

## Paper 16 - Estudio y estimación de la sedimentación en los Canales Norte y Acceso a Puerto Buenos Aires

Sofía A. Gomez Mahne; Santiago M. Pinedo; Marcelo L. Peyregne  
*Administración General de Puertos S.E.*

Email: [sgomezmahne@puertobuenosaires.gov.ar](mailto:sgomezmahne@puertobuenosaires.gov.ar); [spinedo@puertobuenosaires.gov.ar](mailto:spinedo@puertobuenosaires.gov.ar)

**ABSTRACT:** El presente trabajo refiere a la cuantificación del proceso continuo de sedimentación que se desarrolla en los Canales Norte y Acceso de Puerto Buenos Aires, desde el kilómetro 0,800 hasta el kilómetro 7,300, y del kilómetro 7,300 hasta el kilómetro 12,000 respectivamente, cuyas secciones de diseño son, en su mayoría, de 10,36 metros de profundidad en 100 metros de solera, con taludes de 1:8.

Desde el punto de vista hidro-meteorológico, la traza de los Canales anteriormente mencionados se sitúan de forma transversal al aporte de material proveniente tanto de aguas arriba (Rio Paraná y Rio Uruguay) con una contribución de 80 millones de toneladas por año, como al procedente de aguas abajo, debido al efecto de la marea astronómica y meteorológica, sumado a las posibles variaciones existentes de acuerdo a las diferentes circunstancias (cambio climático, niveles de agua del Río de la Plata y tributarios, condiciones meteorológicas imperantes, corrientes, frecuencia de paso de buques, etc.).

Habida cuenta de la importancia que requiere mantener navegables los Canales de Acceso a Puerto Buenos Aires para la navegación segura hacia y desde ese Puerto, y ante la escasez de datos actualizados referidos a la tasa de sedimentación, para la correcta programación de la campañas de dragado, se realizó un estudio basado en datos obtenidos a partir de campañas batimétricas, con el objeto de estimar el volumen anual de sedimento aportado a dichos tramos de Canales.

Se trata de un método cuantitativo aplicado en escala 1:1, realizado en base a las batimetrías mensuales de los últimos cuatro (4) años, que permite calcular un valor medio de sedimentación anual.

El presente trabajo, plantea establecer una comparación con el estudio realizado mediante modelación e información de campo por el ex - Instituto Nacional del Agua y del Ambiente para esta Administración General de Puertos ("Estudio de las obras de dragado y relleno en el Puerto de Buenos Aires", (1997), donde se estudió la sedimentación para esos mismos canales, para una profundidad de 9,75 metros con anchos variables entre 110 y 150 metros de solera, con taludes de 1:8.

## 1 INTRODUCCIÓN

El proceso de sedimentación en el Río de la Plata es un fenómeno que ha sido estudiado por diferentes autores para diversos fines.

La Administración General de Puertos encargó al ex - Instituto Nacional del Agua y del Ambiente un "Estudio del Impacto de Obras de Dragado y Relleno en el Puerto Buenos Aires" – Septiembre 1997, en el cual se informa sobre la sedimentación en los Canales Norte y Acceso. El valor obtenido en dicho estudio ha sido tenido en cuenta durante estos años para la estimación de la misma.

El conocimiento de los valores de sedimentación es importante para cuantificar las inversiones en dragado y estimar los tiempos reales de ocupación del equipo de dragado (dragas de succión por arrastre) y su capacidad para realizar en un plazo determinado las tareas de mantenimiento, minimizando los costos derivados de estos trabajos.

A partir de las obligaciones contraídas por la Ley Nacional 24.093, el mantenimiento de las profundidades de los Canales de Acceso al Puerto Buenos Aires lo realiza la Administración General de Puertos.

Para el dragado en los Canales Norte y Acceso hasta el km 12,000, esa Administración contrató por medio de la Licitación Pública Nacional N° 29/2010, adjudicada a la empresa Servimagnus S.A. - SDC Do Brasil Servicios Marítimos LTDA Rowing S.A. - Servidraga S.A. – UTE, la adecuación y el mantenimiento de dichos Canales. La obra consistió, en una primera etapa, en el dragado de adecuación de los Canales Norte y Acceso hasta el Km. 12,000, llevándolos a 100 metros de solera en una profundidad de 10,36 metros (34 pies) al cero del Riachuelo, con taludes de pendiente 1:8, lo que corresponde a la sección de diseño actual.

En una segunda etapa, se realizó el mantenimiento de dichos Canales durante un período de cuatro años.

El acta de inicio de obra se celebró el día 12/09/2011, siendo la fecha efectiva de

inicio de la campaña de adecuación el día 13/10/2011. El mantenimiento se realizó desde el 01/06/2012 y hasta el día 31/07/2016.

Durante los casi cinco años de obra, se realizaron relevamientos batimétricos mensuales, a partir de los cuales se pudo obtener un promedio de sedimentación anual en base a la información obtenida de forma práctica, es decir, a partir de datos reales, y contrastarla con la sedimentación calculada de forma teórica (si bien usando también información de relevamientos realizados entre dragados, pero más espaciados en el tiempo) oportunamente por el ex INA en el Informe mencionado.

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 Informe "Estudio del Impacto de Obras de Dragado y Relleno en el Puerto Buenos Aires" (ex-INA, Septiembre 1997)

Los cálculos de sedimentación de los estudios realizados al respecto por el ex - Instituto Nacional del Agua y del Ambiente para la Administración General de Puertos representan en principio una alternativa que podría estimarse en principio como un límite superior de la tasa de sedimentación para condiciones que pueden considerarse normales en cuanto a las condiciones hidrológicas del Río de la Plata y de sus afluentes, especialmente el río Paraná de las Palmas en lo que concierne específicamente a la situación de los canales de acceso al Puerto, respecto de la conservación de las secciones de la vía navegable.

Cabe remarcar que la tasa de sedimentación calculada en dicho Estudio es de 2.170.000 m<sup>3</sup> y corresponde a una configuración de canal de 100 metros de solera a una profundidad de 9,75 metros al cero local (32 pies), con taludes 1:8.

### 2.2 Obtención de datos

Los datos utilizados para el cálculo de la sedimentación real fueron obtenidos de los relevamientos batimétricos mensuales realizados durante el período de mantenimiento

(4 años), con una sonda ecógrafa monohaz de precisión hidrográfica, trabajando con una frecuencia de 200 kHz.

Los relevamientos consistieron en el sondaje de perfiles perpendiculares a los ejes respectivos, con una separación de 100 metros en el Canal de Acceso al Puerto de Buenos Aires (Km 7,300 a Km 12,000) y en el Canal Norte (Km 0,800 a Km 7,300), con una longitud mínima de los perfiles transversales de 200 metros a cada lado del eje.

Como constatación de las profundidades en los sectores no relevados entre perfiles transversales, se ejecutó un relevamiento longitudinal en coincidencia con el eje del canal.

A partir de la información de los perfiles y secciones transversales relevadas, se trazaron las batimetrías correspondientes y se calcularon los volúmenes de material que se encuentran por sobre la sección de diseño y por debajo de la misma.

### 2.3 Metodología utilizada para el cálculo de la sedimentación real

Con los datos de volúmenes obtenidos en los relevamientos batimétricos mencionados, se calculó la diferencia de volúmenes entre dos relevamientos consecutivos para cada uno de los meses de duración del mantenimiento. Para los períodos donde no hubo operaciones de dragado, esa diferencia de volúmenes da como resultado la sedimentación real del período.

Dado que en los períodos donde se realizan operaciones de dragado es complejo medir la sedimentación, debido a la dificultad de cuantificar el volumen de material extraído por la Draga utilizada, así como el material que se moviliza y se deposita fuera del canal por efecto de la turbidez que provoca el cabezal de la draga y el rebalse u "overflow" realizado, los meses en que se realizaron operaciones de dragado no fueron tenidos en cuenta para el cálculo de la sedimentación.

Esto podría generar que el cálculo esté distorsionado por un fenómeno de estacionalidad. Para ello se verificó que dentro

de los 4 años de datos se tenga al menos un dato válido para cada uno de los meses.

A continuación se detallan las diferencias de volúmenes para cada mes y por año calendario, destacando en color celeste los meses que se tuvieron en cuenta para la estimación de la sedimentación real.

2012	
Mes	Diferencia de Volúmenes
2012-Jul	-68.074
2012-Ago	-105.568
2012-Sep	-389.321
2012-Oct	-231.213
2012-Nov	-274.545
2012-Dic	275.523

Cuadro N° 1. Sedimentación real año 2012.

2013	
Mes	Diferencia de Volúmenes
2013-Ene	-138.008
2013-Feb	-38.718
2013-Mar	-26.484
2013-Abr	105.297
2013-May	552.744
2013-Jun	36.177
2013-Jul	-71.816
2013-Ago	-78.789
2013-Sep	-104.171
2013-Oct	-299.561
2013-Nov	-195.215
2013-Dic	191.047

Cuadro N° 2. Sedimentación real año 2013.

2014		
Mes	Diferencia de Volúmenes	
2014-Ene	335.835	
2014-Feb	247.903	
2014-Mar	-235.336	
2014-Abr	-62.360	
2014-May	-78.908	
2014-Jun	-69.335	
2014-Jul	260.759	
2014-Ago	-131.603	
2014-Sep	-162.154	
2014-Oct	-224.547	
2014-Nov	-224.546	
2014-Dic	6.596	

Cuadro N° 3. Sedimentación real año 2014.

2015		
Mes	Diferencia de Volúmenes	
2015-Ene	67.114	
2015-Feb	-72.363	
2015-Mar	-56.675	
2015-Abr	26.749	
2015-May	149.381	
2015-Jun	171.386	
2015-Jul	-14.973	
2015-Ago	-157.115	
2015-Sep	91.326	
2015-Oct	226.656	
2015-Nov	122.060	
2015-Dic	-98.296	

Cuadro N° 4. Sedimentación real año 2015.

2016		
Mes	Diferencia de Volúmenes	
2016-Ene	-359.688	
2016-Feb	-406.687	
2016-Mar	-163.643	
2016-Abr	-205.173	
2016-May	343.567	
2016-Jun	403.224	

Cuadro N° 5. Sedimentación real año 2016.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Sedimentaciones anuales

Para la elaboración de los gráficos que se detallan a continuación, se estableció como sedimentación de los períodos donde la draga operó, el valor mensual calculado a partir del punto "3.2 Sedimentación Anual Total".

- Sedimentación Anual Año 1 (Julio 2012 - Junio 2013):

Julio 12 - Junio 13	
Sedimentación	
Sed. Acumulada	1.107.439
Sed. Mensual	184.573
Sed. Anual	2.214.878
Sed. Diaria	6.068

Cuadro N° 6. Sedimentación anual Jul12-Jun13.

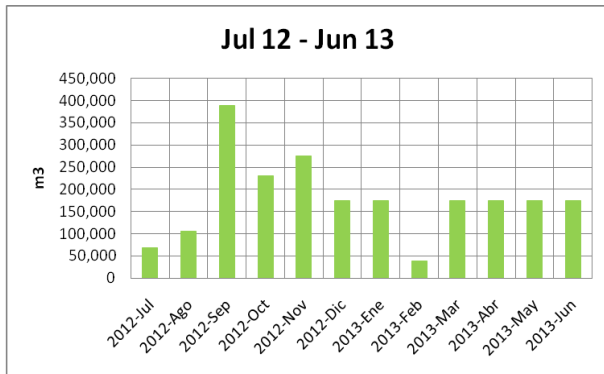


Fig. N° 1. Representación gráfica de la sedimentación en el periodo Jul12-Jun13.

- Sedimentación Anual Año 3 (Julio 2014 - Junio 2015):

Julio 14 - Junio 15	
Sedimentación	
Sed. Acumulada	574.979
Sed. Mensual	143.745
Sed. Anual	1.724.936
Sed. Diaria	4.726

Cuadro N° 8. Sedimentación anual Jul14-Jun15.

- Sedimentación Anual Año 2 (Julio 2013 - Junio 2014):

Julio 13 - Junio 14	
Sedimentación	
Sed. Acumulada	1.123.675
Sed. Mensual	140.459
Sed. Anual	1.685.513
Sed. Diaria	4.618

Cuadro N° 7. Sedimentación anual Jul13-Jun14.

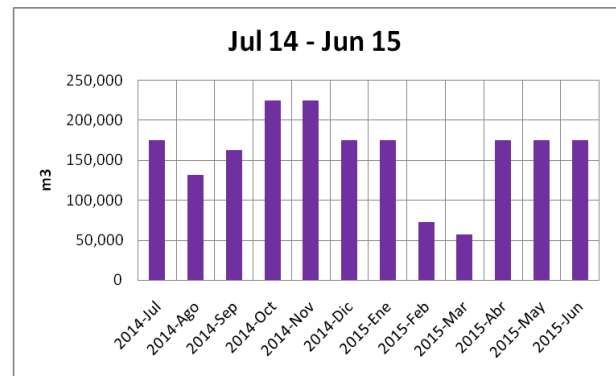


Fig. N° 3. Representación gráfica de la sedimentación en el periodo Jul14-Jun15.

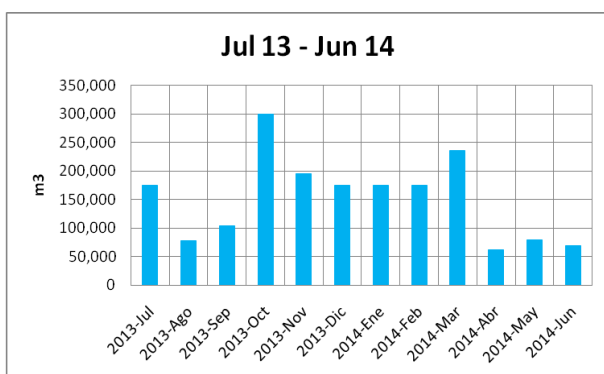


Fig. N° 2. Representación gráfica de la sedimentación en el periodo Jul13-Jun14

- Sedimentación Anual Año 4 (Julio 2015 - Junio 2016):

Julio 15 - Junio 16	
Sedimentación	
Sed. Acumulada	1.390.602
Sed. Mensual	231.767
Sed. Anual	2.781.204
Sed. Diaria	7.620

Cuadro N° 9. Sedimentación anual Jul15-Jun16.

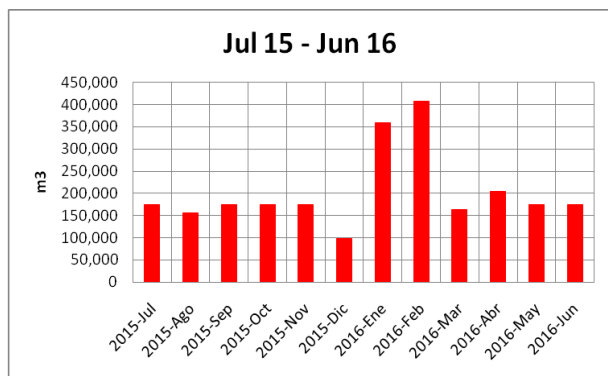


Fig. N° 4. Representación gráfica de la sedimentación en el periodo Jul15-Jun16.

### 3.2 Sedimentación Anual Total

Se calculó por el total del período analizado, correspondiente a los cuatro años de mantenimiento.

Total	
<b>Sedimentación</b>	
Sed. Acumulada	4.196.695
Sed. Mensual	174.862
Sed. Anual	2.098.347
Sed. Diaria	5.749

Cuadro N° 10. Sedimentación promedio anual total.

### 3.3 Estacionalidad

La siguiente tabla expresa para cada mes, el promedio de sedimentación real durante los meses de mantenimiento de la Obra.

En el gráfico, el pico correspondiente al mes de Enero no sería representativo, ya que el único dato válido pertenece a Enero de 2016, donde se evidenció una sedimentación extraordinaria en todo el Rio de la Plata producida por la crecida del Rio Paraná y sus afluentes.

Mes	Promedio Mensual
Enero	359.688
Febrero	172.589
Marzo	151.885
Abril	133.767
Mayo	78.908
Junio	69.335
Julio	68.074
Agosto	118.269
Septiembre	218.549
Octubre	265.387
Noviembre	231.436
Diciembre	98.296

Cuadro N° 11. Estacionalidad promedio mensual.



Fig. N° 5. Representación gráfica de la Estacionalidad promedio mensual.

Cabe destacar, en referencia a los meses de Enero y Febrero de 2016, la sedimentación fue por encima de los valores normales considerada como extraordinaria, debido a los picos de caudal que tuvo el Río Paraná, alcanzando alturas por encima de los 6,50 metros en la zona del Paraná medio.

Respaldando lo anteriormente mencionado, la sedimentación para los meses descriptos fue de:

Enero: 359.688 m<sup>3</sup> (205,7% de la sedimentación mensual promedio).

Febrero: 406.687 m<sup>3</sup> (232,6% de la sedimentación mensual promedio).

#### 4 CONCLUSIÓN

En función de lo analizado, se puede observar que la sedimentación anual estimada con la presente metodología se encuentra en el orden del calculado por el ex- Instituto Nacional del Agua y del Ambiente en el año 1997. No obstante, cabe destacar que los 2.170.000 m<sup>3</sup> anuales calculado por el ex INA, corresponden a una sección de diseño del canal de 100 metros de solera a una profundidad de 9,75 metros al cero local (32 pies), con taludes 1:8, mientras que los 2.098.347 m<sup>3</sup> anuales calculados en el presente estudio corresponden a una sección de diseño de 100 metros de solera en una profundidad de 10,36 metros (34 pies) al cero del Riachuelo, con taludes de pendiente 1:8.

Debido a que la tasa de sedimentación aumenta a medida que la sección de diseño presenta una mayor profundidad, es de esperar que la tasa calculada en el presente estudio sea mayor que la estimada por el ex- INA, sin embargo, esta situación no sucede, por lo que se deduce que lo calculado por el ex- INA se encuentra sobreestimado.

Si bien el aporte de material producido por el efecto meteorológico "Sudestada", contribuye con aporte sedimentológico a los Canales Norte y Acceso a Puerto Buenos Aires, se pudo comprobar que el aporte de material producto de las contribuciones del Río Paraná y sus tributarios modifica significativamente los promedios anuales de sedimentación en los Canales en estudio.

Se puede observar una gran variación de las sedimentaciones anuales de cada año estudiado, las que varían desde 1.685.513 m<sup>3</sup> hasta 2.781.204 m<sup>3</sup>, es decir, una diferencia de 1.100.000 m<sup>3</sup> aproximadamente entre el año con menor y mayor sedimentación respectivamente.

En relación a la estacionalidad se puede observar un incremento en la sedimentación mensual durante los meses de Septiembre Octubre y Noviembre mientras que los meses Mayo, Junio y Julio son los de menor sedimentación mensual.

#### REFERENCIAS

- Ex-INA (1997) Informe LHA 01-157-97, Estudio del Impacto de Obras de Dragado y Relleno en el Puerto de Buenos Aires, Ezeiza, Argentina.