

# SIMULACIÓN DE TRAYECTORIAS DE MICROPLÁSTICOS EN EL RÍO DE LA PLATA

Elisei A <sup>(1)</sup>, Moreira D <sup>(2)</sup>

[aelisei@inti.gob.ar](mailto:aelisei@inti.gob.ar)

<sup>(1)</sup> Dpto. de Diseño de Materiales-SOlyS-GODTel-INTI

<sup>(2)</sup> Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. CONICET. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA). CNRS – IRD – CONICET – UBA. Instituto Franco-argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (IRL 3351 IFAECI). Buenos Aires, Argentina

Palabras Clave: microplásticos, simulación numérica, TrackMPD

## **INTRODUCCIÓN**

Los Microplásticos (MPs) son un grupo de materiales sintéticos que están hechos de polímeros derivados del petróleo o de base biológica. Son partículas sólidas, de tamaño inferior a 5 mm, que no son solubles en agua y cuya degradabilidad es baja. Naciones Unidas identifica la contaminación por MPs como un serio problema a resolver debido a su capacidad para absorber contaminantes orgánicos y la posibilidad de bioacumulación en alimentos y tejidos [1]. Los ecosistemas marinos actúan como sumideros de MPs, siendo los ríos una de sus principales vías de ingreso. El Río de la Plata (RdP) integra la Cuenca del Plata. Sobre su rívera se ubican grandes centros urbanos y las ciudades capitales de Argentina y Uruguay, casi 15 millones de personas asentadas sobre la costa argentina obtienen del RdP su principal suministro de agua. La mayor parte del conocimiento sobre la distribución de plástico en ambientes marítimos proviene de la aplicación de modelos numéricos, utilizados para comprender por qué, dónde, y cómo, los MPs ingresan a los sistemas acuáticos. El *Track Marine Plastic Debris* (TrackMPD) es un modelo de simulación de trayectoria de partículas 3D Lagrangiano. Este modelo fue desarrollado considerando las características particulares de estos materiales y permite la incorporación de modelos hidrodinámicos que permitan representar los vectores de corriente del área de estudio [2]. Los vectores de corriente se generan a partir de la integración de cuatro forzantes, descarga, viento, marea y olas.

## **OBJETIVOS**

Buscar representar a través de la variación de la descarga tres escenarios de simulación que permitan establecer un principio de comprensión de cómo se transportan los MPs en el RdP.

## **DESARROLLO**

Una de las simulaciones cuenta con un valor medio de descarga de  $26.567 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , siendo éste el valor informado por bibliografía [3]. Las otras dos simulaciones representan el doble de descarga ( $51.134 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ) y la mitad del valor ( $13.283 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ). Para estas simulaciones los tres caudales se mantienen constantes durante periodo de 29 días de simulación, por ser el tiempo del lavado del RdP. Las condiciones hidrodinámicas se obtuvieron mediante el uso del modelo para aplicaciones a escala regional MARS (por sus siglas en ingles), donde además de la descarga continental, se incorporaron los patrones de viento registrados para el periodo de 29 días, la marea y las olas, junto a la batimetría del estuario. El dominio del modelo MARS abarca la región comprendida entre los  $32,9^\circ\text{S}$  y los  $38,139^\circ\text{S}$ , y los  $60,67^\circ\text{W}$  y los  $50,62^\circ\text{W}$ , con una grilla regular de aproximadamente 3 km de resolución ( $0,027^\circ$  tanto para la latitud como para la longitud). El TrackMPD se configuró para trabajar con macro y microplásticos, con densidades menores a  $1 \text{ gcm}^{-3}$ , que no formen biofilm. Tampoco se consideró que pudiesen tener degradación durante el periodo analizado. Se trabajó simulando MPs de polipropileno ( $0.84 \text{ gcm}^{-3}$ ). Se ubicaron cada uno en lugares de relevancia para el estuario, como ser la salida de los ríos tributarios **1.** Paraná Guazú y Paraná de las Palmas ( $58.3^\circ \text{ W}$ ,  $34.3^\circ \text{ S}$ ), ciudades foco de contaminación **2.** CABA ( $58.3^\circ \text{ W}$ ,  $34.5^\circ \text{ S}$ ), la **3.** Plata ( $58.1^\circ \text{ W}$ ,  $34.68^\circ \text{ S}$ ), **4.** Colonia de Sacramento ( $57.88^\circ \text{ W}$ ,  $34.52^\circ \text{ S}$ ), y sobre la Barra del Indio por ser el frente de salinidad del estuario **5.** Barra del Indio Norte  $56.6^\circ \text{ W}$ ,  $34.9^\circ \text{ S}$ , **6.** Barral del Indio media  $56.8^\circ \text{ W}$ ,  $35.1^\circ \text{ S}$ , **7.** Barra del Indio Sur  $57.0^\circ \text{ W}$ ,  $35.0^\circ \text{ S}$ .

**RESULTADOS**

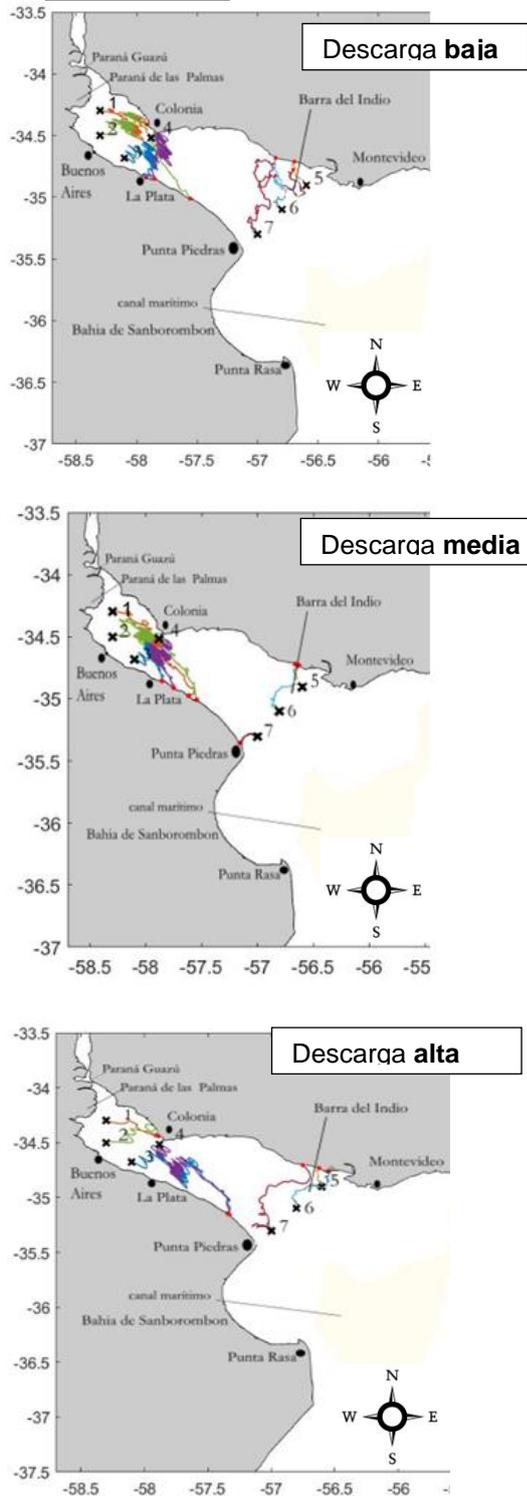


Figura 1: Trayectorias de MPs modelados durante 29 días para la simulación, con marea, viento y ola como forzantes. Las descargas corresponden a baja 13.283 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, media 26.567 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> y alta 51.134 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>. Los números responden a las referencias indicadas en el texto. Las trayectorias inician donde se ubican las cruces, las líneas corresponden a los movimientos de trayectoria. Los puntos rojos indican los sitios donde concluyen las trayectorias.

**DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

En la simulación con descarga de bajo caudal se distingue como los MPs 1 a 4 responden a movimientos condicionados por los vientos y la mareas, resultando en trayectorias donde puede apreciarse movimientos con flujo y reflujo (Figura 1). Con descarga alta las trayectorias de estos MPs presentaron movimientos directos hacia el exterior del estuario, producto de un incremento en corriente de descarga. Sin embargo, se mantuvo cierta influencia de la marea, el viento y las olas provocando movimientos de flujo y reflujo y dirección NE. Los MPs ubicados sobre la Barra del Indio (MPs 5 a 7) en las tres situaciones tuvieron movimientos influenciados por los vientos correspondientes al periodo de simulación y no tanto por la condición de descarga, presentando un comportamiento más acorde a la circulación estuarina. Esto se debe a que el caudal de agua alimentado por los ríos tributarios se encuentra fuertemente influenciado por la geometría y la batimetría del estuario. Río arriba, el RdP es más angosto y de menor profundidad. Al pasar la línea transversal entre La Plata y Colonia se ensancha, por fenómenos de Bernoulli la velocidad de corriente en esta zona es menor. A su vez, al hallarse sobre el frente de salinidad (Barra del Indio), estos MPs las corrientes mixtohalinas produjeron una mayor retención en esta zona. Cabe destacar que los comportamientos de los MPs 1 a 4 son consecuentes con lo ya reportado en bibliografía. Río arriba, el estuario el agua es de característica barotrópicas (misma densidad de agua en toda la columna), por ello la descarga es un forzante de mayor influencia en esta región y por ende los MPs se ven mayormente afectados por ella. En cambio, los MPs sobre la Barra del Indio se ubican en una zona de característica principalmente baroclínica (estratificación de la densidad de agua), lo cual genera una región retensiva donde las partículas suelen acumularse. Este resultado también fue descrito por otros estudios. Puede concluirse finalmente que las simulaciones del TrackMPD fueron congruentes con la hidrodinámica del estuario y por ello un buen inicio para emplear este tipo de modelo en la región.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[1] Wu, C., Zhang, K., & Xiong, X. Microplastic Pollution in Inland Waters Focusing on Asia. 2018. 85–99.  
 [2] Jalón-Rojas, I., Wang, X. H., & Fredj, E. A 3D numerical model to Track Marine Plastic Debris (TrackMPD): Marine Pollution Bulletin, 141, 2019. 256–272.  
 [3] Jaime, P. R., & Menéndez, Á. N. Modelo Hidrodinámico “Río de la Plata 2000.” 163.1999.