

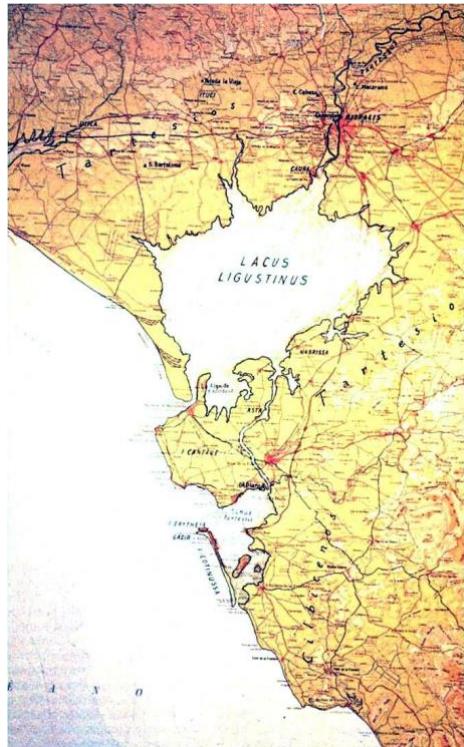
## Vertidos mineros al Guadalquivir: Situación del estuario a 2025

Técnicos de Tecnología ambiental 2025.

Julián Lebrato Martínez, grupo Tar Universidad de Sevilla

Para comprender el estuario del Guadalquivir en toda su complejidad es necesario recuperar su historia y evolución en el tiempo de manera que pueda interpretarse de forma adecuada su comportamiento y sus respuestas a las grandes perturbaciones a las que se haya expuesto en la actualidad.

Desde los tiempos más antiguos conocidos el Lago Ligustino, situado en la desembocadura del actual río Guadalquivir ha dado soporte a un rango importante de civilizaciones, si no es que ha sido su propia cuna según modernos investigadores (Martínez Blanco, M; 2025), seguramente debido a su extremada riqueza en recursos naturales y biodiversidad.



En sus orígenes, el Lago Ligustino era una gran laguna salobre conectada con el mar, formando una bahía interior. Su extensión era mucho mayor que la actual zona de marismas. A continuación, se muestra la situación del Lago Ligur y golfo Tartésico en la época del Plioceno y anteriores (Figura 2).

## LA ATLÁNTIDA, EL IMPERIO CALCOLÍTICO

[Martínez Blanco, Michael](#)

**Fecha de publicación:** febrero 2025

**EAN:** 9788410526556

**Páginas:** 176

**Materia:** [Arqueología](#), [Arqueología](#)

**Editor:** [Almuzara](#)

Sus aproximadamente noventa kilómetros actuales desde la presa de Alcalá del río hasta la desembocadura del Guadalquivir en Sanlúcar de Barrameda, pasando por las marismas de Doñana, espacio protegido de importancia mundial, se han convertido en un entorno muy modificado por la influencia humana que ha querido, y lo sigue queriendo, convertirlo en una Eurovía de navegación, olvidando sus capacidades y necesidades como masa acuática viva.

Con ese fin se han modificado en los últimos trescientos años su recorrido eliminando muchos de los meandros naturales que lo caracterizaban para hacer más fácil la navegación a su través, generando efectos no previstos en su momento que han propiciado, entre otros, problemas acelerados de sedimentación en su cauce, que no siendo nuevos en el estuario se han acentuado de una manera tangible por esta causa, lo que ha dado lugar a profundos cambios geológicos en el río y no acaban aquí las intenciones de seguir modificando su cauce con efectos muy predecibles y preocupantes para la vida de su entorno.,

En todo caso no debe olvidarse que el estuario a lo largo de milenios pasó de ser una gran laguna navegable en la antigüedad, el lago Ligustino, a una zona de marismas actualmente.

**La histórica sedimentación que sufre el estuario del Guadalquivir desde los principios de los tiempos es un efecto fundamental en el mismo a tener en cuenta en el estudio para comprender su comportamiento y poder evitar cegar su cauce aún más todavía.**

Dentro de la marisma que se ha formado en el estuario está **Doñana**

### **Estudio de sedimentos en el estuario:**

De acuerdo con diferentes artículos y el estudio sobre el dragado del Guadalquivir, financiado por el Puerto de Sevilla bajo la dirección de José Carlos García Gómez y su grupo de la Universidad de Sevilla en la I Jornada de Comunicación científica sobre el estuario del Guadalquivir, 2018, y posteriores, se han determinado los diferentes orígenes de las partículas sedimentables en

el estuario en un estudio con tierras raras y patrones de diferentes zonas de este para identificar su procedencia:

Tipo 1.- Sedimentos de procedencia marina que suben a través de la desembocadura en cada marea.

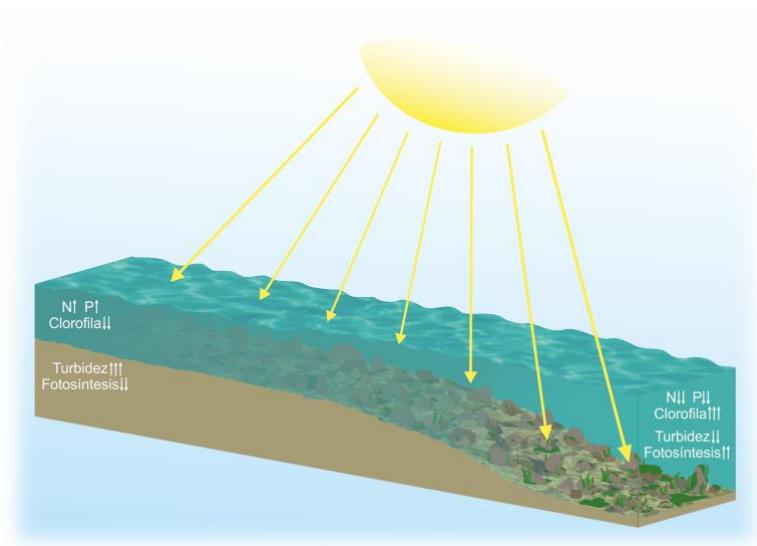
Tipo 2. Sedimentos limo – fangosos procedentes de la zona inferior de los taludes erosivos de las orillas del río.

Tipo 3: Sedimentos cercanos a la presa de Alcalá del Río, procedentes de sus diferentes rutinas de vaciado.

Tipo 4.- Sedimentos zona alta de los márgenes erosivos superiores a la presa de Alcalá del río, que acaban depositándose posteriormente en la misma presa de Alcalá del río.

En resumen, se ve que existe una buena aportación de los taludes y márgenes erosivos que vienen mayoritariamente del oleaje de los barcos que impacta en los mismos. Por otro lado, queda claro que la presa de Alcalá del Río tiene aportes importantes al total de sedimentos existentes en el Guadalquivir y por último se visualiza la influencia de las mareas que introducen sedimentos en el estuario.

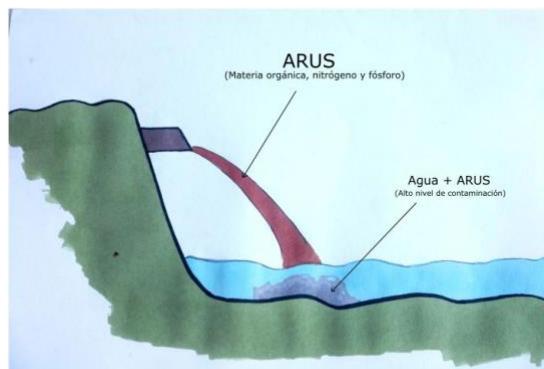
Tercera conclusión: El río Guadalquivir es el más turbio de Europa y el segundo del mundo, tras el Ganges en la India. Esta turbidez excesiva no permite en el estuario el crecimiento razonable del fitoplancton, ni de la vida misma, hasta casi la desembocadura en el océano Atlántico, donde el cauce se hace más ancho y profundo y se produce todo la biomasa verde correspondiente a los nutrientes que lleva masa acuática.



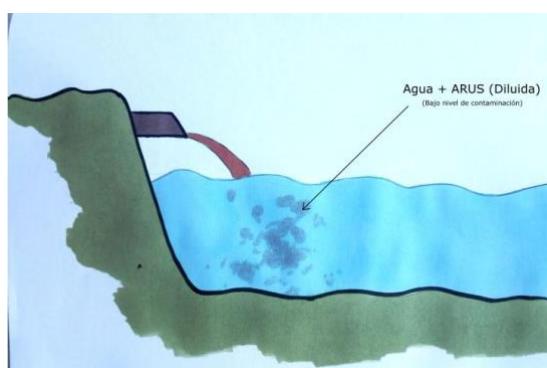
*Ilustración 1. Efecto de la turbidez en el estuario del Guadalquivir, cuando va bajando a la desembocadura aumenta mucho el caudal de agua que acarrea el río y por ello la luz empieza a ir entrando y genera la aparición de una buena cantidad de fitoplancton, que por la fotosíntesis aporta mucho oxígeno y, por tanto, mucha vida. Dibujo, producción propia grupo Tar.*

## Evolución del efecto de los vertidos de aguas contaminadas en un punto en función de las mareas.

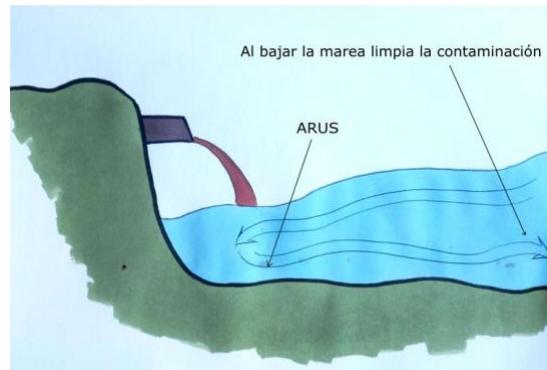
La dinámica de las mareas en la marisma y su entorno cercano puede verse en los gráficos siguientes, donde se ve que en marea baja los vertidos se acumulan sobre el fondo, van subiendo con la marea y son evacuados hasta la marisma y el océano con fuerza en cada bajada. Por ello dos veces al día hay una remoción de contaminantes tanto por dilución en marea llenante, como de limpieza en marea vaciante que los va trasladando a la desembocadura del Guadalquivir donde pueden ser aprovechados por los peces en su alevinaje, tiempo de cría y engorde de alevines de las distintas especies.



*Ilustración 2. Vertido en marea baja, contaminación sobre el terreno, grupo Tar.*



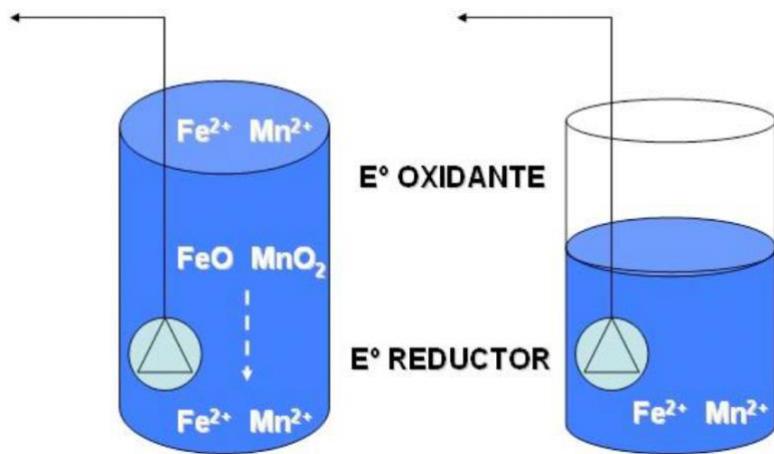
*Ilustración 3. Vertido en marea llenante, contaminación diluyéndose. grupo Tar.*

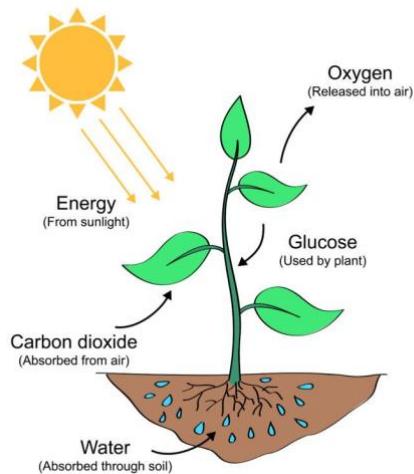


## Fundamentos químicos del comportamiento de los metales en el estuario del Guadalquivir

**Metales precipitan al subir pH**

**Menos Fe y Mn que necesitan subir potencial de oxidacion!!!**





### Fotosíntesis sube pH y potencial de oxidacion

El aporte de agua salada está asociado fundamentalmente a la dinámica mareal, que se sucede con varias escalas temporales. La marea del estuario es esencialmente semidiurna, es decir, con un periodo de, aproximadamente, doce horas y media. La amplitud de la marea varía en ciclos de mareas vivas y muertas de, aproximadamente, catorce días y medio. Dos veces al año, coincidiendo con los equinoccios, se producen las mayores mareas vivas y muertas.

La influencia de la marea de agua salada en el río Guadalquivir puede llegar hasta aproximadamente 80 km río arriba, alcanzando en condiciones normales, el barrio de Tablada en Sevilla. Sin embargo, la intrusión del agua salada varía según factores como el caudal del río, las mareas y las condiciones climáticas. En épocas de bajo caudal o mareas vivas, la masa de agua salina puede avanzar aún más, mientras que, en periodos de fuertes lluvias o mayores descargas desde las presas, esta puede retroceder.

El Estuario del Guadalquivir es un sistema bien mezclado con un gradiente longitudinal de salinidad. La influencia de las mareas se extiende hasta la presa de Alcalá del Río. En la parte interna del estuario, la anchura disminuye de manera uniforme desde la desembocadura hasta la presa de Alcalá. Sin embargo, la profundidad media se mantiene relativamente estable debido a las tareas de mantenimiento, tal y como se mencionó anteriormente, la falta de pendiente del río dificulta la expulsión de los sedimentos al mar. No obstante, en ciertas zonas, especialmente en los tramos con curvas, la profundidad puede variar considerablemente.

- **Aumento de la solubilidad de metales:** Una mayor salinidad puede incrementar la solubilidad de ciertos metales al reemplazar metales pesados en los puntos de intercambio catiónico.
- **Formación de complejos de metales:** En agua salada, los aniones cloruro y sulfato pueden formar complejos estables con los metales, lo que incrementa su movilidad.

### **Situación de los metales en el estuario del Guadalquivir**

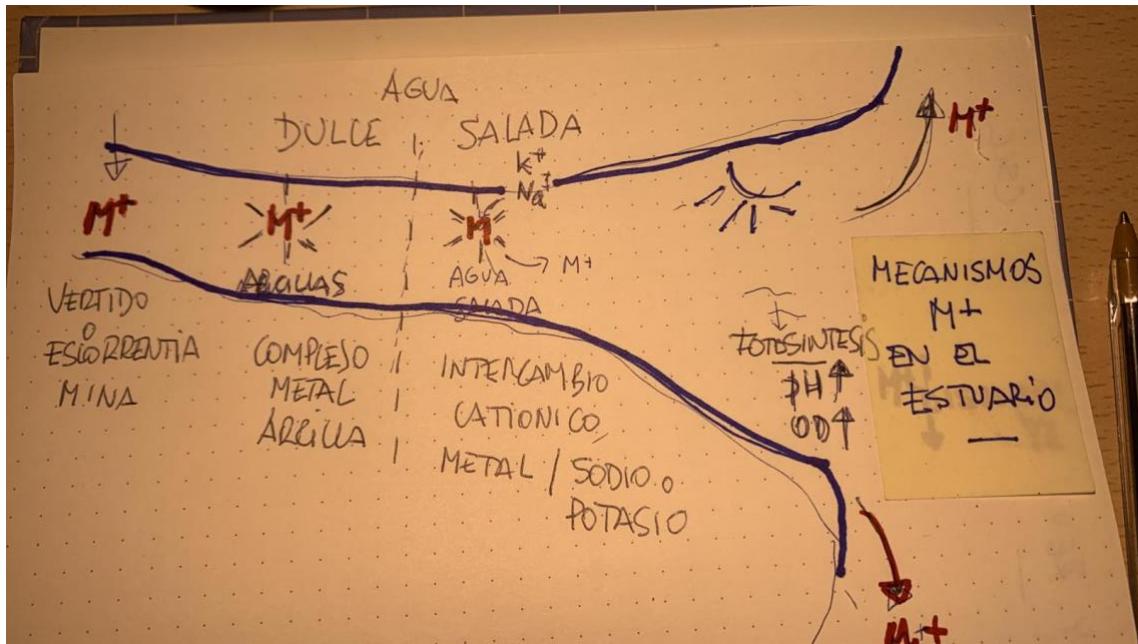
En un entorno como el estudiado con la Mina Cobre las Cruces y la de Aznalcollar, que está en vías de reapertura en estos momentos con vertidos I que pueden afectar dramáticamente al estuario, **necesita especial protección ante unos metales que, increíblemente, no se controlan actualmente con en la legislación aplicable**, que olvida la determinación de los metales en sedimentos, que es la única forma en la que permanecen cautivos en el estuario a pesar de las mareas.

Este “olvido” ha sido un salvavidas importante utilizado por las minería para conseguir permisos ambientales para los vertidos sin un control basado en los procesos naturales que ocurren en la masa acuática.

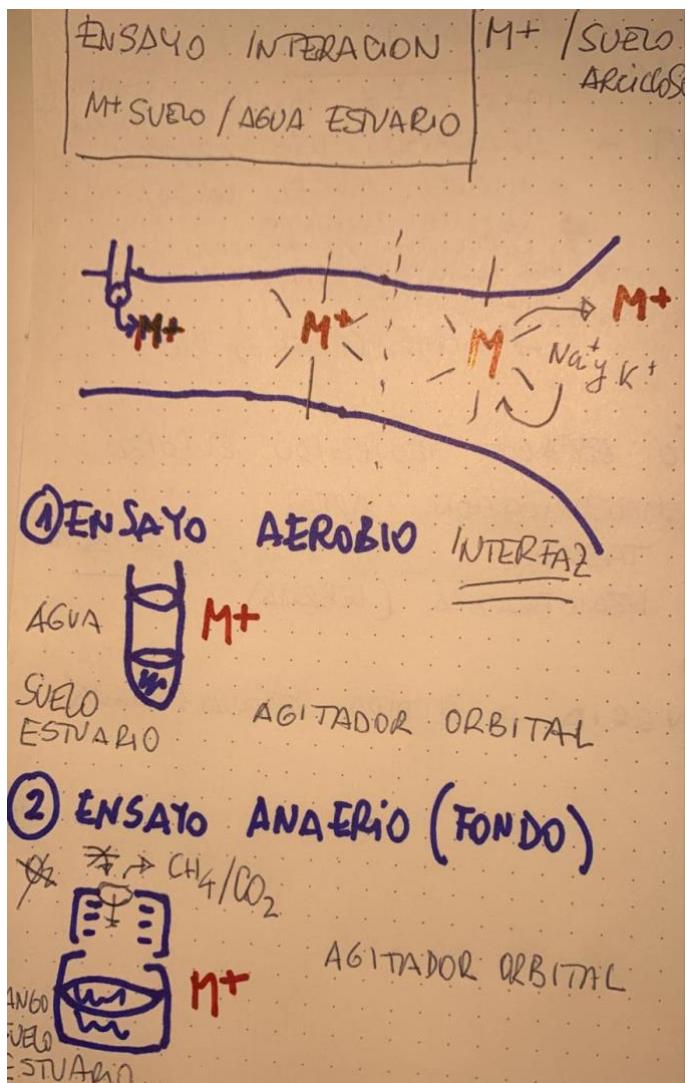
Debe considerarse que el estuario del Guadalquivir contiene una gran cantidad de arcillas en su fondo que capturan metales en su estructura como catión de cambio en tramos, o momentos, de agua dulce e intercambiarlos con iones de sodio o potasio,  $\text{Na}^+$  o  $\text{K}^+$ , liberando el metal en disolución en tramos, o momentos, de agua salada. Estos mecanismos permiten entrar los metales en el agua en marea alta, cuando no son evacuados al océano y tienen tiempo para entrar en las raíces de las plantas acuáticas, lo que los hará biodisponibles, para vegetales y animales y posteriormente para la especie humana.

### **Anexo 5 LOS METALES EN EL ESTUARIO DEL GUADALQUIVIR**

Debe considerarse además que el estuario del Guadalquivir con una gran cantidad de arcillas en su fondo que pueden capturar metales en su estructura como catión de cambio en tramos, o momentos, de agua dulce e intercambiarlos con iones de sodio o potasio,  $\text{Na}^+$  o  $\text{K}^+$ , liberando el metal en disolución en tramos, o momentos, de agua salada, tiene mecanismos que permiten entrar los metales en el agua y en las raíces de las plantas acuáticas que beberán y comerán los animales que posteriormente entraran en la alimentación humana.



Por ello, para no opinar, se propone ensayar el comportamiento de los metales en el estuario reproduciendo las condiciones de marea alta y baja (agua dulce y salada) con agua, suelo y fangos del estuario de manera que puedan interactuar y así verificar las diferentes fracciones de metal, disuelto, en sólidos *en suspensión* y totales que aparezcan en el tiempo.



Ensayo aerobio o de superficie:

Ensayo de metales en diferentes formas



Posteriormente se deberá ensayar la entrada de estos metales en organismos vivos bioindicadores en columnas suelo / agua de diferentes puntos del estuario, de acuerdo a los protocolos de los siguientes investigadores:

la almeja *S. plana* y el *H. diversicolor*, Hediste diversicolor (también conocido como gusano norte o gusano de trapo) es un poliqueto marino que habita en el lodo y la arena de estuarios,  
*aaalmeja Scrobicularia plana*

Marine Pollution Bulletin  
Volume 86, Issues 1–2, 15 September 2014, Pages 349-360

Trace element contamination in the Guadalquivir River Estuary ten years after

the Aznalcóllar mine spill

Author links open overlay panelVictoria Tornero a b, Alberto M. Arias a, Julián Blasco a  
Show more

Add to Mendeley

Share

Cite

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X1400424X>

Las condiciones anaerobias de zona profunda se pueden ensayar de la siguiente forma en micro reactores de doscientos cincuenta con mezcla de sedimentos y agua de fondo en diversos puntos del estuario, con adiciones medidas de pequeñas cantidades de metales disueltos y análisis a lo largo del tiempo de las distintas formas de los mismos y el seguimiento de las variables de contorno y su evolución en el tiempo.



Estos ensayos y otros similares sobre el propio estuario darán información veraz y contrastable del comportamiento de los metales en sus diversas formas en el estuario, limitando opiniones al generar datos. Pero hasta tener estos datos **debe prevalecer el principio de prevención que ordena la Unión Europea** antes de dar la conformidad ambiental al nuevo proyecto minero y para revisar los que ya se han concedido, de acuerdo a las normas existentes.