora de Radar, etc.
- b- Colores del Cuerpo: Negro con una franja horizontal Amarilla al medio.
- c- Marca de Tope: Dos conos negros superpuestos, opuestos por la base y en la parte superior de la boya.
- d- Cartel de kilometraje y Titularidad: cartel de (60) sesenta por (20) veinte centímetros, fondo color blanco y letras y Números Negros de (15) quince centímetros de alto, orientado paralelamente hacia el canal de navegación. P.ej.

“KM 12,500 – DNVN”

Características Nocturnas:

Un equipo lumínico que permita su ubicación durante la noche y lectura e interpretación de su indicación:

- a- Luz Color Blanco.
- b- Ritmo: (3) Destellos rápidos cada (10) diez segundos. Q (3) cada 10 s.
- c- Visibilidad: En los 360°.
- d- Alcance Luminoso: (5) Cinco Millas Náuticas.
- e- Reflector Radar: El propio cuerpo de la boya y/o Pantalla Reflectora montada en parte superior del cuerpo, según corresponda.

Boya Cardinal Sur (BCS)

Características Diurnas:

- a- Cuerpo flotante: de acero de sencillo mantenimiento, pintado con los colores de AISM-IALA y considerable estabilidad, con cuerpo superior de la boya conformado columna central y pantallas verticales como soporte de las Marcas de Tope IALA, el equipamiento nocturno de la señal (Luminaria + destellador + batería + panel solar), las protecciones del equipo lumínico, la Pantalla Reflectora de Radar, etc.
- b- Colores del Cuerpo: Abajo una franja horizontal negra y arriba una Amarilla.
- c- Marca de Tope: Dos conos negros superpuestos, puntas hacia abajo y en la parte superior de la boya.
- d- Cartel de kilometraje y Titularidad: cartel de (60) sesenta por (20) veinte centímetros, fondo color blanco y letras y Números Negros de (15) quince centímetros de alto, orientado paralelamente hacia el canal de navegación. P.ej.

“KM 12,500 – DNVN”

Características Nocturnas:

Un equipo lumínico que permita su ubicación durante la noche y lectura e interpretación de su indicación:

- a -Luz Color Blanco.
- b- Ritmo: (6) Destellos rápidos más un Destello Largo cada 15 segundos.
- c- Visibilidad: En los 360°.
- d- Alcance Luminoso: (5) Cinco Millas Náuticas.
- e- Reflector Radar: El propio cuerpo de la boya y/o Pantalla Reflectora montada en parte superior del cuerpo, según corresponda.

Boya Cardinal Oeste (BCW)

Características Diurnas:

- a- Cuerpo flotante: de acero de sencillo mantenimiento, pintado con los colores de AISM-IALA y considerable estabilidad, con cuerpo superior de la boya conformado columna central y pantallas verticales como soporte de las Marcas de Tope IALA, el equipamiento nocturno de la señal (Luminaria + destellador + batería + panel solar), las protecciones del equipo lumínico, la Pantalla Reflectora de Radar, etc.
- b- Colores del Cuerpo: Amarillo con una franja horizontal negra al medio.
- c- Marca de Tope: Dos conos negros superpuestos, puntas hacia abajo y en la parte superior de la boya.
- d- Cartel de kilometraje y Titularidad: cartel de (60) sesenta por (20) veinte centímetros, fondo color blanco y letras y Números Negros de (15) quince centímetros de alto, orientado paralelamente hacia el canal de navegación. P.ej.

“KM 12,500 – ROU”

Características Nocturnas:

Un equipo lumínico que permita su ubicación durante la noche y lectura e interpretación de su indicación:

- a- Luz Color Blanco.
- b- Ritmo: (9) Destellos rápidos cada 15 segundos.
- c- Visibilidad: En los 360°.
- d- Alcance Luminoso: (5) Cinco Millas Náuticas.
- e- Reflector Radar: El propio cuerpo de la boya y/o Pantalla Reflectora montada en parte superior del cuerpo, según corresponda.

7.3.5 Materiales Constructivos de Boyas y Balizas

Existen en el mercado modernos materiales plásticos para la construcción de las boyas, los que se caracterizan por su bajo mantenimiento, peso y prolongada vida útil, aunque pese al tratamiento para prevenir los rayos ultravioletas del sol, con el tiempo los colores se degradan y no pueden ser recuperados. Estas características conllevan una fuerte inversión inicial y una muy baja ocupación de mano de obra local para su construcción y su mantenimiento.

Por otro lado todas las boyas y balizas del Río Uruguay, así como, la de los ríos de la Plata, Paraná de las Palmas, Bravo, Guazú, Talavera y Paraná Inferior, Medio y Superior están construidas con casco de acero, cubriendo unos 2.300 kms de canales señalizados, siendo la excepción los 145 kms de los Canales de Martín García del Río de la Plata. Las de casco de acero son más baratas, más pesadas y de fácil mantenimiento.

Tanto en Argentina como en Uruguay, existen astilleros o talleres de reparaciones navales con probada experiencia en la reparación y construcción de señales náuticas en este tipo de materiales.

Por lo arriba expuesto, se han descartado las señales construidas en materiales plásticos y se han adoptado las señales náuticas construidas en acero.

7.3.6 Trenes de Anclaje de las Boyas

Existen en el mercado trenes de amarre compuesto por Cadena de Acero y Cabo de Nylon y/o Cadena de Acero y Elastómeros; por entender que no es factible su utilización debido a las fuertes solicitaciones y desgastes que este tipo de materiales (Nylon / Elastómeros) deberían soportar debido a los efectos de la corriente y camalotales se desestima su utilización, siendo recomendables las cadenas de acero.

También existen diferentes materiales, formas y dimensiones para los Muertos de Anclaje, en este sentido, la construcción y/o adquisición de componentes de este tipo de tren de anclaje de las boyas, es muy simple y puede ser efectuado directamente en la zona, tanto en talleres argentinos como uruguayos.

Un dimensionamiento recomendable para lo amarres y los anclajes tendría estos valores:

a- Cuerpo Muerto de Anclaje:

Material: Hormigón Armado de 1.800 kgr. con Armadura de Acero de 15 mm

Dimensiones: Cilindro de 1,30 m. de diámetro x 0,60 m. de alto., con cáncamo de acero de 50 mm.

a- Cadena de Amarre:

Material: Acero S. M. de 50 kgrs x mm cuadrado.

Diámetro 26 mm.

Largo: Tres veces profundidad al cero + nivel hídrico máximo histórico.

Peso cadena: 6,90 Kgs x metro.

Grilletes Unión: Dos x 1,5 kgr.

Grillete Giratorio: Uno x 2,50 Kgr.

Por otra parte, la importante experiencia adquirida durante años de operación y mantenimiento de la señalización del Río Uruguay, tanto por la DNVN (RA) como por el SERBA (ROU) respecto de las diferentes solicitaciones que presupone la acción de las mareas o de las corrientes en cada zona afectada por diferentes regímenes fluviales, indica como coherente adoptar el dimensionamiento de las cadenas, sus cáncamos, grilletes giratorios y la forma, peso y material de los muertos de anclaje empleados en el balizamiento actual.

7.3.7 Enfilaciones de Balizas

Reinstaladas las enfilaciones faltantes, solo se han mejorado las enfilaciones agregándoles equipos lumínicos a cada baliza.

7.3.8 Puente General San Martín

Este puente tiene balizado para su aproximación, el denominado "Área de Control del Puente" con señales flotantes y la estructura del puente (pilas principales / defensas) con balizas fijas, resultando diferentes a la de los puentes sobre el río Paraná y a lo normado en el Sistema IALA. Este balizamiento se revisó y se definieron las tareas necesarias para adaptarlo quedando claramente señalizado el achó del canal navegable en la aproximación, como bajo el puente, así como la que indica el lugar del tablero de máximo galibo vertical respecto del cero hidrográfico del lugar.

7.3.9 Equipamiento Complementario de las señales

Equipo Lumínico para boyas y Balizas

Para morigerar los efectos del vandalismo que tiende, en todas las hidrovías del mundo, a retirar de las señales náuticas, fundamentalmente los Paneles Solares, es factible utilizar sistemas compactos de energía que tienen embutidos en una sola pieza el panel solar, la batería y la fuente de luz y que mantienen todas las capacidades de otros tipos de luminarias.

En este sentido, las características técnicas del tipo de equipo lumínico necesario y factible para las señales, son las siguientes.

- a- Panel Solar: incorporado al cuerpo de la luminaria, con celdas de alta eficiencia y capacidad para determinar el máximo punto de producción de energía para optimizar la carga de energía solar.
- b- Batería: Sin mantenimiento, reemplazable y reciclable y capacidad de trabajo a temperaturas extremas.
- c- Fuente de Luz: Diodos Emisores de Luz (LED) de alta performance.
- d- Intensidad pico de Luz: 44 Cd (candelas).
- e- Divergencia Vertical: Mayor a 8°.
- f- Combinaciones de Destellos Programables: 256.
- g- Arranque / Transición Día / Noche: Selectable entre 25 y 925 Lux en niveles de 25 lux.
- h- Materiales Constructivos: Polycarbonato - Polysiloxane resistente a los rayos Ultra Violeta y doble sello con ventilación a prueba de agua.
- i- Colores: Verde / Rojo / Amarillo / Azul / Blanco según IALA recomendación E-200 -1.
- j- Temperaturas Ambiente: Operando entre -43°C y 51°C /n Estibada: entre -43° C y 80°C.
- k- Peso: 1,58 Kgr.
- l- Velocidad Máxima de Viento: Hasta 260 Kms/ hora.

Otra opción es la utilización del equipamiento actual de algunas señales que contemplan la luminaria, el destellador, la batería y el panel Solar por separado y que no presentan muchas capacidades antivandalismo.

Pantallas reflectoras de radar específicas para boyas

Las características Técnicas del tipo de Pantallas Reflectoras de Radar necesarias y factibles para las señales son las siguientes:

- a- Integración: Pueden formar parte del Mástil de la boya o instalarse en la parte superior del cuerpo de la boya, sin afectar la operación de otros componentes de la señal.
- b- Como respuesta a una onda de radar marino (Banda "S" y/o "X") produce un pico de respuesta en el equipo de radar equivalente a un blanco real de 10 metros cuadrados de superficie reflectora.
- c- Su construcción en aluminio marino, disminuye el mantenimiento al mínimo y los efectos no deseados sobre la estabilidad de un peso importante en la parte superior de la señal.

Identificadores Automáticos AIS AtoN

Los equipos AIS AtoN (Identificador Automático de Ayudas a la Navegación) es una ayuda a la navegación AIS que provee automáticamente a los buques y estaciones costeras AIS en distancia VHF, información sobre la señal náutica donde se encuentra montado (Denominación – Estado de Funcionamiento – Dentro Fuera de Posición) transmitiendo cada tres minutos en VHF y en un canal asignado el denominado Mensaje 21 que contiene dicha información, también puede transmitir, en caso de contar la señal con los sensores correspondientes, datos de marea, corriente, viento, etc.

Por otra parte puede estar asociado al sistema de monitoreo remoto de la autoridad que lo gestione, de tal forma que siempre se conozca su nivel de disponibilidad operativo.

Los AIS AtoN disponibles en el mercado de diferentes productores internacionales, son unidades compactas, de bajo peso (2/3 Kgrs.) alojadas en una carcasa impermeable resistente diseñada para su uso en cualquier Ayuda a la navegación.

Estos equipos tienen un consumo de energía de menos de 0.5Ah/día y son adecuados para todas las instalaciones solares, que incluyen boyas en cualquier parte del mundo. El voltaje de entrada de 12V DC o 24V DC opcionales, compatible con sistemas de alimentación más conocidas en ayudas a la navegación.

Dada la experiencia existente en los diseñadores y fabricantes, se han adoptado las recomendaciones de la AISM-IALA (Asociación Internacional de Señalización Marítima -IALA) las que describen para uso internacional las funciones y estructuras para los mensajes contenidos en el mensaje de ayuda a la navegación AIS.

Los avances tecnológicos y la expansión mundial de estos equipos provocaron una drástica disminución de sus costos iniciales.

La principal ventaja desde el punto de vista de la seguridad náutica es que en las peores condiciones de visibilidad y propagación de ondas radar, o sea cuando los navegantes dejan de ver y encontrar las señales, las boyas/ balizas con AIS AtoN, siguen estando presentes en los sistemas de navegación de un buque, siendo prácticamente la última posibilidad de identificación de una señal.

7.3.10 Características Particulares de cada Señal

En Anexo al presente se indican las características de cada una de las señales náuticas que resultaron de asociar los criterios de diseño de la señalización adoptados para este proyecto, al del trazado del nuevo canal de navegación, sus alternativas y las particularidades de afluentes, puertos, cruces aéreos y subfluviales etc.

Las señales se presentan en secuencia creciente de la progresiva del canal a dragar y balizar a partir de Punta Gorda – Kilómetro 0 del Río Uruguay hasta alcanzar el Km 206 frente al Puerto uruguayo de Paysandú, estando estas divididas en tramos como se indica:

Tramo 1: Canal Actual de Ultramarinos, desde el límite con el Río de la Plata, hasta Km 97 (casco Anglo).

Tramo 2: Canal Actual de Ultramarinos, desde Km. 97 (casco Anglo) hasta Concepción del Uruguay (Km.187).

Tramo 3: Canal Actual de Fluviales, desde Concepción del Uruguay hasta Paysandú (Kms. 187 a 206,8).

En hojas separadas se presentan las señales correspondientes a:

- a- Alternativas (nuevos pasos alternativos a ser dragados y señalizados).
- b- Canales de Acceso a Puertos (M^o Bopicuá y Concepción de Uruguay).
- c- Accesos a los ríos afluentes.
- d- Balizamiento de los Puertos.
- e- Cruces Aéreos de Líneas de Alta tensión y Puentes Carreteros.
- f- Gasoducto subfluvial existente.

Las abreviaturas utilizadas para indicar la señalización correspondiente a cada Paso, entrepaso, canchas y sus proximidades, son las siguientes:

BVL: Boya Lateral Verde
BRL: Boya Lateral Roja
BAS: Boya Aguas Seguras / Medio Canal
BCPE: Boya Bifurcación de Canal - Canal Preferido a Estribor
BCPB: Boya Bifurcación de Canal - Canal Preferido a Babor
BCN: Boya Cardinal Norte
BCE: Boya Cardinal Este
BCS: Boya Cardinal Sur
BCW: Boya Cardinal Oeste
BAE: Boya Especial
BPA: Boya Peligro Aislado.
BNP: Boya de Nuevo peligro.
CIL: Cilíndrico
CAS: Castillete
R V: Rectángulo verde
T R: Triángulo Rojo
PRR: Pantalla Reflectora Radar
2EN: Dos esferas Negras
2ER: Dos Esteras Rojas
2TNI: 2 Triángulos Negros Invertidos
2TNI: 2 Triángulos Negros Contrapuestos

7.4 ANEXOS AL PROYECTO DE SEÑALIZACIÓN

En los siguientes Anexos se presenta la totalidad de la información sobre el proyecto de Señalización del Río Uruguay.

Anexo II-3.1: Planillas Proyecto de Señalización Náutica.

A.- Proyecto de Señalización Náutica Tramo Ultramarinos (Km 0 al 97 y 97 al 187).

B.- Proyecto de Señalización Náutica Tramo Fluviales (Km 187 al 207).

C.- Proyecto de Señalización Náutica en Alternativas.

D.- Proyecto de Señalización Accesos Ríos y Puertos.

E.- Proyecto de Balizamiento de Puertos.

F.- Proyecto de Señalización Cruces Aéreos y Subfluviales.

G.- Totales de Señalización Náutica Existente y Proyectada.

Anexo II-3.2: Inventario del Balizamiento levantado en la Campaña de Reconocimiento al 17 de Julio de 2012.

Anexo II-3.3: Registro Fotográfico del Balizamiento levantado en la Campaña de Reconocimiento al 17 de Julio de 2012.

Anexo II-3.4: Análisis Crítico al Sistema de Balizamiento existente durante la Campaña de Reconocimiento al 17 de julio de 2012.

Anexo II-3.5: Normativa sobre Señalización Náutica.

PLANOS del Proyecto de Señalización Náutica, corresponden los planos B4-1.

8. COSTOS DEL PROYECTO

8.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La estimación de los costos del proyecto se realizó considerando los distintos ítems de la obra y el esquema que se describe a continuación.

Los costos se expresan en dólares estadounidenses y deben ser considerados como un costo referencial de la obra, puesto que el precio real por la ejecución de las mismas estará sujeto a una gran cantidad de variables, que entre otras cosas dependerán de las estrategias comerciales de las empresas oferentes al momento de licitarse las obras.

8.2 COSTOS MENSUALES DE OPERACIÓN DE EQUIPOS DE DRAGADO Y BALIZAMIENTO

En primer lugar se determinaron los costos de operación de los equipos de dragado que intervienen en cada caso, según se trate de DCO o DCA:

Para la DCO se consideran los siguientes equipos:

- Draga de Succión con Cortador
- Remolcador
- Mula de Apoyo
- Lancha Hidrográfica y de Apoyo
- Cañerías

Para la DCA se considera:

- Draga de Succión en Marcha con Cántara
- Lancha Hidrográfica y de Apoyo

Asimismo para las tareas de Señalización se determinó el costo de operación mensual del Balizador, según se trate de la etapa de construcción o de mantenimiento.

Los costos de operación mensuales de los equipos se calcularon considerando el costo de la mano de obra necesaria para el adecuado funcionamiento del equipo y ejecución de la tarea (remuneración del personal, cargas sociales, consumibles), teniendo en cuenta las dotaciones necesarias tanto en guardias como en descanso de acuerdo a los regímenes locales. El segundo ítem considerado se refiere al costo de los materiales de consumo (combustibles y lubricantes). El tercer componente esta constituido por el costo de amortización e intereses del capital puesto en operación que se constituye por el valor de adquisición del equipo y considerando que el valor residual del mismo al cabo de su vida útil, es un 10% de aquel. Se considera una vida útil para equipos nuevos de 25 años y una tasa de interés del 8%. Los gastos en mantenimiento de los equipos se estiman bajo el criterio habitual como un porcentaje de su valor de adquisición.

El resumen de costos operativos mensuales de cada equipo se indica en el cuadro siguiente:



RESUMEN DE COSTO MENSUAL DE OPERACIÓN DE EQUIPOS

EQUIPO	COSTO MENSUAL DE OPERACIÓN DE EQUIPOS (USD/mes)
Draga Cortador	683.315
Remolcador	135.897
Mula	99.463
Lancha apoyo y relevamiento	66.911
Tuberías	81.656
Draga Succión	1.630.857
Lancha apoyo y relevamiento	53.524
Balizador p/Construcción	100.430
Balizador p/Mantenimiento	68.813

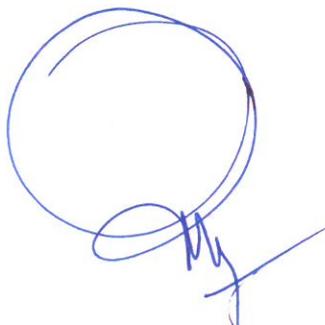
8.3 COSTOS DEL DRAGADO DE CONSTRUCCIÓN

A partir de los costos mensuales de operación computados y considerando los tiempos de dragado para la apertura del canal, se estiman los costos involucrados en el dragado de construcción.

Se incluyen en esta estimación los costos de Movilización / Desmovilización. Al respecto, cabe resaltar que este ha sido computado solo a los efectos de una estimación racional del costo de las obras, siendo que los mismos pueden variar sustancialmente dependiendo de la localización de los equipos antes de su traslado a la zona de obra.

En las planillas se indica el costo del dragado considerando la ruta por el Canal Actual y el caso de que se reemplaza el tramo en que se localizan los pasos Filomena por la Alternativa El Burro.

El costo de movilización / desmovilización está computado solo en la planilla de costos del tramo 1 (Km 0 – CDU) bajo el supuesto que el dragado del tramo 2 (CDU - Paysandú) se realiza a continuación del anterior. De considerar solo el dragado del tramo 2 en forma independiente se deberá adicionar dicho costo.



ESTIMACION DE COSTOS DE DRAGADO DE CONSTRUCCION
CANAL ACTUAL
1.- Tramo Km 0 - Concepción del Uruguay

EQUIPO	Costo Productivo Mensual (USD/mes)	TIEMPO			COSTO TOTAL (USD)
		Dragado (días)	Margen 10% (días)	Tiempo total (meses)	
Draga Cortador	683.315	200	20	7,3	5.010.978
Remolcador	135.897	200	20	7,3	996.579
Mula	99.463	200	20	7,3	729.393
Lancha	66.911	200	20	7,3	490.679
Tuberías	81.656	200	20	7,3	598.809
Draga Succión	1.630.857	127	13	4,7	7.594.358
Lancha	53.524	127	13	4,7	249.243
Movilización / Desm.					850.000
TOTAL OPERACIÓN EQUIPOS					16.520.039

2.- Tramo Concepción del Uruguay - Paysandú

EQUIPO	Costo Productivo Mensual (USD/mes)	TIEMPO			COSTO TOTAL (USD)
		Dragado (días)	Margen 10% (días)	Tiempo total (meses)	
Draga Cortador	683.315	0	0	0,0	0
Remolcador	135.897	0	0	0,0	0
Mula	99.463	0	0	0,0	0
Lancha	66.911	0	0	0,0	0
Tuberías	81.656	0	0	0,0	0
Draga Succión	1.630.857	24	2	0,9	1.435.154
Lancha	53.524	24	2	0,9	47.101
Movilización / Desm.					0
TOTAL OPERACIÓN EQUIPOS					1.482.255

COSTO DRAGADO DE APERTURA, CANAL ACTUAL (USD): 18.002.295

Nota: considerando el volumen extra por sobredragado técnico de 0,30 m el Costo del Dragado de Apertura es el siguiente:

Tramo Km 0 – Concepción del Uruguay: USD 20.329.468.-
 Tramo Concepción del Uruguay – Paysandú: USD 1.729.298.-
 Costo Dragado de Apertura c/sobredragado, Canal Actual: USD 22.058.766.-



ESTIMACION DE COSTOS DE DRAGADO DE CONSTRUCCION
CANAL POR ALTERNATIVA EL BURRO
1.- Tramo Km 0 - Concepción del Uruguay, por ALTERNATIVA EL BURRO

EQUIPO	Costo Productivo Mensual (USD/mes)	TIEMPO			COSTO TOTAL (USD)
		Dragado (días)	Margen 10% (días)	Tiempo total (meses)	
Draga Cortador	683.315	151	15	5,5	3.783.288
Remolcador	135.897	151	15	5,5	752.417
Mula	99.463	151	15	5,5	550.692
Lancha	66.911	151	15	5,5	370.463
Tuberías	81.656	151	15	5,5	452.100
Draga Succión	1.630.857	145	14	5,3	8.640.825
Lancha	53.524	145	14	5,3	283.588
Movilización / Desm.					850.000
TOTAL OPERACIÓN EQUIPOS					15.683.373

2.- Tramo Concepción del Uruguay - Paysandú

EQUIPO	Costo Productivo Mensual (USD/mes)	TIEMPO			COSTO TOTAL (USD)
		Dragado (días)	Margen 10% (días)	Tiempo total (meses)	
Draga Cortador	683.315	0	0	0,0	0
Remolcador	135.897	0	0	0,0	0
Mula	99.463	0	0	0,0	0
Lancha	66.911	0	0	0,0	0
Tuberías	81.656	0	0	0,0	0
Draga Succión	1.630.857	24	2	0,9	1.435.154
Lancha	53.524	24	2	0,9	47.101
Movilización / Desm.					0
TOTAL OPERACIÓN EQUIPOS					1.482.255

COSTO DRAGADO DE APERTURA, por ALTERNATIVA EL BURRO (USD): 17.165.629

Nota: considerando el volumen extra por sobredragado técnico de 0,30 m el Costo del Dragado de Apertura es el siguiente:

Tramo Km 0 – Concepción del Uruguay: USD 18.922.323.-
 Tramo Concepción del Uruguay – Paysandú: USD 1.729.298.-
 Costo Dragado de Apertura c/sobredragado, por Alternativa El Burro: USD 20.651.621.-

8.4 COSTOS DEL DRAGADO DE MANTENIMIENTO

A partir de los costos mensuales de operación computados y considerando los tiempos de dragado de mantenimiento se estiman los costos involucrados en esta tarea.

Tal como se mencionó para la etapa de construcción, el costo de movilización / desmovilización está computado solo en la planilla de costos del tramo 1 (Km 0 – CDU) bajo el supuesto que el dragado del tramo 2 (CDU - Paysandú) se realiza a continuación del anterior. De considerar solo el dragado del tramo 2 en forma independiente se deberá adicionar dicho costo.

Las planillas indican el costo del dragado considerando la ruta por el Canal Actual y la ruta que contiene la alternativa El Burro.

ESTIMACION DE COSTOS DE DRAGADO DE MANTENIMIENTO

CANAL ACTUAL

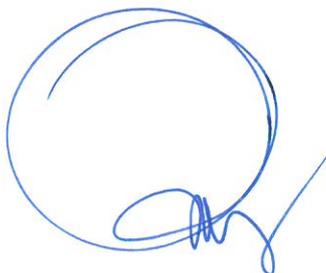
1.- Tramo Km 0 - Concepción del Uruguay

EQUIPO	Costo Productivo Mensual (USD/mes)	TIEMPO			COSTO TOTAL (USD)
		Dragado (días)	Margen 10% (días)	Tiempo total (meses)	
Draga Succión	1.630.857	74	7	2,7	4.403.314
Lancha	53.524	74	7	2,7	144.515
Movilización / Desm.					450.000
TOTAL OPERACIÓN EQUIPOS					4.997.829

2.- Tramo Concepción del Uruguay - Paysandú

EQUIPO	Costo Productivo Mensual (USD/mes)	TIEMPO			COSTO TOTAL (USD)
		Dragado (días)	Margen 10% (días)	Tiempo total (meses)	
Draga Succión	1.630.857	9	1	0,4	652.343
Lancha	53.524	9	1	0,4	21.410
Movilización / Desm.					0
TOTAL OPERACIÓN EQUIPOS					673.752

COSTO DRAGADO DE MANTENIMIENTO, CANAL ACTUAL (USD): 5.671.582

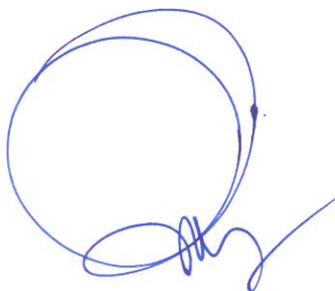


ESTIMACION DE COSTOS DE DRAGADO DE MANTENIMIENTO
CANAL POR ALTERNATIVA EL BURRO
1.- Tramo Km 0 - Concepción del Uruguay, por ALTERNATIVA EL BURRO

EQUIPO	Costo Productivo Mensual (USD/mes)	TIEMPO			COSTO TOTAL (USD)
		Dragado (días)	Margen 10% (días)	Tiempo total (meses)	
Draga Succión	1.630.857	68	7	2,5	4.039.089
Lancha	53.524	68	7	2,5	132.561
Movilización / Desm.					450.000
TOTAL OPERACIÓN EQUIPOS					4.621.651

2.- Tramo Concepción del Uruguay - Paysandú

EQUIPO	Costo Productivo Mensual (USD/mes)	TIEMPO			COSTO TOTAL (USD)
		Dragado (días)	Margen 10% (días)	Tiempo total (meses)	
Draga Succión	1.630.857	9	1	0,4	652.343
Lancha	53.524	9	1	0,4	21.410
Movilización / Desm.					0
TOTAL OPERACIÓN EQUIPOS					673.752

COSTO DRAGADO DE MANTENIMIENTO, por ALTERNATIVA EL BURRO (USD): 5.295.403


8.5 COSTOS DE SEÑALIZACION – CONSTRUCCION

8.5.1 Costos de adquisición / remodelación de boyas y otras ayudas a la navegación

Para la estimación del costo unitario de adquisición de las boyas se computa lo siguiente:

Cuerpo flotante, casco cilíndrico de Acero

Torre piramidal de Acero

Tren de Anclaje: muerto de H° A°, Cadena 25 m, 2 grilletes unión, 1 grillete giratorio.

La remodelación del cuerpo superior de las boyas existentes implica la construcción / colocación de 4 pantallas verticales de Acero, a 90°, desde el cuerpo flotante hasta la base del equipo lumínico, con un ancho de $\frac{1}{2}$ del diámetro flotante.

Para el resto de las ayudas a la navegación y remodelación torres existentes se consideran las marcas de tope IALA, equipos lumínicos, pantallas reflectoras de radar, equipos AIS AtoN, indicadores de corriente diurna y nocturna y equipos lumínicos para agregar a enfilaciones de balizas existentes (ciegas).

8.5.2 Total Costos asociados a la Señalización – Construcción

El costo asociado al balizamiento de la etapa de construcción queda determinado a partir de las cantidades y costos unitarios de los elementos antes indicados, a lo que se suma el costo operativo del balizador, teniendo en cuenta el tiempo de operación estimado para las tareas y un valor por movilización / desmovilización.

Para el caso del mantenimiento, se considera el costo de operación de un balizador más pequeño, y tripulación más reducida, acorde a la magnitud de la tarea a realizar, el cual deberá operar durante todo el año en mantenimiento preventivo y correctivo. Asimismo se considera un 20% del costo total de adquisición / remodelación como gastos de reposición y mantenimiento de señales.

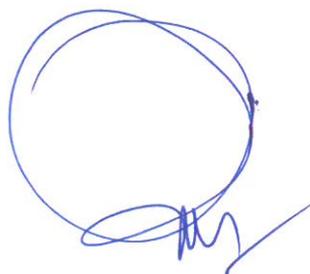


COSTO SEÑALIZACION - Construcción
CANAL ACTUAL
Construcción
1.- Tramo Km 0 - Concepción del Uruguay
COSTO ADQUISICIÓN BOYAS NUEVAS, OTRAS AYUDAS Y REMODELACIÓN TORRES

ITEM	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO (USD)	CANTIDAD	COSTO TOTAL (USD)
1	BOYAS NUEVAS	CUERPO FLOTANTE / TORRE Y TREN DE ANCLAJE	5.115	67	342.705
2	REMODELACIÓN CUERPO SUPERIOR DE LA BOYA	4 PANTALLAS VERTICALES ACERO A 90° DESDE FLOTANTE HASTA BASE EQUIPO LUMINICO - ANCHO=1/2 DIÁMETRO FLOTANTE	500	104	52.000
3	MARCA DE TOPE IALA	RECTANGULOS / TRIANGULOS / CIRCULOS DE ACERO A 90° ENTRE SI	210	147	30.870
4	EQUIPO LUMINICO BOYAS	AUTOCONTENIDO (LUZ+BATERIA+PANEL SOLAR+DESTELLADOR)	510	67	34.170
5	PANTALLA REFLECTORA RADAR	PANTALLA ALUMINIO TETRAÉDRICA	450	75	33.750
6	AIS AtoN	TRANSMISOR AUTOMATICO	1.950	20	39.000
7	INDICACIÓN CORRIENTE DIURNA	TIMÓN DE CASCO Y CARTEL FLECHA	150	8	1.200
8	INDICACION CORRIENTE NOCTURNA	DOS LUCES FIJAS (ROJA Y BLANCA) EN CUERPO SUPERIOR BOYA POR DEBAJO LUZ IALA	300	9	2.700
9	LUCES ENFILACIONES	LUCES 360° PARA BALIZAS ENFILACIONES EXISTENTES	510	22	11.220
TOTAL COSTO ADQUISICIÓN BOYAS NUEVAS, OTRAS AYUDAS Y REMODELACION TORRES					547.615

COSTO OPERATIVO DEL BALIZADOR

	Unitario (USD/mes)	Tiempo (meses)	Costo Total (USD)
Costo Productivo	100.430	2,2	220.946
Costo Improductivo	33.951	0	0
Movilización / Desmovilización			30.000
TOTAL COSTO OPERATIVO DEL BALIZADOR			250.946

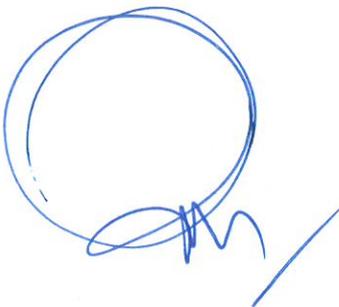
TOTAL COSTO SEÑALIZACION Tramo Km 0 - Concepción, CANAL ACTUAL (USD) 798.561


COSTO SEÑALIZACION - Construcción
CANAL ACTUAL
2.- Tramo Concepción del Uruguay - Paysandú
COSTO ADQUISICIÓN BOYAS NUEVAS, OTRAS AYUDAS Y REMODELACIÓN TORRES

ITEM	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO (USD)	CANTIDAD	COSTO TOTAL (USD)
1	BOYAS NUEVAS	CUERPO FLOTANTE / TORRE Y TREN DE ANCLAJE	5.115	15	76.725
2	REMODELACIÓN CUERPO SUPERIOR DE LA BOYA	4 PANTALLAS VERTICALES ACERO A 90° DESDE FLOTANTE HASTA BASE EQUIPO LUMINICO - ANCHO=1/2 DIÁMETRO FLOTANTE	500	12	6.000
3	MARCA DE TOPE IALA	RECTANGULO / TRIANGULO /ESFERAS ACERO A 90° ENTRE SI	210	16	3.360
4	EQUIPO LUMINICO	AUTOCONTENIDO (LUZ+BATERIA+PANEL SOLAR+DESTELLADOR)	510	15	7.650
5	PANTALLA REFLECTORA RADAR	PANTALLA ALUMINIO TETRAÉDRICA	450	17	7.650
6	AIS AtoN	TRANSMISOR AUTOMATICO	1.950	3	5.850
7	INDICACIÓN CORRIENTE DIURNA	TIMÓN DE CASCO Y CARTEL FLECHA	150	-	-
8	INDICACION CORRIENTE NOCTURNA	DOS LUCES FIJAS ROJA Y BLANCA EN CUERPO SUPERIOR BOYA POR DEBAJO LUZ IALA	300	-	-
9	LUCES ENFILACIONES	LUCES 360° PARA BALIZAS ENFILACIONES EXISTENTES	510	-	-
TOTAL COSTO ADQUISICIÓN BOYAS NUEVAS, OTRAS AYUDAS Y REMODELACION TORRES					24.510

COSTO OPERATIVO DEL BALIZADOR

	Unitario (USD/mes)	Tiempo (meses)	Costo Total (USD)
Costo Productivo	100.430	0,55	55.236
Costo Improductivo	33.951	0	0
Movilización / Desmovilización			0
TOTAL COSTO OPERATIVO DEL BALIZADOR			55.236

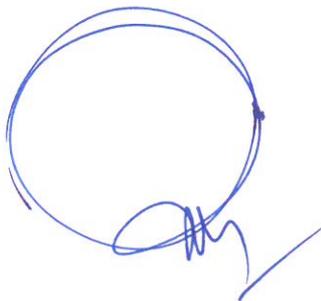
TOTAL COSTO SEÑALIZACION Tramo Concepción - Paysandú, CANAL ACTUAL (USD) 79.746


COSTO SEÑALIZACION - Construcción
CANAL POR ALTERNATIVA EL BURRO
Construcción
1.- Tramo Km 0 - Concepción del Uruguay, por ALTERNATIVA EL BURRO
COSTO ADQUISICIÓN BOYAS NUEVAS, OTRAS AYUDAS Y REMODELACIÓN TORRES

ITEM	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO (USD)	CANTIDAD	COSTO TOTAL (USD)
1	BOYAS NUEVAS	CUERPO FLOTANTE / TORRE Y TREN DE ANCLAJE	5.115	62	317.130
2	REMODELACIÓN CUERPO SUPERIOR DE LA BOYA	4 PANTALLAS VERTICALES ACERO A 90° DESDE FLOTANTE HASTA BASE EQUIPO LUMINICO - ANCHO=1/2 DIÁMETRO FLOTANTE	500	104	52.000
3	MARCA DE TOPE IALA	RECTANGULO / TRIANGULO /ESFERAS ACERO A 90° ENTRE SI	210	142	29.820
4	EQUIPO LUMINICO	AUTOCONTENIDO (LUZ+BATERIA+PANEL SOLAR+DESTELLADOR)	510	62	31.620
5	PANTALLA REFLECTORA RADAR	PANTALLA ALUMINIO TETRAÉDRICA	450	72	32.400
6	AIS AtoN	TRANSMISOR AUTOMATICO	1.950	20	39.000
7	INDICACIÓN CORRIENTE DIURNA	TIMÓN DE CASCO Y CARTEL FLECHA	150	8	1.200
8	INDICACION CORRIENTE NOCTURNA	DOS LUCES FIJAS ROJA Y BLANCA EN CUERPO SUPERIOR BOYA POR DEBAJO LUZ IALA	300	9	2.700
9	LUCES ENFILACIONES	LUCES 360° PARA BALIZAS ENFILACIONES EXISTENTES	510	22	11.220
TOTAL COSTO ADQUISICIÓN BOYAS NUEVAS, OTRAS AYUDAS Y REMODELACION TORRES					517.090

COSTO OPERATIVO DEL BALIZADOR

	Unitario (USD/mes)	Tiempo (meses)	Costo Total (USD)
Costo Productivo	100.430	2,2	220.946
Costo Improductivo	33.951	0	0
Movilización / Desmovilización			30.000
TOTAL COSTO OPERATIVO DEL BALIZADOR			250.946

TOTAL COSTO SEÑALIZACION Tramo Km 0 - Concepción, por ALT. EL BURRO (USD) 768.036


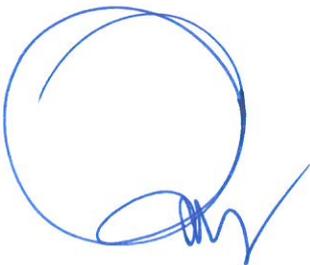
8.6 COSTOS DE SEÑALIZACION – MANTENIMIENTO

Para el caso del mantenimiento, se considera el costo de operación de un balizador más pequeño, y tripulación más reducida, acorde a la magnitud de la tarea a realizar, el cual deberá operar durante todo el año en mantenimiento preventivo y correctivo. Asimismo se considera un 20% del costo total de adquisición / remodelación como gastos de reposición y mantenimiento de señales.

COSTO SEÑALIZACION - Mantenimiento

			Total Costo (USD)
1.- Gastos reposición y mantenimiento de señales (20 % costo constr.)	20%	572.125	114.425
2.- Costo operativo del balizador (12 meses x costo operativo mensual)	12	68.813	825.759
			940.184
COSTO MANTENIMIENTO SEÑALIZACION - TRAMO Km 0 - Concepción		85%	799.156
COSTO MANTENIMIENTO SEÑALIZACION - TRAMO Concepción - Paysandú		15%	141.028

NOTA: el costo se distribuye en cada tramo considerando la cantidad de boyas y la distancia de los mismos.



8.7 RESUMEN DE COSTOS DE CONSTRUCCION

Las planillas adjuntas resumen la totalidad de los componentes considerados en la estimación de los costos de las obras de dragado y balizamiento. En las mismas pueden verse los costos básicos de dragado y señalización antes descriptos, a los que se agregan los siguientes componentes del costo final:

Costos Ambientales

En este ítem se engloban los costos asociados a elaboración y ejecución del Plan de Gestión Ambiental de la Obra por parte de la Contratista y los controles a cargo de la CARU.

Se consideran entre otros los muestreos y análisis de agua y sedimentos, evaluaciones e informes, monitoreo de equipos del contratista por parte de la CARU, mediciones y procesamiento de imágenes para el control de erosión de márgenes, costos asociados a la información y comunicación pública del proyecto y la elaboración de cursos e instrucción correspondientes.

Los costos asociados a los requerimientos de las normas de PLANACON (Previsión y Respuesta a Contingencias), MARPOL (Gestión de Residuos y Efluentes) y todo lo relativo a Señalización y Ayudas a los Navegantes, se encuentran ya contemplados por las empresas dentro de los costos operativos o generales puesto que son de normal cumplimiento por la propia actividad de las mismas.

Ingeniería

Se computa un 3% del costo de obras de dragado y balizamiento como costo de la ingeniería que toda obra de esta naturaleza debe desarrollar (relevamientos de campo adicionales, actualización y procesamiento de datos, estudios complementarios, etc.).

Otros

Imprevistos: 10% del Costo Costo computado como la suma de los subtotales 1 y 2.
Gastos Generales y Administrativos: 25%
Utilidades: 10%
Supervisión de Obra: 5%

Los costos totales para la Etapa de CONSTRUCCION son los siguientes:

COSTO TOTAL POR CANAL ACTUAL

Tramo Km 0 – Concepción del Uruguay:	USD 27.012.237.-
Tramo Concepción del Uruguay - Paysandú:	USD 2.458.293.-
TOTAL (ambos tramos):	USD 29.470.530.-

COSTO TOTAL POR ALTERNATIVA EL BURRO

Tramo Km 0 – Concepción del Uruguay:	USD 25.672.427.-
Tramo Concepción del Uruguay - Paysandú:	USD 2.458.293.-
TOTAL (ambos tramos):	USD 28.130.720.-

Puede observarse que la alternativa que utiliza el tramo alternativo por el Canal del Burro presenta un costo de construcción del 4,5% menor que el Canal Actual.

Si se considera un sobredragado técnico de 0,30 m, y consecuentemente el mayor volumen a dragar, los costos totales para la Etapa de CONSTRUCCION son los siguientes:

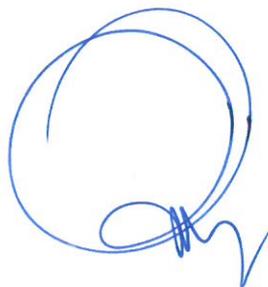
COSTO TOTAL POR CANAL ACTUAL (con sobredragado técnico de 0,30 m)

Tramo Km 0 – Concepción del Uruguay:	USD 32.897.805.-
Tramo Concepción del Uruguay - Paysandú:	USD 2.839.974.-
TOTAL (ambos tramos):	USD 35.737.778.-

COSTO TOTAL POR ALTERNATIVA EL BURRO (con sobredragado técnico de 0,30 m)

Tramo Km 0 – Concepción del Uruguay:	USD 30.676.604.-
Tramo Concepción del Uruguay - Paysandú:	USD 2.839.974.-
TOTAL (ambos tramos):	USD 33.516.578.-

De lo expuesto, puede tomarse un **COSTO REFERENCIAL DE LA OBRA DE APERTURA** de **35,8 Millones de dólares**.



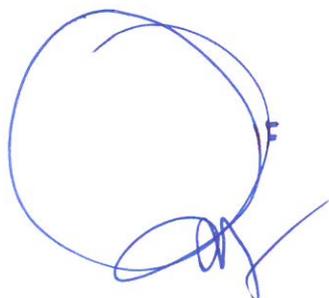
**COSTO DRAGADO Y BALIZAMIENTO DEL RIO URUGUAY ENTRE EL Km 0 y Km 206,8
CONSTRUCCION**

Item		Tramo Km0 - Concepción por CANAL ACTUAL	Tramo Concepción Paysandú por CANAL ACTUAL	Tramo Km 0 - Concepción por ALTERNATIVA EL BURRO
Costo de Dragado		16.520.039	1.482.255	15.683.373
Costo Balizamiento		798.561	79.746	768.036
Subtotal 1		17.318.600	1.562.002	16.451.409
Costos Gestión Ambiental		170.000	30.000	170.000
Ingeniería	3%	519.558	46.860	493.542
Subtotal 2		689.558	76.860	663.542
COSTO COSTO		18.008.158	1.638.862	17.114.951
Imprevistos	10%	1.800.816	163.886	1.711.495
Gastos Generales y Administrativos	25%	4.502.040	409.715	4.278.738
Utilidades	10%	1.800.816	163.886	1.711.495
Supervisión de Obra	5%	900.408	81.943	855.748
COSTO TOTAL por TRAMO (USD)		27.012.237	2.458.293	25.672.427

Total Km 0 - Paysandú por CANAL ACTUAL (USD) 29.470.530
Total Km 0 - Paysandú por ALT. EL BURRO (USD) 28.130.720

COSTO TOTAL por TRAMO con Sobredragado Técnico de 0,30 m(USD)	32.897.805	2.839.974	30.676.604
--	-------------------	------------------	-------------------

Total Km 0 - Paysandú por CANAL ACTUAL (USD) 35.737.778
Total Km 0 - Paysandú por ALT. EL BURRO (USD) 33.516.578



8.8 RESUMEN DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

La planilla adjunta muestra los distintos componentes del costo para la etapa de MANTENIMIENTO resultando los siguientes valores totales:

POR CANAL ACTUAL

Tramo Km 0 – Concepción del Uruguay:	USD 9.075.760.-
Tramo Concepción del Uruguay - Paysandú:	USD 1.275.620.-
TOTAL (ambos tramos):	USD 10.351.380.-

POR ALTERNATIVA EL BURRO

Tramo Km 0 – Concepción del Uruguay:	USD 8.486.815.-
Tramo Concepción del Uruguay - Paysandú:	USD 1.275.620.-
TOTAL (ambos tramos):	USD 9.762.435.-

Puede observarse que la alternativa que utiliza el tramo alternativo por el Canal del Burro presenta un costo de mantenimiento un 5,7% menor que el Canal Actual.

COSTO DRAGADO Y BALIZAMIENTO DEL RIO URUGUAY ENTRE EL Km 0 y Km 206,8 MANTENIMIENTO

Item		Tramo Km0 - Concepción por CANAL ACTUAL	Tramo Concepción Paysandú por CANAL ACTUAL	Tramo Km 0 - Concepción por ALTERNATIVA EL BURRO
Costo de Dragado		4.997.829	673.752	4.621.651
Costo Balizamiento		799.156	141.028	799.156
Subtotal 1		5.796.985	814.780	5.420.807
Costos Gestión Ambiental		0	0	0
Ingeniería	3%	173.910	24.443	162.624
Subtotal 2		173.910	24.443	162.624
COSTO COSTO		5.970.895	839.223	5.583.431
Imprevistos	10%	597.089	83.922	558.343
Gastos Generales y Administrativos	25%	1.492.724	209.806	1.395.858
Utilidades	10%	597.089	83.922	558.343
Supervisión de Obra	7%	417.963	58.746	390.840
COSTO TOTAL por TRAMO (USD)		9.075.760	1.275.620	8.486.815

Total Km 0 - Paysandú por CANAL ACTUAL (USD)	10.351.380
Total Km 0 - Paysandú por ALT. EL BURRO (USD)	9.762.435

Puede considerarse para el mantenimiento un **COSTO REFERENCIAL DE MANTENIMIENTO ANUAL de 10 Millones de dólares por año.**