


# Fondo de Estudios y Ayuda al Sector Privado – FASEP-Etudes – RESTAURACION DEL CANAL DEL DIQUE



Informe final - Anexo (5/6)

-

## Estudio sobre el aumento del tamaño de los convoyes en el canal del Dique

<p> © Compagnie Nationale du Rhône 2 rue André Bonin 69316 Lyon cedex 04</p>	<p>☎ 33 4.72.00.69.69 E.Mail <a href="mailto:diee@cnr.tm.fr">diee@cnr.tm.fr</a> I.00009.001 DI.EE 07-262a</p>	<p>Fax 33 4.72.10.66.62 Web <a href="http://www.cnr.tm.fr">http://www.cnr.tm.fr</a> Junio de 2007</p>
---	---	---

# Control de calidad

CLIENTE :	Ministère de l'Economie et des Finances D.G.T.P.E. DEVINTER Bureau Aide-Projet
Dirección :	139 rue de Bercy 75572 PARIS CEDEX 12 France
CONTRATO :	« Fonds d'Etudes et d'Aide au Secteur Privé » FASEP n°703
Fecha:	Junio de 2007
Denominación:	Estudio de factibilidad y ante-proyecto para el programa de restauración del Canal del Dique en Colombia

**Consultante**    **CNR** Compagnie Nationale du Rhône  
Direction de l'Ingénierie  
2 rue André Bonin  
69 316 Lyon cedex 04  
France

**Informe**                    Estudio de factibilidad y ante-proyecto para el programa de restauración del Canal del Dique en Colombia

**Informe final – Anexo (5/6)**

Nº: DI-EE 07-262a,    Junio de 2007,    código I.00009.001

Inicial

Intermedio

Final

## Índice

Nº	Fecha	Comentarios
-	15 de junio de 2007	Versión francesa
a	15 de junio de 2007	Versión española

## Control de la calidad

Ver informe principal.

## SUMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>CONDICIONES DE NAVEGACION EN EL CANAL.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>ESCLUSAS PROYECTADAS CON PLANCHONES PEQUEÑOS .....</b>	<b>6</b>
3.1	DESCRIPCIÓN .....	6
3.2	COSTO DE LAS OBRAS .....	6
<b>4</b>	<b>ESCLUSAS PROYECTADAS CON PLANCHONES GRANDES.....</b>	<b>7</b>
4.1	DESCRIPCIÓN .....	7
4.2	COSTO.....	7
4.3	VENTAJAS DE LA ALTERNATIVA.....	7
4.4	DESVENTAJAS DE LA ALTERNATIVA .....	7
<b>5</b>	<b>ESCLUSAS ALARGADAS CON PLANCHONES GRANDES.....</b>	<b>8</b>
5.1	DESCRIPCIÓN .....	8
5.2	COSTO.....	8
5.3	VENTAJAS DE LA ALTERNATIVA.....	9
5.4	DESVENTAJAS DE LA ALTERNATIVA .....	9
<b>6</b>	<b>ESCLUSAS DE 42 M DE ANCHA.....</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERACIONES SOBRE LA CAPACIDAD DE LA VIA FLUVIAL .....</b>	<b>9</b>
7.1	TIEMPO DE TRANSITO EN LAS ESCLUSAS .....	10
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>11</b>

# 1 Introducción

El diseño actual de las esclusas (cámara de 210 m x 27 m) contempla convoyes de 201 m de largo x 25,80 m de ancho (6 planchones de 60 m x 12,9 m).

Frente al crecimiento previsto de la cantidad de carbón a ser transportada, está proyectado usar convoyes compuestos de 6 planchones de 76,50 m de largo x 20 m de ancho y un remolcador de 45 m de largo, es decir convoyes de 274,50 m de largo x 40 m de ancho.

El presente informe hace el análisis de las consecuencias del aumento de tamaño de los convoyes sobre:

- las condiciones de navegación
- el costo de las obras
- la capacidad de la vía

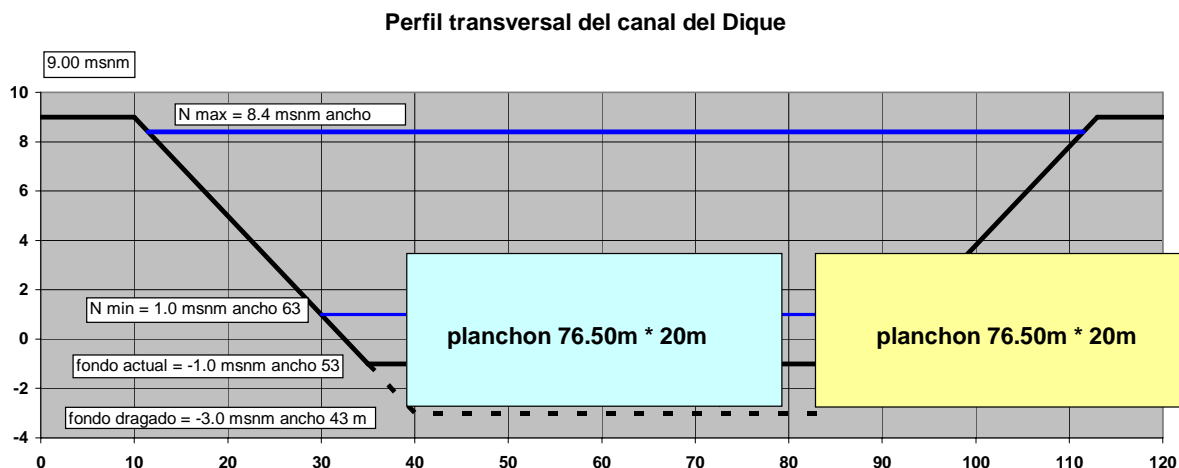
Se consideran tres alternativas:

- esclusas proyectadas (cámara de 210 m de largo) con planchones pequeñas (60 m x 12,9 m)
- esclusas proyectadas (cámara de 210 m de largo) con planchones grandes (76,5 m x 20 m)
- esclusas alargadas (cámara de 283,50 m de largo) con planchones grandes (76,5 m x 20 m)

**NB: en este informe, las cifras son indicadas por el transporte exclusivo de carbón, en un solo sentido y incluyen los pasajes de convoyes vacíos en el otro sentido**

## 2 Condiciones de navegación en el canal

El siguiente esquema muestra el perfil del canal, con los dragados de profundización.



Se nota que no será posible cruzarse en el canal por convoyes compuestos de planchones de 20 m de ancho. Además, la navegación de un solo convoy ya es difícil porque ocupa una gran parte del lecho del canal en temporadas de estiaje: así, en el "Handbook del puerto de Cartagena – año 2006-2007", la SRPC indica que el tamaño máximo de los convoyes en el canal es 34 m.

Las soluciones posibles serían:

- construir zonas de cruce, con riesgos de depósitos de sedimentos (disminución de las velocidades). Cada zona tendría aprox. 400 m de largo y una largura de 60 m. El número de zonas a prever depende del número de convoyes. Considerando el tráfico previsto de 20 Mt de carbón al año, 3 zonas serían necesarias (3 convoyes de 18.000 t por día en cada sentido).
- navegar con planchones de pequeño tamaño durante las épocas de estiaje, lo que necesita doblar la flota de barcos,
- navegar en el canal del Dique con convoyes de 3 planchones (1 de frente, 3 en longitud), pero esta solución daña casi el interés del beneficio del viaje con convoyes de 6 planchones entre Gamara/Capulco y Calamar.

Conclusión: del solo punto de vista de la navegación en el canal, nos parece muy difícil considerar el uso de convoyes grandes (compuestos de planchones de 76,5 x 20 m). Por lo tanto, estudiamos las consecuencias en el costo de las obras y dificultades de tránsito en las esclusas.

## **3 Esclusas proyectadas con planchones pequeños**

### **3.1 Descripción**

Los convoyes serán compuestos de 6 planchones, 2 de frente, 3 en longitud, cada uno de 60 m de largo por 12.90 m de ancho, es decir un convoy de 201 m de largo (remolcador de 21 m) por 25.80 m de ancho.

Estos convoyes explican las dimensiones elegidas para las esclusas: 210 m de longitud útil y 27 m de ancho.

La profundidad de las esclusas y del canal del dique es de 4 m para un calado de 3 m (con los dragados de profundización).

Con un calado de 3 m, cada planchón puede cargar 1 938 t, es decir un poco mas de 11 500 t por convoy (11 628 t).

20 Mt anualmente corresponde a 5 convoyes por día y por sentido, es decir un pasaje cada 4.8 horas.

### **3.2 Costo de las obras**

El costo de la esclusa de Calamar actualmente previsto es de 38 M US\$

## 4 Esclusas proyectadas con planchones grandes

### 4.1 Descripción

Los convoyes serán compuestos de 6 planchones, 2 de frente, 3 en longitud, cada uno de 76.50 m de largo y 20.00 m de ancho, es decir un convoy de 274.50 m de largo (remolcador de 45 m) por 40.00 m de ancho.

La profundidad de las esclusas y del canal del dique es de 4 m para un calado de 3 m (con los dragados de profundización)

Con un calado de 3 m, cada planchón puede cargar aproximadamente 3 000 t, o sea aproximadamente 18 000 t por convoy (cifras SRPC).

### 4.2 Costo

El costo de la esclusa de Calamar es de 38 M US\$ (sin cambio)

A este costo, se debe añadir:

- el costo de los nuevos planchones y remolcadores (a construir)
- las instalaciones para atracar y desatracar los planchones, del orden de 1 MUS\$.
- la construcción de las zonas de cruce : 3 x 300 000 m<sup>3</sup> de excavaciones, por un costo aproximativo de 3 MUS\$

**Total: Aprox. 42 M US\$** (sin los planchones y remolcadores a carga de los carboneros y/o del puerto)

NB : Los costos de la esclusa de Paricuica son casi los mismos

### 4.3 Ventajas de la alternativa

Disminución de los costos unitarios de transporte (t x km): cada convoy puede transportar 50% más de carbón.

### 4.4 Desventajas de la alternativa

- Aumentación del costo de inversión : instalaciones de movimiento de los planchones, ambos lados de las esclusas, del orden de 0.5 M US\$ \* 2 esclusas = 1 M US \$, construcción de zonas para cruzar, del orden de 3 M US\$
- Inversiones grandes para nuevos planchones (cerca de 300 M US\$ para 168 planchones - 28 convoyes de 6 planchones operando simultáneamente) y nuevos remolcadores
- Necesidad de desacoplar y reacoplar los planchones, 2 veces (anchura/largura) de ambos lados de cada esclusa, es decir al total 8 veces por trayecto para las dos esclusas, lo que es un gasto de tiempo (unas horas)
- Los convoyes de 40 m no se pueden cruzar en el canal del Dique (ver el esquema precedente). Se necesitan zonas de cruce, 3 en los 110 km del canal. Se necesita una planificación para que los convoyes se crucen en el lugar adecuado. Es además una nueva pérdida de tiempo.

## 5 Esclusas alargadas con planchones grandes

### 5.1 Descripción

Los convoyes serán compuestos de 6 planchones, 2 de frente, 3 en longitud, cada uno de 76.50 m de largo por 20.00 m de ancho, es decir un convoy de 274.50 m de largo (remolcador de 45 m) por 40.00 m de ancho.

La profundidad de las esclusas y del canal del dique es de 4 m para un calado de 3 m (con los dragados de profundización)

Con un calado de 3 m, cada planchón puede cargar aproximadamente 3 000 t, es decir aproximadamente 18 000 t por convoy (cifras SRPC).

### 5.2 Costo

El costo de la esclusa inicial es de 38 M US\$

A este costo, se debe añadir:

- el costo de los nuevos planchones y remolcadores (a construir)
- el costo del alargamiento de la esclusa, principalmente obras civiles (concreto, formaleta y acero para concreto: 3 M US\$). El costo de los equipos electromecánicos es casi el mismo
- las instalaciones para acoplar y desacoplar los planchones, del orden de 1 MUS\$, como en la alternativa precedente.
- La construcción de zonas de cruce :  $3 * 300\,000\text{ m}^3$ , es decir aproximadamente 3 M US\$

**Total: Aprox. 45 M US\$** (sin los planchones y remolcadores a carga de los carboneros y/o del puerto)

NB: los costos de la esclusa de Paricuica son casi los mismos (ausencia de cámara en concreto)

### **5.3 Ventajas de la alternativa**

Disminución de los costos unitarios de transporte (t x km): cada convoy puede transportar 50% más de carbón.

### **5.4 Desventajas de la alternativa**

- Aumentación del costo de inversión : esclusa mas larga 3 MUS\$, instalaciones de movimiento de los planchones, ambos lados de las esclusas, del orden de 0.5 M US\$ \* 2 esclusas = 1 M US \$, construcción de zonas de cruce, del orden de 3 M US\$
- Inversiones grandes para nuevos planchones (cerca de 300 M US\$ para 168 planchones - 28 convoyes de 6 planchones operando simultáneamente) y nuevos remolcadores.
- Necesidad de desacoplar y reacoplar los planchones, una vez (anchura solo) de ambos lados de cada esclusa, o sea un total de 4 veces por trayecto para las dos esclusas, lo que es un gasto de tiempo de unas horas.
- Los convoyes de 40 m no se pueden cruzar en el canal del Dique. Se necesitan zonas de cruce, por lo menos 3 en los 110 km del canal. Se necesita una planificación para que los convoyes se crucen en el lugar adecuado. Es además una nueva perdida de tiempo.

## **6 Esclusas de 42 m de ancha**

No se ha considerado la posibilidad de construir esclusas de 42 m de ancho, permitiendo el pasaje de convoyes grandes sin necesidad de desatracar los planchones por las siguientes razones:

- El costo de las obras seria mucho mayor, quizás 50% mas, la tecnología de las compuertas seria diferente, finalmente seria casi otro proyecto
- El canal por si mismo no esta adecuado para convoyes de 40 m de ancho (ver párrafo 2)

En caso de crecimiento de tráfico, seria mejor, en el futuro, doblar las esclusas para aumentar la disponibilidad global de la vía.

## **7 Consideraciones sobre la capacidad de la vía fluvial**


La SRPC teme que las esclusas sean una fuente de restricción para la navegación, debido a los tiempos de transito y de espera, a las necesidades de llenar o vaciar sin barco, etc.

La capacidad de una vía fluvial es caracterizada por los datos siguientes:

- tamaño de los convoyes
- tamaño de las esclusas
- calado de los convoyes
- tiempo de transito dentro de las esclusas
- un coeficiente para tomar en cuenta los fenómenos de colas de espera, esclusa fuera de servicio, llenados/vaciados sin barco, mantenimiento, ...

## 7.1 Tiempo de transito en las esclusas

Los tiempos medios (para una caída media) de un ciclo completo están indicados en el cuadro siguiente:

	compuerta aguas arriba	posicion de la camara	compuerta aguas abajo	tiempo (mn)
acercamiento del barco bajando y entrada en la camara	abierta	alta	cerrada	8
cierre de la compuerta aguas arriba / atar del barco con correas		alta	cerrada	3
vaciada de la camara (tiempo medio)	cerrada		cerrada	8
désatar del barco con correa / apertura de la puerta aguas abajo	cerrada	baja		3
salida del baraco aguas abajo	cerrada	baja	abierta	8
acercamiento del barco montando y entrada en la camara	cerrada	baja	abierta	8
cierre de la compuerta aguas abajo / atar del barco con correas	cerrada	baja		3
llenada de la camara (tiempo medio)	cerrada		cerrada	8
désatar del barco con correa / apertura de la puerta aguas arriba		alta	cerrada	3
salida del barco montante	abierta	alta	cerrada	8
<b>TOTAL</b>				60

Considerando este tiempo de 60 min, se puede deducir una capacidad teórica máxima de 24 convoyes en cada sentido.

Con convoyes pequeños, la capacidad de cada uno es de 11.500 t, pues la capacidad máxima teórica para las esclusas es de  $11.500 \times 24 \times 365 = 100 \text{ Mt/ano}$ .

Con convoyes grandes la capacidad de cada convoy es de 18.000 t. Con las esclusas proyectadas, el tiempo estimado para el transito por las esclusas es de 5 horas (incluyendo los tiempos para acoplar/desacoplar los planchones), lo que limita el numero de convoyes a 5 por día por una capacidad máxima teórica de  $18.000 \times 5 \times 365 = 33 \text{ Mt/ano}$ .

Con convoyes grandes y esclusas alargadas, el tiempo estimado para el transito por las esclusas es de 3 horas (incluyendo los tiempos para acoplar/desacoplar los planchones), lo que limita el numero de convoyes a 8 por día por una capacidad máxima teórica de  $18.000 \times 8 \times 365 = 52 \text{ Mt/ano}$ .

El uso de convoyes grandes limita la capacidad de la vía.

En el futuro, el transporte anual previsto de carbón por el río y después por el canal del Dique es de 20 Mt al máximo. El resto de la producción irá por Venezuela (Cerrejon), Santa Marta y Barranquilla

La capacidad de la vía fluvial queda suficiente con la presencia de las esclusas de 210 m de largo por 27 m de ancho.

## 8 Conclusiones

Los costos son:

- Alternativa inicial con planchones 60 m \* 12.90 m : 38 M US\$
- Alternativa con planchones 76.50 \* 20 m : 42 M US\$
- Alternativa con planchones 76.50 \* 20 m y esclusa alargada : 45 M US\$

Es imposible cruzarse en el canal actual con convoyes de 40 m de ancho: la ampliación del canal no es a considerar: recordemos que la última ampliación fue la causa de los daños ambientales y para la navegación. Además, la navegación es difícil con convoyes de 40 m en un solo sentido, y casi imposible en temporadas de estiaje.

La necesidad de mover los planchones aguas arriba y después aguas debajo de cada esclusa, conjuntamente a la necesidad de parar los convoyes 3 veces más para cruzar, quita una parte del interés económico de navegar con grandes planchones.

La alternativa 3 es más atractiva que la alternativa 2 porque las operaciones de tránsito por las esclusas son más sencillas y rápidas, pues la reducción de capacidad de la vía es inferior.