

Metodología para evaluar la recuperación de fondos estuarinos contaminados por metales pesados: análisis cronológico y perspectivas de futuro

Bárcena, Javier F.^a; García-Alba, Javier^a; Pérez, María Luisa^a; y García, Andrés.^a

^a Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria - Avda. Isabel Torres, 15, Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, 39011, Santander, España e-mail: barcenajf@unican.es

1. Introducción

Durante el siglo pasado, se han descargado intensamente metales pesados (MP) en estuarios debido al desarrollo industrial y urbano (efluentes industriales y domésticos, escorrentía de aguas pluviales urbanas, explotación minera y/o actividades de navegación). Además, la naturaleza anaeróbica y reductora de los sedimentos estuarinos favorece la retención de MP. Debido a esta capacidad de captura, el estudio de los perfiles de sedimentos fechados (testigos) en estuarios industrializados refleja la historia geoquímica de una región, incluyendo cualquier tipo de impacto antropogénico.

Uno de estos estuarios, donde las actividades antropogénicas han contaminado por MP los sedimentos, es el Estuario de Suances (ES). A pocos kilómetros aguas arriba del estuario drena el depósito de Reocín (véase mina en la Fig. 1.), uno de los yacimientos de Zn–Pb más grandes de Europa. Desde 1856 hasta 2003 los depósitos minerales fueron explotados continuamente por lo que se instalaron tres fábricas (IA1 a IA3) junto al estuario (Fig. 1.). Actualmente se permite a estas industrias descargar aguas residuales con bajos niveles de Cd, Pb, Cu, Zn y/o Hg.

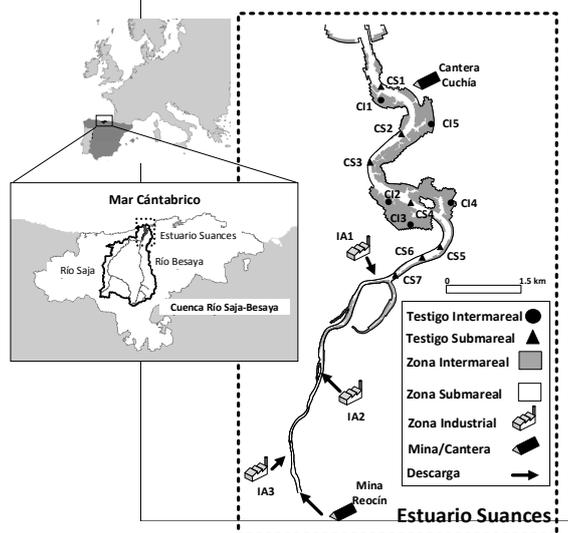


Fig. 1. Mapa de la Cuenca del Río Saja-Besaya y del Estuario de Suances, indicando las localizaciones de la zona submareal (color blanco) e intermareal (color gris); las tres descargas industriales (IA1-IA3); las dos actividades mineras (mina de Reocín y cantera de Cuchía); y las siete estaciones submareales (CS1-CS7; triángulos negros) y las cinco intermareales (CI1-CI5; círculos negros).

Los objetivos de este trabajo son: a) desarrollar una metodología para evaluar la evolución histórica de la contaminación por MP y predecir el tiempo de recuperación en los sedimentos del estuario, después del fin o la reducción de los impactos de las fuentes antropogénicas, y b) aplicar la metodología al ES.

2. Material y métodos

Se recogieron 12 testigos de PVC (50 cm de largo y 4,5 cm de diámetro) de 7 áreas estuarinas submareales (CS1 a CS7) y 5 intermareales (CI1 a CI5) en abril de 2015 (Fig. 1.). Las muestras de los testigos se extrajeron a 1, 2, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20 y 30 cm desde la superficie del testigo, determinándose el porcentaje de material fino, el contenido de materia orgánica y las concentraciones de Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Hg y Pb.

El método propuesto se basa en tres pasos (Fig. 2.): 1) los datos de los resultados analíticos se someten a análisis agrupados jerárquicos para identificar grupos de sustancias con comportamiento químico similar y/o ubicaciones que presentan una evolución similar de la contaminación por MP; 2) se calcula el índice de geoacumulación (I_{geo}) para determinar la contaminación del metal en los sedimentos al comparar las concentraciones actuales con los niveles preindustriales; y 3)

el pronóstico de recuperación de los sedimentos estuarinos se realiza utilizando el índice de geoacumulación global ($\overline{I_{geo}}$), las tasas de acumulación de sedimento y regresiones polinómicas agrupadas por ubicaciones.

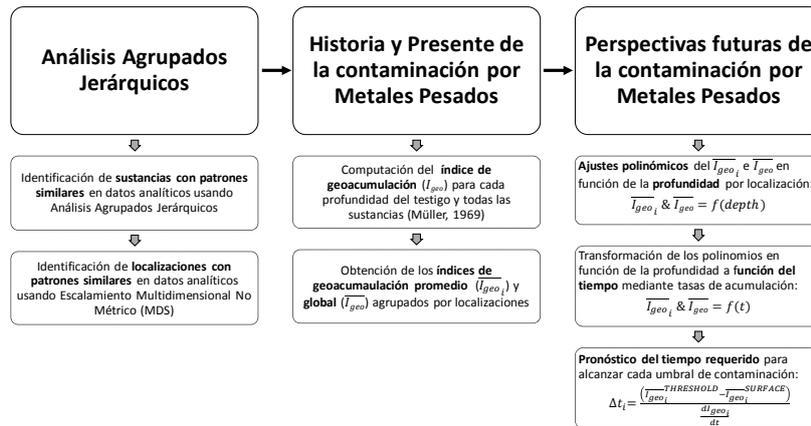


Fig. 2. Vista esquemática del método para estimar la recuperación espacial y temporal de la contaminación por metales pesados en sedimentos estuarinos.

3. Resultados

La Fig. 3. muestra los valores obtenidos de $\overline{I_{geo}}$ en el ES, indicando una imagen global de la contaminación de MP en los sedimentos. Las actividades mineras e industriales, así como el cese de la minería y la reducción de las cargas industriales, han dejado su marca distintiva en los testigos. La evolución de la contaminación por MP desde 1997-1998 hasta 2015 indica que cuanto más profundos son los sedimentos, más contaminados se encuentran. Además, se percibe una recuperación de la contaminación por MP en las capas superiores debido a procesos de depuración por el cierre en 2003 y el final de las descargas de lavado en 2008 desde la mina Reocón y, en menor medida, la reducción de las concentraciones de metales descargadas por las tres fábricas en 2006 debido a las autorizaciones ambientales integradas. En términos de recuperación global, los sedimentos intermareales y submareales del ES requerirán 43.13 ± 2.80 y 8.59 ± 0.56 años para no estar contaminados, respectivamente.

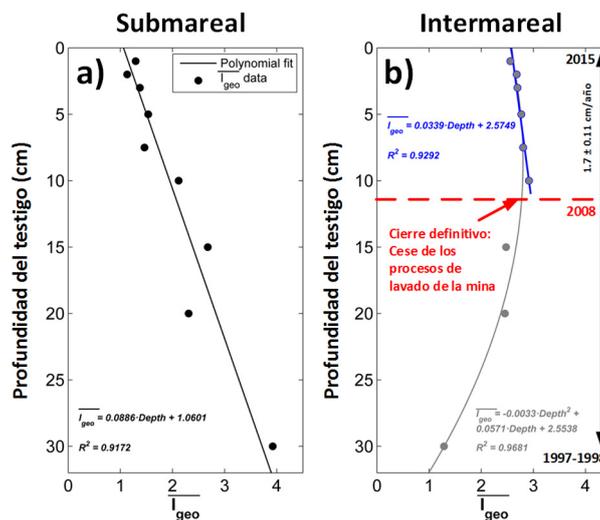


Fig. 3. Índice de geoacumulación global (puntos) y ajustes polinomiales (líneas continuas) en función de la profundidad de los testigos: a) Zonas submareales (color negro); b) Zonas intermareales (color gris y azul).

4. Conclusiones

El método cuantifica el grado de contaminación por MP en sedimentos, propone un índice para cuantificar la contaminación por MP a escala del estuario, explica la influencia de las actividades antropogénicas sobre la contaminación por MP y predice el tiempo requerido para alcanzar cualquier umbral de contaminación. Finalmente, la aplicación al ES demuestra la capacidad del método para evaluar la contaminación pasada, presente y futura.