

CA1212_Podetti_R
CLÁUSULAS AMBIENTAL E INDUSTRIAL
PARA LA CONCESIÓN DEL DRAGADO EN VNT

Podetti, Raúl; Brañas, Carlos; Sánchez Checa, Fernando; Cianci, Luciano
Vector Naval, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

E-mail: podettiraul@gmail.com

ABSTRACT: En noviembre 2020, el gobierno argentino lanzó el proceso licitatorio para la nueva Concesión del Dragado y Señalización de la vía navegable fluvial del Río Paraná y Río de la Plata hasta la salida al Océano Atlántico. Se trata de una de las mayores operaciones de dragado en su tipo a nivel mundial.

Tras 27 años de la primera licitación para esta concesión hubo varias renovaciones directas al mismo concesionario, pero ni en la licitación original de mediados de los 90, ni en las renovaciones de este siglo fueron tenidas en cuenta adecuadamente las cuestiones ambientales atmosféricas ni las de inclusión social a través de la participación de la industria de construcción naval nacional.

Este tipo de desconsideración de los temas ambientales, de la salud de las poblaciones y de la capacidad industrial nacional ha llevado a los grandes deterioros de la sociedad actual, hoy claramente a la vista. Para remediar esas graves falencias del modelo de concesión que rige hace 27 años, desde el Vector Naval de la Facultad de Ingeniería de la UBA se han propuesto dos cláusulas -Ambiental e Industrial- como respuesta a la solicitud de aportes recibida desde el Consejo Federal de Hidrovía.

Ya es innegable la acelerada tendencia mundial para bajar el efecto nocivo de las emisiones atmosféricas de las dragas, reduciendo el consumo energético y adoptando progresivamente el Gas Natural Licuado (GNL) y otros combustibles alternativos amigables con el ambiente. Esto, que es bueno para otras sociedades más desarrolladas y que ya casi es norma obligada por ejemplo en Europa, debe ser también adoptado aquí, evitando que justamente seamos los receptores de las dragas contaminantes desechadas de otros mercados. Para esto es la Cláusula Ambiental propuesta que, además, permite reducir los costos sensiblemente.

Es también innegable la existencia local de grandes infraestructuras industriales navales estatales y de competitivos talleres y astilleros privados, que en conjunto presentan una oferta industrial naval más que suficiente para satisfacer las necesidades del equipamiento requerido por el concesionario en forma competitiva. Es necesario evitar el menosprecio por el trabajo argentino de las últimas tres décadas. Para esto es la Cláusula Industrial propuesta, que además está pensada para brindar la máxima flexibilidad operativa y de inversión al concesionario.

Se presentan aquí las últimas versiones resumidas de las dos cláusulas –Ambiental e Industrial– propuestas inicialmente en febrero 2021 en la publicación *DRAGADO Inclusivo, Sustentable y Competitivo, Criterios para la Nueva Concesión (DRAGADO, 2021)*. Esta fue la respuesta académica de la UBA a través del Vector Naval de su Facultad de Ingeniería al Consejo Federal de Hidrovía, como aporte al diseño del pliego de Concesión del Dragado y Señalización de la VNT

Estas cláusulas proponen un límite máximo a la capacidad de generar emisiones atmosféricas nocivas a la flota del concesionario y un límite mínimo al contenido industrial local en la fabricación de esa flota. Además, se premia a los oferentes que aseguren aún menores niveles de emisión y mayores porcentajes de contenido industrial naval local.

La propuesta se sustenta en consideraciones y cálculos de impacto ambiental, social y económico basados en referencias académicas internacionales, de empresas de dragado, asociaciones de dragadores europeos, y estudios locales recientes.

Se concluye que la aplicación de las cláusulas propuestas mejoraría la competitividad sistémica del dragado, reduciría muertes prematuras, enfermedades y daños ambientales generados por las emisiones nocivas, y alentaría la construcción naval competitiva de cero emisiones en el país.

Es una situación *win-win*, pues utilizando bioGNL como combustible de sus embarcaciones, se evitará contaminar a la población y al ambiente, pasando a ser la primera operación de dragado de cero emisiones del mundo y logrando reducir los costos totales en un 18%, impactando positivamente en la competitividad de las exportaciones e la región.

1 INTRODUCCIÓN

A diferencia de las habituales renovaciones directas de la concesión del dragado, el gobierno planea una licitación para lo cual, a principio del año 2021, solicitó apoyo a una serie contrató a varias universidades y solicitó apoyo a varias instituciones. En respuesta a la invitación recibida por la UBA de hacer aportes al diseño del pliego, el Vector Naval de su Facultad de Ingeniería desarrolló una investigación aplicada y la entregó sin costo alguno al Consejo Federal de Hidrovía. Allí se presentan las dos Cláusulas -Ambiental e Industrial- que por su propio peso se han abierto camino en estos meses de estudios del pliego. Brevemente se las presentan aquí con la esperanza de recibir aportes constructivos para mejorarlas aún más y así tener una operación de Dragado que sea más inclusiva, sustentable y competitiva, como el país que nos merecemos.

2 METODOLOGÍA

Para dar sustento cuantitativo al desarrollo de las cláusulas se realizan consideraciones económicas y de estimación volumétrica de las emisiones nocivas involucradas. Para esto se analizan los niveles de inversión en nuevas dragas sustentables y los costos operativos en la región. Así, estudiando las estadísticas de consumo y volúmenes de dragado en los últimos años de concesión normal con información disponible (2016/2017) se proyectan ahorros ambientales y económicos a futuro.

Para valorizar los impactos de las emisiones se utilizan parámetros internacionales que permiten cuantificar en términos monetarios el daño social de las emisiones nocivas evitables con dragas sustentables cuya tecnología ya está ampliamente probada y disponible.

Adicionalmente y utilizando detallada información de costos nacionales actuales y parámetros del caso de la construcción reciente de una draga en Uruguay se llega a la conclusión que estas embarcaciones de construcción local con tecnología internacional equivalente pueden ser construidas por astilleros competitivos nacionales a costos internacionales y en condiciones de calidad y plazos similares.

Todo esto da sustento a las Cláusulas -Ambiental e Industrial- que se presentan resumidamente sobre el final.

3 ANÁLISIS

3.1 Costo de Inversión en Dragas

Dado que uno de los aspectos de importancia de este estudio se relaciona con la construcción de nuevas *Trailing Suction Hopper Dredgers (TSHD)* amigables con el ambiente, se analizan a continuación algunos casos que ayudan a estimar el valor de esas nuevas construcciones.

La transformación de dragas existentes a cero emisiones generalmente resulta inconveniente y es aún más difícil en casos de avanzada edad ya que la inversión de tal reconversión es muy alta, del orden del 30% de valor de la draga nueva.

Esta el caso de la transformación a GNL, realizada en 2018 de la draga *Samuel de Champlain*, construida en 2002, para la operación en el Puerto de Nantes-Saint Nazaire (SAMUEL LNG, 2017). La inversión habría estado en el orden de 25 MMUSD, equivalente al 29% de la construcción de una nueva convencional.

Para estimar los costos de nuevas construcciones de dragas de arrastre, se utiliza un gráfico (WOWTSCHUK, 2016) que indica la evolución de precios desde 1978 en función del volumen de cántara. Sobre ese gráfico en la Figura 1, se indican los siguientes casos:

-La draga *Afonso de Albuquerque* (2019) construida en China por 40 MMUSD. Este valor es un 6% mayor que el valor de una draga convencional debido a la instalación de un sistema de *scrubber* para reducir parcialmente las emisiones en algunos gases de escape. Ese equipo llegó para operar en la Argentina (señalado en color verde en el gráfico) hace poco tiempo.

-En azul se indica el valor de 43 MMUSD, que cotizó IHC a la Administración Nacional de Puertos de Uruguay por la draga *21 de Julio*, de 4200 m³ de cántara, construida en Europa. Esta draga finalmente fue construida por IHC en Uruguay en 2017 por 55 MMUSD (azul).

-Finalmente, en rojo, se indica la draga con el volumen de cántara “de diseño” de este estudio (4171 m³) que arroja un valor de 45 MMUSD (10,800 USD/m³ cántara).

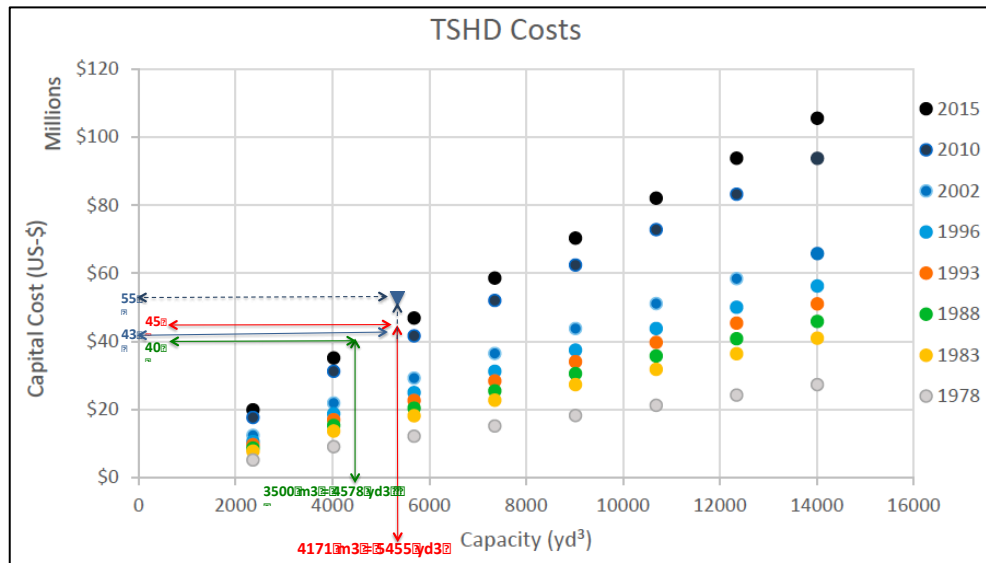


Figura 1: Gráfico intervenido. Fuente: Bohdon Michael Wovtschuk, “Production and cost estimating for trailing suction hopper dredger”, Texas A&M, Ocean Engineering Dept, 2016.

Para considerar el mayor costo entre la draga convencional y una a GNL, se compara con el caso de los empujadores en la Hidrovía, para los cuales se llegó a estimar un sobrecosto del orden del 25% (HIDROVÍA, 2021). Como el % de costo de motorización de un empujador es relativamente mayor que en una draga, el sobrecosto del uso de GNL para esta última el extra costo se considera un 15%. Así es que la draga a GNL de este estudio se valoriza en 51,7MMUsd (12,400 Usd/m³ cántara).

3.2 Concesión de Dragado en la Argentina

Se analiza la información oficial de la operación de dragado durante la concesión vigente para poder relacionar volúmenes dragados, horas de trabajo, consumo de combustible y tipo de equipamiento y el resultado se presenta en la Figura 2.

CAP. DE DRAGAS, VOLÚMENES DRAGADOS Y CONSUMO DE DIESEL EN 2016/2017										
DRAGA DISPONIBLE	VOL. DE CÁNTARA	POT. TOTAL	2016 (AÑO ALTO)			2017 (AÑO MEDIO)			2016+2017	
			Horas/año	Consumo	Consumo	Horas/año	Consumo	Consumo		
Nombre No.	M3	HP	Operat.	StdBy	Litros/año	Operat.	StdBy	Litros/año	Litros	
Niña	1	1.400	1.415	928	64	1.132.318	832	618	1.222.100	354.418
Alvarín. De Vaca	2	1.400	1.494	913	15	1.160.201	412	24	1.582.463	742.664
Americo Vespucci	3	1.500	1.968	451	27	1.436.771	763	43	1.266.329	703.100
James Ensor	4	1.600	1.849	557	39	1.339.538	66	29	1.327.272	422.810
Manzanillo	5	1.000	1.268				164	23	1.075.101	107.510
Sanderus	6	1.300	1.085	652	47	1.749.376				749.376
Capitán Nuñez	7	1.000	1.378	980	68	1.083.404	67	33	1.153.410	1.236.814
Pedro A. Cabral	8	1.000	1.386	616	14	1.148.206				148.206
Niccolo Machiavelli	9		1.517	465	41	1.327.403				327.403
Total				2.562	315		6.304	2.670		
Total Litros D-O/año						1.377.219			9.382.674	10.759.893
Total m³ dragados						53.122.000			9.445.000	2.567.000
Relac Litros D-O/m³						0,78			0,66	0,74
Vol. Medio Cántara (1a7):	1.171								1.710	
Volumen anual dragado (m³) / Capac. de cántaras disponibles (M3)									1231	

Figura 2: Resumen estadístico de datos de la concesión

Para esta tarea se buceó dentro de las estadísticas disponibles en la página oficial del gobierno nacional (ARGENTINA, HIDROVÍA FEDERAL, 2020) y se obtuvieron los volúmenes de dragado entre 1995 y 2017, que arrojaron un promedio anual de 28,6 millones de m³, que representan un 50% del volumen proyectado (LATINOCONSULT, 2020) para el próximo período de concesión. Las dragas utilizadas fueron casi exclusivamente del tipo TSHD.

A continuación, se realiza un análisis de los años 2016 y 2017 (con información completa disponible), que además representan dos situaciones diferentes: la del 2016 fue de muy alta actividad de dragado, y la del 2017 fue casi igual al promedio de los 23 años anteriores.

Se consideraron las siete dragas de operación habitual más dos extras que vinieron a operar por una temporada en el 2016. Todas fueron dragas de arrastre excepto una, la *Niccolo Macciavelli* (9), que es “de corte”.

El consumo de D.O. se calculó en cada caso con la siguiente fórmula (WOWTSCHUK, 2016):

$$\text{Consumo D.O. (L/año)} = 0,1818 \times \text{HP} \times (\text{HsOp/a} \times \% \text{HeOp} + \text{HsSb/a} \times \% \text{HeSb}).$$

donde:

HP es la Potencia total de la draga.

HsOp/a son Horas Operativas/año de la draga.

%HeOp es el % de Horas equivalentes/día, al 100% de la Potencia, en Operación.

HeSb/a son Horas *Stand By*/año de la draga.

%HeSb es el % de Horas equivalentes/día, al 100% de Potencia, en *Stand By*.

De los partes diarios de cada draga (ARGENTINA, HIDROVÍA FEDERAL, 2020), se obtuvieron las Horas Operativas (HsOp) y las de *Stand By* (HsSb) para cada año analizado.

Para estimar las horas equivalentes al 100% de potencia en cada condición (Operación y *Stand By*), se utilizó la siguiente tabla (Fig. 3)

HORAS EQUIV. AL 100% DE POTENCIA				
HP	EN OPERACIÓN		EN STAND BY	
	HS/DIA	HS/EQ. 100%	HS/DIA	HS/EQ. 100%
100%	1	1,0	0	0,0
75%	18	13,5	3	2,3
10%	5	0,5	21	2,1
	24	15,0	24	4,4
		63%		18%

Figura 3: Horas equivalentes al 100% Pot.

Analizando esta información, se concluye que en este período de dos años:

-Se consumieron unos 60,8 millones de litros de D.O, y se dragaron unos 82,6 millones de m³,

arrojando una relación de consumo específico de 0,74 Litros D.O./m³ dragado.

-Para lograr los 82,6 MMm³ de dragado, se tuvieron a disposición dragas con una capacidad total de 67,100 M3 de cántara, lo cual permite plantear una relación de 1231 m³ dragado/m³ de cántara disponible.

Estos parámetros son usados para realizar las proyecciones de costos, consumos e inversiones necesarias para la nueva etapa.

3.3 Proyección de Volumen y Costo Global de Dragado y Señalización

Se toma como base el reciente estudio (LATINOCONSULT, 2020), financiado por una serie de organizaciones que representan intereses de sectores impactados por la nueva concesión. La información se analiza por separado para dos sectores geográficos: SFC (Santa Fe – Confluencia) al norte y SFO (Santa Fe – Océano) al sur; y para las dos actividades principales: Dragado y Señalización. Al final se unifica la información para obtener parámetros medios de más fácil manejo (Figura 4).

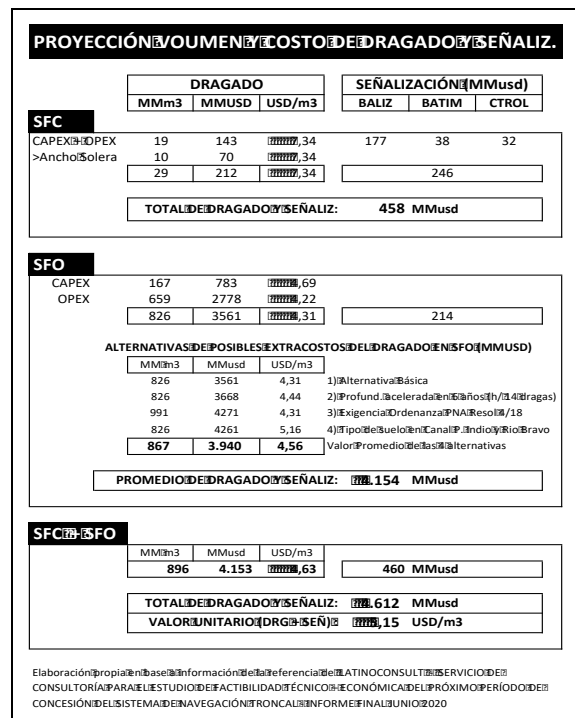


Figura 4: Proyección de Volumen y Costo

Sumando ambos sectores (SFC + SFO), se obtiene un costo unitario de dragado de **4,63 USD/m³** que tiene buena correlación con valores internacionales (Figura 5).

Al sumar el costo de señalización de ambos tramos, se obtiene un costo final total de **4612 millones de dólares**.

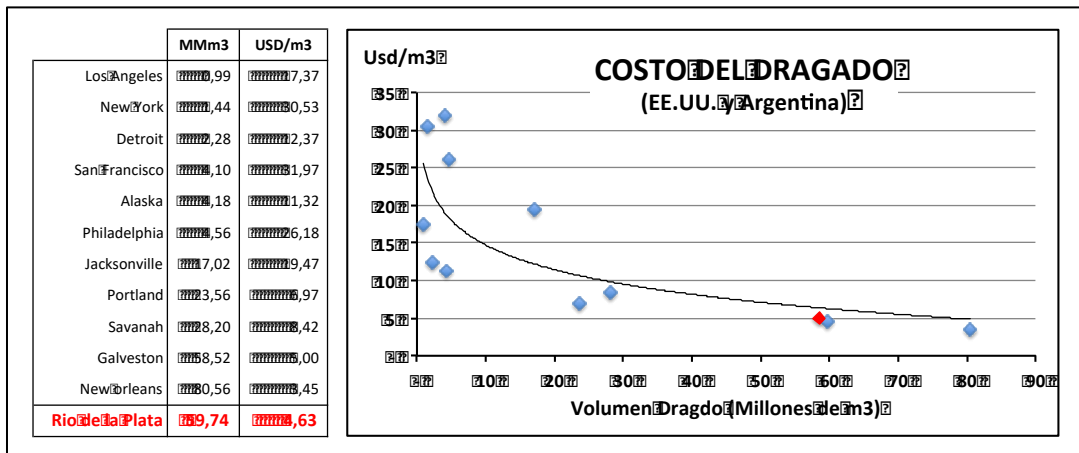


Figura 5: Costo proyectado: (FRITELLI, 2019) John Fritelli, "Harbor Dredging: Issues and Historical Funding", Congressional Research Service, Washington DC, EE.UU., November 2019.

En la siguiente tabla (Fig. 6), se comparan los volúmenes a dragarse en los quince años proyectados con 23 años de los 25 de la actual concesión para los que se obtuvieron datos confiables. Se observa que el esfuerzo de dragado proyectado es algo mayor que el doble del realizado hasta ahora en promedios anuales.

COMPARATIVA VOLÚMENES DE CONCESIONES			
	MMm3	Años	MMm3/a
Proyección	896	15	59,74
Vigente (195>17)	659	23	28,65
Relación de Volúmenes Anuales			2,08

Figura 6: Comparativa de Volúmenes

3.4 Costo del Dragado con D.O y con GNL

En la tabla siguiente (Fig. 7), se muestran los costos de dragado usando combustible Diesel.

COMPOSICIÓN COSTO UNITARIO DRAGADO			
USD/m3	Rubro	Costo	Detalle del cálculo
13% 6,61	DRAGA	6,95%	anual del Valor de dragado nuevo x 0,800 USD/M3 de Cantara (Valor de Mercado) = 5,51 USD/año-M3 Cantara / 1231 m3 dragado-año/M3 Cantara = 4,47 USD/m3
16% 8,74	COMBUST	60,8	Millones de Litros de Diesel (2016+17) / 2,6 Millones de m3 de dragado (2016+17) = 0,736 USD/m3 (1 USD/L)
36% 11,67	PERSONAL, MANT, ETC		Salarios, Viveres, Mant, Lubric, etc
35% 11,62	GENERALES	9%	s/Total: Base, Muelle, Servicios Portuarios 12% s/Total: Gastos Generales 8% s/Total: Seguros 6% s/Total: Utilidad
100% 16,63	TOTAL	4153 MMUSD	Costo Dragado / 2496 MMm3 Volumen a dragar

Figura 7: Costo Unitario del Dragado a Diesel

El costo unitario de dragado (4,63USD/m3), anteriormente calculado se puede descomponer en cuatro factores: Draga, Combustible, Personal + Mantenimiento y Gastos Generales. Aquí se los analiza separadamente usando los datos obtenidos en secciones previas y con parámetros de las referencias CIRIA, 2016; WOWTSCHUK, 2016; y LATINOCONSULT, 2020.

Los dos primeros factores mencionados son los de mayor interés de este estudio ya que tienen directa relación con la industria naval (impacto social), y con el consumo de combustible menos contaminante y más barato (impacto ambiental y económico).

En forma similar en la Figura 8 se muestra la mejora del costo de dragado usando GNL.

COMPOSICIÓN COSTO UNITARIO DRAGADO / GNL			
USD/m3	Rubro	Costo	Detalle del cálculo
16% 6,70	DRAGA	6,95%	anual del Valor de dragado nuevo x 2,400 USD/M3 de Cantara (15% más que D.O) = 16,56 USD/año-M3 Cantara / 1231 m3 dragado-año/M3 Cantara = 13,45 USD/m3
8% 5,37	COMBUST	60,8	Millones de Litros de Diesel (2016+17) / 2,6 Millones de m3 de dragado (2016+17) = 0,736 USD/m3 GNL / D.O > 50%
40% 13,67	PERSONAL, MANT, ETC		Salarios, Viveres, Mant, Lubric, etc
35% 11,60	GENERALES	9%	s/Total: Base, Muelle, Servicios Portuarios 12% s/Total: Gastos Generales 8% s/Total: Seguros 6% s/Total: Utilidad
100% 13,33	TOTAL	4153 MMUSD	Costo Dragado / 2966 MMm3 Volumen a dragar
-7% de reducción de costo de dragado por uso de dragas a GNL			

Figura 8: Costo Unitario del Dragado a GNL

La siguiente tabla (Figura 9) detalla el impacto del uso del GNL en el resultado combinado de Costo de Dragado y

Señalización, resaltándose los valores que se modifican respecto del uso de Diesel Oil.

Se observa una reducción del 7,5% del costo unitario, lo que se traduce en un ahorro total de **321 millones de dólares**. Éste sería el ahorro operativo con GNL que se traduce en mayor competitividad de las exportaciones argentinas.

COSTOS UNITARIOS DE DRAGADO Y SEÑALIZACIÓN CON GNL				
USD/m ³	RUBRO	MMm ³	MMUSD	Cálculo del valor del rubro
15,5%	74 EMBARCACIONES			
14,6%	70 DRAGAS			Ver Impacto del GNL en el Costo Dragado* (70 x 3 años x 0,35 MMUSD/u-año)
0,9%	04 BALIZADORES	96	7	
9,2%	44 COMBUSTIBLE			
7,7%	37 DRAGAS			Ver Impacto del GNL en el Costo Dragado* (70 x 3 años x 0,6 MMUSD/u-año)
1,5%	07 BALIZADORES	96	3	
37,2%	78 TRIPULACION Y MANT.			
34,8%	67 DRAGAS			Ver Impacto del GNL en el Costo Dragado* (70 x 3 años x 0,5 MMUSD/u-año)
2,4%	12 BALIZADORES	96	05	
35,5%	70 GENERALES (Otros Gastos Operativos, Seguros, Gastos Generales, Beneficio)			
33,4%	60 DRAGAS			Ver Impacto del GNL en el Costo Dragado* (70 x 3 años x 0,55 MMUSD/u-año)
2,1%	10 BALIZADORES	96	9	
2,6%	13 OTROS COSTOS (Boyas, Señales, RIS, Batimetría, Órgano de Control)			
100%	79 USD/m ³ TOTAL	896	4291	

-7,5% de Reducción del Costo de Dragado y Señalización por uso del GNL

-321 MMUSD sería el ahorro neto proyectado por uso del GNL

91%	33 DRAGAS
6,8%	33 BALIZADORES
2,6%	13 OTROS
	79 USD/m ³

Figura 9: Mejora de costo usando GNL

3.5 Las Emisiones Nocivas en el Dragado

Es abrumadora la evidencia científica respecto del impacto en la salud y en el ambiente de las emisiones nocivas de los barcos, incluidas las dragas, especialmente cuando el uso es intenso y contiguo a áreas con alta densidad de población ribereña.

En la actualidad, el reemplazo del Diesel Oil por el Gas Natural Licuado (GNL) en las dragas de arrastre es la alternativa de transición que aparece como la más conveniente, por las siguientes razones:

- El costo actual (y proyectado) por unidad energética del GNL es muy inferior al del Diesel Oil y esa diferencia aumenta. El *Netherlands Expert Group for Sustainable Transport and Logistics, STC NESTRA* plantea diferencias de precios que en promedio son del 50% a favor del GNL lo cual se comprueba actualmente en nuestra región.
- El GNL reduce muy fuertemente las emisiones nocivas a la salud (NOx, SOx y PM).
- Permite ser mezclado con bioGNL (de costo similar) para poder así reducir

también las emisiones de CO₂, hasta la des-carbonización total.

- Es una tecnología ya probada y ampliamente disponible en el mercado naval con exitosas aplicaciones en dragas nuevas y otras reconvertidas de D.O a GNL.

3.6 El Daño Evitable

El daño ambiental y a la salud, causado por las emisiones nocivas en los barcos en general, es proporcional a tres factores: Cercanía a la población, Tipo de combustible utilizado y Volumen consumido.

- La Cercanía del buque contaminante a las ciudades es crítica, sobre todo para la salud de las poblaciones costeras más vulnerables (niños y ancianos).
- El Tipo de combustible consumido hará que los niveles específicos de emisiones varíen. El Fuel Oil es más contaminante que el Diesel Oil, que a su vez es más contaminante que el GNL de origen fósil, que a su vez emite mucho más CO₂ que el bioGNL.
- El Volumen de las emisiones nocivas generadas por los barcos es proporcional al volumen del combustible consumido.

En el caso de las dragas y balizadores, que nos ocupan aquí, estamos en una de las peores situaciones ya que se combinan negativamente los tres factores señalados:

- Las dragas operan en cercanía de las mayores poblaciones costeras del país (AMBA-Santa Fé).
- Dada la antigüedad de muchas de las dragas y balizadores usados en la concesión vigente, el tipo de combustible es muy contaminante, a lo que se suma una baja eficiencia energética, que es otro factor de crecimiento de las emisiones.
- Por la alta intensidad operativa de las dragas y balizadores, sus volúmenes de consumo de combustible y por lo tanto de emisiones nocivas, son altas.

3.7 Volumen de Consumo de Diesel Oil

Para estimar el volumen de combustible durante la nueva concesión se tomó el consumo actual y se lo ajustó proporcionalmente al volumen de dragado. En la siguiente tabla (Fig.10), observamos que esta operación implica un consumo del orden de los 52,300 m³ de D.O. anuales para la flota de las 17 embarcaciones de la nueva concesión.

PROYECCIÓN DE CONSUMO ANUAL DE DIESEL OIL EN DRAGADO Y BALIZAMIENTO					
	Cant. de unidades	Litros D.O./año		Ref	Desarrollo
		1 unidad	Flota		
BALIZADORES	7	1.200.000	8.400.000	*a	Ver Comp. del Costo Anual del Baliz."
DRAGAS	10	4.396.142	3.961.425	*b	0,74 L/m3 de 9,7 MMm3/a
		52.361.425			
=					
		Consumo en 3 D.O/año		52.361	
77% del Consumo en el Transporte en PPP					
Nota (*b) El parámetro de 0,74 litros de D.O./m3 dragado surge de la información presentada en la Sección "Análisis de la Concesión de Dragado y Señalización Vigente". El Volumen de dragado anual de 59,74 millones de m3 surge de la Sección "Proyección de Volumen y Costo Global del Dragado y Señalización".					

Figura 10: Proyección de Consumo de Diesel Oil

3.8 Volumen de Emisiones

La tabla siguiente (Figura 11) presenta el Factor de Emisiones correspondientes a Diesel

Oil y GNL para cada una de las cuatro emisiones nocivas consideradas. Al aplicar esos factores a los 52,361 m3 anuales de consumo se obtienen las toneladas nocivas anuales de cada caso.

PROYECCIÓN DE EMISIONES NOCIVAS DE DRAGADO Y BALIZAMIENTO							
Emisión Nociva	FACTOR DE EMISIONES Tons Nocivas/Miles de m3 de D.O. consumido (*c)		Emisiones Nocivas (T/a) para un consumo de combustible proyectado de 52,36 Mm3 D.O/a		Reducción de Emisiones Nocivas con GNL (%)		Emisión Nociva
	D.O	GNL	D.O	GNL	D.O	GNL	
CO2	1106	863	57922	45179	12743	22%	CO2
NOx	22,14	2,51	1159	131	1028	89%	NOx
SOx	0,74	0	39	0	39	100%	SOx
PM10	0,52	0,15	27	8	19	71%	PM10
			59147		13829		

Nota (*c) Estos parámetros de emisiones nocivas son los estimados para los buques en el PPP (PODETTI LING, 2020) basados en los estudios de Elio el Inland Waterway Network (IWWN) de E.U.U. (MATS, 2015)

Figura 11: Proyección de Emisiones

Finalmente, por diferencia, la última columna indica la mejora en toneladas y en porcentaje, notándose claramente que, usando GNL de origen fósil, las mayores mejoras porcentuales se obtienen en las emisiones dañinas a la salud (NOx, SOx y PM), y mucho más moderadas en relación al CO₂, con impacto en el calentamiento global.

Estos porcentajes de reducción son algo conservadores al compararlos con otros estudios similares de la industria (GABRIEL, 2016), que indican las siguientes reducciones: 25% del CO₂, 85% de NOx, 99% de SOx y 99% de PM.

Para cancelar totalmente las emisiones se debería utilizar bioGNL de costo final similar al GNL de origen fósil, que debe ser producido en bio-refinerías de relativamente baja inversión. Esta es la solución ideal en nuestro caso y a la que se debería apuntar.

3.9 Valoración Económica del Daño de las Emisiones Nocivas.

En una sociedad justa, a todo delito le corresponde una sanción proporcional. Algo similar debe ocurrir con la contaminación atmosférica, entendida como daño social a la salud, la vida y al ambiente. En Europa, donde la conciencia por este tema es alta y creciente, ya hay sistemas de penalización económica contra este delito. En nuestro país (y en muchos otros) los delitos ambientales suelen quedar impunes y muchas veces se niega o se desconoce el problema generado.

Las emisiones nocivas de las dragas y balizadores generan daños ambientales cuyos costos sociales no son contemplados por el gobierno y mucho menos por el concesionario, por lo que se los llama "**costos externos**". Este nombre busca diferenciarlos de los costos

“internos” (combustible, personal, reparaciones, etc.) que un armador conoce y trata de minimizar pues debe pagar un precio por ellos.

Los costos de las emisiones de los barcos parecen ocultos, pero son muy reales. Los genera un armador, y los paga la población contaminada, sin poder cobrárselos al causante. Esto representa un subsidio injusto que incentiva a seguir contaminando gratuitamente. En Europa, en cambio, ya se empieza a aplicar una política más justa resumida en la frase: *el que la hace, la paga*. Este proceso busca “internalizar” los costos externos; es decir, que los armadores se hagan cargo del costo del daño que generan, por ejemplo, vía nuevas exigencias (como estas cláusulas) o mayores impuestos a los combustibles contaminantes. Eso llevará gradualmente a que se invierta en barcos más amigables al ambiente, gracias a la internalización de estos costos externos.

3.10 Costos externos del dragado en la Argentina

A continuación, se analizan los “costos externos argentinos” que son los causados por las emisiones nocivas de estos buques y que incrementa el gasto social argentino en la salud pública por las enfermedades generadas y muertes prematuras. A esto se suman pérdidas económicas por daños a infraestructuras, cosechas y biodiversidad, como en el caso de la lluvia ácida generada por estas emisiones.

Dado que no se ha encontrado ningún estudio regional de valorización de estos daños, se extrapolaron los resultados de estudios europeos (CE DELFT, 2011). Este análisis fue realizado para la Hidrovía Paraguaya-Paraná (HIDROVÍA, 2021) y se aplica al caso del dragado y balizamiento presentándose en la siguiente tabla (Fig.12).

COSTOS EXTERNOS PROYECTADOS DE DRAGADO Y BALIZAMIENTO				
	PM	NOx	SOx	TOTAL
VOL. DE EMISIONES NOCIVAS DE DIESEL (Tons/año)	17	1.160	9	
COSTO EXTERNO UNITARIO DE EMISIÓN (Usd/Ton)	1.560	0.265	6.133	
COSTO EXTERNO TOTAL (MMUsd/año)	26,93	3,51	55,63	86
				15 AÑOS
				391 MMUsd
VOL. DE EMISIONES CON GNL (T/A)	3	0,31		
COSTO EXTERNO UNITARIO DE EMISIÓN (Usd/Ton)	1.560	0.265	6.133	
COSTO EXTERNO TOTAL (MMUsd/año)	4,57	0,65		5,22
				15 AÑOS
				78,3 MMUsd/a
AHORRO ANUAL DE COSTOS EXTERNOS DEL USO DE GNL				26,3 MMUsd/a
				15 AÑOS
				391 MMUsd

Figura 12: Costos externos proyectados de impacto en Argentina

La primera línea de la tabla muestra las toneladas de emisiones nocivas anuales y luego el costo externo unitario de cada tonelada nociva (extrapolado del caso europeo). Se observa que las partículas de materia (PM) generan un costo externo relativamente mayor por tonelada, principalmente por ser responsables de enfermedades cardio-respiratorias, cáncer y muertes en la población costera, como ya se analizó anteriormente.

Se concluye que, de mantenerse el actual permiso de contaminación por uso de Diesel Oil en el dragado y señalización, los argentinos pagaríamos unos 391 MMUsd por los daños, que el concesionario de dragado nos genera a todos como sociedad, a un ritmo de 26 MMUsd/año. En cambio, si se implementara el uso del GNL, ese costo se reduciría sensiblemente a sólo 3

MMUsd/a, es decir a sólo un 11% y sería cero usando bioGNL.

Estos resultados son coincidentes en un 95% con los obtenidos utilizando el método (MERK, 2014), propuesto en el *International Transport Forum* de la OECD para las emisiones de buques en puertos.

La extrapolación se realiza en función del PBI per cápita y el tamaño y cercanía con poblaciones costeras afectadas.

Permitir el uso de Diesel Oil en esta concesión es una suerte de subsidio de **391 MMUsd** que el gobierno argentino le otorgaría al concesionario, lo que no parece demasiado conveniente para el país ni necesario para la empresa que tiene por delante un gran negocio del orden de 4600 MMUsd. Además, de esa

forma se pierde el mayor incentivo para dejar de contaminar.

3.11 Costos externos del dragado en el Planeta

Otro aspecto que parece más lejano, pero es igualmente importante, es el de la valorización del “costo externo planetario”, es decir el relacionado al Cambio Climático que afecta a toda la humanidad (actual y, sobre todo, futura) por el calentamiento global generado por los gases de efecto invernadero, cuyo principal representante es el CO₂.

El siguiente gráfico de Fig.13 (CE DELFT, 2011) muestra la proyección del costo externo causado por el CO₂ (Euros/tonCO₂). En el centro, entre las dos curvas de escenarios más probables y para el período de concesión se ubica el valor medio de 80 Euros/tCO₂, (96 Usd/t-CO₂). El producto de este parámetro por el volumen de CO₂ emitido por las dragas y balizadores a D-O antes calculado (57,922 t-CO₂/a) arroja un costo anual de 5,6 MMUsd, que en los 15 años significan 84 MMUsd.

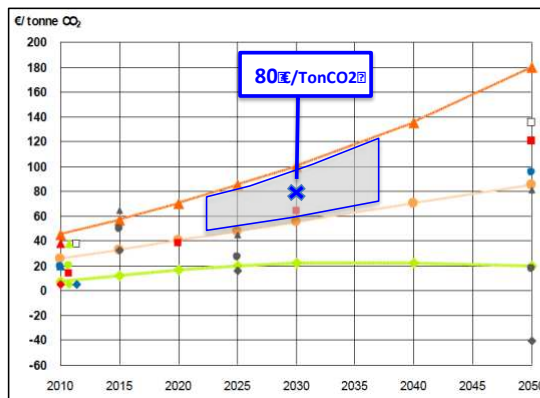


Figura 13: Gráfico intervenido.

Fuente: “External Costs of Transport in Europe”, Delft, CE, The Netherlands, 2008.

Otra forma de valuar económicamente este daño planetario causado por emisiones de CO₂ se encuentra en el muy reciente “mercado de carbono”, que es un indicador del precio que pagan las empresas que emiten CO₂ a aquellas que tienen actividades con saldo negativo de CO₂.

Este es un nuevo tipo de mercado, que “compensa” a través de compraventa de bonos de carbono a aquellos proyectos que hacen el mayor esfuerzo a favor del planeta.

Según el estudio publicado por *The Economist*, el precio del mercado de carbono (2007), aplicado a la navegación fluvial (PIANC 2010) equivale a un sobre costo de 0,15 USD/L de Diesel Oil como penalidad a la emisión de

CO₂. Aplicándolo al consumo proyectado de dragas y balizadores en la nueva concesión (52,3 millones de Litros D-O/año), antes detallado, resulta un costo de 8 MMUsd/año, o 120 MMUsd en total, que la empresa concesionaria “debería pagar” en el mercado de carbono para compensar la contaminación generada.

Tomando el promedio de ambas valoraciones, se puede estimar que usando D.O, el futuro concesionario de dragado generará un daño planetario con efectos en el Cambio Climático por un valor del orden de los **102 MMUsd**, que podría reducirse en un 22% con el uso de GNL, y en un 100% con el uso de bioGNL en la propulsión de las dragas y balizadores.

3.12 Impacto Económico Consolidado

El uso de bioGNL como combustible de la operación de dragado y señalización de la próxima concesión evitaría muchas muertes prematuras y enfermedades y reduciría costos operativos y sociales. Para el período de 15 años de concesión, estos ahorros económicos calculados anteriormente se pueden resumir de la siguiente forma:

321 MMUsd ahorro operativo
391 MMUsd de ahorro externo local
102 MMUsd de ahorro externo global

814 MMUsd de ahorro total

Este ahorro total es del orden del **18% del costo total** del dragado y señalización proyectado (4600 MMUsd) y se reduciría en 4 puntos, al 14%, en el caso de uso de GNL de origen fósil por los menores ahorros externos obtenibles.

3 CLÁUSULAS

3.1 Cláusula Ambiental

La Cláusula Ambiental propuesta para el Pliego de Licitación se basa en que, a lo largo de la concesión, la flota de dragas y balizadores deberá reducir sus emisiones nocivas que afectan el ambiente y la salud.

Esto se medirá por un **Factor de Cuidado Ambiental (FCA%)** que expresa la participación de las **Embarcaciones de Ultra Baja Emisión nociva (EUBEs)** en relación al total de la flota del concesionario en cada año. Y esta proporción se basa en la potencia total instalada en las embarcaciones.

$$FCA\%_{AÑO X} = \frac{\text{Potencia de las EUBEs en la flota del concesionario durante el Año X}}{\text{Potencia Total de Flota del concesionario durante el Año X}}$$

El FCA% se calculará al final de cada año como promedio de los FCA% de cada mes de embarcaciones que hayan operado un mínimo de 15 días al mes.

Por Embarcaciones de Ultra Baja Emisión nociva (EUBEs) se entienden a aquellas que estén diseñadas para consumir principalmente combustibles que generen ultra bajos niveles de emisiones nocivas, iguales o inferiores a los que generarían utilizando bioGNL en toda su potencia instalada (salvo equipos de emergencia). Se considera que, en esta aplicación, en el Ciclo del Vida total del bioGNL la reducción de emisiones (CO_{2eq}, SO_x, NO_x y PM) respecto del MGO (Marine Gas Oil), será de un 99,9%.

Para participar de la licitación se debe aceptar el siguiente compromiso ambiental de escalonamiento **mínimo** de incorporación de EUBEs a la flota total de la concesión.

Al inicio del año:	2	3	4	5+
FCA%min:	15%	25%	60%	100%

Las ofertas que no incluyan la aceptación de este compromiso ambiental serán descartadas por considerárselas inaceptablemente perjudiciales a la salud y al ambiente.

Para garantizar el cumplimiento del compromiso ambiental y resarcir a la comunidad del daño económico generado por las emisiones nocivas, el Concesionario deberá mantener una Garantía Ambiental (Aval Bancario, Póliza de Caucción, etc) equivalente al valor potencial del daño que podría causar según se establece a continuación.

El valor de esta garantía será de 33 millones de dólares por cada año restante de concesión y deberá establecerse y efectivizarse al inicio de cada año. Así, a la firma del contrato por la Concesión de 15 años, deberá presentarse una Póliza de Caucción o Aval Bancario por 495 (33 x 15) millones de dólares.

Anualmente la garantía se reducirá en función de los años restantes de concesión, previa ejecución parcial de la garantía vigente para cubrir el Valor del Daño Ambiental (VDA) generado durante el año anterior. Los montos retenidos de VDA conformarán un Fondo Industrial Ambiental Hidrovía (FIAH) que financiará las EUBE que sean diseñadas y construidas en el país con un contenido local mínimo del 42% y que entren en servicio en la Hidrovía dentro del período de la concesión.

El VDA (en millones de dólares) se calcula al final de cada Año X de concesión de la siguiente forma:

$$VDA_{AÑO X} = 33 \times (1 - FCA\%_{AÑO X})$$

Si el FCA%_{AÑO X} es menor que el mínimo comprometido para ese año (FCA%_{min AÑO X}) el VDA será de 66 millones de dólares. El incumplimiento del FCA%_{min} durante dos años es, además, causal suficiente para la rescisión de la concesión.

Así, una vez retenido el correspondiente Valor de Daño Ambiental del año concluido (VDA_{AÑO X}), el nuevo Valor de la Garantía vigente para el año siguiente se calcula multiplicando los años pendientes de concesión por 33 millones de dólares.

De esta forma hay un claro incentivo para que el concesionario incorpore rápidamente dragas y balizadores de ultra bajo nivel de emisiones nocivas a su flota en reemplazo de otras embarcaciones contaminantes como las actuales, pues así reducirá su costo anual de VDA.

Si el plazo de concesión fuese extendido se deberá exigir un nuevo compromiso y garantía ambiental proporcional.

Adicionalmente, como incentivo a recibir ofertas más sustentables, se dará un puntaje adicional para la adjudicación a las ofertas en función del FCA ofrecido.

3.2 Cláusula Industrial

La Cláusula Industrial propuesta para el pliego de la Licitación se basa en incentivar que la inversión en nuevas dragas y balizadores se realice en el país en la mayor proporción posible.

Para esto, cada oferente deberá incluir en su oferta el Valor de su Compromiso Industrial (VCI), que, expresado en dólares, indica la inversión total en EUBE de construcción nacional que el oferente se compromete a realizar en astilleros locales en los primeros 4 años de la concesión.

Para que una EUBE se considere nacional, el componente nacional deberá superar el 42% de su valor total, según los criterios de valor de origen usados por la Subsecretaría de Industria de la Nación.

El mínimo Valor de Compromiso Industrial (VCI_{MIN}) debe ser superior al 75% del valor referencial de inversión en flota total calculado

en 570 millones de dólares, es decir, 428 MMUSD

$$VCI_{MIN} > 75\% \times 570 \text{ MMUSD} = 428 \text{ MMUSD}$$

Dado que todas y cada una de las embarcaciones computadas en el VCI_{MIN} deben superar el 42% de origen nacional, el efecto neto de valor nacional añadido es de 180 MMUSD, correspondiente al 31,5% (75% x 42%) del Valor Referencial de Inversión en flota total de 570 MMUSD.

De la misma forma que en el caso del compromiso ambiental, las ofertas que no incluyan la aceptación de este compromiso industrial serán descartadas por afectar de manera inadmisibles al desarrollo nacional.

Para garantizar el cumplimiento del Compromiso Industrial, el Adjudicatario deberá mantener una Garantía Industrial (Aval Bancario, Póliza de Caucción, etc) equivalente al compromiso industrial remanente al inicio de cada año.

Así, a la firma del contrato por la Concesión, deberá presentarse una Garantía por el VCI ofertado, que no puede ser menor al VCI_{MIN} de 428 MMUSD.

El valor de la garantía se reducirá en función de la efectiva comprobación de la Inversión Naval Realizada (INR) en nuevas embarcaciones nacionales al final de cada año. Éstas deberán estar completas y con sus certificados de origen (contenido nacional mayor al 42%) cumplimentados. Para esto, los valores de cada embarcación y sus porcentajes de contenido local deberán ser aprobados y certificados en cada caso por la SSIN.

Para el cálculo de los INR no se aceptarán valorizaciones de avance parciales de construcción. Como referencia de valor (USD) para una draga de arrastre con cántara (TSHD) a bioGNL, se indica el parámetro de: 12,400 USD/m³ de cántara.

El valor de la garantía incumplida al final del año 4 será ejecutado y pasará al Fondo Industrial Ambiental Hidrovía (FIAH) antes referido.

Dado que el criterio rector de esta cláusula industrial es la inclusión del trabajo de la sociedad a través de la industria naval nacional del sector fluvial (hidrovía) se proponen las siguientes alternativas de cumplimiento para generar el impacto dinamizador industrial buscado, pero sin sumar limitaciones innecesarias para el concesionario.

Alt 1. El concesionario no tiene que esperar que las embarcaciones ordenadas a astilleros

nacionales estén completadas para desarrollar su operación. Mientras éstas se construyen, puede utilizar otras embarcaciones. El concesionario tampoco tiene la obligación de utilizar estas nuevas embarcaciones de construcción nacional en la operación de esta concesión, pudiendo asignarlas a otras operaciones propias o de terceros, en el país o en el exterior, revenderlas o charterlas.

Alt 2. El concesionario podrá cumplimentar su compromiso industrial contratando en el país la construcción de otro tipo de EUBEs fluviales (buques de carga fluviales, remolcadores de empuje, remolcadores de tiro, etc.) diferentes a los requeridos en la operación de la concesión. Para ser considerados a este fin, estas EUBEs también deben cumplir con un 42% de contenido local mínimo. El Concesionario podrá venderlos o entregarlos en leasing o charteo a armadores fluviales locales o del exterior. Este cumplimiento será certificado anualmente con la recepción definitiva de cada EUBE terminada, cuya valuación y % de contenido local deberá tener la validación de la SSIN. En este caso se considerará el 90% del valor de construcción como aporte al cumplimiento parcial del VCI. Si las construcciones fuesen barcasas u otras embarcaciones sin propulsión se considerará el 80% del valor como aporte al VCI.

Adicionalmente, como incentivo a recibir ofertas más inclusivas, se dará un puntaje adicional para la adjudicación a las ofertas en función del VCI ofrecido por encima del mínimo.

3.3 Conclusiones

Se puede concluir que estas cláusulas tienen las características siguientes:

- Están alineadas con obvias necesidades nacionales:

- Mejorar la competitividad de la logística reduciendo el costo del dragado (18%).
- Reducir las emisiones nocivas que afectan al ambiente, la vida y la salud (Cero Emisiones).
- Generar trabajo de calidad y desarrollo tecnológico a través de los astilleros nacionales más competitivos y sus proveedores nacionales.

- Imponen condiciones límites básicas en defensa de la gente (contaminación máxima admisible y contenido nacional industrial mínimo aceptable) pero a la vez fomenta la competencia entre oferentes para maximizar estos beneficios para los ciudadanos.

- Permiten cambiar el actual modelo de concesión subsidiada, contaminante y excluyente por uno competitivo, sustentable e inclusivo.

4 REFERENCIAS

ARGENTINA HIDROVÍA FEDERAL, 2020. *Documentos y Estadísticas de la Vía Troncal VTN, DNCPYVN–SSPYVN*, disponible en <https://www.argentina.gob.ar/hidrovia-federal-2021/informacion-tecnica>.

CE DELFT, 2011. *External Costs of Transport in Europe*. Delft, CE, The Netherlands, 2011-

CIRIA, 2016. *A guide to costs and aids for dredging equipment 2009*. Construction Industry Research and Information Association, London, UK, 2009, actualizada a 2016.

DRAGADO, 2021. Raúl E, Podetti, Carlos M. Brañas, Fernando Sánchez Checa, Luciano Cianci; *Dragado Inclusivo, Sustentable y Competitivo, Criterios para la nueva Concesión*; Vector Naval de la Facultad de Ingeniería (UBA), ISBN 978-987-86-8720-9, Buenos Aires, febrero 2021

FRITELLI, J. 2019. *John Fritelli, "Harbor Dredging: Issues and Historical Funding"*, Congressional Research Service, Washington DC, EE.UU., November 2019.

GABRIEL, 2016 – Jan Gabriël, Erik van der Blom. *Development of dual fuel LNG hopper dredgers*; IHC + DEME Presentation, April 2016.

HIDROVÍA, 2021, Raúl E, Podetti, Carlos M. Brañas, Fernando Sánchez Checa, Luciano Cianci; *HidroVía Paraguay- Paraná. Inclusiva, Sustentable y Competitiva*; Vector Naval de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, ISBN 978-987-88-0666-2; Buenos Aires, 2021

LATINOCONSULT, 2020. *Servicio de consultoría para el estudio de factibilidad técnico- económica del próximo período de concesión del sistema de navegación troncal - Informe final*, Buenos Aires, Argentina, junio 2020.

MERK, 2014. Olaf Merk, *Shipping Emission in Ports at International Transport Forum*, Paris, France, OECD, 2014.

PIANC, 2010. *Climate Change and Navigation. Waterborne transport, ports and waterways: A review of climate change drivers, impacts, responses and mitigation*, EnviCom Task Group 3, PIANC 2010.

SAMUEL LNG, 2017. *Samuel de Champlain to be First LNG-Converted Dredger*. Press Release, 2017.

WOWTSCHUK, B. M. 2016. Bohdon Michael Wowtschuk; *Production and cost estimating for trailing suction hopper dredge*, Texas A&M University, Ocean Engineering Dept, 2016