

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

Proyecto Básico



MEMORIA

PROMOTOR: PARQUE EÓLICO MARINO NORDÉS S.L.



INGENIERÍA:



PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	ANTECEDENTES	3
1.2	OBJETO DEL DOCUMENTO	3
1.3	NORMATIVA DE REFERENCIA.....	4
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
2.1	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	6
2.2	CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y OCEANOGRÁFICAS	6
2.2.1	Viento	6
2.2.2	Oleaje.....	8
2.2.3	Corrientes Marinas.....	10
2.2.4	Mareas	11
2.3	PLAZO DE INSTALACIÓN Y TOMA DE DATOS	12
2.4	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	12
2.4.1	Tecnología LiDAR	12
2.4.2	Componentes de la boya FLiDAR	13
2.4.3	Sistemas de protección	15
2.4.4	Sistemas de protección mecánica y eléctrica	16
2.4.5	Condiciones de operatividad y de supervivencia.....	16
2.5	FASES DEL PROYECTO	16
2.5.1	Fase de instalación	16
2.5.2	Fase de mantenimiento.....	19
2.5.3	Fase de desmantelamiento.....	19
3	PLAZO DE EJECUCIÓN	21
4	INCIDENCIA AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD	22
5	PRESUPUESTO E INFORMACIÓN ECONÓMICA-FINANCIERA	23
6	CONCLUSIONES	24

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

ANEXOS:

ANEXO 1: PLANOS

ANEXO 2: ESTUDIO DE COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON LAS ESTRATEGIAS MARINAS DE LA DEMARCACIÓN NORATLÁNTICA

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Parque Nordés S.L., entidad consorciada por BlueFloat Energy y SENER Renewable Investments, promueve la implantación de un proyecto de eólica marina flotante frente al golfo Ártabro, en el noroeste de la costa de Galicia, dentro del área denominada como NOR-2, designada como Zona de Alto Potencial para el desarrollo de la Energía Eólica marina (ZAPER) en la demarcación Noratlántica en los Planes de Ordenación del Espacio Marítimo (POEM), aprobados mediante Real Decreto 150/2023, de 28 de febrero (BOE nº 54, de 04/03/2023).

Como parte imprescindible para garantizar la viabilidad del proyecto, es necesario proceder, previamente a la implantación del parque eólico, a la monitorización de las condiciones atmosféricas y meteo-oceánicas en el emplazamiento durante un periodo mínimo de 1 año, con objeto de proporcionar datos de suficiente precisión para la certificación del futuro parque eólico marino y determinar su bancabilidad.

Para obtener dichos datos se plantea la instalación de una plataforma LiDAR flotante (FLiDAR) adecuada para el análisis del viento a grandes profundidades y bajo condiciones marinas adversas. Dicho dispositivo integrará un sistema LiDAR y mecanismos de compensación de movimientos, específicamente diseñados para su óptima operación en alta mar, junto con los dispositivos de instrumentación que permitan caracterizar de manera precisa y completa el recurso eólico mediante la medición integral de sus más relevantes variables (velocidad del viento, dirección del viento, temperatura, presión atmosférica, humedad relativa, etc.).

La instalación de esta plataforma FLiDAR se realizará fuera del límite de 12 millas náuticas que define la delimitación de las aguas territoriales españolas, en la denominada zona contigua, por lo que al no conllevar ocupación de lámina de agua en Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT), no procede el trámite de Autorización de Ocupación Temporal del DPMT.

Sí procede en cambio, de acuerdo con lo recogido en el Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas, modificado posteriormente por el Real Decreto 218/2022, de 29 de marzo, la obtención de informe favorable del Ministerio para la Transición Ecológica (a través de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar) respecto de la compatibilidad de la actividad o vertido con la estrategia marina de la Demarcación Noratlántica, para la aprobación de la instalación del sistema FLiDAR.

1.2 OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente Proyecto Básico (PB) tiene como objeto definir las actuaciones necesarias para llevar a cabo el despliegue de una boya LiDAR para la medición de viento y parámetros meteorológicos y oceanográficos en la Costa Ártabra, en Galicia.

Para el despliegue de dicho equipo, que se equipara con una instalación de tipo boya o dispositivo flotante anclado al fondo marino, categoría recogida bajo el epígrafe N del Anexo I del R.D. 79/2019, se debe contar con el informe favorable del Ministerio para la Transición Ecológica respecto de la compatibilidad de la citada actividad con la estrategia marina de la demarcación Noratlántica.

De acuerdo con los requerimientos establecidos la citada norma para la tramitación de solicitudes de informe de compatibilidad con la estrategia marina, cuya resolución es competencia de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, la solicitud debe ir acompañadas de la siguiente documentación:

- a) Proyecto o memoria de la actuación que se pretende realizar.
- b) Documentación técnica complementaria relativa a los hábitats y especies de la zona donde se quiere realizar la actuación.
- c) Informe justificativo de la adecuación de la actuación a los criterios de compatibilidad y de su contribución a la consecución de los objetivos ambientales. En el caso de actuaciones que se desarrollen en espacios marinos protegidos, este informe deberá incluir además un análisis específico en relación a los valores protegidos presentes en estos espacios y una justificación de que la actuación es compatible con la conservación de estos valores.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

La plataforma flotante a instalar será una boya EOLOS FLS200, y el área prevista para su instalación se muestra en la Figura 1.

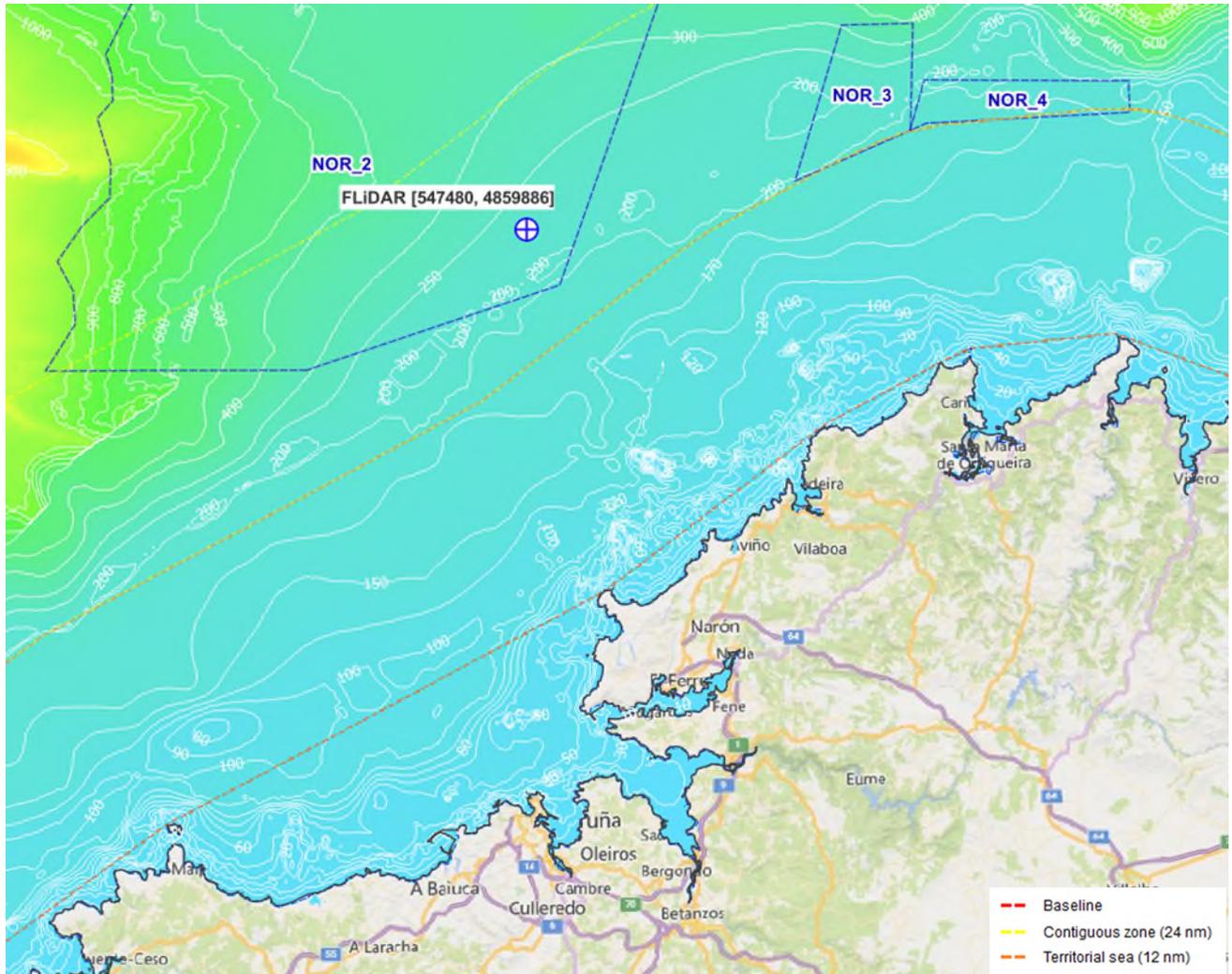


Figura 1. Localización prevista para la boya FLiDAR en la Costa Ártabra.

1.3 NORMATIVA DE REFERENCIA

La normativa de referencia para la autorización de la instalación del proyecto es la indicada a continuación (en orden cronológico):

- Ley 22/1988, de 28 de julio, de costas (BOE nº 181, de 29 de julio).
- Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino.
- Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas (BOE nº 129, de 30 de mayo).
- Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre (BOE nº 247, de 11 de octubre), por el que se aprueba el reglamento general de costas.
- Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas (BOE núm. 236 de 2 de octubre de 2015).

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014 (BOE nº 272, de 9 de noviembre).
- Real Decreto 1365/2018, de 2 de noviembre, por el que se aprueban las estrategias marinas.
- Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas.
- Real Decreto 218/2022, de 29 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas.
- Real Decreto 150/2023, de 28 de febrero, por el que se aprueban los planes de ordenación del espacio marítimo de las cinco demarcaciones marinas españolas (POEM).
- Acuerdo del Consejo de Ministros del 7 de junio de 2019 por el que se aprueban los objetivos ambientales del segundo ciclo de las estrategias marinas españolas.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El sistema FLiDAR se instalará dentro del área propuesta para la implantación del Proyecto de Parque Eólico Marino Flotante Nordés, en la Costa Ártabra. El ámbito de instalación se ubica dentro de aguas territoriales españolas, pertenecientes al Dominio Público Marítimo-Terrestre, en las coordenadas 43° 53' 25,95" N, 8° 24' 31,94" W (en UTM ETRS89 zona 29N corresponden a X=547480, Y=4859886, véase Figura 1).

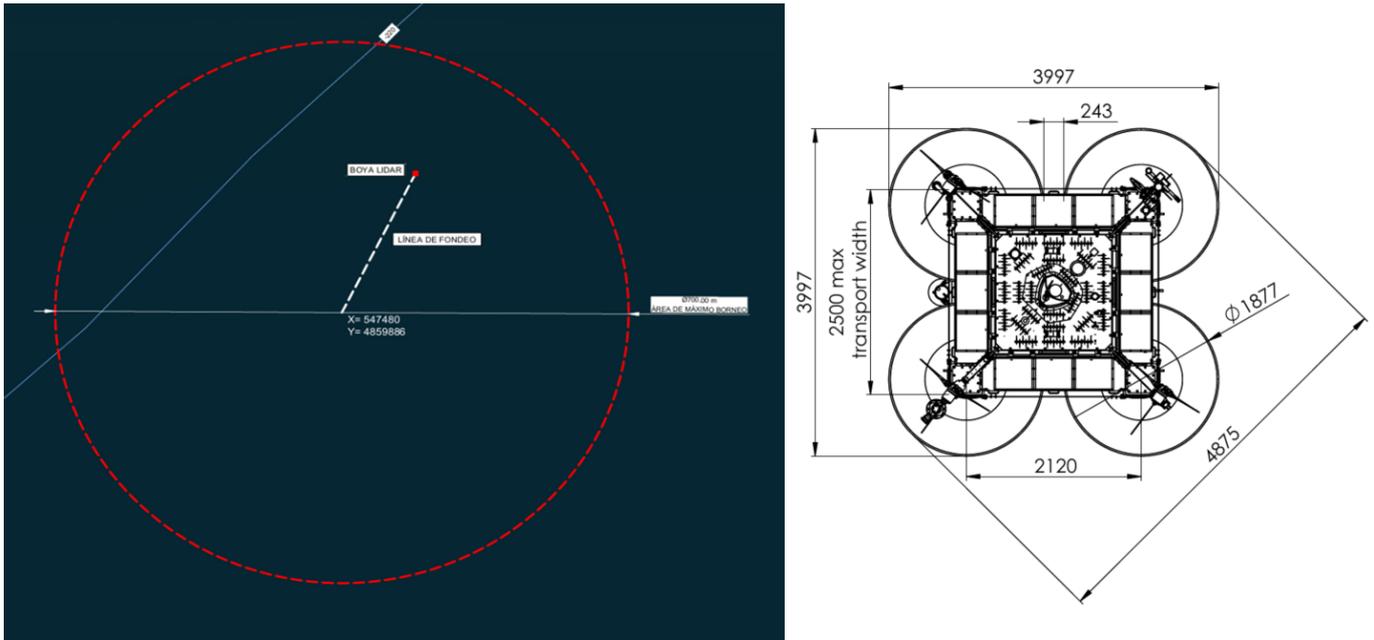


Figura 2. Vista general de la ocupación en planta del área de borneo y de la geometría del FLiDAR.

La profundidad de fondeo es de aproximadamente 217 m en el punto de fondeo, con un radio de borneo estimado de no más de 350 m (ocupación en superficie de hasta 38,5 Ha) y una ocupación máxima del fondo por el movimiento del sistema de fondeo (con una longitud de cadena máxima de 220 m apoyada en el fondo) de aproximadamente 15,2 Ha.

2.2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y OCEANOGRÁFICAS

2.2.1 VIENTO

Los datos de viento disponibles en la zona proceden del Banco de Datos de Puertos del Estado, y corresponden a boyas (medidas instrumentales) y puntos SIMAR (nodos en los que se dispone de series temporales de parámetros de viento y olas calculados a partir de simulación mediante modelos numéricos).

En la zona no se localiza ninguna boya, las más cercanas son las de Estaca de Bares y la de Vilano-Sisargas, mientras que sí se dispone información de un punto SIMAR próximo a la localización de la boya, del que se han obtenido los datos.

En la siguiente imagen se muestra su localización:

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

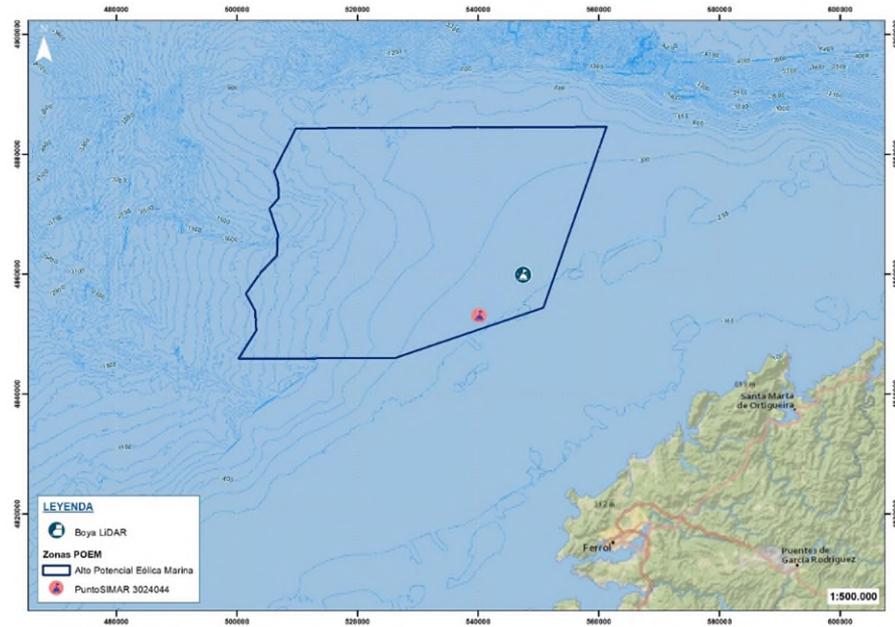


Figura 3. Localización del punto SIMAR. Fuente. Puerto del Estado y elaboración propia.

Se presenta la rosa de los vientos media anual obtenida a partir de los datos de viento para el período 1958-2022. Los vientos predominantes son de procedencia ENE y SW con velocidades superiores a 14 m/s y NE con velocidades superiores a 10 m/s.

ROSA DE VIENTOS del punto SIMAR 3024044

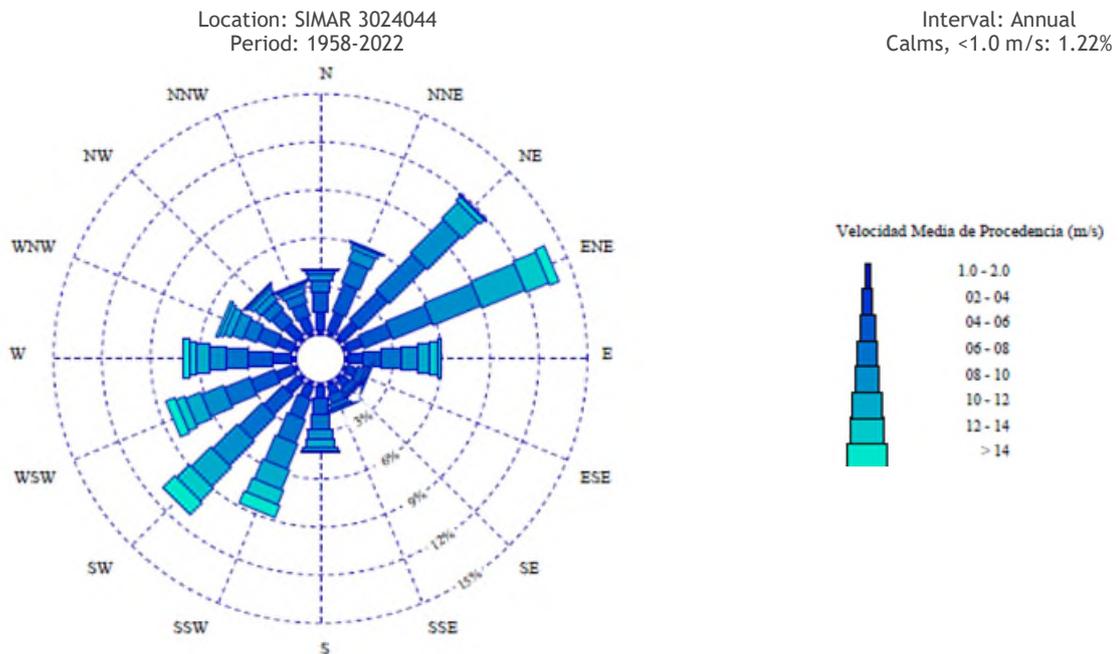


Figura 4. Rosa de vientos del punto SIMAR 2024044 para el periodo. 1958-2022. Fuente: Puertos del Estado

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

En cuanto a la velocidad del viento más frecuente en la zona, está entre 5,5 y 6,5 m/s tal y como se muestra en la siguiente imagen:

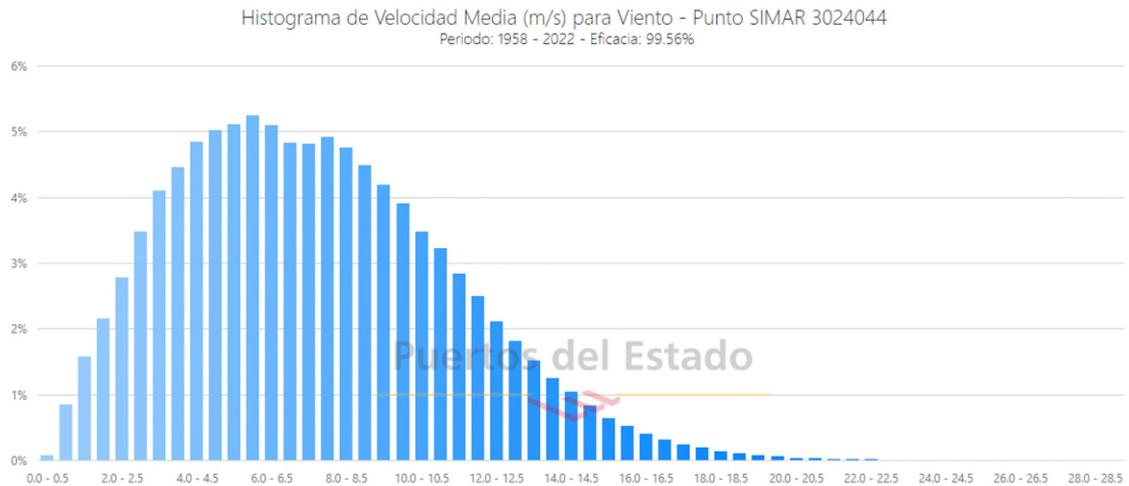


Figura 5. Frecuencia de velocidad del viento en el punto SIMAR 3024044 para el período. 1958-2022. Fuente: Puertos del Estado

2.2.2 OLAJE

Los datos de oleaje se han obtenido de la boya Cabo Vilano-Sisargas de Puertos del Estado. En la siguiente imagen se muestra la localización de la boya de Cabo Vilano-Sisargas:

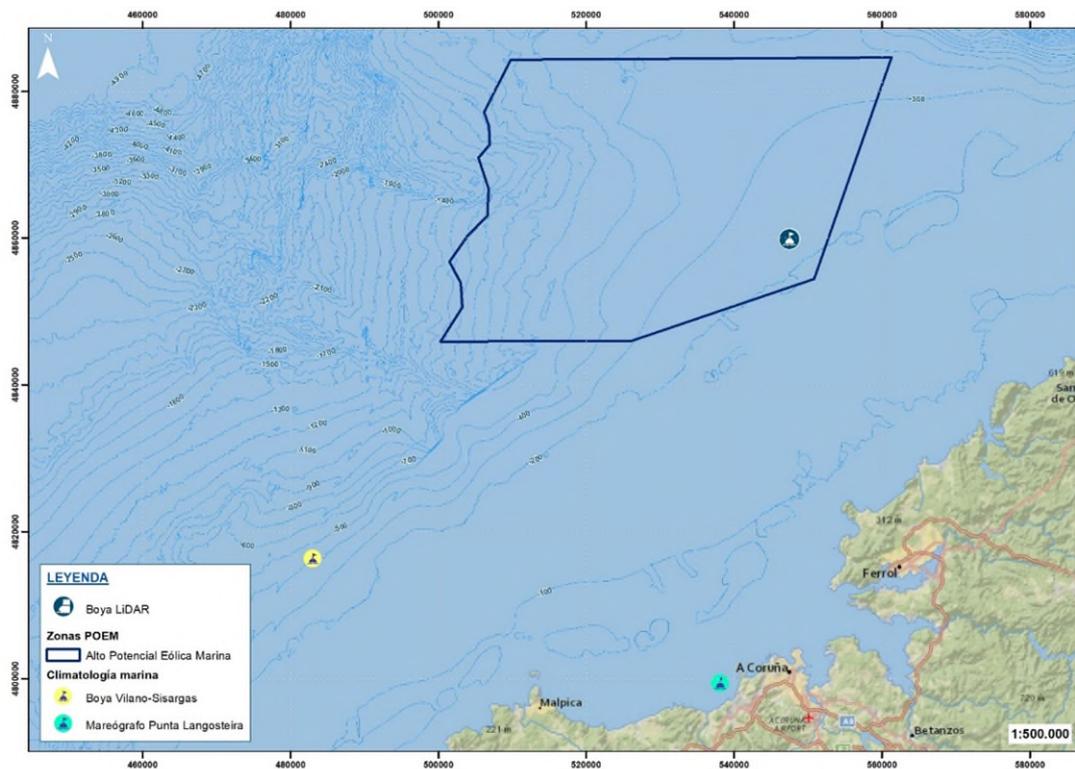


Figura 6. Localización de la boya de Cabo Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

En la siguiente imagen se muestra la rosa de oleaje para el período 1998-2021, la dirección del oleaje más frecuente es desde NW (24 %) seguida de WNW (18%), NNW (14%) y W (10%). Por otra parte los sectores entre el N y WSW tienen frecuencias muy bajas (< 8 %). La altura significativa de ola está entre 1,5-2 m.

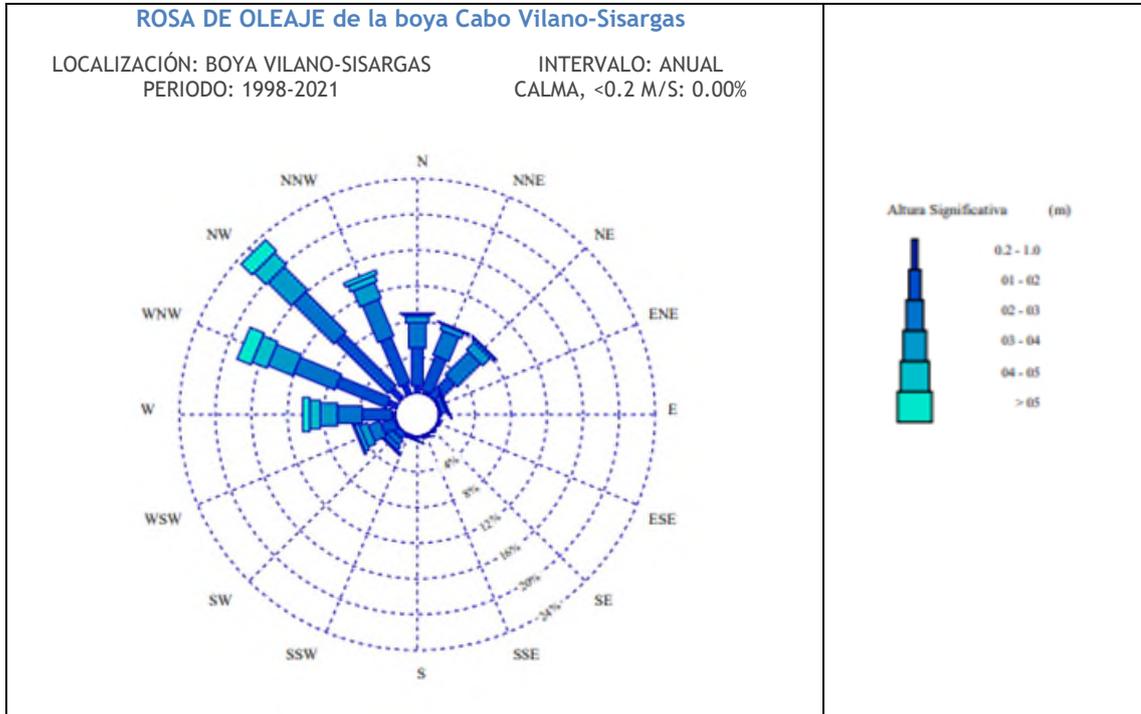


Figura 7. Rosa de oleaje en la boya Cabo Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado



Figura 8. Histograma de frecuencias de altura de ola significativa en la boya Cabo Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

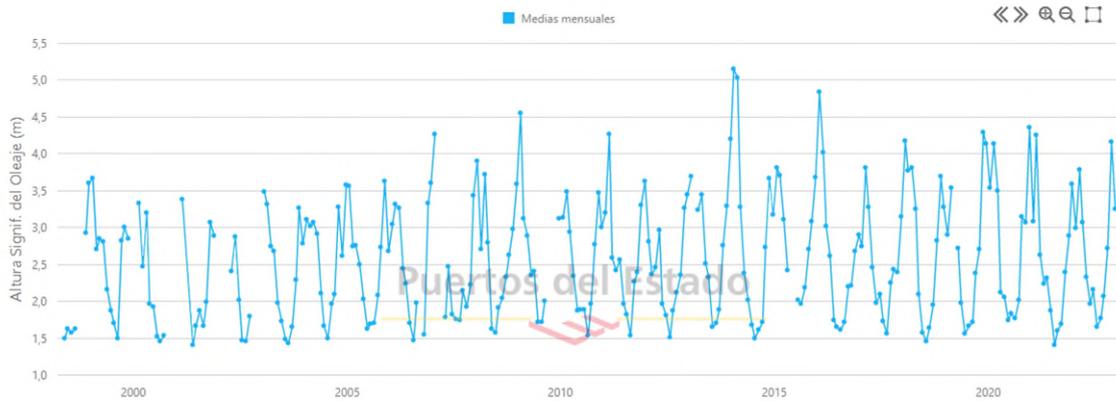


Figura 9. Media mensual de altura significativa de ola en la boya de Cabo Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado

El verano corresponde al período de baja energía, mientras que las condiciones de alta energía dominan durante el otoño y el invierno. El período medio de las olas es de 7,0 a 13,3 s.

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	0.003	0.012	0.056	0.021	-	0.002	-	-	-	-	0.094
1.0	-	0.085	0.920	2.506	1.828	0.228	0.085	0.019	-	0.002	-	5.673
1.5	-	0.077	2.598	5.350	6.858	1.280	0.294	0.073	0.023	0.007	-	16.559
2.0	-	-	2.885	4.802	8.572	3.264	0.586	0.158	0.037	-	-	20.305
2.5	-	-	1.527	4.252	6.005	4.379	1.118	0.245	0.042	0.002	0.002	17.573
3.0	-	-	0.277	3.019	3.885	4.195	1.343	0.273	0.038	0.003	-	13.033
3.5	-	-	0.021	1.494	2.459	3.094	1.344	0.256	0.014	0.007	0.003	8.692
4.0	-	-	0.002	0.614	1.628	2.251	1.310	0.297	0.016	0.007	-	6.124
4.5	-	-	-	0.169	0.948	1.510	1.207	0.289	0.014	0.003	-	4.139
5.0	-	-	-	0.049	0.541	0.850	0.970	0.301	0.019	-	-	2.731
> 5.0	-	-	-	0.019	0.400	1.136	1.981	1.299	0.193	0.049	-	5.077
Total	-	0.165	8.242	22.329	33.146	22.187	10.240	3.211	0.395	0.080	0.005	100 %

Figura 10. Periodo de pico de ola (Tp) y altura significativa (Hs) de la boya Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado.

2.2.3 CORRIENTES MARINAS

Al igual que en el caso anterior los datos se han obtenido de la boya de Cabo Vilano-Sisargas. La media anual de corriente presenta una dirección predominante de NNE y ENE. Aproximadamente el 54 % de las velocidades medias son superiores a 16 cm/s.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

Rosa de Velocidad Media (cm/s) para Corrientes - Boya de Villano-Sisargas
 Periodo: 1998 - 2022 - Eficacia: 74.05%

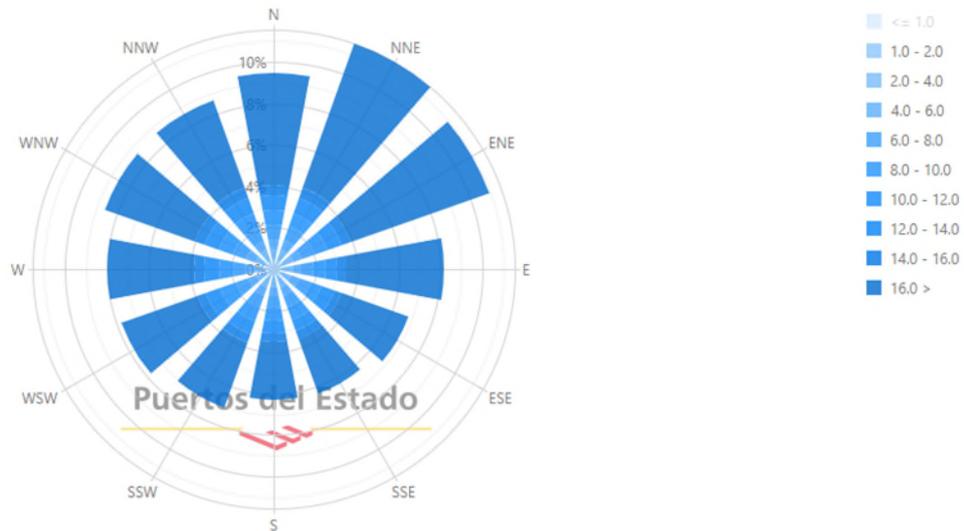


Figura 11. Corriente media de rosa de la boya Vilano-Sisargas (1998-2022). Fuente: Puertos del Estado.

2.2.4 MAREAS

El régimen de mareas consiste en mareas semidiurnas, con dos ciclos diarios. La marea creciente se extiende de sur a norte por el océano Atlántico, originando una corriente de marea en las costas de la Demarcación del Atlántico Norte, cuya influencia empieza a notarse en la plataforma continental gallega por encima de la isóbata de 100 m, haciéndose más sensible a medida que se acerca a tierra. Las mareas en la zona son muy importantes y pueden alcanzar hasta 4 m de amplitud de marea.

Para la caracterización de las mareas en la zona de estudio se ha utilizado el mareógrafo de Langosteira, que incluyen el sistema REDMAR. En la siguiente tabla se muestran las principales referencias del nivel del mar (cm) para un período de 2012-2022 referido al cero REDMAR.

Tabla 1. Referencias del nivel del mar del mareógrafo de Langosteira. Fuente: Puertos del Estado

Referencias de niveles del mar (cm) Mareógrafo de Langosteira	
Máximo nivel observado	457
Máxima marea alta astronómica	445
Nivel medio del mar	226,8
Mínima marea baja astronómica	261
Mínimo nivel observado	-5

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

2.3 PLAZO DE INSTALACIÓN Y TOMA DE DATOS

La instalación del equipo FLiDAR en el emplazamiento indicado dentro de la Zona Contigua al Mar Territorial será de tipo temporal, previéndose un periodo total de fondeo de aproximadamente 26 meses, en los cuáles se incluye el periodo de registro previsto (24 meses) y 2 meses adicionales como periodo de contingencia.

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

2.4.1 TECNOLOGÍA LIDAR

Los sistemas de medición de viento mediante LiDAR son sistemas que cuantifican el viento a través de pulsos de luz infrarroja que es captada por las partículas presentes en el aire (aerosoles atmosféricos naturales como el polvo, el polen o las gotas de lluvia). Cuando el haz infrarrojo incide en estos aerosoles, parte de la luz se retrodispersa en un receptor. El viento afecta al movimiento de estos aerosoles y cambia la frecuencia de la luz retrodispersada. Este cambio de frecuencia es medido por un fotodetector, y a partir de estas mediciones se calcula la velocidad y la dirección del viento.

La boya utiliza el LiDAR de onda continua ZX Lidars 300M, que está equipado con dispositivos de teledetección totalmente autónomos, proporcionando información en tiempo real. Se alimenta mediante baterías y fuentes de energía renovables, lo que garantiza su total autonomía.

El sistema LiDAR mide la dirección y velocidad del viento en función de la altitud a la que se encuentre.

Características del LiDAR de onda ZX 300M	
Rango medida	10-200 metros (Medidas Lidar) 0 - 10 metros (Estación meteorológica)
Longitud de la sonda	± 0,07 metros a 10 metros ± 7,70 metros a 100 metros
Alturas medidas	10 configurable por el usuario 1 medición adicional de la estación meteorológica
Frecuencia de muestreo	50Hz (hasta 50 puntos de medición cada segundo)
Frecuencia de promediado	1-s 10 min
Precisión de la velocidad el viento	0,1 m/s
Variación de la dirección	0,5°
Rango velocidad medida	De 1 m/s a 80 m/s

Tabla 2-2. Características del LiDAR de onda ZX 300M. Fuente: EOLOS Floating Lidar Solutions.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

2.4.2 COMPONENTES DE LA BOYA FLIDAR

El dispositivo de medición propuesto es una boya EOLOS FLS200, caracterizado por ser un sistema de medición autónomo basado en la tecnología LiDAR montado sobre una estructura ligera y compacta, con la robustez necesaria para soportar entornos marinos offshore. El sistema LiDAR que incorpora es un sistema de onda continua que proporciona mediciones remotas del viento a través de hasta diez alturas predefinidas, con un alcance máximo de hasta 300 metros.

Además del sistema LiDAR, la plataforma flotante albergará un conjunto de sensores oceanográficos y meteorológicos adicionales, incluyendo una estación meteorológica, un perfilador de corrientes Doppler, una sonda de medida de conductividad del agua, un sensor de oleaje y sistemas de posicionamiento GPS y corrección de movimientos.

Los datos registrados por el dispositivo son enviados a un registrador de datos a través de una conexión Ethernet, donde se almacenan en formato bruto. A continuación, se procesan y se envían promediados a un controlador principal, previamente a su transmisión a servidores de cálculo en tierra a través de la red de satélites mediante tecnología 3G/4G. La plataforma FLiDAR está equipada con un software que permite la comunicación bidireccional, de manera que es posible controlar la parametrización de los sensores de forma remota.

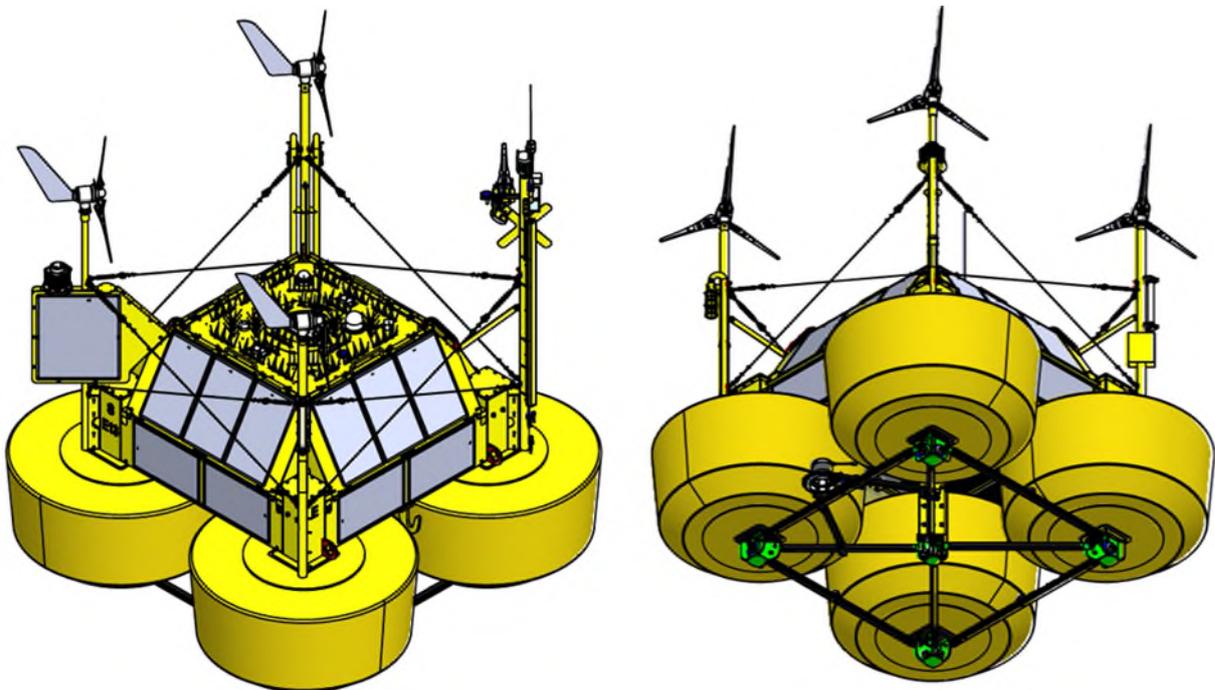


Figura 12. Geometría general de la boya FLiDAR. Fuente: EOLOS Floating LiDAR Solutions.

La plataforma flotante está formada por cuatro flotadores cilíndricos de aproximadamente 2 m de diámetro y 940 mm de altura, con lo que tiene unas dimensiones máximas en planta de 4 x 4 m y un peso total de 3600 kg.

Estos flotadores están unidos entre sí por un armazón metálico inferior de forma cuadrada que conecta con el centro de cada flotador en su base, reforzados por dos perfiles en forma de cruz que los conectan con un eje central.

Sobre la plataforma flotante se ubica una estructura metálica de base cuadrada que sustenta los diferentes sensores, así como un conjunto de placas fotovoltaicas y aerogeneradores encargados de proporcionar la energía necesaria para el funcionamiento de los sensores y sistemas del dispositivo.

Sus principales características se muestran en la siguiente figura:

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

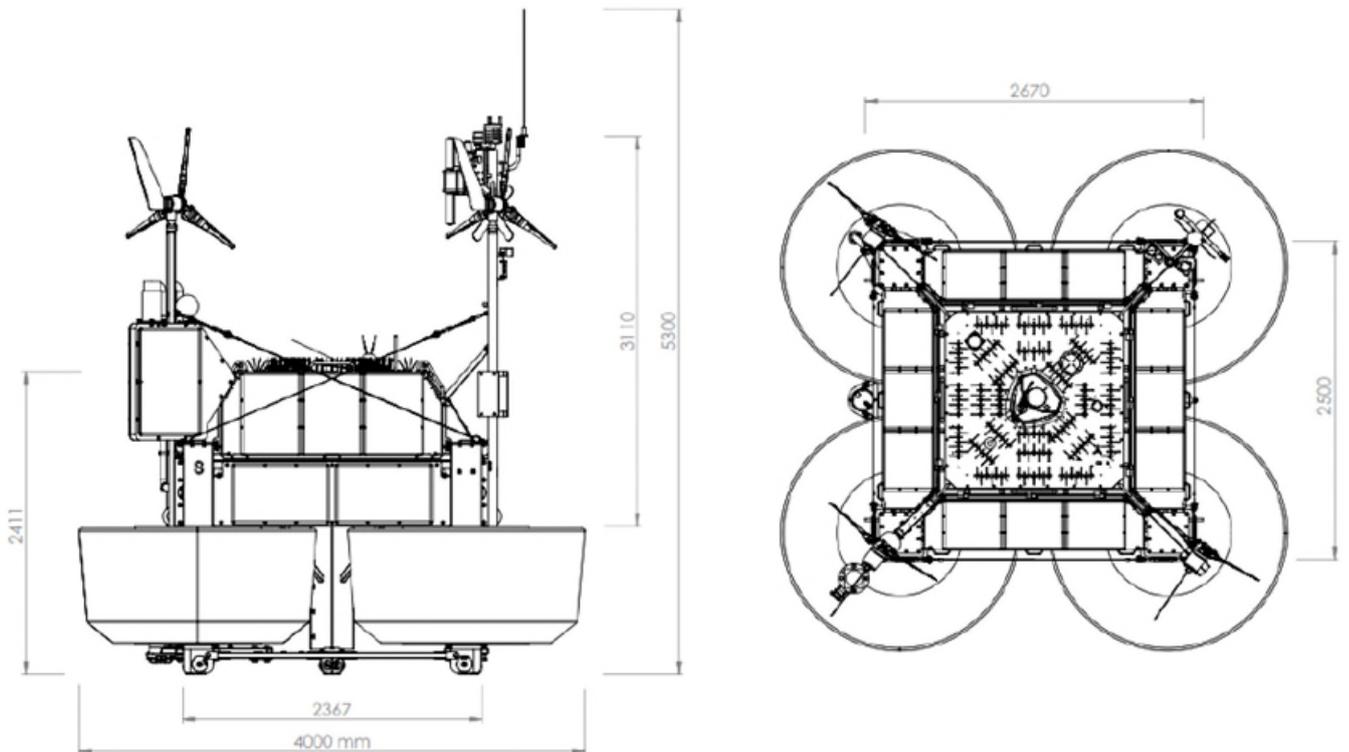


Figura 13. Geometría y dimensiones principales de la boya FLiDAR. Fuente: EOLOS Floating LiDAR Solutions.

Descripción	Unidad	Valor
Largo	m	4,00
Ancho	m	4,00
Calado	m	1,17
Puntal	m	5,30
Masa en seco	t	3,6
Flotabilidad neta	t	5,3
Área expuesta al viento	m ²	6,11

Tabla 3. Dimensiones y características principales de la boya. Fuente: EOLOS Floating LiDAR Solutions.

En tres de los vértices de la estructura metálica se ubican tres turbinas eólicas, mientras que en el cuarto vértice se localiza un mástil meteorológico de 3,11 m de altura finalizado en una antena AIS, por lo que la altura máxima del dispositivo sobre la superficie del agua es de aproximadamente 4,13 m, mientras que el calado máximo es de aproximadamente 1,17 m.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

El sistema de fondeo consiste en cuatro catenarias conectadas con la base de cada uno de los flotadores cilíndricos, que se conectan entre sí a una cierta profundidad bajo la plataforma a una única línea de fondeo, compuesta por varios tramos de catenaria y cabo de polietileno de alta resistencia tipo Dyneema o similar. El tramo final de esta línea consistirá en una cadena que se apoyará en el fondo marino y estará conectada a un peso muerto de 8t. La longitud máxima de cadena apoyada en el fondo será de 220 m.

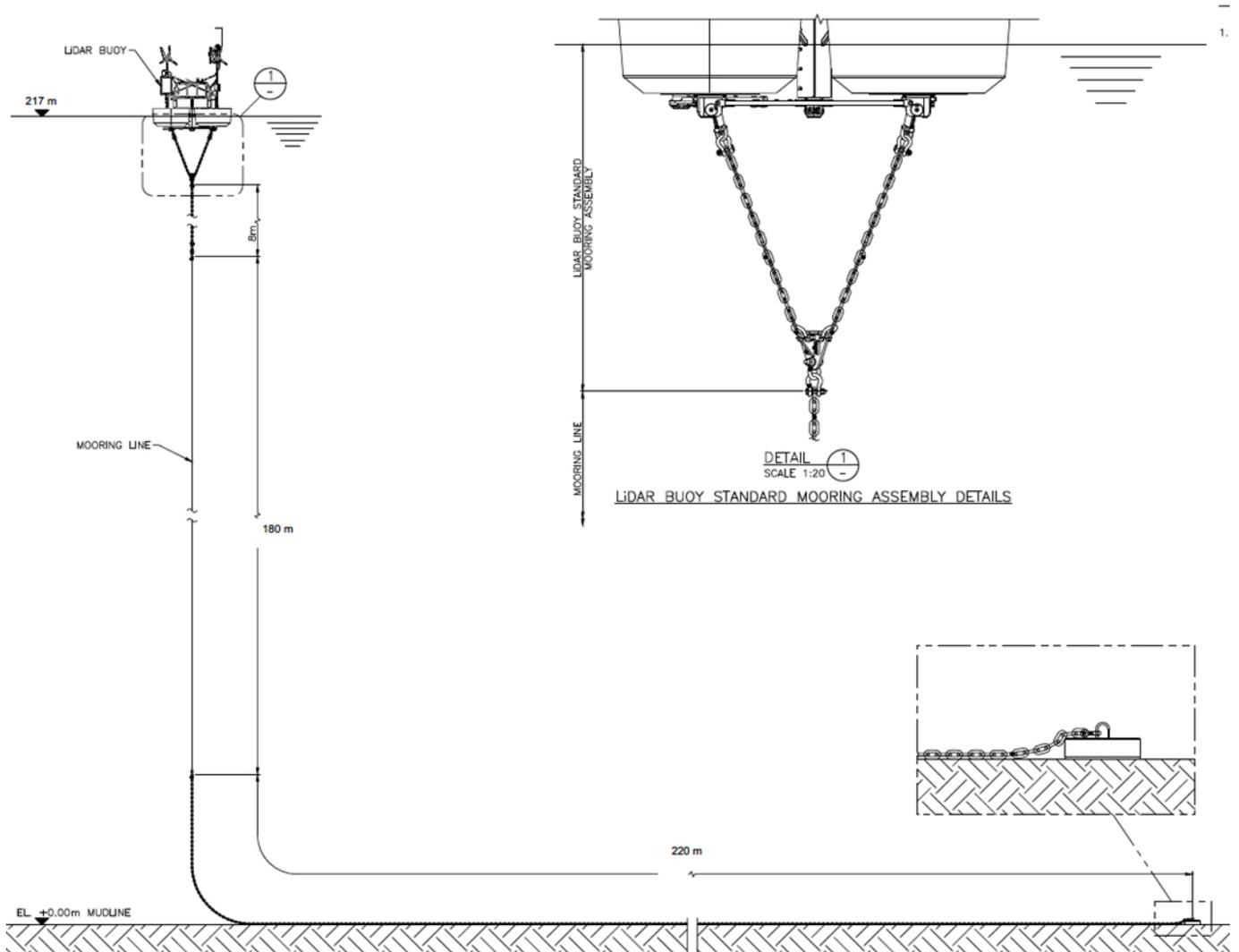


Figura 14. Esquema del sistema de fondeo de la boya FLiDAR. Fuente: EOLOS Floating LiDAR Solutions.

2.4.3 SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Los materiales empleados en la construcción de la boya son resistentes al entorno marino, e incluyen acero inoxidable AISI316L, aluminio de calidad marina, plásticos y el caucho, con aplicación de distintos tipos de pintura protectora en función del grado de exposición a la corrosión. La pintura es necesaria tanto para proteger los elementos de la boya del entorno marino como para hacerla visible a los barcos que pasan cerca. Las partes visibles van pintadas en amarillo RAL 1023, tal y como establece la convención IALA. Las partes sumergidas se pintan con una capa antiincrustante inocua para el medio ambiente para evitar el crecimiento excesivo de la vida marina.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

Se emplean asimismo de ánodos de sacrificio de zinc repartidos por la parte sumergida de la estructura mecánica para limitar la corrosión. También se emplean casquillos de nylon para el aislamiento de elementos metálicos sumergidos de diferente composición (hierro-acero inoxidable).

Se contemplan además los siguientes métodos de protección para evitar la colonización por la vida silvestre y el acceso humano no deseado a la boya:

- Protección frente a aves: espinas disuasorias de policarbonato colocadas por toda la superficie de la boya para evitar que las aves la utilicen como posadero y ensucien los paneles solares.
- Colonización de organismos incrustantes: Uso de pintura antifouling para minimizar la incrustación de material orgánico y el crecimiento de animales marinos en los componentes sumergidos.
- Vandalismo: Cuatro puertas con cerradura, una en cada uno de los cuatro lados, protegen los sistemas internos (LiDAR, comunicación y componentes electrónicos); éstas proporcionan el soporte para los paneles solares; y evitan cualquier intento no deseado de acceso a la plataforma.

2.4.4 SISTEMAS DE PROTECCIÓN MECÁNICA Y ELÉCTRICA

- Conexiones impermeables: Uso del grado IP67 para los elementos de la boya no sumergidos e IP68 para los sumergidos. Protección contra la intrusión de agua mediante juntas en las cajas de los equipos, los compartimentos de las baterías y los conectores. Conectores con grado de estanqueidad IP68. Uso de cables con cubiertas resistentes a la intemperie y al agua.
- Choques y vibraciones: Equipos resistentes a golpes y vibraciones de acuerdo con la información proporcionada por los fabricantes.
- Sobretensión: Protectores de sobretensión originados en baterías o elementos de producción de energía mediante reguladores.
- Inversión de polaridad: Protección contra la inversión de polaridad de cada equipo.
- Exceso de consumo de energía / cortocircuitos: Protección contra el exceso de consumo de energía / cortocircuitos mediante fusibles y disyuntores en miniatura (MCB).
- Antiexplosión: Compartimentos de las baterías con válvulas de presión para evitar una presión interna excesiva, rellenos de nitrógeno, evitando la presencia de oxígeno, para minimizar el riesgo de explosión por posible fuga de hidrógeno. Existe un procedimiento de seguridad específico para esta operación.

2.4.5 CONDICIONES DE OPERATIVIDAD Y DE SUPERVIVENCIA

La boya EOLOS FLS200 ha sido diseñada para soportar las cargas marinas de los entornos marítimos más duros. El único factor limitante operativo son las olas rompientes: la unidad EOLOS FLS200 no debe desplegarse en zonas con olas rompientes.

El rango de temperatura límite de trabajo del EOLOS FLS200 es de -20°C a +50°C.

Todas las unidades EOLOS FLS200 están diseñadas y fabricadas para durar un mínimo de 10 años de vida operativa en alta mar.

En cuanto a la fiabilidad de los datos del viento, podemos definir dos conjuntos de límites operativos:

- Velocidad máxima de viento operativa del ZX LiDARS 300M: 70 m/s
- Olas: Altura: máximo 20 m, Periodo: 1.5 -33 s
- Corrientes: ADCP: máx. 10 m/s

2.5 FASES DEL PROYECTO

2.5.1 FASE DE INSTALACIÓN

2.5.1.1 Puerto base

La instalación de la boya se realizará directamente desde el Puerto Exterior de Punta Langosteira, a donde será transportada en contenedor marítimo y donde se procederá a su montaje.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

2.5.1.2 Embarcaciones de trabajo

El transporte hasta el punto de fondeo y su instalación se realizarán mediante una embarcación de trabajo tipo remolcador, dotada de una cubierta de trabajo y medios de elevación suficientes para la estiba y elevación del sistema de fondeo y la plataforma flotante. A modo de ejemplo, la siguiente tabla resume las características tipo de una embarcación de trabajo comúnmente empleada para la botadura de este tipo de boyas:

Item	Detalle
Tipo de buque	Remolcador multipropósito
Eslora	30-38 m
Manga	9-15 m
Calado	1,50 - 3,20 m
Velocidad máxima	8-11 kts
Superficie de cubierta mínimo	150 m ²
Capacidad de carga sobre cubierta	5 ton/m ²
Tiro de bolardo	30-40 ton

Tabla 4. Características tipo de la embarcación de trabajo requerida.

2.5.1.3 Proceso de instalación

En el puerto base se cargará tanto la boya FLiDAR como su sistema de fondeo sobre la cubierta de la embarcación, con la ayuda de la propia grúa instalada a bordo.



Figura 15. Configuración de izado de la boya. Fuente: EOLOS Floating LiDAR Solutions.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

Al llegar a la zona de fondeo, el buque confirmará la posición de fondeo y empleará sus sistemas de posicionamiento dinámico para mantener una posición estable frente al oleaje.

En primer lugar se procederá al fondeo del peso muerto y la línea de fondeo, que se largarán por la popa de la embarcación de forma controlada con la ayuda de un cabrestante y un detenedor de cadena (“chain stopper”).

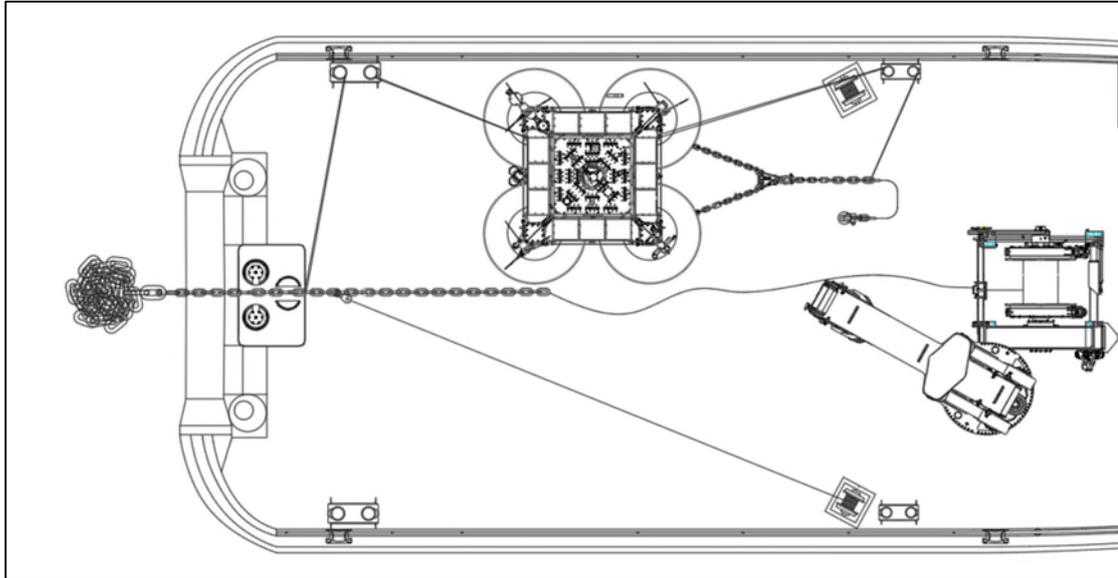


Figura 16. Esquema de la instalación del sistema de fondeo de la boya. Fuente: EOLOS Floating LiDAR Solutions.

Los tramos de catenaria y de cabo de polietileno se conectarán entre sí mediante un grillete de 12t, a medida que se va largando la línea. Una vez la línea de fondeo se encuentre totalmente desplegada, se mantendrá su extremo superior sujeto mediante el detenedor de cadena mientras se conecta el conjunto de las cuatro cadenas que conforman el terminal superior de conexión con la boya.

Una vez conectado el sistema, se botará la boya con la ayuda de la grúa de la embarcación, situándola sobre su posición prevista, y una vez comprobada la adecuada posición de la misma con respecto a la línea de fondeo, se liberará el extremo superior de la catenaria, ya conectado a la boya, para que se hunda por su propio peso bajo la boya.

El fondeo se realiza por tanto con una operación sencilla que puede ejecutarse en una única jornada de trabajo. Para ello será indispensable elaborar un plan de ejecución pormenorizado y adaptado a los medios seleccionados para la botadura, contemplando las medidas de seguridad, comunicación y coordinación apropiadas para garantizar una adecuada gestión de las posibles contingencias.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA



Figura 2-17. Briefing antes de la instalación de las boyas FLS200. Fuente: EOLOS Floating LiDAR Solutions

2.5.2 FASE DE MANTENIMIENTO

2.5.2.1 Periodo de fondeo

El periodo de fondeo previsto para la toma de datos, tal como se ha indicado en el apartado 2.3, es de 26 meses, de los que aproximadamente 2 meses constituyen un periodo de contingencia para cubrir los posibles retrasos en las operaciones de fondeo y recuperación del equipo, que están muy condicionadas por las condiciones meteorológicas.

2.5.2.2 Mantenimiento de la boya

La boya se ha diseñado y fabricado para tener una vida útil mínima, operando en alta mar, de 10 años. Además, está dimensionada y dotada de los sistemas de alimentación y almacenamiento de datos necesarios para una operación ininterrumpida de un periodo mínimo de un año. El sistema de alimentación es totalmente redundante y autónomo, utilizando tres fuentes independientes de alimentación, lo que minimiza el riesgo de corte de suministro en cualquier circunstancia meteorológica o evento imprevisto.

Los fallos durante el funcionamiento de la boya durante el periodo de fondeo previsto son muy poco frecuentes, pero no improbables. Pueden ser causados por acontecimientos naturales inesperados (terremotos, deslizamientos del fondo marino) o por acciones humanas (enredos accidentales con redes o anclas de barcos, acciones de sabotaje, abordaje de embarcaciones, etc.).

La empresa EOLOS, responsable de la gestión y mantenimiento del dispositivo, será la encargada de realizar las operaciones de inspección remota o in situ y llevar a cabo la sustitución, reparación o trabajos de mantenimiento requeridos en un período máximo de 48 h tras la identificación de un fallo.

Muchas de las actividades de mantenimiento se limitarán a la realización de ajustes en el software de adquisición de datos, que podrán realizarse de forma remota. Otras actividades de mantenimiento y reparación in situ típicas pueden conllevar la sustitución de alguna de las turbinas o paneles solares, ánodos de zinc del sistema anti-corrosión, baterías o componentes eléctricos, incluyendo conectores y cables, linterna de balizamiento, etc.

Estos trabajos se realizarán en este caso con la ayuda de embarcaciones auxiliares, generalmente sin requerir el izado y recuperación de la boya.

2.5.3 FASE DE DESMANTELAMIENTO

Al finalizar el periodo de registro de datos, la boya se retirará del emplazamiento, mediante un método de trabajo similar al empleado durante su botadura, en el que se invertirán las operaciones.

Para el desmantelamiento se procederá inicialmente al enganche de la parte superior del tren de fondeo, a fin de asegurarla mediante un detenedor de cadena a la popa del buque de trabajo, para proceder a continuación al izado de la boya y su colocación en la popa del buque.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

Finalmente, se recuperará paulatinamente la totalidad de la línea de fondeo, incluyendo el peso muerto, desconectando, a medida que se recuperan, los distintos tramos de cadena y cable de polietileno para su estiba por separado.

Una vez recuperado el equipo, el fondo previamente ocupado por el tramo inferior de catenaria se recuperará por sí solo en un breve periodo de tiempo.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

3 PLAZO DE EJECUCIÓN

La duración de las operaciones de instalación de la boya FLiDAR se estima en un máximo de dos (2) días, incluyendo la instalación y puesta en marcha.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

4 INCIDENCIA AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD

Teniendo en cuenta las condiciones medio ambientales de la zona de implementación y las características del Proyecto, en el Anexo 2. Estudio de Compatibilidad del Proyecto de Boya Meteorológica y Oceanográfica en la Costa Ártabra con la Estrategia Marina de la Demarcación Noratlántica se realiza un análisis de los posibles efectos de la actuación propuesta sobre el medio ambiente, y más concretamente sobre la Red Natura 2000 y los objetivos ambientales de la estrategia marina correspondiente, establecidos en el anexo II del Real Decreto 79/2019, mediante la aplicación de los criterios de compatibilidad recogidos en el anexo III del citado decreto.

En base a dicho análisis se concluye que la instalación propuesta en el Proyecto Básico no supone una afección significativa sobre el medio por lo que puede considerarse compatible con todo lo previsto en las normativas aplicables y con la conservación del entorno natural en el que se enmarca.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

5 PRESUPUESTO E INFORMACIÓN ECONÓMICA-FINANCIERA

El presupuesto del Proyecto de la boya contempla los costes asociados al alquiler del equipo y su servicio de mantenimiento y operación durante un periodo de 24 meses, a su instalación mediante fondeo y a su posterior recuperación una vez finalizado el periodo de medida.

De esta manera, los costes previstos incluyen:

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTE (EUROS)
1	Costes de alquiler del equipo (24 meses)	946.500 €
2	Costes de instalación	60.000 €
3	Costes de mantenimiento (24 meses)	315.500 €
4	Costes de desinstalación	53.000 €
	Total	1.375.000 €

Tal y como se ha descrito anteriormente, el objeto de la instalación de esta boya FLiDAR es suministrar información meteoceánica que permita tomar decisiones asociadas al proyecto de ingeniería vinculado al desarrollo del parque eólico marino Nordés. En este sentido, la instalación del sistema FLiDAR no prevé ningún beneficio económico directo asociado a su operación.

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

6 CONCLUSIONES

El presente Proyecto Básico describe las características de una boya FLiDAR para la medición de viento y otros parámetros meteorológicos y oceanográficos en el mar territorial, en una localización situada a 30 km al noroeste de la costa de Galicia.

Como anexo al proyecto se adjunta un Estudio de Compatibilidad Ambiental del Proyecto, que recoge el análisis de los efectos previsibles del proyecto y constituye el Informe justificativo de la adecuación de la actuación a los criterios de compatibilidad y de su contribución a la consecución de los objetivos ambientales de las Estrategias Marinas de la demarcación Noratlántica.

Sirva el presente documento para proporcionar los detalles técnicos necesarios para la obtención de los permisos necesarios para su instalación y puesta en marcha, y concretamente para la emisión del correspondiente Informe de Compatibilidad del proyecto con las Estrategias Marinas de la Demarcación Noratlántica.

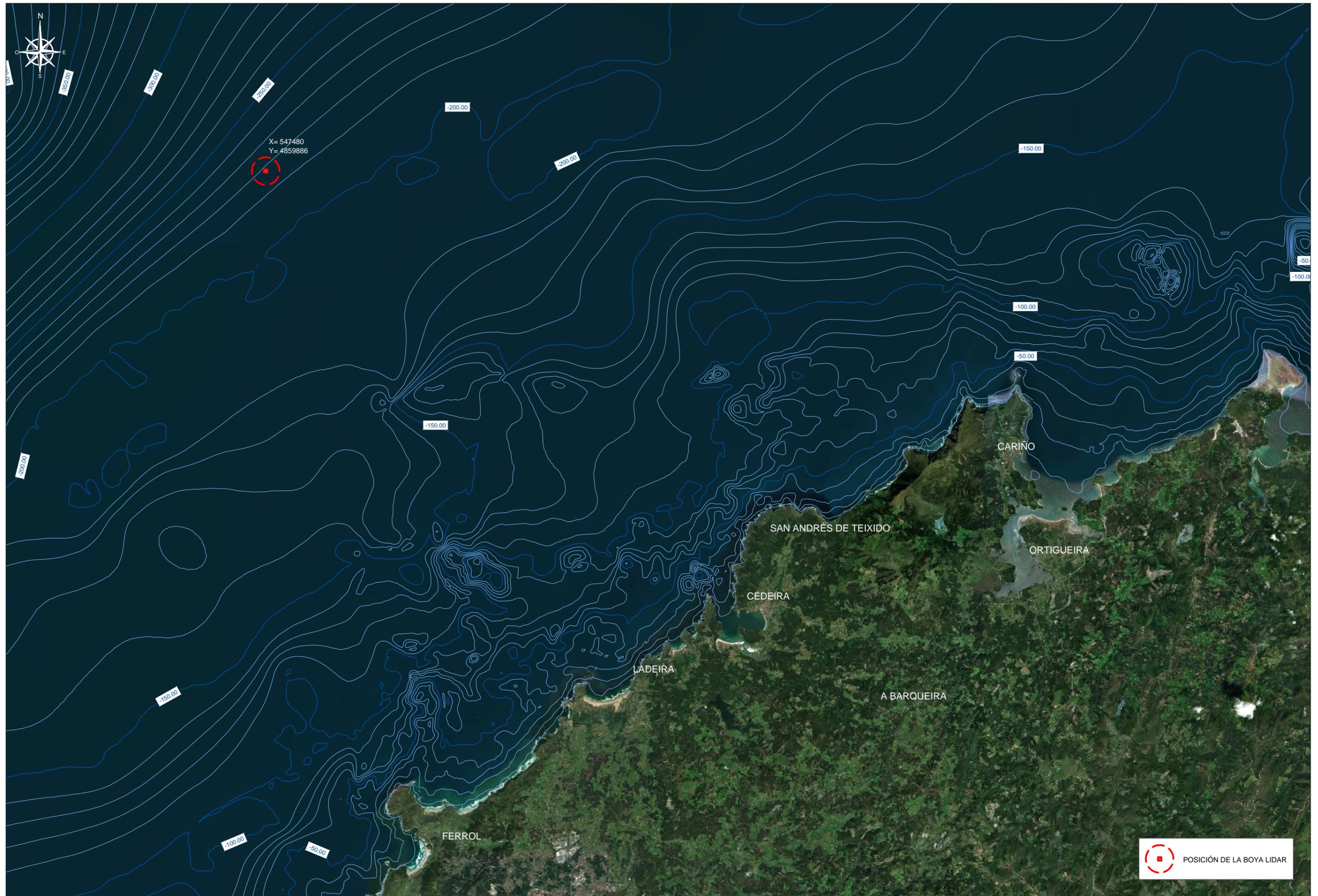
Barcelona, Marzo de 2023

La Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos autora del Proyecto Básico:

Dña. Marta González Coderch

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

ANEXO 1: Planos



POSICIÓN DE LA BOYA LIDAR

PROMOTOR



CONSULTOR:



TÍTULO DEL PROYECTO:

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA
 EN LA COSTA ÁRTABRA

ESCALA:

DIN-A1: 1/100000

DIN-A3: 1/200000

0 2000 4000.0M



TÍTULO DEL PLANO:

PLANTA GENERAL DE LA INSTALACIÓN

FECHA:

MARZO 2023

ARCHIVO:

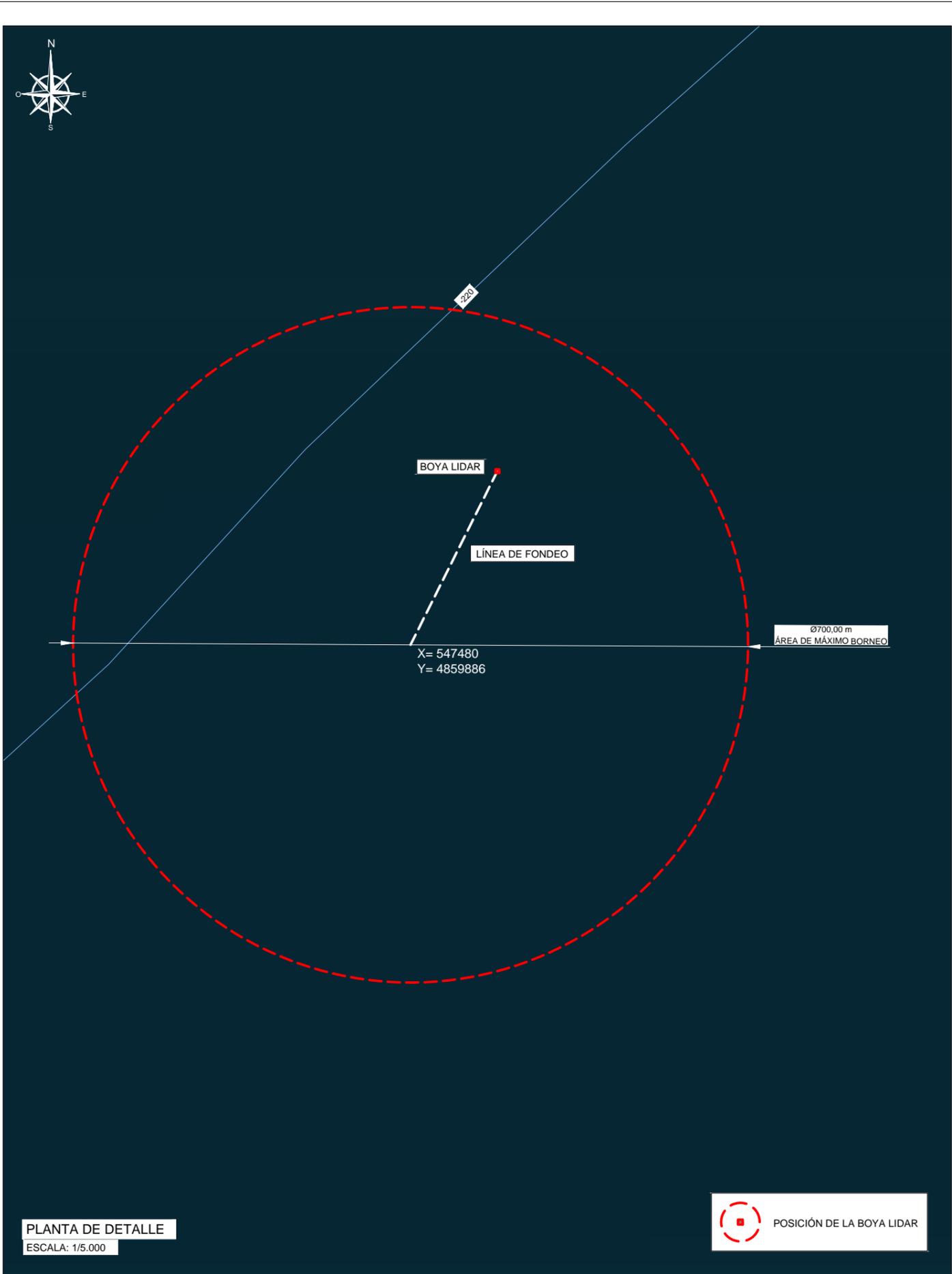
P0227628-SR-DR-GA_BOYA.DWG

PLANO Nº:

01

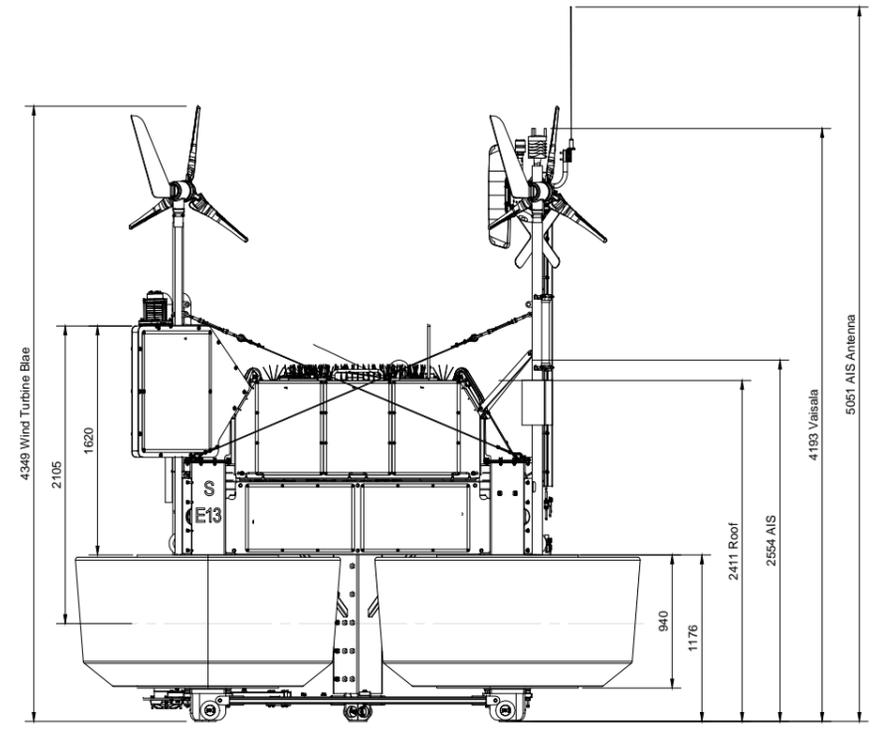
HOJA:

1.. DE ...3

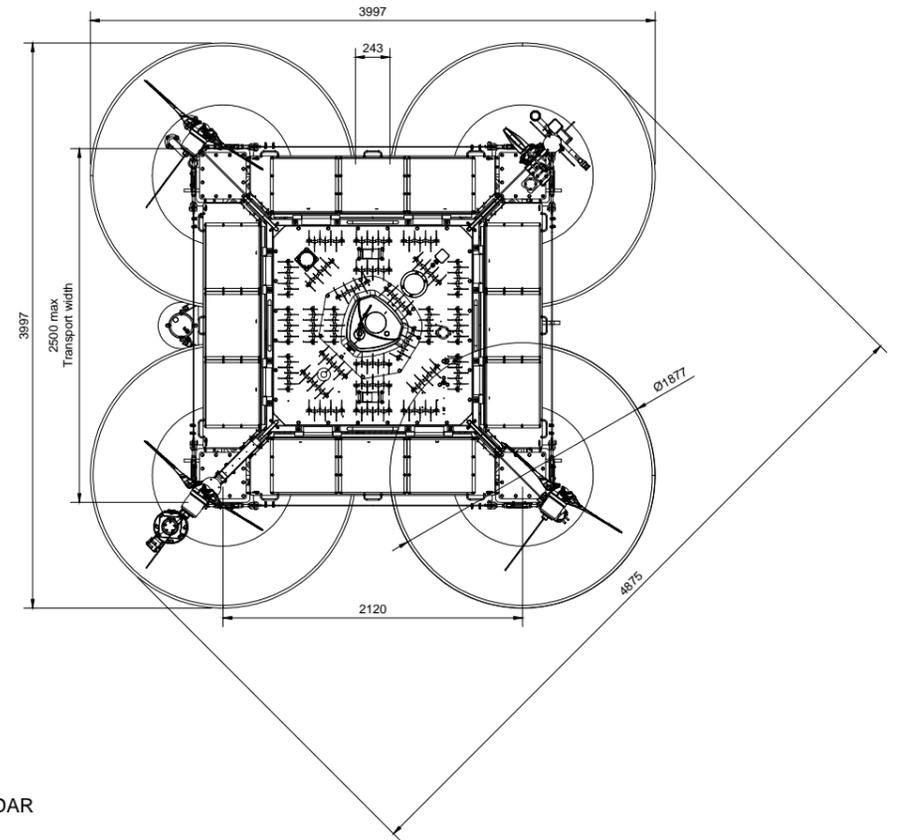


PLANTA DE DETALLE
ESCALA: 1/5.000

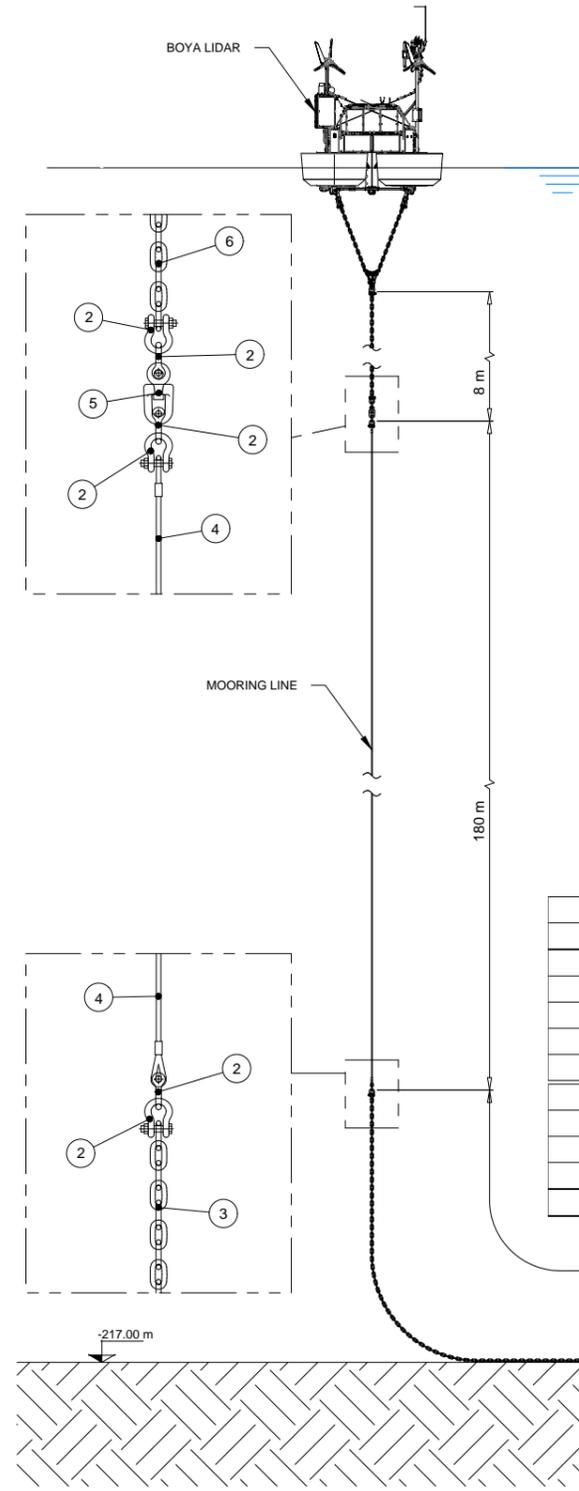
POSICIÓN DE LA BOYA LIDAR



SECCIÓN FLIDAR
ESCALA: 1/50

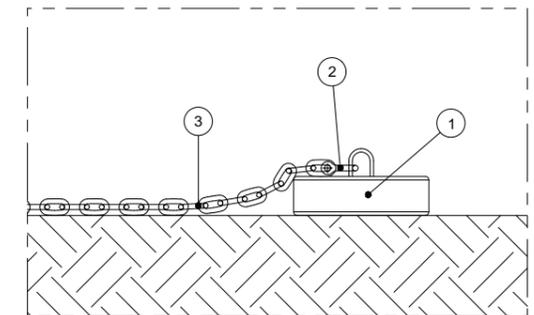
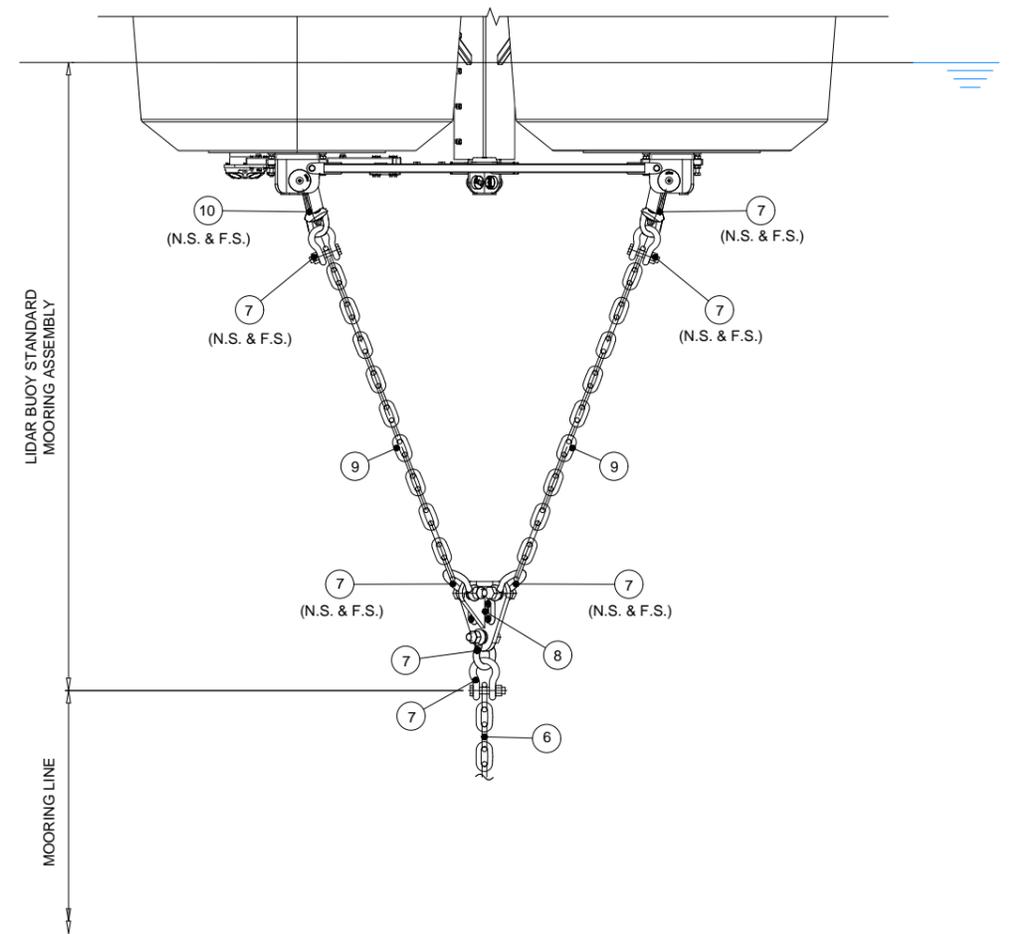


PLANTA FLIDAR
ESCALA: 1/50



MOORING LINE			
1	1	8t CLUMP WEIGHT	-
2	7	12t SWL BOW SHACKLE	-
3	1	28 mm G3 STUDLESS CHAIN	-
4	1	26mm D12+ DYNEEMA ROPE	-
5	1	36mm SWIVEL ASSEMBLY	-
6	1	28mm G2 STUDLESS CHAIN	8
LIDAR BUOY STANDARD MOORING ASSEMBLY			
7	10	12t SWL BOW SHACKLE	-
8	1	4 TO 1 MOORING LINK	-
9	4	26mm G2 STUDLESS CHAIN	3
10	4	ISOLATING SHACKLE	-

SECCIÓN SISTEMA DE FONDEO
 ESCALA: 1/200



SECCIÓN DE DETALLE. SISTEMA DE FONDEO
 ESCALA: 1/40

File: W:\0227\PP\0227628\PKDR_PLANOLS\GALICIA_Nordés\ETRS89-29N\Boya meteor-oceanografica\0227628-SR-DR-GA_Boya.dwg Sheet: 3

PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA

ANEXO 2:

Estudio de Compatibilidad del Proyecto con las Estrategias Marinas de la Demarcación Noratlántica



ESTUDIO DE COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO DE BOYA METEOROLÓGICA Y OCEANOGRÁFICA EN LA COSTA ÁRTABRA CON LA ESTRATEGIA MARINA DE LA DEMARCACIÓN NORATLÁNTICA

Promotor: PARQUE EÓLICO MARINO FLOTANTE NORDÉS, S.L.

Marzo 2023

Versión	Fecha	Elaborado por	Aprobado por	Modificaciones
Inicial	Marzo 2023	MGR/MBD/ATC	KD	

Índice

1	Antecedentes.....	1
2	Objeto del Informe	1
3	Marco Legal.....	1
4	Objetivos de la Estrategia Marina Noratlántica para proyectos de instalación de boyas.....	4
5	Descripción del Proyecto	8
6	Descripción de la zona del Proyecto.....	11
6.1	Clima marítimo.....	11
6.2	Régimen hidrodinámico	15
6.3	Batimetría	17
6.4	Geomorfología del fondo marino.....	17
6.5	Características fisicoquímicas del agua	18
6.5.1	Temperatura	18
6.5.2	Salinidad	20
6.5.3	Oxígeno disuelto	21
6.6	Caracterización de los hábitats marinos y comunidades bentónicas.....	23
6.7	Inventario de Cetáceos	25
6.8	Inventario de quelonios	28
6.9	Inventario de Avifauna	28
6.10	Red Natura 2000 en el área del proyecto y sus inmediaciones	33
6.11	Elementos socioeconómicos.....	35
6.11.1	Actividad pesquera, marisquera y acuícola	35
6.11.2	Infraestructuras preexistentes	41
6.11.3	Tráfico marítimo	41
6.11.4	Zonas de servidumbres de defensa	43
6.11.5	Patrimonio arqueológico.....	44
7	Estudio de la Compatibilidad del Proyecto con la Estrategia Marina de la Demarcación Noratlántica.....	46
7.1	Metodología Constructiva	46
7.2	Caracterización de los impactos asociados al proyecto	46
7.2.1	Fase de instalación	46
7.2.2	Fase de operación y mantenimiento.....	50
7.2.3	Fase de desmantelamiento	52
7.3	Medidas previstas para reducir los impactos ambientales.....	52
7.3.1	Medidas en fase de diseño	53

7.3.2	Medidas generales	53
7.3.3	Medidas en fase de instalación, funcionamiento y desmantelamiento	53
7.4	Valoración de los impactos y su compatibilidad con los objetivos de la estrategia marina	54
7.4.1	Objetivo ambiental B.N.10	54
7.4.2	Objetivo ambiental C.N.1	55
7.4.3	Objetivo ambiental C.N.3	57
7.4.4	Objetivo ambiental C.N.4	59
8	Conclusiones	61
9	Autores	61
10	Bibliografía	62

Índice de figuras

Figura 1. Localización de la boya LiDAR en la zona NOR-2.	8
Figura 2. Componentes de la boya LiDAR. Fuente: EOLOS Floating LiDAR Solutions.....	9
Figura 3. Esquema del sistema de fondeo de la boya LiDAR. Fuente: EOLOS Floating LiDAR Solutions	10
Figura 4. Localización del punto SIMAR. Fuente. Puerto del Estado y elaboración propia.	11
Figura 5. Rosa de vientos del punto SIMAR 2024044 para el período. 1958-2022. Fuente: Puertos del Estado.....	12
Figura 6. Frecuencia de velocidad del viento en el punto SIMAR 3024044 para el período. 1958-2022. Fuente: Puertos del Estado.....	13
Figura 7. Localización de la boya de Cabo Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado.....	13
Figura 8. Rosa de oleaje en la boya Cabo Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado	14
Figura 9. Frecuencias de la altura significativa de ola en la boya Cabo Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado.	14
Figura 9. Media mensual de altura significativa de ola en la boya de Cabo Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado.....	15
Figura 10. Periodo de pico de ola (Tp) y altura significativa (Hs) de la boya Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado.....	15
Figura 11. Corriente media de rosa de la boya Vilano-Sisargas (1998-2022). Fuente: Puertos del Estado.	16
Figura 12. Batimetría en la zona de estudio. Fuente: EMODnet.	17
Figura 13. Geomorfología en la zona de estudio. Fuente: EMODnet.....	18
<i>Figura 14. Gráfico de temperatura potencial del agua en la zona de ubicación de la boya LiDAR (noviembre 2021-marzo 2023). Valor de temperatura para enero de 2022. Fuente: Visor My Ocean del programa Copernicus.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 15. Gráfico de temperatura potencial del agua en la zona de ubicación de la boya LiDAR (noviembre 2021-marzo 2023). Valor de temperatura para agosto de 2022. Fuente: Visor My Ocean del programa Copernicus.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 16. Gráfico de salinidad en superficie del agua en la zona de ubicación de la boya LiDAR (noviembre 2021-marzo 2023). Valor de temperatura y perfil de la columna de agua para enero de 2022. Fuente: Visor My Ocean del programa Copernicus.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 17. Gráfico de salinidad en superficie del agua en la zona de ubicación de la boya LiDAR (noviembre 2021-marzo 2023). Valor de temperatura y perfil de la columna de agua para agosto de 2022. Fuente: Visor My Ocean del programa Copernicus.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 18. Gráfico de oxígeno disuelto del agua en la zona de ubicación de la boya LiDAR (noviembre 2021-marzo 2023). Valor de oxígeno disuelto y perfil de la columna de agua para enero de 2022. Fuente: Visor My Ocean del programa Copernicus.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 19. Gráfico de oxígeno disuelto del agua en la zona de ubicación de la boya LiDAR (noviembre 2021-marzo 2023). Valor de oxígeno disuelto y perfil de la columna de agua para agosto de 2022. Fuente: Visor My Ocean del programa Copernicus.</i>	<i>22</i>

Figura 20. Cartografía de hábitats EUNIS en la zona de estudio. Fuente: EMODnet.....	23
<i>Figura 21. Hábitats OSPAR en la zona de estudio. Fuente: EMODnet.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 22. Variación espacial de las densidades previstas (animales por km²) de especies de cetáceos en enero y julio en el Atlántico nororiental. Los valores se proporcionan con una resolución de 10 km. Fuente: James J. Waggitt, et al (2019).....</i>	<i>27</i>
Figura 23. Red Natura 2000 próxima al proyecto. Fuente: Visor Conservación da Naturaleza.	34
Figura 24. Caladeros en el área de estudio. Fuente: IEO y elaboración propia.	35
Figura 25. Esfuerzo pesquero en la zona de estudio (en la leyenda, entre paréntesis, se presenta el valor reclasificado). Fuente: INFOMAR. CEDEX. MITERD.	37
Figura 26. Esfuerzo pesquero en la zona de estudio. Fuente: INFOMAR.....	38
Figura 27. Esfuerzo pesquero (h/km ² /media anual) de 2017-2021. Fuente: EMODnet.	39
Figura 28. Zonas de producción de marisco. Fuente: visor INFORMAR.....	40
Figura 29. Reservas marinas en el ámbito de estudio. Fuente: Visor Conservación de la naturaleza. Xunta de Galicia.	41
Figura 30. Tráfico marítimo de mercancías (2022). Fuente: EMODnet.....	42
Figura 31. Tráfico marítimo pesquero (2022). Fuente: EMODnet.	42
Figura 32. Tráfico marítimo total en el área de estudio (2022). Fuente: EMODnet.....	43
Figura 34. Distribución de las zonas de uso militar. Fuente: Visor Informar.	44
Figura 35. Patrimonio cultural marino. Fuente: Visor Instituto Hidrográfico de la Marina.....	45

Índice de tablas

Tabla 1. Objetivos segundo ciclo de Estrategias Marinas para la Demarcación Noratlántica para el proyecto objeto de estudio.	5
Tabla 2. Objetivos segundo ciclo de Estrategias Marinas para la Demarcación Noratlántica para el proyecto objeto de estudio	6
Tabla 3. Coordenadas de localización Boya LiDAR	8
Tabla 4. Referencias del nivel del mar del mareógrafo de Langosteira. Fuente: Puertos del Estado	16
Tabla 5. Especies de cetáceos potencialmente presentes en la zona de estudio.	26
Tabla 6. Características de la especie de delfín mular <i>Tursiops truncatus</i>	28
Tabla 7. Especies de avifauna potencialmente presentes en la zona de estudio.	29
Tabla 8. Características de la especie de pardela balear <i>Puffinus mauretanicus</i>	30
Tabla 9. Características de la especie de arao común <i>Uria aalge</i>	31
Tabla 10. Características de la especie de paíño europeo <i>Hydrobates pelagicus</i>	31
Tabla 11. Características de la especie de cormorán moñudo <i>Phalacrocorax aristotelis</i>	32
Tabla 12. Características de la especie de gaviota tridáctila <i>Rissa tridactyla</i>	33
Tabla 13. Distancia de la zona de proyecto a los espacios protegidos	34
Tabla 14. Zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos.....	40
Tabla 15. Matriz relación Causa-Efecto para la fase de instalación	48
Tabla 16. Matriz relación Causa-Efecto para la fase de funcionamiento.....	51

1 Antecedentes

PARQUE EÓLICO MARINO NORDÉS, S.L. promueve el desarrollo del Parque Eólico Marino Flotante Nordés frente a la costa Ártabra, concretamente en la zona designada como de alto potencial para la energía eólica (ZAPER) NOR-2 según el Plan de Ordenación del Espacio Marino (*Real Decreto 150/2023, de 28 de febrero, por el que se aprueban los planes de ordenación del espacio marítimo de las cinco demarcaciones marinas españolas*).

Como parte imprescindible para garantizar la viabilidad del proyecto, es necesario proceder, previamente a la implantación del parque eólico, a la toma de datos de viento en el emplazamiento, con el objeto de determinar con la mayor precisión posible la producción eléctrica previsible de la instalación a lo largo de su vida útil.

Para obtener dichos datos se plantea la instalación de una boya oceanográfica dotada de un dispositivo LiDAR en ámbito marino en que se propone la instalación del parque eólico, a una profundidad de aproximadamente 217 m. Dicho dispositivo permitirá recabar datos de viento a distintas alturas sobre el nivel del mar, así como otros datos meteorológicos y oceanográficos (oleaje, corrientes, conductividad, etc.).

2 Objeto del Informe

El objetivo del presente Informe de Compatibilidad Ambiental del Proyecto de Boya Meteorológica y Oceanográfica en la ZAPER NOR-2 frente a la costa de A Coruña, es analizar los posibles efectos de la actuación propuesta sobre los objetivos ambientales de la Estrategia Marina Noratlántica, establecidos en el anexo II del *Real Decreto 218/2022, de 29 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas*, mediante la aplicación de los criterios de compatibilidad recogidos en el anexo III del citado Real Decreto.

3 Marco Legal

Normativa de Estrategias marinas

- Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina)
- Directiva (UE) 2017/845 de la Comisión de 17 de mayo de 2017, por la que se modifica la Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a las listas indicativas de elementos que deben tomarse en consideración a la hora de elaborar las estrategias marinas.
- Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino.
- Real Decreto 957/2018, de 27 de julio, por el que se modifica el anexo I de la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino

- Real Decreto 1365/2018, de 2 de noviembre, por el que se aprueban las estrategias marinas
- Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas
- Real Decreto 218/2022, de 29 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas

Normativa básica de Puertos y Costas

- 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
- Ley 2/2013, de 29 de mayo, de Protección y Uso Sostenible del Litoral y de Modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas
- Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas

Otra normativa y convenios

- Directiva 92/43/CEE, del 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres
- Directiva 2000/60/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad
- Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño
- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental

En concreto, la *Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino*, constituye el marco normativo dirigido a garantizar la articulación de las actividades humanas en el mar, de manera que no se comprometa la conservación de los ecosistemas marinos, con el principal objetivo de lograr o mantener un buen estado ambiental del medio marino.

Una de las principales medidas contenidas en la *Ley 41/2010, de 29 de diciembre*, es la regulación de las estrategias marinas, como instrumentos de planificación de cada una de las cinco demarcaciones marinas en las que la citada Ley subdivide el medio marino español (*Real Decreto 1365/2018, de 2 de noviembre, por el que se aprueban las estrategias marinas*). El ámbito objeto de la ejecución del proyecto en estudio se encuentra en la Demarcación Marina Noratlántica, que abarca el medio marino en el que España ejerce soberanía o jurisdicción comprendido entre España y Francia en el golfo de Vizcaya y el límite septentrional de las aguas jurisdiccionales entre España y Portugal.

El artículo 3.3 de la Ley 41/2010 establece que: “*La autorización de cualquier actividad que requiera, bien la ejecución de obras o instalaciones en las aguas marinas, su lecho o su subsuelo,*

bien la colocación o depósito de materias sobre el fondo marino, así como los vertidos regulados en el título IV de la presente ley, deberá contar con el informe favorable del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino respecto de la compatibilidad de la actividad o vertido con la estrategia marina correspondiente de conformidad con los criterios que se establezcan reglamentariamente”.

Las Estrategias Marinas son el instrumento de planificación del medio marino creado al amparo de la Directiva 2008/56/CE, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina), y tienen como principal objetivo, la consecución del Buen Estado Ambiental (BEA) de nuestros mares a más tardar en 2020.

La Directiva Marco sobre estrategia marina se modificó mediante la *Directiva (UE) 2017/845 de la Comisión de 17 de mayo de 2017 por la que se modifica la Directiva 2008/56/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a las listas indicativas de elementos que deben tomarse en consideración a la hora de elaborar estrategias marinas. La transposición de dicha directiva al sistema normativo español se recoge en la *Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino* y en el *Real Decreto 957/2018, de 27 de julio, por el que se modifica el anexo I de la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino*.

El *Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas*, modificado posteriormente por el *Real Decreto 218/2022, de 29 de marzo*, desarrolla el procedimiento de tramitación de los informes de compatibilidad que ha de emitir el Ministerio para la Transición Ecológica y establece los criterios de compatibilidad de las actividades señaladas en el artículo 3.3 de la Ley con las estrategias marinas. De acuerdo con lo indicado en el artículo 5.1 del *Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero*, toda actuación contemplada en el Anexo I de dicho Real Decreto que requiera de autorización por parte de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar deben incorporar un informe de Compatibilidad con la estrategia marina correspondiente.

EL proyecto objeto de este estudio se recoge en el epígrafe N del Anexo I del Real Decreto 79/2019, que corresponde con:

“N. Balizamientos de señalización de áreas ecoturísticas, áreas de custodia marina o asimiladas mediante la instalación de boyas o cualquier otro dispositivo flotante siempre y cuando los mismos vayan anclados al fondo marino.”

4 Objetivos de la Estrategia Marina Noratlántica para proyectos de instalación de boyas

En los documentos de las estrategias marinas españolas se hace referencia a los descriptores del buen estado ambiental con los que guardan relación los objetivos ambientales. Estos descriptores, que están definidos en el Anexo II de la Ley 41/2010, son la base sobre la que se ha elaborado la evaluación inicial y se ha definido el BEA (Buen Estado Ambiental) de las estrategias marinas españolas.

A continuación, se enumeran los 11 descriptores de las estrategias marinas:

- **D1. Biodiversidad**
- **D2. Especies alóctonas**
- **D3. Especies explotadas comercialmente**
- **D4. Redes tróficas**
- D5. Eutrofización
- **D6. Fondos marinos**
- D7. Condiciones hidrográficas
- D8. Contaminación y sus efectos
- D9. Contaminantes en los productos de la pesca
- D10. Basuras marinas
- D11. Ruido submarino

Aunque los descriptores están íntimamente ligados entre sí, de forma genérica se considera que:

- Los descriptores 1, 2, 3, 4 y 6 (destacados en el texto en negrita) tienen una relación mayor con la biodiversidad/ características naturales del medio marino.
- Los descriptores 5, 7, 8, 9, 10 y 11 están ligados a las presiones que las actividades humanas ejercen sobre los ecosistemas marinos.

El *Real Decreto 218/2022, de 29 de marzo, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas* determina, en su anexo II los objetivos ambientales de segundo ciclo de las estrategias marinas que deben ser considerados en el análisis de compatibilidad de las actuaciones.

Los objetivos generales y específicos de la Demarcación Noratlántica a que se refiere el *Real Decreto 218/2022* se recogen en el documento “Parte V. Objetivos ambientales en la Demarcación Marina Noratlántica” de 2019 elaborado por el Ministerio para la Transición Ecológica - Dirección General de la Sostenibilidad de la Costa y el Mar – Subdirección General para la Protección del Mar, en colaboración con el Instituto español de Oceanografía (IEO) y el centro de Estudios de Puertos y Costas (CEDEX-CEPYC), la Subdirección General de la

Protección de la Costa (MITECO), la Dirección General del Agua (MITECO) y la Subdirección General de Recursos Pesqueros de la Secretaría General de Pesca (Ministerio de Alimentación, Pesca y Agricultura).

Para el proyecto de instalación de una boya LiDAR, actividad clasificada en el anexo I en el epígrafe N al considerarse “instalación de boyas o cualquier otro dispositivo flotante anclado al fondo marino”, los objetivos medioambientales específicos son los que se resumen en la siguiente tabla (correspondiente al anexo II de la misma norma):

Tabla 1. Objetivos segundo ciclo de Estrategias Marinas para la Demarcación Noratlántica para el proyecto objeto de estudio.

ACTUACIONES		OBJETIVOS SEGUNDO CICLO			
		B.N.10	C.N.1	C.N.3	C.N.4
N	Balizamientos de señalización de áreas ecoturísticas, áreas de custodia marina o asimiladas, mediante la instalación de boyas o cualquier otro dispositivo flotante siempre y cuando los mismos vayan anclados al fondo marino.	X	X	X	X

Tabla 2. Objetivos segundo ciclo de Estrategias Marinas para la Demarcación Noratlántica para el proyecto objeto de estudio

Objetivo general	Objetivo ambiental	Tipo	Descriptor R	Indicadores	Correspondencia OA 2012
B. Prevenir y reducir los vertidos al medio marino, con miras a eliminar progresivamente la contaminación del medio marino, para velar por que no se produzcan impactos o riesgos graves para la biodiversidad marina, los ecosistemas marinos, la salud humana o los usos permitidos del mar.	B.N.10 Reducir la cantidad de plásticos de un solo uso más frecuentes que llega al medio marino.	Presión	D10	Abundancia de objetos de plástico de un solo uso en las playas de la demarcación marina, entre otros: bastoncillos de los oídos, cubertería, platos, y pajitas, envases de comida y bebida y empaquetado flexible de comida, filtros de cigarrillos, bolsas de plástico ligeras y toallitas húmedas.	OBJETIVO NUEVO
C. Garantizar que las actividades y usos en el medio marino sean compatibles con la preservación de su biodiversidad.	C.N.1. Reducir la intensidad y área de influencia de las presiones antropogénicas significativas sobre los hábitats bentónicos, con especial atención a los hábitats protegidos y/o de interés natural	Estado	D1 y D6	<ul style="list-style-type: none"> Nº de iniciativas puestas en marcha para reducir el impacto de las presiones sobre los hábitats protegidos y/o de interés natural, con especial atención a la pesca con artes y aparejos de fondo sobre los hábitats protegidos y/o de interés natural, la construcción de infraestructuras, la explotación de recursos marinos no renovables, dragados, actividades recreativas y otras presiones significativas en la DMNOR Porcentaje/ nº de actuaciones y proyectos que disponen de informe de compatibilidad Superficie de hábitats protegidos y/o de interés natural potencialmente afectados por actividades humanas y sus tendencias 	A.1.1
	C.N.3. Reducir las principales causas de mortalidad y disminución de las poblaciones de grupos de especies no comerciales en la cima de la cadena trófica (mamíferos marinos, reptiles, aves marinas, elasmobranquios pelágicos y demersales).	Estado	D1 y D4	<ul style="list-style-type: none"> Mortalidad de las poblaciones de grupos de especies en la cima de la cadena trófica. Nº de iniciativas (legislativas, técnicas y operativas) para reducir las principales causas antropogénicas de mortalidad de las poblaciones de grupos de especies en la cima de la cadena trófica. 	A.1.4

Objetivo general	Objetivo ambiental	Tipo	Descriptor R	Indicadores	Correspondencia OA 2012
				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porcentaje de especies o grupos de especies incluidas en regulaciones específicas que aborden las causas de mortalidad identificadas en la evaluación inicial. ▪ Mortalidad por capturas accidentales de especies indicadoras de aves, reptiles, mamíferos y elasmobranquios, especialmente en las especies evaluadas como “no BEA” en el criterio D1C1 ▪ Mortalidad por otras causas identificadas como principales en la DMNOR: enmallamiento en redes y enmallamiento en cabos de fijación (tortugas), depredadores introducidos (aves), contaminación (aves y cetáceos), sobrepesca (elasmobranquios) 	
	C.N.4. Reducir las molestias a la fauna causadas por actividades turístico-recreativas	Estado	D1, D4 y D6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ N° de puestas de las especies potencialmente afectadas (en el caso de tortugas y aves) ▪ N° de medidas de protección establecidas/iniciativas para reducir la presión sobre estas poblaciones 	OBJETIVO NUEVO

5 Descripción del Proyecto

Como se ha comentado el proyecto consiste en la instalación de una boya LiDAR frente a la costa de A Coruña en la Rías Altas, concretamente en la zona de alto potencial para la energía eólica NOR-2, a 34 km de distancia a la costa más próxima y a una profundidad de unos 217 m. En la siguiente imagen se presenta su localización:

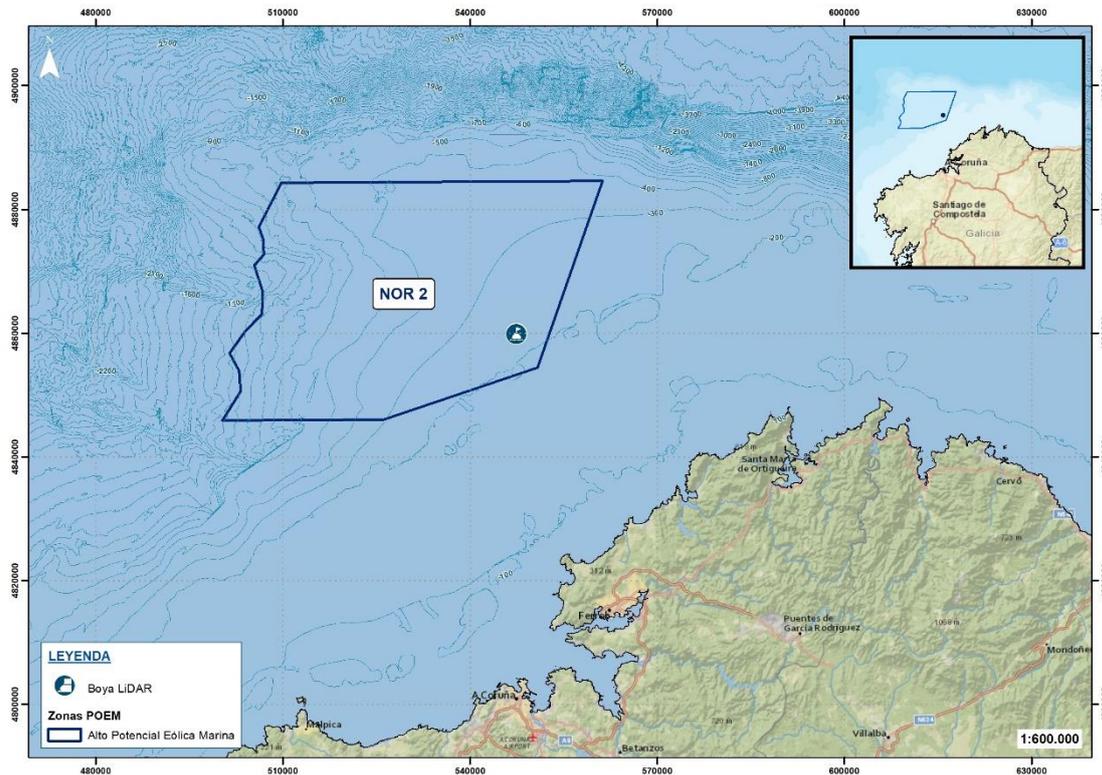


Figura 1. Localización de la boya LiDAR en la zona NOR-2.

Las coordenadas de localización son las siguientes:

Tabla 3. Coordenadas de localización Boya LiDAR

Coordenadas de localización Boya LiDAR (Datum ETRS89, Huso 29)		
Boya LiDAR	X	Y
	547.480	4.859.886

El dispositivo de medición propuesto es una boya EOLOS FLS200, caracterizado por ser un sistema de medición autónomo basado en la tecnología LiDAR, montado sobre una estructura flotante. Además del sistema LiDAR, la plataforma flotante albergará un conjunto de sensores oceanográficos y meteorológicos adicionales, incluyendo una estación meteorológica, un perfilador de corrientes Doppler, una sonda de medida de conductividad del agua, un sensor de oleaje y sistemas de posicionamiento GPS y corrección de movimientos. El radio de borneo considerado para esta boya es de 350 m.

La plataforma flotante está formada por cuatro flotadores cilíndricos de aproximadamente 2 m de diámetro y 940 mm de altura, con lo que tiene unas dimensiones máximas en la planta de 4x4 m, una altura de 5,3 m correspondiente a la antena AIS y un peso total de 3600 kg.

Estos flotadores están unidos entre sí por un armazón metálico inferior en forma cuadrada que conecta con el centro de cada flotador en su base, reforzados por dos perfiles en forma de cruz que los conectan con un eje central.

Sobre la plataforma flotante se ubica una estructura metálica de base cuadrada que sustenta los diferentes sensores, así como un conjunto de placas fotovoltaicas y aerogeneradores encargados de proporcionar la energía necesaria para el funcionamiento de los sensores y sistemas del dispositivo.

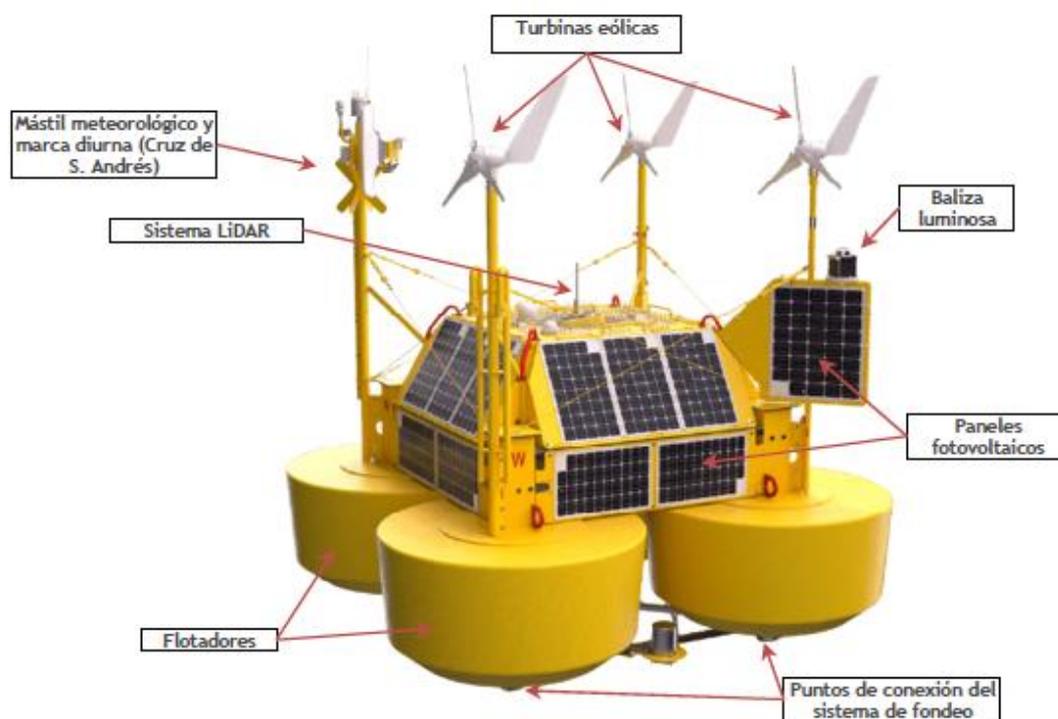


Figura 2. Componentes de la boya LiDAR. Fuente: EOLOS Floating LiDAR Solutions

En tres de los vértices de la estructura metálica se ubican tres turbinas eólicas, mientras que en el cuarto vértice se localiza un mástil meteorológico dotado de una antena AIS. La altura máxima del dispositivo sobre la superficie del agua es de aproximadamente 4,13 m, mientras que el calado máximo es de aproximadamente 1,17 m.

El sistema de fondeo consiste en cuatro catenarias conectadas con la base de cada uno de los flotadores cilíndricos, que se conectan entre sí a una cierta profundidad bajo la plataforma a una única línea de fondeo, compuesta por tramos de catenaria y cable. El tramo final de esta línea consistirá en una cadena que se apoyará en el fondo marino y está conectada a un “muerto” de 8 toneladas. La longitud máxima de cadena de apoyada en el fondo será de 220 m.

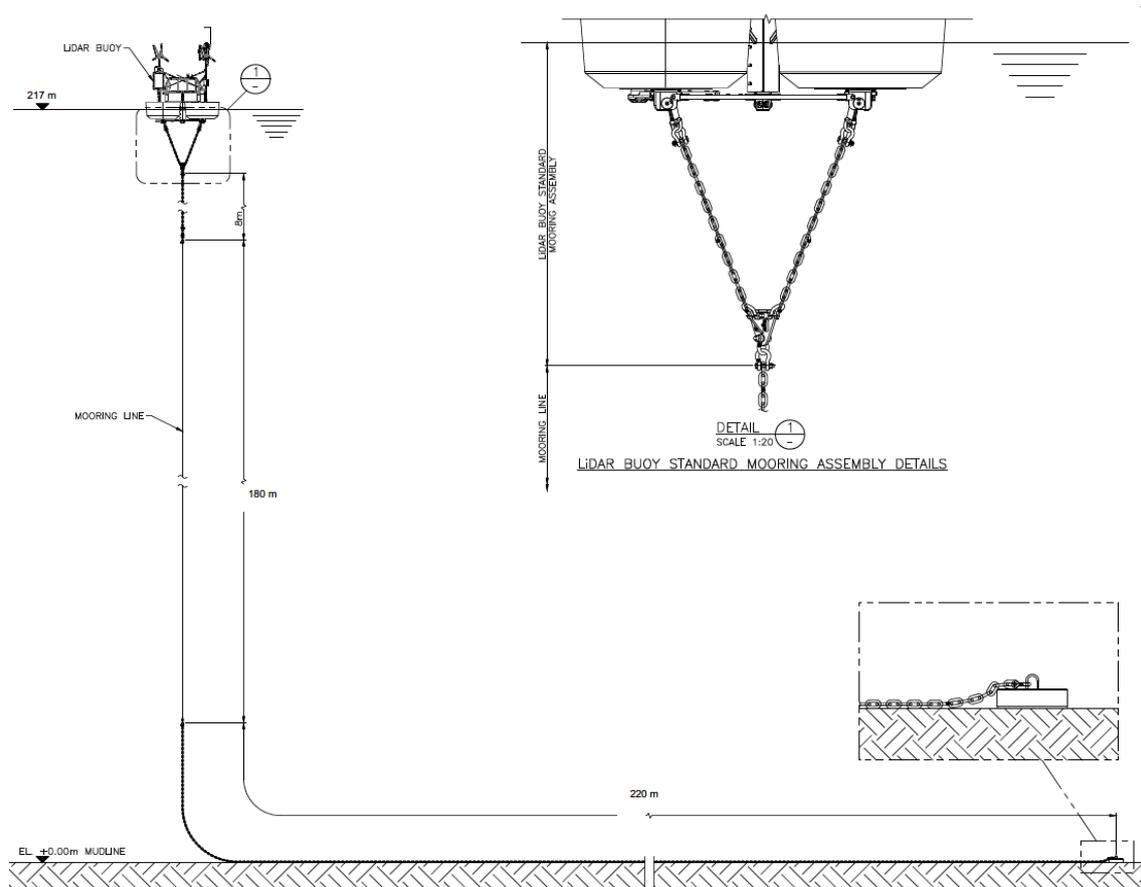


Figura 3. Esquema del sistema de fondeo de la boya LiDAR. Fuente: EOLOS Floating LiDARSolutions

Los materiales empleados en la construcción de la boya incluyen acero inoxidable AISI316L, aluminio de alta calidad marina, plásticos y el caucho, con aplicación de distintos tipos de pintura protectora en función del grado de exposición a la corrosión. Las partes sumergidas se pintan con una capa antiincrustante inocua para el medio ambiente para evitar el crecimiento excesivo de la vida marina.

Se dotan asimismo de ánodos de sacrificio de zinc repartidos por la parte sumergida de la estructura mecánica para limitar la corrosión.

En la parte superior de la estructura se instalan asimismo un conjunto de espigas disuasorias de policarbonato para evitar que las aves la utilicen como posadero y dañen los paneles solares.

Todos los componentes eléctricos están instalados en compartimentos estancos y aislados, de grado IP67 para los elementos no sumergidos e IP68 para los sumergidos, y están dotados de sistemas de protección frente a cortocircuitos o explosión.

Duración de fase de instalación y funcionamiento de la boya:

La instalación y retirada de la boya se llevará a cabo en 1 día.

El periodo de medida (funcionamiento de la boya) será de 24 meses. Se contempla un periodo de medida de contingencia de 2 meses como máximo (en el caso de completarse con éxito los 24 meses de recogida de datos no serían necesarios)

6 Descripción de la zona del Proyecto

6.1 Clima marítimo

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Bioclimática Mundial (S. Rivas-Martínez), el clima del área del proyecto corresponde al Macrobioclima Templado y su variante Hiperoceánica.

Viento:

Los datos de viento disponibles son de Puerto del Estado, boyas y módulos SIMAR (módulos meteoceánicos denominado SIMAR. El conjunto de datos SIMAR se compone de series temporales de parámetros de viento y olas calculados a partir de modelos numéricos. Son, por tanto, datos simulados y no proceden de medidas directas). En la zona no se localiza ninguna boya, las más cercanas son las de Estaca de Bares y la de Vilano-Sisargas, mientras que sí se dispone información de un punto SIMAR próximo a la localización de la boya, del que se han obtenido los datos. En la siguiente imagen se muestra su localización:

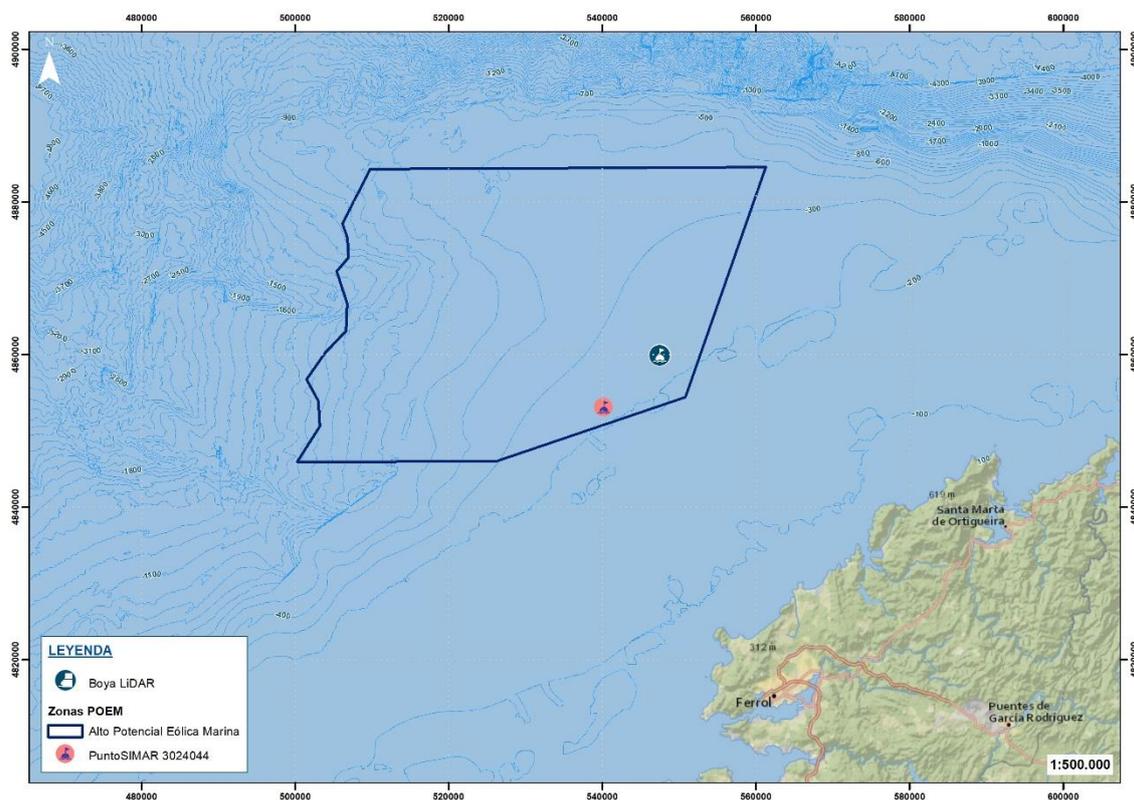


Figura 4. Localización del punto SIMAR. Fuente: Puerto del Estado y elaboración propia.

Se presenta la rosa de los vientos media anual obtenida a partir de los datos de viento para el período 1958-2022. Los vientos predominantes son de procedencia ENE y SW con velocidades superiores a 14 m/s y NE con velocidades superiores a 10 m/s.

ROSA DE VIENTOS del punto SIMAR 3024044, periodo 1958-2022

Location: SIMAR 3024044
 Period: 1958-2022

Interval: Annual
 Calms, <1.0 m/s: 1.22%

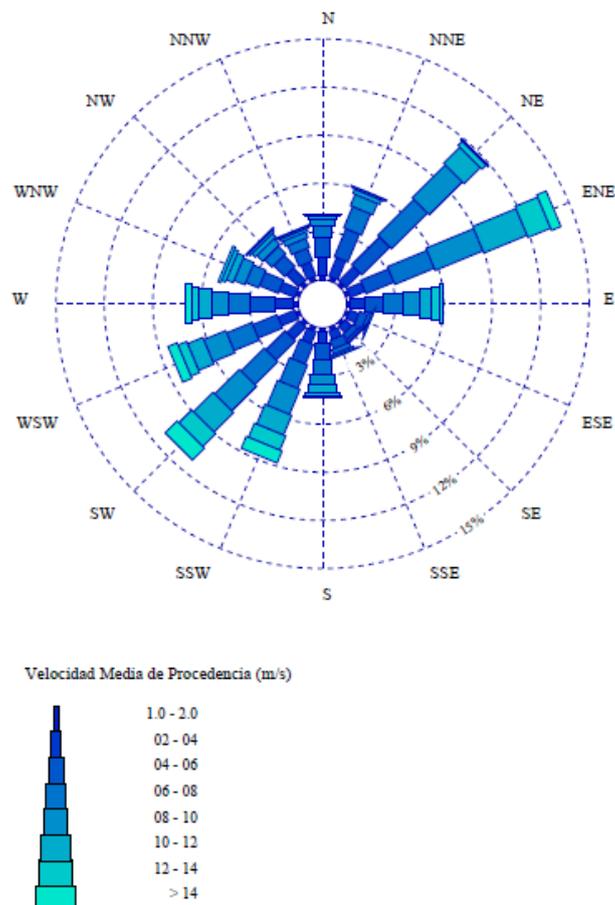


Figura 5. Rosa de vientos del punto SIMAR 2024044 para el período. 1958-2022. Fuente: Puertos del Estado

En cuanto a la velocidad del viento más frecuente en la zona, está entre 5,5 y 6,5 m/s tal y como se muestra en la siguiente imagen:

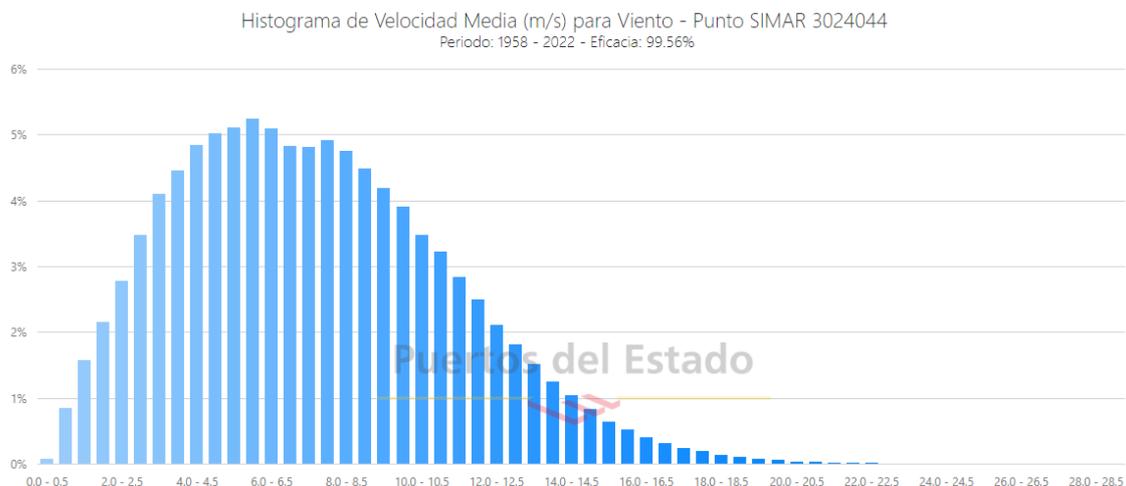


Figura 6. Frecuencia de velocidad del viento en el punto SIMAR 3024044 para el período. 1958-2022. Fuente: Puertos del Estado

Oleaje

Los datos de oleaje se han obtenido de la boya Cabo Vilano-Sisargas de Puertos del Estado. En la siguiente imagen se muestra la localización de la boya de Cabo Vilano-Sisargas:

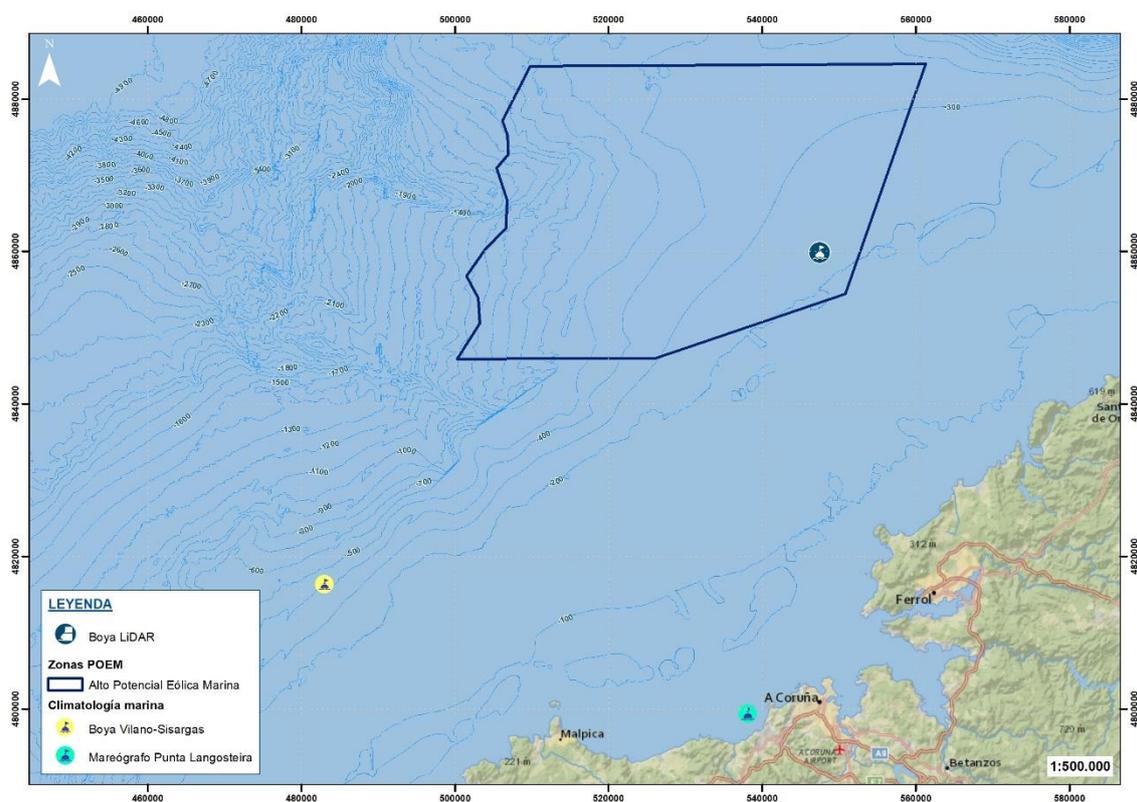


Figura 7. Localización de la boya de Cabo Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado.

En la siguiente imagen se muestra la rosa de oleaje para el período 1998-2021, la dirección del oleaje más frecuente de desde NW (24 %) seguida de WNW (18%), NNW (14%) y W (10%). Por

otra parte los sectores entre el N y WSW tienen frecuencias muy bajas (< 8 %). La altura significativa de ola está entre 1,5-2 m.

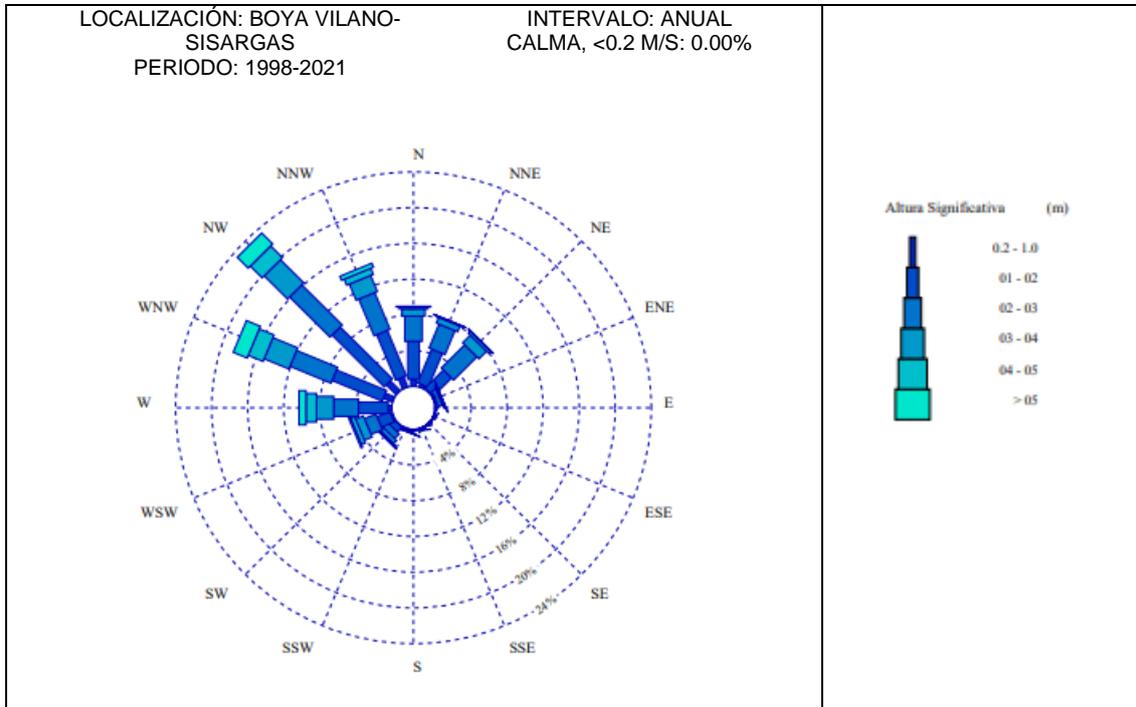


Figura 8. Rosa de oleaje en la boya Cabo Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado



Figura 9. Frecuencias de la altura significativa de ola en la boya Cabo Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado.

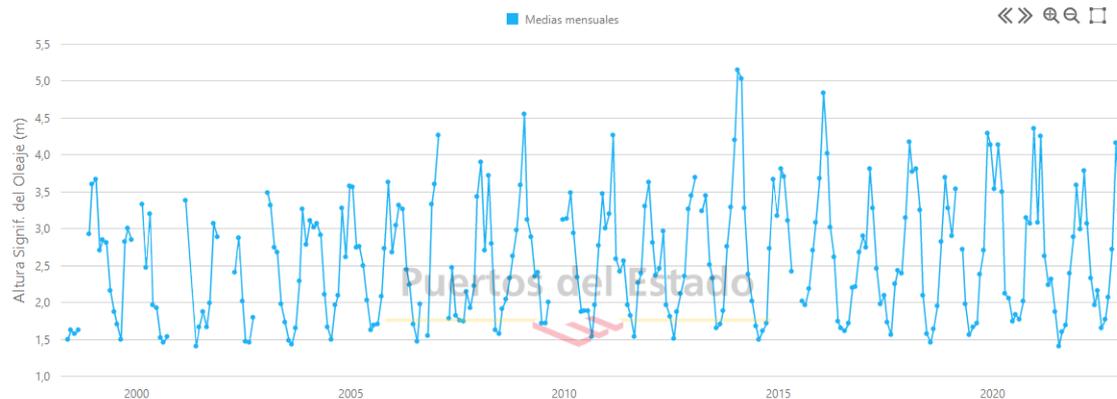


Figura 10. Media mensual de altura significativa de ola en la boya de Cabo Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado

El verano corresponde al período de baja energía, mientras que las condiciones de alta energía dominan durante el otoño y el invierno. El período medio de las olas es de 7,0 a 13,3 s.

Hs (m)	Tp (s)										Total	
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0		> 20.0
≤ 0.5	-	0.003	0.012	0.056	0.021	-	0.002	-	-	-	-	0.094
1.0	-	0.085	0.920	2.506	1.828	0.228	0.085	0.019	-	0.002	-	5.673
1.5	-	0.077	2.598	5.350	6.858	1.280	0.294	0.073	0.023	0.007	-	16.559
2.0	-	-	2.885	4.802	8.572	3.264	0.586	0.158	0.037	-	-	20.305
2.5	-	-	1.527	4.252	6.005	4.379	1.118	0.245	0.042	0.002	0.002	17.573
3.0	-	-	0.277	3.019	3.885	4.195	1.343	0.273	0.038	0.003	-	13.033
3.5	-	-	0.021	1.494	2.459	3.094	1.344	0.256	0.014	0.007	0.003	8.692
4.0	-	-	0.002	0.614	1.628	2.251	1.310	0.297	0.016	0.007	-	6.124
4.5	-	-	-	0.169	0.948	1.510	1.207	0.289	0.014	0.003	-	4.139
5.0	-	-	-	0.049	0.541	0.850	0.970	0.301	0.019	-	-	2.731
> 5.0	-	-	-	0.019	0.400	1.136	1.981	1.299	0.193	0.049	-	5.077
Total	-	0.165	8.242	22.329	33.146	22.187	10.240	3.211	0.395	0.080	0.005	100 %

Figura 11. Período de pico de ola (Tp) y altura significativa (Hs) de la boya Vilano-Sisargas. Fuente: Puertos del Estado.

6.2 Régimen hidrodinámico

Corrientes:

Al igual que en el caso anterior los datos se han obtenido de la boya de Cabo Vilano-Sisargas. La media anual de corriente presenta una dirección predominante de NNE y ENE. Aproximadamente el 54 % de las velocidades medias son superiores a 16 cm/s.

Rosa de Velocidad Media (cm/s) para Corrientes - Boya de Villano-Sisargas
 Periodo: 1998 - 2022 - Eficacia: 74.05%

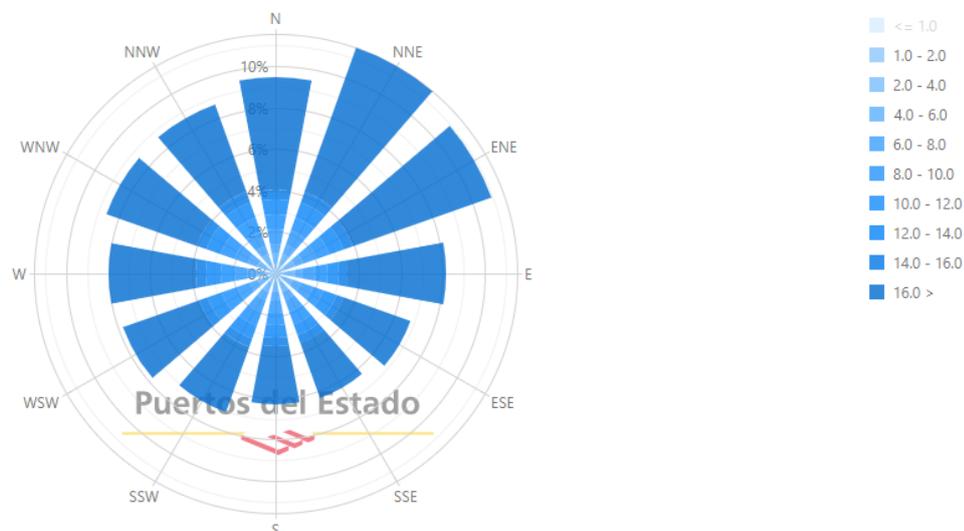


Figura 12. Corriente media de rosa de la boya Vilano-Sisargas (1998-2022). Fuente: Puertos del Estado.

Mareas:

El régimen de mareas consiste en mareas semidiurnas, con dos ciclos diarios. La marea creciente se extiende de sur a norte por el océano Atlántico, originando una corriente de marea en las costas de la Demarcación del Atlántico Norte, cuya influencia empieza a notarse en la plataforma continental gallega por encima de la isóbata de 100 m, haciéndose más sensible a medida que se acerca a tierra. Las mareas en la zona son muy importantes y pueden alcanzar hasta 4 m de amplitud de marea.

Para la caracterización de las mareas en la zona de estudio se ha utilizado el mareógrafo de Langosteira, que incluyen el sistema REDMAR. En la siguiente tabla se muestran las principales referencias del nivel del mar (cm) para un período de 2012-2022 referido al cero REDMAR.

Tabla 4. Referencias del nivel del mar del mareógrafo de Langosteira. Fuente: Puertos del Estado

Referencias de niveles del mar (cm) Mareógrafo de Langosteira	
Máximo nivel observado	457
Máxima marea alta astronómica	445
Nivel medio del mar	226,8
Mínima marea baja astronómica	261
Mínimo nivel observado	-5

6.3 Batimetría

La batimetría en la costa gallega es compleja, especialmente entre la línea de costa y los 100 m de profundidad, con la presencia de numerosos promontorios que representan la continuidad de la orografía terrestre. A partir de esta profundidad la batimetría es mucho más regular hasta el final de la plataforma continental, donde la profundidad va incrementando progresivamente hasta los 200-400m.

En el caso de la Boya LiDAR, ésta se ubica a una profundidad de unos 217 m.

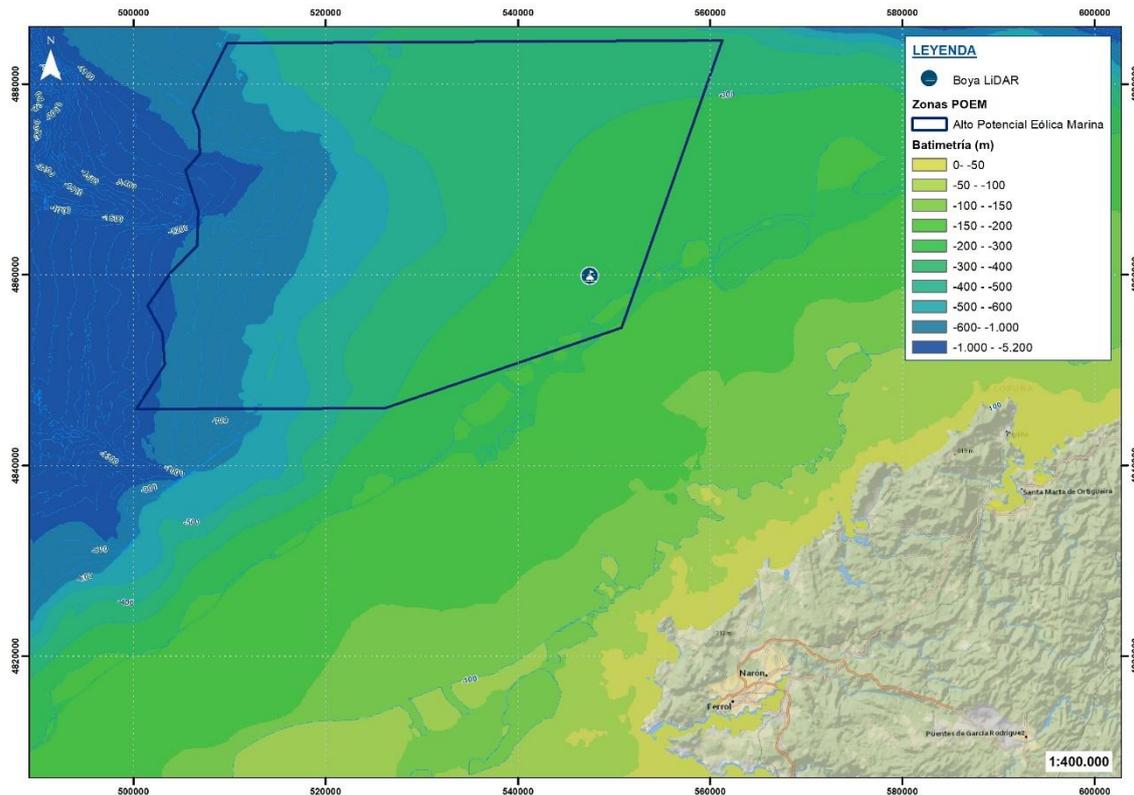


Figura 13. Batimetría en la zona de estudio. Fuente: EMODnet.

6.4 Geomorfología del fondo marino

A partir de los datos analizados de las bases de datos geomorfológicas del European Marine Observation and Data Network (EMODNET), a escala 1:250.000 que cubre desde la línea de costa hasta unos 30-50 km, se puede apreciar como en la costa gallega hay un predominio de roca hasta la cota batimétrica de 100 m. A partir de esta profundidad, predominan arenas y fangos, siendo más escasos los afloramientos rocosos y disponiéndose sin orden aparente en cuanto a profundidad o distancia acosta.

La boya LiDAR se ubica sobre fondos de arena fangosa.

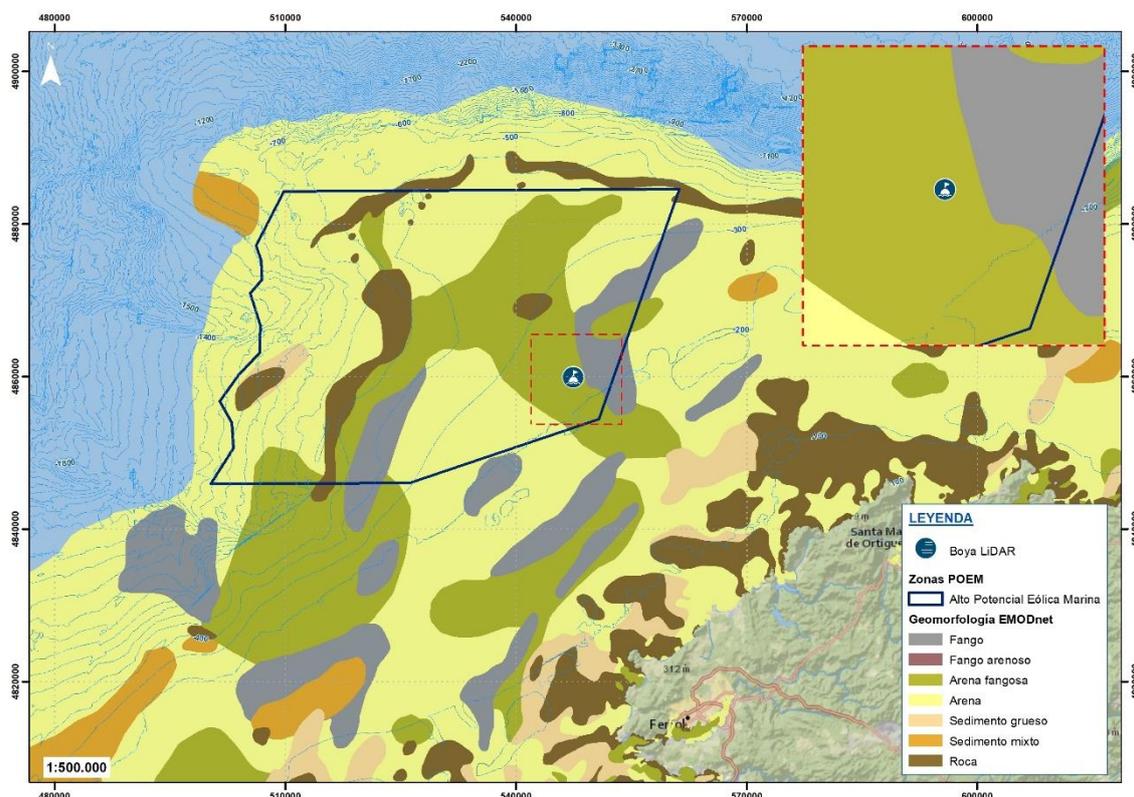


Figura 14. Geomorfología en la zona de estudio. Fuente: EMODnet.

6.5 Características fisicoquímicas del agua

Para la caracterización del agua marina se han consultado los datos disponibles en el portal Copernicus Marine Service, del conjunto de datos “IBI (Iberian Biscay Irish) Ocean Reanalysis system”.

6.5.1 Temperatura

La plataforma continental en el N-NO de la Península Ibérica presenta una zonificación térmica marcada desde una parte occidental fría, donde la influencia oceánica es mayor, a la parte oriental, donde la influencia continental es mayor. Además, esta área está sometida a una fuerte estacionalidad. El ciclo anual de temperatura superficial se puede dividir en dos periodos principales. El primero, de diciembre a abril y el segundo de junio a octubre. La transición entre los dos periodos ocurre en mayo y en noviembre. En la zona más occidental, el rango estacional de temperatura está limitado por el enfriamiento estival del agua causado por los afloramientos. El rango medio de temperatura superficial entre el verano y el invierno es de unos 4°C, y la amplitud del ciclo es de aproximadamente 8,5°C (entre 12,8 y 21,3°C).

En la zona de ubicación de la boya LiDAR, las temperaturas superficiales medias del agua a lo largo del año se encuentran entre los 12-20°C durante el periodo 2021-2023, las cuales varían de forma estacional, como se puede observar en las siguientes figuras.

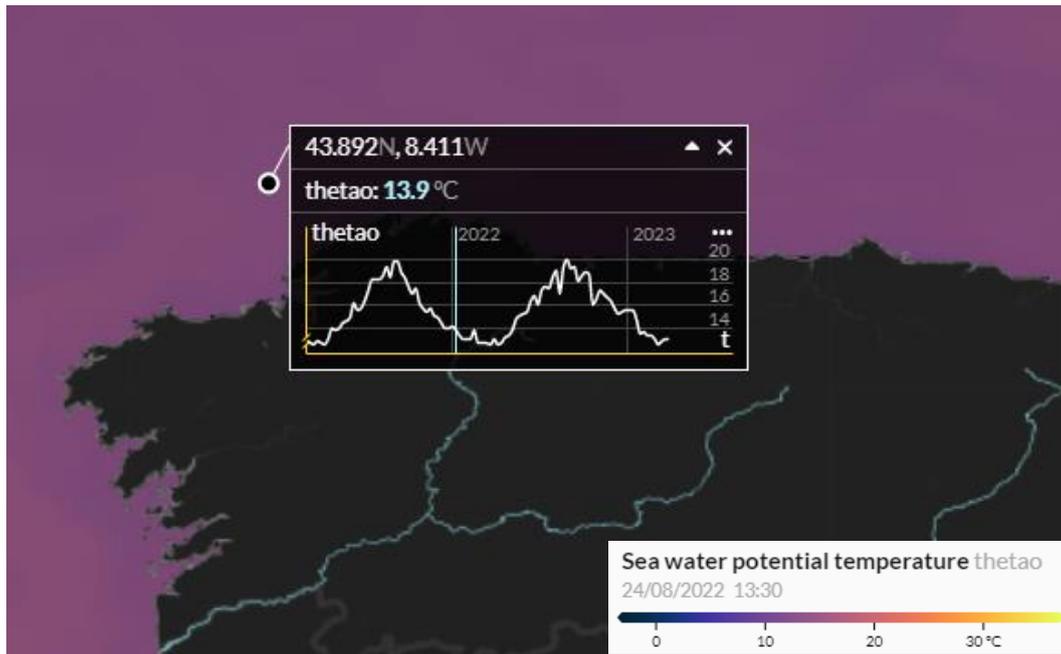


Figura 15. Gráfico de temperatura potencial del agua en la zona de ubicación de la boya LiDAR (noviembre 2021-marzo 2023). Valor de temperatura para enero de 2022. Fuente: Visor My Ocean del programa Copernicus.

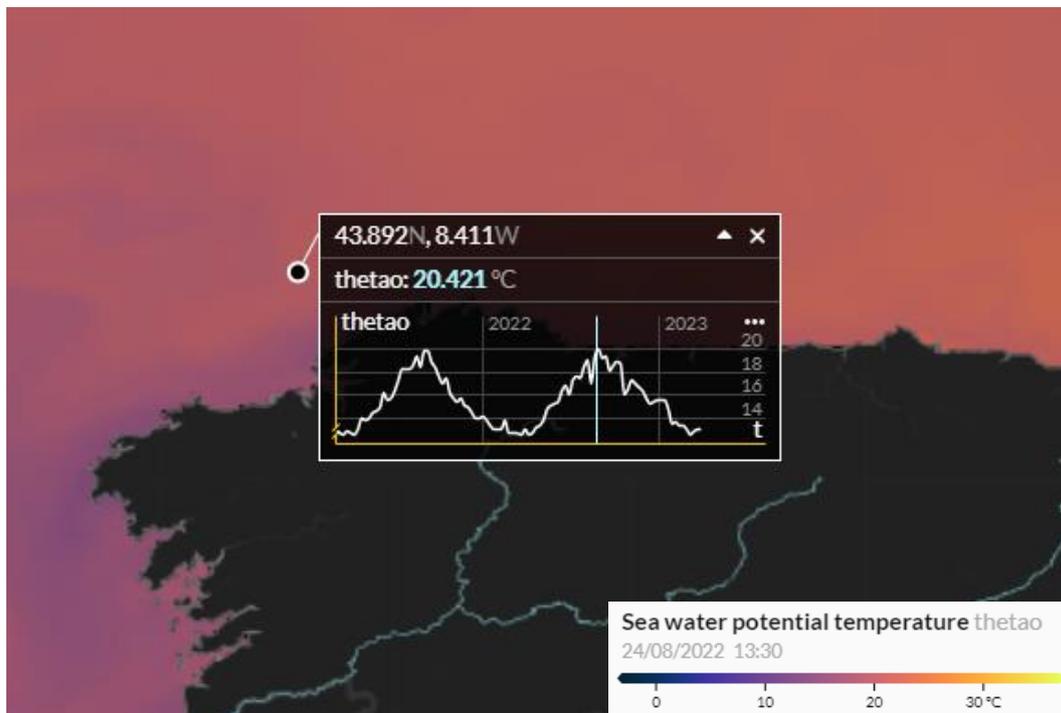


Figura 16. Gráfico de temperatura potencial del agua en la zona de ubicación de la boya LiDAR (noviembre 2021-marzo 2023). Valor de temperatura para agosto de 2022. Fuente: Visor My Ocean del programa Copernicus.

6.5.2 Salinidad

En las aguas de la Demarcación Noratlántica, durante la primavera y el verano se observan valores bajos de salinidad en superficie en gran parte de la plataforma continental, debido al aporte de aguas continentales y a la advección de aguas de baja salinidad del este. La contribución de aguas continentales fluviales se ve diluida en toda la columna de agua, bajando la salinidad y la temperatura de la parte más interna de la plataforma y ayudando a sostener un gradiente a través del litoral entre el agua de la plataforma y la corriente de talud. A finales de otoño e invierno el patrón de salinidad de la capa superficial se ve afectado por la advección del agua atlántica del oeste de la Península Ibérica. Las intrusiones de aguas más templadas y saladas, de origen subtropical, son más intensas durante el invierno, cuando las condiciones de los vientos son más favorables.

En las siguientes figuras se observa la evolución de la salinidad en superficie entre 2021 y 2023 para la zona de ubicación de la boya LiDAR, indicando el valor y perfil de la columna de agua para enero de 2022 y agosto de 2022. Se puede apreciar la estacionalidad mencionada anteriormente. En enero de 2022 el valor en superficie es de 35,67‰, aumentando muy ligeramente hasta los 35,68‰ a los 150 m de profundidad. Por su parte, en verano la salinidad en superficie es de 35,53‰, en los primeros 20 m se produce un ligero descenso de la salinidad y, a partir de esa profundidad incrementa ligeramente hasta los 35,56‰ a los 100 m de profundidad. Desde esta profundidad y hasta los 150 m se produce otro descenso en la salinidad, la cual vuelve a incrementar a partir de los 150 m, pero en ningún caso superando el valor de 35,6‰.

Como puede verse en las siguientes figuras, la salinidad en superficie ha ido variando muy poco con los años, manteniéndose entre 35,33‰ y 35,71‰.

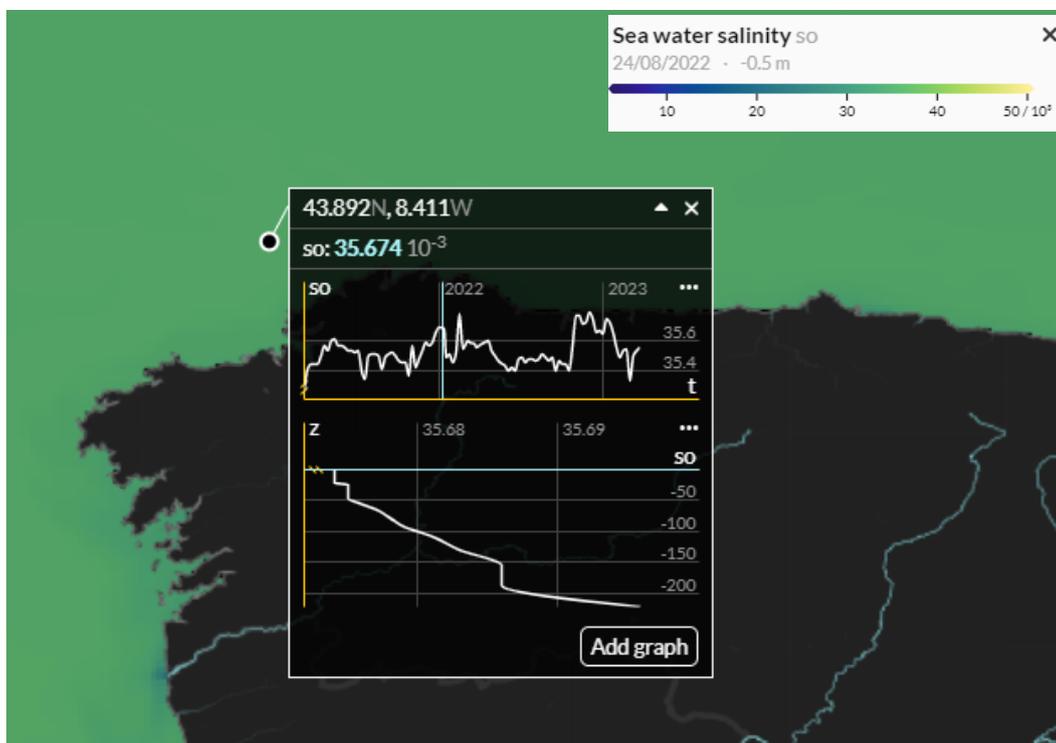


Figura 17. Gráfico de salinidad en superficie del agua en la zona de ubicación de la boya LiDAR (noviembre 2021-marzo 2023). Valor de temperatura y perfil de la columna de agua para enero de 2022.

Fuente: Visor My Ocean del programa Copernicus.

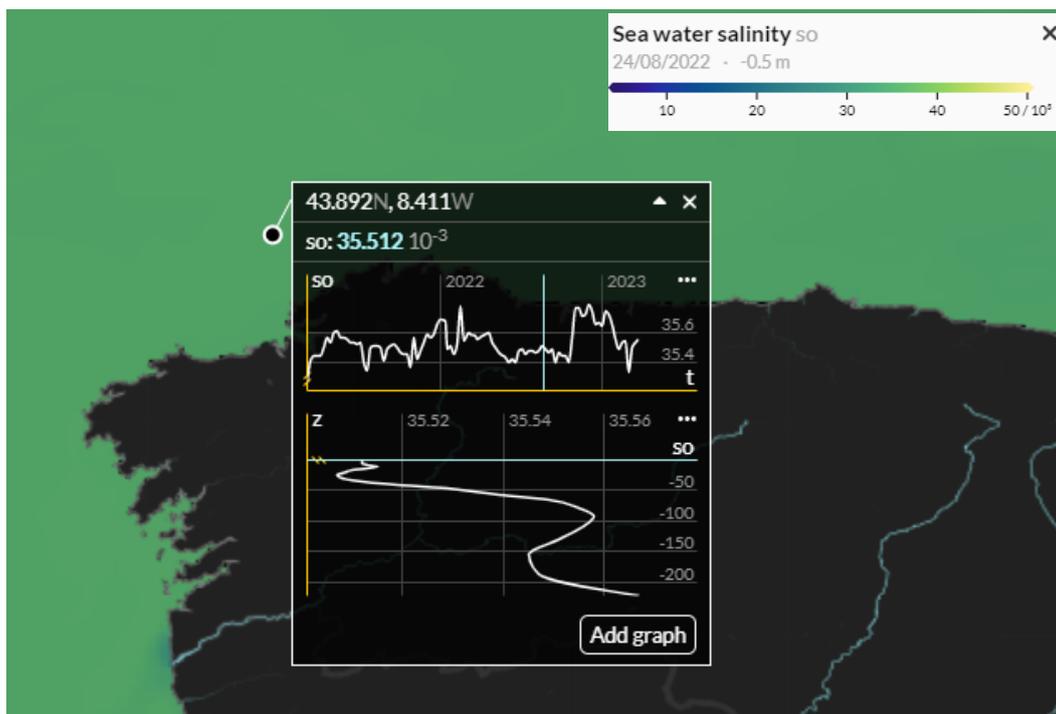


Figura 18. Gráfico de salinidad en superficie del agua en la zona de ubicación de la boya LiDAR (noviembre 2021-marzo 2023). Valor de temperatura y perfil de la columna de agua para agosto de 2022. Fuente: Visor My Ocean del programa Copernicus.

6.5.3 Oxígeno disuelto

La distribución de oxígeno en la columna de agua depende estrechamente de la actividad biológica, a la vez que afecta a la distribución y actividad de muchos organismos. Los gases son poco solubles en agua y su solubilidad disminuye al aumentar la temperatura y la salinidad, y aumenta con la presión. En superficie, el agua está sobresaturada de oxígeno con respecto a la atmósfera. Esta sobresaturación en superficie se debe en parte a la liberación de oxígeno durante la fotosíntesis, pero fundamentalmente a la formación de burbujas por el oleaje y el viento.

La diferente distribución vertical de los procesos de fotosíntesis (en la capa fótica) y la respiración (en toda la columna de agua), junto con la separación física de las capas superficiales y profundas por la termoclina, da lugar a distribuciones verticales características de oxígeno. En la parte inferior de la capa fótica, la producción de oxígeno es compensada por el consumo de oxígeno debido a la respiración. A mayor profundidad, la concentración de oxígeno va disminuyendo debido a la respiración de la materia orgánica. Como esta respiración heterótrofa depende de la materia orgánica que procede de la superficie, se desarrolla así un mínimo de oxígeno, generalmente entre 500-1000 m de profundidad.

En las siguientes figuras se muestran los gráficos de oxígeno en superficie para la zona de ubicación de la boya LiDAR entre 2021 y 2023, indicando el valor y perfil de la columna de agua para enero de 2022 y agosto de 2022. Las dos gráficas coinciden con lo descrito anteriormente, alcanzando su valor máximo en superficie y disminuyendo a medida que incrementa la profundidad.

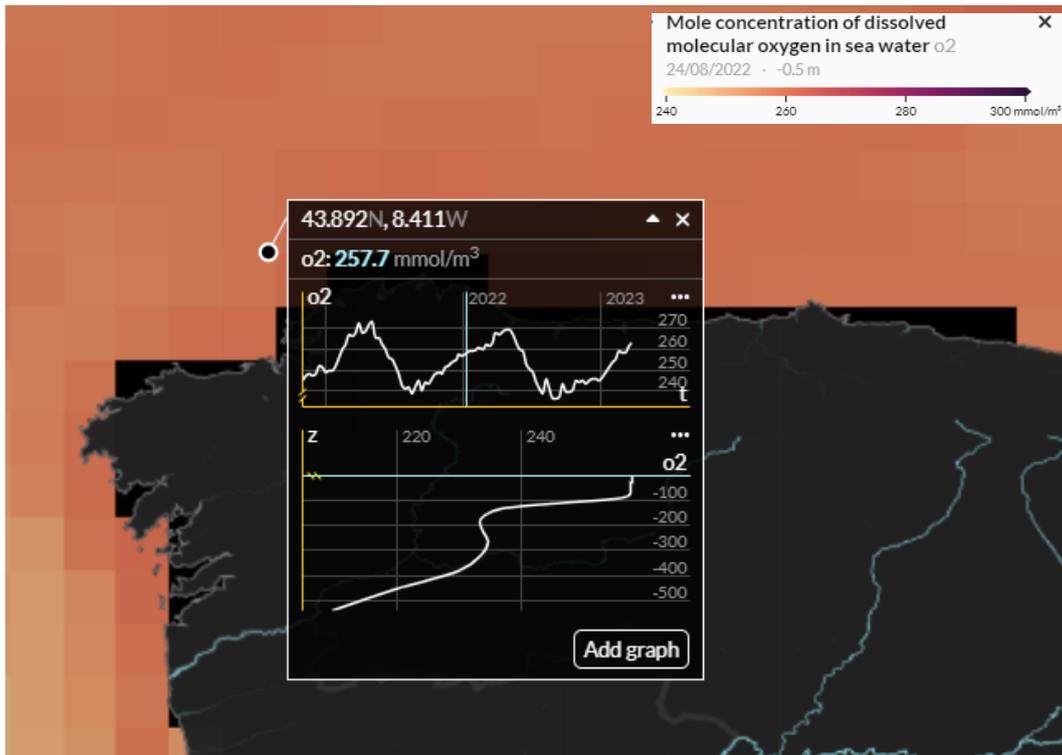


Figura 19. Gráfico de oxígeno disuelto del agua en la zona de ubicación de la boya LiDAR (noviembre 2021-marzo 2023). Valor de oxígeno disuelto y perfil de la columna de agua para enero de 2022. Fuente: Visor My Ocean del programa Copernicus.

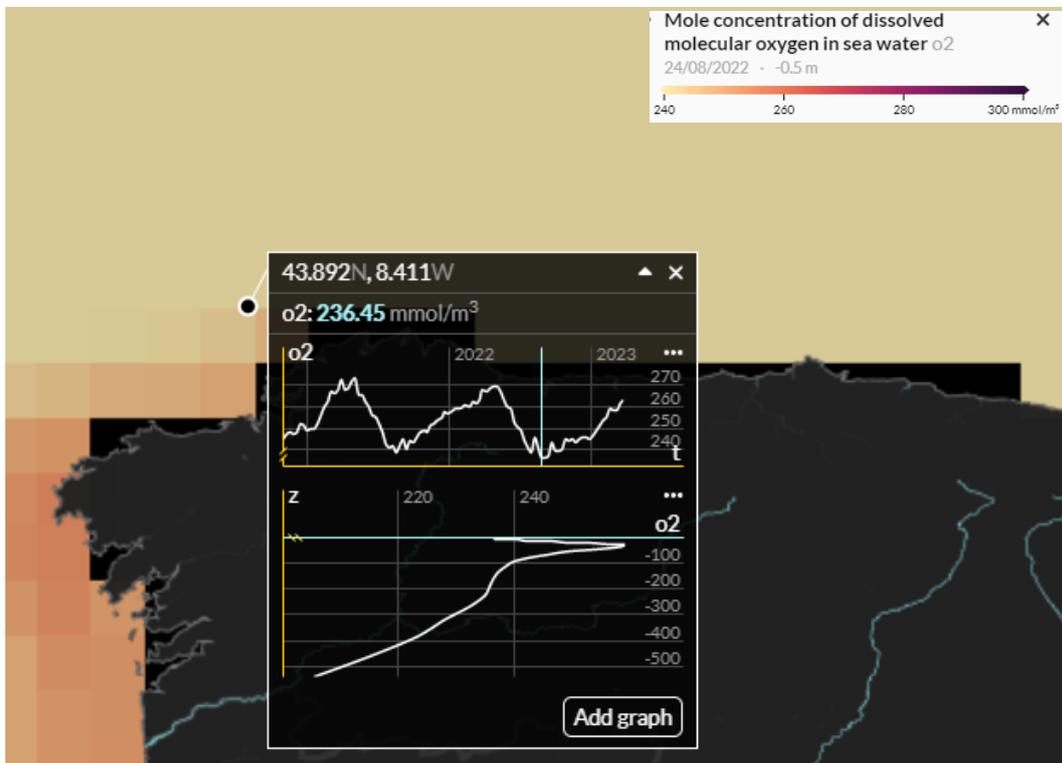


Figura 20. Gráfico de oxígeno disuelto del agua en la zona de ubicación de la boya LiDAR (noviembre 2021-marzo 2023). Valor de oxígeno disuelto y perfil de la columna de agua para agosto de 2022. Fuente: Visor My Ocean del programa Copernicus.

6.6 Caracterización de los hábitats marinos y comunidades bentónicas

Las comunidades bentónicas representan el conjunto de poblaciones biológicas que colonizan los fondos marinos, las cuales están estrechamente relacionadas con el tipo de fondo, de manera que cada tipo de fondo o hábitat tendrá asociada una comunidad bentónica específica. Por este motivo, para su caracterización se utiliza la clasificación de hábitats EUNIS (European Nature Information System), que clasifica los hábitats en función de la profundidad, las condiciones hidrodinámicas y los tipos de fondo. Los hábitats presentes en la zona de estudio se muestran en la siguiente figura.

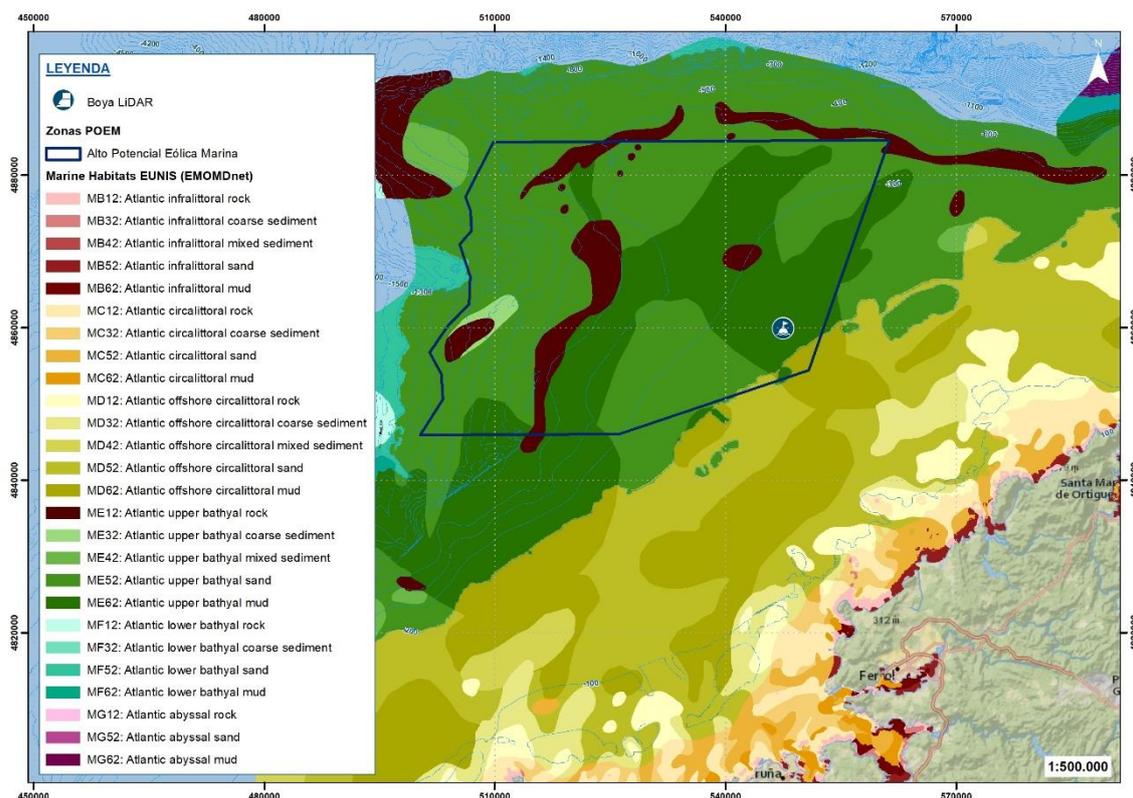


Figura 21. Cartografía de hábitats EUNIS en la zona de estudio. Fuente: EMODnet.

La boya LiDAR se ubica sobre el hábitat ME62 Fango batial superior atlántico. Este hábitat se caracteriza por presentar una comunidad infaunal diversa dominada por poliquetos. La epifauna tiende a ser escasa, con especies móviles, pero pueden darse agregaciones de fauna erecta como esponjas de vidrio, plumas de mar y corales blandos.

Este hábitat EUNIS, de acuerdo al Inventario Español de Hábitats Marinos, se corresponde con el hábitat 040204. Según la descripción proporcionada para este hábitat, en los fondos batiales sedimentarios de reborde de plataforma las comunidades más características son las denominadas por crinoideos del género *Leptometra*, por el braquiópodo *Gryphus vitreus* o por la actinia *Actinauge richardi*. Los campos de *Leptometra* se concentran sobre todo en el rango de profundidad entre 150 y 300 m, y pueden extenderse también a afloramientos rocosos. Están caracterizados por altas concentraciones de *Leptometra celtica*.

Estas comunidades de los fondos blandos circalitorales presentan una comunidad rica, caracterizada principalmente por numerosas especies de peces, algunas de gran interés comercial, como la merluza (*Merluccius merluccius*), el lirio (*Micromesistius poutassou*), el

chicharro (*Trachurus trachurus*), el verdel (*Scomber scombrus*), las fanecas (*Trisopterus luscus*, *T. minutus*), las dos especies de gallo (*Lepidorhombus boscii* y *Lepidorhombus whiffiagonis*) o las dos especies de rape (*Lophius piscatorius* y *Lophius budegassa*). Otras especies abundantes son la pintarroja (*Scyliorhinus canicula*), el marujito (*Gadiculus argenteus*), el cuco (*Aspitrigla cuculus*), la cabra de altura (*Helicolenus dactylopterus*), *Maurolicus muelleri*, peludas (*Arnoglossus imperiales* y *A. laterna*), soldadas (*Microchirus variegatus*), algunos trígidos (*Aspitrigla cuculus*, *Lepidotrigla cavillone* o *Trigla lyra*) y góbidos (*Deltenosteus quadrimaculatus*, *Lesueurigobius friesii* y *L. sanzoi*), y *Argentina sphyraena* y *Maurolicus muelleri*. También es muy abundante *Symphurus nigrescens*, que constituye una presa importante para diversas especies de interés pesquero, como la merluza.

Respecto a la fauna de los invertebrados, los moluscos son el grupo más abundante, principalmente los cefalópodos, como potas (*Illex coindetii* y *Todaropsis eblanae*) o la puntilla (*Alloteuthis spp.*), seguidos de los crustáceos decápodos, como *Parapenaeus longirostris*, las munidas (*Munida sarsi* y *Munida intermedia*), la gamba *Plesionika heterocarpus* o el pagúrigo *Pagurus prideauxi*. Los equinodermos también están bien representados; es posible encontrar acompañando al crinoideo dominante (*Leptometra*), al erizo de mar *Gracilechinus acutus*, ofiuras como *Ophiothrix fragilis*, y en menor medida *Ophiura ophiura*. Por último, algunas especies de organismos filtradores como el pennatuláceo *Funiculina quadrangularis* o la actinia *Actinauge richardii* son también muy abundantes en este tipo de comunidades.

De todas las especies indicadas, únicamente *Funiculina quadrangularis* aparece recogida en la lista roja de la IUCN como vulnerable, pero para la población del mediterráneo.

Además de los hábitats EUNIS y su equivalencia con el Inventario Español de Hábitats Marinos, se tienen en cuenta los hábitats OSPAR, los cuales son objeto de protección y conservación. En la siguiente figura se muestran los hábitats OSPAR en el ámbito de estudio. Los hábitats más próximos a la posición de la boya LIDAR son los arrecifes de *Lophelia pertusa*, agregaciones de esponjas de aguas profundas, jardines coralinos y pluma de mar y megafauna excavadora, todos ellos identificados a más de 24 km de distancia del emplazamiento previsto para la boya.

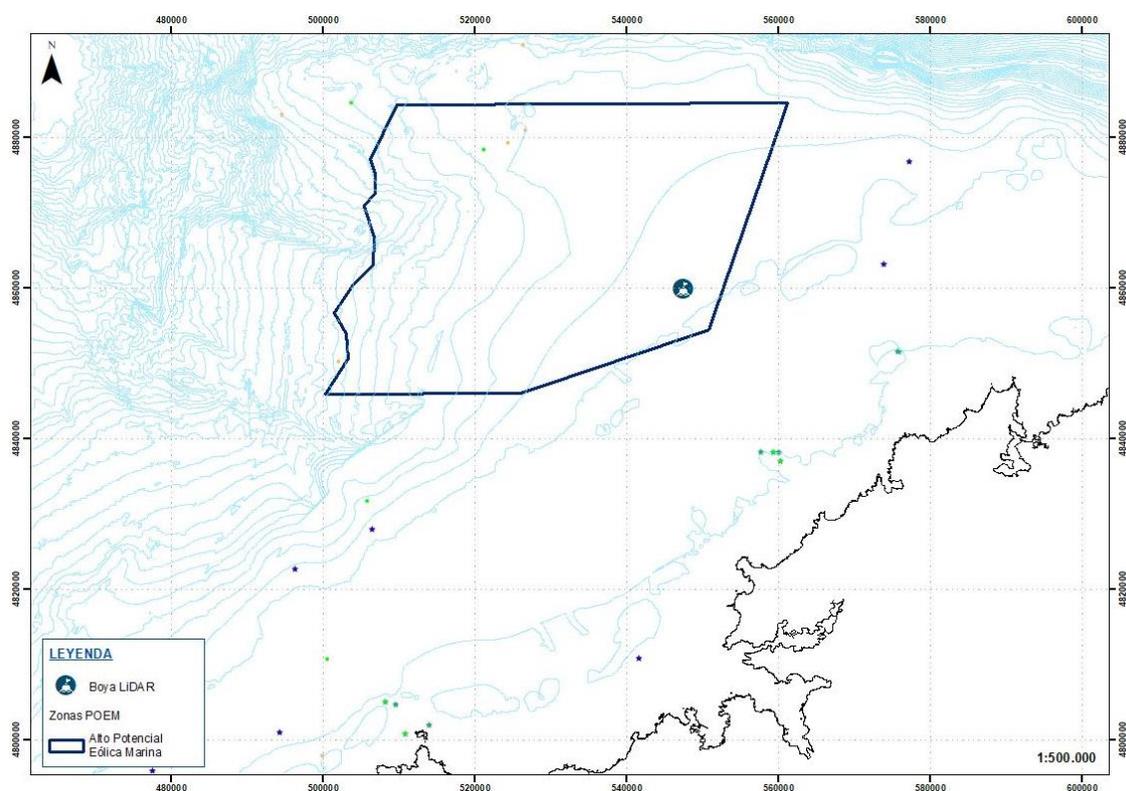


Figura 22. Hábitats OSPAR en la zona de estudio. Fuente: EMODnet.

Los hábitats descritos en este apartado son los que se han tenido en cuenta en las Estrategias Marinas de la Demarcación Noratlántica para evaluar el descriptor D6 de fondos marinos. Como se indica en el apartado 7.4.2., el impacto de la boya LiDAR sobre las comunidades bentónicas es mínima, los sustratos rocosos, que albergan comunidades de gran interés y los hábitats OSPAR se encuentran alejados de la boya.

6.7 Inventario de Cetáceos

La caracterización de cetáceos en la zona de estudio se ha llevado a cabo usando diferentes fuentes de información. Se han utilizado las cuadrículas 10x10 km presentes en el visor del Banco de Datos de la Naturaleza, basados en:

- Inventario Español de Especies Terrestres (IEET), que pretende dar respuesta a las necesidades y requisitos del Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para la elaboración del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad (Cuadrículas 29TNJ46 y 29TNJ45).
- Distribución de especies de interés comunitario del informe del Artículo 17 de la Directiva 92/43/CEE, para el periodo 2013-2018 (Cuadrículas 10kmE285N249 y 10kmE285N248).

Para determinar el estado de conservación de las especies marinas potencialmente presentes, se han consultado las normativas vigentes a nivel autonómico, estatal y europeo: Catalogo Gallego de Especies Amenazadas (CGEA) (RD 88/2007; modificado por D 167/2011), Catalogo Español de Especies Amenazadas (CEEa) (RD 139/2011 y ordenes posteriores), Ley de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (Ley 42/2007) y modificaciones posteriores, Directiva Hábitats 92/43/CEE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora

silvestres y el Convenio para la protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico Nordeste (OSPAR).

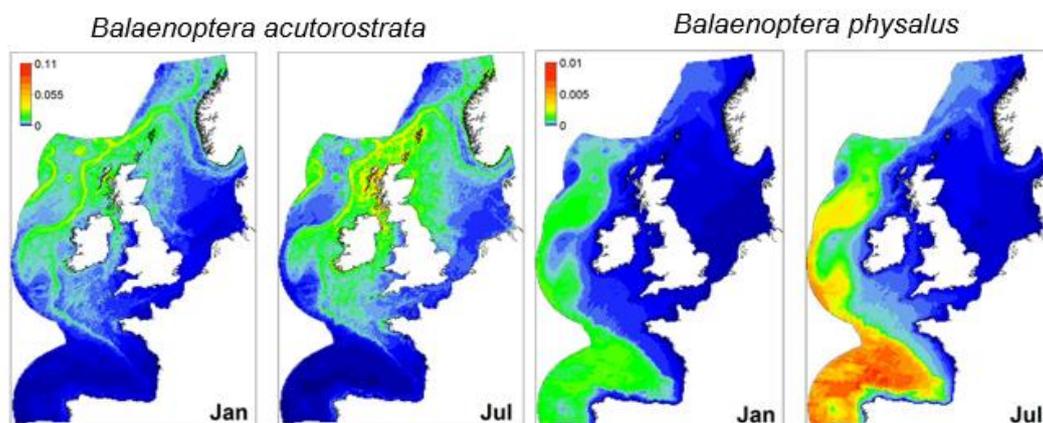
En la siguiente tabla se indican los cetáceos presentes en la zona de estudio y su estado de conservación según las normas indicadas.

Tabla 5. Especies de cetáceos potencialmente presentes en la zona de estudio.

Nombre científico	CGEA	CEEA	Ley 42/2007	DIR. 92/43	OSPAR
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	-	VU	-	-	-
<i>Balaenoptera physalus</i>	-	-	-	-	-
<i>Delphinus delphis</i>	-	Régimen de protección especial	-	Anexo IV	-
<i>Globicephala melas</i>	-	-	-	-	-
<i>Orcinus orca</i>	-	-	-	-	-
<i>Physeter macrocephalus</i>	-	VU	-	-	-
<i>Stenella coeruleoalba</i>	-	Régimen de protección especial	-	Anexo IV	-
<i>Tursiops truncatus</i>	VU	VU	Anexo II y Anexo IV	Anexo IV	-

VU: Vulnerable

Para disponer de un mayor detalle de la densidad distribución de las especies presentes en la zona de estudio, se ha consultado el trabajo de James J. Waggitt, *et al* (2019) Distribution maps of cetacean and seabirds populations in the North-East Atlantic. *Journal of applied Ecology*, 57 (2). 253-269. Este estudio proporciona la mayor recopilación y estandarización jamás realizada de diversos datos de estudios de cetáceos, y los mapas de distribución más completos en el Atlántico nororiental. Este estudio desarrolla un enfoque alternativo que consiste en: (a) cotejar diversos datos de encuestas para maximizar la cobertura espacial y temporal, (b) usar funciones de detección para estimar la variación en el área de superficie cubierta (km²) entre estas encuestas estandarizando las mediciones de esfuerzo y densidades de animales y (c) el desarrollo de modelos de distribución de especies (SDM) que superen los problemas de cobertura heterogénea y desigual. Se recopilaban y estandarizaron 2,68 millones de km de datos de levantamientos en el Atlántico nororiental entre 1980 y 2018. Como resultado, en las siguientes figuras se muestran los mapas de distribución de las especies indicadas en la tabla 5.



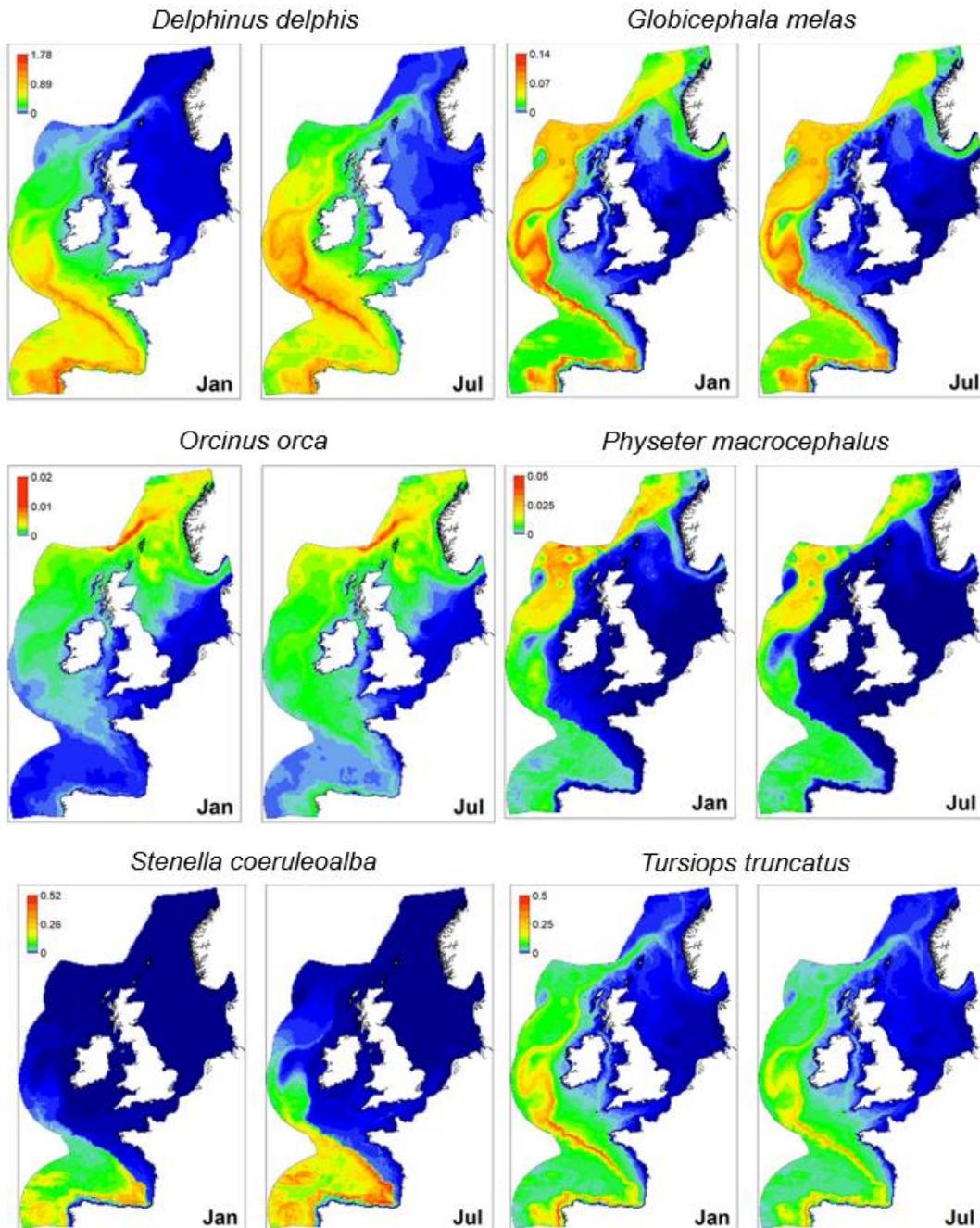


Figura 23. Variación espacial de las densidades previstas (animales por km²) de especies de cetáceos en enero y julio en el Atlántico nororiental. Los valores se proporcionan con una resolución de 10 km. Fuente: James J. Waggitt, et al (2019).

En vista de los mapas de densidad para las especies indicadas, se puede apreciar que, en la zona de estudio, las más frecuentes, y que presentan una mayor densidad, son *Balaenoptera physalus*, *Delphinus delphis*, *Tursiops truncatus* y *Globicephala melas*.

De todas estas especies, el delfín mular (*Tursiops truncatus*) es el único catalogado como vulnerable según el Catálogo Gallego de Especies Amenazadas. En la siguiente tabla se presenta una descripción más detallada de la especie.

Tabla 6. Características de la especie de delfín mular *Tursiops truncatus*.

Especie	Delfín mular (<i>Tursiops truncatus</i>) 
Protección	Catalogada como "Vulnerable" en el Catálogo Gallego de especies amenazadas (RS 88/2007) y en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (RD 139/2011)
Requerimientos ecológicos	Esta especie de delfín puede alcanzar los 3,5 m de longitud en las hembras y hasta 4 m en los machos. Su cuerpo es de un color azul-grisáceo y casi blanca en la parte inferior, de forma larga y fuerte. Presenta aleta dorsal a menudo en forma de ganchillo. Las aletas pectorales son moderadamente largas, oscuras y finas. Es vivíparo, suele aparearse en primavera o verano. Al cabo de 10 o 12 meses la hembra pare una sola cría. La madre atiende su cría por lo menos durante 16 meses, debido al cual se aparea una vez cada dos o tres años, con un macho distinto. Su longevidad puede llegar a ser de hasta 60 años. La alimentación es costera y basada sobre todo en una variedad de pescados (anchoas, sardina, etc.), gambas, camarones, cangrejos, pulpos, calamares y de invertebrados. La dieta y método de caza variará en función de la disponibilidad de la presa; así, cuando los pescados escasean por migraciones u otras causas, los delfines se convierten en cazadores nocturnos para atrapar calamares y otros moradores del fondo marino activos durante la noche.
Factores que influyen a su dinámica poblacional	<ul style="list-style-type: none"> - La captura activa de ejemplares ya sea para consumo humano o para emplearlos como cebo - La matanza activa de delfines para reducir la competencia en las zonas de pesca - Disminución en la disponibilidad de presas asociada tanto a la degradación del hábitat como a la sobrepesca - La presencia de altas concentraciones de contaminantes químicos como PCB y DDT se ha correlacionado con declive del sistema inmune en delfines mulares - La contaminación acústica constituye un problema de conservación para los cetáceos a nivel global
Medidas de conservación	Protección de la especie mediante limitación y regulación de las artes de pesca que le producen daños a la especie, además de un control sobre los vertidos de productos contaminantes.

6.8 Inventario de quelonios

En referencia a los quelonios, de las siete especies de tortugas marinas existentes, se tienen referencias de presencia de cinco de ellas en aguas de la demarcación Noratlántica. Estas son: *Caretta caretta*, *Dermochelys coriacea*, *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* y *Lepidochelys kempii*.

Para la identificación de quelonios en el ámbito de estudio, se ha consultado la misma información que en el caso de los cetáceos. No se ha detectado ninguna especie en la zona de ubicación de la boya LiDAR según la información disponible (Inventario Español de Especies Terrestres (IEET), Distribución de especies de interés comunitario del informe del Artículo 17 de la Directiva 92/43/CEE).

6.9 Inventario de Avifauna

Para la caracterización de la avifauna en la zona de estudio se ha consultado la información disponible en las cuadrículas 10x10 km presentes en el visor del Banco de Datos de la Naturaleza, basados en el Inventario Español de Especies Terrestres (IEET) y la Distribución de especies de aves silvestres del informe del artículo 12 de la Directiva 2009/147/CE para el periodo 2013-2018.

Respecto a la información disponible en el Inventario Español de Especies Terrestres no hay inventariadas especies de aves en las cuadrículas en las que se ubica la boya LiDAR. Para el caso de la información disponible en la Distribución de especies de aves silvestres del informe del artículo 12 de la Directiva 2009/147/CE, la malla de cuadrículas de distribución no abarca la zona de estudio.

Teniendo en cuenta lo mencionado, para la caracterización de la avifauna se ha empleado la información disponible en el formulario normalizado de la ZEPA Espacio marino de Punta Candelaria-Ría de Ortigueira-Estaca de Bares (ES0000495), ZEPA Espacio marino de la Costa Ferrolterra-Valdoviño (ES0000496) y de la ZEPA Espacio marino de la Costa da Morte (ES0000497) que, a pesar de no ser contiguas, se encuentran dentro del denominado corredor migratorio Cantábrico-Gallego, de gran importancia a nivel europeo, constituyendo la principal ruta migratoria en dirección norte-sur y paralela a la costa gallega.

En la siguiente tabla se indican las especies de avifauna inventariadas. Además, para determinar el estado de conservación de las especies de avifauna potencialmente presentes, se han consultado las normativas vigentes a nivel autonómico, estatal y europeo: Catalogo Gallego de Especies Amenazadas (CGEA) (RD 88/2007; modificado por D 167/2011), Catalogo Español de Especies Amenazadas (CEEA) (RD 139/2011 y ordenes posteriores), Ley de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (Ley 42/2007) y modificaciones posteriores, Directiva 2009/147/CE relativa a la conservación de las aves silvestres y el Convenio para la protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico Nordeste (OSPAR).

Tabla 7. Especies de avifauna potencialmente presentes en la zona de estudio.

Nombre científico	CGEA	CEEA	Ley 42/2007	Dir. 2009/147	OSPAR
<i>Alca torda</i>	-	-	-	-	-
<i>Calonectris diomedea</i>	-	-	Anexo IV	Anexo I	-
<i>Chlidonias niger</i>	-	PE	Anexo IV	Anexo I	-
<i>Gavia immer</i>	-	-	Anexo IV	Anexo I	-
<i>Gavia stellata</i>	-	-	Anexo IV	Anexo I	-
<i>Hydrobates pelagicus</i>	VU	-	Anexo IV	Anexo I	-
<i>Larus fuscus</i>	-	-	-	Anexo II	-
<i>Larus marinus</i>	-	-	-	Anexo II	-
<i>Larus michahellis</i>	-	-	-	-	-
<i>Larus melanocephalus</i>	-	-	Anexo IV	Anexo I	-
<i>Larus minutus</i>	-	-	Anexo IV	Anexo I	-
<i>Larus ridibundus</i>	-	-	-	Anexo II	-
<i>Melanitta nigra</i>	-	-	-	Anexo I, Anexo II	-
<i>Mergus serrator</i>	-	-	-	Anexo II	-
<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	-	-	Anexo IV	Anexo I	-
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	VU	VU	Anexo IV	Anexo I	-
<i>Puffinus puffinus</i>	-	VU	-	-	-
<i>Puffinus mauretanicus</i>	PE	PE	-	Anexo I	-
<i>Rissa tridactyla</i>	VU	-	-	-	-
<i>Sterna hirundo</i>	-	-	Anexo IV	Anexo I	-
<i>Sterna albifrons</i>	-	-	Anexo IV	Anexo I	-
<i>Sterna paradisaea</i>	-	-	Anexo IV	Anexo I	-
<i>Sterna sandvicensis</i>	-	-	Anexo IV	Anexo I	-
<i>Uria aalge</i>	PE	PE	Anexo IV	Anexo I	Amenazada o en declive

Nombre científico	CGEA	CEEA	Ley 42/2007	Dir. 2009/147	OSPAR
<i>Uria aalge ibericus</i>	-	-	Anexo IV	Anexo I	Amenazada o en declive

PE: Peligro de extinción; VU: Vulnerable

De todas las especies listadas en la tabla anterior, *Puffinus puffinus mauretanicus* y *Uria aalge* están catalogadas como en “Peligro de Extinción”, y las especies *Hydrobates pelagicus*, *Phalacrocorax aristotelis* y *Rissa tridactyla* están catalogadas como “Vulnerables” según el Catálogo Gallego de Especies Amenazadas. En la siguiente tabla se presenta una descripción más detallada de estas especies.

Tabla 8. Características de la especie de pardela balear *Puffinus mauretanicus*

Especie	Pardela balear (<i>Puffinus mauretanicus</i>) 			
Protección	Catalogada como “Peligro de Extinción” en el Catálogo Gallego de especies amenazadas (RS 88/2007) y en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (RD 139/2011)			
Requerimientos ecológicos	Especie endémica del archipiélago balear, única localidad mundial donde se reproduce y que cuenta con una población aproximada de 2000 parejas. Durante el verano y el otoño, numerosos ejemplares migran frente a las costas gallegas, bien para permanecer varios meses en ellas o bien durante los desplazamientos a cuarteles estivales en el golfo de Vizcaya. En el país es frecuente observarla en sus viajes migratorios en los meses de mayo-noviembre por desplazamientos posnupciales o de regreso a las colonias de cría. Anida en madrigueras y covachas en terrenos próximos al mar, en islas o islotes. No excava agujeros ni aprovecha las madrigueras de los conejos. Forma colonias relativamente pequeñas durante el período de cría, que abarca de marzo hasta junio. Permanecen continuamente en el mar, alimentándose fundamentalmente de pequeños pescados pelágicos o bien descansando, pero nunca sobre tierra firme. Esencialmente marina, solo acude a la tierra en las épocas de cría. En otoño y en invierno se vuelve más costera y gregaria.			
Factores que influyen a su dinámica poblacional	La amenaza más fuerte y directa sobre la población de esta especie es la predación que ejercen las ratas y gatos en la época de cría. También hay que destacar la presión humana en forma de turismo o destrucción de hábitats preferentes. Varios cientos de ejemplares se aproximan cada año a las costas gallegas, donde las principales amenazas de conservación son la mortalidad accidental en artes de pesca (fundamentalmente palangres) y la contaminación marina (en especial, los vertidos de hidrocarburos).			
Estado de conservación en ZEPAs		ZEPA Espacio marino de Punta Candelaria-Ría de Ortigueira-Estaca de Bares	ZEPA Espacio marino de la Costa Ferrolterra-Valdoviño	ZEPA Espacio marino de la Costa da Morte
	Estado global de población*	B	C	A
* tamaño y densidad de la población de la especie que esté presente en el lugar en relación con las poblaciones presentes en el territorio nacional. Se categorizan del siguiente modo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ A: 100 % $\geq p > 15$ % ▪ B: 15 % $\geq p > 2$ % ▪ C 2% $\geq p > 0$ % ▪ D: Población no significativa 				

Tabla 9. Características de la especie de arao común *Uria aalge*

Especie	<p>Arao común (<i>Uria aalge</i>)</p> 			
Protección	<p>Catalogada como “Peligro de Extinción” en el Catálogo Gallego de especies amenazadas (RS 88/2007) y en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (RD 139/2011)</p>			
Requerimientos ecológicos	<p>Es una de las aves marinas más abundantes del planeta, pero en la península Ibérica tan sólo nidifica en Galicia. Para eso emplea repisas en acantilados rocosos y furnas en la Costa da Morte, aunque a finales del siglo pasado también nidificó en las islas Cíes y Ons y en Estaca de Bares. Fuertemente ligada a las aguas marinas, donde pasa gran parte del tiempo descansando y en la búsqueda de alimento (pescados pelágicos). A pesar de que es frecuente observar araos en aguas gallegas durante el invierno, estos proceden fundamentalmente de colonias de reproducción británicas y francesas. En la actualidad sobreviven tan sólo 2-4 parejas reproductoras, y no más de 20 individuos durante la época de reproducción en Galicia. Su dieta está basada en pescados y moluscos. Esencialmente pelágico, solo acude a la tierra para criar. En invierno se recoge en rías y estuarios más protegidos, e incluso en puertos.</p>			
Factores que influyen a su dinámica poblacional	<p>Amenazados fundamentalmente por la mortalidad en artes de pesca y la contaminación marina (especialmente los vertidos de petróleo). La caza abusiva jugó un papel importante en el descenso de sus poblaciones a finales del siglo pasado.</p>			
Estado de conservación en ZEPAs	<p>ZEPA Espacio marino de Punta Candelaria-Ría de Ortigueira-Estaca de Bares</p>	<p>ZEPA Espacio marino de la Costa Ferrolterra-Valdoviño</p>	<p>ZEPA Espacio marino de la Costa da Morte</p>	
	<p>Estado global de población*</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>D</p>
	<p>* tamaño y densidad de la población de la especie que esté presente en el lugar en relación con las poblaciones presentes en el territorio nacional. Se categorizan del siguiente modo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A: 100 % $\geq p > 15$ % ▪ B: 15 % $\geq p > 2$ % ▪ C 2% $\geq p > 0$ % ▪ D: Población no significativa 			

Tabla 10. Características de la especie de paíño europeo *Hydrobates pelagicus*

Especie	<p>Paíño europeo (<i>Hydrobates pelagicus</i>)</p> 			
Protección	<p>Catalogada como “Vulnerable” en el Catálogo Gallego de especies amenazadas (RS 88/2007).</p>			
Requerimientos ecológicos	<p>Su conducta es muy significativa, pues parecen andar por la superficie del mar, parando suavemente mientras procuran su alimento. Consiguen la madurez sexual a los 4-5 años, construyendo el nido en galerías o madrigueras en islas, islotes y acantilados costeros a comienzos del verano. Las colonias suelen ser muy ruidosas. Incuban un único huevo ambos padres. Los pollos abandonan el nido dos meses después de eclosionar. Come, sobre todo, pescados pequeños, plancton y mismos residuos grasientos procedentes de los barcos. Esencialmente</p>			

Factores que influyen a su dinámica poblacional	marino, solo acude a la tierra en las épocas de cría o cuando resulta empujado hacia la costa por fuertes tormentas. En el país cría en ciertas islas, islotes y acantilados costeros repartidos por toda la franja atlántica y cantábrica.			
	La amenaza más fuerte y directa sobre la población de paíño es la predación que ejercen las ratas en la época de cría. También hay que destacar la presión humana en forma de turismo o destrucción de hábitats preferentes.			
Estado de conservación en ZEPAs	ZEPA Espacio marino de Punta Candelaria-Ría de Ortigueira-Estaca de Bares	ZEPA Espacio marino de la Costa Ferrolterra-Valdoviño	ZEPA Espacio marino de la Costa da Morte	
	Estado global de población*	D	B	C
<p>* tamaño y densidad de la población de la especie que esté presente en el lugar en relación con las poblaciones presentes en el territorio nacional. Se categorizan del siguiente modo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A: $100\% \geq p > 15\%$ ▪ B: $15\% \geq p > 2\%$ ▪ C: $2\% \geq p > 0\%$ ▪ D: Población no significativa 				

Tabla 11. Características de la especie de cormorán moñudo *Phalacrocorax aristotelis*

Especie	<p>Cormorán moñudo (<i>Phalacrocorax aristotelis</i>)</p> 			
Protección	<p>Catalogada como "Vulnerable" en el Catálogo Gallego de especies amenazadas (RS 88/2007) y en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (RD 139/2011)</p>			
Requerimientos ecológicos	<p>Repartida por toda nuestra costa, tanto en acantilados como islas e islotes. En el Parque Nacional de las Islas Atlánticas está concentrada la colonia más grande de Europa. Prefiere las zonas de costa rocosa, con islas y agujeros donde reposar formando pequeñas colonias. Su dieta se basa en pescados de pequeño y medio tamaño e invertebrado marinos. Cuando nada, lo hace con la cabeza alta, mirando hacia arriba, y da un pequeño salto antes de sumergirse. Después de sumergirse, tiene que dejar sus alas abiertas para que el sol y el viento las sequen. Son monógamos y construyen un nido rudimentario con materia vegetal y refugos en repisas de agujeros y huecos de islas y acantilados costeros. Incuban de 2 a 4 huevos de color azulada durante un mes ambos progenitores.</p>			
Factores que influyen a su dinámica poblacional	<p>Su principal amenaza reside en la elevada mortandad por capturas accidentales en artes de pesca y, sobre todo, en las mareas negras y los vertidos de combustibles desde todo tipo de embarcaciones.</p>			
Estado de conservación en ZEPAs	ZEPA Espacio marino de Punta Candelaria-Ría de Ortigueira-Estaca de Bares	ZEPA Espacio marino de la Costa Ferrolterra-Valdoviño	ZEPA Espacio marino de la Costa da Morte	
	Estado global de población*	B	B	B
<p>* tamaño y densidad de la población de la especie que esté presente en el lugar en relación con las poblaciones presentes en el territorio nacional. Se categorizan del siguiente modo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A: $100\% \geq p > 15\%$ ▪ B: $15\% \geq p > 2\%$ ▪ C: $2\% \geq p > 0\%$ ▪ D: Población no significativa 				

Tabla 12. Características de la especie de gaviota tridáctila *Rissa tridactyla*

Especie	<p>Gaviota tridáctila (<i>Rissa tridactyla</i>)</p> 											
Protección	<p>Catalogada como "Vulnerable" en el Catálogo Gallego de especies amenazadas (RS 88/2007)</p>											
Requerimientos ecológicos	<p>En nuestro país, donde cría la subespecie <i>tridactyla</i>, es poco frecuente y solo se reproduce en el enclave costero gallego de las islas Sisargas. En invierno y durante los pasos migratorios, las costas españolas reciben grandes cantidades de gaviotas de esta especie que provienen del norte de Europa, las cuales se distribuyen, preferentemente, por los litorales atlántico y cantábrico. La gaviota tridáctila es un ave de preferencias rupícolas a la hora de nidificar, por lo que se instala en salientes, repisas y cuevas de acantilados marinos, tanto en su parte más baja como a cientos de metros de altura. A veces, también, puede acomodarse en cornisas y tejados de edificios cercanos al mar. Se alimenta de plancton y pequeños organismos que flotan en el agua, ya sean peces o invertebrados marinos. A diferencia de otras gaviotas, la tridáctila es un ave muy pelágica, que tiene sus habituales cazaderos a bastante distancia de la costa.</p>											
Factores que influyen a su dinámica poblacional	<p>La mayor parte de las amenazas provienen de la creciente degradación del medio marino por diferentes fuentes de contaminación, especialmente de hidrocarburos. Estos vertidos pueden tener origen por derrames accidentales o bien en los "sentinazos". Otra amenaza importante es el uso de recursos biológicos y la sobrepesca, al disminuir la disponibilidad de las fuentes de alimentación principales de esta especie, lo que puede afectar negativamente a las colonias. La captura accidental con diferentes artes de pesca también puede suponer un riesgo de mortalidad si estas actividades se localizan próximas a las zonas de cría.</p>											
Estado de conservación en ZEPAs	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="475 1227 683 1328"></td> <td data-bbox="683 1227 927 1328">ZEPa Espacio marino de Punta Candelaria-Ría de Ortigueira-Estaca de Bares</td> <td data-bbox="927 1227 1134 1328">ZEPa Espacio marino de la Costa Ferrolterra-Valdoviño</td> <td data-bbox="1134 1227 1366 1328">ZEPa Espacio marino de la Costa da Morte</td> </tr> <tr> <td data-bbox="475 1328 683 1379">Estado global de población*</td> <td data-bbox="683 1328 927 1379">D</td> <td data-bbox="927 1328 1134 1379">B</td> <td data-bbox="1134 1328 1366 1379">A</td> </tr> </table>		ZEPa Espacio marino de Punta Candelaria-Ría de Ortigueira-Estaca de Bares	ZEPa Espacio marino de la Costa Ferrolterra-Valdoviño	ZEPa Espacio marino de la Costa da Morte	Estado global de población*	D	B	A			
	ZEPa Espacio marino de Punta Candelaria-Ría de Ortigueira-Estaca de Bares	ZEPa Espacio marino de la Costa Ferrolterra-Valdoviño	ZEPa Espacio marino de la Costa da Morte									
Estado global de población*	D	B	A									
<p>* tamaño y densidad de la población de la especie que esté presente en el lugar en relación con las poblaciones presentes en el territorio nacional. Se categorizan del siguiente modo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A: 100 % $\geq p > 15$ % ▪ B: 15 % $\geq p > 2$ % ▪ C 2% $\geq p > 0$ % ▪ D: Población no significativa 												

6.10 Red Natura 2000 en el área del proyecto y sus inmediaciones

La Red Natura 2000 es una red de áreas de conservación de la Biodiversidad que consta de Lugares de Interés Comunitario (LIC), Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Las primeras dos son designadas a partir de la Directiva Hábitat, mientras la última a partir de la Directiva Aves (actualmente reemplazada por la Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre 2009, relativa a la conservación de las aves) de la Comunidad Europea. Una ZEC es un LIC designado por los Estados miembros mediante un acto reglamentario, administrativo y/o contractual, en el cual hay la obligación de desarrollar medidas especiales de conservación necesarias para el mantenimiento o el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los hábitats naturales y/o de las poblaciones de las especies para las cuales se haya designado el lugar.

La zona de instalación de la boya no se encuentra dentro de la delimitación de ningún espacio de la RN 2000. En la siguiente imagen se muestran las zonas protegidas más próximas al emplazamiento:

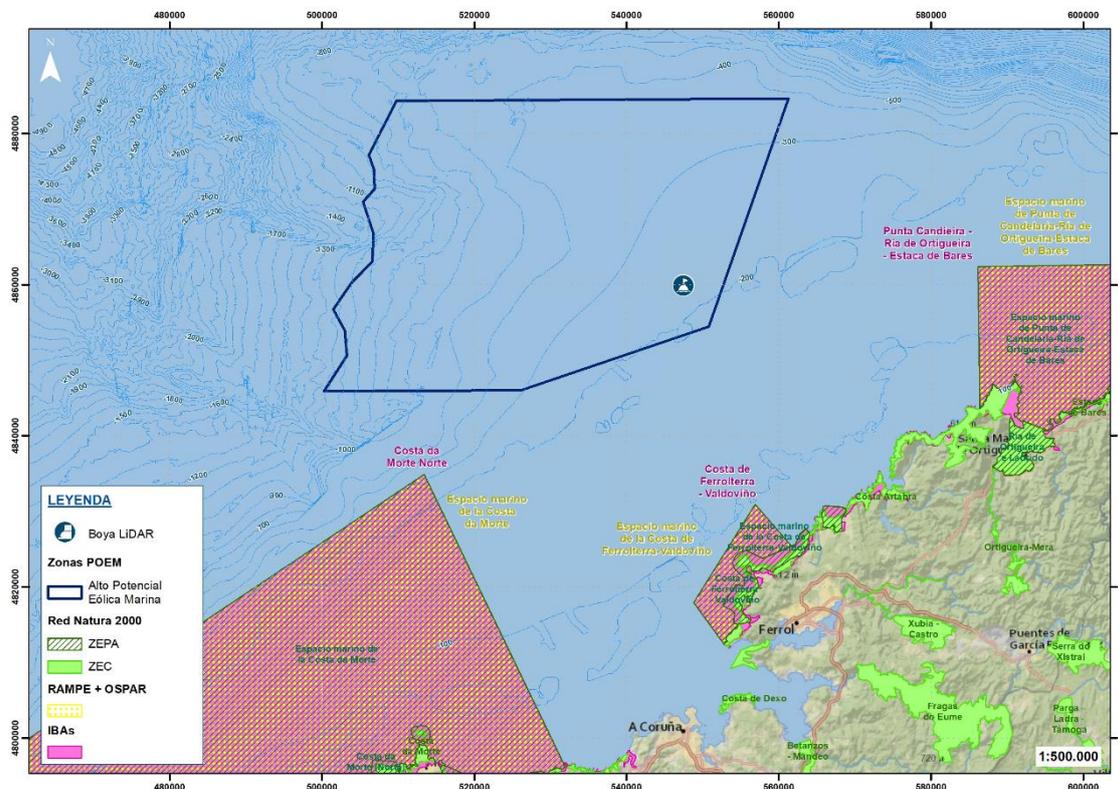


Figura 24. Red Natura 2000 próxima al proyecto. Fuente: Visor Conservación da Natureza.

En la siguiente tabla se indican las distancias a las zonas con algún nivel de protección:

Tabla 13. Distancia de la zona de proyecto a los espacios protegidos

Zonas protegidas		
Denominación	Código	Distancia al proyecto
RN2000: ZEPA Espacio marino de Costa da Morte	ES0000497	42,2 km
RN2000: ZEPA Espacio marino de Punta Candelaria-Ría de Ortigueira-Estaca de Bares	ES0000495	38,7 km
RN2000: ZEPA Espacio marino de la costa de Ferrolterra-Valdoviño	ES0000496	30,5 km
RN2000: ZEPA Costa da morte (Norte)	ES0000176	67,1 km
RN2000: ZEC Costa da Morte	ES1110005	62,6 km
RN2000: ZEPA Costa de Ferrolterra-Valdoviño	ES0000258	35,9 km
RN2000: ZEC Costa de Dexo	ES1110009	54,9 km
RN2000: Costa Ártabra	ES1110002	34,9 km

Zonas protegidas		
Denominación	Código	Distancia al proyecto
IBA/OSPAR/RAMPE: Costa da Morte	IBA 004	42,2 km
IBA/OSPAR/RAMPE: Costa de Ferrolterra-Valdoviño	IBA 005	30,5 km

Teniendo en cuenta las distancias a los espacios RN2000, a otras figuras de protección y la actividad a desarrollar, se considera que no supondrá una afección sobre la RN.

6.11 Elementos socioeconómicos

6.11.1 Actividad pesquera, marisquera y acuícola

Pesca

En cuanto a caladeros, la boya se localiza en el caladero “Praia nova (Fondón)” en el que el arte de pesca empleado es el arrastre y las especies que se capturan son Lirio, Merluza, Besugo, Rapante, Xurel, Cigala, Rape, Xuliana, Caballa.

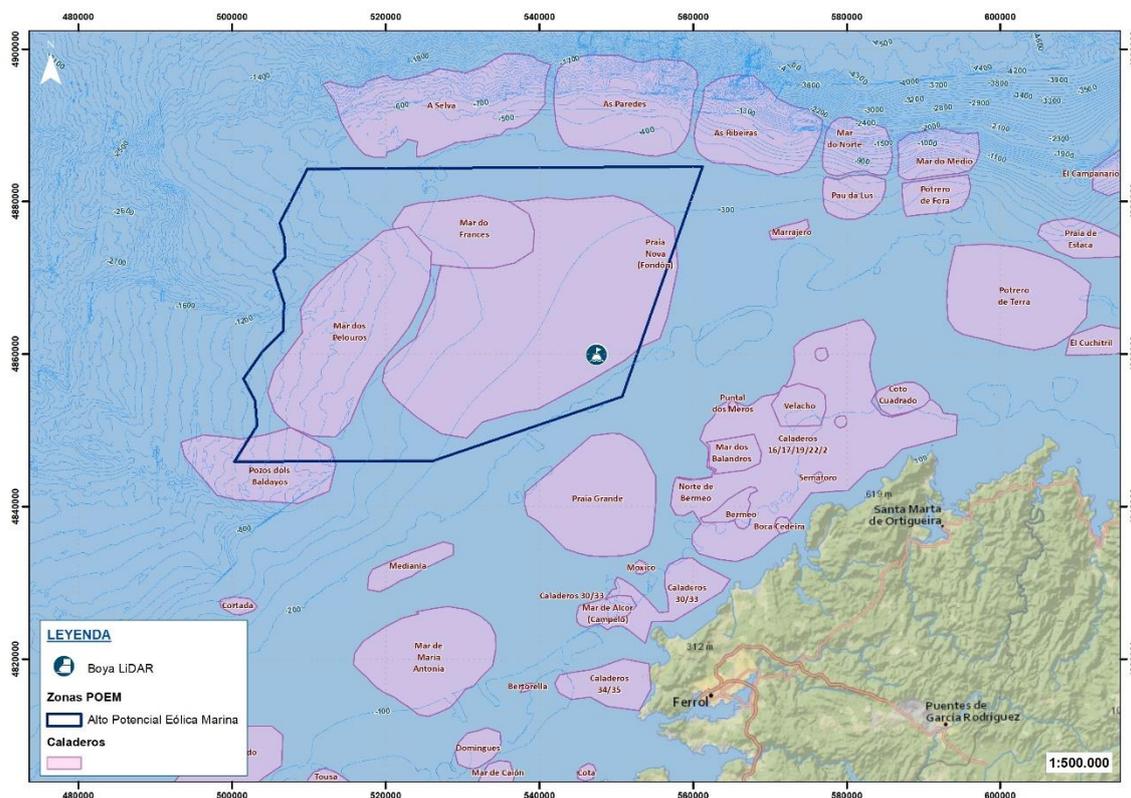


Figura 25. Caladeros en el área de estudio. Fuente: IEO y elaboración propia.

Esfuerzo pesquero

Para la caracterización del esfuerzo pesquero en la zona de estudio se han empleado dos fuentes de información:

- INFOMAR: Información de carácter nacional, pero de baja precisión. Este es el visor oficial en el que se encuentran disponibles las capas que se han tenido en cuenta para establecer las zonas POEM.

- EMODnet: Información a nivel europeo, con mayor precisión espacio-temporal que la proporcionada por INFOMAR

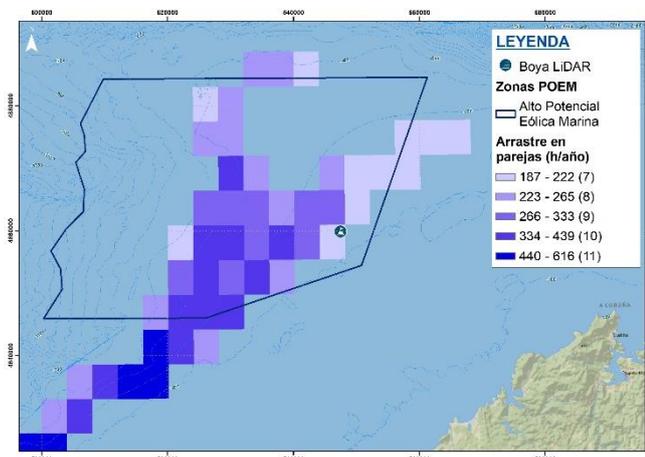
Infomar

En el caso de la información proporcionada por INFOMAR, ésta se divide por arte de pesca:

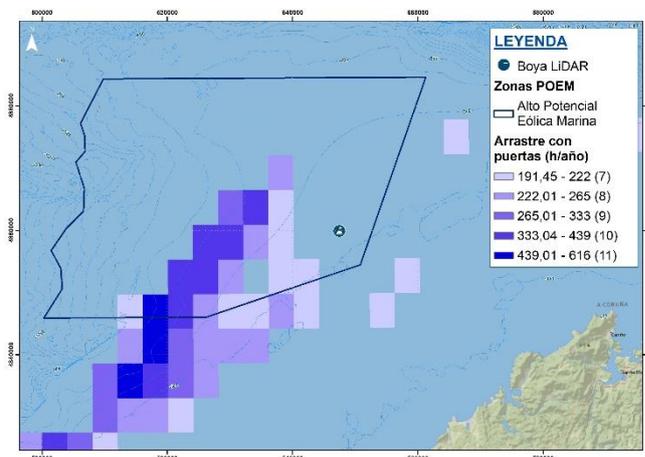
- Arrastre en parejas
- Arrastre con puertas
- Cerco
- Palangre de fondo
- Palangre de superficie
- Trasmallo
- Línea de mano
- Enmalle

Los datos de esfuerzo pesquero se expresan en horas/media anual, y se corresponden al periodo 2008-2018.

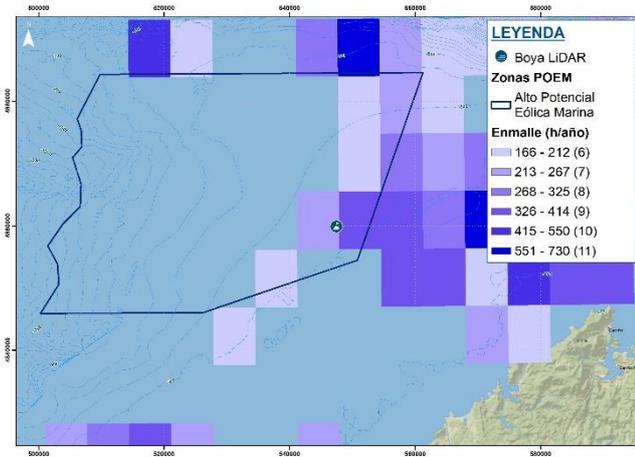
Para calcular el valor global del esfuerzo pesquero a partir de los datos de INFOMAR, se han cruzado los datos extraídos de las artes de pesca presentes en el entorno más próximo a la ubicación de la boya LiDAR (Arrastre en pareja, Arrastre con puertas, Enmalle, Línea de mano y Palangre de fondo). Para cada capa, se han reclasificado los valores en once categorías y, una vez reclasificada, se han seleccionado los valores más elevados. En la siguiente figura se muestran las capas por arte de pesca con los valores reales y los reclasificados entre paréntesis.



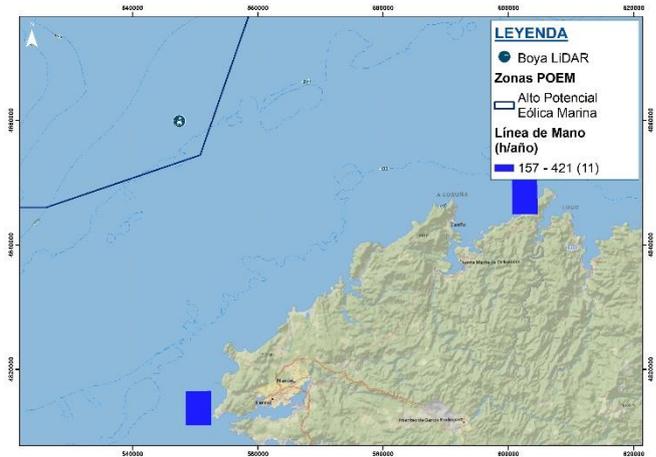
Pesca de arrastre en parejas



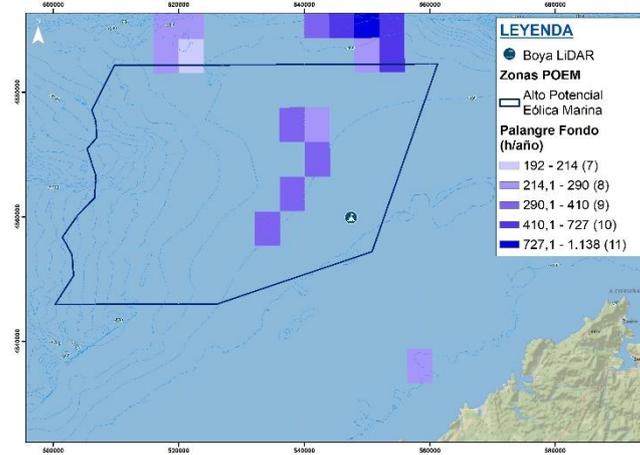
Pesca de arrastre con puertas



Enmalle



Línea de mano



Palangre de fondo

Figura 26. Esfuerzo pesquero en la zona de estudio (en la leyenda, entre paréntesis, se presenta el valor reclasificado). Fuente: INFOMAR. CEDEX. MITERD.

A continuación se han superpuesto las capas y se ha sumado el valor reclasificado de cada celda.

El resultado final del esfuerzo pesquero es el que se muestra en la siguiente figura:

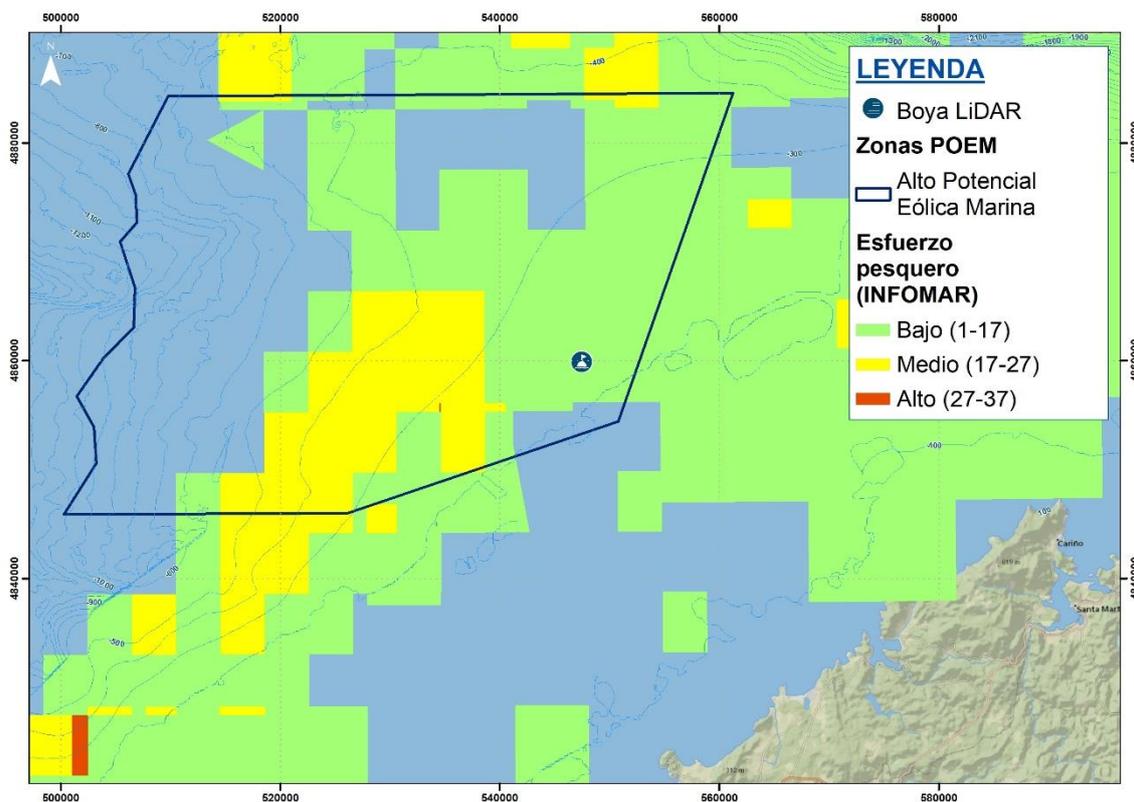


Figura 27. Esfuerzo pesquero en la zona de estudio. Fuente: INFOMAR.

La zona en la que se instalará la boya coincide con un esfuerzo pesquero de entre 1-17 (suma del valor reclasificado de cada celda), siendo el rango más bajo.

EMODnet

Como se ha mencionado anteriormente, se ha utilizado también información del visor EMODnet para evaluar el esfuerzo pesquero. En concreto, se obtuvieron los datos de esfuerzo pesquero, expresados en promedio anual de h/km^2 en el periodo 2017-2021. Estos datos se procesaron mediante herramientas GIS para obtener un valor medio de todo el periodo. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente figura.

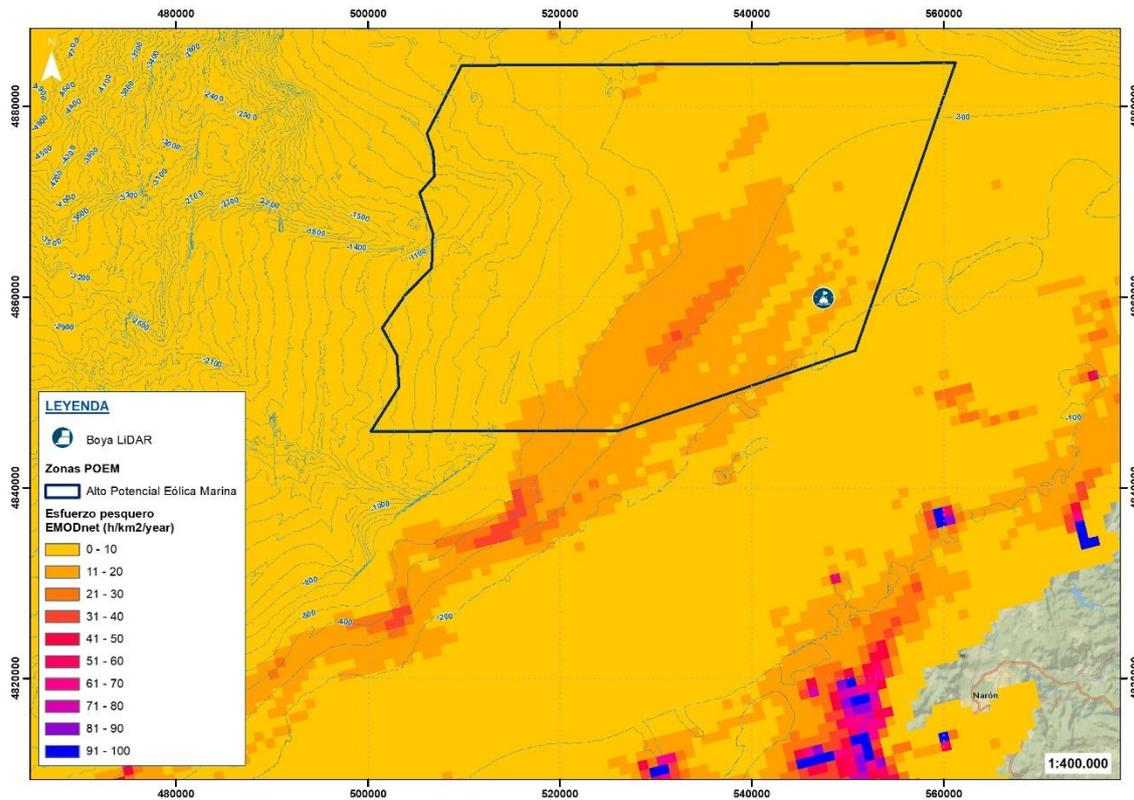


Figura 28. Esfuerzo pesquero (h/km2/media anual) de 2017-2021. Fuente: EMODnet.

Al igual que en el caso anterior, la boya se localiza en una zona de bajo esfuerzo pesquero, entre 0 y 10 h/km²/año.

Marisqueo

El marisqueo está regulado por la *Orden APA/798/2022, de 5 de agosto, por la que se publican las nuevas listas de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral español*. Los mariscadores de estas zonas se explotan de acuerdo con la *Orden de 21 de diciembre de 2020 por la que se aprueba el Plan General de Explotación Marisquera para el trienio 2021-2023* y los correspondientes planes específicos para cada Cofradía de Pescadores. La zona de instalación de la boya no está dentro de ninguna zona de marisqueo, tal y como se muestra en siguiente figura:

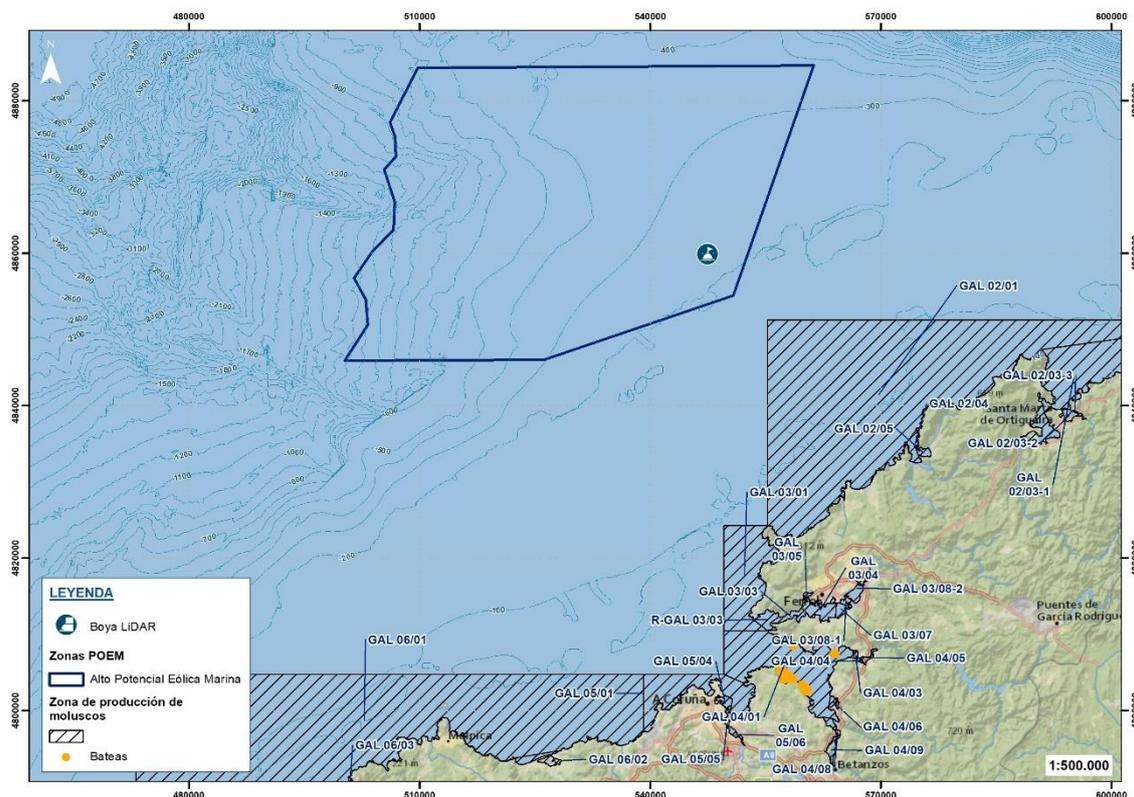


Figura 29. Zonas de producción de marisco. Fuente: visor INFORMAR

En la siguiente tabla se presentan las zonas más próximas a la zona de estudio:

Tabla 14. Zonas de producción de moluscos bivalvos y otros invertebrados marinos.

Zona	Localización	Especies. Nombre científico
GAL-02	Desde Estaca de Bares a Cabo Prior	Bivalvia, Echinoidea.
GAL-03	Ría de Ferrol	Bivalvia, Echinoidea.
GAL-04	Ría de Ares-Betanzos	Bivalvia, Echinoidea.
GAL-05	Ría de A Coruña	Bivalvia, Echinoidea.

Reservas marinas de interés pesquero

El objetivo principal de estas reservas es la protección, regeneración y desarrollo de los recursos de interés pesquero para el mantenimiento de pesquerías sostenibles. No se localizan en el área de estudio reservas marinas. La más próxima se muestra en la siguiente imagen:

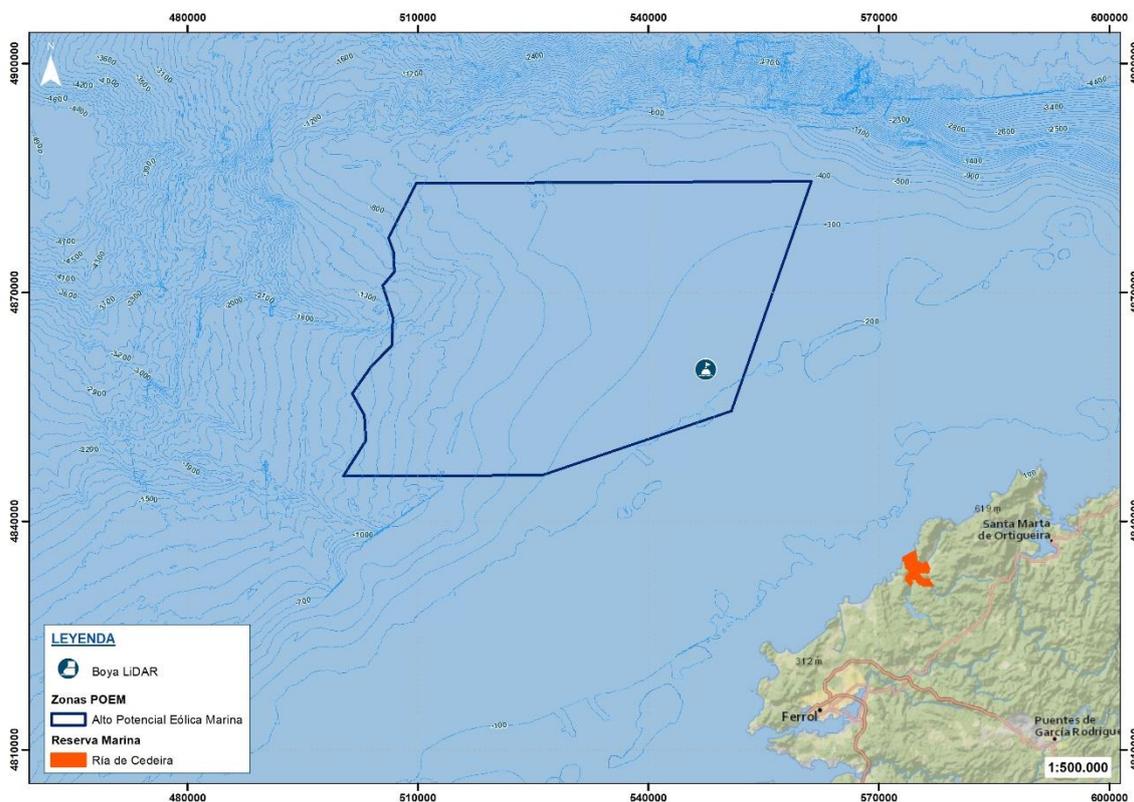


Figura 30. Reservas marinas en el ámbito de estudio. Fuente: Visor Conservación de la naturaleza. Xunta de Galicia.

6.11.2 Infraestructuras preexistentes

En la zona de instalación de la boya ni en las proximidades se localizan arrecifes artificiales, ni emisarios submarinos, ni cables submarinos, ni ninguna otra infraestructura que pueda verse afectada por la instalación del proyecto.

6.11.3 Tráfico marítimo

En base a la información de densidad de rutas de tráfico marítimo disponible en EMODnet, y basada en los datos AIS de las embarcaciones, se aprecia como la densidad de tráfico marítimo es elevada en los principales puertos de la zona de estudio (Cedeira, Ferrol, Ares, Sada y A Coruña), especialmente en la zona del Golfo Ártabro, donde se ubican los puertos de Ferrol, Ares, Sada y A Coruña, con valores sobre 2000-3000 rutas/km²/año en las Rías de Ferrol y Betanzos, y de 10000 rutas/km²/año en la Ría de Coruña. A partir de estas zonas, la densidad de tráfico marítimo es moderada, entre 200-500 rutas /km²/año hasta alcanzar una de las principales rutas comerciales de navegación, donde la densidad de tráfico marítimo vuelve a incrementar.

La boya LiDAR se ubica en una zona de tráfico marítimo total que rondan los valores de 277 rutas/km²/año. El tráfico de mercancías registra valores de unas 69 rutas/km²/año y de 173 rutas/km²/año el pesquero.

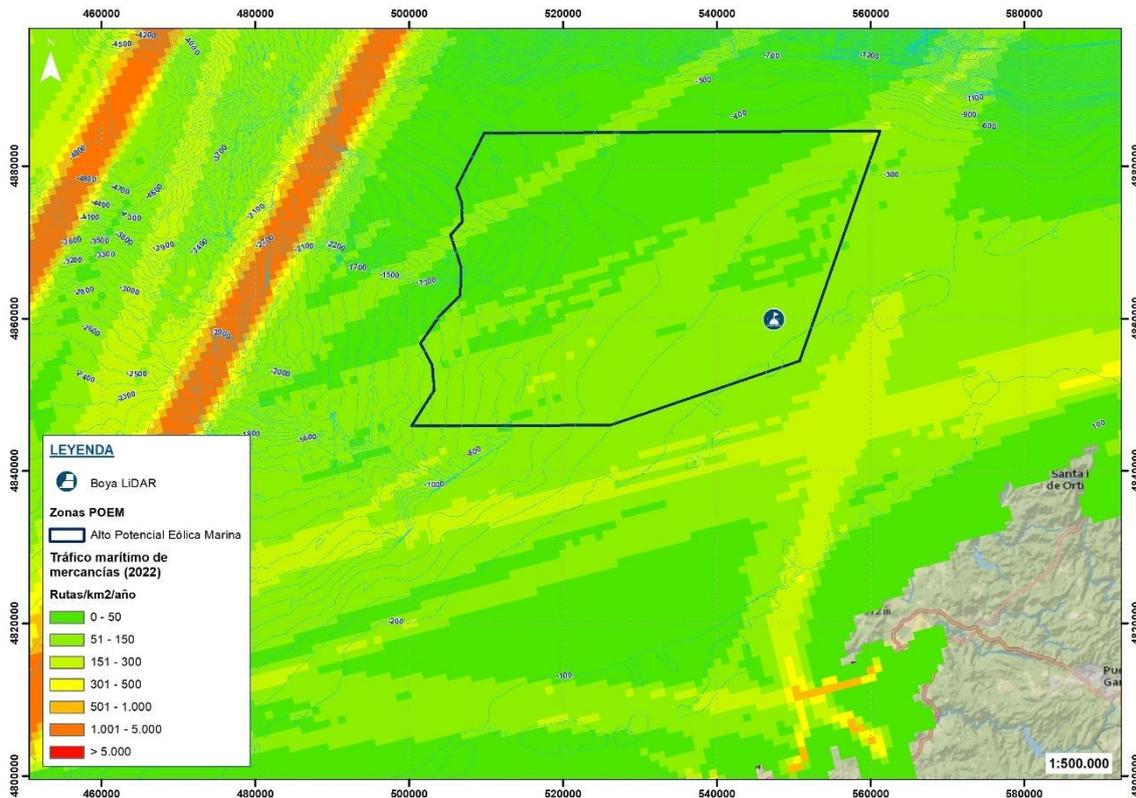


Figura 31. Tráfico marítimo de mercancías (2022). Fuente: EMODnet.

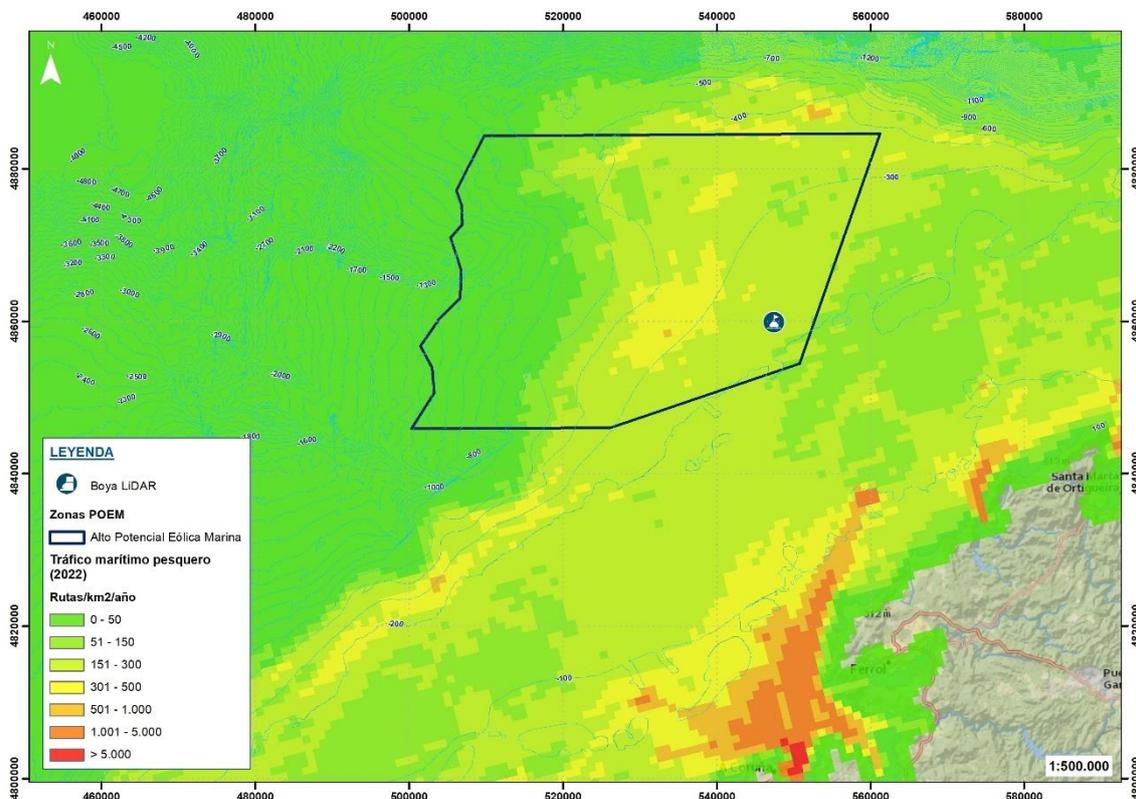


Figura 32. Tráfico marítimo pesquero (2022). Fuente: EMODnet.

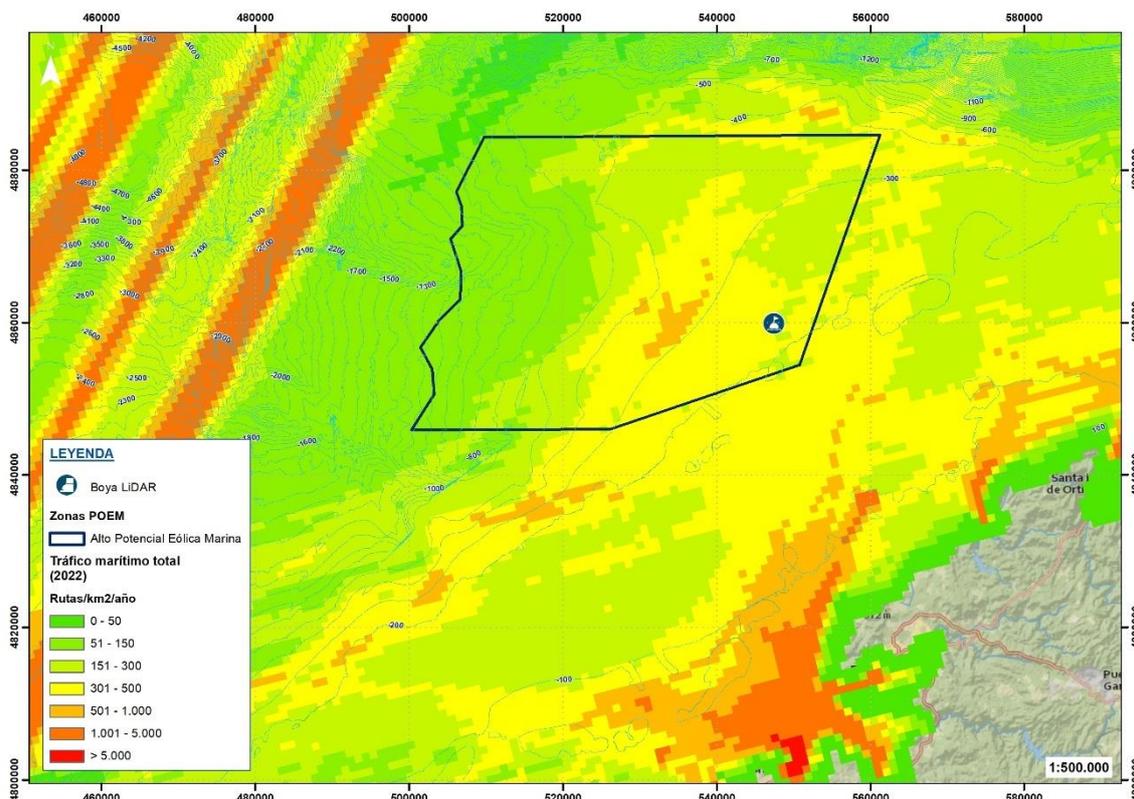


Figura 33. Tráfico marítimo total en el área de estudio (2022). Fuente: EMODnet.

6.11.4 Zonas de servidumbres de defensa

En cuanto a las zonas de uso militar, en las cercanías de la boya LiDAR se encuentran las siguientes:

- Zona permanente de ejercicios para submarinos:
 - o Finisterre
- Zona de ejercicios aéreos permanentes:
 - o A Coruña-Sisargas. Ejercicios de tiro antiaéreos y de superficie (Armada)
- Zona de ejercicio permanente en superficie:
 - o Finisterre: Lanzamiento de cargas de profundidad y vertedero de explosivos (actualmente en desuso)

En concreto, la boya se localiza dentro de la zona de ejercicios submarinos permanentes. No obstante, en el POEM se indica que el Ministerio de Defensa ha iniciado la tramitación de una modificación de la ubicación de esta zona de ejercicios submarinos. En la siguiente imagen se muestra su localización:

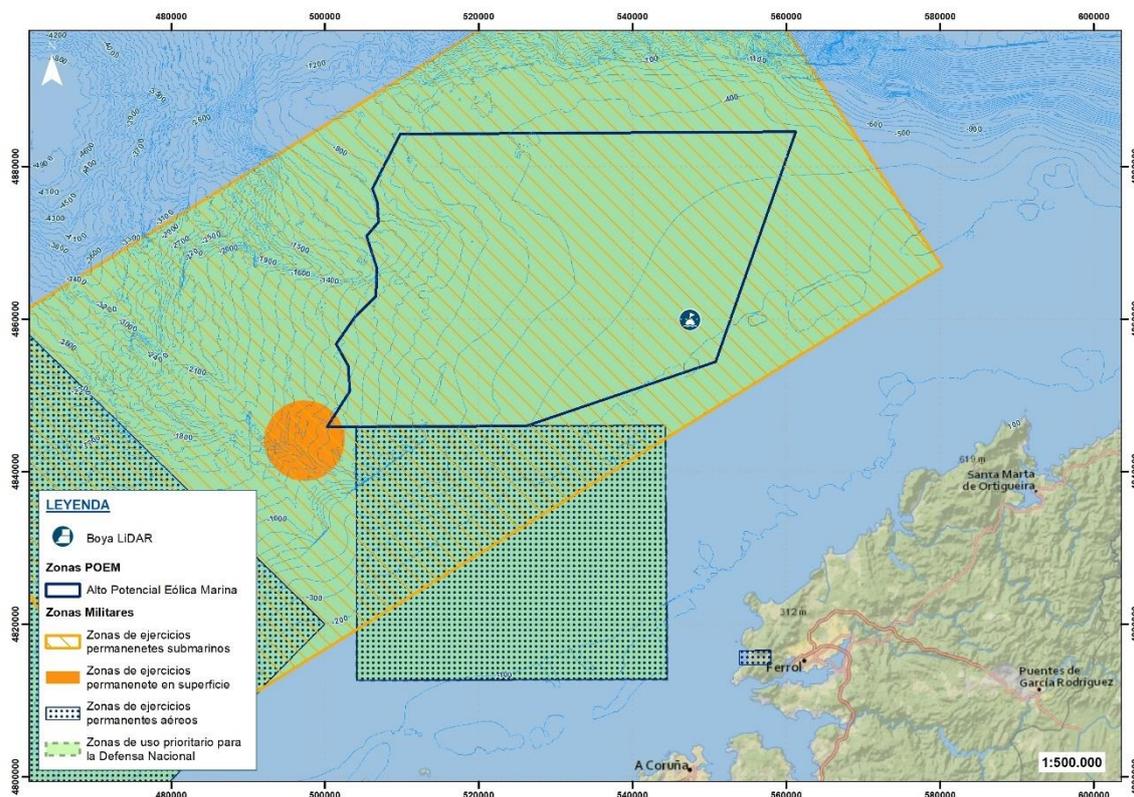


Figura 34. Distribución de las zonas de uso militar. Fuente: Visor Informar.

6.11.5 Patrimonio arqueológico

La costa gallega es una de las costas con mayor concentración de pecios que forman parte de su patrimonio cultural y arqueológico. Este tipo de información tiene carácter confidencial y sólo está disponible realizando una consulta oficial a la Dirección Xeral de Patrimonio Cultural de la Xunta de Galicia. Realizada esta consulta en el marco del proyecto Parque Eólico Marino Flotante Nordés, se constató que todos los pecios inventariados por parte de dicha Dirección Xeral se ubican a menos de 200 m de profundidad, por lo que la instalación de la boya LiDAR a más de 300 m no constituye un riesgo para su conservación.

A modo de referencia, se presenta en la siguiente figura la información de carácter público de elementos del patrimonio arqueológico que está disponible para consulta a través del visor del Instituto Hidrográfico de la Marina y se corresponden con elementos a naufragios. Ninguno de ellos se encuentra próximo a la boya.

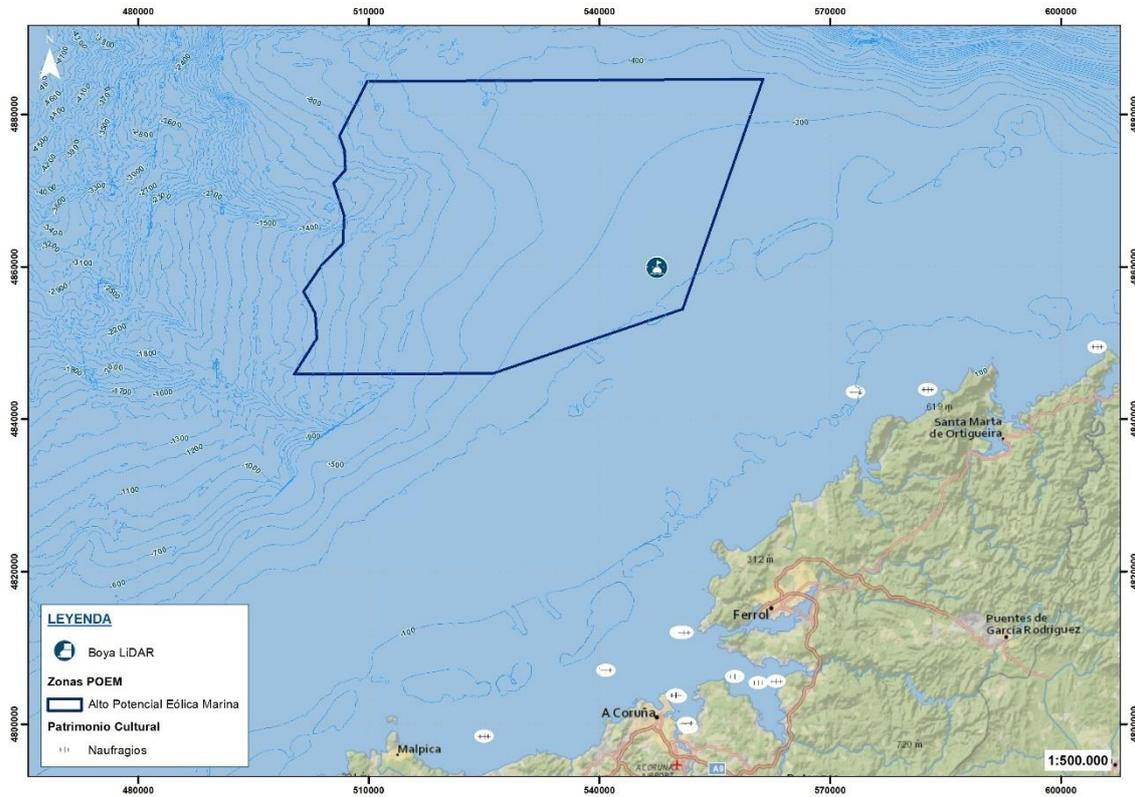


Figura 35. Patrimonio cultural marino. Fuente: Visor Instituto Hidrográfico de la Marina

7 Estudio de la Compatibilidad del Proyecto con la Estrategia Marina de la Demarcación Noratlántica

7.1 Metodología Constructiva

La instalación de la boya LiDAR y su ocupación del espacio marino durante el periodo de obtención de datos (24 meses) conlleva la realización de las siguientes actividades:

- Colocación del sistema de fondeo de la boya mediante un conjunto de cadena y cable de polietileno.
- Conexión y botadura de la boya LiDAR en superficie.
- Registro y envío de datos.
- Operaciones de inspección y mantenimiento, con una periodicidad de entre 6 meses y 1 año.
- Retirada de boya y tren de fondeo.

La instalación del sistema requiere únicamente de una embarcación de trabajo, dotada de suficiente espacio en cubierta, una grúa y un cabestrante, asistida en caso necesario por una embarcación auxiliar. La operación de fondeo y retirada, así como el mantenimiento, pueden realizarse en una única jornada cada una.

7.2 Caracterización de los impactos asociados al proyecto

7.2.1 Fase de instalación

Las potenciales actividades generadoras de impacto en el ámbito marino durante la operación de instalación son los siguientes:

- Navegación del buque y embarcación auxiliar para el transporte de la boya e instalaciones auxiliares
- Instalación de la boya y sistema de fondeo, que implica operaciones sobre el fondo marino en la zona afectada por el tramo inferior de la línea de fondeo durante su colocación y retirada.

A priori se considera que la instalación de la línea de fondeo y la boya LiDAR tiene un reducido potencial de generar impactos ambientales, debido a la escasa dimensión de la actuación y a su corta duración.

Los principales vectores que podrían verse afectados son:

- Calidad del aire
- Calidad sonora
- Calidad de las aguas
- Hábitats y comunidades bentónicas
- Avifauna
- Ictiofauna
- Cetáceos

En la siguiente matriz se resumen los principales impactos ambientales asociados a la fase de instalación:

Tabla 15. Matriz relación Causa-Efecto para la fase de instalación

Matriz relación Causa-Efecto				
Elementos receptores en el ámbito marino			Actividades generadoras de impacto	
Medio	Vector	Impacto	Navegación	Instalación boya y sistema de fondeo
Físico	Atmósfera	Emisiones atmosféricas	+	-
		Emisión de ruido	+	+
	Agua marina	Incremento de turbidez	-	+
		Contaminación accidental	+	+
	Fondo marino	Resuspensión sedimentaria	-	+
Biótico	Avifauna	Disminución calidad del hábitat	-	+
	Comunidades bentónicas	Disminución temporal	-	+
	Ictiofauna	Afección por turbidez del agua	-	+
	Cetáceos y tortugas	Colisiones	+	-
Socio-económico	Pesca	Esfuerzo pesquero	-	-
	Tráfico marítimo	Interferencias con las rutas	-	-
	Patrimonio cultural*	Pecios	-	-
	Infraestructuras	Elementos antrópicos	-	-
Perceptual	Paisaje	Elementos antropogénicos	-	-

Leyenda: + magnitud baja / ++ magnitud media / +++ magnitud elevada

* Valorado con la información pública disponible

Se describen a continuación los impactos potenciales considerados más significativos. Destacar que, dadas las características del proyecto, se consideran de corta duración y baja magnitud:

- Calidad del aire: el tránsito y presencia de la embarcación para el transporte e instalación de la boya y línea de fondeo produce emisiones atmosféricas debido a la combustión de los motores. Al tratarse de una única embarcación y la escasa duración de la instalación, 1 día, se considera el impacto como nulo.
- Calidad sonora: no se espera un incremento significativo dadas las características de la instalación, puesto que no implica ni anclajes ni perforaciones. Únicamente se producirá un incremento durante 1 día de duración como máximo debido al ruido emitido por la embarcación de trabajo, la cual se considera equivalente al ruido existente asociado al tráfico marítimo en el área.
- Calidad de las aguas: como consecuencia de la instalación del sistema de fondeo se producirá un incremento localizado de la turbidez, debido a que las maniobras realizadas podrán levantar los sedimentos finos del fondo marino, incrementando la concentración de partículas en suspensión en las proximidades del fondo marino en el entorno inmediato de colocación de la línea de fondeo. Teniendo en cuenta que la profundidad de la zona es de unos 217 m y que los fondos son de arena fangosos y sin vegetación, no se espera un impacto significativo, teniendo en cuenta además que la instalación se ejecuta en una jornada.

Por otra parte, podrían producirse vertidos accidentales desde las embarcaciones por problemas en la maquinaria, pero se considera un hecho muy poco probable por la duración de la instalación de la boya y porque el hecho de que la embarcación de trabajo disponga de la documentación en regla (requisito indispensable para su contratación) es garantía suficiente del cumplimiento de las medidas de prevención de la contaminación marina.

- Hábitats y comunidades bentónicas: El sistema de fondeo supone la afección directa sobre los hábitats y comunidades bentónicas del fondo marino de la zona en que se instalará el mismo. Como se ha indicado los hábitats de la zona son de arenas fangosas, sin destacar por ninguna comunidad bentónica de interés, motivo por el cual no se considera un impacto significativo, además de por la corta duración y extensión de la actividad.
- Afección a la ictiofauna: La operación de transporte e instalación de la boya y sistema de fondeo, implica el uso de embarcaciones, que podrían provocar molestias sobre la ictiofauna de la zona, que como se ha comentado, se localiza en un caladero en el que el esfuerzo pesquero es bajo, del orden de 0 a 10 h/km²/año. Durante la instalación de la boya, que durará un día de trabajo, se espera que en la zona de produzca un desplazamiento temporal de las especies, que se recuperará inmediatamente en el momento de finalizar la instalación.
- Afección a la avifauna: como se ha indicado, la zona de instalación de la boya está en el corredor migratorio "Cántabro-Atlántico" que recorre toda la costa gallega. Las posibles afecciones a la misma serían las producidas por el incremento de turbidez en el agua, pero al generarse en el lecho marino no se espera impacto. La navegación de la embarcación hasta la zona de instalación y su presencia durante la misma no supondrá afección significativa puesto que se instalará en un día.
- Colisiones con cetáceos o tortugas: Este impacto potencial podría producirse durante el transporte de la boya y sistema de fondeo al punto de instalación y durante la vuela de las embarcaciones. Tal y como se ha indicado la zona de instalación presenta niveles de tráfico marítimo medios, en torno a 300-500 rutas/km²/año y teniendo en cuenta que la

velocidad de la embarcación será lenta debido al material y medios auxiliares que transporta, el riesgo de colisión con cetáceos o tortugas en la zona es muy bajo.

En conjunto el impacto durante la fase de instalación de la boya se considera compatible.

7.2.2 Fase de operación y mantenimiento

En la fase de operación (período de toma de datos) las actividades generadoras de impacto serán la presencia de la boya, que será visible sobre la superficie marina y en el caso de que sea necesario realizar tareas de mantenimiento la navegación y presencia de la embarcación y personal de mantenimiento en la zona.

Los principales vectores que podrían verse afectados son:

- Contaminación lumínica
- Calidad de las aguas
- Hábitats y comunidades bentónicas
- Ictiofauna
- Cetáceos
- Paisaje
- Tráfico marino

En la siguiente matriz se resumen los principales impactos ambientales asociados a la fase de instalación.

Tabla 16. Matriz relación Causa-Efecto para la fase de funcionamiento

Matriz relación Causa-Efecto				
Elementos receptores en el ámbito marino			Actividades generadoras de impacto	
Medio	Vector	Impacto	Presencia de la boya y sistema de fondeo	Operaciones mantenimiento
Físico	Atmósfera	Emisiones atmosféricas	-	-
		Emisión de ruido	-	+
		Contaminación lumínica	+	-
	Agua	Incremento de turbidez	+	-
		Contaminación accidental	-	+
Fondo marino	Resuspensión sedimentaria	+	-	
Biótico	Avifauna	Disminución calidad del hábitat	+	-
	Comunidades bentónicas	Disminución temporal	+	-
	Ictiofauna	Afección por atrapamiento en línea de fondeo	+	-
	Cetáceos y tortugas	Colisiones	-	+
Socio-económico	Pesca	Esfuerzo pesquero	+	+
	Tráfico marítimo	Interferencias con las rutas	+	+
	Patrimonio cultural*	Pecios	-	-
	Infraestructuras	Elementos antrópicos	-	-
Perceptual	Paisaje	Elementos antropogénicos	-	-

Leyenda: + magnitud baja / ++ magnitud media / +++ magnitud elevada

* Valorado con la información pública disponible

Se describe cada uno de los potenciales impactos, teniendo en cuenta que la boya permanecerá 24 meses fondeada:

- **Calidad de las aguas:** Debido al movimiento de la boya bajo la acción del viento, oleaje y corrientes marinas, se producirá el borneo de su línea de fondeo, que podrá desplazarse arrastrando un tramo de cadena por el fondo marino, lo que producirá la resuspensión de sedimentos y un incremento local de la turbidez en su entorno inmediato. La intensidad de este impacto es, al igual que en la fase de instalación, de muy baja intensidad y magnitud, con una rápida recuperación de las condiciones naturales.
- **Contaminación lumínica:** las balizas luminosas previstas para la señalización marítima de la boya LiDAR, de acuerdo con los requerimientos de la IALA para la prevención de abordajes y colisiones, producirán un incremento de la contaminación lumínica del ámbito marino que podrá afectar al comportamiento de las especies sensibles presentes en el entorno inmediato de la boya, que podrán sentirse atraídas por la luz. Sin embargo, las balizas se prevén con una potencia y alcance limitados, y dispondrán de luz intermitente para minimizar el efecto de atracción, por lo que no es previsible una afección significativa a la fauna presente en el área. Se considera un impacto compatible.
- **Hábitats y comunidades bentónicas:** Debido al borneo de la línea de fondo, se podrán ver afectados los hábitats y las comunidades bentónicas del fondo marino, esta afección estará acotada a la superficie de la línea de fondeo y será de baja magnitud y acotado en el tiempo. Además, los hábitats de la zona no presentan un especial interés o vulnerabilidad, al igual que las comunidades bentónicas del mismo.
- **Afección a la ictiofauna:** a priori, la boya y su sistema de fondeo no constituyen por sí mismos un riesgo para la fauna marina, ya que se trata de una única línea de fondeo que no impedirá el tránsito de la ictiofauna. Sin embargo, en la línea podrían quedarse enganchados elementos antrópicos como restos de aparejos, plásticos, etc., lo que podría implicar la posibilidad de que la ictiofauna quedase atrapada en éstos, aunque no supone un mayor riesgo que las propias basuras marinas presentes en el medio, por lo que se considera un impacto de baja magnitud y no significativo.
- **Impacto paisajístico:** la presencia de la boya a unos 34 km de distancia en línea recta al punto más cercano de la costa no supondrá una alteración del paisaje para los posibles receptores, puesto que no será visible a más de unas pocas millas, por lo que se considera un impacto nulo.
- **Afección al tráfico marítimo y pesca:** se trata de una única boya de 16 m² de superficie, con un radio de borneo de 350 m con una única línea de fondeo y estará balizada con una marca especial tal de acuerdo con la normativa IALA, para que se detecte e identifique fácilmente, por lo que no se espera que interfiera significativamente con el tráfico marítimo ni con la pesca. No implicará un desvío significativo de las rutas habituales. Como se ha indicado, la zona donde se localizará la boya presenta un esfuerzo pesquero bajo de entre 0 y 10 h/km²/año.

En conjunto el impacto durante la fase de instalación de la boya se considera compatible.

7.2.3 Fase de desmantelamiento

Se consideran los mismos impactos que para la fase de instalación e igualmente se consideran los impactos durante esta fase como compatibles.

7.3 Medidas previstas para reducir los impactos ambientales

En los siguientes párrafos se presenta un listado de las medidas propuestas para reducir los impactos ambientales que podrían ser generados por el proyecto en estudio en el ámbito marino.

Destacar que todos los impactos se han considerado nulos o de magnitud baja y compatibles, por tanto, las medidas propuestas son principalmente las dirigidas al diseño de la boya y su sistema de fondeo y medidas de buenas prácticas durante la fase de instalación, funcionamiento y desmantelamiento.

7.3.1 Medidas en fase de diseño

- Diseño del sistema de fondeo: se prevé un sistema de fondeo basado en una única línea catenaria, sin necesidad de anclaje al fondo, con el fin de minimizar el arrastre sobre el lecho marino durante su instalación, que pueda dañar las comunidades bentónicas. Este sistema funciona por gravedad y no requiere de perforaciones ni excavaciones para el anclaje, y es fácilmente recuperable una vez finalizado el periodo de fondeo sin una alteración significativa del fondo.
- Balizamiento de acuerdo con la norma IALA, mediante marca diurna en color amarillo RAL 1023 y luz diurna intermitente de color amarillo.
- Empleo de pinturas antifouling sin biocidas: Las pinturas empleadas en las partes sumergidas de la boya serán de baja toxicidad y sin biocidas, basando su eficacia en propiedades físicas para reducir la adherencia y colonización de organismos marinos.

7.3.2 Medidas generales

Las medias descritas serán aplicables a todas las fases del proyecto.

- En los trabajos de instalación de la boya se emplearán equipos que cumplan con los requerimientos técnicos y las revisiones que garanticen su buen estado de mantenimiento, a fin de reducir así los riesgos de posibles fugas o vertidos relacionados con el uso de embarcaciones y equipos mecánicos.
- Se emplearán siempre que sea posible biocombustibles para reducir la huella de carbono de la actividad y para reducir la toxicidad de un posible vertido.
- Implementación de políticas de “cero-plásticos” a bordo en las embarcaciones de trabajo, según las cuales se prohibirá la presencia de plásticos de un solo uso que puedan ser reemplazados por opciones reutilizables, y se habilitarán sistemas para la recogida y gestión de residuos plásticos que no puedan ser evitados (p.e. restos de bridas, embalajes protectores, etc.)

7.3.3 Medidas en fase de instalación, funcionamiento y desmantelamiento

Las medidas aplicables durante las operaciones de instalación se enfocan principalmente a la selección de equipos y embarcaciones de trabajo y al empleo de combustibles, pero también a la aplicación de buenas prácticas durante las operaciones.

Calidad atmosférica: reducción de emisiones

- Se recomienda el empleo de medios marinos con bajas emisiones: fomento de tecnologías y combustibles más limpios (p.e. motores y/o generadores eléctricos).

Calidad acústica

- Se recomienda el empleo de embarcaciones con certificaciones de bajas emisiones acústicas (Silent-E).

Calidad del agua

- Cumplimiento del convenio MARPOL de los medios marítimos empleados.
- Disponibilidad de medidas para lucha contra la contaminación accidental en las embarcaciones de trabajo (vertido de hidrocarburos).

Mamíferos marinos, quelonios

- Limitación de la velocidad máxima de las embarcaciones a 10 kn para minimizar el riesgo de colisión.

Pesca

- Comunicación a la cofradías de pescadores de la instalación de la boya para minimizar la interferencia con la actividad pesquera.

Tráfico marítimo

- Comunicación a Capitanía Marítima de la instalación de la boya para minimizar la interferencia con las rutas marítimas e inclusión de su posicionamiento en cartas náuticas digitales.

7.4 Valoración de los impactos y su compatibilidad con los objetivos de la estrategia marina

7.4.1 Objetivo ambiental B.N.10

Objetivo ambiental B.N.10

Reducir la cantidad de plásticos de un solo uso más frecuentes que llega al medio marino, entre otros: bastoncillos de los oídos, cubertería, platos, y pajitas, envases de comida y bebida y empaquetado flexible de comida, filtros de cigarrillos, bolsas de plástico ligeras y toallitas húmedas.

Tipo de objetivo: Presión

Este objetivo es de presión y se relaciona con el descriptor D10 (basuras marinas). El indicador asociado es la abundancia de objetos de plástico de un solo uso en las playas de la demarcación marina.

Descriptor con los que se relaciona: D10

Indicador asociado:

- Abundancia de objetos de plástico de un solo uso en las playas de la demarcación marina, entre otros: bastoncillos de los oídos, cubertería, platos, y pajitas, envases de comida y bebida y empaquetado flexible de comida, filtros de cigarrillos, bolsas de plástico ligeras y toallitas húmedas.

Compatibilidad actuación

Es muy improbable que el proyecto pueda tener una implicación significativa en el indicador “basuras marinas”, puesto que los materiales que componen la boya no comprenden elementos plásticos de un solo uso que puedan acabar en el mar. Además, durante la instalación, en operaciones de mantenimiento y en fase de desmantelamiento, en el caso de ser necesarios materiales plásticos, se recogerán siempre y nunca se verterán al mar. Por otra parte se implementará la política de “cero-plásticos” a bordo en las embarcaciones de trabajo, según las cuales se prohibirá la presencia de plásticos de un solo uso que puedan ser reemplazados por opciones reutilizables, y se habilitarán sistemas para la recogida y gestión

de residuos plásticos que no puedan ser evitados (p.e. restos de bridas, embalajes protectores, etc.).

Por tanto, tomando las medidas anteriores se considera que el proyecto es compatible con el objetivo.

7.4.2 Objetivo ambiental C.N.1

Objetivo ambiental C.N.1

Reducir la intensidad y área de influencia de las presiones antropogénicas significativas sobre los hábitats bentónicos, con especial atención a los hábitats protegidos y/o de interés natural y atendiendo a las presiones más significativas en la Demarcación marina Noratlántica.

Tipo de objetivo: Estado

Este objetivo es de presión y se relaciona con los descriptores D1 y D6 (biodiversidad, fondos marinos).

Descriptores con los que se relaciona: D1 y D6

El descriptor D6 ha tenido en cuenta los hábitats biogénicos, concretamente los que figuran en los listados OSPAR y Directiva Hábitats y son:

- Comunidades de penatúláceos
- Agregaciones de esponjas sobre fondos circalitorales y batiales
- Jardines de coral
- Arrecifes de *Lophelia pertusa* y/o *Madrepora oculata*
- Fondos de maërl
- Fondos rocosos infralitorales dominados por *Gelidium* spp.
- Bosques de laminarias
- Fondos infralitorales rocosos dominados por *Paracentrotus lividus*
- Fondos rocosos infralitorales
- Fondos rocosos circalitorales
- Fondos rocosos profundos

Indicador asociado:

- *Nº de iniciativas puestas en marcha para reducir el impacto de las presiones sobre los hábitats protegidos y/o de interés natural, con especial atención a la pesca con artes y aparejos de fondo sobre los hábitats protegidos de interés natural, la construcción de infraestructuras, la explotación de recursos marinos no renovables, dragados, actividades recreativas y otras presiones en la DMNOR.*
- *Porcentaje/nº de actuaciones y proyectos que disponen de Informe de compatibilidad.*
- *Superficie de hábitats protegidos y/o de interés natural potencialmente afectados por actividades humanas y sus tendencias.*

Compatibilidad actuación

La boya se localiza a unos 217 m de profundidad, en la que los hábitats afectados por la presencia y movimiento de la catenaria de fondeo son únicamente hábitats bentónicos batiales

con sustratos predominantemente de arena fangosa, que se caracterizan por una homotermia constante y una ausencia casi total de luz.

Sin disponer de datos de muestreos de campo específicos, con la información disponible del Inventario español de hábitats marinos y el visor EMODnet para los hábitats OSPAR, la boya LiDAR se localiza sobre el hábitat "040204 Fondos batiales sedimentarios de reborde de plataforma" que se caracteriza por presentar una comunidad de alta diversidad de especies dominada por crinoideos, braquiópodos, actinias, siendo los moluscos el grupo más abundante. Estas comunidades presentan numerosas especies de peces de gran interés comercial. Atendiendo a los hábitats seleccionados en el Descriptor D6, en la zona no hay presencia de fondos rocosos, las comunidades de penatuláceos se encuentran situados por debajo de la plataforma continental a más de 200 metros de profundidad, por lo que tampoco se localizan en la zona, los bosques de laminarias no sobrepasan profundidades de más de 20 o 30 metros, por lo que tampoco están presentes. Según el visor de EMODnet las agregaciones de esponjas sobre fondos circalitorales y batiales se localizan a 24 km de distancia, los jardines de coral a 25 km, los arrecifes de *Lophelia pertusa* y/o *Madrepora oculata* a 30 km y los fondos de maërl muy alejados en la costa francesa en la Baía de Bourgneuf. Por este motivo estos hábitats biogénicos identificados como clave para garantizar los servicios y funciones ecosistémicas no se verán afectados por la instalación de la boya.

Cabe indicar que la boya LiDAR objeto de instalación es una estructura flotante cuya interacción directa con el fondo marino está limitada al segmento inferior de la línea de fondeo de 220 m de longitud, que permanecerá apoyado sobre el lecho marino, sin necesidad de anclas de fijación. Calculando la superficie del fondo marino que podría verse afectada por el arrastre de la cadena durante el funcionamiento de la boya, considerando los 220 m que van apoyados sobre el fondo marino y suponiendo que debido a las corrientes y mareas podría girar 360° afectando como máximo y considerando la situación más desfavorable del mar unas 15,2 ha. Tal y como se ha indicado no hay hábitats de interés, por lo que se considera una afección baja, reversible y recuperable en cuanto se retire la boya.

Además, se trata de una zona afectada por la pesca de arrastre, por lo que no se espera la presencia significativa de elementos de megafauna invertebrada sésil en los fondos afectados.

La instalación de la boya supondrá un radio de exclusión entorno a la misma, en el cual tampoco se podrá llevar a cabo la pesca de arrastre. Como resultado de la reducción de las actividades de arrastre, es de esperar que se produzca una ligera recuperación de la biodiversidad bentónica.

Por otra parte, la embarcación de trabajo requerida para la instalación de la boya es una embarcación con posicionamiento dinámico, por lo que no requiere fondear para realizar su actividad, reduciendo el riesgo de afección sobre hábitats biogénicos y/o protegidos. Por tanto, el impacto sobre las comunidades bentónicas es mínimo.

Por todo lo anterior, la actuación se considera compatible con este objetivo.

7.4.3 Objetivo ambiental C.N.3

Objetivo ambiental C.N.3

Reducir las principales causas de mortalidad y disminución de las poblaciones de grupos de especies no comerciales en la cima de la cadena trófica (mamíferos marinos, reptiles, aves marinas, elasmobranquios pelágicos y demersales), tales como capturas accidentales, colisiones con embarcaciones, ingestión de basuras marinas, depredadores terrestres introducidos, contaminación, destrucción de hábitats y sobrepesca.

Tipo de objetivo: Estado

Este objetivo es de presión y se relaciona con los descriptores D1 y D4 (biodiversidad, redes tróficas).

Descriptores con los que se relaciona: D1 y D4

Indicador asociado:

- *Mortalidad de las poblaciones de grupos de especies en la cima de la cadena trófica.*
- *Nº de iniciativas (legislativas, técnicas y operativas) para reducir las principales causas antropogénicas de mortalidad de las poblaciones de grupos de especies en la cima de la cadena trófica.*
- *Porcentaje de especies o grupos de especies incluidas en regulaciones específicas que aborden las causas de mortalidad identificadas en la evaluación inicial.*
- *Mortalidad por capturas accidentales de especies indicadoras de aves, reptiles, mamíferos y elasmobranquios, especialmente en las especies evaluadas como “no BEA” en el criterio D1C1.*
- *Mortalidad por otras causas identificadas como principales en la DMNOR: enmallamiento en redes y enmallamiento en cabos de fijación (tortugas), depredadores introducidos (aves), contaminación (aves y cetáceos), sobrepesca (elasmobranquios).*

Compatibilidad actuación

Las especies principales que se contemplan en la valoración de este objetivo son las siguientes:

- Mamíferos marinos: *Balaenoptera acutorostrata*, rorcual común (*Balaenoptera physalus*), delfín común (*Delphinus delphis*), calderón común (*Globicephala melas*), orca (*Orcinus orca*), cachalote (*Physeter macrocephalus*), delfín listado (*Stenella coeruleoalba*) y delfín mular (*Tursiops truncatus*)
- Tortugas marinas: en base a los inventarios disponibles, no se ha detectado ninguna especie en la zona de ubicación de la boya LiDAR. No obstante, se consideran las cinco especies de tortugas marinas presentes en las aguas de la Demarcación Noratlántica *Caretta caretta*, *Dermochelys coriacea*, *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* y *Lepidochelys kempii*.
- Aves: aquellas que aparecen en la Tabla 7 que se corresponden con las aves de carácter marino y pelágico, y especialmente a las aves más protegidas, vulnerables y en peligro de extinción: *Puffinus puffinus mauretanicus* y *Uria aalge* catalogadas como en “Peligro de Extinción”, y las especies *Hydrobates pelagicus*, *Phalacrocorax*

aristotelis y *Rissa tridactyla* catalogadas como “Vulnerables”, según el Catálogo Gallego de Especies Amenazadas.

Los impactos que se evalúan sobre estos grupos son:

- El riesgo de colisión con embarcaciones
- Atracción o evitación

Colisiones con las embarcaciones de instalación/mantenimiento/desinstalación (cetáceos y tortugas marinas)

Un posible impacto de la actividad sobre las especies no comerciales en la cima de la cadena trófica está relacionado a las potenciales colisiones con las embarcaciones encargadas de realizar la instalación y desinstalación o las eventuales operaciones de mantenimiento in situ de la boya, en el caso de los mamíferos marinos y las tortugas.

Las colisiones con barcos se podrían producir durante las fases de instalación y desinstalación, así como durante las operaciones de mantenimiento. Destacar que estas operaciones se llevarían a cabo en una jornada de trabajo. En cualquiera de los casos, se contempla el empleo de una única embarcación de trabajo, con la asistencia eventual de una embarcación auxiliar, por lo que el riesgo de impacto será muy limitado.

De acuerdo con el inventario ambiental, los mamíferos marinos que tienen una probabilidad más elevada de encontrarse en el área del proyecto en estudio son *Balaenoptera physalus*, *Delphinus delphis*, *Tursiops truncatus* y *Globicephala melas*.

Los delfines se caracterizan por su elevado carácter curioso, es decir que podrían acercarse a las embarcaciones. No obstante, son de movilidad rápida y frente a las bajas velocidades de las embarcaciones el riesgo de colisión es mucho menor que en cetáceos más lentos. Adicionalmente, suelen ser muy visibles desde la superficie, característica que también permite evitarlos en caso de ser avistados.

Paralelamente, el rorcual también es fácilmente visible desde la superficie, dado que es de carácter muy aéreo. El gran tamaño de la especie también facilita su avistamiento, a pesar de que reduce su movilidad y capacidad de reacción respecto a los delfines.

Para minimizar la posibilidad de colisión con cetáceos, la mayoría de las embarcaciones que se emplearan durante la instalación, el mantenimiento y el desmantelamiento del LiDAR navegan a velocidades bajas, de 5-10 nudos. Además, gran parte del trabajo se realiza en modo estático, por lo que el riesgo de impacto es bajo. Estas velocidades de navegación se consideran suficientes para evitar colisión con cetáceos, mientras que no lo son para evitar impactos con tortugas. Sin embargo, Work (2010) demostró que la disminución de la velocidad por debajo de 7,5 nudos disminuía las heridas fatales en *Caretta caretta*.

En consecuencia, se considera que el riesgo de colisión con embarcaciones por parte de cetáceos y tortugas marinas es bajo durante las fases del proyecto.

Atracción o evitación de fauna

La presencia de cualquier objeto flotante puede producir por sí misma un polo de atracción a determinados tipos de peces, que buscan en el mismo una protección inexistente en medio pelágico, y puede servir además como soporte para el crecimiento de algas, bacterias y otras fuentes de alimento para los peces. También pueden generar una atracción sobre las aves, al proporcionarles un posadero elevado sobre el que descansar y observar su entorno.

El diseño de la boya con el objetivo de minimizar este impacto, se ha basado en el uso de materiales y dispositivos de ahuyentamiento.

El uso de pinturas antiadherentes dificulta las incrustaciones biológicas, y la presencia de púas disuasorias dificulta el posado de las aves, al hacer incómoda la superficie del dispositivo sin producir un daño físico a las aves. Por otra parte, el empleo de un sistema de balizamiento mediante luz intermitente dotada de deflectores que reduzcan el ángulo de radiación contribuirá a reducir el efecto de atracción o desorientación de la baliza luminosa para aves, tortugas, insectos u otros animales sensibles a la luz.

Para la avifauna potencialmente presente en la zona de estudio, especialmente para las especies incluidas en el Catálogo Gallego de Especies Amenazadas y que se corresponden con las especies seleccionadas para la evaluación de la Demarcación Noratlántica (*Hydrobates pelagicus*, *Phalacrocorax aristotelis*, *Puffinus mauretanicus*, *Rissa tridactyla* y *Uria aalge*), no se espera que se vaya a producir impacto debido al escaso porte de la boya y a su localización, ubicada a 217 m de profundidad y a unos 34 km de costa. A esta profundidad y distancia no se espera que interfiera con el normal vuelo de las aves. En este sentido, se tiene en cuenta el comportamiento de las especies; en el caso de *Hydrobates pelagicus* se han observado concentraciones en el golfo de Vizcaya a partir de las 7 – 10 km de la costa en las colonias del Atlántico, *Phalacrocorax aristotelis* se alimenta en Galicia en un rango de profundidades de -2 a -29 m o *Puffinus mauretanicus* vuela siguiendo un corredor relativamente estrecho hacia zonas neríticas de la plataforma continental de la Península Ibérica, preferentemente a distancias de la costa menores de 20 km.

Respecto a la evitación, estaría relacionada con la generación de molestias asociadas a la presencia de embarcaciones, principalmente a consecuencia del ruido. Este tipo de molestias se producirían únicamente durante la instalación y desinstalación del equipo, o bien durante una eventual operación de mantenimiento in situ. Dada la reducida duración de estas operaciones y las medidas previstas para minimizar los niveles de ruido submarino asociados, no se considera un impacto significativo.

Por todo lo anterior, la actuación se considera compatible con este objetivo.

7.4.4 Objetivo ambiental C.N.4

Objetivo ambiental C.N.4

Reducir las molestias a la fauna causadas por actividades turístico - recreativas.

Tipo de objetivo: Estado

Este objetivo es de presión y se relaciona con los descriptores D1, D4 y D6 (biodiversidad, redes tróficas y fondos marinos).

Descriptores con los que se relaciona: D1, D4 y D6

Indicador asociado:

- *Nº de puestas de las especies potencialmente afectadas (en el caso de tortugas y aves).*
- *Nº de medidas de protección establecidas/iniciativas para reducir la presión sobre estas poblaciones.*

Compatibilidad actuación

Como se ha indicado la boya LiDAR se instalará a unos 217 m de profundidad y sobre fondos de fango batiales. La actividad a desarrollar no se encuentra dentro de tipo de actividades turístico-recreativas, por lo que la valoración de este indicador no es de aplicación. Por otra parte, no conlleva un incremento en la actividad turística o recreativa en la zona.

En cualquier caso, los descriptores asociados D1 (biodiversidad), D4 (redes tróficas) y D6 (fondos marinos) ya se han evaluado de los objetivos CN1 y CN3, obteniéndose una valoración de compatible con dichos objetivos.

El proyecto se considera compatible con este objetivo.

8 Conclusiones

Del análisis de la naturaleza del proyecto, sus previsibles impactos ambientales, las medidas preventivas previstas, y de sus consecuencias sobre los objetivos ambientales de la Demarcación Noratlántica, se concluye que los impactos del proyecto son compatibles con dichos objetivos.

Sin menoscabo de lo anteriormente dicho, y para garantizar que los efectos generados sean compatibles con los objetivos de la demarcación se ha planteado un conjunto de medidas para minimizar u eliminar los potenciales impactos sobre los objetivos ambientales de la Demarcación Noratlántica.

9 Autores

En la redacción del presente estudio ha participado el siguiente personal de TECNOAMBIENTE, S.L.U.:

Nombre	Titulación	DNI
Marina Barreira Díaz	Gda. Biología	76584085L
Cristina Olmo Ballesteros	Gda. Ciencias del Mar	50339069G
Ágata Taboada de la Calzada	Lcda. Química	32816032T
Manuel Rodríguez García	Gda. Geografía	42419388M

10 Bibliografía

- Blott and Pye, 2001. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth surface Processes and Landforms*, vol. 26, issue 11, pp. 1237-1248.
- Masden, Elizabeth & Haydon, Daniel & Fox, A. & Furness, Robert & Bullman, Rhys & Desholm, Mark. (2009). Barriers to movement: Impacts of wind farms on migrating birds. *Ices Journal of Marine Science - ICES J MAR SCI*. 66. 746-753.
- James J. Waggitt, Peter G. H. Evans, Joana Andrade, Alex N. Banks, Oliver Boisseau, Mark Bolton, Gareth Bradbury, Tom Brereton, Cornelis Jan Camphuysen, Jan Durinck, Tom Felce, Ruben Christiaan Fijn, Isabel Garcia-Baron, Stefan Garthe, Steve C. V. Geelhoed, Anita Gilles, Martin Goodall, Jan Haelters, Sally Hamilton, Lauren Hartny-Mills, Nicola Hodgins, Kathy James, Mark Jessopp, Ailbhe S. Kavanagh, Mardik Leopold, Katrin Lohrengel, Maite Louzao, Nele Markones, Jose Martínez-Cedeira, Oliver Ó Cadhla, Sarah L. Perry, Graham J. Pierce, Vincent Ridoux, Kevin P. Robinson, M. Begoña Santos, Camilo Saavedra, Henrik Skov, Eric W. M. Stienen, Signe Sveegaard, Paul Thompson, Nicolas Vanermen, Dave Wall, Andy Webb, Jared Wilson, Sarah Wanless, Jan Geert Hiddink (2019) Distribution maps of cetacean and seabirds populations in the North-East Atlantic. *Journal of applied Ecology*, 57 (2). 253-269.
- Arija, C. M. (2020). Delfín mular común – *Tursiops truncatus*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. López, P., Martín, J., Barja, I. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- José Templado, Enric Ballesteros, Ibon Galparsoro, Ángel Borja, Alberto Serrano, Laura Martín y Alberto Brito (2012). *Guía interpretativa Inventario Español de Hábitats Marinos*. Ministerio de Agricultura, alimentación y Medio Ambiente
- Oro, D., Louzao, M., Genovart, M. (2016). Pardela Balear – *Puffinus mauretanicus*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org>
- Informe sobre la aplicación de la Directiva Hábitats en España (Artículo 17 de la Directiva) (miteco.gob.es)
- EMODNET (European Marine Observation and Data Network). Varios portales con información geográfica de carácter medioambiental a nivel europeo. <https://emodnet.eu/en>.
- IEO (Instituto Español de Oceanografía). Portal con información geográfica de carácter marino para todo el territorio español. <http://www.ideo-base.ieo.es/Home>
- Sociedad Española de Ornitología. SEO Bird life: <https://seo.org/>
- Visor Banco de Datos de la Naturaleza (BDN). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (MITERD).
- Visor Conservación da Natureza. Información geográfica de Galicia. Xunta de Galicia. Plan Maestro Red Natura 2000.
- Visor de Información Geográfica Marina (InfoMAR). Dirección General de la Costa y el Mar (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico). CEDEX.

- Documentos del primer ciclo de estrategias marinas (2012-2018): Demarcación Noratlántica
- Documentos del segundo ciclo de estrategias marinas (2018-2024): Demarcación Noratlántica
- Consellería de MedioAmbiente, Territorio e Vivenda. Xunta de Galicia. Sección de Biodiversidade, Información sobre flora y fauna amenazada de Galicia: https://cmatv.xunta.gal/seccion-organizacion/c/CMAOT_DX_Conservacion_Natureza?content=Direccion_Xeral_Conservacion_Natureza/Biodiversidade
- Visor My Ocean Pro del programa Copernicus: <https://data.marine.copernicus.eu/viewer/expert?view=>
- Xunta de Galicia: Consellería Do Medio rural E Do Mar (INTECMAR). Visor SIGREMAR_INTECMAR. <<http://ww3.intecmar.gal/sigremar/>>
- Puertos del Estado: <https://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>
- Infraestructura de datos espaciales Instituto Hidrográfico de la Marina: <https://ideihm.covam.es/visualizador/inicio>