

## ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS EFECTOS DEL DRAGADO SOBRE ASPECTOS BIO-SEDIMENTOLOGICOS DE LAS PLANICIES DE MAREA

Natalia V. Pizani <sup>1,3</sup>, Diana G. Cuadrado <sup>1,2</sup> y Elisa R. Parodi <sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Argentino de Oceanografía. CONICET. CC804. 8000 Bahía Blanca

<sup>2</sup> Depto. Geología. UNS. San Juan 670. 8000. Bahía Blanca

<sup>3</sup> Depto. Biología, Bioquímica y Farmacia. UNS. San Juan 670. 8000. Bahía Blanca  
npizani@criba.edu.ar - cuadrado@criba.edu.ar - eparodi@criba.edu.ar

### RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio preliminar interdisciplinario donde se relacionan resultados biológicos y sedimentológicos para analizar el efecto del dragado a inyección de agua, un método recientemente implementado a nivel mundial. Los resultados de este estudio son pioneros en evaluar las consecuencias del dragado sobre las planicies de marea. Las conclusiones obtenidas permiten señalar que las tareas de dragado influyen en las comunidades microfitorbentónicas de las planicies de marea, afectando por consiguiente la estabilidad de los sedimentos que son factibles de ser transportados y depositados en el medio circundante. Los resultados y su posterior análisis a través de componentes principales indican que la alteración ambiental por el dragado hidráulico afecta sólo la zona vecina al sector dragado y parece no alcanzar una distancia perpendicular al canal dragado de 1000 m sobre las planicies de marea adyacentes.

**Palabras clave:** dragado a inyección de agua, microalgas, transporte de sedimentos, Puerto Rosales (estuario de Bahía Blanca)

### ABSTRACT

A preliminary interdisciplinary study was carried out relating biologic to sedimentologic results with the objective of analyze the water injection dredging effect, a method recently applied in the world. These results are pioneer in the evaluation of consequences of dredging over the tidal plains. The conclusions let to state that the dredge works affect the microphytobenthos communities lying at the tidal plains, and consequently, the stability of the sediments that might be transported and deposited in the surroundings. The results of a statistical method (Principal Component) pointed that the environmental effect produced by dredging only influence the adjacent zone, being negligible in the tidal flat at a distance of 1000 m perpendicular to the dredged channel.

**Keywords:** water injection dredging, microalgae, sediment transport, Rosales Port (Bahía Blanca estuary)

### INTRODUCCION

La mayoría de los puertos necesitan un dragado periódico para permitir el ingreso de grandes buques y por ello se implementan nuevas técnicas para optimizar las tareas y disminuir los costos operativos. Es así que

actualmente en algunos países de Europa (Newell *et al.*, 1998) y en Argentina, en el estuario de Bahía Blanca en particular, se utiliza el método de dragado por inyección de agua. Los sedimentos estuarinos intermareales están habitados por comunidades microalgales, siendo las diatomeas epipelíticas el mayor

grupo de estos microorganismos que habitan en la interfase agua-sedimento. Estas comunidades son importantes en la ecología de las planicies estuariales así como en la dinámica de los procesos sedimentarios. Uno de los efectos más importantes que ellas producen en relación con el sedimento es el aumento de la cohesividad en la capa superficial de las planicies de marea (Underwood y Smith, 1998; Paterson, 1989). En condiciones de marea baja, las diatomeas se desplazan hacia la superficie para poder realizar la fotosíntesis. En su desplazamiento, estas microalgas dejan un mucílago que produce la cohesión de las partículas de sedimento. Este hecho está directamente relacionado con la estabilidad de los sedimentos, ya que el aglutinamiento de los sedimentos aumenta el esfuerzo de corte ( $\tau_0$ ) necesario para erosionar el fondo, lo que significa que se necesita una mayor velocidad de corriente para que el sedimento comience a ser erosionado (Paterson, 1989).

El objetivo del presente trabajo es determinar los efectos que el dragado hidráulico causa en la dinámica de las comunidades microfitorbentónicas, así como en las características sedimentarias. Con los resultados de este estudio se intentará comprender el impacto que las actividades antrópicas ocasionan en las planicies de marea ya que, a pesar de la relativa poca frecuencia de los acontecimientos de dragado (1 a 2 veces por año), sus consecuencias para el medio ambiente aún no han sido evaluadas.

### METODOLOGIA

El dragado por inyección de agua en el canal de acceso a Puerto Rosales, estuario de Bahía Blanca, finalizó el 10 de septiembre de 2004. A partir del día 21 del mismo mes se tomaron muestras de sedimento superficial de las planicies adyacentes al canal dragado en tres estaciones en condiciones de bajamar (Fig. 1). Se realizaron dos tipos de muestreo. Por un lado se tomaron muestras por triplicado



Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo. La flecha blanca señala el canal de acceso al puerto.

para determinar la composición específica de las microalgas presentes y por otro lado se recolectaron muestras para determinar la distribución granulométrica del sedimento. Ello se realizó durante 4 meses consecutivos, repitiéndose el muestreo al año de dragado.

La fracción de diatomeas epipelíticas móviles se coleccionaron por medio del método de papel tissue (Eaton y Moss, 1966) y para la eliminación de materia orgánica de las muestras se siguió el procedimiento de Hasle y Fryxell (1970).

La identificación taxonómica fue realizada sobre frústulos limpios de acuerdo a Kramer y Lange Bertalot (1986, 1988, 1991a, b), mientras que la determinación de la abundancia relativa de las comunidades diatomológicas fue analizada en preparados permanentes según Licursi y Gómez (2003). Para la observación al microscopio electrónico de barrido, se prepararon las muestras siguiendo el protocolo propuesto por Parodi y Barriá de Cao (2003).

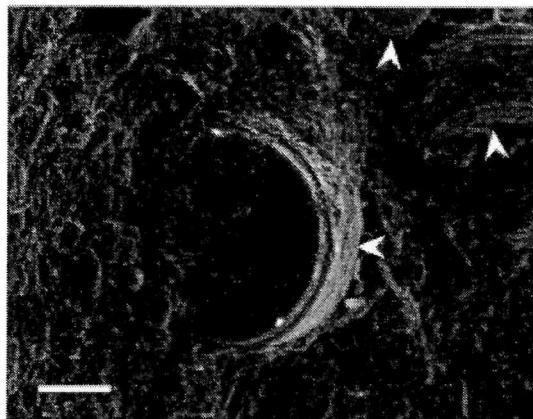
Para el análisis sedimentológico se determinó la granulometría según el método de Folk (1974), estableciendo el porcentaje relativo de arena, limo y arcilla.

A los datos biológicos y sedimentológicos se aplicó un análisis de componentes principales (ACP) utilizando como variables las especies de algas encontradas y el porcentaje de arena, limo y arcilla correspondiente a cada estación.

## RESULTADOS

Las diatomeas fueron el principal componente del microfítobentos de las planicies de marea en todas las estaciones. Además, se observaron individuos de la clase Euglenophyceae y colonias de cianobacterias pertenecientes al género *Oscillatoria*, pero siempre en muy baja densidad (< 1 %).

La comunidad diatomológica estuvo dominada fundamentalmente por especies



**Figura 2.** Valvas de diatomeas planctónicas presentes en el sedimento (puntas de flecha). Foto tomada con microscopio electrónico de barrido. Barra escala = 20  $\mu$ m.

birrafidiales cosmopolitas (81 %), por ejemplo *Navicula phyllepta*, *Nitzschia palea*; con la única excepción encontrada en la estación 1 donde, en septiembre de 2004; se reconoció un alto porcentaje de diatomeas centrales pertenecientes a la fracción de diatomeas planctónicas (39 %), como especies del género *Thalassiosira*. Bajo el microscopio electrónico de barrido se observó en dicha muestra la presencia de restos de frústulos de diatomeas vacíos y parcialmente cubiertos por el sedimento, como se observa en la Figura 2. Sin embargo, en los meses subsiguientes se produjo un aumento en la estación 1 de la abundancia relativa de las diatomeas bentónicas.

La distribución granulométrica de los sedimentos indicó diferencias entre las estaciones (Fig. 3). Los datos correspondientes a septiembre de 2005 se consideran típicos de cada estación, ya que se obtuvieron después de un año del dragado del canal de acceso a Puerto Rosales. La estación 1 se caracterizó por el bajo y constante contenido de arcillas durante el período de muestreo, mientras que la arena decreció y el limo aumentó. La estación 2 presentó altos contenido de arena,

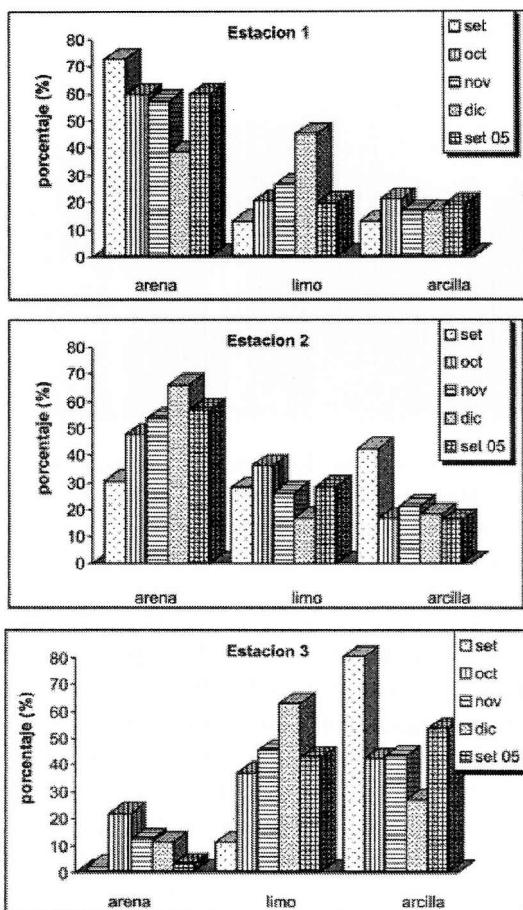


Figura 3. Distribución de la granulometría del sedimento.

mientras que la estación 3 exhibió altos contenidos de sedimentos finos (limo y arcilla).

Los resultados de los autovalores obtenidos con el ACP se muestran en la Tabla 1. Con las dos primeras componentes principales (CP) se explica casi el 30 % de la variabilidad de los datos. A partir de la tercera componente el porcentaje de variación aportado es menor al 10 %.

El gráfico de los resultados del ACP en un espacio físico resultó de gran utilidad para interpretar los resultados. Así, en la Figura 4a se observa que sobre el CP1 hay una clara separación de la estación 1 en el mes de

Tabla 1. Autovalores resultantes del Análisis de Componentes Principales.

Autovalores	1	2	3
valor	5,8667	4,0928	3,0871
% de variación	17,25	12,04	9,08
% acumulado	17,25	29,29	38,37

septiembre de 2004, muestreo realizado inmediatamente después del dragado, con respecto a todos los demás datos. La CP2 discrimina la estación 2 de la estación 3 mientras que en el gráfico de correlaciones de las variables para CP1 y CP2 (Fig. 4b) se observa que no existe correlación significativa ( $P > 0,05$ ) entre las variables biológicas y las sedimentológicas.

## DISCUSION

Uno de los efectos que produce el método de dragado a inyección de agua es el gran aumento del sedimento en suspensión en toda la columna de agua, desconociéndose hasta el presente la distancia límite que alcanza la dispersión del mismo en las planicies circundantes.

Luego de efectuadas las tareas de dragado, las muestras recogidas en la planicie adyacente al canal de acceso (estación 1) mostraron abundantes diatomeas planctónicas muertas (Fig. 2). Esto podría indicar que originariamente ese material alóctono formaba parte del sedimento biogénico acumulado en el fondo del canal y que luego fue resuspendido por las maniobras de dragado (E. Gómez, *com. pers.*). La baja proporción de diatomeas bentónicas pudo deberse a la depositación del sedimento en suspensión sobre las planicies estuarinas, hecho que naturalmente ocurre en condiciones donde la marea presenta baja velocidad de corriente (estoa). Esta acumulación inhibiría el movimiento migratorio vertical de las diatomeas epipelíticas (Aleem, 1950; Janssen et al., 1999) ya que esta capa aunque sea muy delgada, dificultaría la recepción del estímulo lumínico mínimo necesario para inducir este movimiento,

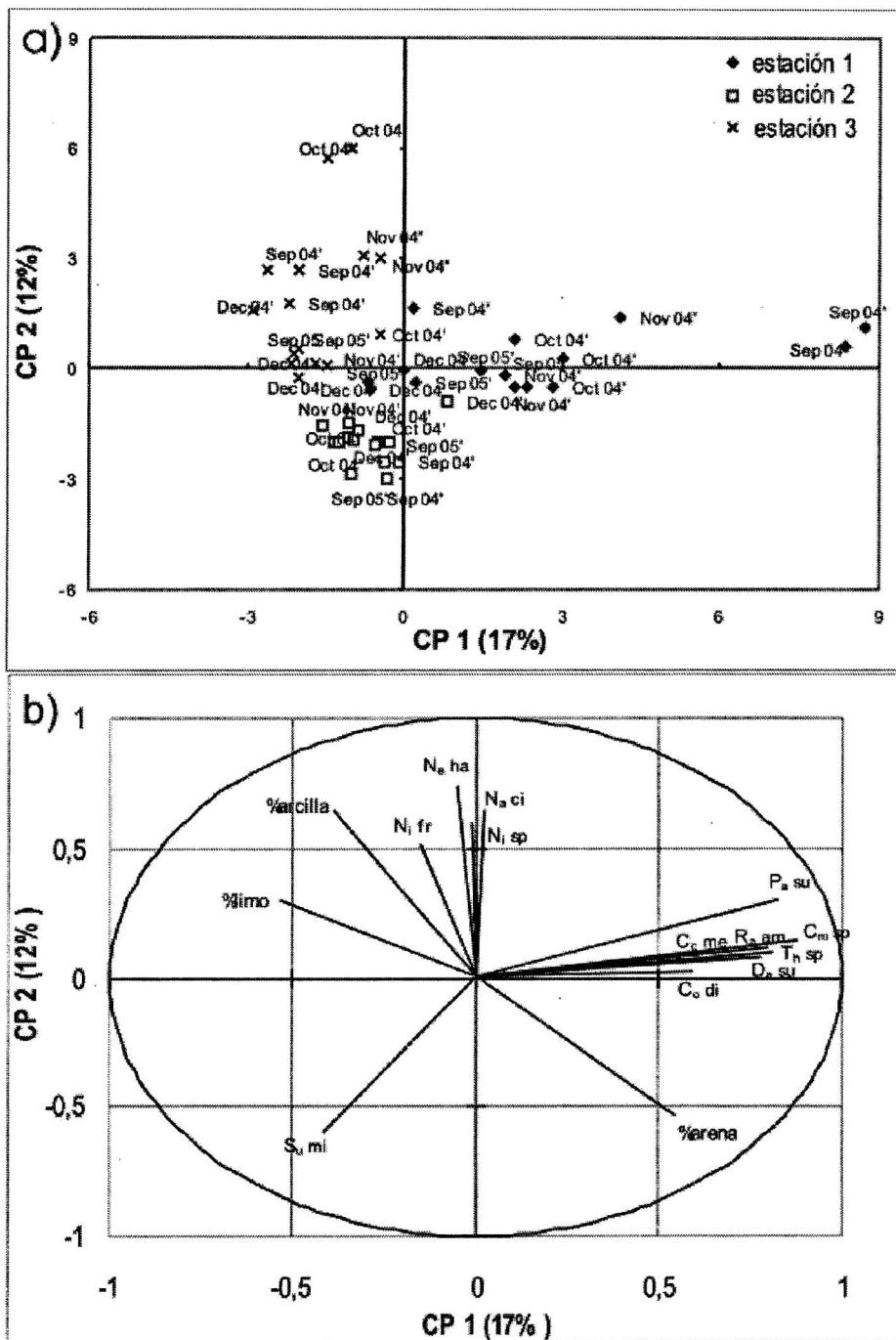


Figura 4. a) Gráfico de ACP de las estaciones de muestreo, b) Variables representadas en los dos primeros componentes principales. Designación de especies incluidas:  $C_c$  me= *Cyclotella meneghiniana*,  $C_m$  sp= *Cymatosira* sp.,  $C_o$  di= *Cocconeis disculus*,  $D_e$  su= *Delphineis surirella*,  $N_a$  ci= *Navicula cincta*,  $N_a$  ha= *Navicula halophila*,  $N_i$  fr= *Nitzschia frustulum*,  $N_i$  sp= *Nitzschia* sp.,  $P_a$  su= *Paralia sulcata*,  $R_a$  am= *Raphoneis amphicerus*,  $T_h$  sp= *Thalassiosira* spp.

quedando, en consecuencia, las diatomeas sepultadas. El incremento en la proporción de las diatomeas epipelíticas en los muestreos subsiguientes, indicaría el rápido reestablecimiento de la microflora en las planicies de marea.

Esta recolonización se debe a que las microalgas son constantemente redistribuidas por todo el litoral por acción de las corrientes de mareas (Riznyk y Phinney, 1972).

Por el contrario, en las restantes estaciones se observó durante todo el período de muestreo, la presencia de poblaciones de diatomeas bentónicas formadas principalmente por especies cosmopolitas de pequeña talla, habitantes típicas del sedimento fino de las planicies de marea.

La máxima variación en los datos de la estación 1, obtenidos inmediatamente después de las tareas de dragado, está relacionada directamente con el impacto que esa actividad antrópica produce en el lugar. Esto queda claramente demostrado por el Análisis de Componentes Principales donde la CP1 aleja los datos de la estación 1 del resto. Por el contrario, los resultados obtenidos indican que las estaciones 2 y 3 no estarían influenciadas por el dragado ya que no presentaron diferencias significativas durante todo el período de muestreo. Por lo tanto, se estima que el efecto ambiental por el dragado hidráulico afecta sólo la zona adyacente al dragado y parece no extenderse a una distancia superior a 1000 m perpendicular al canal.

### CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio son pioneros en evaluar las consecuencias del sistema de dragado por inyección de agua en el ambiente. La presente investigación permite establecer que este sistema de dragado produce un impacto sobre la actividad biológica de las planicies de marea, por lo cual la estabilidad de los sedimentos disminuiría, tornándolos

más susceptibles a la erosión por los factores físicos que intervienen en la dinámica del lugar. Ello tiene una implicancia económica importante ya que, el aumento de la cantidad de sedimento en suspensión se traduce directamente en un incremento de la velocidad de colmatación de los puertos y las vías navegables.

Debido a la gran importancia que las actividades socio-económicas tienen en el ambiente costero, resulta de fundamental importancia continuar con estudios interdisciplinarios conducentes a lograr un mayor conocimiento de la interrelación entre el sedimento y la microbiota a los fines de poder abordar un adecuado plan de manejo ambiental.

**Agradecimientos.** Las autores agradecen al Sr. Hugo Pellegrini, personal técnico del I.A.D.O., por su ayuda en las tareas de campo y la realización de las tareas de laboratorio. Este trabajo fue financiado por los proyectos PGI 24/ZH13 y PGI 24/B107 de la Universidad Nacional del Sur, PIP N° 2611 del CONICET y PICT'03 N°07-14652 de la ANPCyT.

### REFERENCIAS

- Aleem A. A., 1950. Distribution and ecology of British marine littoral diatoms. *Journal of Ecology* 38: 75-106
- Eaton, J. W., y B. Moss, 1966. The estimation of numbers and pigment content in epipelagic algal populations. *Limnology and Oceanography*, 11: 584-595.
- Folk, R. L., 1974. *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Pub Co., Austin, Texas, pp 182.
- Hasle, G.R. y G.A. Fryxell, 1970. Diatoms: cleaning and mounting for light and electron microscopy. *Transactions of the American Microscopic Society* 89: 469-474.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot, 1986. *Bacillariophyceae*. 1. Teil: Naviculaceae. En: *Süßwasser flora von Mitteleuropa*, Band 2/1.

*Estudio preliminar de los efectos del dragado...*

- Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds). Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, New York. 876 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot, 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. En: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (Eds). VEB Gustav Fischer Verlag: Jena. 596 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot, 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. En: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (Eds). Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena. 576 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot, 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. En: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (Eds). Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena. 437 pp.
- Newell, R.C., L.J. Seiderer, y D.R. Hitchcock, 1998. The impact of dredging works in coastal waters: A review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 1998, 36, 127-178.
- Parodi, E.R. y S. Barría de Cao, 2003 Benthic microalgal communities in the inner part of the Bahía Blanca estuary (Argentina): a preliminary qualitative study. *Ocean. Acta* 25: 279-284
- Paterson, D. M., 1989. Short-term changes in the erodibility of intertidal cohesive sediments related to the migratory behavior of epipellic diatoms. *Limnol. Oceanogr.* 34: 223-234.
- Janssen, M., M. Hust, E. Rhiel, y W. E. Krumbein, 1999. Vertical migration behaviour of diatom assemblages of Wadden Sea sediments (Dangast/Germany): A study using Cryo-scanning electron microscopy. *International Microbiology* 2: 103-110.
- Licursi, M. y N. Gómez, 2003. Aplicación de índices bióticos en la evaluación de la calidad del agua en sistemas lóticos de la llanura pampeana a partir del empleo de diatomeas. *Biología Acuática. Inst. Limn. Raúl Ringuelet* 21:13-29.
- Riznik, R. Z. y H. K. Phinney, 1972. The distribution of intertidal phytoplankton in an Oregon estuary. *Marine Biology* 13:318-324.
- Underwood G. J. C. y D. J. Smith, 1998. In situ Measurements of Exopolymer Production by Intertidal Epipellic Diatom-Dominated Biofilms in the Humber Estuary. En: *Sedimentary Processes in the Intertidal Zone*. Black, K.S., Paterson, D.M. & Cramp, A. (Eds). Geological Society, London, Special Publications, 139 pp. 125-134.