



1. ZONA DE DRAGADO

1.1. Caracterización de los materiales sedimentarios.

Sobre las muestras se lleva a cabo, en una primera etapa, la caracterización preliminar. Los parámetros a analizar son los siguientes:

- Granulometría
- Concentración de sólidos
- Carbono orgánico total
- Test previo de toxicidad (TPT): Microtox ®

Además, en todas las muestras se realizaron los siguientes análisis:

- Nitrógeno total
- Fósforo total

y en las muestras superficiales los parámetros microbiológicos siguientes:

- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Streptococos fecales

En función de los resultados obtenidos se llevará a cabo la caracterización química, en caso de que no se cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- El porcentaje de finos sea inferior al 10%
- El COT sea inferior al 2% y además
- El CE50 (TPT) sea superior a 2.000 mg/l

Los parámetros a analizar para la caracterización química son los siguientes:

- Metales Pesados:
 - Mercurio - Cadmio - Plomo
 - Cobre - Zinc - Cromo
 - Níquel - Arsénico
- $\Sigma 7$ PCB's
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos ($\Sigma 9$ PAHs)
- Tributilestaño y productos de degradación (TBT, DBT y MBT)
- Hidrocarburos totales (C10-C40)

Los PCBs a determinar son los congéneres IUPAC números: 28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180



Los PAHs a determinar son los siguientes: Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(g,h,i)perileno, Benzo(a)pireno, Criseno, Fluoranteno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Pireno y Fenantreno

Los resultados obtenidos se compararán en un informe con los criterios fijados en las DCMD.

1.2. Métodos de ensayo.

Previa a la realización de los ensayos, todas las muestras se homogeneizan en el laboratorio con materiales que no sean susceptibles de contaminarlas. Posteriormente, para los ensayos químicos se separa una porción homogénea que se tamiza a través de una malla de nylon de 2mm con su humedad real.

A continuación se detallan de manera resumida los métodos de ensayo a emplear.

Análisis granulométrico. (PE-202 Gravimetría)

Tamizado de las muestras secas a través de una torre de tamices ASTM con distintas luces de malla. Los resultados se ajustan a 100g y se evalúan las curvas granulométricas.

Concentración de sólidos. (PE-274 Cálculo)

La concentración de sólidos se calcula a partir de los porcentajes de fracción fina (P_F), fracción arenosa (P_A) y fracción gruesa (P_G) presente en la muestra.
 $C_s = (1,5 \times P_F + 1,7 \times P_A + 1,8 \times P_G) / 100$

Carbono orgánico total. (PE-201 Volumetría)

Sobre la fracción seca del sedimento de diámetro inferior a 2 mm se determina el contenido en materia orgánica mediante oxidación con dicromato potásico en medio ácido. Método propuesto por Gaudette (1974). Los resultados se expresarán en %

Test previo de toxicidad (TPT). (PE-209 Inhibición de luminiscencia)

Se determina la inhibición de la luminiscencia de la bacteria *Vibrio fischeri*, poniéndola en contacto directo con el sedimento en diluciones sucesivas, realizando la medida a los 30 minutos. De los resultados obtenidos de las diferentes diluciones para cada muestra, se determina el CE50 mediante estadística.

Los resultados se expresarán en mg/l CE50

Análisis microbiológicos (Coliformes fecales y *Streptococos fecales*). (PE-220 y PE-222 Cultivo en placa)

En una primera etapa se realiza una suspensión en agua para facilitar el paso de las bacterias al medio acuoso. Los extractos acuosos se filtran en membrana estéril y se cultivan durante 24h sobre medio de cultivo específico y a las temperaturas adecuadas.

Los resultados se expresarán en UFC/g de sedimento húmedo



Metales (Zn, Cd, Pb, Cu, Ni, Cr, Hg y As). (PE-261 ICP-OES)

La fracción de sedimento inferior a 2mm destinada al análisis de metales, se seca a 55°C previa a la digestión correspondiente.

La digestión se lleva a cabo con ácido nítrico, en vaso cerrado de teflón y en microondas. En caso de que las muestras tengan un elevado contenido en materia orgánica, la digestión se realizará con una mezcla de nítrico y peróxido de hidrógeno (H₂O₂) para eliminar completamente la materia orgánica.

Los resultados se expresarán en mg/kg

PCBs. (PE-211 GC-MS)

Los PCBs se determinan sobre una porción seca de sedimento inferior a 2mm.

La extracción se lleva a cabo en vasos cerrados de teflón y en microondas con una mezcla de disolventes orgánicos de hexano-acetona.

El extracto de la muestra se purifica y concentra antes de su análisis mediante cromatografía de gases con detector de masas (GC-MS).

Todas las etapas se llevar a cabo en ausencia de exposición a la luz.

Los resultados se expresarán en mg/kg.

PAHs. (PE-210 GC-MS)

Los PAHs se determinan sobre una porción seca de sedimento inferior a 2mm.

La extracción se lleva a cabo en vasos cerrados de teflón y en microondas con una mezcla de disolventes orgánicos de hexano-acetona.

El extracto de la muestra se purifica y concentra antes de su análisis mediante cromatografía de gases con detector de masas (GC-MS).

Todas las etapas se llevar a cabo en ausencia de exposición a la luz.

Los resultados se expresarán en mg/kg.

Hidrocarburos totales (C10-C40).

Los Hidrocarburos se determinarán sobre una porción seca de sedimento inferior a 2mm.

La extracción se llevará a cabo en vasos cerrados de teflón y en microondas con una mezcla de disolventes orgánicos de hexano-acetona.

El extracto de la muestra se purificará y concentrará antes del análisis mediante cromatografía de gases con detector de ionización de llama (GC-FID).

Los resultados se expresarán en mg/kg.

TBT, DBT, MBT.

Los compuestos organoestánicos se determinarán sobre una porción seca de sedimento inferior a 2mm.

La extracción se llevará a cabo en vasos cerrados de teflón y en microondas con una mezcla de disolventes orgánicos de hexano-tropolona. El extracto se derivatiza.

La fase orgánica obtenida se lleva a análisis mediante cromatografía de gases con detector de masas (GC-MS).

Los resultados se expresarán en mg/kg.



2. ZONA DE COLOCACIÓN DEL MATERIAL.

2.1. Caracterización físico-química de aguas y sedimentos.

2.1.1. Análisis de aguas.

Los análisis de aguas se realizaron in situ con una sonda multiparamétrica, los parámetros determinados son:

- Temperatura
- Conductividad
- pH
- Turbidez
- Salinidad
- Oxígeno disuelto
- Potencial Rédox
- Clorofila a

Cada día, antes de ir a muestrear, todos los sensores se calibran con patrones certificados en el laboratorio para garantizar la calidad de los resultados obtenidos.

En cada estación de muestreo se realiza un perfil de calidad de aguas, desde superficie hasta el fondo.

Además se tomaron muestras en una estación, a tres niveles, para su posterior análisis en el laboratorio, los parámetros a analizar son los siguientes:

- Sólidos en suspensión
- Nitrógeno total
- Fosfatos
- Carbono Orgánico Oxidable
- Concentración de metales pesados: As, Zn, Cd, Pb, Cu, Ni, Cr y Hg
- Coliformes fecales

A continuación se detallan de manera resumida los métodos de ensayo a emplear.

Sólidos en suspensión (PE-06 Gravimetría)

Filtrado de la muestra en un filtro seco previamente tarado. Secado a 105°C y determinación de contenido en sólidos por diferencia de pesadas.

Carbono orgánico total (PE-77 Analizador de C)



Se determina el contenido en carbono orgánico total de la muestra mediante un analizador automático equipado con un detector NDIR con dos canales. En uno se mide el carbono total y en el otro el carbono inorgánico, obteniéndose por diferencia el carbono orgánico.

Fosfatos (PE-07 Espectrofotometría VIS)

Se determina el contenido en fosfatos de la muestra mediante la formación de un complejo coloreado con el ácido ascórbico y molibdato amónico y posterior determinación espectrofotométrica y comparación con curva de calibrado.

Nitrógeno Total Kjeldahl (PE-78 Analizador Kjeldahl)

Se determina el contenido en nitrógeno Kjeldahl de la muestra realizando una digestión ácida en presencia de catalizador y alta temperatura de modo que el nitrógeno orgánico se convierta en amonio. De este modo en la muestra todo el nitrógeno Kjeldahl que es el amonio más el nitrógeno orgánico está en forma de amonio. Luego se realiza y destilación básica de la muestra digerida en la que todo el amonio se convierte en amoniaco gas que es arrastrado a un recipiente con ácido bórico que lo retiene. Luego se valora el contenido de amonio con sulfato de amonio y hierro.

Nitrógeno oxidado (PE-28 Espectrofotometría VIS)

El nitrógeno oxidado es la suma del contenido en Nitratos (NO_3) y Nitritos (NO_2). En una primera etapa se oxida los nitritos a nitratos mediante una columna de cadmio. Finalmente se determina el contenido en nitratos espectrofotométricamente y comparación con curva de calibrado.

Nitrógeno Total (PE-79 Cálculo)

El nitrógeno total se determina mediante el cálculo correspondiente a la suma de Nitrógeno oxidado + Nitrógeno Total Kjeldahl, todos ellos expresados en mg N/l.

Metales (Zn, Cd, Pb, Cu, Ni, Cr, Hg y As) (PE-82 ICP/OES)

Se determina el contenido en cada metal de la muestra mediante un equipo de plasma con detector óptico (ICP/OES).

Coliformes fecales (PE-99 Sustrato definido)

Se determina el contenido en coliformes fecales de la muestra por el método de sustrato definido. Las muestras de mar se diluyen en la proporción 1/10 con agua destilada. A esta dilución se le añade el reactivo específico, se introduce en una cámara de incubación hermética y posteriormente se introduce a incubación durante 24 horas a 44°C.



2.1.2. Análisis de sedimentos

La caracterización del material sedimentario del puerto de Meira se llevó a cabo en 6 muestras, analizando los siguientes parámetros.

- Granulometría
- Concentración de sólidos
- Carbono orgánico total
- Nutrientes:
 - Nitratos
 - Fosfatos
- Parámetros microbiológicos
 - Coliformes totales
 - Coliformes fecales
 - *Escherichia coli*
 - Streptococos fecales
- Metales Pesados:
 - Mercurio - Cadmio - Plomo
 - Cobre - Zinc - Cromo
 - Níquel - Arsénico
- Σ 7PCB's
Los PCBs a determinar son los congéneres IUPAC números: 28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180.
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos (Σ 9PAHs): Los PAHs a determinar son los siguientes: Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(g,h,i)perileno, Benzo(a)pireno, Criseno, Fluoranteno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Pireno y Fenantreno.

Los resultados obtenidos se compararán en un informe con los criterios fijados en las *“Directrices para la caracterización del material de dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre (2015)”*. MAGRAMA, Puertos del Estado, CEDEX, IEO (en adelante DCMD).

Métodos de ensayo.

Previa a la realización de los ensayos, todas las muestras se homogeneizarán en el laboratorio con materiales que no sean susceptibles de contaminarlas.



Posteriormente, para los ensayos químicos se separará una porción homogénea que se tamizará a través de una malla de nylon de 2 mm con su humedad real.

A continuación se detallan de manera resumida los métodos de ensayo a emplear.

Análisis granulométrico. (PE-202 Gravimetría)

Tamizado de las muestras secas a través de una torre de tamices ASTM con distintas luces de malla. Los resultados se ajustan a 100g y se evalúan las curvas granulométricas.

Concentración de sólidos. (PE-274 Cálculo)

La concentración de sólidos se calcula a partir de los porcentajes de fracción fina (P_F), fracción arenosa (P_A) y fracción gruesa (P_G) presente en la muestra.
 $C_s = (1,5xP_F + 1,7xP_A + 1,8xP_G)/100$

Carbono orgánico total. (PE-201 Volumetría)

Sobre la fracción seca del sedimento de diámetro inferior a 2 mm se determina el contenido en materia orgánica mediante oxidación con dicromato potásico en medio ácido. Método propuesto por Gaudette (1974).

Los resultados se expresarán en %

Análisis microbiológicos (Coliformes fecales y *Streptococos fecales*). (PE-220 y PE-222 Cultivo en placa)

En una primera etapa se realiza una suspensión en agua para facilitar el paso de las bacterias al medio acuoso. Los extractos acuosos se filtran en membrana estéril y se cultivan durante 24h sobre medio de cultivo específico y a las temperaturas adecuadas.

Los resultados se expresarán en UFC/g de sedimento húmedo

Nitratos. (PE-254 Espectrofotometría UV-Vis)

Una fracción de sedimento se somete a lixiviación.

El lixiviado obtenido, una vez centrifugado, se analiza mediante espectrofotometría de absorción molecular para la determinación del contenido en Nitratos de la muestra.

Los resultados se expresarán en mg/kg

Fosfatos. (PE-206 Espectrofotometría UV-Vis)

Una fracción de sedimento se somete a lixiviación.



El lixiviado obtenido, una vez centrifugado, se analiza mediante espectrofotometría de absorción molecular para la determinación del contenido en Fosfatos de la muestra.

Los resultados se expresarán en mg/kg

Metales (Zn, Cd, Pb, Cu, Ni, Cr, Hg y As). (PE-261 ICP-OES)

La fracción de sedimento inferior a 2mm destinada al análisis de metales, se seca a 55°C previa a la digestión correspondiente.

La digestión se lleva a cabo con ácido nítrico, en vaso cerrado de teflón y en microondas. En caso de que las muestras tengan un elevado contenido en materia orgánica, la digestión se realizará con una mezcla de nítrico y peróxido de hidrógeno (H₂O₂) para eliminar completamente la materia orgánica.

Los resultados se expresarán en mg/kg

PCBs. (PE-211 GC-MS)

Los PCBs se determinan sobre una porción seca de sedimento inferior a 2mm.

La extracción se lleva a cabo en vasos cerrados de teflón y en microondas con una mezcla de disolventes orgánicos de hexano-acetona.

El extracto de la muestra se purifica y concentra antes de su análisis mediante cromatografía de gases con detector de masas (GC-MS).

Todas las etapas se llevar a cabo en ausencia de exposición a la luz.

Los resultados se expresarán en mg/kg.

PAHs. (PE-210 GC-MS)

Los PAHs se determinan sobre una porción seca de sedimento inferior a 2mm.

La extracción se lleva a cabo en vasos cerrados de teflón y en microondas con una mezcla de disolventes orgánicos de hexano-acetona.

El extracto de la muestra se purifica y concentra antes de su análisis mediante cromatografía de gases con detector de masas (GC-MS).

Todas las etapas se llevar a cabo en ausencia de exposición a la luz.

Los resultados se expresarán en mg/kg.

2.2. Caracterización bentónica

A la hora de llevar a cabo el estudio de las poblaciones bentónicas que habitan la zona de actuación se siguen los objetivos que marcan las DCMD, 2015, en su apéndice III.

2.2.1. Muestras biológicas con Draga Foster



La recogida de las muestras se realizó con una draga semicuantitativa Foster. Se trata de una draga de arrastre, de boca rectangular unida a un saco ciego, con capacidad de 28 litros. Con ello se consigue extraer una muestra, tanto del sedimento, como de la macrofauna asociada. Es una de las dragas más utilizadas en cartografías bentónicas del

litoral español, permitiendo la recogida de una potencia del sedimento, entre 15 y 25 cm., queda así garantizada la recogida del sustrato biológico. Se han realizado dos réplicas en cada estación con el fin de obtener el área mínima de muestreo y realizar el índice de de calidad ambiental AMBI. El número de estaciones ha sido de 6

Del volumen de sedimento recogido, se separa en una bolsa una submuestra para granulometría (a través del sistema norma ASTM), caracterización físico-química y el resto se tamiza con una luz de malla de 1 mm.

Las muestras se transportan cerradas y aisladas, para evitar cualquier pérdida o contaminación cruzada, y de forma inmediata después del muestreo.

En el sedimento tamizado se separa la macrofauna presente, para su posterior determinación sistemática de los grupos: anélidos poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos, que son los que caracterizan las comunidades bentónicas.

Se determina la sistemática de los organismos recogidos, a nivel de especie y se procede al estudio de los parámetros ecológicos.



Parámetros ecológicos:

Para la mejor interpretación de los resultados, se calculan los parámetros ecológicos de: Riqueza específica, Diversidad específica (H'), dominancia, Equitatividad y densidad.

Riqueza específica: Es el número de especies presentes en cada muestra, en relación al número total de especies de todas las muestras. Se representa en porcentajes.

$$R.E. = R/P \times 100$$

$R = n^{\circ}$ especies/muestra

$P = n^{\circ}$ total especies de todas las muestras analizadas

Índice de diversidad (H') (Shannon y Weaver, 1963): es una función del número de especies y de la distribución del número de individuos, entre dichas especies. Indica la estructura de la comunidad, la cual está en relación directa con las especies y sus abundancias. Se formula de la siguiente manera:

$$H' = \sum_{i=1}^n - p_i \log_2 p_i \quad p_i = n_i / N$$

Donde: n_i es el número de individuos de la especie i en la muestra; N es el número total de individuos en la muestra y p_i es la frecuencia relativa de la especie i .

Equitatividad: Representa el nivel de estructuración de una muestra, es decir refleja el reparto de los individuos por especies, en las muestras.

Índice de dominancia: Es el porcentaje del número de individuos de un taxón con respecto al número total de individuos de la muestra. Se consideran dominantes en una muestra a aquellas especies que tienen un valor de dominancia superior al 1% (Soyer, 1970).

Densidad de organismos: Constituye el número de organismos por unidad de superficie: spp/m².

Con esta información se lleva a cabo el análisis y valoración bionómica de la zona, la cual se complementa con el cálculo del índice de calidad ambiental AMBI.



Índice AMBI. Se trata de un Índice Biológico Marino (Borja et al. 2000) que establece el estado ecológico del bentos en fondos sedimentarios utilizando asociaciones macrobentónicas, como bioindicadoras de perturbaciones antropogénicas y naturales.

AMBI y M-AMBI son índices basados en el porcentaje de especies asignadas a cada uno de los 5 grupos ecológicos (niveles de sensibilidad) establecidos, desde muy sensibles hasta las especies oportunistas de primer orden. Además el M-AMBI realiza un análisis factorial en el que incluye el AMBI, junto a los parámetros de riqueza específica y diversidad específica. Estos índices fueron probados con diferentes fuentes de estrés y se han aplicado no sólo en Europa, sino también en Asia, norte de África y América del Sur.

En el presente estudio se clasificarán las especies identificadas, dentro de las cinco categorías ecológicas (I-V) dominantes. Los índices AMBI y M-AMBI, se calculan utilizando el programa AMBI 4.1. Las especies no consideradas en la lista son clasificadas de acuerdo con la bibliografía de los científicos del AZTI.

Dado que para la evaluación de la calidad del bentos de fondos blandos con el AMBI, es conveniente realizar replicas de las muestras, con el fin de tener la mejor representación específica posible. Se propone 2 réplicas por estación de muestreo, si bien la superficie que recoge la draga a utilizar ($0,20\text{m}^2$) se considera ya el área mínima de muestreo.

A la hora de utilizar este índice sería de gran ayuda cotejar con estudios realizados, que las especies presentes en la región gallega se ajustan bien a cada uno de los grupos establecidos en dicho programa.



Tabla 1. Representación de la clasificación de los fondos sedimentarios, atendiendo al índice AMBI (Borja et al. and Muxica et al).

AMBI	Grupo ecológico dominante	Calidad de la comunidad bentónica	Clasificación de la alteración	Estado ecológico
0.0 < AMBI ≤ 0.2	I-II	Normal	Sin perturbaciones	ALTO
0.2 < AMBI ≤ 1.2		Empobrecido		
1.2 < AMBI ≤ 3.3	III	Perturbado/Modificado	Ligeramente alterado	BUENO
3.3 < AMBI ≤ 4.3	IV-V	Transición a polucionado	Moderadamente alterado	MODERADO
4.3 < AMBI ≤ 5.0		Polucionado		POBRE
5.0 < AMBI ≤ 5.5	V	Transición a muy polucionado	Muy alterado	
5.5 < AMBI ≤ 6.0		Muy polucionado		MALO
6.0 < AMBI ≤ 7.0	Azoico	Azoico	Extremadamente alterado	

Nota: Los grupos ecológicos corresponden a: I, sensible a la contaminación; II, indiferente a la contaminación; III, tolerante a la materia orgánica; IV, oportunista de segundo orden; V, oportunista de primer orden (para más detalles ver Borja et al. (2000, 2003).



2.3. Caracterización de recursos marisqueros

El muestreo se efectuó a pie, en marea baja y con dos mariscadoras de la cofradía, que conocen bien la zona de estudio. Para ello se marcó un área de muestreo de un metro cuadrado y con un sachó (arte marisquera utilizada para la extracción del marisco) se extrajeron todos los ejemplares existentes en dicha superficie. Además se realizó una calicata de 20 x 20 cm para cuantificar la semilla.

Se ha trabajado la zona preferente de vertido con un total de 7 estaciones de muestreo.

Los ejemplares recogidos en cada muestra fueron pesados y medidos, uno a uno, para ver el estado de las distintas poblaciones existentes en la zona.

En este muestreo, la talla de corte para el reclutamiento de todas las especies recurso se seleccionó en 20 mm, ya que dependiendo de la bibliografía hay ligeras variaciones para las distintas especies de almejas.

Los ejemplares de semilla encontrados en las calicatas se computan como ejemplares pequeños, para el cálculo de densidades, en cada una de las estaciones.

Anexo IV. INFORME ARQUEOLÓGICO

**INFORME TÉCNICO HISTÓRICO - ARQUEOLÓXICO PARA A
DRAGAXE**

NO PORTO DE MEIRA

MOAÑA - PONTEVEDRA

2017



1.- INTRODUCCIÓN

El puerto de Meira, Moaña, Pontevedra presenta importantes problemas por los problemas de sedimentación que sufre. Aportes fluviales y la dinámica marina propia de su situación al fondo de una ensenada protegida ha reducido el calado en su dársena pesquera hasta el punto de dificultar las operaciones en la misma.

La única solución posible pasa por la realización de un dragado que permita alcanzar una cota suficiente que permita operar en el puerto con seguridad. Para ello Portos de Galicia está elaborando un proyecto para efectuar un dragado de mantenimiento hasta la cota -2,00m.

Dentro de los estudios necesarios para la tramitación de dicha intervención, según el artículo 34 de la Ley 5/2016, del 4 de mayo, del Patrimonio Cultural de Galicia; y del artículo 64 del Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, se incluye la elaboración de un estudio histórico arqueológico donde se recojan las posibles afecciones al Patrimonio Cultural Subacuático.

2.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS PROPUESTOS

El objetivo de los trabajos es recuperar una cota de -2,00 m que permita operar con seguridad en el puerto de Meira.

El dragado previsto se realizará sobre un área dragada previamente en el año 1997 hasta una cota de -2,50m.

El material obtenido durante el dragado será vertido para aprovechar su productividad como regenerador de una zona marisquera en la propia playa, junto al puerto. El vertido se realizará en una zona donde se vertieron con anterioridad los materiales obtenidos de un dragado efectuado en el puerto de Moaña, en la ensenada del Con.

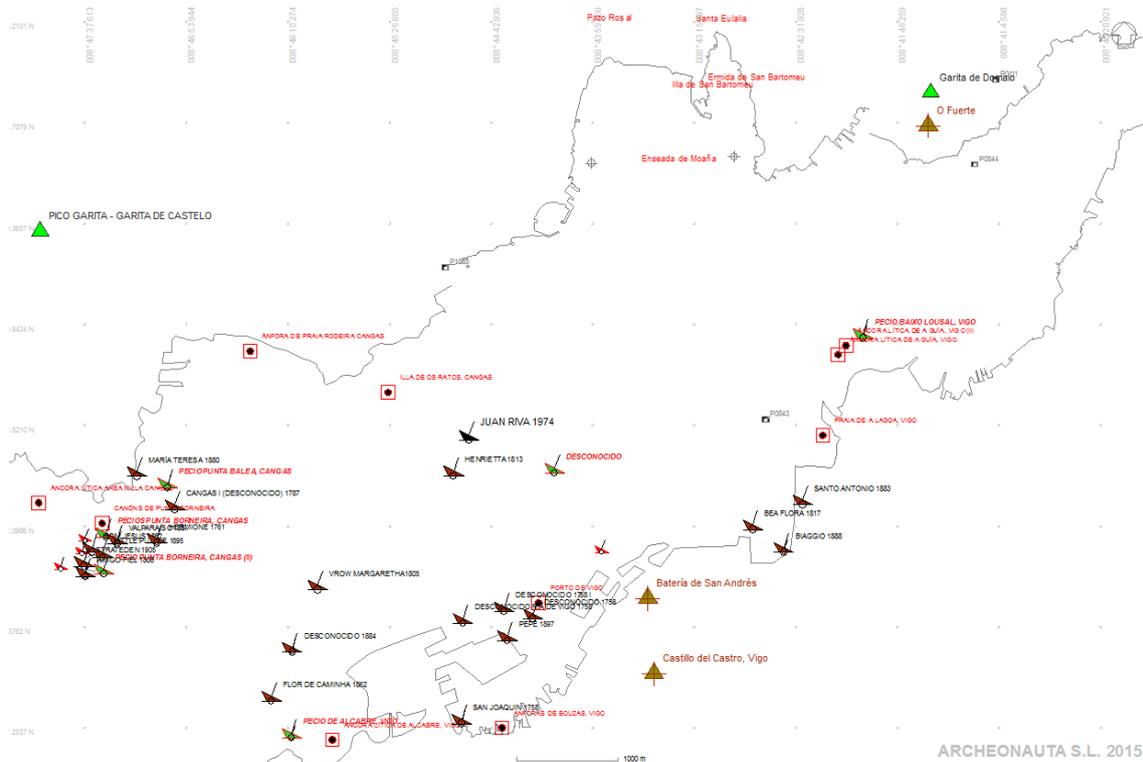
En sus costas se ubican multitud de poblaciones, algunas de importancia como las villas de Cangas y Moaña en la orilla N y Bayona, Panxón y Canido en la del S, también en esta orilla se sitúa la principal urbe de la ría y de toda la comunidad gallega. El puerto de Vigo, 42° 14' N, 008° 43' W, se sitúa en la orilla S de la ría del mismo nombre. Atiende a la zona más desarrollada industrialmente de Galicia extendiendo su ámbito de influencia hasta el N de Portugal y el interior de la Península Ibérica.

La profundidad máxima en la ría es de 43 m. Estando su entrada protegida de los vientos y de la mar del tercer y cuarto cuadrantes por las islas Cíes.

El puerto de Meira se halla situado en la parroquia homónima perteneciente al concello de Moaña. Situada junto al litoral norte de la ría de Vigo, en la ensenada do Con o de Moaña, al pie del monte do Faro de Domaio. Se trata de una ensenada de costa baja y arenosa dominada antaño por la isla de San Bartolomé, hoy unida a tierra firme por sucesivas intervenciones. Es una zona de importante producción marisquera de bivalvos.

- Marco Histórico

La situación de Moaña ha condicionado su economía e historia ambas vinculadas directamente con el mar. La ría de Vigo en general y la península del Morrazo en particular ofrecen una importante cantidad de asentamientos y materiales datables desde el paleolítico. Los ejemplos más destacados se remiten al neolítico así como magníficas estaciones rupestres con significados petroglifos. La cultura castreña es asimismo muy significativa con presencia asimismo de ejemplos de cultura romana. Esta abundancia de yacimientos terrestres vinculados muchos de ellos en mayor o menor medida con el mundo



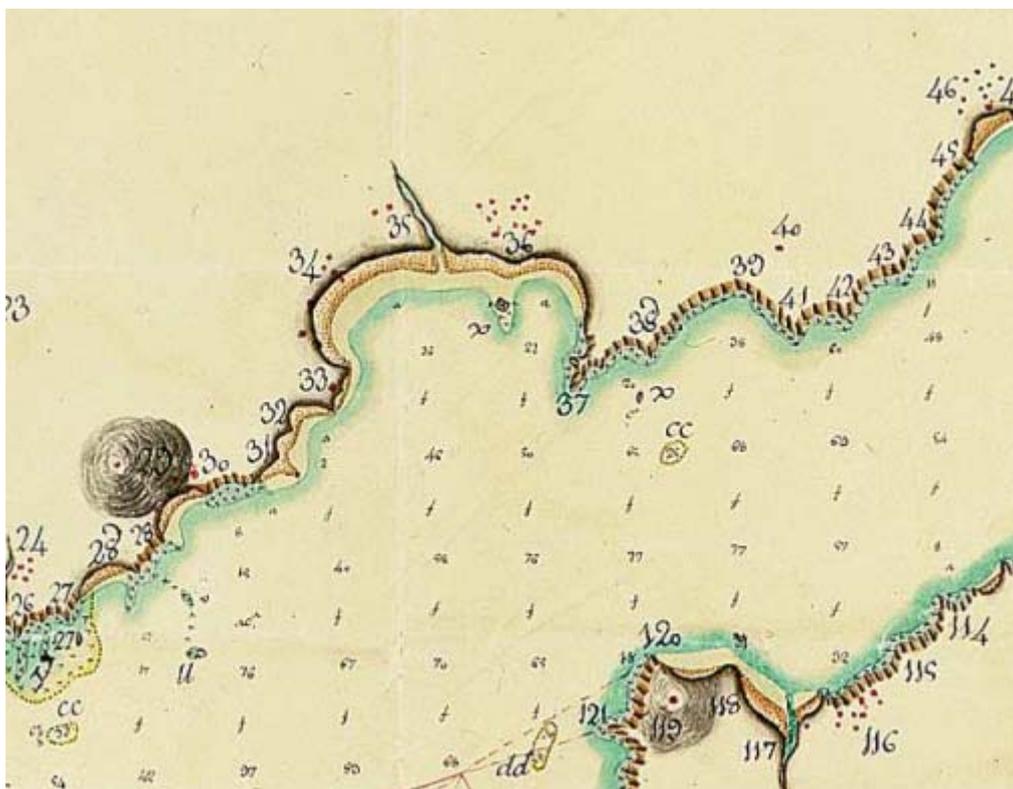
Sistema de Información Geográfica mostrando la distribución del Patrimonio Cultural Subacuático conocido en la ría de Vigo. Se aprecia el vacío en la ensenada de O Con.

marítimo, son susceptibles de haber dejado un reflejo en base a restos materiales localizables bajo las aguas.

Tras la caída del Imperio Romano y la progresiva inseguridad de las costas atlánticas, en toda la Galicia costera se detecta un retraimiento de las poblaciones hacia el interior de las rías. La presencia de incursores normandos y musulmanes hizo de este entorno un lugar peligroso para los asentamientos. No será hasta que se inicie una recuperación del dominio del mar a manos del arzobispo Gelmírez - con el establecimiento de una Armada propia - que comience un nuevo poblamiento de las costas gallegas.

San Payo de Luto actual Pontesampaio, al fondo de la ensenada de San Simón, fue el nombre de un castillo que cobraba peaje en el paso del río y que consta como tomado por Almanzor en 997, situado en punta Castelo en la orilla N del estero del río. Asimismo la villa de Redondela sirvió de refugio a los habitantes de la zona frente a la inseguridad que provenía del mar. Esta villa, situada como el resto de las villas costeras medievales gallegas de entidad, se encontraba en la relativa seguridad de la ría de cara a evitar desagradables sorpresas. El devenir histórico, junto con el progresivo encenagamiento del fondo de la ensenada y del resto de las rías gallegas, provocó que decayera su importancia en beneficio de otras poblaciones situadas más al exterior. Destacó entre estas poderosamente la actual ciudad de Vigo, primeramente simple refugio de los pescadores de Redondela en la parte exterior de la ría.

En San Adrián de Cobres, en el costado W de la ensenada de San Simón, y próximo a la punta de San Adrián, en el lugar conocido como Santradán, desembarcó, según la leyenda, el santo tutelar de la parroquia, y el barco que lo condujo dejó marcada la popa en una piedra que se conoce como piedra de San Adrián, inmediata a la cual se halla el templo parroquial. También en la



Ensenada de Moaña. (Alcalá Casano, 1807).

misma parroquia se encuentra, sobre el monte Ubeiras el castillo homónimo. En la propia parroquia de Meira existió asimismo una torre destruida en la segunda revuelta Irmandiña (1467 - 1469).

La ría de Vigo y la ensenada de San Simón, es un refugio abrigado a todos los vientos que en todas las épocas ha destacado como refugio seguro para embarcaciones y que a la postre ha dado lugar a su fama como cementerio de buques de diversas épocas. Estas magníficas características con costas limpias en su mayor parte, fondos aplacerados y de materiales blandos que facilitan el fondeo de embarcaciones, hacen que esta ría haya sido utilizada en todas las épocas en diversas actividades marítimas que han dejado restos materiales tanto en sus costas como en sus fondos.

Frente a la playa de Cesantes se encuentra la isla de San Simón que ha servido de asiento a diversas órdenes religiosas. Las diferentes acciones bélicas de las que fue escenario la ría de Vigo, junto con varias epidemias, hizo que las órdenes religiosas ocuparan y abandonaran sucesivamente la isla hasta que por Real Orden de 6 de junio de 1830 se estableció en esta isla el lazareto de su nombre. Su función era la observación, cuarentena y expurgo de los buques que procediesen de costas infectadas o sospechosas. La creación de este lazareto provocó el traslado del hasta entonces existente en la ría de Pontevedra, situado sobre la isla de Tambo, hecho este que coadyuvó al despegue de Vigo como puerto comercial y el desarrollo de Redondela.

Cuatro acontecimientos históricos jalonan la historia de la ría de Vigo y la ensenada de San Simón desde el punto de vista marítimo. El primero es la acción de la Contrarmada de 1589, el segundo la batalla que lleva por nombre el del estrecho de Rande donde se desarrolló el combate, la tercera la invasión inglesa de 1719 y la cuarta la batalla del puente que sobre el río de Sampaio comunicaba por tierra las orillas N y S de la ría de Vigo. Todos tuvieron un componente naval determinante que si bien dejaron restos materiales en los fondos de la ría, no parece que hubieran afectado a la ensenada de Moaña.

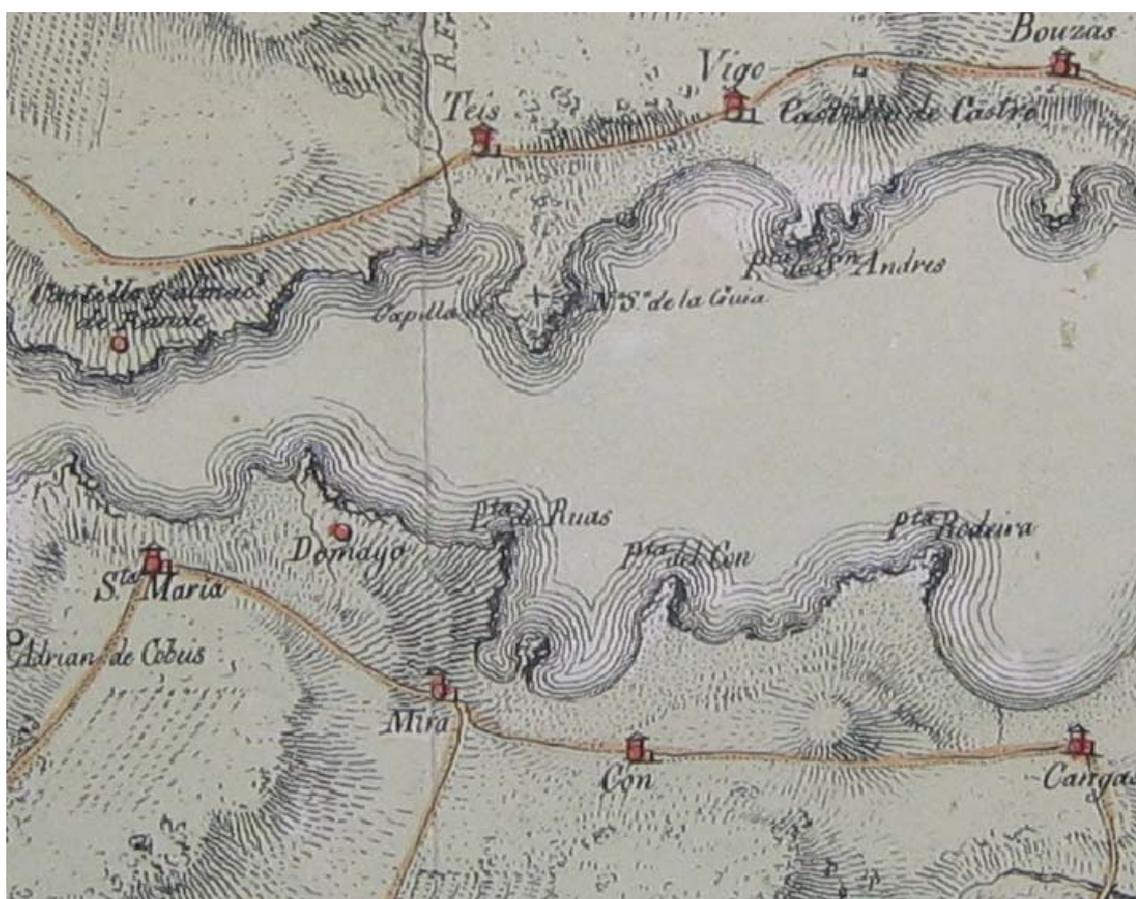


Contrarmada inglesa de 1589

Tras el fallido intento de la Armada inglesa de 1589 de tomar La Coruña, acción que dio lugar a la fijación del mito de María Pita, el 26 de mayo de 1589 la flota inglesa fondeó en Peniche (Portugal) donde desembarcó la tropa expedicionaria comandada por Norris que debía iniciar la sublevación del reino de Portugal y tomar Lisboa. La falta de adhesiones al pretendiente portugués, una durísima marcha hasta llegar a Lisboa, donde los atacantes fueron diezmados por los ataques de las partidas hispano-portuguesas y la derrota ante el ejército español frente a Lisboa, acabaron de convencer a los mandos ingleses de que sólo quedaba el reembarque, que se produjo el 16 de junio de 1589.

Durante los combates ante la capital lusa, la pasividad de Drake, que no se decidió a entrar en batalla, provocó un aluvión de reproches por parte de Norris y el pretendiente portugués Don Antonio, prior de Crato, que lo acusaron de cobardía.

Tras la retirada, la flota inglesa de más de 200 naves, encalmada por la falta de viento, fue objeto de hostigamiento por parte de las galeras españolas que echaron a pique o incendiaron cuatro grandes navíos, un patache y una lancha en un combate que se prologó desde el amanecer hasta dos horas después del mediodía.



Detalle de un plano de la ría de Vigo según Domingo Fontán(1788-1866). Los puntos cardinales N. y S. están invertidos.

Tras la derrota en la capital portuguesa la armada inglesa se dirigió hacia las islas Azores, con objeto de establecerse en al menos una de ellas y utilizarla como base contra el tráfico trasatlántico español. Pero ni siquiera fueron capaces de establecerse en el archipiélago, sobre todo por la defensa que ejercieron una vez más las tropas encargadas de su defensa. Las naves inglesas supervivientes, convertidas en auténticos “moritorios” a esas alturas¹, se dirigieron a la ría de Vigo donde arribaron el 27 de junio en condiciones cada vez más penosas (Gorrochategui Santos 2011).

La Armada inglesa buscó abrigo en la ría viguesa con objeto de reagruparse, curar las heridas y conseguir un botín que restañase las pérdidas de una expedición con un componente “mercantil” fundamental.

La armada en ese momento la componían 213 barcos, grandes y pequeños. Drake bloquea la entrada de la ría con veinte barcos y se interna en la misma con los restantes, desembarcando 6.000 soldados entre Bouzas y Rande (2.000 en las fuentes ingleses) (Wernham 1988, 279).

Esta recalada en Vigo no puede entenderse si no está justificada por poderosas razones. Una explicación es que los ingleses, tal como harían 113 años después con ocasión del ataque a la Flota de la Plata de 1702, buscaran una victoria fácil que les permitiera enjugar las hieles de la derrota sufrida en Lisboa². Pero en una armada como la inglesa, con escasas provisiones, con gran



Don Diego Sarmiento de Acuña, vencedor de Drake en 1585 y 1589. Galván y Candela, José María, Siglo XIX. Museo del Prado.

¹ Una terrible epidemia de tifus se estaba expandiendo entre tropa y tripulaciones.

² En el marco de la Guerra de Sucesión de 1702 la derrota les fue infligida ante Cádiz.

parte de las tripulaciones y soldados sucumbiendo a una epidemia imparable³ y siendo además acosadas por las naves españolas, quizás lo más conveniente sería alcanzar cuanto antes sus bases donde encontrar amparo y auxilios. Entendemos mucho más probable que esta recalada sobre la ría de Vigo fuera consecuencia más bien de la particular climatología que en Galicia y en el Golfo de Vizcaya dificulta la comunicación norte - sur en el verano, complicando sobremanera ascender en latitud. Y es que en esa estación los vientos de componente norte son predominantes, dificultando sobremanera el tránsito hacia Inglaterra a unas naves incapaces de navegar contra el viento.

Esta circunstancia se produce principalmente en el verano, cuando el anticiclón de las Azores se desplaza hacia el norte y se adentra en Francia en forma de cuña. Frecuentemente en este caso se produce una baja de origen térmico en el interior de la Península. Así las cosas los vientos soplan del NE al E siendo fuertes en numerosas ocasiones, llegando a ser muy fuertes cuanto más al norte. En estas condiciones un buque de la época que estamos tratando no conseguiría remontar hacia el norte la costa gallega y o bien debería adentrarse en el océano, bolineando⁴ intentando no perder latitud, o bien debería buscar acomodo en las abrigadas Rías Bajas hasta que la situación mejorase. Una flota tan baqueteada como la inglesa hizo lo único que podía hacer en sus circunstancias, acudir a la ría de Vigo y buscar remedio a su situación en el pillaje de las poblaciones costeras (Instituto Hidrográfico de la Marina 1993).

La comarca viguesa sufrió las iras de los ingleses. Vigo fue tomado sin resistencia por los hombres desembarcados y saqueado "sin respetar sexo ni edad". El ánimo de recabar un reajuste económico de la expedición, podría justificar esta arriesgada intentona que supuso, a cambio de un escaso botín, la pérdida de otros 700 hombres a manos de las fuerzas de milicias y tropa mandadas por el que sería primer conde de Gondomar.

Además de los edificios religiosos, fueron quemadas alrededor de 270 de las mejores casas de la zona, quedando la ciudad y sus alrededores asolados y con peligro de contagio de la peste que asolaba por entonces a la armada inglesa. Todo ello ocasionó un grave quebranto a esta población del cual tardó en recuperarse (González Fernández 1999).

Tras el primer embate, los alrededores, principalmente Bouzas, sufrieron la furia inglesa, hasta que el paisanaje, viendo la indisciplina de la tropa comenzó a enfrentarse a la invasión. Las milicias se reorganizaron pasando al contraataque. Acosaron a las fuerzas inglesas que hubieron de retirarse a sus barcos a pernoctar ante el hostigamiento de las partidas. Finalmente con fuerzas procedentes de Portugal y Baiona al mando Don Diego Sarmiento de Acuña (1567-1626)⁵, se lanzó un contrataque que provocó unas 700 bajas entre las fuerzas inglesas, obligándolas a reembarcar.

³ Probablemente tabardillo, conocido actualmente como tifus, que se contagia a través de las heces de piojos.

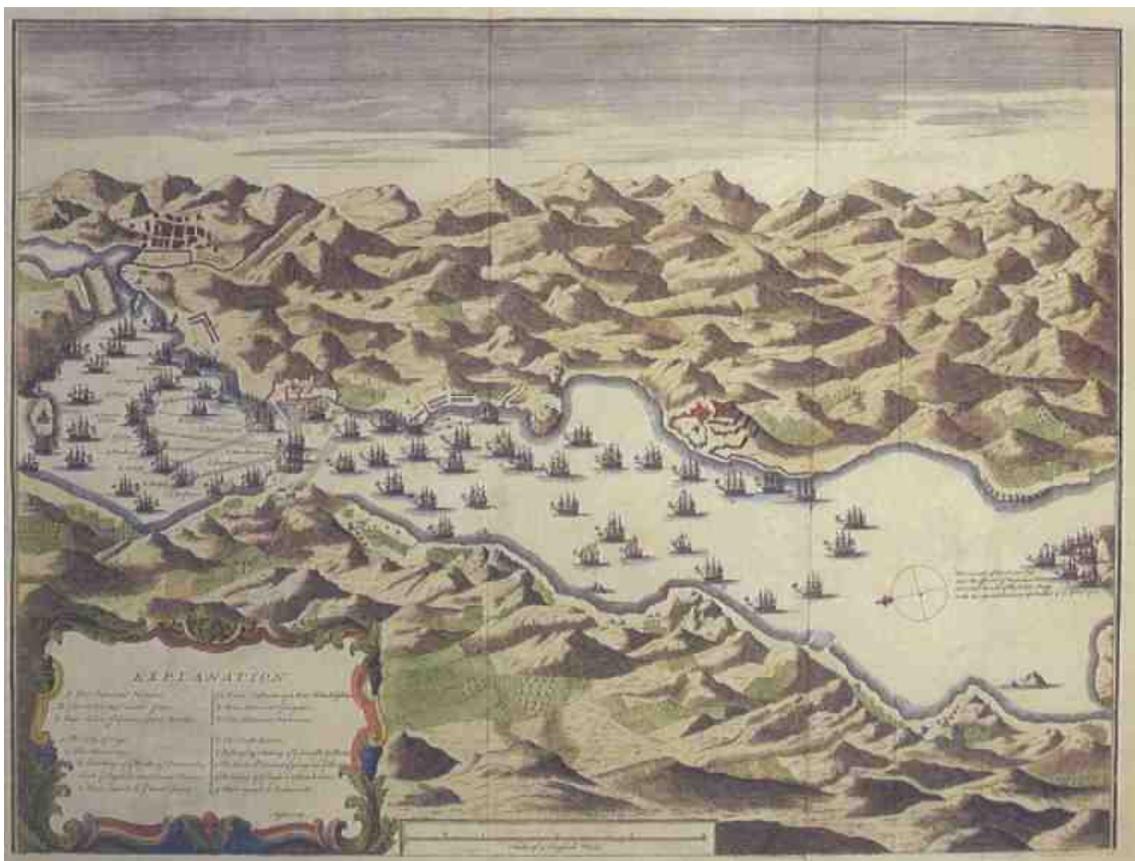
⁴ Navegar ciñéndose al viento de tal manera que el ángulo entre el rumbo del buque y la dirección del viento sea el menor que pueda aguantar el aparejo disponible.

⁵ Primer Conde Gondomar.

Aún habría un último capítulo en este drama cuando Drake envió un mensajero a Don Diego instándole a la liberación de los más de 200 prisioneros que se habían hecho entre los soldados desembarcados. Drake ofrecía como contraprestación abandonar la ría sin causar más daño. El gobernador, probablemente harto del pirata contra quien ya había combatido defendiendo Baiona en 1585, le contestó que no iba a hacer tal cosa pues su propósito era colgarlos a todos ellos en el castillo del Castro " *...y que enviase más ingleses a tierra, y viniese él mismo, que lo mismo haría*", amenaza que cumplió a la vista de la armada inglesa.

El día, 21 de junio, mientras se producía el reembarque en la costa sur de la ría, varios marineros desembarcaron de sus buques, sin permiso de sus jefes y atacaron las poblaciones del norte de la ría en busca de botín. Este ataque obtuvo respuesta de los habitantes de aquella parte, quienes con sus botes los hicieron retroceder.

El role del viento del norte al sudoeste, le dio una oportunidad a la flota inglesa para iniciar con buenas perspectivas el viaje remontando la Costa de la Muerte y cruzar al fin el golfo de Vizcaya con vientos favorables hasta su isla. Los ingleses reembarcaron sus fuerzas, provocaron los últimos incendios, e izaron sus velas para salir rumbo Norte. Pero todo en aquella Armada parecía estar en manos del caos. Tripulaciones insuficientes, mal alimentadas y enfermas favorecieron la pérdida de varios buques en la maniobra de salida



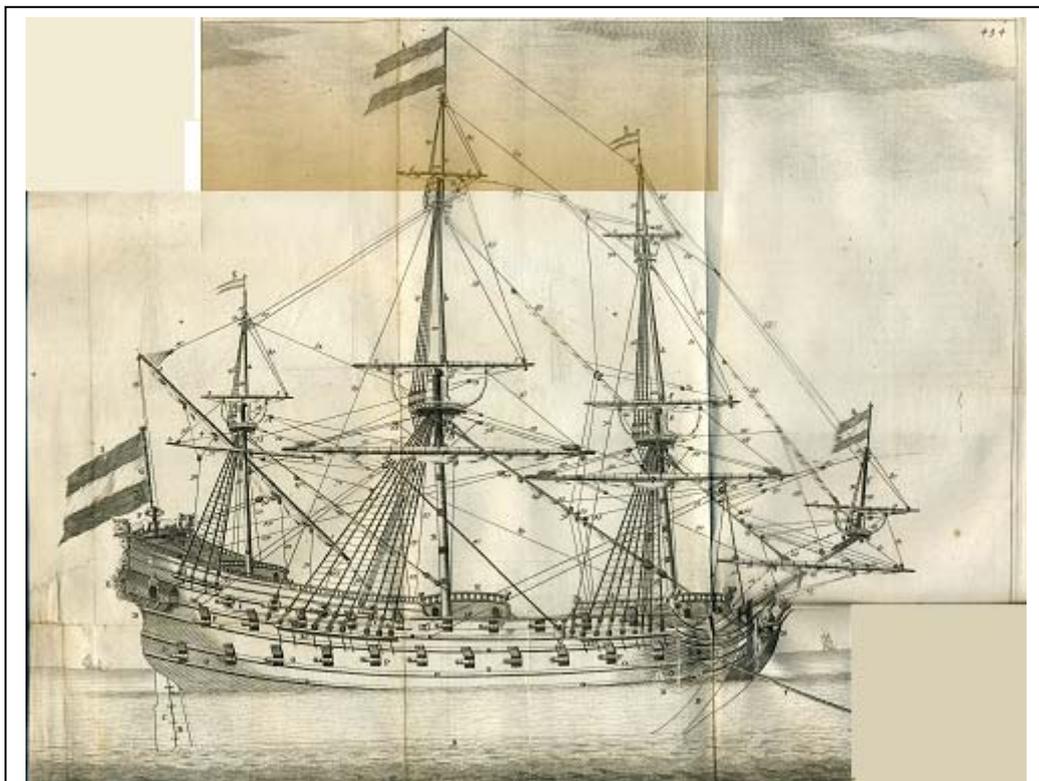
Grabado inglés de la batalla del estrecho de Rande de 1702 de la ría viguesa.

“El dos de julio, a las ocho de la mañana⁶, la Contra Armada larga trapo desde Vigo” (Gorrochategui Santos 2011). Ese mismo día el viento del suroeste arreció de tal manera que, “Norris, junto con más de 30 barcos que habían fondeado más al interior de la ría, no tiene tiempo de ganar mar abierto”. Tuvo que cancelar su salida fondeando al abrigo de las islas Cíes, perdiendo el contacto con Drake que decide no esperar a las naves rezagadas.

Dos embarcaciones fueron arrastradas hacia la costa norte de la ría. Embarrancados, quedaron a merced de los vecinos de Cangas, que incendian las dos embarcaciones y rescatan algunos españoles prisioneros a bordo, mientras las tripulaciones inglesas huyen en sus botes.

Los buques perdidos en Cangas eran un filibote de Hawkins⁷ y la nave del capitán Docwra. El único capitán Docwra que hemos podido localizar entre los componentes de la fallida expedición, es un oficial del ejército que figura como fallecido a consecuencia de enfermedad en una lista de capitanes muertos por causas naturales o por resultas de combate (Wernham 1988, 213).

Es posible que las piezas artilleras localizadas en los bajos de los Salaiños correspondan a uno de estos buques. Es posible asimismo que el pecio descubierto en la playa de Barra y estudiado por Antonio de la Peña Santos fuera el tercero de los buques perdidos por Drake en esta ría (Peña, 1985).



Buque holandés de unos 50 cañones del año 1702. (Aubin, 1702)

⁶ El conde de Fuentes al Rey, Lisboa, 1-VII-1589. AGS Guerra Antigua, Legajo 250, fol. 149.

⁷ Existe un buque de nombre Tiger de Plymouth, al mando del capitán Hawkins en los listados consultados. Este buque sin embargo consta como regresado a Inglaterra (“ships hitherto come in are”). Tenía 200 toneladas y había partido con 50 hombres para la expedición, de los que regresaron 36.

El día siguiente, 3 de julio, embarranca otro barco inglés contra las Cíes⁸. Ese día y durante la mañana del siguiente se ocupará Norris de poner a salvo parte de la artillería del buque embarrancado y, ante la imposibilidad de rescatarlo, se le da fuego⁹. A este buque podrían pertenecer las piezas de artillería localizadas y retiradas en la punta das Vellas, playa de Rodas en los años sesenta del siglo pasado.

Aún después de abandonar Vigo, la flota, desperdigada y perdida toda disciplina, debió hacer frente al hostigamiento de la flotilla de zabras de Diego de Aramburu que les tomó dos presas más, conducidas a Santander.

Al llegar a su patria, las fuerzas supervivientes expandieron la epidemia, además de protagonizar un motín ante la ausencia de pagas o la escasez de las mismas. Ya comentamos que, como era habitual, en la Inglaterra isabelina, todavía muy lejos de un estado moderno, estas expediciones tenían un propósito comercial aportado por inversores particulares en función del botín estimado. En este caso ante la magnitud de la derrota no hubo nada que repartir.

La Batalla de Vigo

El más importante suceso histórico de los acontecidos en la bahía de Vigo fue la *batalla de Rande*, conocida así por la historiografía española y *batalla de Vigo* para casi todo el resto del mundo.

La génesis de esta batalla, al igual que el asalto de Drake de 1589, está en una derrota militar. En este caso además de los habituales ingleses los derrotados fueron sus aliados holandeses. En esta segunda jornada, una flota

Buques españoles en San Simón 1702 y sus comandantes

Jesús María y José, capitana, Manuel Velasco.
Santísima Trinidad, almiranta, José Chacón.
San Juan Bautista, almiranta de Azogues, Fernando Chacón.
Santa Cruz, Alonso de Iparraguirre.
Santo Cristo de Maracaibo, Vicente Álvarez.
Santo Cristo del Buen Viaje, Francisco Blanco.
Santo Domingo, Miguel Cañete.
Ntra. Sra. de las Mercedes y San Nicolás, Francisco Barragán.
Ntra. Sra. Del Rosario, Santo Tomás y Santa margarita, Ignacio de Asconovieta.
Ntra Sra de los Remedios y San Francisco Javier, Cosme Antonio Monteagudo.
Jesús, María y José y las Ánimas, Tiburcio de Berra.
Ntra. Sra. Del Rosario, San José y las Ánimas, Martín de Noguera.
Jesús, María, José y San Diego, José Blanco del Álamo.
Ntra. Sra. Del Buen Viaje y Felipe V, Miguel Oviedo.
Santa Cruz, Alonso López.

⁸ Pedro Bermúdez al conde de Fuentes. 8-VII-1589. AGS. Guerra Antigua. Legajo 250, fol. 148, en GORROCHATEGUI SANTOS, L., 2011.

⁹ ... y dejó treinta y cinco naves en las islas, y estas estuvieron hasta el martes sacando la artillería de otra que tocó y se fue al fondo, y le pusieron fuego. Pedro Bermúdez al Conde de Fuentes, 8-VII-1589. AGS. Guerra Antigua. Legajo 250, fol. 148.

de combinada de ambas naciones de nuevo regresaba, tras ser derrotada y vapuleada, esta vez ante Cádiz. El alto mando inglés sabía de la anterior "hazaña" de Drake y buscó nuevamente una victoria fácil.

Los mandos angloholandeses supieron de la presencia de la flota de la plata y de su escolta francesa fondeada en la ría de Vigo. Los buques españoles, cargados a su partida con la mayor transferencia de metales preciosos recibidos nunca del Nuevo Mundo, ya habían sido, como es lógico, descargados mucho tiempo atrás. Pese a ello los ingleses necesitaban una victoria, que salvara su honor, tuviera un efecto propagandístico relevante y, no menos importante, permitiera a su almirante conservar la cabeza pegada a su cuerpo. Tras la batalla y la rápida victoria - más de 150 naves contra 25 -, los resultados fueron muy decepcionantes ante los escasos resultados económicos obtenidos. Para elevar el efecto propagandístico de la acción militar y justificar los nulos resultados económicos tras la captura de una Flota de la Plata española, los agresores inventaron lo del gran tesoro capturado y hundido en el fondo de la bahía, además del perdido a la salida de la ría de Vigo tras el naufragio del galeón del *Monmouth*, el popularmente conocido como Santo Cristo de Maracaibo.

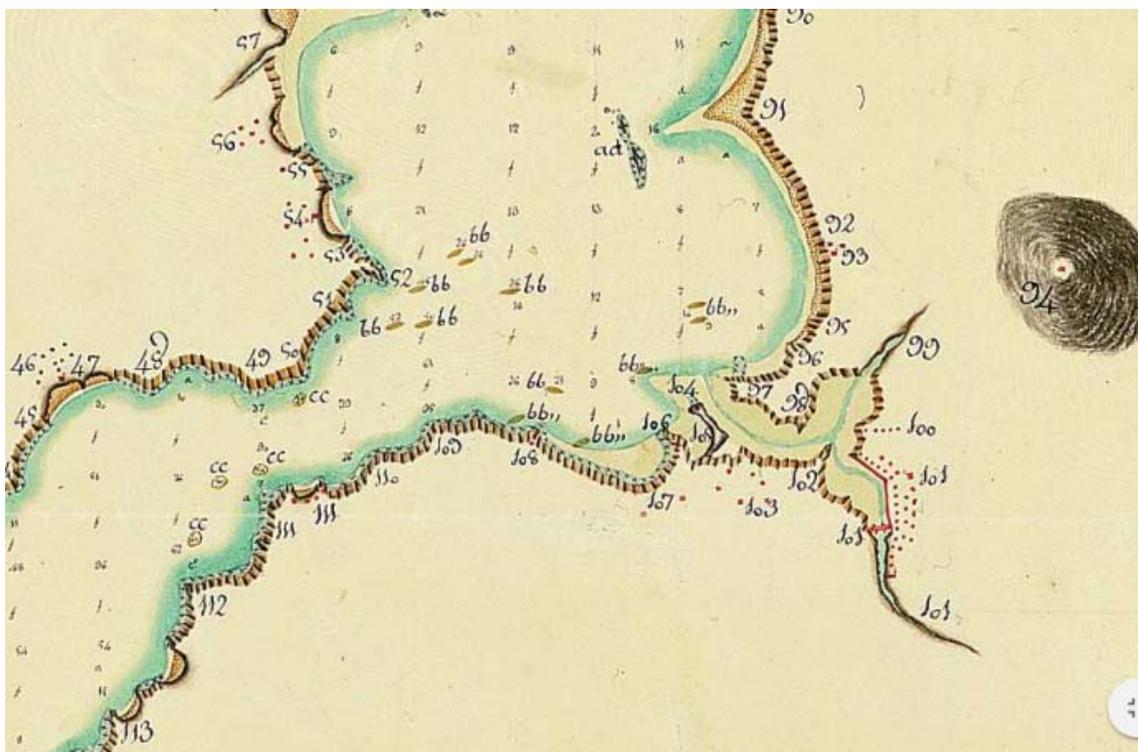
La batalla de Rande, como hecho histórico, no deja de ser más que una pequeña anécdota dentro de un drama general que es la Guerra de Sucesión española. Ésta se produjo tras la muerte sin descendencia del rey español Carlos II. La consecuente avidez del resto de las monarquías continentales, deseosas de sacar tajada del hecho, incendiaron una guerra que vino a traer divisiones al reino que aún podemos rastrear en nuestros días. El resultado final fue la victoria de las armas españolas que defendían el testamento del monarca español frente a las apetencias del Imperio de los Habsburgo, sus aliados y parte de la propia población española que se oponía a la presencia de un Borbón en el trono.

Flota de 1719

En el año 1719, en el marco de la guerra emprendida por el monarca español Felipe V, que intentaba rehacer el tratado de Utrecht en condiciones más ventajosas, una escuadra británica penetró en la ría de Vigo. Llevaba algún tiempo cruzando la costa con la misión de hostigar a las bases de los corsarios españoles, que se cebaban con el tráfico mercante británico. Esta expedición era además una represalia a la flota enviada por España, ese mismo año a Escocia, y que tuvo un trágico final cuando 26 de las naves que formaban el convoy se hundieron dando de través contra las costas gallegas y portuguesas.

Los ingleses, antes de entrar en Vigo, habían atacado Ribadeo, donde forzaron la destrucción de dos embarcaciones de la Armada Española; la *Galga Andaluza*, la *San Francisco* y una presa inglesa allí fondeada. Procedieron además a destruir en tierra numerosos efectos, y a exigir, cómo no, un rescate por respetar la vida y hacienda de los habitantes de la villa.

La flota dispuesta a entrar en la ría estaba compuesta por ocho navíos de línea, brulotes y bombardas, además de 40 transportes que conducían 4.000 infantes. Mandaba la escuadra el almirante James Mighels y las tropas Lord Cobhan. Vigo, una vez más presa fácil, fue asediada y forzada a la rendición, capturando además en el puerto varios de los corsarios allí estacionados. Tras la toma, los ingleses avanzaron hasta Pontevedra navegando por la ría de Vigo



Situación de varios pecios en la ensenada de San Simón - estrecho de Rande (Alcalá Casano, 1807).

hasta el embarcadero de Uilló, frente a Arcade, utilizado por los viajeros para dirigirse a Pontevedra. En este lugar desembarcaron las tropas británicas para tomar Pontevedra, Este desembarco, en un punto tan cercano como desprotegido a la ciudad de Pontevedra, hizo lamentar a fray Martín Sarmiento "que no haya en aquel paraje alguna batería de media docena de piezas", por su falta dice: "perdió mucho el rey en el año de 1719, y no poco padecieron los naturales". una vez tomada Pontevedra, se llegó a poner en peligro a Santiago de Compostela, del que una vez más se pidió rescate, recibiendo la callada por respuesta del arzobispo. Los ingleses, hostigados por las guerrillas levantadas entre las milicias y temerosos de la reacción de las tropas enviadas a combatirlos acantonadas en Caldas, reembarcaron en Vigo.

Durante esta incursión, el 10 de octubre de 1719, en la ensenada de San Simón, se encontraban fondeados dos corsarios y cuatro presas. No había escapatoria posible con toda la flota británica en el interior de la ría, por lo que, imposibilitada la huida y ante la desproporción de fuerzas, sus tripulantes los incendiaron para evitar su captura. Bajaron así, otros seis buques, a hacer compañía a los perdidos allí diecisiete años antes durante la batalla de Rande, con cuyos restos se deben confundir hoy en día.

Batalla de Pontesampaio

Es el cuarto de los acontecimientos históricos que se desarrollaron en el ámbito de la ría de Vigo - ensenada de San Simón y que dejaron restos materiales bajo el agua susceptibles de localización en nuestros días. A pesar de ser un enfrentamiento por la posesión de un puente defendido por milicias locales, la lucha fue apoyada desde el mar por embarcaciones británicas, españolas y portuguesas que por entonces ya se habían hecho dueños del mar y apoyaban a las partidas guerrilleras que hostigaban a las tropas francesas.

Naufragios

No existe constancia de naufragios de interés histórico en la zona.

Pecios

No se ha descrito la presencia de materiales o estructuras subacuáticas en el área objeto de intervención.

Elementos de interés patrimonial en la zona

El único elemento de interés patrimonial conocido en el área inmediata al dragado propuesto es la ermita de San Bartolomeu (Samertolameu) de Meira (GA36029028 / RI.000032398).

No ha sido descrita la existencia o hallazgos previos de otros elementos de interés patrimonial en el área de estudio.

4.- CONCLUSIONES

Se plantea la ejecución de un dragado en el puerto Moaña, Pontevedra.

Dicho dragado se realizará hasta la cota -2.00m sin alcanzar los -2.5m alcanzados durante el dragado efectuado en el año 2005. Esto supone que la actuación se ejecutará sobre aportes de sedimentos recientes.

Los materiales se verterán en la misma playa con objeto de regenerar el banco marisquero.

No se han descrito ni procesos históricos que pudieran dejar un rastro material en la zona afectada, ni se han producido con anterioridad hallazgos de objetos materiales de interés patrimonial.

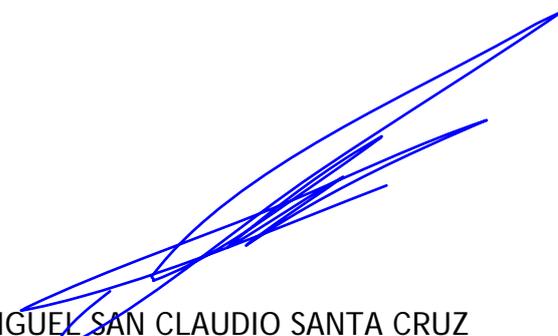
Los yacimientos arqueológicos subacuáticos responden a diferentes circunstancias en cuanto a su generación. Por una parte existen aquellos generados por algún proceso más o menos casual como un enfrentamiento bélico o un naufragio. Por otra parte existen aquellos formados por procesos con origen en un intercambio tierra - mar como son los registros arqueológicos generados en el fondo de los puertos por su actividad comercial.

En el caso que nos ocupa, la entidad histórica del puerto de Meira no parece haber podido generar un registro de importancia en sus fondos y no se conoce hecho o accidente que haya podido generar un registro arqueológico que pueda verse afectado por la intervención propuesta.

Por todo ello no es previsible que se localice un registro arqueológico que pudiera verse afectado por la intervención propuesta, aunque este extremo nunca se podrá descartar totalmente con los elementos de juicio disponibles.

La posibilidad de realizar un control del dragado de los materiales que han sedimentado en el puerto de Meira, se vería facilitada por el lugar de depósito de los materiales en la misma playa.

Oleiros, La Coruña, 07 de marzo de 2017



MIGUEL SAN CLAUDIO SANTA CRUZ

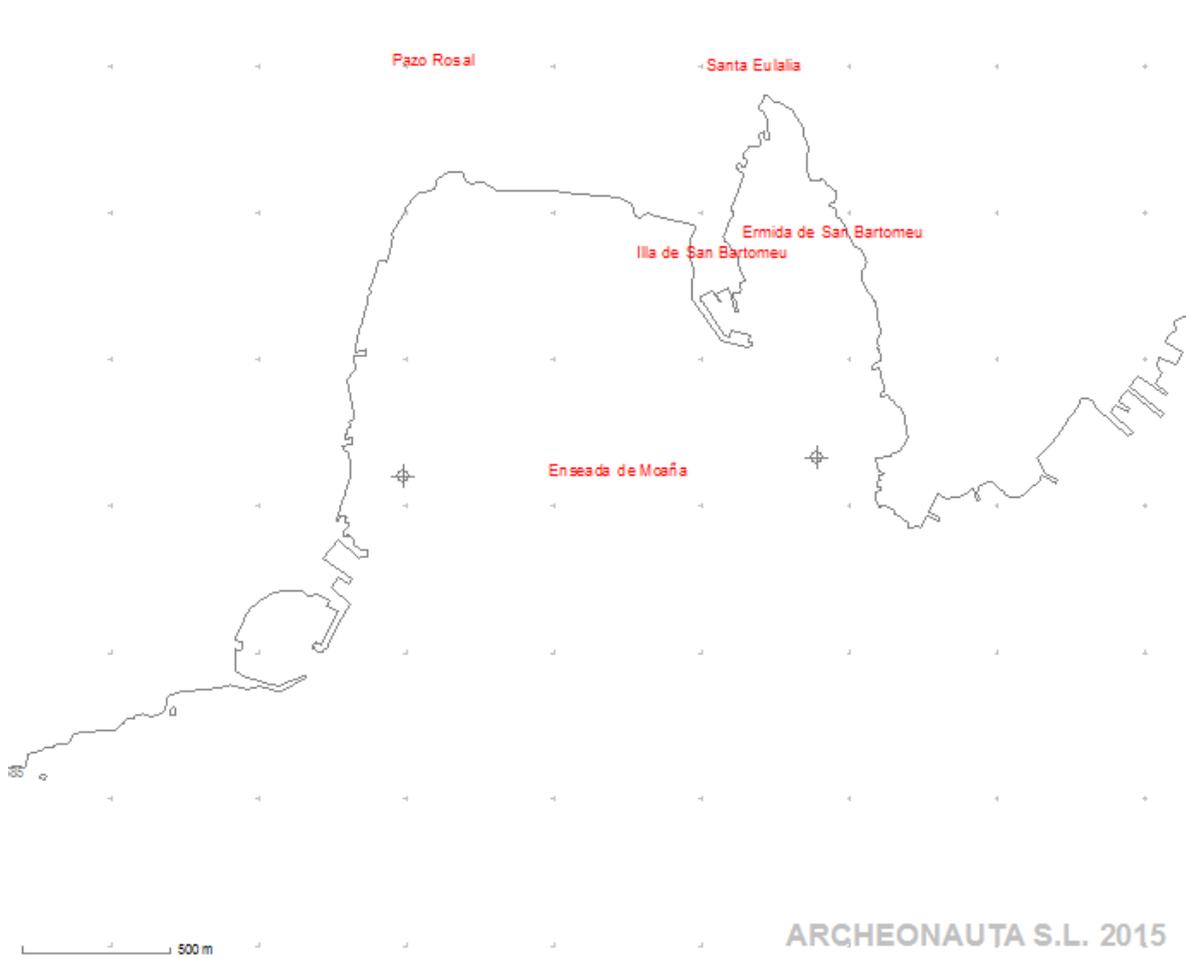
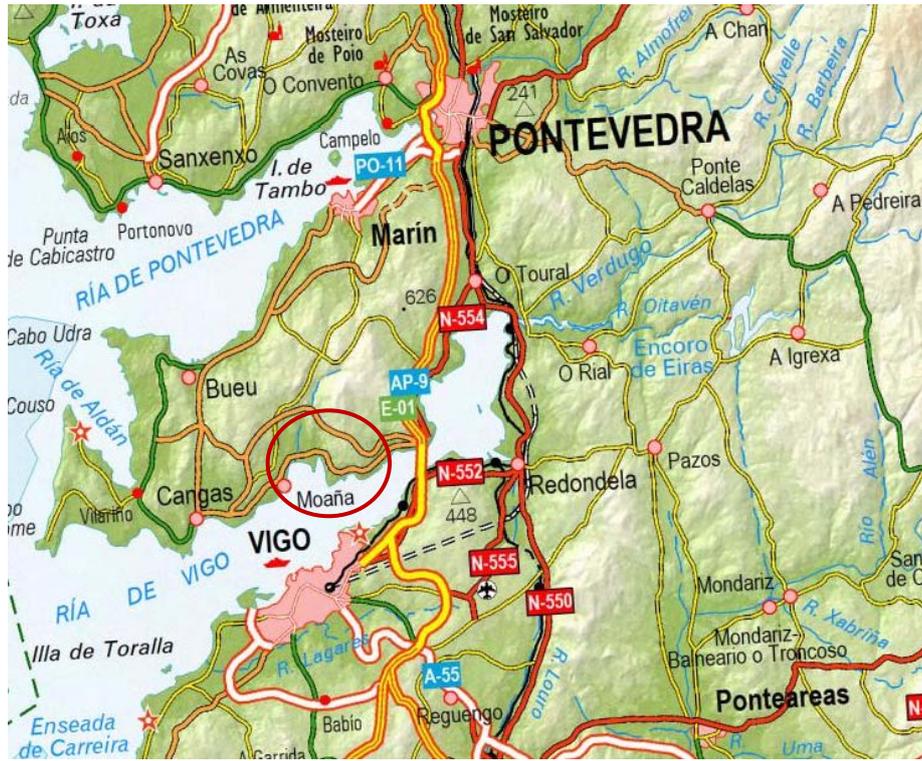
Arqueólogo

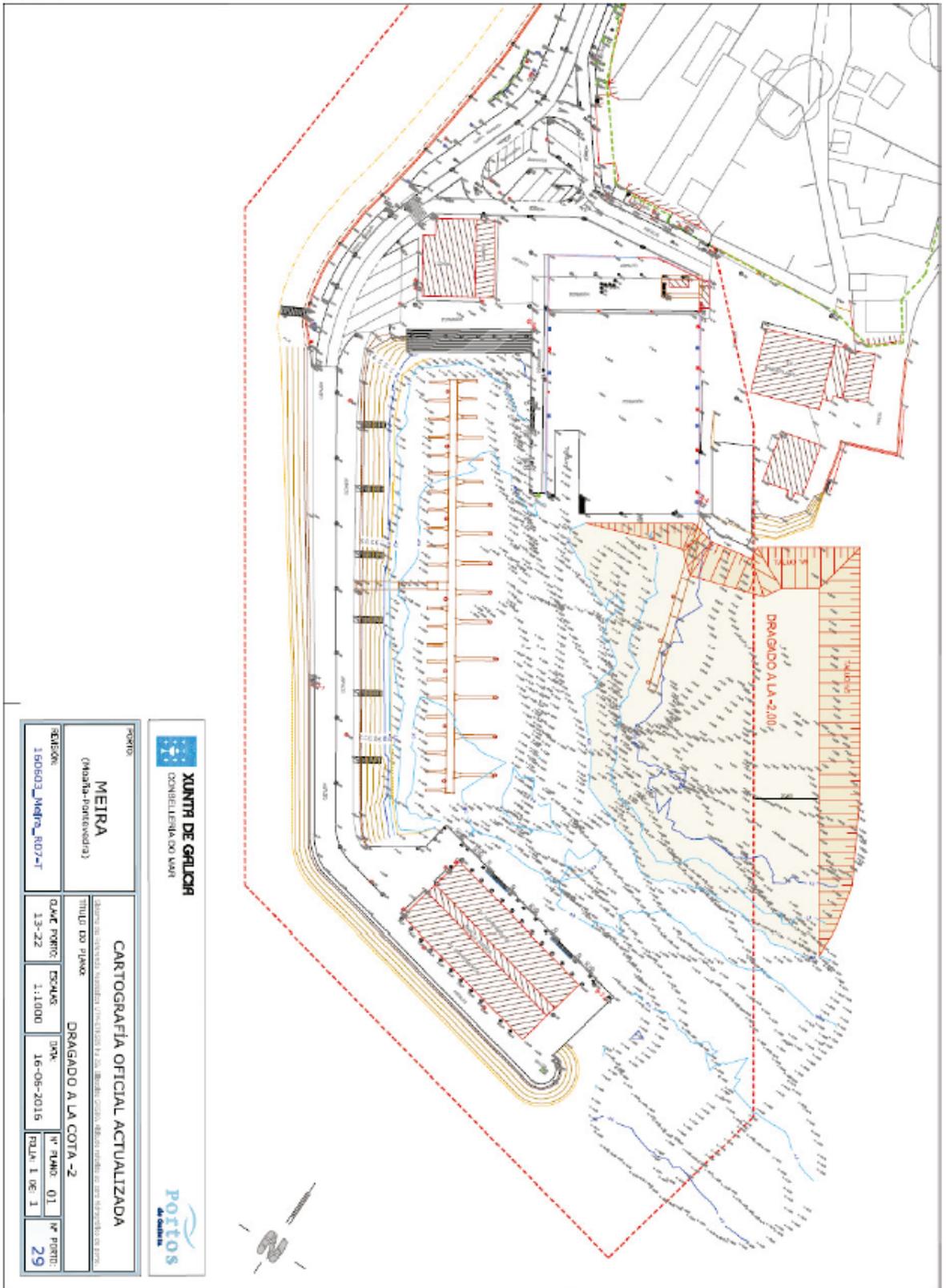


PLANIMETRÍA



Fotografía cenital del puerto de Meira. Se aprecia el avance de la arena que compromete la seguridad de las operaciones en el mismo.

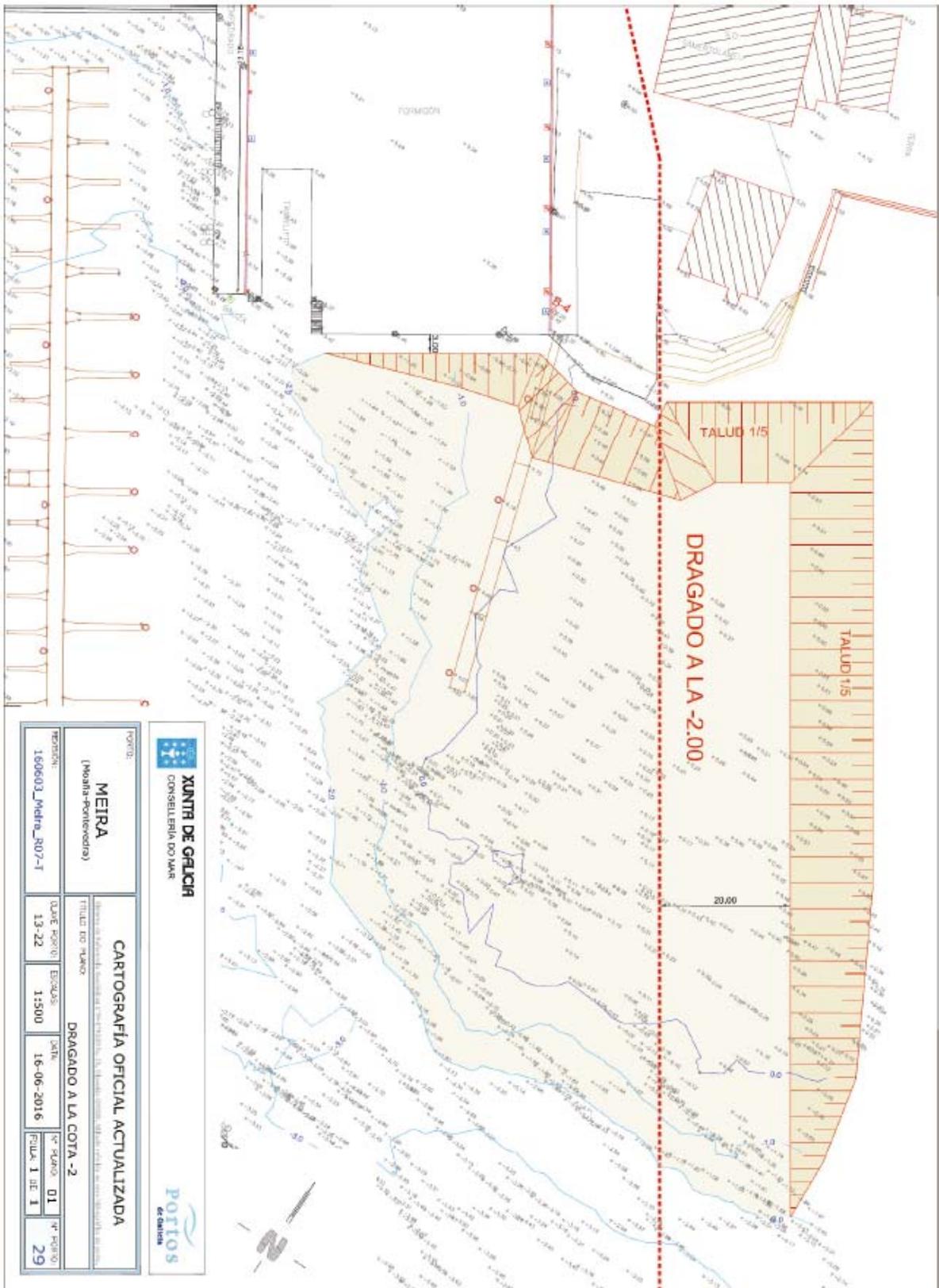




XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DO MAR

Portos
de Galicia

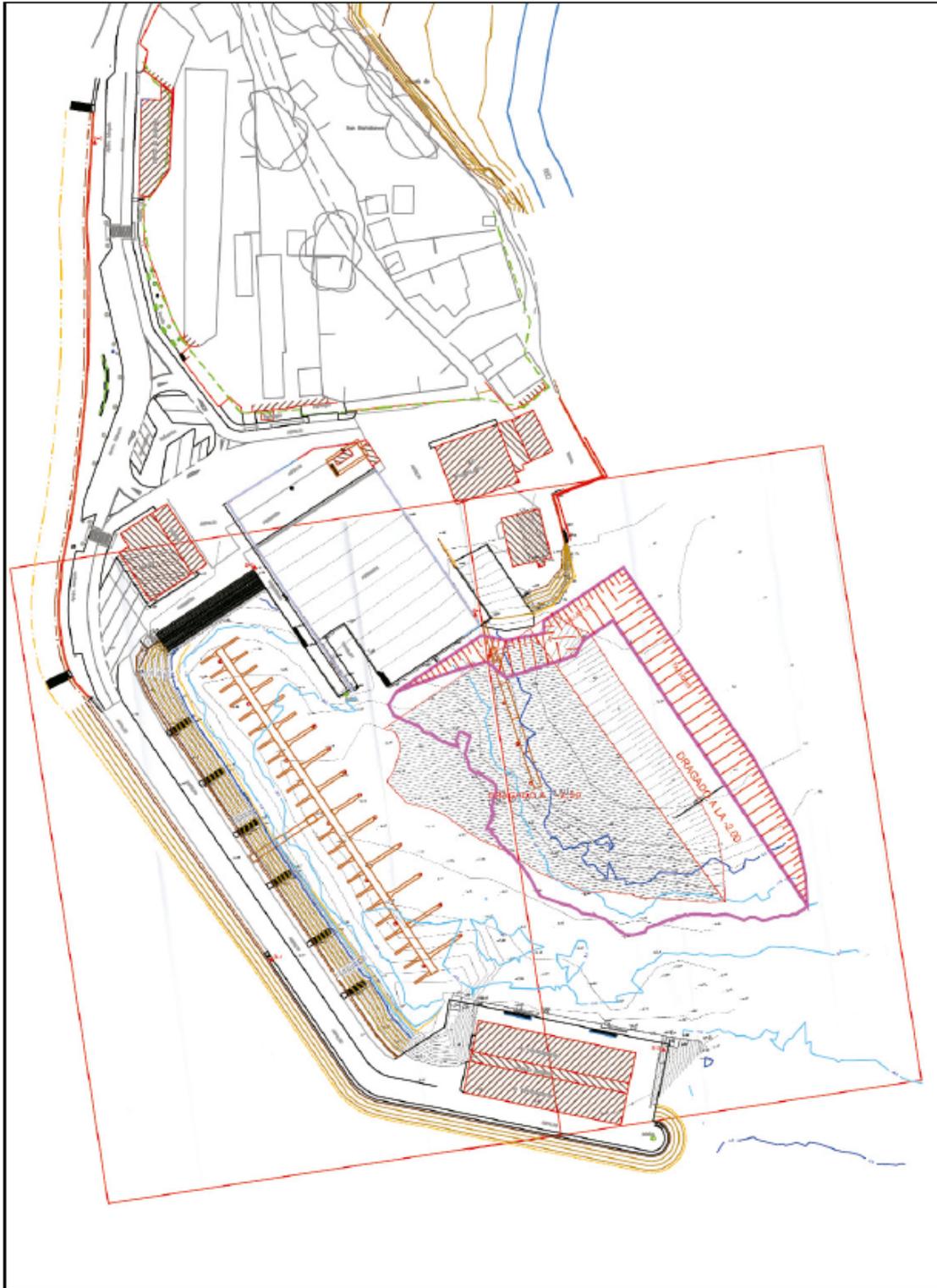
PORTO MEIRA (Moaña-Moavedra)		CARTOGRAFÍA OFICIAL ACTUALIZADA <small>SEGURO DE INVENCIÓN, RESPONSABILIDADE CIVIL E RESPONSABILIDADE DO SEGURO DE RESPONSABILIDADE CIVIL</small>	
TÍTULO DO PLANO DRAGADO A LA COTA -2		DATA DO PLANO 13-22	
ESCALA 1:1000		DATA DO PLANO 16-08-2015	
EDICIÓN 150503_Meira_R07-T		Nº PLANO 01	
		Nº PORTO 29	



Zona propuesta de dragado



Dragaxe realizado en 1997

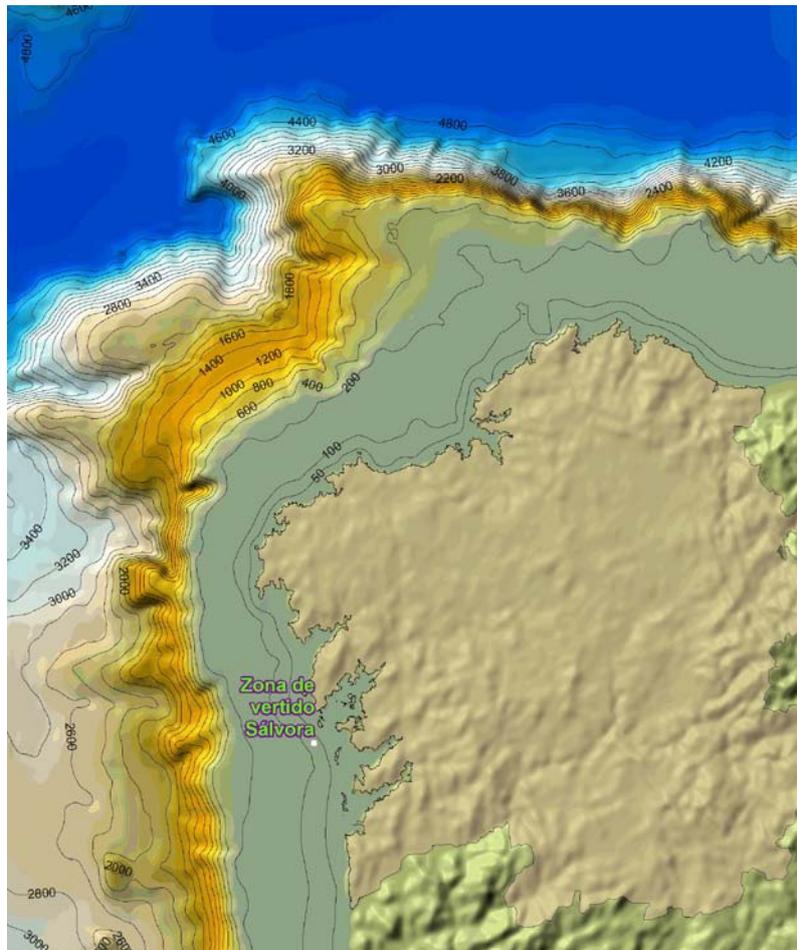


Comparativa ámbitos de dragaxe 1997-2017

Anexo V. ZONA DE VERTIDO

**Anexo III. CARACERIZACIÓN DE LA ZONA
DE VERTIDO.**

ESTUDIOS DE LA ZONA DE VERTIDO “SÁLVORA” (SEGÚN LAS DIRECTRICES PARA LA CARACTERIZACION DEL MATERIAL DRAGADO Y SU REUBICACION EN AGUAS DEL DOMINIO PUBLICO MARITIMO TERRESTRE)



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DO MAR



Noviembre 2016

ESTUDIOS DE LA ZONA DE VERTIDO “SÁLVORA”
(SEGÚN LAS DIRECTRICES PARA LA
CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL DRAGADO Y SU
REUBICACIÓN EN AGUAS DEL DOMINIO PÚBLICO
MARÍTIMO TERRESTRE)

Nº de Expediente: 1014/2015/CMENOR

Noviembre 2016





ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	IDENTIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.	5
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
3.1.	Batimetría y Geomorfología	6
3.2.	Dinámica litoral: Estudio de dispersión de sedimentos	7
3.3.	Caracterización físico-química de aguas y sedimentos.	8
3.3.1.	Análisis de aguas.....	8
3.3.2.	Análisis de sedimentos	10
3.4.	Bentos.....	17
4.	RESULTADOS.....	19
4.1.	Batimetría y geomorfología	19
4.2.	Dinámica litoral	20
4.2.1.	Condiciones oceanográficas.....	20
4.2.2.	Estudio de dispersión de los sedimentos en PSálvora	22
4.2.3.	Caracterización físico-química de las Aguas.	25
4.2.4.	Caracterización físico-química de los Sedimentos.	27
4.3.	El Medio Bentónico	30
4.3.1.	Introducción	30
4.3.2.	Caracterización bionómica. Resultados.....	31
5.	ZONAS DE INTERÉS MEDIOAMBIENTAL.	40
6.	CALADEROS DE PESCA	42
7.	CONCLUSIONES	43

ANEXOS

Anexo I.	Fichas bionómicas
Anexo II	Granulometrías
Anexo III.	Dispersión de sedimentos
Anexo IV	Cartografía



1. INTRODUCCIÓN

El CEDEX (1998) hizo un estudio para la localización de una zona marina adecuada para el vertido del material de dragado del puerto de Villagarcía, en él se analizó la zona de vertido de Sálvora.

En el año 2011 y dentro de la asistencia técnica: “consultoría y asistencia para la redacción y tramitación de un plan para el vertido de los materiales procedentes de los dragados en los puertos gestionados por el Ente Público Portos de Galicia”, se analizó, entre otros, el punto de vertido denominado P03, correspondiente a Sálvora.

Dicha asistencia se había efectuado atendiendo a las exigencias de la normativa de los criterios Cedex “Recomendaciones para la gestión del material dragado en los puertos españoles”, 1994. Los cuales tenían una vigencia de 4 años, desde la fecha de ejecución del estudio.

Asimismo en el año 2015 se ha publicado una actualización de las DCMD: “Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre”. En ellas se contemplan nuevos parámetros a analizar, tanto en lo referente a la calidad físico – química de las aguas y sedimentos, como en las comunidades biológicas.

Por todo ello se ve la necesidad de realizar un nuevo estudio de la zona de vertido propuesta inicialmente por el CEDEX (1998), que permita actualizar y completar la información existente.

La zona **PSálvora** ha sido utilizada como lugar de vertido (por Portos de Galicia), de los dragados efectuados, por Portos de Galicia, en los puertos de O Grove, Moaña, Meloxo, Bodión, Baiona y Rianxo. El volumen total vertido (hasta el año 2014) ha sido de 129.121 m³, repartido de la siguiente forma:

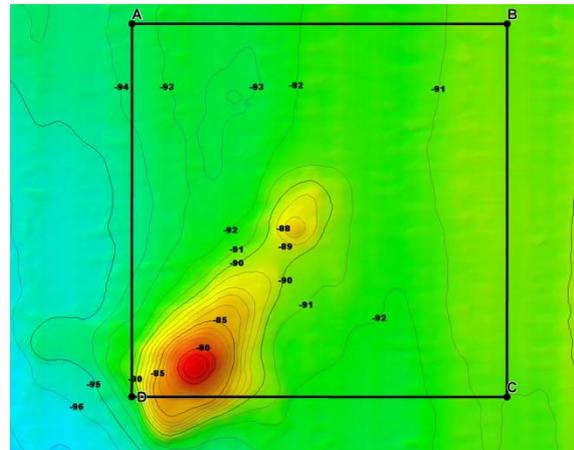
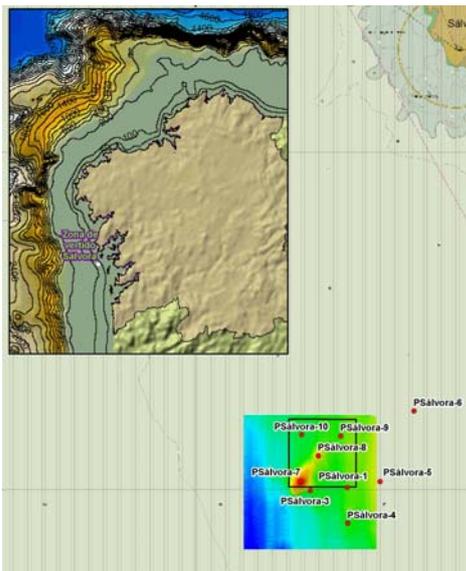
MATERIALES VERTIDOS EN PSÁLVORA 2005-2014		
PUERTO	Volumen vertido (m³)	Material vertido
O Grove	17.722	Arenas Medias, Gruesas y Roca
Moaña	48.108	Arenas Finas Fangosas
Meloxo	12.714	Arena y Roca
Bodión	16.077	Limos
Baiona	12.000	Fangos arenosos
Rianxo	22.500	Fangos arenosos

Todos ellos con categoría I (según normativa CEDEX, 1994).

Asimismo puertos del Estado ha estado efectuando dragados en el puerto de Villagarcía con un volumen entorno a 1.300.000 m³ que ha sido vertido en PSálvora, habiendo además otros vertidos de los que no se tienen datos concretos sobre los volúmenes.

En base a estos hechos y según marca el artículo 33.4 de las DCMD “las zonas de vertido que anteriormente hubieran sido debidamente autorizadas para el vertido del material dragado serán utilizadas preferentemente frente al establecimiento de nuevas zonas de vertido. En ocasiones se requerirá de un estudio que permita valorar los efectos ambientales de los vertidos anteriormente realizados en las mismas”.

Asimismo atendiendo a la clasificación de las zonas de vertido que establece el artículo 31 (DCMD) **PSálvora**, pese a que se encuentra en una zona ZEPA y por tanto sería zona restringida, no obstante se incluye en la categoría de zona no restringida en base a: “Siempre y cuando la normativa específica de conservación de estos espacios no indique lo contrario, no tendrán la consideración de zonas de exclusión o restringidas aquellas que estén histórica o tradicionalmente autorizadas para el vertido de material dragado, previa justificación de que los vertidos realizados con anterioridad no han tenido efectos negativos significativos sobre la calidad del medio marino u otros usos legítimos del mar”.



UBICACIÓN DE LA ZONA: PSÁLVORA		
PUNTO	X	Y
A	496.398	4.696.041
B	497.399	4.696.040
C	497.398	4.695.037
D	496.397	4.695.038



2. IDENTIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

En la zona de vertido (PSálvora) y su entorno se seleccionan las siguientes estaciones de muestreo para realizar una caracterización representativa del mismo.

Punto de Vertido	Estaciones de muestreo	Coordenada X	Coordenada Y
PSálvora	PSálvora-1	497.266	4.695.027
	PSálvora-3	496.714	4.694.984
	PSálvora-4	497.274	4.694.500
	PSálvora-5	497.756	4.695.114
	PSálvora-6	498.263	4.696.160
	PSálvora-7	496.568	4.695.121
	PSálvora-8	496.832	4.695.496
	PSálvora-9	497.166	4.695.788
	PSálvora-10	496.584	4.695.808

Coordenadas en ETRS89

En ellas se han llevado a cabo los análisis representados en la tabla:

- Aguas con sonda multiparamétrica.
- Aguas para analítica con botella hidrográfica “ Niskin”
- Sedimentos
- Bentos

Referencia de muestreo	Sonda	Niskin	Sedimentos	Bentos
PSálvora-1	X		X	X
PSálvora-3	X	X	X	X
PSálvora-4	X		X	X
PSálvora-5	X		X	X
PSálvora-6	X		X	X
PSálvora-7	X		X	X
PSálvora-8	X		X	X
PSálvora-9	-	-	-	-
PSálvora-10	X	X	X	X

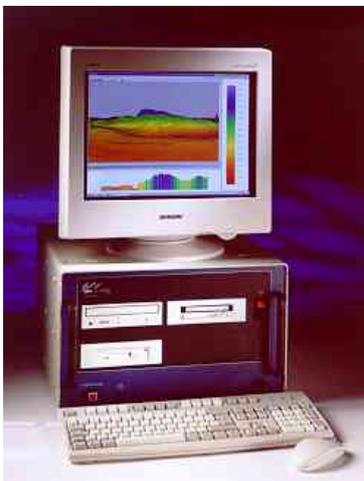
3. MATERIALES Y MÉTODOS.

Las diferentes muestras realizadas, tanto en aguas como en sedimentos, permiten caracterizar la zona físico-química y biológicamente.

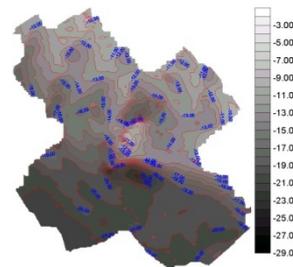
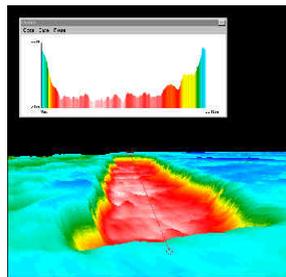
3.1. Batimetría y Geomorfología

Este trabajo persigue ajustar, si fuese necesario, la zona de vertido definitiva, identificar cuencas sedimentarias, sumideros o estructuras orográficas que favorezcan o dificulten en buen funcionamiento del mismo.

El equipo a utilizar es la **sonda multihaz** Geoswath.



Equipo en propiedad del C.I.S



Esta sonda multihaz está diseñada para producir mapas batimétricos digitales, en zonas de estudio muy amplias y hasta profundidades de 200 m.

Sobre el área del levantamiento batimétrico se prospectará con sonar de barrido lateral de 250 Khz para conseguir un mapa geomorfológico, derivado de la señal de reflectividad de los distintos materiales que componen el fondo marino.

Los protocolos metodológicos para estos trabajos consisten básicamente en realizar la prospección con sonar, al unísono que se realiza el levantamiento batimétrico. Tras la campaña de toma de datos en el mar, se inicia el proceso de discriminación de señal y se procede a clasificar la naturaleza de los fondos.

Sobre una cartografía básica de trabajo, donde se reflejan los recorridos de la embarcación, con sus fixes correspondientes debidamente georeferenciados, se procede a la interpretación de los registros de reflectividad con la ayuda de un potente paquete de programas específicos para estas tareas, mediante analizadores de imagen que son calibrados en función de los propios registros.



Paulatinamente, los registros de reflectividad se agrupan en sus equivalentes de los materiales constitutivos de los fondos marinos: roca, arenas, gravas, fangos etc.

3.2. Dinámica litoral: Estudio de dispersión de sedimentos

La metodología empleada se configura en 3 fases:

- Fase 1: Identificación de las zonas protegidas y recursos
- Fase 2: Estudio de corrientes marinas
- Fase 3. Modelado numérico del vertido del material dragado

En el estudio de corrientes se analizan las de marea y de viento, determinando la velocidad y dirección del flujo. Para ello se hizo uso de los datos de corrientes que tiene Meteogalicia, con el modelo MOHID.

En la Fase 3, una vez caracterizadas las dinámicas que van a actuar sobre los vertidos de material de dragado en la zona, se analiza la forma que tendrá el depósito de los materiales sobre el fondo. Para ello se utiliza el modelo numérico STFATE que permite determinar la difusión del material de un vertido desde barcazas y tolvas a corto plazo, en aguas abiertas y su efecto inmediato sobre la calidad del agua.

Con los resultados así obtenidos se cuantifica la afectación que pudieran tener las zonas sensibles (zonas protegidas y recursos pesquero – marisqueros).

La metodología desarrollada se puede consultar en el Anexo III Dispersión de sedimentos, del presente informe.



3.3. Caracterización físico-química de aguas y sedimentos.

3.3.1. Análisis de aguas.

Los análisis de aguas se realizaron in situ con una sonda multiparamétrica, los parámetros determinados son:

- Temperatura
- Conductividad
- pH
- Turbidez
- Salinidad
- Oxígeno disuelto
- Potencial Rédox
- Clorofila a

Cada día, antes de ir a muestrear, todos los sensores se calibran con patrones certificados en el laboratorio para garantizar la calidad de los resultados obtenidos.

En cada estación de muestreo se realiza un perfil de calidad de aguas, desde superficie hasta el fondo, representando en la siguiente tabla los valores a tres profundidades: superficie, medio y fondo.

Además se tomaron muestras en una estación, a tres niveles, para su posterior análisis en el laboratorio, los parámetros a analizar son los siguientes:

- Sólidos en suspensión
- Nitrógeno total
- Fosfatos
- Carbono Orgánico Oxidable
- Concentración de metales pesados: As, Zn, Cd, Pb, Cu, Ni, Cr y Hg
- Coliformes fecales

A continuación se detallan de manera resumida los métodos de ensayo a emplear.



Sólidos en suspensión (PE-06 Gravimetría)

Filtrado de la muestra en un filtro seco previamente tarado. Secado a 105°C y determinación de contenido en sólidos por diferencia de pesadas.

Carbono orgánico total (PE-77 Analizador de C)

Se determina el contenido en carbono orgánico total de la muestra mediante un analizador automático equipado con un detector NDIR con dos canales. En uno se mide el carbono total y en el otro el carbono inorgánico, obteniéndose por diferencia el carbono orgánico.

Fosfatos (PE-07 Espectrofotometría VIS)

Se determina el contenido en fosfatos de la muestra mediante la formación de un complejo coloreado con el ácido ascórbico y molibdato amónico y posterior determinación espectrofotométrica y comparación con curva de calibrado.

Nitrógeno Total Kjeldahl (PE-78 Analizador Kjeldahl)

Se determina el contenido en nitrógeno Kjeldahl de la muestra realizando una digestión ácida en presencia de catalizador y alta temperatura de modo que el nitrógeno orgánico se convierta en amonio. De este modo en la muestra todo el nitrógeno Kjeldahl que es el amonio más el nitrógeno orgánico esta en forma de amonio. Luego se realiza y destilación básica de la muestra digerida en la que todo el amonio se convierte en amoniaco gas que es arrastrado a un recipiente con ácido bórico que lo retiene. Luego se valora el contenido de amonio con sulfato de amonio y hierro.

Nitrógeno oxidado (PE-28 Espectrofotometría VIS)

El nitrógeno oxidado es la suma del contenido en Nitratos (NO_3) y Nitritos (NO_2). En una primera etapa se oxida los nitritos a nitratos mediante una columna de cadmio. Finalmente se determina el contenido en nitratos espectrofotométricamente y comparación con curva de calibrado.

Nitrógeno Total (PE-79 Cálculo)

El nitrógeno total se determina mediante el cálculo correspondiente a la suma de Nitrógeno oxidado+ Nitrógeno Total Kjeldahl, todos ellos expresados en mg N/l.

Metales (Zn, Cd, Pb, Cu, Ni, Cr, Hg y As) (PE-82 ICP/OES)

Se determina el contenido en cada metal de la muestra mediante un equipo de plasma con detector óptico (ICP/OES).

Coliformes fecales (PE-99 Sustrato definido)

Se determina el contenido en coliformes fecales de la muestra por el método de sustrato definido. Las muestras de mar se diluyen en la proporción 1/10 con agua destilada. A esta dilución se le añade el reactivo específico, se introduce en una cámara de incubación hermética y posteriormente se introduce a incubación durante 24 horas a 44°C.



3.3.2. Análisis de sedimentos

Para realizar una clasificación de los sedimentos en función de su nivel de contaminación, se han publicado en 2015 las “Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre”. Según los criterios que se marcan, se establecen tres categorías de material de dragado, en función de los efectos, de naturaleza química y/o bioquímica, que sobre la biota marina y el entorno pudieran producir.

Pertencen a la **categoría A** los materiales correspondientes a proyectos exentos de caracterización y aquellos materiales representados por muestras que cumplan íntegramente alguno de los siguientes supuestos:

- Muestras exentas de caracterización química y biológica que cumplan los 3 requisitos:
 - Contenido de finos inferior al 10%
 - Concentración de COT inferior al 2%
 - El resultado del TPT indica una concentración CE50 superior a 2.000 mg/l.
- Conjunto de muestras no exentas de caracterización química y biológica cuya concentración individual o media sea inferior o igual al nivel de acción A para todos y cada uno de los contaminantes.

Los materiales dragados pertenecientes a esta categoría podrán verterse al mar excepto en las zonas de exclusión.

Pertencen a la **categoría B** aquellos materiales que, no reuniendo los requisitos para ser clasificados como de categoría A, están representados por muestras que cumplen íntegramente alguno de los siguientes supuestos:

- La concentración individual o media para todos y cada uno de los contaminantes resulta ser inferior o igual al nivel de acción B.
- La concentración individual o media de algún contaminante resulta ser superior al nivel de acción B, siempre que los resultados de la caracterización biológica a la que se refiere el artículo 19, indiquen que presentan una toxicidad negativa para la biota marina.

Los materiales pertenecientes a la categoría B podrán ser vertidos al mar excepto en las zonas de exclusión y las zonas restringidas.



El vertido al mar de materiales de categoría A o B deberá ser expresamente autorizado de acuerdo con lo especificado en el Capítulo VIII de las presentes Directrices teniendo en consideración los resultados de un estudio que indique la zona más adecuada para el mismo de manera que se minimicen los posibles efectos negativos de cualquier naturaleza (mecánica, litológica, biológica, sanitaria, etc.)

Pertenece a la **categoría C** aquellos materiales que, no reuniendo los requisitos para ser clasificados como de categoría A o B, están representados por muestras para las que se cumple que:

- La concentración individual o media de al menos un contaminante resulta ser superior al nivel de acción B pero inferior o igual al nivel de acción C y no se hubiera realizado caracterización biológica o los resultados de la misma indiquen que presentan toxicidad positiva, o
- La concentración individual o media de al menos un contaminante resulta superior al nivel de acción C y cumple las condiciones para ser considerado sedimento no peligroso establecidas en el artículo 23.

Excepto en el caso de que se sometan a la adecuada técnica de tratamiento que permita la separación o aislamiento de las fracciones contaminadas, los materiales de categoría C podrán ser reubicados en las aguas del DPMT únicamente de manera confinada y su gestión deberá realizarse de acuerdo con lo indicado en el artículo 27.2.

Si el promotor de la actuación optase por una técnica de gestión común para materiales clasificados en diferentes categorías, ésta debe de ser la correspondiente a los materiales con un nivel más elevado de contaminación.

En caso de resultar clasificado el material en más de una categoría y optarse por una técnica de gestión diferente para los materiales de cada una de ellas, deberá justificarse adecuadamente la viabilidad técnica de la separación de los mismos.

Todas las concentraciones están referidas a la fracción no gruesa del sedimento (inferior a 2 mm) y expresadas en materia seca:



Tabla 1. NIVELES DE ACCIÓN

PARÁMETRO	N.A.A (Nivel de Acción A)	N.A.B (Nivel de Acción B)	N.A.C (Nivel de Acción C)
Hg (mg/kg)	0,35	0,71	2,84
Cd (mg/kg)	1,20	2,40	9,60
Pb (mg/kg)	80	218	600
Cu (mg/kg)	70	168	675
Zn (mg/kg)	205	410	1640
Cr (mg/kg)	140	340	1000
Ni (mg/kg)	30	63	234
As (mg/kg)	35	70	280
Σ 7 PCBs (mg/kg) ⁽¹⁾	0,05	0,18	0,54
Σ 9 HAPs (mg/kg) ⁽²⁾	1,88	3,76	18,80
TBT ⁽³⁾ (mg Sn/kg)	0,05-0,10	0,10-0,20	0,20-1,0
<p>(1) Suma de los congéneres IUPAC números 28, 52, 101, 118, 138, 153 y 180. (2) Suma de los nueve recomendados por OSPAR (Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(ghi)perileno, Benzo(a)pireno, Criseno, Fluoranteno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Pireno y Fenantreno) (3) TBT y sus productos de degradación (DBT y MBT)</p>			

Para la caracterización de los fondos sedimentarios se tomaron como criterios los recogidos por “Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre”, 2015 y se determinaron los siguientes parámetros:

- Análisis granulométrico.
- COT
- Concentración de metales pesados: As, Zn, Cd, Pb, Cu, Ni, Cr y Hg
- PCB's
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs)
- Coliformes fecales



Los análisis se completaron con la determinación del contenido en:

- Hidrocarburos totales
- Hidrocarburos (C10-C40)
- Potencial Redox

Previa a la realización de los ensayos, todas las muestras se homogenizan en el laboratorio con utensilios que no sean susceptibles de contaminarlas.

Todos los análisis, excepto los microbiológicos, se han llevado a cabo sobre las muestras secas. Para ello las muestras una vez recibidas en el laboratorio se secaron a 60°C.

- Los resultados de los análisis están referidos a la base seca.
- para los ensayos químicos se separa una porción homogénea que se tamiza a través de una malla de 2mm.
- Los resultados, de todos los análisis, son representativos únicamente de las muestras analizadas.

A continuación se detallan de manera resumida los métodos de ensayo a emplear.



Análisis granulométricos.

Los análisis granulométricos se realizan sobre la muestra total homogeneizada.

La muestra se pasa a través de una columna de tamices con las siguientes luces de malla:

- 2 mm
- 0,71 mm
- 0,355 mm
- 0,125 mm y
- 1,4 mm
- 0,60 mm
- 0,250 mm
- 0,063 mm
- 1 mm
- 0,50 mm
- 0,180 mm

Se pesa la porción retenida en cada uno de los tamices así como la última, con partículas de diámetro inferior a 0,063mm

Se determinan además los siguientes índices:

- El diámetro medio de partículas (D50)
- D16 y D84
- MODA del sedimento
- % gruesos ($\varnothing > 2\text{mm}$)
- % arenas (\varnothing entre 2 y 0,063mm)
- % finos ($\varnothing < 0,063$)
- Pesos retenidos en cada tamiz
- Representación de la curva granulométrica
- % de conchas y cascajo si existiesen

Carbono orgánico total. (PE-201 Volumetría)

Sobre la fracción seca del sedimento de diámetro inferior a 2 mm se determina el contenido en materia orgánica mediante oxidación con dicromato potásico en medio ácido. Método propuesto por Gaudette (1974).

Los resultados se expresarán en %

Análisis microbiológicos: Coliformes fecales (PE-220 Cultivo en placa)

En una primera etapa se realiza una suspensión en agua para facilitar el paso de las bacterias al medio acuoso. Los extractos acuosos se filtran en membrana estéril y se cultivan durante 24h sobre medio de cultivo específico y a las temperaturas adecuadas.

Los resultados se expresarán en UFC/g de sedimento húmedo

Metales (Zn, Cd, Pb, Cu, Ni, Cr, Hg y As). (PE-261 ICP-OES)

Estudios de la zona de vertido "Sálvora" (según las directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo terrestre)



La fracción de sedimento inferior a 2mm destinada al análisis de metales, se seca a 55°C previa a la digestión correspondiente.

La digestión se lleva a cabo con ácido nítrico, en vaso cerrado de teflón y en microondas. En caso de que las muestras tengan un elevado contenido en materia orgánica, la digestión se realizará con una mezcla de nítrico y peróxido de hidrógeno (H₂O₂) para eliminar completamente la materia orgánica.

Los resultados se expresarán en mg/kg

PCBs. (PE-211 GC-MS)

Los PCBs se determinan sobre una porción seca de sedimento inferior a 2mm. La extracción se lleva a cabo en vasos cerrados de teflón y en microondas con una mezcla de disolventes orgánicos de hexano-acetona.

El extracto de la muestra se purifica y concentra antes de su análisis mediante cromatografía de gases con detector de masas (GC-MS).

Todas las etapas se llevar a cabo en ausencia de exposición a la luz.

Los resultados se expresarán en µg/kg.

PAHs. (PE-210 GC-MS)

Los PAHs se determinan sobre una porción seca de sedimento inferior a 2mm. La extracción se lleva a cabo en vasos cerrados de teflón y en microondas con una mezcla de disolventes orgánicos de hexano-acetona.

El extracto de la muestra se purifica y concentra antes de su análisis mediante cromatografía de gases con detector de masas (GC-MS).

Todas las etapas se llevar a cabo en ausencia de exposición a la luz.

Los resultados se expresarán en µg/kg.

Hidrocarburos totales

Se extraen de la porción seca del sedimento inferior a 63 µm con una mezcla a partes iguales de hexano y acetona en microondas. El extracto se purifica con alúmina y se concentra para finalmente realizar la determinación por cromatografía de gases con detector de masas.

Hidrocarburos (C10-C40). (PE-208 GC-FID)

Los Hidrocarburos se determinarán sobre una porción seca de sedimento inferior a 2mm.

La extracción se llevará a cabo en vasos cerrados de teflón y en microondas con una mezcla de disolventes orgánicos de hexano-acetona.

El extracto de la muestra se purificará y concentrará antes del análisis mediante cromatografía de gases con detector de ionización de llama (GC-FID).

Los resultados se expresarán en mg/kg.



Potencial Redox

Se mantiene el sedimento con un sobrenadante de agua para facilitar la introducción de la sonda. Se introduce la sonda de potencial RedOx, se aguarda a que la lectura se estabilice y se anota el resultado final en mV.

3.4. Bentos

A la hora de llevar a cabo la caracterización bionómica de la zona objeto de vertido, se parte primeramente de la información existente sobre cartografía de sustratos. Una vez analizada, se posicionan los diferentes muestreos que permitan analizar las biocenosis o comunidades presentes en el medio sedimentario y rocoso.

La metodología para el estudio de las comunidades biológicas se basa en las exigencias de las DCMD, 2015, en su anexo III.

Muestras biológicas con Draga Van-Veen

Las muestras biológicas se han llevado a cabo con una draga cuantitativa tipo “Van - Veen” (la más utilizada para estudios bionómicos por la mayoría de los bentólogos tanto en el Atlántico como en el Mediterráneo, debido a que se pueden realizar estudios cuantitativos), con una superficie de muestreo de 0,10m², que permite extraer una muestra de arena o sedimento biológico y su fauna asociada.



Del volumen de sedimento así recogido, se separa en una bolsa una submuestra para granulometría (a través del sistema norma ASTM), caracterización físico-química y el resto se tamiza con una luz de malla de 1 mm.

Las muestras se transportan cerradas y aisladas, para evitar cualquier pérdida o contaminación cruzada, y de forma inmediata después del muestreo.

En el sedimento tamizado se separa la macrofauna presente, para su posterior determinación sistemática de los grupos: anélidos poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos, que son los que caracterizan las comunidades bentónicas.

Se determina la sistemática de los organismos recogidos, a nivel de especie y se procede al estudio de los parámetros ecológicos.



Parámetros ecológicos:

Para la mejor interpretación de los resultados, se calculan los parámetros ecológicos de: Riqueza específica, Diversidad específica (H'), dominancia, Equitatividad y densidad.

Riqueza específica: Es el número de especies presentes en cada muestra, en relación al número total de especies de todas las muestras. Se representa en porcentajes.

$$R.E. = R/P \times 100$$

$R = n^\circ$ especies/muestra

$P = n^\circ$ total especies de todas las muestras analizadas

Índice de diversidad (H') (Shannon y Weaver, 1963): es una función del número de especies y de la distribución del número de individuos, entre dichas especies. Indica la estructura de la comunidad, la cual está en relación directa con las especies y sus abundancias. Se formula de la siguiente manera:

$$H' = \sum_{i=1}^n - p_i \log_2 p_i \quad p_i = n_i / N$$

Donde: n_i es el número de individuos de la especie i en la muestra; N es el número total de individuos en la muestra y p_i es la frecuencia relativa de la especie i .

Índice de dominancia: Es el porcentaje del número de individuos de un taxón con respecto al número total de individuos de la muestra. Se consideran dominantes en una muestra a aquellas especies que tienen un valor de dominancia superior al 1% (Soyer, 1970).

Equitatividad: Representa el nivel de estructuración de una muestra, es decir refleja el reparto de los individuos por especies, en las muestras.

Densidad de organismos: Constituye el número de organismos por unidad de superficie: spp/m².

Con esta información se lleva a cabo el análisis y valoración bionómica de la zona.

Se ha llevado a cabo una campaña de campo, en la que se efectuaron muestreos con una draga cuantitativa Van-Veen. El número de estaciones ha sido de 9, abarcando la zona de estudio y su entorno, la cual se encuentra ubicada entre las batimetrías de los - 80 y - 100 m.

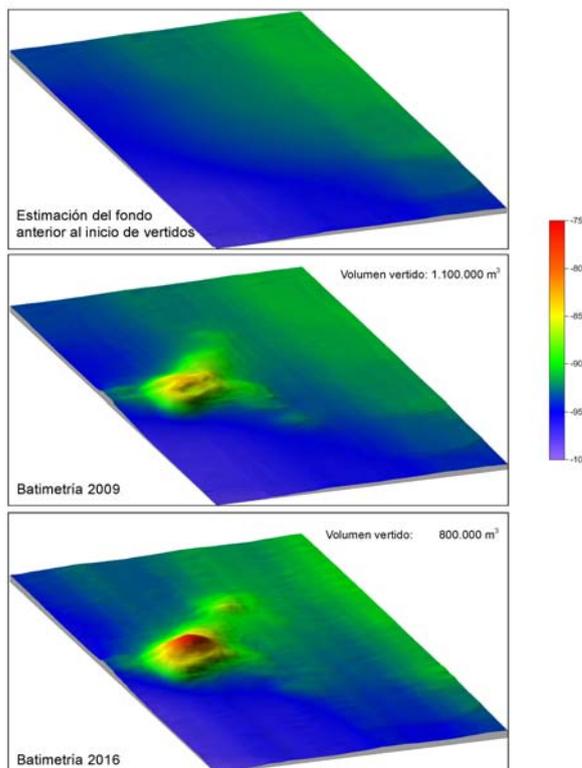
4. RESULTADOS

4.1. Batimetría y geomorfología

Los fondos objeto de estudio se sitúan entre las isobatas de 80 y 100 metros con una pendiente regular en dirección NE. Presenta una geomorfología uniforme a excepción de una zona central en la que se aprecia un resalte sedimentario, coincidente con el punto que se está utilizando como lugar de vertidos periódicos (procedentes de dragados en puertos). En dicha zona se pasa de la cota de -90m a la de -80m.

El plano geomorfológico obtenido de la imagen mosaico de sonar de barrido lateral muestra una panorámica similar a la obtenida por el plano batimétrico. La mayoría de la zona de estudio corresponde a un fondo sedimentario de arenas fangosas (caracterizadas a través de las dragas bionómicas), salvo una pequeña zona al SE con granulometría de arenas gruesas.

Los resultados del estudio están reflejados en el Anexo IV Cartografía, en los planos 2, 3 y 4.



En esta figura se muestra la evolución de la batimetría en la zona de vertido de Sálvora. Para ello se hizo una estimación del fondo anterior al inicio de los vertidos, en la batimetría de 2009 se observa un volumen vertido aproximado de 1.100.000 m³.

En la comparativa de 2009 hasta 2016 se aprecia un volumen de vertido de unos 800.000 m³.

Con estos datos se aprecia que el volumen vertido en Sálvora se aproxima a 1.900.000 m³.



4.2. Dinámica litoral

4.2.1. Condiciones oceanográficas.

El atlántico Norte se caracteriza por la presencia de 3 masas de agua principales: Agua Central Noratlántica (ACNA) y Agua Profunda y de Fondo. En él se pueden diferenciar las siguientes capas:

- Agua de la capa superficial, abarca los 100 primeros metros de la columna de agua y al estar sometida a los intercambios térmicos océano-atmósfera, sus características varían constantemente.
- Agua Central Noratlántica, se encuentra comprendida entre los 100 y 600 m de profundidad. La salinidad decrece entre valores medios de 36,40‰ y 35,55‰, con el aumento de la profundidad. Mientras la temperatura pasa de 17°C a 100m, a 11°C a 600 m.
- Vena de Agua Mediterránea, abarca entre 600m y 1500 m, donde los máximos de salinidades no se distribuyen homogéneamente, en toda la longitud de la vena, mientras el gradiente vertical de temperatura es poco acusado: de 11°C a 660 m, a 9°C a 1.300 m.
- Agua Profunda, se encuentra entre los 1.500 m y 2.500 m de profundidad, constituye una zona de transición entre la vena precedente y el agua de fondo noratlántica. Las temperaturas y salinidades (atendiendo a las estaciones del estrecho de Gibraltar, en dirección a altamar) varían entre: un 35,10‰ y 5°C en 1.500 m y 34,95‰, en 2.500 m, los valores de temperatura y salinidad, a 1.500 m, decrecen paulatinamente desde el estrecho hacia el Norte.
- Agua de Fondo, se encuentra a profundidades superiores a 2.500 m, presentando pequeñas variaciones de temperatura (3,5°C a 2,5°C) y de salinidad (34,97‰ a 34,90‰).

La Vena de Agua Mediterránea y el Agua Central Noratlántica son las que juegan un papel primordial en los afloramientos de aguas profundas (ricas en nutrientes) que tienen lugar en el litoral Noroeste. Este fenómeno se conoce con el nombre de (upwelling). El agua mediterránea sale por el estrecho de Gibraltar hacia el Norte (bifurcándose al encontrarse con el banco de Galicia, frente a Finisterre) con una densidad mayor a la del agua atlántica y por tanto desciende hasta encontrar la isopícnica correspondiente. El efecto de la fuerza de Coriolis hace que esta agua se desvíe hacia su derecha, siguiendo el talud continental portugués, produciendo, en consecuencia, un ascenso de las aguas profundas, lo que permite al agua central noratlántica alcanzar la capa superficial. Debido a ello el agua mediterránea ocupa su emplazamiento.



Este es un fenómeno que ocurre, frente a las costas gallegas (en el período estival), desplazándose en dirección Norte. Si bien con mayor intensidad se produce entre el Norte de Portugal y Cabo Finisterre, no obstante alcanza el Cabo Ortegal y llega a sobrepasarlo, hasta desaparecer en aguas cantábricas, frente a Santander. Comienza en el mes de mayo, alcanzando su máxima intensidad en julio, agosto y primera quincena de septiembre, para desaparecer en octubre.

Se trata de un fenómeno ocasionado por la presencia de vientos dominantes de componente N - NE a lo largo de la costa (consecuencia del anticiclón de las Azores, que se instaura en verano), los cuales provocan una retirada de las aguas superficiales costeras, hacia mar abierto, que son sustituidas por las aguas profundas, más frías y densas, portadoras de los nutrientes del fondo oceánico. Este ascenso es, a su vez, ayudado por una vena de agua más profunda, con origen mediterráneo, que la empuja hasta superficie.

Este afloramiento penetra en las rías por el margen Este, al establecer la circulación estuárica, una salida de las aguas superficiales (menos densas, mezcladas con agua dulce de los ríos) por el margen Oeste. Comienza en el mes de mayo, alcanzando su máxima intensidad en la segunda quincena de julio, agosto y primera mitad de septiembre, para desaparecer a finales de octubre.

La ría de Arosa, presenta una sola masa de agua procedente del exterior y, una vez dentro, se mezcla en mayor o menor proporción, con el agua dulce. En la ría los movimientos de agua están controlados por tres factores: magnitud mareal (comprendida entre 3,5 m, en mareas equinociales y 1,1 m, en mareas muertas), influjo de aguas dulces (la mayor descarga corresponde al río Ulla) y viento, predominando los del N que alternan durante el invierno con vientos del SW.

El sistema de circulación en la ría es el siguiente: como consecuencia de la fuerza de Coriolis, las aguas de la ría, mezcladas con las fluviales, discurren superficialmente por el margen NW, saliendo al exterior como consecuencia de los vientos del N. Esto induce la entrada profunda de aguas oceánicas (más densas) por el margen NE.

Atendiendo a los datos (medias anuales) de la boya más cercana, Cabo Silleiro, los vientos que dominan en las aguas costeras son los del NNW – NE y en menor grado del WSW-SSE. Por períodos estacionales los vientos dominantes en primavera son del S-SW; en verano del N-NNE y W; en otoño del SW - SE y en invierno del SSW-S y SE.

Atendiendo al oleaje (Cabo Silleiro), proviene del 4º cuadrante, siendo dominante el del NW.



4.2.2. Estudio de dispersión de los sedimentos en PSálvora

Atendiendo al estudio efectuado (Aquática, julio 2016), el cual se adjunta completo en el Anexo III, se resumen en este apartado los resultados obtenidos:

Dado que la zona de vertido se encuentra próxima a la Ría de Arosa, cabría esperar una dirección de las corrientes similar al eje principal de la ría (SW-NE), es decir en sentido de las corrientes de marea. No obstante las rosas de corrientes marinas indican una orientación predominante SE-NW, siendo las corrientes superficiales más rápidas, debido a la acción del viento y disminuyen con la profundidad, donde predominan las corrientes de marea.

La dinámica litoral es la confluencia de las corrientes de marea y de las corrientes climáticas (T^a , densidad etc.), las cuales suelen circular paralelas a la batimetría y normalmente en la zona de estudio son más persistentes en el tiempo que las anteriores y más intensas. La velocidad máxima calculada para los meses de enero, febrero es de 0,12 m/s, mientras en marzo y abril se debilita y domina la corriente de marea, con menores velocidades, 0,08 m/s.

Estos resultados no concuerdan con el análisis obtenido en la batimetría realizada, dado que en la imagen 3D se aprecia que la mancha de dispersión de los diferentes vertidos efectuados sigue la misma dirección que las corrientes de marea, es decir SW-NE. Una de las causas pudiera estar en el procedimiento en que se han llevado a cabo los vertidos, con la draga en movimiento.

Referente al proceso de precipitación de los sedimentos se tiene que, una vez realizado el vertido, el proceso de precipitación tiene lugar en 3 fases: una 1ª fase convectiva que describe el seguimiento del material a verter a lo largo de la columna de agua hasta llegar al fondo. La 2ª fase contempla la dispersión del material en el fondo, en base a las características de éste y a la corriente y, por último la 3ª fase es la difusión pasiva, una vez que el material se ha asentado.

Las características del material a verter van a marcar el proceso de hundimiento. Si la concentración de sedimentos es alta en la mezcla y la densidad es mayor a la densidad del agua, en la zona, el material descenderá como una corriente de densidad. La corriente contendrá un rango de diferentes tamaños de partículas, desde finos a gravas. Parte de este material se pierde en el agua circundante debido a las fuerzas de tensión turbulenta y llevada por las corrientes marinas.

Cuando el sedimento llega al fondo o a una profundidad en la columna de agua con la misma densidad que el material en hundimiento, éste no se detiene, sino que continúa extendiéndose radialmente con un aumento de densidad,



impulsado por la corriente hasta que gran parte de la energía se pierde, depositándose entonces en el fondo.

Para el estudio de modelización se han utilizado las granulometrías más desfavorables de dos zonas que se prevé dragar a corto plazo: puerto de Campelo y desembocadura del río Lérez. Se trata de sedimentos compuestos por un 90% de finos y un 10% de arena.

Asimismo se considera que el vertido se hace con la embarcación parada y en el centro de la zona de estudio y previendo que la descarga de todo el material (volumen de 500 y 5000 m³) se realiza en un tiempo de 30''. Los resultados que se obtengan van a estar condicionados a que si el vertido se realiza en una sola fase o en varias. En este sentido si se llevan a cabo vertidos pequeños, la acumulación de sedimento en el centro es mayor, mientras que con un único vertido es mayor la dispersión.

No obstante analizando la dispersión, en el caso más desfavorable (corrientes en régimen extremo) se garantiza que la mayor parte del depósito queda dentro del área delimitada del vertido

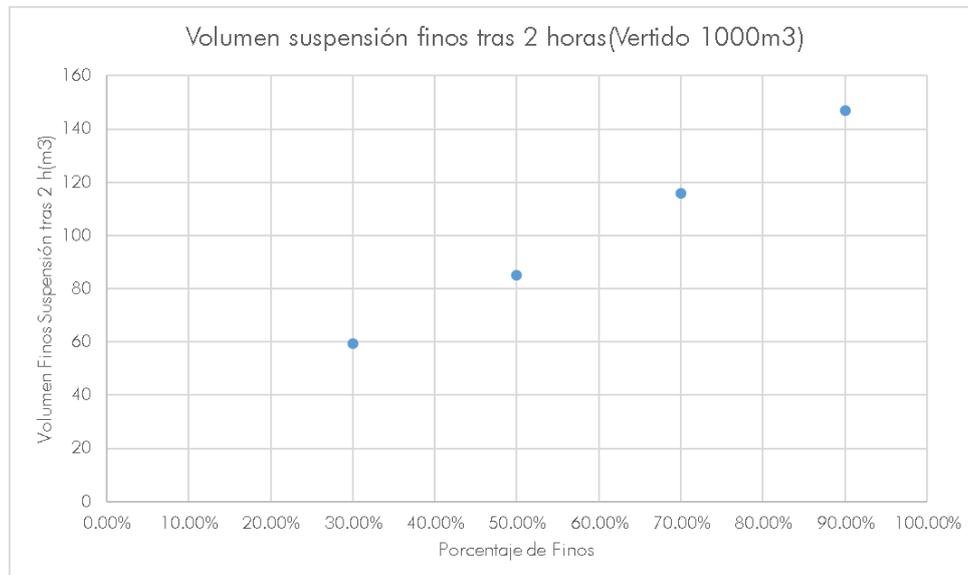


Fig 1.- Volumen de finos en suspensión según la composición de sedimentos.

A la hora de analizar la afección a los espacios protegidos y zonas de recursos pesqueros – marisqueras y, considerando los depósitos mayores a 1mm para todas las direcciones, en el caso más desfavorable (corrientes en régimen extremo con una cántara de 5000 m³) se puede concluir que no van a verse afectadas las citadas zonas, al quedar la mayor parte del depósito dentro del área delimitada del vertido.

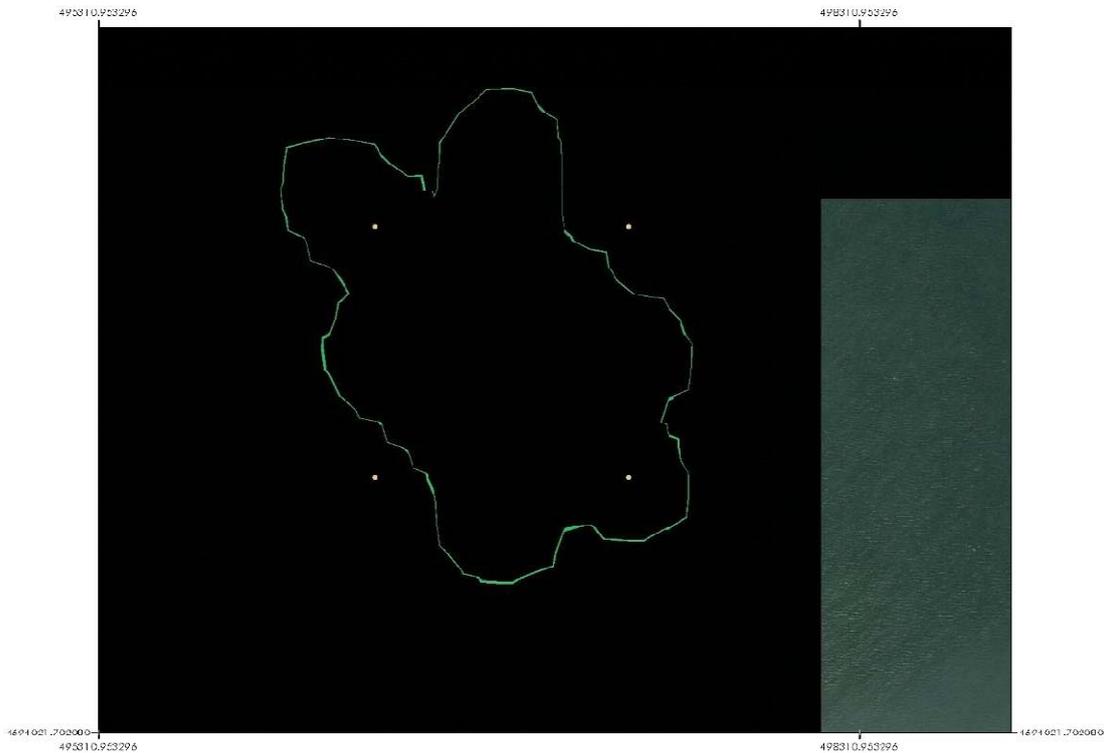


Fig.2 - Superposición de contornos de depósitos. Régimen Extremal ,5000m³ de vertido

Para la realización de nuevos vertidos (siempre que sean con volúmenes superiores a 100.000 m³) se recomienda la realización de una batimetría pre y post obra, que junto a la colocación de un correntímetro durante el tiempo que dure la obra de vertido, permitirá obtener la información suficiente para determinar con exactitud el comportamiento de los sedimentos vaciados en el fondo. Es decir su extensión y la dirección de la mancha de dispersión.

Con los datos así obtenidos se podrán además establecer zonificaciones con más exactitud para vertidos posteriores.



4.2.3. Caracterización físico-química de las Aguas.

Mediante el empleo de sondas multiparamétricas se han obtenido los siguientes datos:

PARÁMETROS		MUESTRAS							
		PSálvora-1	PSálvora-3	PSálvora-4	PSálvora-5	PSálvora-6	PSálvora-7	PSálvora-8	PSálvora-10
Temperatura °C	SUP	13,49	13,52	13,48	13,45	13,51	13,48	13,49	13,48
	MED	14,62	14,76	14,69	14,79	14,92	14,62	14,60	14,61
	FON	14,65	14,73	14,56	14,64	14,41	14,38	14,37	14,35
Conductividad ms	SUP	48,51	48,57	48,49	48,36	48,41	48,45	48,39	48,41
	MED	51,70	52,21	51,94	52,11	52,21	52,17	52,20	52,18
	FON	52,28	52,42	52,25	52,26	52,24	52,11	52,27	52,19
Salinidad ‰	SUP	31,63	31,68	31,61	31,52	31,56	31,60	31,58	31,60
	MED	33,99	34,79	34,17	34,31	34,38	34,35	34,40	34,37
	FON	34,42	34,53	34,40	34,41	34,39	34,30	34,25	34,28
Oxígeno mg/l	SUP	9,44	9,75	9,33	9,14	8,96	9,47	9,46	9,38
	MED	8,03	7,90	7,98	7,75	7,53	7,80	7,86	7,90
	FON	7,55	7,57	7,77	7,61	7,82	7,54	7,59	7,57
Saturación %	SUP	110,29	114,04	108,97	106,69	104,76	110,22	108,31	109,16
	MED	97,46	96,39	97,12	94,58	92,17	98,12	96,27	96,22
	FON	94,33	92,40	94,39	92,58	94,68	94,11	93,57	92,68
pH	SUP	8,04	8,00	8,02	8,01	7,93	8,01	7,99	8,02
	MED	8,00	7,96	8,00	7,99	7,98	8,00	7,95	7,98
	FON	8,00	7,97	8,00	7,99	8,01	8,02	7,99	8,00
Redox mV	SUP	525	530	513	502	462	520	501	512
	MED	526	535	515	503	466	527	510	516
	FON	528	538	517	506	476	530	517	520
Turbidez NTU	SUP	7,42	11,75	4,38	1,57	3,56	3,21	2,70	4,22
	MED	5,01	9,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	FON	0,07	5,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Clorofila ug/l	SUP	4,73	4,32	5,27	5,29	5,08	5,10	5,12	4,95
	MED	5,25	4,09	4,87	5,21	4,32	5,02	4,79	4,16
	FON								

Los valores son similares en las 8 estaciones de muestreo y atendiendo a la profundidad no se aprecian grandes diferencias, tan solo hay ciertas variaciones, en algunos parámetros, entre los valores de superficie con respecto al medio y fondo, lo que indica la presencia de una tenue termoclina.



Muestreos con botella Niskin.

Se ha llevado a cabo la recogida de muestras en las estaciones PSálvora-3 y PSálvora-10. Para ello se tomaron muestras a 3 profundidades: superficie, medio y fondo. La elección del PSálvora-3 se basa en su ubicación sobre la zona que se ha ido utilizando como lugar de vertido y que la batimetría efectuada así lo confirma. El PSálvora-10 se toma dentro de la zona de vertido, pero separado del lugar utilizado anteriormente.

Parámetro	Unid	P Sálvora-3			Método de análisis
		Superf	Medio	Fondo	
Sólidos en suspensión	mg/l	7,0	2,2	3,8	PE-06 Gravimetría
Carbono Orgánico Total*	mg C/l	0,62	0,18	< 0,10	PE-77 Analizador C
Nitrógeno oxidado	mg N/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	PE-28 Espectr. VIS
Nitrógeno total Kjeldahl	mg N/l	< 2,0	< 2,0	< 2,0	PE-78 Kjeldahl
Nitrógeno total	mg N/l	< 2,0	< 2,0	< 2,0	PE-79 Cálculo
Fosfatos	mg P/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	PE-07 Espectr. VIS
Zinc*	mg/l	0,014	0,010	0,010	PE-82 ICP-OES
Cadmio*	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	PE-82 ICP-OES
Plomo*	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	PE-82 ICP-OES
Cobre*	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	PE-82 ICP-OES
Níquel*	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	PE-82 ICP-OES
Cromo *	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	PE-82 ICP-OES
Mercurio*	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	PE-82 ICP-OES
Arsénico*	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	PE-82 ICP-OES
Coliformes fecales*	NMP/100 ml	10	< 10	< 10	PE-99 Sustrato definido

NMP: Número Más Probable

Los ensayos marcados con * y la toma de muestra no están amparados por la acreditación ENAC

Los resultados están referidos exclusivamente a las muestras analizadas.



Parámetro	Unid	P Sálvora-10			Método de análisis
		Superf	Medio	Fondo	
Sólidos en suspensión	mg/l	5,1	3,2	2,6	PE-06 Gravimetría
Carbono Orgánico Total*	mg C/l	0,21	0,16	0,10	PE-77 Analizador C
Nitrógeno oxidado	mg N/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	PE-28 Espectr. VIS
Nitrógeno total Kjeldahl	mg N/l	< 2,0	< 2,0	< 2,0	PE-78 Kjeldahl
Nitrógeno total	mg N/l	< 2,0	< 2,0	< 2,0	PE-79 Cálculo
Fosfatos	mg P/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	PE-07 Espectr. VIS
Zinc*	mg/l	0,012	0,010	0,012	PE-82 ICP-OES
Cadmio*	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	PE-82 ICP-OES
Plomo*	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	PE-82 ICP-OES
Cobre*	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	PE-82 ICP-OES
Níquel*	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	PE-82 ICP-OES
Cromo *	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	PE-82 ICP-OES
Mercurio*	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	PE-82 ICP-OES
Arsénico*	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	PE-82 ICP-OES
Coliformes fecales*	NMP/100 ml	<10	< 10	< 10	PE-99 Sustrato definido

NMP: Número Más Probable

Los ensayos marcados con * y la toma de muestra no están amparados por la acreditación ENAC
 Los resultados están referidos exclusivamente a las muestras analizadas.

Los datos obtenidos muestran una masa de agua limpia, dado el bajo porcentaje de sólidos en suspensión y la ausencia de metales pesados y coliformes fecales.

4.2.4. Caracterización físico-química de los Sedimentos.

La zona de vertido, PSálvora, se caracteriza por tener un fondo sedimentario, constituido por arenas finas fangosas, mientras en los dos cúmulos existentes, ocasionados por vertidos, se encuentran arenas gruesas y cantos y gravas. Asimismo en la estación PSálvora 9 se han encontrado piedras, sin sedimento.

El entorno presenta también un fondo sedimentario constituido por arenas fangosas, fangos arenosos junto a una zona de arenas gruesas.

Cabe indicar que en dos estaciones PSálvora-3 y PSálvora-4 las dragas han subido con piedras, procedentes de vertidos, y sin sedimento, volviendo a efectuar el muestreo y en este segundo intento si se ha recogido sedimento.

Estudios de la zona de vertido "Sálvora" (según las directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo terrestre)



Mientras que en la estación Psálvora-9, siempre subieron piedras, por lo tanto no se puede realizar análisis de sedimento.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los resultados de los análisis granulométricos.

Muestra	Moda (D50)	%gruesos	% arenas	%finos
PSálvora-1	Arenas Finas Fangosas (0,145)	6,50	66,97	26,52
PSálvora-3	Fango Arenoso (<0,063)	19,48	26,90	53,62
PSálvora-4	Arenas Gruesas (0,820)	21,99	68,65	9,37
PSálvora-5	Arenas Finas Fangosas (0,139)	1,20	73,00	25,80
PSálvora-6	Arenas Muy Finas Fangosas (0,100)	1,64	61,27	37,09
PSálvora-7	Arenas gruesas	25,56	67,78	6,67
PSálvora-8	Cantos y Gravas	50,20	47,58	2,22
PSálvora-9	Piedras	-	-	-
PSálvora10	Arenas finas fangosas	0,61	77,02	22,37

D50 en mm (se corresponde con el diámetro medio de las partículas)

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para los diferentes metales analizados:

Muestra	Zn (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Hg (mg/kg)	As (mg/kg)
PSálvora-1	11,6	< 0,1	10,8	< 1	23,2	3,8	0,04	7,17
PSálvora-3	141,6	< 0,1	54,5	< 1	< 1	4,9	0,03	8,64
PSálvora-4	33,1	< 0,1	8,7	< 1	48,8	4,5	0,04	8,06
PSálvora-5	56,4	< 0,1	13,6	< 1	34,6	2,5	0,03	7,31
PSálvora-6	64,1	< 0,1	18,5	< 1	14,5	2,9	0,04	7,62
PSálvora-7	18,2	0,11	2,5	2,5	3,6	10,8	< 0,1	3,5
PSálvora-8	10,8	0,8	1,9	<1	2,5	2,1	<0,1	1,8
PSálvora-9	-	-	-	-	-	-	-	-
PSálvora-10	31,9	0,27	5,7	4,9	7,5	26,5	<0,1	7,8
N.A.A	205	1,20	80,0	70,0	30,0	140	0,35	35,0
N.A.B	410	2,40	218	168	63,0	340	0,71	70,0

N.A.A.: Nivel de Acción A

N.A.B.: Nivel de Acción B

N.A.C.: Nivel de Acción C, recogidos en las "Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre"

(COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE ESTRATEGIAS MARINAS, 2015)



Muestra	COT (%)	CF (UFC/g)	Redox (mV)	PAHs (mg/kg)	∑PCBs (mg/kg)	Hct (mg/kg)	HC C10-C40
PSálvora-1	0,60		80,3	0,05	< 0,01	1,26	
PSálvora-3	3,11		77,5	0,02	< 0,01	1,17	
PSálvora-4	0,81		79	0,06	< 0,01	1,15	
PSálvora-5	0,49		71	0,09	< 0,01	1,12	
PSálvora-6	0,46		72	0,05	< 0,01	1,13	
PSálvora-7	0,28	4		0,007	<0,001		93,9
PSálvora-8	0,30	3		0,005	<0,001		82,3
PSálvora-9	-	-		-	-		-
PSálvora-10	0,64	3		0,030	<0,001		218,2
N.A.A.	---	---	---	1,88	0,05	---	---
N.A.B.	---	---	---	3,76	0,18	---	---
N.A.C.	---	---	---	18,80	0,54	---	---

N.A.A.: Nivel de Acción A

N.A.B.: Nivel de Acción B

N.A.C.: Nivel de Acción C, recogidos en las “Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre”

(COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE ESTRATEGIAS MARINAS, 2015)

El Ni supera el nivel de Acción A, pero no llega a alcanzar valores superiores al nivel de Acción B.