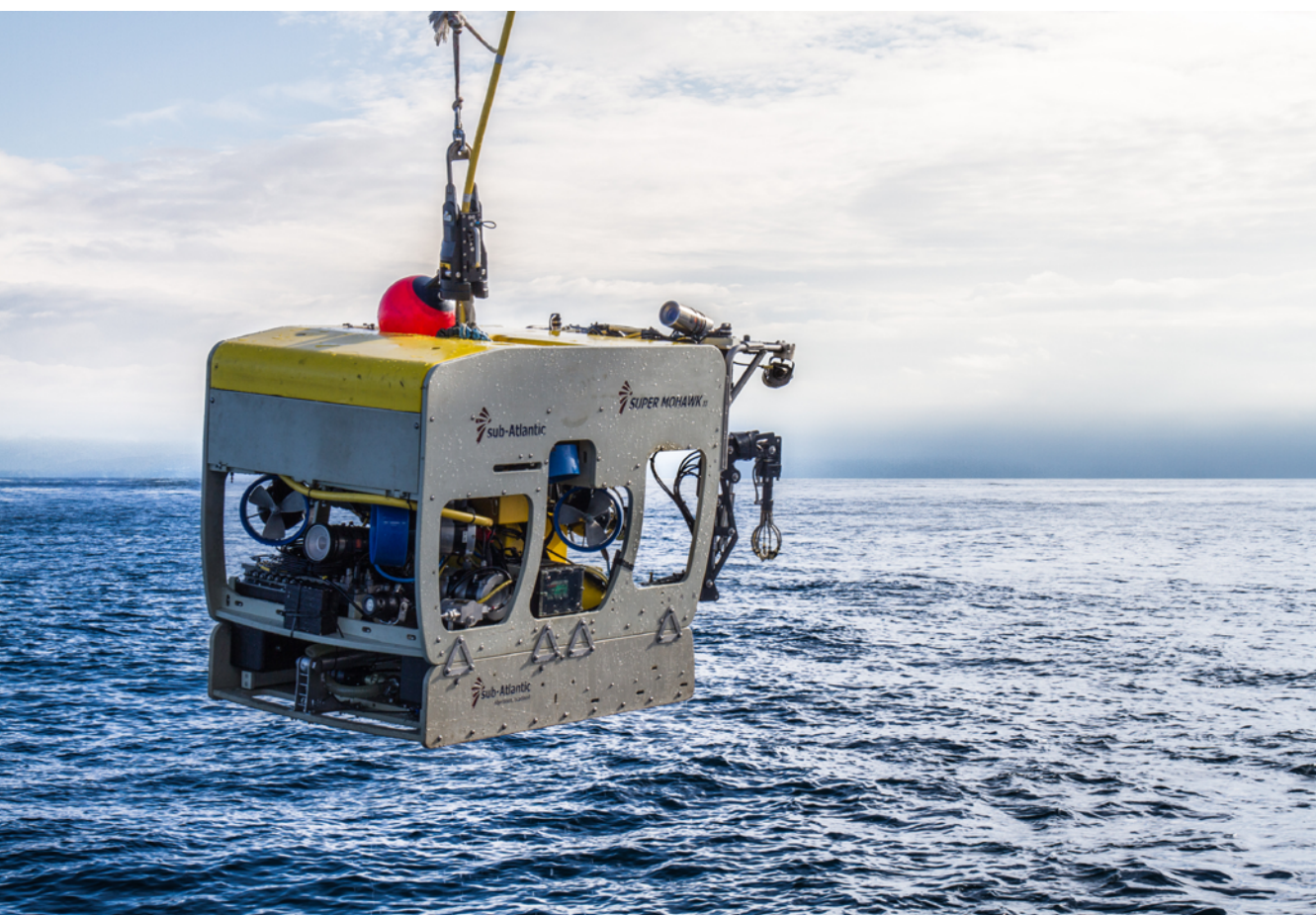


Diagnosis del Impacto del Palangre de Fondo en los Hábitats Bentónicos en los LICs de la RN2000.



IMPALHA

Diagnosis del Impacto del Palangre de Fondo en los Hábitats Bentónicos en los LICs de la RN2000.

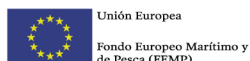


Antonio Punzón*, Verónica Duque-Nogal, María Huerta, Marta Ruíz, Julia Polo, Patricia Verísimo, Daniel Cano, Ulla Fernandez-Arcaya, Augusto Rodríguez-Basalo, Marta Sáinz-Bariáin, José Rodríguez-Gutiérrez, Alberto Serrano, Ana de la Torriente, José Manuel González-Irusta, Marian Blanco, María Gómez-Ballesteros, Alberto Abad, Lucia García-Florez, Ibon Galparsoro, Francisco Sánchez, Elena Prado, Paloma Carrillo-Albornoz, Paula Valcarce, Elvira Ceballos, Beatriz Arrese, Sarai Pouso, Izaskun Preciado, Estanis Muguerza y Arantza Murillas.

*Instituto Español de Oceanografía. Promontorio de San Martín SN. 39080 Santander. PO BOX 240. antonio.punzon@ieo.csic.es

Este proyecto se desarrolla con la colaboración de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través del Programa Pleamar, cofinanciado por el FEMP.

Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad del autor o autores de los mismos, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que apoyan económicamente el proyecto.



Índice

1. El proyecto IMPALHA.....	2
2. Los hábitats bentónicos de la Red Natura 2000: LICs Sistema de cañones submarinos de Avilés y Cañones submarinos de Capbreton.....	5
2.1. Hábitats bentónicos.....	5
2.2. La Red Natura 2000 y las figuras de protección relacionadas con los hábitats bentónicos.....	8
2.3. Los LICs Sistema de cañones submarinos de Avilés y Cañones submarinos de Capbreton.....	11
2.3.1. LIC Sistemas de cañones submarinos de Avilés.....	13
2.3.2. Futuro LIC Cañones submarinos de Capbreton.....	15
3. Caracterización de las pesquerías localizadas en el LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés.....	19
3.1. ¿Qué es una pesquería?.....	19
3.2. Fuentes de información (datos de origen) y procesado para su caracterización.....	19
3.2.1. Datos de origen.....	19
3.2.2. Procesado de datos.....	21
3.2.3. Obtención de la distribución espacial de las pesquerías con datos VMS.....	23
3.2.4. Obtención de la distribución espacial de la actividad pesquera mediante Inteligencia Artificial.....	24
3.3. Caracterización de la pesca de fondo con anzuelos.....	27
3.4. Actividad y comportamiento de las pesquerías.....	31
3.5. Caracterización espacio-temporal del esfuerzo.....	36
3.5.1. Los caladeros de pesca.....	36
3.5.2. Distribución espacial del palangre de fondo y de la línea o pincho.....	37
3.5.3. Distribución espacial de las pesquerías de palangre de fondo.....	39
3.5.4. Pesquerías artesanales y pesquerías industriales.....	42
3.6. Rendimientos espacio-temporales del palangre de fondo.....	44
4. El palangre de fondo y el estudio de su impacto sobre los hábitats bentónicos.....	49
4.1. ¿Cómo sabemos que puede existir Impacto?.....	49
4.2. Solapamiento entre la actividad pesquera de palangre de fondo y los hábitats bentónicos en el LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés.....	50
4.3. Metodologías para el estudio de los efectos de la actividad pesquera.....	56
4.3.1. Índices utilizados para el análisis del impacto.....	58
4.4. Diseño de la campaña IMPALHA (IMPALHA Fase II).....	61
4.4.1. Zonas de estudio.....	62
4.4.2. Plan de Campaña.....	66
5. Que hemos aprendido. Taller participativo “Taller el Pálangre y los Fondos Marinos: gestión y futuro”.....	72
5.1. Mesa: Colaboración entre Pesca-Ciencia-Gestión.....	78
5.2. Mesa: Incorporación del valor añadido a las pesquerías de palangre de fondo.....	78
5.3. Mesa: Valoración de las medidas de regulación vigentes.....	79
5.4. Mesa: Propuesta de potenciales medidas de regulación futuras.....	79
6. Glosario.....	80
7. Referencias.....	86

1. El proyecto IMPALHA

El proyecto **IMPALHA** (*Impacto del Palangre de Fondo en los Hábitats Bentónicos de la Red Natura 2000*) surge de la necesidad de identificar y cuantificar el impacto del uso de **palangre de fondo** en **hábitats** de especial vulnerabilidad como son los **hábitats bentónicos** de la **Red Natura 2000 (RN2000)**, siendo un requisito previo a los procesos de gestión ambiental y de sostenibilidad del espacio marino Cantábrico. Tras su ejecución, se prevé alcanzar el conocimiento científico suficiente que permita la cuantificación de los efectos de la pesca con palangre de fondo sobre los hábitats bentónicos. Además, se espera establecer una colaboración activa con el sector pesquero que permita su participación en la toma de decisiones para establecer los planes de gestión implicando así a todos los interesados en dicha tarea. Para ello, el proyecto **IMPALHA** se va a llevar a cabo en dos fases. En la primera, que culmina con la publicación de este libro, se ha preparado el campo de “operaciones” para el desarrollo de los experimentos de impacto que tendrán lugar en la segunda fase. Además, se ha realizado un importante trabajo de comunicación con todos los actores implicados en la gestión ambiental y pesquera. En la segunda fase se llevará a cabo la campaña de investigación que permita cuantificar propiamente el impacto del palangre sobre los hábitats estudiados. Para ello, se contará con la participación de la **flota** de palangre y se desarrollaran herramientas interactivas de divulgación y formación acerca del estudio de este tipo de impactos como de la propia actividad pesquera de palangre.

La identificación y cuantificación de los efectos de los artes de pesca de fondo (Foto 1), más en concreto del palangre de fondo, en los hábitats bentónicos es esencial ya que de ello depende en gran medida los planes de gestión que se desarrollen para la futura **Red de Áreas Marinas Protegidas de España (RAMPE)**. Sin embargo, la mayoría de los estudios que se han realizado hasta el momento se han centrado en el tipo de arte de arrastre, su funcionamiento e impactos. Como consecuencia de estos trabajos se han descrito numerosas metodologías para cuantificar espacialmente la intensidad de la pesca respecto al impacto generado sobre los hábitats y de **indicadores** para evaluar la calidad de los hábitats en relación a la presión del arrastre (González-Irusta *et al.*, 2018; Pitcher *et al.*, 2022; Serrano *et al.*, 2022). Sin embargo, para el resto de **artes de pesca demersal** como son palangre, **enmalle** o **nasas**, aunque se sabe que su impacto sobre el fondo es menor (Duran *et al.*, 2011; Grabowski *et al.*, 2014; Pham *et al.*, 2014; Dias *et al.*, 2020; Belchier *et al.*, 2022), se echa en falta el desarrollo de estudios enfocados en la descripción de los impactos que el uso de estos tipos de **aparejo** pueden suponer para los hábitats. Dentro del proyecto **INTEMARES**, se ha prestado especial atención a este tipo de aparejos, a excepción de las nasas. Para el enmalle se ha podido establecer una relación entre el esfuerzo y el impacto sobre los hábitats, pero los resultados para el palangre de fondo no son concluyentes. Esto limita mucho el desarrollo de planes de gestión eficientes y optimizados para los objetivos ambientales perseguidos. Por todo ello, el objetivo principal del proyecto **IMPALHA** y su primera línea de actuación, es el de diseñar las metodologías específicas que permitan maximizar de forma objetiva la protección de estos hábitats vulnerables minimizando a su vez los impactos en las actividades pesqueras. Además, en caso de que no sea posible anular el impacto, se diseñarán estrategias de mitigación para reducir el mismo lo máximo posible. Como se ha dicho, minimizar estos efectos en las actividades pesqueras, y sobre todo en las **pesquerías** locales, resulta interesante por distintos motivos y objetivos, y aunque se profundizará más adelante, podemos destacar el

de garantizar la seguridad alimentaria, la vertebración y la estabilidad de la población en núcleos costeros pequeños, la conservación del acervo cultural y la reducción de la huella de carbono (en comparación con otras pesquerías como las de aguas exteriores u oceánicas).

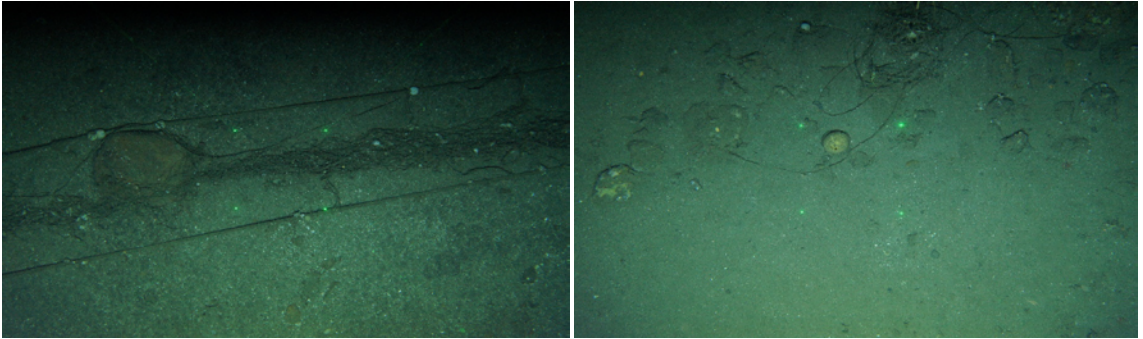


Foto 1. Restos de aparejos de pesca demersal en el fondo.

La segunda línea de actuación es la de facilitar la comunicación y divulgación para dar a conocer a la sociedad, y especialmente al sector pesquero, las metodologías, las herramientas y los motivos para establecer las herramientas de gestión necesaria para la actividad del palangre y su consecuencia sobre los hábitats bentónicos. Siendo prioritario el crear canales de comunicación que permitan la transmisión de conocimientos entre ciencia-pesca-gestión-ONGs. Este canal de comunicación se deberá mantener en el tiempo, no sólo durante la duración del proyecto **IMPALHA**, pero para su consolidación, en esta primera fase del Proyecto, nos hemos centrado en:

- Dar a conocer el proyecto y algunos conceptos asociados a la investigación y a la gestión.
- Aproximarnos a la realidad de la pesquería, fundamental para validar los resultados que hemos obtenido, y conseguir información que no se desprende de los datos recopilados.
- Establecer relación con las organizaciones y sectores implicados en la gestión de los hábitats bentónicos y las pesquerías, con especial atención al sector pesquero, que desempeñará un papel esencial en la segunda fase del proyecto.

Muchos de estos resultados ya están disponibles en diversas plataformas usadas como herramienta de divulgación. Algunas de ellas son:

- **Twitter:** [@IMPALHA_Sci](https://twitter.com/IMPALHA_Sci)
- **Facebook:** <https://n9.cl/qtkoni>
- **Webs:**
 - » Fundación Biodiversidad: <https://n9.cl/2gj97>
 - » Instituto Español de Oceanografía: <https://n9.cl/d91f5>
- **Youtube:** Lista de reproducción **IMPALHA** en el Canal del Grupo de Investigación SITCOM: <https://n9.cl/ec82k>

Como se ha indicado, este libro recoge los principales resultados obtenidos en la primera fase. Para ello, se plantearon los siguientes objetivos específicos de la primera fase del proyecto **IMPALHA**:

1. Caracterización espacio-temporal de la pesca con artes de anzuelo de fondo en el LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés y su interacción con los hábitats bentónicos.
2. Diseño de la campaña de investigación que tendrá lugar durante el desarrollo de la segunda fase del Proyecto. Se planteará un *diseño experimental Before/After-Control/Impact (BACI)*.
3. Divulgación de los resultados del proyecto y de las principales metodologías y conceptos para el estudio del impacto de la actividad pesquera en los hábitats y su aplicación en el asesoramiento.

Para alcanzar estos objetivos se han realizado 6 actividades:

- A1. Revisión y evaluación de las distintas fuentes de información espacial de la actividad pesquera (*diario de pesca, hojas de venta, datos VMS, Sistema AIS*, entre otros) para la creación de una *geodatabase* donde almacenar toda la información necesaria para los análisis del Proyecto **IMPALHA**.
- A2. Caracterización de la actividad pesquera de palangre de fondo.
- A3. Solapamiento de la actividad pesquera con los hábitats y rendimientos económicos.
- A4. Recopilación de la información disponible del proyecto **INTEMARES** (Acción A2.2) respecto a la presión pesquera y hábitats del futuro LIC Cañones submarinos de Capbreton.
- A5. Diseño e identificación de las necesidades para la realización de la campaña de investigación que se realizará en la segunda fase del proyecto.
- A6. Comunicación de los resultados obtenidos en la primera fase del proyecto y las principales metodologías y conceptos para el estudio del impacto de la actividad pesquera en los hábitats y su aplicación en el asesoramiento.

2. Los hábitats bentónicos de la Red Natura 2000: LICs Sistema de cañones submarinos de Avilés y Cañones submarinos de Capbreton

2.1. Hábitats bentónicos

Para saber por qué surge la necesidad de proteger estos hábitats frente a los impactos derivados de la actividad pesquera es necesario conocer varios conceptos para saber identificarlos. Se denomina hábitat bentónico a la zona más profunda del medio marino que abarca tanto la superficie del sedimento como las capas de agua subsuperficiales en contacto con él y que va a tener unas características únicas (Infografía 1). Por lo tanto, dichos hábitats ofrecen las condiciones físicas, químicas y biológicas necesarias para el desarrollo de las diferentes especies animales, conocidas como **bentos**, que viven hundidos en el sustrato o desplazándose por su superficie (Foto 2). Estas comunidades biológicas abarcan una gran variedad de organismos, entre los que se encuentran poríferos (esponjas), cnidarios (corales, anémonas y gorgonias), equinodermos (estrellas, erizos y holoturias), moluscos (como mejillones y caracola entre muchos otros) y crustáceos (langostas, cangrejos, langostinos, etc.), así como especies de peces que viven parte de su ciclo de vida asociados al fondo marino. Debido a la propia naturaleza de estas especies muchas son consideradas sensibles frente a la pesca o al cambio climático, favoreciendo la vulnerabilidad de estos ambientes.



Infografía 1. Hábitats bentónicos y su vulnerabilidad.

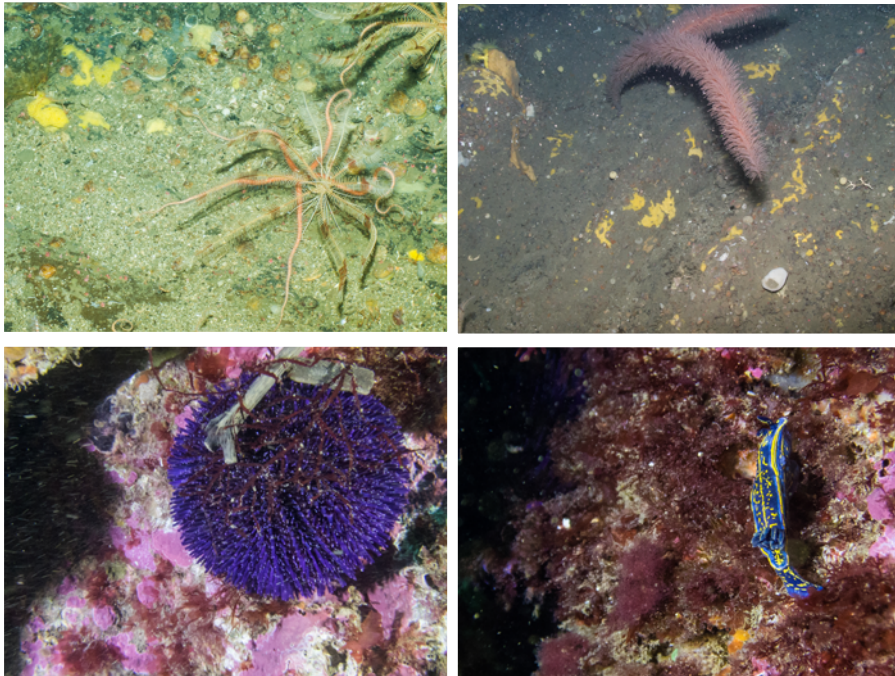


Foto 2. Algunas especies bentónicas (de arriba abajo y de izquierda a derecha): *Leptometra celtica* (Crinoideo, lirio de mar) junto con ofiuras; *Parantipathes larix* (Coral negro); *Sphaerechinus granularis* (Erizo de mar); y *Felimare cantabrica* (Nudibranquio, liebres de mar).

Dentro de los distintos tipos de hábitats bentónicos, destacan, por su importancia ecológica los biogénicos (generados a partir de organismos vivos). Estos hábitats se forman a partir de la agrupación de especies de invertebrados tridimensionales y sésiles (conocidas como especies estructurantes) que por lo tanto crecen fijas al sustrato y en elevadas densidades. Estas estructuras transforman el ambiente proporcionando así, refugio y alimento a muchas otras especies formando los conocidos “bosques animales” (de su nombre en inglés *animal forest*) (Foto 3). Estos hábitats son reconocidos internacionalmente como singulares por ser zonas de resguardo contra depredadores, zonas de puesta o desove y zonas de alimentación para las especies que los habitan. Por lo tanto, su conservación debe asegurarse a largo plazo ya que a su vez se asegura la conservación de una enorme variedad de especies y en definitiva, de la biodiversidad global. Además, su protección y conservación también va a garantizar el mantenimiento de los servicios ecosistémicos asociados a dichos hábitats para la sociedad futura. Entre estos servicios destaca la pesca sostenible, la cual requiere de poblaciones viables y hábitats saludables, que proporcionen lugares de alimentación, protección y reproducción para las especies de peces e invertebrados comerciales (Krittzer *et al.*, 2016).

Los hábitats bentónicos pueden verse alterados estructural o funcionalmente por diversas razones, principalmente la pesca o el cambio climático. Su vulnerabilidad depende de dos factores importantes; la propia sensibilidad de las especies asociadas a ellos y el grado de exposición de ese hábitat a los distintos impactos (Elliot *et al.*, 2018; de la Torriente Diez *et al.*, 2022). Por ejemplo, un bosque de corales muy profundo se consideraría poco vulnerable ya que aunque esté formado por especies muy sensibles, no estaría expuesto a la pesca, es decir estaría poco expuesto al impacto.

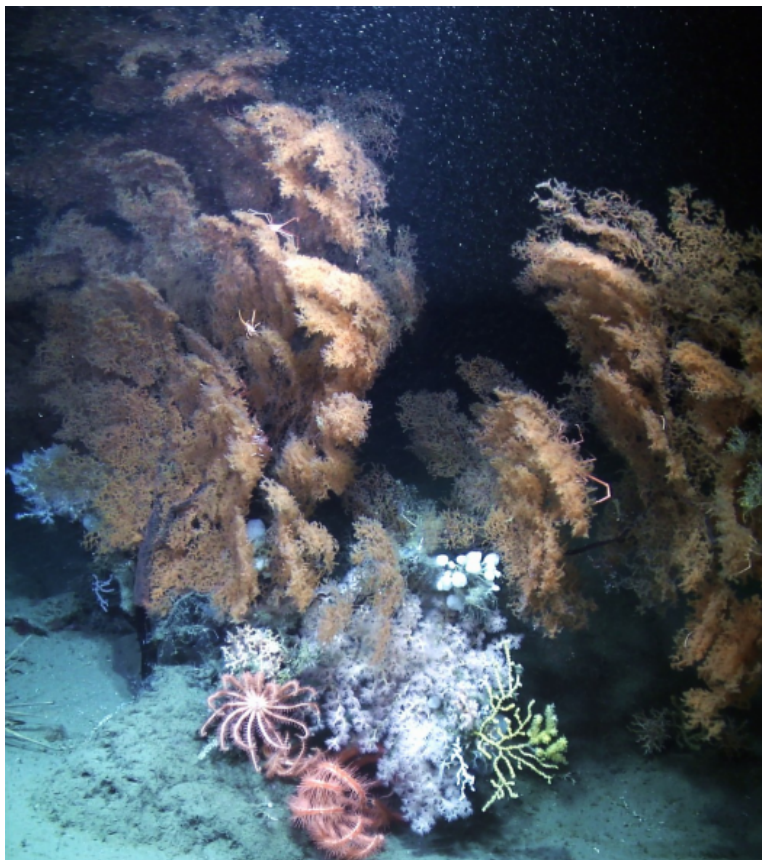


Foto 3. Hábitat Biogénico. Foto de F. Sánchez (INDEMARES).

Para medir la evolución del estado ecológico de un hábitat se utilizan distintos indicadores como: la caracterización de la presión que sufre, la riqueza de especies que lo componen, su representatividad, y su sensibilidad o tolerancia a dicha presión, así como su capacidad para regenerarse y recuperarse después de los impactos. Algunos indicadores utilizados para cuantificar la sensibilidad de las especies son, entre otros, la talla, la edad, su flexibilidad o su conducta.

Por otro lado, la sensibilidad de las especies es diferente según el tipo de presión o [arte de pesca](#) ya que éstas van a poder adaptarse o evitar el impacto según sus características (en inglés *traits*). Por ejemplo, el coral zigzag (*Madrepora oculata*) es un coral blanco de profundidad y de aguas frías que crece muy lentamente y que abunda en la zona del Cañón de Avilés. El hecho de que sea una especie grande, sésil y nada flexible la hace muy sensible al arrastre ya que le será imposible escaparse de una red en movimiento. Sin embargo, las especies “oportunistas” que habitan en la misma zona y se ven expuestas a las mismas presiones (en este caso la misma red de arrastre), resultan poco sensibles ya que crecen rápido y en abundancia y se benefician de la desaparición de otras.

En lo que concierne al proyecto **IMPALHA** es importante destacar que hasta el momento hay muy poca información acerca de la sensibilidad de las especies bentónicas de esta área al palangre de fondo, por lo que su caracterización será el objetivo principal a alcanzar en la segunda fase del proyecto.

2.2. La Red Natura 2000 y las figuras de protección relacionadas con los hábitats bentónicos

La Red Natura 2000 (RN2000) es una red ecológica europea creada para la conservación de las áreas interesantes para la biodiversidad dentro de la Comunidad Europea. El principal objetivo de esta red es, por tanto, asegurar la conservación a largo plazo de las especies y los hábitats de Europa. Para ello se han designado Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), hasta su transformación en Zonas Especiales de Conservación (ZEC) establecidas conforme con la Directiva Hábitat (92/43/CEE) y de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) designadas de acuerdo a la Directiva Aves (79/409/CEE). Las ZEC son designadas por la Comisión Europea a partir de una Propuesta de Lugares de Interés Comunitario (pLIC) elaborados por los Estados miembros a partir de los criterios establecidos en la Directiva Hábitats (poseer especies animales o vegetales amenazados o representativos de un determinado ecosistema). Es decir, a partir de una pLIC se integran como LIC en la RN2000 y una vez transcurridos 6 años y tras haber realizado los planes de gestión, pasan a ZEC (Figura 1). La gestión de estos espacios debe tener en cuenta las exigencias ecológicas, económicas, sociales y culturales, así como las particularidades regionales y locales.

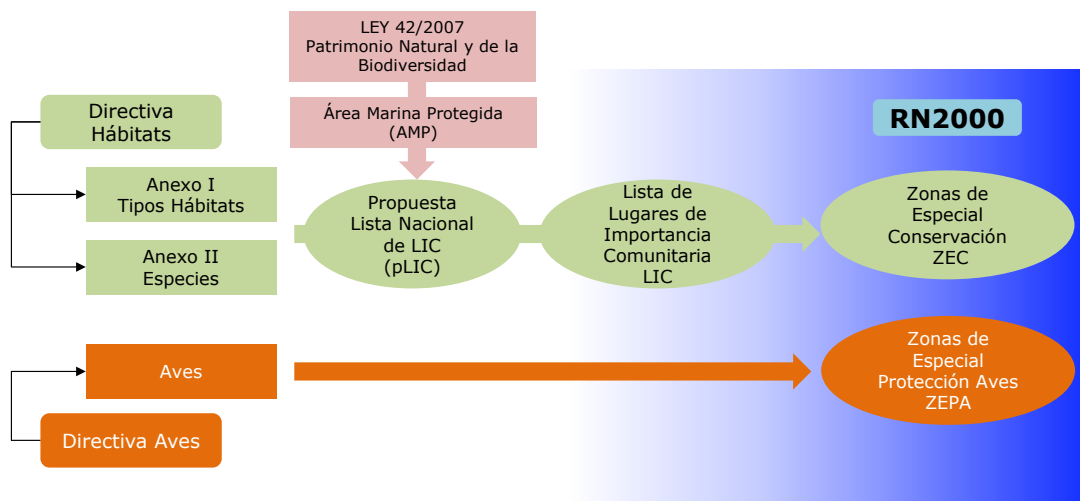


Figura 1. Esquema de las figuras de gestión asociadas a la creación de un espacio de la RN2000.

La Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad establece el régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad, como parte del deber de conservar y del derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, establecido en el [artículo 45.2 de la Constitución](#). Esta ley recoge la catalogación y conservación de hábitats y espacios del patrimonio natural destacando los siguientes:

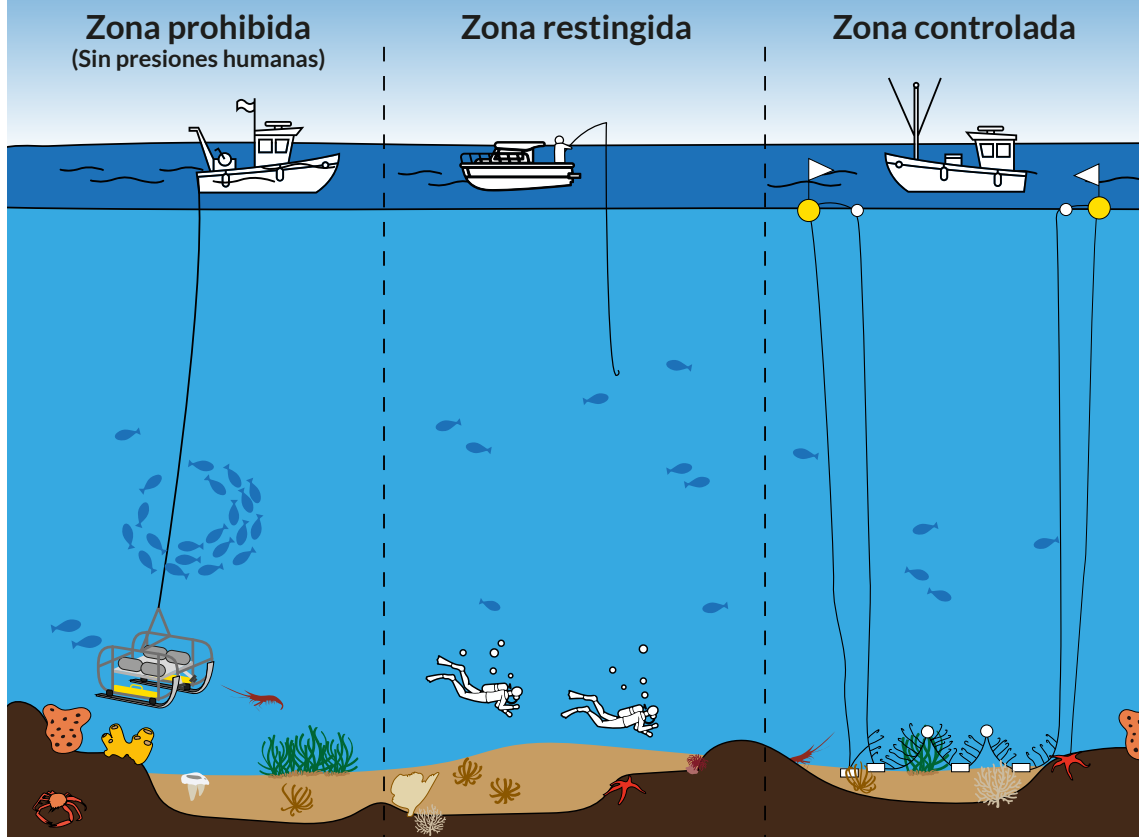
- 1. Un catálogo de hábitats en peligro de desaparición:** en el que se considera que un hábitat se encuentra en esta situación, entre otras causas, si su área es muy reducida o está disminuyendo, o si ha sido destruida la mayor parte de su área de distribución natural.

2. **Los Espacios Naturales Protegidos:** aquellos que son declarados por tener alguno de los siguientes requisitos:
 - a. contener sistemas o elementos naturales representativos, singulares, frágiles, amenazados o de especial interés ecológico, científico, paisajístico, geológico o educativo;
 - b. estar dedicados especialmente a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, de la geodiversidad y de los recursos naturales y culturales asociados.
3. **Espacios protegidos Red Natura 2000:** La conservación de las especies y hábitats de especial interés para la Red conlleva la obligación de designar espacios de la Red Natura 2000. La información descriptiva básica (administrativa y ecológica) de los espacios protegidos que forma parte de la Red Natura 2000 se recoge en un formulario normalizado de datos (FND, en inglés *Standard Data Form* o SDF). La información de los espacios de cada Estado miembro es compilada en una base de datos nacional y después enviada regularmente a la Comisión Europea para su actualización.
4. **Áreas protegidas por instrumentos internacionales:** son espacios formalmente designados de conformidad con lo dispuesto en los Convenios y Acuerdos internacionales de los que forma parte España, como pueden ser OSPAR o la UNESCO entre otros.

Dentro de los Espacios Naturales Protegidos se distinguen: Parques Nacionales, Espacios Protegidos Red Natura 2000, Monumentos Naturales, Paisajes Protegidos, Reservas Naturales y Áreas Marinas Protegidas. Las Áreas Marinas Protegidas (AMP) son espacios naturales designados para la protección de ecosistemas, comunidades o elementos biológicos o geológicos del medio marino. Estos espacios podrán ser objeto de incorporación a la RAMPE regulada en la Ley 41/2010 de protección del medio marino. En su caso no pasan a formar parte de la RN2000 hasta que no sean LIC y posteriormente ZEC (Infografía 2). Alguno de los objetivos perseguidos a la hora de crear las AMPs son:

1. Conservar la biodiversidad y los ecosistemas.
2. Proteger los hábitats ante el daño físico como consecuencia de las actividades humanas.
3. Ayudar a revertir el declive global y local de las poblaciones de peces y la productividad mediante la protección de los hábitats críticos de reproducción, cría y alimentación.
4. Proteger las funciones y los procesos ecológicos clave.
5. Contribuir a la gestión integral basada en los ecosistemas y mejorar la resiliencia de los ecosistemas a gran escala a las presiones.
6. Elevar el perfil de un área para el turismo marino y ampliar las opciones económicas locales.
7. Brindar oportunidades de educación, capacitación, patrimonio y cultura.
8. Proporcionar amplios beneficios como sitios de referencia en la investigación a largo plazo.

AMP (Áreas Marinas Protegidas)



Infografía 2. Zonas en las que se puede dividir un Área Marina Protegida en función del grado de impacto humano permitido.

Además de estas figuras existe una Directiva Europea, la [Directiva Marco de las Estrategias Marinas \(DMEM\)](#), cuyo objetivo principal es alcanzar el Buen Estado Ambiental (más conocido como BEA) de los Mares de Europa (DIRECTIVA 2008/56/CE). Dentro de los objetivos ambientales está el de la Integridad de los Fondos Marinos (Descriptor 6), para el que es necesario alcanzar el BEA en base a unos criterios internacionales. Esos objetivos ambientales vienen fijados por porcentajes de área de los distintos hábitats bentónicos que no estén adversamente afectados o no estén impactados por ninguna actividad humana, que generalmente vienen determinados por la relación existente entre el nivel de presión y la sensibilidad del hábitat a la misma. Gracias al proyecto [IMPALHA](#), se prevé que el desarrollo de la segunda fase permita establecer las herramientas para determinar, en el caso del palangre de fondo, el nivel de presión a partir del cual se considera un hábitat adversamente afectado o no. Además, en esta fase se definirán las sensibilidades de las especies al palangre y se verá, si es que existe, como se degrada el hábitat en función de los niveles de presión. Como ya se ha indicado, también se propondrán estrategias de mitigación de ese impacto, es decir, metodologías para reducir el impacto sobre el hábitat con el mismo nivel de presión o esfuerzo pesquero.

2.3. Los LICs Sistema de cañones submarinos de Avilés y Cañones submarinos de Capbreton

El LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés y el futuro LIC Sistema de cañones submarinos de Capbreton se localizan en el Mar Cantábrico (Figura 2). La plataforma continental del Cantábrico la podríamos dividir en dos partes, desde la desembocadura del río Bidasoa y hasta el cabo Vidio, y desde aquí hasta el cabo de Finisterre. La primera de ellas se caracteriza por tener una orientación Norte-Sur y ser extremadamente estrecha, como la zona de plataforma situada frente a cabo Ajo con 5 millas de ancho. La inclinación del talud continental (zona de transición entre la plataforma superficial y y la llanura abisal) es muy pronunciada, entre un 10 y un 12% de desnivel. Toda esta zona está jalonada de profundos cañones submarinos. Entre los más característicos de esta zona están los de Capbreton, Santander, Torrelavega, Llanes, Lastres, La Gaviera, El Corbiro y Avilés. Estos valles profundos permiten que los sedimentos continentales sean transportados a la llanura abisal. Siendo esta una de las posibles causas del escaso recubrimiento sedimentario de esta zona (fuente www.ecomarg.com). Entre cabo Vidio y hasta el cabo de Finisterre la plataforma es más ancha y se caracteriza por entrantes en la costa que se denominan rías.

La zona de estudio se caracteriza por tener una marcada estacionalidad hidrográfica (Gil, 2008) (Figura 3). Durante el invierno las condiciones meteorológicas están gobernadas por el desplazamiento meridional del anticiclón de las Azores. Este desplazamiento junto con el debilitamiento del anticiclón deja el oeste de la península ibérica bajo la influencia de vientos del suroeste y un patrón de circulación superficial caracterizado por la corriente de talud hacia el polo (García-Soto *et al.*, 2002). Esta corriente se debilita al finalizar el invierno, dejando de existir como tal al comenzar la primavera. Durante la primavera el anticiclón de los azores se sitúa más al norte y la situación en cuanto al viento cambia radicalmente. Los vientos son con más frecuencia de componente este y la corriente hacia el polo se para. Los vientos de componente este favorecen procesos de afloramientos costeros a lo largo del litoral Cantábrico (Gil, 2008), siendo más persistente o continuado en el tiempo el que tiene lugar en la costa zona noroeste (costa de Galicia) que los que acontecen en la vertiente norte del Cantábrico (Lavín *et al.*, 1998; Llope *et al.*, 2006).

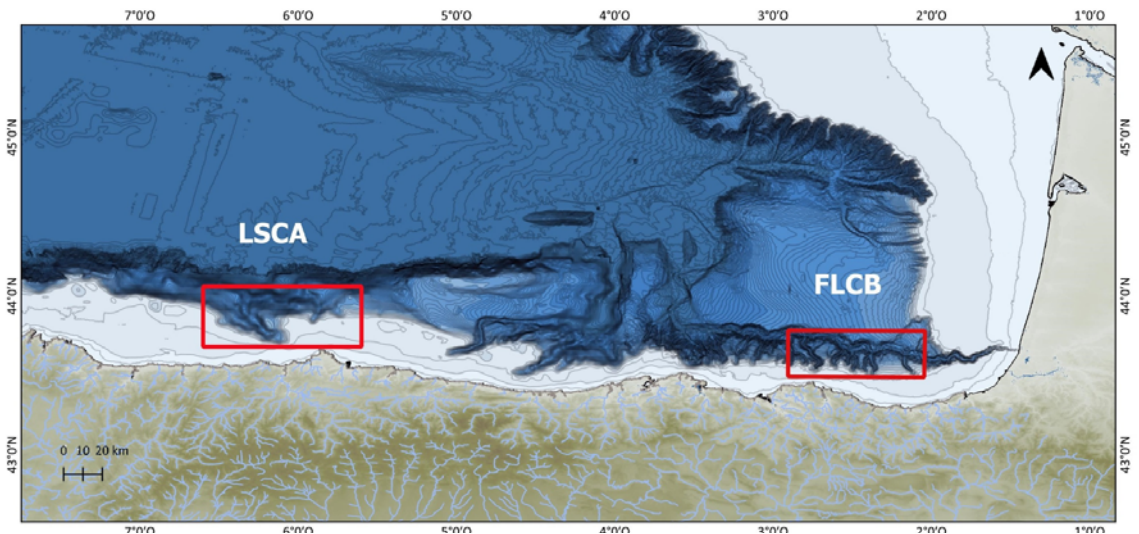


Figura 2. Mapa general de la zona de estudio. En rojo el LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés (LSCA) y el futuro LIC de Capbreton (FLCB).

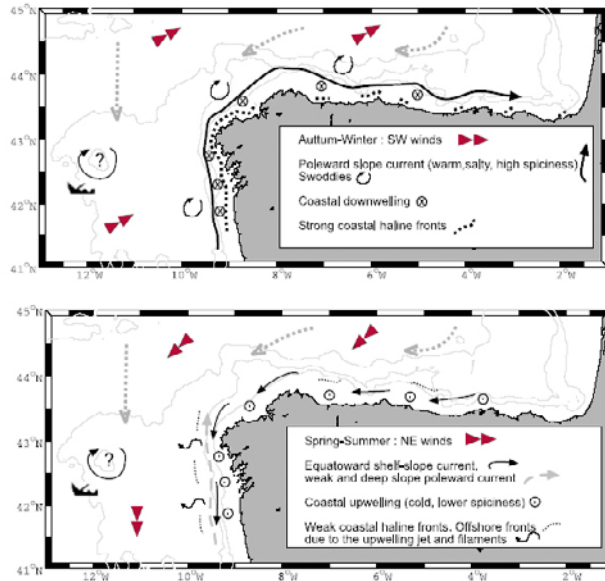
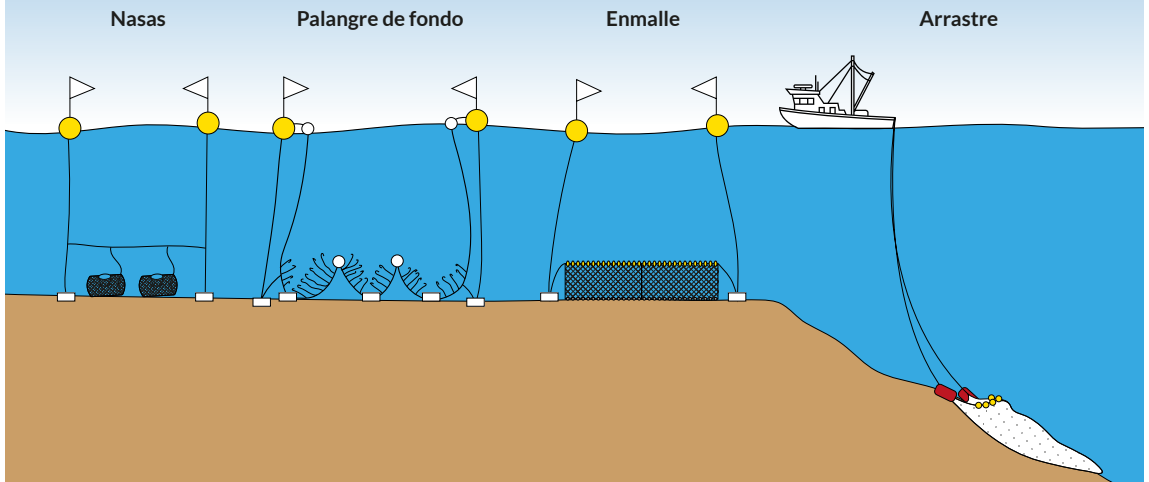


Figura 3. Patrón estacional de circulación superficial en la costa gallega y el Mar Cantábrico. Otoño-invierno (arriba) y primavera-verano (abajo). La circulación general se muestra como flechas grises discontinuas y el resto de características se encuentran en la leyenda. (Imagen extraída de Ruiz-Villarreal *et al.*, 2006).

Entendemos como pesquerías demersales aquellas que emplean aparejos de pesca que están en contacto con el fondo durante el momento de la pesca, y que por lo tanto capturan especies que al menos de forma temporal tiene relación con este. Es una zona con una actividad pesquera muy intensa, y que hasta la entrada en la UE estuvo en continuo crecimiento (Punzón *et al.*, 2020). En la zona de estudio se trabaja fundamentalmente con 4 tipos de pesca demersal (Puente, 1993; Punzón *et al.*, 2000; Castro *et al.*, 2010; Punzón *et al.*, 2010; Punzón *et al.*, 2011) (Infografía 3): La de arrastre, en la que se desarrollan dos modalidades, la pesca de arrastre con puertas y a la pareja; la de enmalle, en el que se utilizan principalmente las artes de pesca de **volanta**, **beta**, **rasco** y **trasmallo**; anzuelos, en la que podemos destacar el **pincho** y el **palangre de fondo**; y las nasas o trampas. Si hubiera que resumir en unas pocas palabras la estructura de las pesquerías que se desarrollan en el Mar Cantábrico, que se caracteriza por la existencia de dos comportamientos bien diferentes. Por un lado, el característico de las pesquerías mixtas, entre las que se incluyen las desarrolladas por los diferentes tipos de arrastre y una parte importante de las que utilizan aparejos de enmalle. Generalmente operan con el mismo aparejo a lo largo de todo el año, siendo excepcional cuando abandonan su actividad para cambiar de aparejo y/o especie objetivo. Esto último puede ocurrir con las embarcaciones que trabajan con enmalle y que pueden alternar con pesquerías pelágicas estacionales como son la de curricán para la pesca del atún blanco (*Thunnus alalunga*), o la línea de mano dirigida a la caballa (*Scomber scombrus*). Por otro las que tradicionalmente se las ha atribuido la utilización de aparejos selectivos, y que preferimos denominar como dirigidas (en la mayoría de los casos aparejos de anzuelo y trampas). Son aquellas que a lo largo del año van cambiando las especies objetivo en función de la estacionalidad de las especies, y que suelen alternar también con las dos pesquerías pelágicas indicadas anteriormente. En el presente trabajo solamente vamos a tratar las pesquerías de palangre.

Aparejos de pesca demersal



Infografía 3. Tipos de aparejos de pesca demersal.

2.3.1. LIC Sistemas de cañones submarinos de Avilés

El Sistema de cañones submarinos de Avilés se localiza en el margen continental del norte de la península ibérica, frente a la costa occidental de Asturias, concretamente entre las localidades de Luarca y Gijón. Actualmente se están finalizando los estudios sobre sus hábitats bentónicos y la diagnosis de los efectos de la pesca demersal sobre los mismos. Una caracterización ambiental, geomorfológica, ecológica y de las presiones antrópicas se pueden leer en: Sánchez *et al.* (2014); Gómez-Ballesteros, *et al.*, (2014); Punzón *et al.* (2016); Modica *et al.* (2022); Rodríguez-Basalo *et al.* (2022).

Es una zona estructuralmente muy compleja en donde la plataforma continental del mar Cantábrico se encuentra profundamente modificada por la acción de la tectónica compresiva presentando importantes elementos geomorfológicos. Entre estos destacan tres grandes cañones submarinos (Avilés, El Corbiro y La Gaviera) junto con sus cañones tributarios, una plataforma marginal (Canto Nuevo) y un alto estructural rocoso masivo (Agudo de Fuera). El complejo sistema de cañones se extiende desde la plataforma continental hasta la llanura abisal y es controlado por el régimen tectónico de la zona (Figura 4). La plataforma continental, de borde muy irregular, tiene una anchura variable entre 12 y 40 km y presenta numerosos afloramientos rocosos y escaso recubrimiento sedimentario. Los sedimentos de origen continental, procedentes de los ríos asturianos de Narcea y Nalón, son transportados por las corrientes marinas a través del sistema de cañones hasta llegar a la llanura abisal, recorriendo en ocasiones hasta más de 90 km. En el talud continental se distinguen un talud superior (entre los 200 y 2000 m de profundidad) y un talud inferior de fuerte pendiente que finaliza de forma nítida a 4700 m en la llanura abisal del Golfo de Vizcaya. El cañón de Avilés comienza a 128 m de profundidad, a tan solo 12 km de la costa, y tiene aproximadamente 75 km de longitud, con un perfil en forma de V y un fondo fundamentalmente sedimentario. En su cabecera presenta tres cambios bruscos de dirección (falla de Ventaniella) y su desembocadura a 4700 m es común para los tres cañones presentes en la zona.

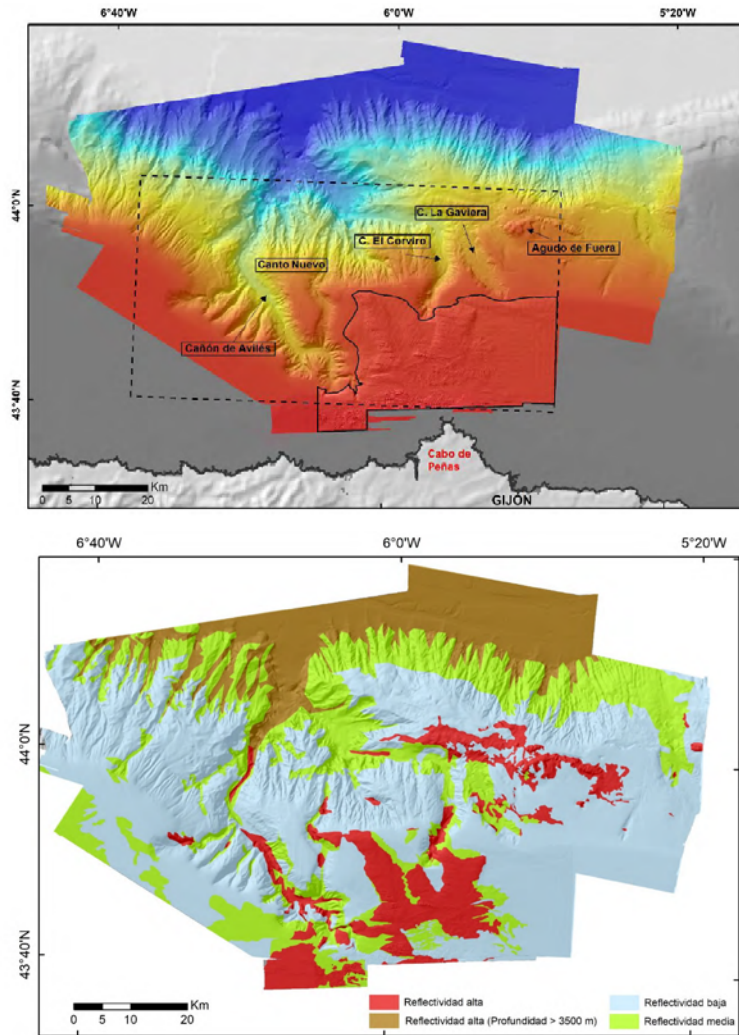


Figura 4. Modelo digital del terreno de la zona de estudio donde se muestran los límites del LIC (línea discontinua), la localización de las principales estructuras, así como la zona de plataforma, a una resolución de mayor detalle y que aparece delimitada perimetralmente (arriba) (modificado de Gómez-Ballesteros, *et al.*, 2014); y Mapa de intensidad de reflectividad que muestran los distintos tipos de fondo (abajo), pudiendo interpretar la reflectividad alta como la media como fondo mixto o sustrato rocoso recubierto por sedimento y la reflectividad baja como sustrato sedimentario (Arrese *et al.*, 2021).

Las comunidades biológicas presentes en el Sistema de cañones submarino de Avilés responden a las características de un ecosistema de aguas templadas con elevada producción biológica. Las diferentes características fisiográficas y geomorfológicas definen una gran variabilidad medioambiental capaz de dar cabida a una gran biodiversidad de especies. La alta productividad biológica asociada al sistema de cañones de Avilés es responsable de la existencia de una abundante y variada flota pesquera en la zona. Cabe destacar en el Sistema de cañones de Avilés la presencia del hábitat “1170 Arrecifes” de la Directiva Hábitats que predomina en la cabecera del cañón de Avilés y particularmente en el cañón de La Gaviera, siendo esencial para el desarrollo de las poblaciones de muchas especies, algunas de ellas de gran importancia comercial para las pesquerías de anzuelo de fondo, como veremos más adelante, como la merluza (*Merluccius merluccius*).

2.3.2. Futuro LIC Cañones submarinos de Capbreton

El sistema de cañones submarinos de Capbreton se encuentra situado en la región oriental del mar Cantábrico, en el golfo de Vizcaya, frente a las costas de País Vasco. Al igual que en el caso anterior, se están finalizando los estudios sobre los hábitats y las presiones en la zona de influencia del futuro LIC, no obstante, una caracterización detallada de su geomorfología, distribución del hábitat de *Dendrophyllia cornigera* y de presiones pesqueras pueden leerse respectivamente en: Gómez-Ballesteros *et al.* (2022); Abad-Uribarren *et al.* (2022); y Galparsoro *et al.* (2022). Al igual que ocurre en el LIC Sistema de Cañones Submarinos de Avilés, la actividad tectónica ha dado lugar a importantes elementos geomorfológicos como el cañón principal de Capbreton, el sistema de cañones tributarios de Machichaco, campos de *pockmarks* (cráteres originado por emisiones de fluidos del subsuelo marino) y un área de megadeslizamiento frente al caladeros de Eskote y Garro, situado en el sector más oriental. El cañón de Capbreton discurre paralelo a la costa en dirección este-oeste. Su cabecera muestra una estructura serpenteante de 300 km de largo alcanzando profundidades de hasta 3.800 m. La anchura del cañón oscila entre los 7 y 32 km. La ladera sur del cañón es muy extensa y se caracteriza por la presencia de decenas de cañones. A pesar de que el área de ocupación de la plataforma continental es pequeña, el fondo marino es muy heterogéneo y presenta diferentes morfologías y procesos sedimentarios; sedimento blando (827 km², 64% del total), fondo rocoso (311 km², 24%), facies mixtas de sedimentos y rocas (130 km², 10%) y talud continental superior (27 km², 2%) (Figura 5).

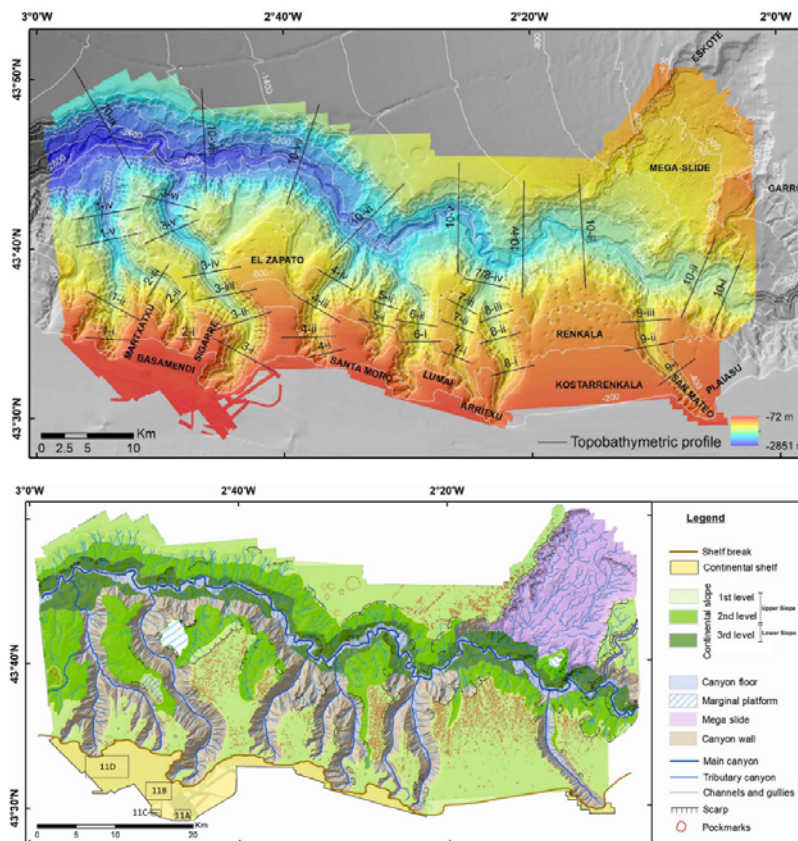


Figura 5. Modelo digital del terreno, batimetría (arriba) e interpretación geomorfológica del futuro LIC cañones submarinos de Capbreton (abajo). Figuras extraídas de Gómez-Ballesteros *et al.* (2022).

Los campos de *pockmarks* característicos de esta zona conforman el hábitat 1180: *Estructuras generadas por emisiones de gas* de la Directiva Hábitats, que puede albergar comunidades bentónicas particulares. Estos hábitats se encuentran localizados en el talud medio (entre 500 y 1000 m de profundidad aproximadamente), en zonas intercaladas entre los cañones tributarios. Ocupan una superficie aproximada de 320 km². Se ha observado una variedad de características, como la existencia de pequeños cráteres (diámetro <20 m) distribuidos al azar y otros grandes (de 200 a 600 m de diámetro) distribuidos linealmente y que se denominan trenes de *pockmarks*. Debido a la complejidad y heterogeneidad morfológica de esta zona, además del hábitat 1180, hay áreas representadas por el hábitat 1170 Arrecifes de la Directiva Hábitats, como es el hábitat de *Dendrophyllia cornígera* (Abad-Uribarren *et al.*, 2022), también presente en el LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés. La diversidad de hábitats se refleja en la riqueza biológica de la región que incluye muchas especies de interés comercial.

La información de palangreros de fondo proviene de datos VMS para buques de pesca de más de 15 m de eslora, y datos AIS B para buques de menos de 15 m de eslora (Figura 6 y Figura 7). La actividad de esta flota en 2017 fue dispersa, con un gran número de celdas que tienen actividad de pesca, pero con la mayoría de ellas acumulando un esfuerzo relativamente bajo, con valores menores a 10 horas/km². El análisis de la actividad diferenciando entre buques de pesca de más de 15 m y los de menor tamaño, muestran que los primeros operan generalmente a profundidades mayores de 200 m y alejados de la costa, mientras que los segundos operan a menor profundidad, y principalmente en la costa de Bizkaia (Figura 7).

De forma general identificamos principalmente cuatro zonas de actividad:

- La primera zona con actividad de palangreros de fondo es la costa de Bizkaia, a menos de 100 m de profundidad. Esta zona acumula gran número de celdas pero con baja actividad (<10 horas/km²). Se trata de una zona donde faenan principalmente buques de menos de 15 m de eslora.
- La segunda zona con actividad de palangreros de fondo se encuentra paralela a la costa, entre las isóbatas de 200 y 500 m, y se extiende a lo largo de toda la zona. Aunque la mayoría de las celdas acumulan un esfuerzo relativamente bajo (< 10 horas/km²), existen varios puntos de interés, con esfuerzos superiores. Empezando por el oeste, el primer punto se corresponde con los caladeros Martxatxu, Errekaru y Urkuluek. El esfuerzo aquí es principalmente de los buques de eslora inferior a 15 m. Otra zona que concentra actividad pesquera está situada en los caladeros de Burgos, Pisón y Ondarroko kala. En esta zona operan principalmente buques de pesca de más de 15 m de eslora. La zona que concentra un mayor esfuerzo se sitúa frente al caladero Burgos, entre las isóbatas de 200 y 500 m.
- El tercer punto de mayor concentración de actividad pesquera se localiza en una franja paralela a la isóbata de 500 m, y está situado en el límite norte de la zona conocida como Rekala. Al igual que en el punto anterior, aquí operan los buques de pesca de más de 15 m de eslora.

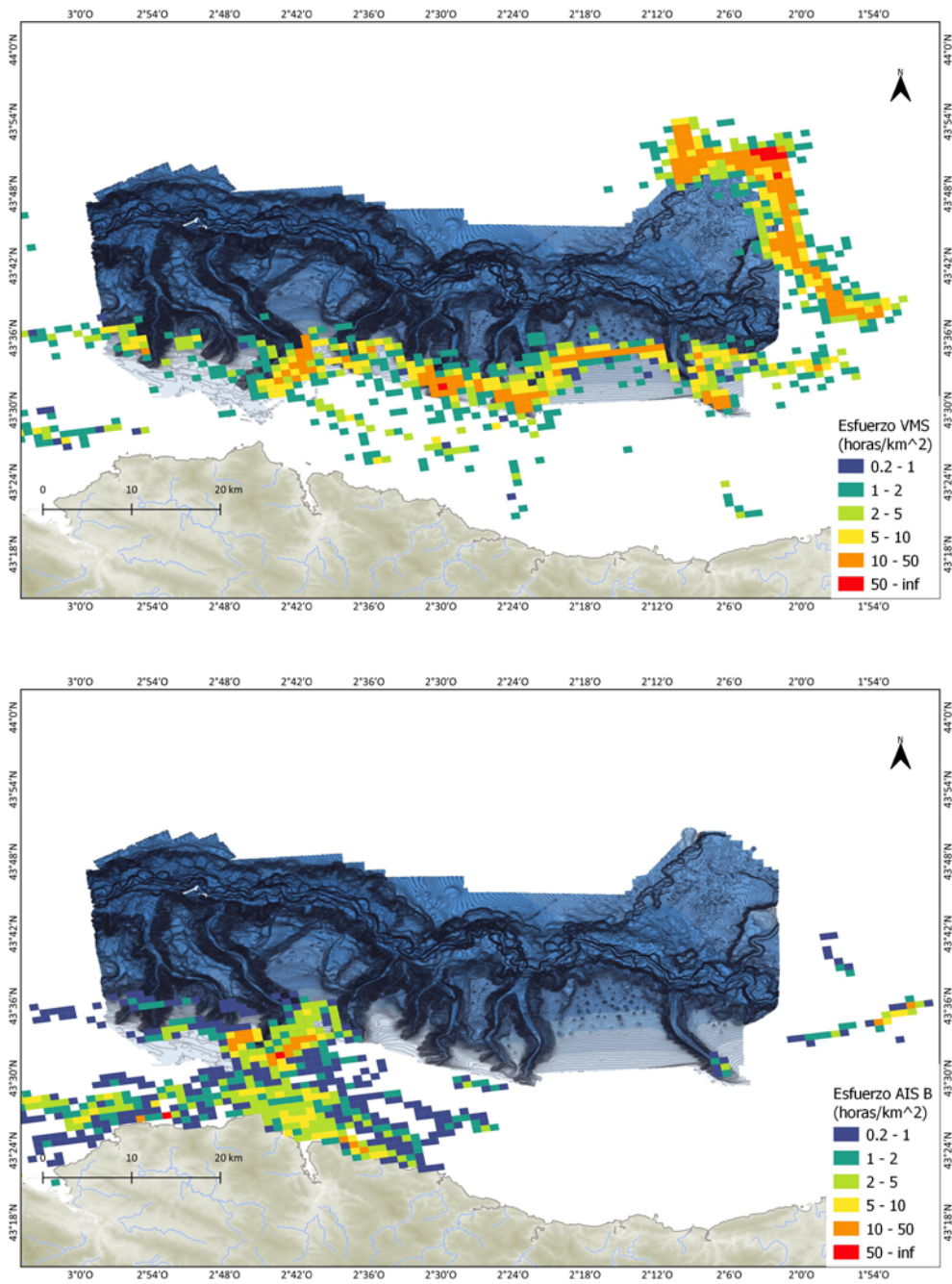


Figura 7. Distribución espacial de las pesquerías de palangre de fondo en el futuro LIC cañones submarinos de Capbreton de la flota de más de 15 m (arriba) y de menos de 15 m (abajo). Modificado de Galparsoro *et al.* (2022).

3. Caracterización de las pesquerías localizadas en el LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés

3.1. ¿Qué es una pesquería?

La primera pregunta que nos aborda es ¿Qué se entiende por pesquería? Las definiciones que se usan son diversas y generalmente están adaptadas al estudio que se esté haciendo en ese momento. En este caso, y generalmente en ciencia pesquera, se entiende por pesquería, aquella actividad que desarrollan un grupo de barcos similares (flota), que usan un arte de pesca y aparejo de pesca similar, trabajan dentro de una misma área en el mismo periodo del año y con la misma especie o grupo de especies objetivo. Es frecuente verlo también escrito como *métier*, que viene del francés y significa “oficio”. En la Decisión de la Comisión de 6 de noviembre de 2008, por la que se adopta un programa comunitario plurianual en virtud del Reglamento (CE) n° 199/2008 del Consejo, relativo al establecimiento de un marco comunitario para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico en relación con la política pesquera común (2008/949/CE), se definen los *métiers* en función de diferentes niveles; actividad, categoría de artes, grupo de artes, conjunto de especies objetivo, tamaño de malla y otros dispositivos.

3.2. Fuentes de información (datos de origen) y procesado para su caracterización

3.2.1. Datos de origen

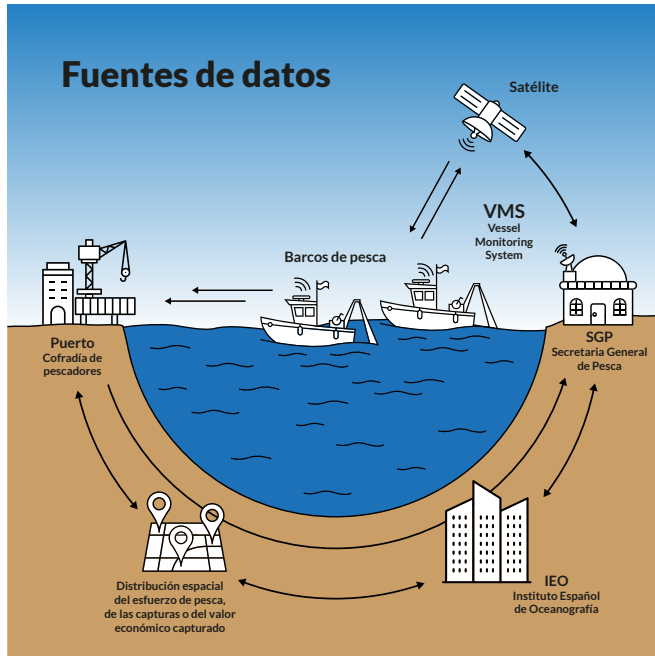
Para poder realizar una buena gestión de las zonas de pesca y un uso sostenible de los recursos, es fundamental disponer de una buena caracterización de las pesquerías que faenan en el área para conocer y controlar qué actividades se llevan a cabo. Cabe esperar que cuanto más calidad tenga la información disponible, mejor y más precisa será la caracterización de una pesquería. En el caso del estudio de impacto de la pesca en los hábitats bentónicos, va a haber una serie de datos fundamentales a la hora de hacer un buen análisis de la actividad (Infografía 4). Estos incluyen; características de los artes, especies capturadas, tallas y pesos, entre otros, que complementarán los datos náuticos y meteorológicos y las características de la flota pesquera. Así, los datos necesarios para poder hacer un análisis completo proceden de distintas fuentes. Por un lado, los propios profesionales encargados de la actividad pesquera están obligados a proporcionar una serie de datos bien sea de forma directa (diario de pesca, hojas de venta) o automática mediante dispositivos que están obligados a llevar al menos parte de las embarcaciones (datos VMS, Sistema AIS). Estos datos son fundamentalmente de uso para la gestión, el control y uso científico, siendo (a excepción del AIS) depositario de ellos el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, o en su defecto la Secretaría General de Pesca.

Lo más característico de este tipo de información, ya que está sujeto a control, es que suelen ser censos, es decir se dispone de la información de toda la flota o al menos de todos los elementos de un segmento de la misma. Otra característica importante de esta fuente es que está estandarizada, es decir disponemos para cada evento del mismo tipo de información. El disponer de datos VMS (también conocidos como Cajas Azules) ha supuesto un cambio radical en la forma de analizar la actividad y su interacción con el ecosistema, ya que por primera vez dispones de una información que nos permite analizar espacialmente el esfuerzo pesquero. Recientemente, además se está implantando el uso de otros Sistemas de Seguimiento de Buques (SSB), como son los seguimientos por sistemas GPRS de las CCAA y los Sistemas Automáticos de Identificación (en su versión inglesa *Automatic Identification System*, AIS). La implantación de los primeros es muy irregular y su información será esencial para analizar las flotas menores de 15 m en el caso del AIS, este sistema tiene como finalidad informar de la posición, rumbo, velocidad y otras variables de interés a otros buques y estaciones terrestres, bajo la responsabilidad de la ITU (*International Telecommunications Union*). Está enfocado hacia la seguridad de la navegación y sus transmisiones se realizan en intervalos variables dependiendo del tipo de buque siendo lo más habitual cada 3-5.

Aunque la información de cada fuente por separado es tremendamente valiosa y tiene numerosas aplicaciones, su verdadero valor reside en combinarlas. La combinación de diarios de pesca, hojas de venta y los diferentes tipos de SSB nos proporciona la distribución espacial de diferentes tipos de variables o datos, como puede ser el esfuerzo, las capturas, capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) o los rendimientos económicos.

Por otro lado, también se puede obtener información muy valiosa mediante muestreos científicos. En este caso, la información puede estar limitada por varios motivos. Así, al tratarse de un muestreo solamente se recogen datos de una parte representativa de la “población”, y el tipo de datos recogidos no estará estandarizado, ya que dependerá de los objetivos y el tipo de muestreo necesario para cada proyecto científico. Del mismo modo, a no ser que se trate de un estudio de seguimiento a largo plazo, las series de datos no van a coincidir entre proyectos y puede que sea difícil completar series largas de información. Podemos distinguir tres tipos de muestreos científicos: muestreo en lonjas de las capturas (distribución de tallas por especie); y encuestas en puerto (análisis del comportamiento y usos de la flota); y observaciones a bordo (embarques), que además de combinar las otras dos informaciones permite obtener información de especies de *by-catch* (pesca accidental o especies accesorias), características de las operaciones de pesca, y de observaciones en directo de eventos asociados a la pesca (por ejemplo avistamiento de mamíferos o aves).

Dentro del proyecto **IMPALHA**, además de analizar la información oficial de los diarios de pesca y datos VMS, también se han analizado encuestas realizadas en puerto dentro del Proyecto **EsMarEs**. Estos análisis nos han ayudado a realizar una aproximación de la caracterización de las pesquerías que trabajan dentro del LIC Sistemas de cañones submarinos de Avilés. Esta información se ha completado con la realización de observaciones a bordo dentro del proyecto **IMPALHA**.



Infografía 4. Principales fuentes de información de la actividad pesquera.

3.2.2. Procesado de datos

La identificación de las pesquerías se realiza a partir de la información de los diarios de pesca, de donde se pueden identificar las flotas que trabajan en la misma área y utilizando el mismo arte. Posteriormente se calcula el porcentaje de capturas por marea de las principales especies, esto es lo que se denomina matriz estandarizada de capturas. A partir de ese momento se procede a la identificación semiautomática de las pesquerías (Figura 8) (Castro *et al*, 2010; Punzón *et al.*, 2010).

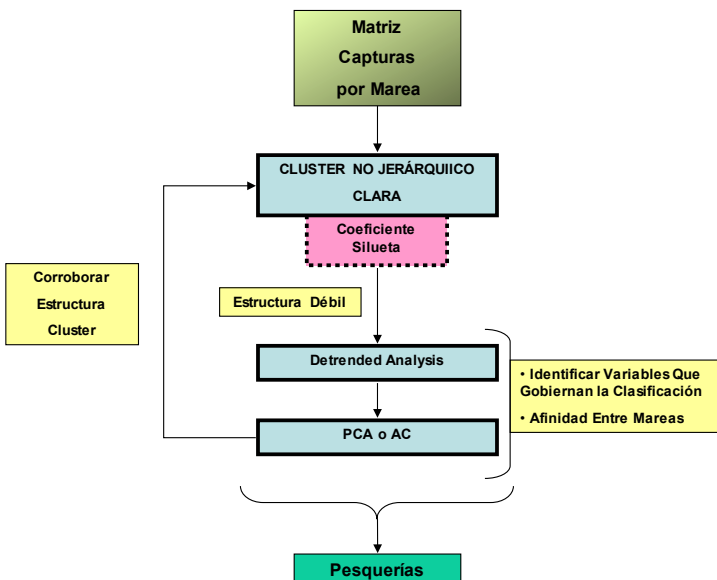


Figura 8. Proceso para la identificación de las pesquerías.

Para asignar a cada marea la pesquería a la que pertenece, se sigue una técnica de clasificación no jerárquica (no produce los clásicos resultados en forma de árbol) denominada CLARA. Fundamentalmente consiste en una selección al azar de mareas, clasificarlas con una técnica denominada Participación de Medioides (PAM) usando un indicador denominado Coeficiente de Silueta, que le asigna un pedigrí a la clasificación. Este proceso se repite (automático) 1000 veces, y se selecciona la clasificación con la que se haya obtenido el mayor pedigrí. A partir de esa clasificación (realizada sólo con parte de los datos), se asigna cada marea a uno de los grupos. El número de grupos (pesquerías o *métiers*) se decide previamente, bien porque ya se conoce cuántas pesquerías hay en la zona o bien usando igualmente el Coeficiente de Silueta, se va probando desde 2 pesquerías hasta 10 por ejemplo, y con el número de pesquerías que se obtenga un mejor resultado, ese es el número de pesquerías en la zona. Esta decisión se sustenta con posterioridad con otras herramientas estadísticas (Análisis de Componentes Principales, PCA, o Análisis de Correspondencias, AC) y al final cada marea queda asignada a un grupo, pesquería o *métier*. Para saber de qué pesquería se trata simplemente hay que calcular la composición específica (en porcentaje) de todas las mareas que pertenecen al grupo y con el conocimiento previo que se tiene de las mismas, se asigna a cada grupo una pesquería. Así, por ejemplo, dentro del proyecto **IMPALHA** podemos diferenciar en la zona de estudio las pesquerías de palangre de fondo dirigidas a merluza (*Merluccius merluccius*), congrio (*Conger conger*), locha (*Phycis blennoides*) y abadejo (*Pollachius pollachius*), y la de pincho dirigida a merluza (Foto 4).



Foto 4. Especies objetivo de los artes de anzuelo de fondo
(de arriba abajo y de izquierda a derecha): merluza, congrio, locha y abadejo.

3.2.3. Obtención de la distribución espacial de las pesquerías con datos VMS

Los datos VMS o Cajas Azules son muy parecidos a los que se obtienen por GPRS o a partir de los Sistemas AIS. Cada señal emitida contiene el código del barco, la fecha, la hora, la posición y la velocidad, y rumbo instantáneo de la embarcación. A esta información es necesario aplicarle determinados filtros que permitan identificar qué señales corresponden a pesca y cuáles no, lo que permite identificar claramente las zonas de pesca y el tiempo aproximado que la flota pasa en cada una de ellas. La identificación de si está o no pescando en un momento determinado se hace en base al arte de pesca que está utilizando y la velocidad media, la cual es particular de cada pesquería. Una vez que esta información se ha procesado, se puede combinar con cualquier información contenida o derivada de los diarios de pesca. Así, se puede obtener la distribución espacial de las capturas por especie, o, al cruzar la información de los diarios de pesca con la de las hojas de venta diarias, la distribución espacial del valor económico obtenido (ganancia) por una pesquería de la venta de las descargas.

Para obtener una estimación de la distribución espacial del esfuerzo por arte de pesca y/o pesquería hay que seguir una serie de pasos (Punzón *et al*, 2016):

1. Se eliminan todas las señales que estuvieran a menos de 3 millas de un puerto pesquero.
2. Se calcula el tiempo transcurrido entre señales sucesivas.
3. Se calcula la velocidad media del barco (en nudos) entre señales sucesivas.
4. Se identifica el inicio y final de cada marea.
5. Se asigna el valor cero a todos los tiempos transcurridos que queden identificados como “final de actividad”.
6. Con la información de día y barco contenida en los diarios de pesca y cajas azules, se asigna un arte de pesca a cada barco y día.
7. Se obtiene una distribución de frecuencias de velocidades medias por arte de pesca.
8. Se identifican las velocidades de trabajo por arte o pesquería mediante métodos estadísticos *ad hoc*, métodos de regresión, análisis de tendencias, etc. Además, se puede usar la información recogida por observadores a bordo para validar las velocidades de trabajo por arte obtenidas por métodos estadísticos.
9. Se añade el tiempo transcurrido entre dos señales sucesivas (será el valor usado para cuantificar el esfuerzo en tiempo), bien a la señal anterior o posterior (no es relevante).
10. Se eliminan todas las señales cuya velocidad media quede fuera del rango de velocidad media de trabajo.
11. Se hace un *grid* (malla) de las dimensiones deseadas, y se aplica el algoritmo deseado para obtener un valor de esfuerzo por cuadrícula. Es decir, se suman todos los tiempos de las señales que caen dentro de una de las celdas del *grid*.

Respecto a los *grid* y sus tamaños, se ha establecido como estándar para el análisis, visualización y almacenamiento de la información el formato c-square (<http://csquares.sourceforge.net/>). Esta decisión se ha fundamentado principalmente en que: ha sido seleccionado como estándar por diversos organismos internacionales (por ejemplo, el ICES para el envío de datos de pesca); es escalable (permite aumentar o reducir el tamaño de las celdas, garantizando que los *grids* con celdas de menor tamaño estén contenidos en los de celdas de mayor tamaño); cada celda tiene un código único, que se va haciendo más grande según se gana en resolución; y es válido para cualquier parte del planeta. Los dos tamaños de *grid* que usamos normalmente son los de 0.1° (aproximadamente 10 km de lado para nuestra latitud), 0.05° (aproximadamente 5 km de lado) y 0.01 (aproximadamente 1 km de lado).

3.2.4. Obtención de la distribución espacial de la actividad pesquera mediante Inteligencia Artificial

Los sistemas AIS se pueden procesar de forma muy similar a los datos VMS. Sin embargo, en el proyecto **IMPALHA** se han explorado otras formas de procesar este tipo de información para intentar mejorar la estima del esfuerzo pesquero y su intensidad respecto a los impactos sobre los hábitats bentónicos.

Para el procesado de datos con cualquier modelo de inteligencia artificial (IA) es muy importante que una vez recogidos sean procesados y limpiados, ya que los huecos en los datos pueden provocar que el modelo no converja y por lo tanto no sea capaz de proporcionar resultados. Además, aunque no imprescindible, sí es muy recomendable homogeneizar y normalizar los datos para que las diferencias de escalas no afecten al modelo. En la Figura 9 se muestra un esquema básico del proceso de aprendizaje de una IA desde la recolección de datos hasta el modelo final.



Figura 9. Esquema del proceso de aprendizaje de una IA.

Tras la recolección y procesado de los datos se realiza la creación del modelo y su entrenamiento propiamente dicho. Para este entrenamiento se crean variables derivadas de los datos originales. Estas variables añaden predictores al modelo, lo que previsiblemente mejora su precisión. Con los datos originales limpios y las nuevas variables establecidas se crea un nuevo conjunto de datos que a su vez, se divide en otros dos sets, uno para el entrenamiento propiamente dicho y otro para realizar tests sobre el modelo entrenado que no hayan sido vistos previamente. Una vez entrenada la IA, se calculan métricas sobre el conjunto de datos de test y se calcula el error, sensibilidad, especificidad, etc. de sus predicciones. La Figura 10 muestra un esquema de las entradas y salidas de una IA.

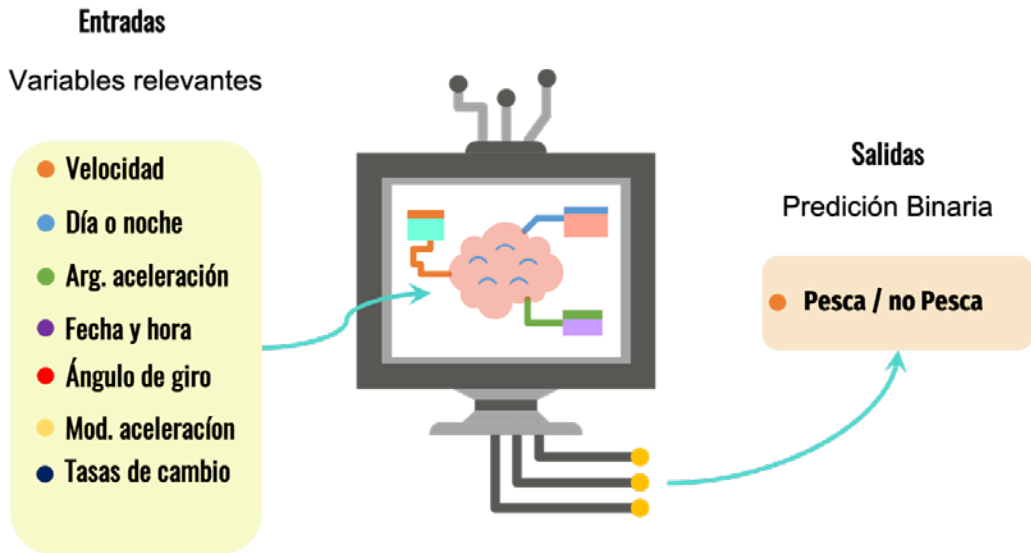


Figura 10. Esquema de las entradas y salida de un modelo de predicción binario.

Si las métricas asociadas son satisfactorias, el modelo puede pasar a producción, si no es así habrá que optimizar el modelo hasta obtener unas métricas aceptables o cambiar de modelo.

Además, para disponer de más variables que puedan ayudar a la identificación de la actividad que estaba realizando el barco, se crea, a partir de los datos de AIS, información nueva como por ejemplo si es de día o de noche (con la información de la hora y el día). En la Figura 11 se muestran caladeros de palangre identificados en la zona LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés utilizando datos provenientes de AIS con IA mediante un modelo *Random Forest*.

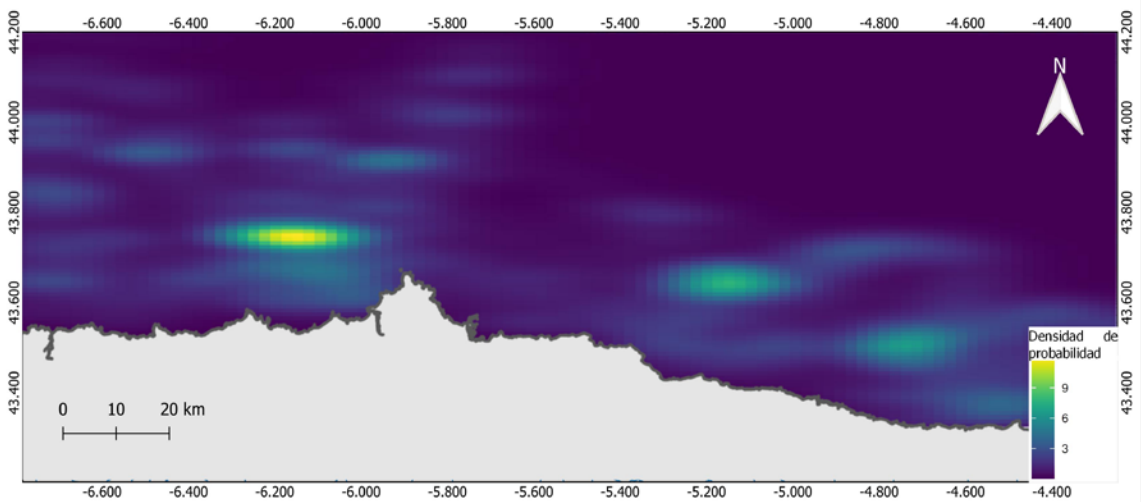


Figura 11. Caladeros de palangre identificados en la zona del LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés utilizando un modelo *Random Forest*.

3.3. Caracterización de la pesca de fondo con anzuelos

En el Cantábrico-Noroeste la flota está censada en seis modalidades de pesca: arrastre, artes menores, cerco, palangre de fondo, rasco y volanta.

El proyecto **IMPALHA** se ha centrado principalmente en los diferentes artes o aparejos de pesca de anzuelo de fondo que tradicionalmente se emplean en el LIC Sistema de Cañones Submarinos de Avilés para capturar especies demersales, como son el palangre de fondo y el pincho (Tabla 1). En el caso del palangre de fondo existen dos variantes en función de la especie objetivo el **palangre piedra-bola**, dirigido a merluza y abadejo, y el **palangrón** que va dirigido principalmente a congrio y locha. Esta última variante antiguamente también se dirigía a la pesca de los tiburones de profundidad, más conocidos localmente como lijas.

Tabla 1. Definición de los *métier* localizados en el LIC Sistema de Cañones Submarinos de Avilés, en función de 5 niveles.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Actividad	Categoría de arte de pesca	Grupo de arte de pesca	Tipo de arte de pesca	Conjunto de especies objetivo
Actividad pesquera	Anzuelos y palangres	cañas	Líneas de mano y de caña (LHM)	Peces demersales
		Palangres	Palangres de fondo (LLS)	Peces demersales

Como se ve en la Tabla 1, y según los niveles establecidos para determinar un *métier* en la Decisión de la Comisión de 6 de noviembre de 2008, básicamente se diferencian dos *métiers* de aparejos de anzuelo y palangre de fondo; líneas de mano y caña (LHM) y palangre de fondo (LLS). La línea de caña consiste en una línea vertical con anzuelos unida al barco mediante una caña, tradicionalmente se llama pincho (Infografía 3). Está dirigida fundamentalmente a la pesca de la merluza, aunque en el pasado, principalmente en la zona este del Mar Cantábrico, también se usaba para pescar besugo (*Pagellus bogaraveo*). Por otro lado, el palangre de fondo consiste en una línea madre unida a dos pesos en sus extremos, del que salen sedales (brazoladas) con anzuelos cebados, los extremos están señalizados con banderas en superficie, y permanece independiente del barco. Cuando va dirigido a merluza o abadejo, la línea madre tiene boyas y pesos, haciendo zigzag y tradicionalmente se denomina **piedra-bola**. Sin embargo, cuando va dirigido a congrio o locha (palangrón) no llevan estas boyas y la línea madre es más gruesa.

Para caracterizar las pesquerías que se desarrollan en el área establecida como LIC Sistemas de cañones submarinos de Avilés, se han utilizado los datos de los diarios de pesca del período 2009-2021, seleccionando solo las mareas que se han realizado en la zona de influencia del LIC Sistema de cañones de Avilés y los artes o aparejos de pesca de anzuelo para capturar especies demersales; palangre de fondo (LLS) y líneas de mano y caña (LHM). Al analizar la serie de datos se observa que, el número de embarcaciones dirigidas a la pesca con palangre de fondo es muy superior (170 embarcaciones) que el de línea de mano y de caña (61 embarcaciones) para todos los años (Figura 12), siendo la tendencia

para cada arte muy similar a lo largo de la serie. Así, para palangre de fondo (LLS) el año que menos flota hubo ha sido el año 2018 con 56 embarcaciones censadas mientras que en 2013 llegaron a censarse 79 embarcaciones, alcanzando un máximo en la serie analizada. Por otra parte, para línea de mano y de caña (LHM), el mínimo ha sido solo 8 embarcaciones en 2018 y el máximo 20, justo un año después en 2019 (Figura 12).

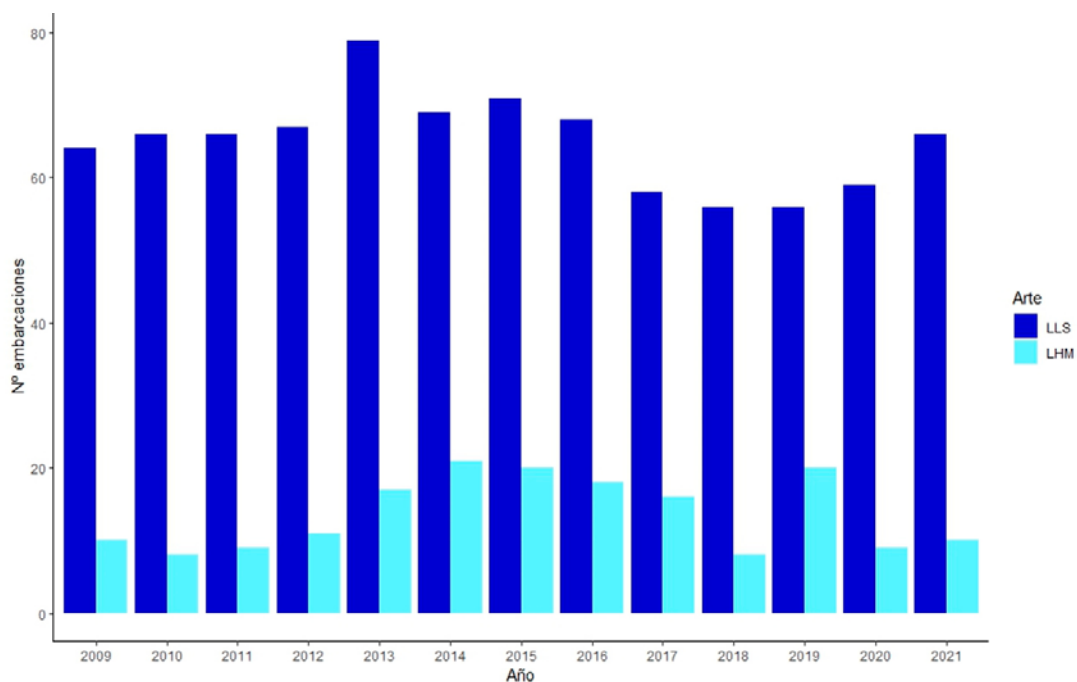


Figura 12. Número de embarcaciones censadas por arte de pesca (LLS: Palangre de fondo y LHM: línea de mano y de caña) y año (período 2009-2021).

En cuanto al tamaño de estas embarcaciones, se ha observado que de las embarcaciones que pescan con palangre de fondo (LLS), 123 (73%) tienen eslora menor de 15 m (entre 9 y 14,6 m), manga entre 3,8 y 12,2 m y una potencia media de 8,8 GT. Las otras 46 (27%) son embarcaciones con eslora entre 15 y 33,5 m, manga entre 11 y 27,5 m y potencia media de 17,9 GT. En el caso de las embarcaciones que pescan con líneas de mano y de caña (LHM), 41 de ellas (67%) tienen eslora menor de 15 m (entre 5 y 15 m), manga entre 4,9 y 12,2 m y potencia media de 10 GT. Las otras 20 embarcaciones (33%) tienen esloras entre 15 y 26 m, mangas entre 11 y 20,5 m y potencia media de 43,7 GT (Tabla 2). Observamos que en el LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés predominan las embarcaciones pequeñas (71% del total) por lo que la mayoría de ellas realizan mareas diarias y sus principales puertos son Avilés y Cudillero.

Tabla 2. Número de embarcaciones por arte de pesca y eslora mayor o menor de 15 m. Y característica: máximo media y mínima eslora y manga y potencia media (GT).

	Número	eslora			manga			potencia (GT)		
		Min	media	max	min	media	max	min	media	max
LLS<15 m	124	9	11,6	14,6	3,8	9,4	12,2	3,5	8,8	21,8
LLS>15 m	46	15	18	33,5	11	14,8	27,5	49,5	17,9	243
LHM<15 m	41	5	12	15	4,9	10	12,2	1,3	10	18,9
LHM>15 m	20	15	17	26	11	13,6	20,5	17,9	43,7	140,2

Como es de esperar, en cuanto a la actividad pesquera medida en esfuerzo (días de pesca), capturas totales por año (kg) y CPUE por arte de pesca y año también se observan valores mayores para palangre de fondo (LLS) comparado con las líneas de mano y de caña (LHM) (Figura 13). Sin embargo, es interesante destacar que aunque para las líneas de mano y de caña (LHM) la tendencia es similar para los tres indicadores a lo largo de la serie de datos, en el caso del palangre de fondo (LLS) no ocurre lo mismo. Así, se observa una fuerte disminución en cuanto a captura total y diaria (CPUE) en el año 2016, manteniéndose más o menos estable hasta el final de la serie, y en esfuerzo un año después.

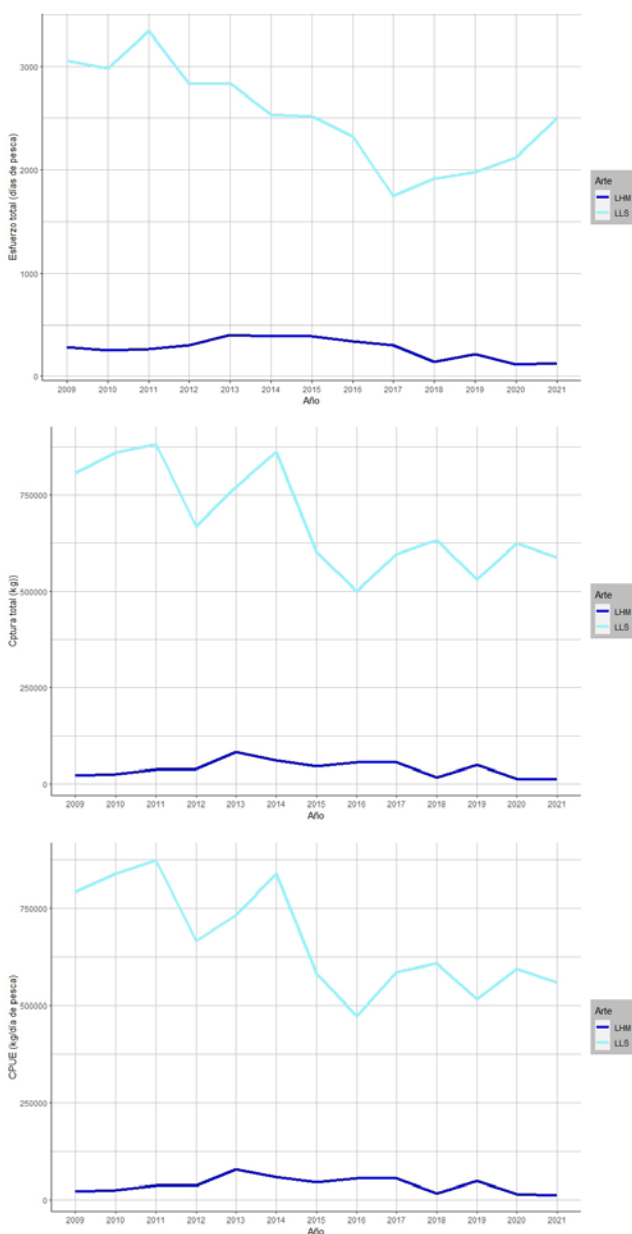


Figura 13. Esfuerzo, Captura y CPUE por año y arte de pesca de anzuelo en el área de influencia del LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés.

En cuanto a la captura de palangre de fondo por especie objetivo y año (Figura 14), se observa que la especie más capturada es la merluza (*M. merluccius*) con una media de 290 toneladas por año, seguida del congrio (*C. conger*) 154 toneladas por año de media. Las otras especies, locha (*P. blennoides*) y abadejo (*P. pollachius*) se capturan en mucha menor cantidad. La primera presenta una media de 43 toneladas por año mientras que el abadejo que se empieza a pescar en 2013 solo se captura una media de 21 toneladas por año. La importancia relativa del congrio y de la locha o barbada disminuye con el tiempo. Esto fue confirmado por el sector en el taller, y decían que era debido a una falta de interés por un valor bajo en las capturas. Hay que destacar unas capturas anómalas de especies del género *Pagellus* en los años 2011 y 2012, probablemente de *P. acarne* (aligote), que es necesario verificar.

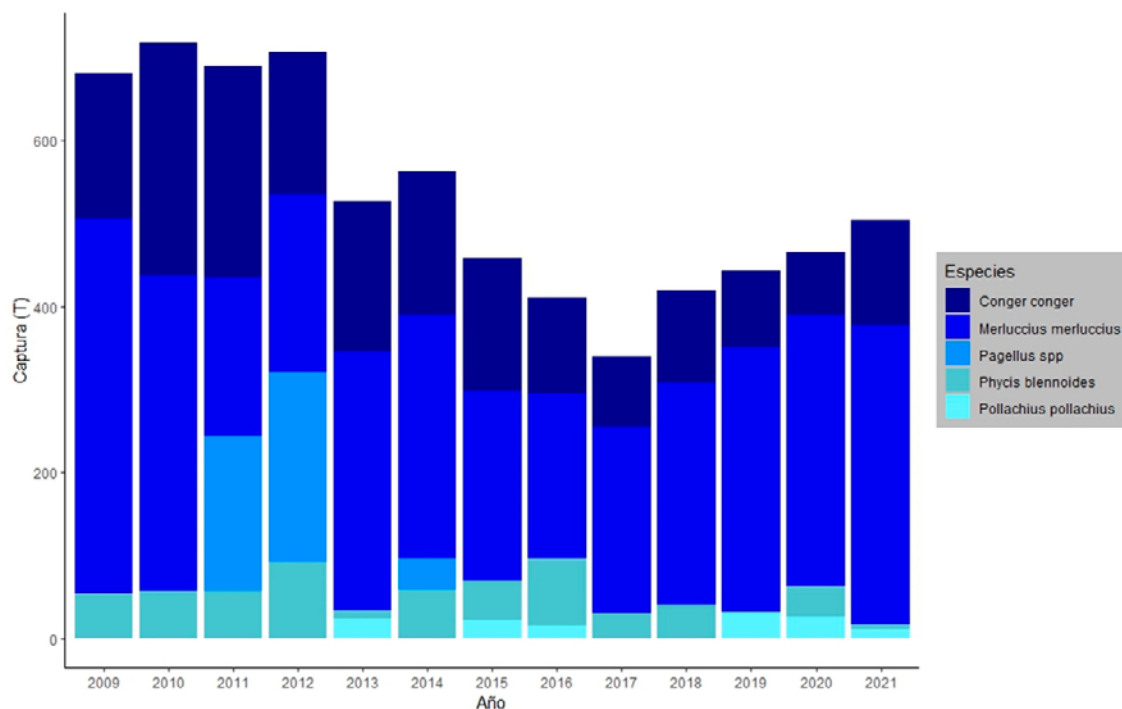


Figura 14. Captura (en toneladas) por especie objetivo y año.

Al analizar la captura por mes y por unidad de esfuerzo por mes para identificar si hay temporalidad en esta actividad pesquera, se observa un máximo en primavera (con una captura media de 637,8 kilos por marea en marzo y CPUE de 623 kg/día de pesca) (Figura 15). Como se ve, en los meses sucesivos disminuye progresivamente hasta alcanzar el mínimo en septiembre (193 kg por marea y 182,7 kg/día de pesca) y vuelve a aumentar en los meses de otoño e invierno.

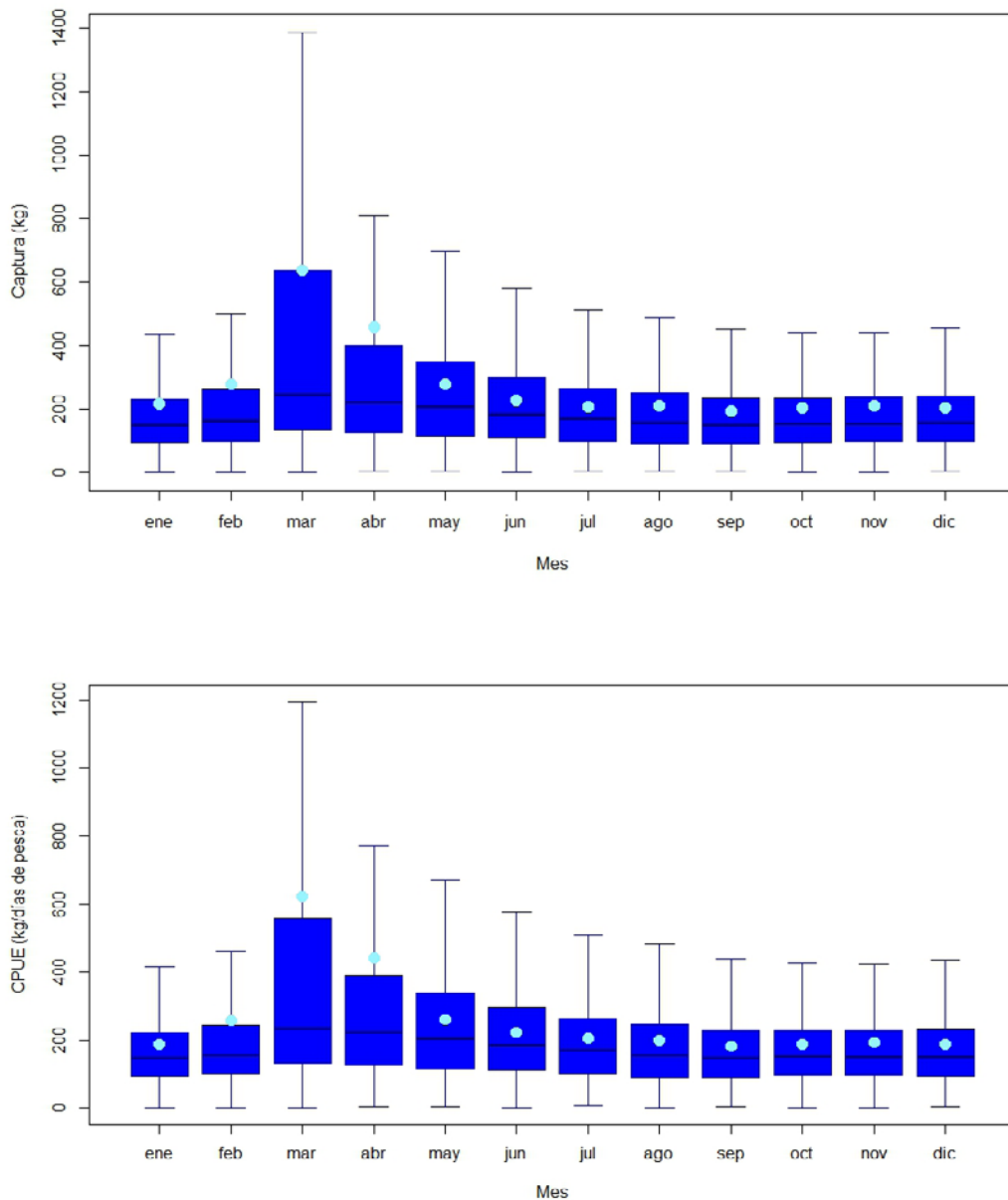


Figura 15. Estacionalidad de las capturas y de las CPUEs Totales. Gráfico de cajas de capturas por marea y mes, y captura por unidad de esfuerzo (kg/día de pesca) y mes. La media se muestra con un punto azul claro.

3.4. Actividad y comportamiento de las pesquerías

Como se ha indicado, además de analizar los datos de los diarios de pesca, parte de los datos utilizados provienen del proyecto **EsMarEs**. En el marco de este proyecto, se realizaron una serie de encuestas al sector pesquero que opera en el Cantábrico-Noroeste, con el fin de mejorar la caracterización de la flota y estimar el impacto ambiental, económico y social que la implantación de las AMPs produce en este sector pesquero. Con la información disponible de la flota censada en el Cantábrico-Noroeste, se categorizó cada embarcación en dos grupos en función de si trabajaban o no en la zona de influencia de una AMPs. Además, se recopiló información detallada de la actividad pesquera, es decir, arte de pesca utilizado, principales especies objetivo por arte, puerto base de cada embarcación, puertos de descarga y venta de las capturas, etc. En el caso de las embarcaciones de la modalidad de artes menores, debido a que agrupan diversos artes de enmalle (miños, trasmallos, betas, etc.), de anzuelo (palangrón, pincho, palangre de fondo, piedra-bola, etc.), trampas (nasas de camarón, nasas de pulpo, etc.) e incluso de recolección manual (percebe, ocle), también se recogieron datos sobre el arte predominante en la actividad pesquera anual y la alternancia de artes a lo largo del año.

Se realizaron un total de 128 encuestas en 23 puertos pesqueros de Asturias y Cantabria, seleccionados teniendo en cuenta el conocimiento previo sobre el tipo de flota, la zona donde desarrollan su actividad y su posible influencia en AMPs del Cantábrico-Noroeste. De estas encuestas se seleccionaron las 16 realizadas a patrones de embarcaciones que utilizan artes de anzuelo de fondo y que desarrollan su actividad en el LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés o en su área de influencia para ser analizadas dentro del proyecto **IMPALHA**. Según los resultados de estas encuestas, de las 16 embarcaciones (con puertos base en Avilés, Cudillero, Lastres y Luarca), 11 están censadas en la **modalidad de pesca** denominada Artes Menores (AF) y utilizan pincho, palangrón, palangre de piedra-bola como tipo de aparejo de anzuelo de fondo. Las otras 5 están censadas como palangre de fondo (LLS). La especie capturada más importante, especie objetivo, es la merluza, pero también capturan congrio (*Conger conger*), locha (*Phycis blennoides*) y abadejo (*Pollachius pollachius*). Los puertos de descargan de las capturas son Avilés, Cudillero, Lastres y Luarca y los puertos de venta Avilés, Lastres, Luarca y Vigo. En el marco del proyecto **IMPALHA** toda esta información se ha utilizado para mejorar el conocimiento que se tenía de la flota de anzuelo de fondo que desarrolla su actividad en el LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés o en su área de influencia y para seleccionar las embarcaciones en las que se han realizado las observaciones a bordo (embarques).

Los embarques son una fuente especialmente útil para conocer la actividad y el comportamiento pesquera, ya que se observa de primera mano el patrón de explotación de las pesquerías colaborando directamente con el sector pesquero. Sin la colaboración del sector pesquero sería imposible realizar este tipo de investigaciones. Por ello, en el proyecto **IMPALHA** se ha contado con la colaboración de la Federación de Cofradías de Pescadores del Principado de Asturias que nos puso en contacto con la flota asturiana y se han realizado 8 embarques. Durante estos muestreos, se han recogido datos de los distintos tipos de pesquerías de artes de anzuelos de fondo existentes en el LIC Sistemas de cañones submarinos de Avilés (piedra-bola y pincho) (Tabla 3). La flota con la que se ha colaborado pertenece a los puertos de Cudillero y de Avilés. El primero se caracteriza por la pesca de merluza de pincho (Foto 5), exclusiva de este puerto. Mientras que en el puerto de Avilés encontramos el mayor número de embarcaciones de palangre de fondo (LLS), principalmente de piedra-bola (Foto 6), aunque en el puerto de Cudillero también encontramos buques que practican este arte. Esto se debe a la propia evolución que ha sufrido el puerto de Cudillero con el paso del tiempo, ya que llegó a ser el puerto más importante de Asturias y actualmente no posee **lonja** (la venta de pescado debe realizarse en

Avilés), por lo que la mayoría de pescadores prefieren salir directamente del puerto de Avilés. Además, es importante indicar que en todos los embarques realizados la especie objetivo ha sido la merluza y se tomaron datos tanto de tallas como de pesos. Al tratarse de una pesca tan selectiva apenas se observaron especies acompañantes (*by-catch*).

Tabla 3. Embarques realizados durante la primera fase del proyecto IMPALHA.

Marea	Buque	Puerto	Arte de pesca	Caladeros
1	Mar de Pedro	Avilés	Piedra-bola	La Piedra
2	Mar de Pedro	Avilés	Piedra-bola	La Piedra
3	Nueva Ermita	Cudillero	Pincho	El Calafrió
4	Mar de Pedro	Avilés	Piedra-bola	La Piedra
5	Carmin	Lastres	Piedra-bola	El Cantu de Lastres
6	Felisina Uno	Cudillero	Pincho	El Calafrió
7	Felisina Uno	Cudillero	Pincho	El Calafrió
8	Nuevo Hermanos Suarez	Avilés	Piedra-bola	Mar de Peñas



Foto 5. Barcos de Cudillero de pincho (arriba) y poniendo cebo en los anzuelos (abajo). Foto: M. Huerta.



Foto 6. Virado de aparejo de palangre de fondo de piedra-bola (arriba) y cesto con anzuelos (abajo). Foto: M. Huerta.

En las observaciones a bordo se ha recopilado información sobre el comportamiento de la flota (zonas de pesca, arte utilizado y sus características, profundidad, capturas, descartes, rendimientos, esfuerzo, etc.), los patrones de explotación espacial (registro de las capturas y descartes de todas las especies) e información biológica sobre la captura (listado de especies objetivo y *by-catch*, tallas y pesos) (Tabla 4).

Tabla 4. Resumen de los datos recogidos a bordo de un buque comercial.

Datos	
Puente	Datos de la embarcación
	Datos de caladeros
	Datos del esfuerzo de pesca
	Descripción del arte de pesca
	Datos del lance
Cubierta	Identificación de las especies capturadas
	Muestras de tallas de las capturas
	Peso de las capturas

Los datos recopilados durante esta fase del proyecto, que por su corta duración solo pertenecen a una época muy corta de la actividad pesquera, se deberán sumar a los recogidos durante la fase 2 del proyecto. Esto nos permitirá obtener información acerca de los patrones de explotación y rendimientos por caladeros.

Además de toda la información recogida en los estadillos, se recogió información de la distribución espacial mediante el uso de GPS durante los embarques de forma que se obtuvo una valiosa información sobre la ruta de pesca (Figura 16). Toda la información obtenida se sumará a la información procedente de los VMS y AIS para definir con mejor precisión los caladeros de pesca. Además dado que tenemos asociado a cada punto la actividad pesquera que se está realizando, nos permitirá una mejora sustancial en los modelos que se van a usar para estimar la distribución espacial del esfuerzo. El comportamiento en el caladero del palangre de fondo y del pincho es distinto. Para el de palangre (“La Piedra”) se observa claramente las líneas paralelas de la largada y virada de la línea madre, estando más separados los puntos en el momento de la largada (se larga a una velocidad alta). En el caso del pincho (“El Calafrio”) no vemos estos patrones en líneas paralelas, ni se observa la largada. Por lo que tanto el área afectada, es diferente según el arte empleada, siendo el de “piedra-bola” el que parece abarcar más área en su faena diaria.

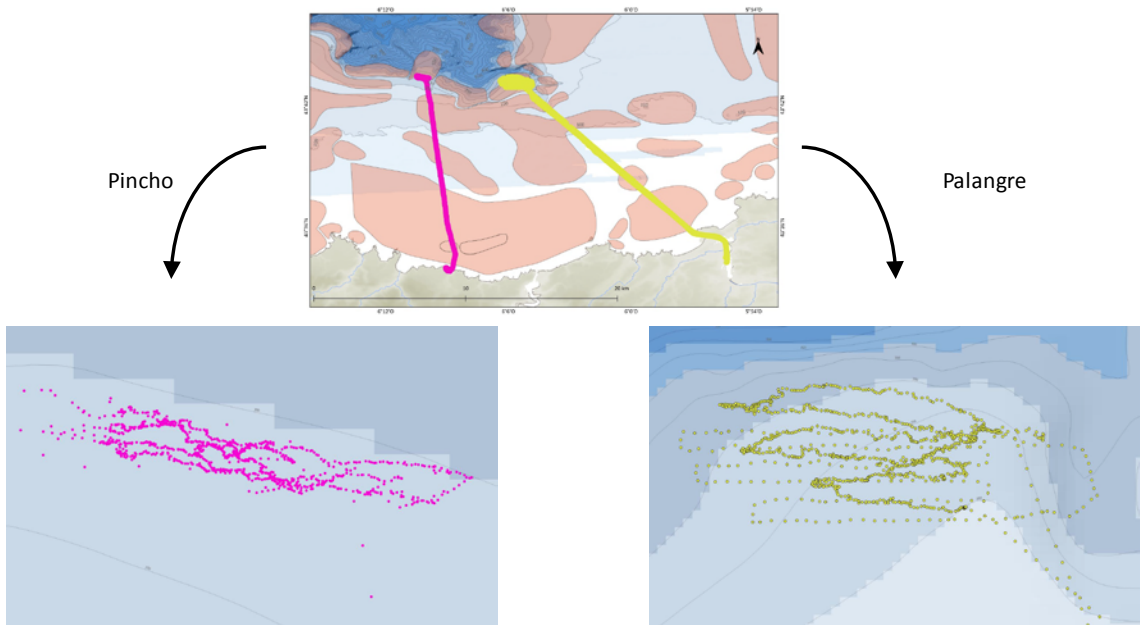


Figura 16. Rutas (a partir de los GPS de observadoras a bordo) y caladeros durante los embarques en el LIC de los Sistemas de cañones submarinos de Avilés. Ejemplo de marea de pincho (rosa) y ejemplo de marea de palangre (amarillo).

Asociados a este tipo de muestreo existen diversas dificultades a las que hemos tenido que hacer frente durante los embarques realizados en **IMPALHA**. Por ejemplo, el número máximo de tripulantes que tiene el barco fue el primer impedimento, ya que en la mayoría de ocasiones la tripulación estaba al completo y no fue posible acceder como observadores científicos. Otro problema con el que nos encontramos fue la disminución en el número de embarcaciones que trabajaban con palangre de fondo ya que, debido a que los muestreos se realizaron durante los meses de mayo y junio del 2022 coincidiendo con la temporada del bonito (*Thunnus alalunga*), muchas embarcaciones cambiaron el arte de pesca a uno específico para esta especie. Pero el mayor impedimento que encontramos a la hora de embarcar en un buque comercial es la meteorología. Se trata de embarcaciones de pequeño tamaño, rara vez superan los 20 m de eslora, por lo que necesitan buenas condiciones para trabajar en el mar. Además, conocer las condiciones meteorológicas con varios días de antelación es muy difícil, por lo que no se pueden programar las salidas, y muchas veces, hasta el mismo día de embarque no se puede garantizar que las condiciones sean favorables o no. Por lo que, todo el trámite administrativo que conlleva embarcar en un buque comercial también se dificulta, ya que se tiene que realizar en el menor tiempo posible. Esta información únicamente se utiliza con fines científicos, nunca para sancionar o perseguir la actividad pesquera del buque. Por ello es imprescindible que todos los datos que se recojan sean veraces y exactos, para que los resultados puedan reflejar la realidad de la actividad pesquera. Trabajar a bordo de buques comerciales se trata de un trabajo cuidadoso y complejo, sin entorpecer nunca las labores pesqueras.

3.5. Caracterización espacio-temporal del esfuerzo

3.5.1. Los caladeros de pesca

En 2011 el Gobierno de Asturias, a través del Centro de Experimentación Pesquera, perteneciente a la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos, en el marco del Proyecto “Desarrollo Sostenible de las Pesquerías Artesanales del Arco Atlántico (PRESPO)” cofinanciado por la Unión Europea a través de los Fondos FEDER, realizó una caracterización de los caladeros asturianos, identificando las especies que se capturaban, las artes de pesca que se utilizaban y el tipo de fondo que había en cada uno de los caladeros del Principado de Asturias. (<https://www.asturias.es/documents/217090/556237/Mapa+de+Caladeros.pdf/8cc5033c-4057-85d9-89b2-59a4c3ea6aca?t=1606825867454>). El proyecto **IMPALHA** se centra en los 55 caladeros que en parte o en su totalidad están dentro de los límites del LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés (Figura 17).

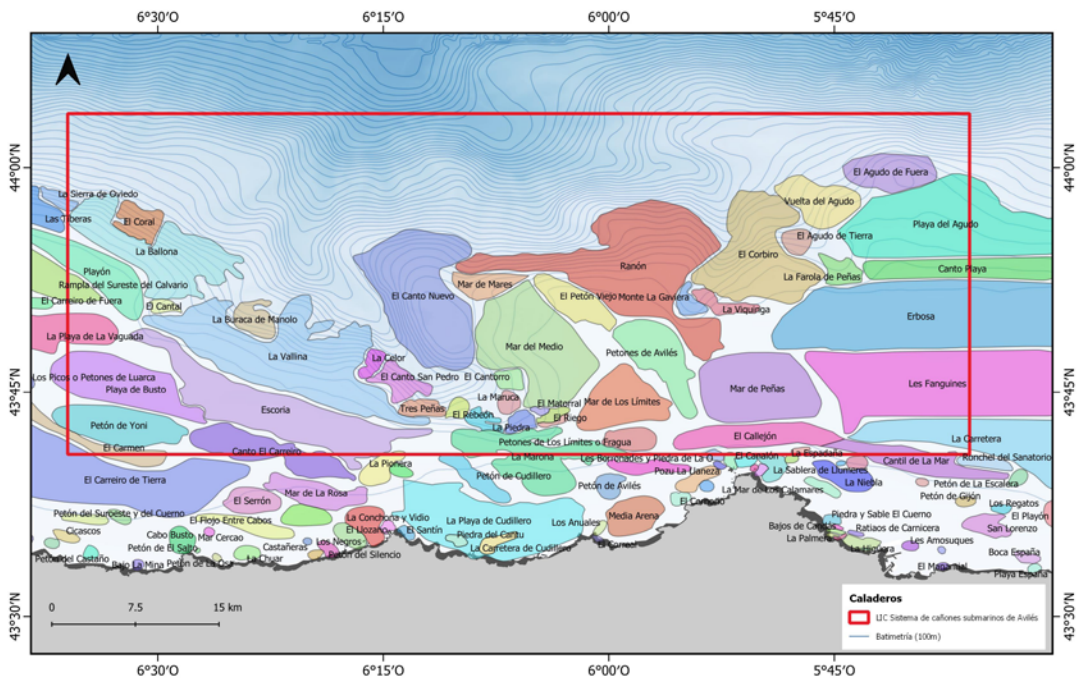


Figura 17. Caladeros que se encuentran, en su totalidad o en parte, dentro de los límites del LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés.

En base a las entrevistas realizadas al sector pesquero y a los datos de AIS y VMS analizados, se han identificado 16 caladeros en los que opera la flota objeto de estudio por modalidad de pesca (Figura 18). La flota artesanal (< 15 m) de artes menores, faena principalmente en los caladeros denominados (de oeste a este) El Canto de San Pedro, Tres Peñas, El Calafrió, El Rebeón, La Piedra, La Maruca, El Cantorro, Entre los Montes, El Riego y El Matorral. Mientras que, la flota industrial (> 15 m) de palangre de fondo comparte los caladeros en los que opera la flota artesanal, pero también desarrolla su actividad en caladeros más lejanos como son Mar de Mares, Mar del Medio, Monte La Gaviera, La Víquinga, El Corbiri y El Agudo de Fuera.

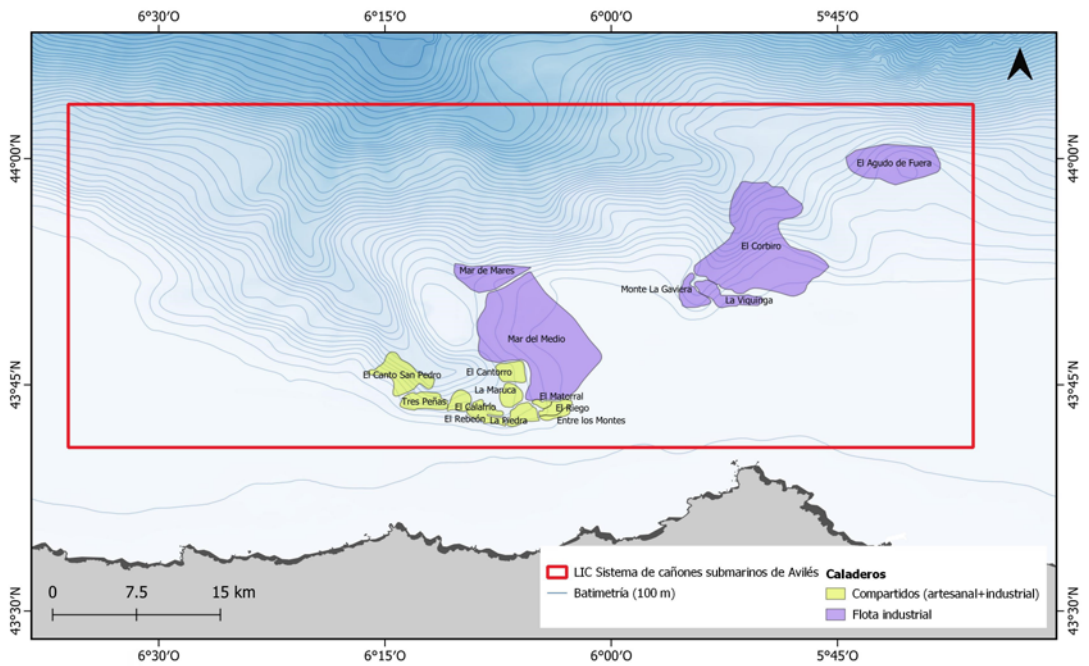


Figura 18. Caladeros que comparten las flotas artesanal e industrial (en color verde) y caladeros en los que faena la flota industrial (de color morado).

3.5.2. Distribución espacial del palangre de fondo y de línea o pincho

El esfuerzo pesquero (horas/km²) del palangre de fondo (LLS), en valores máximos de horas por celda entre 2018 y 2020, se distribuye en zonas de fondo rocoso o mixto, entre los 300 y los 600 m de profundidad, del LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés (Figura 19). Las áreas que presentan una mayor intensidad de esfuerzo del LLS son los caladeros situados en las cabeceras de los cañones, en especial El Calafrió, La Maruca, Tres Peñas, La Piedra, El Rebeón o El Riego en el Cañón de Avilés y Monte La Gavierra y La Viquinga en el Cañón de La Gavierra y en las proximidades del Cañón del Corburo. También es destacable el elevado esfuerzo observado al norte del Cañón de Avilés, donde se ubica el caladero Mar de Mares, y en el límite noroeste del LIC, en el caladero del Agudo de Fuera, zonas habituales de pesca de la flota industrial de palangre de fondo.

En cambio, el esfuerzo pesquero (horas/km²) con líneas de mano y de caña dirigida a merluza (LHM_HKE), en valores máximos de horas por celda entre 2018 y 2020, tiene una distribución mucho más acotada que el LLS (Figura 19). Los esfuerzos más elevados se concentran en El Calafrió, el caladero más relevante para la pesca con pincho de merluza de este LIC, y en la zona sur del caladero Mar del Medio, a profundidades entre 300 y 600 m de profundidad.

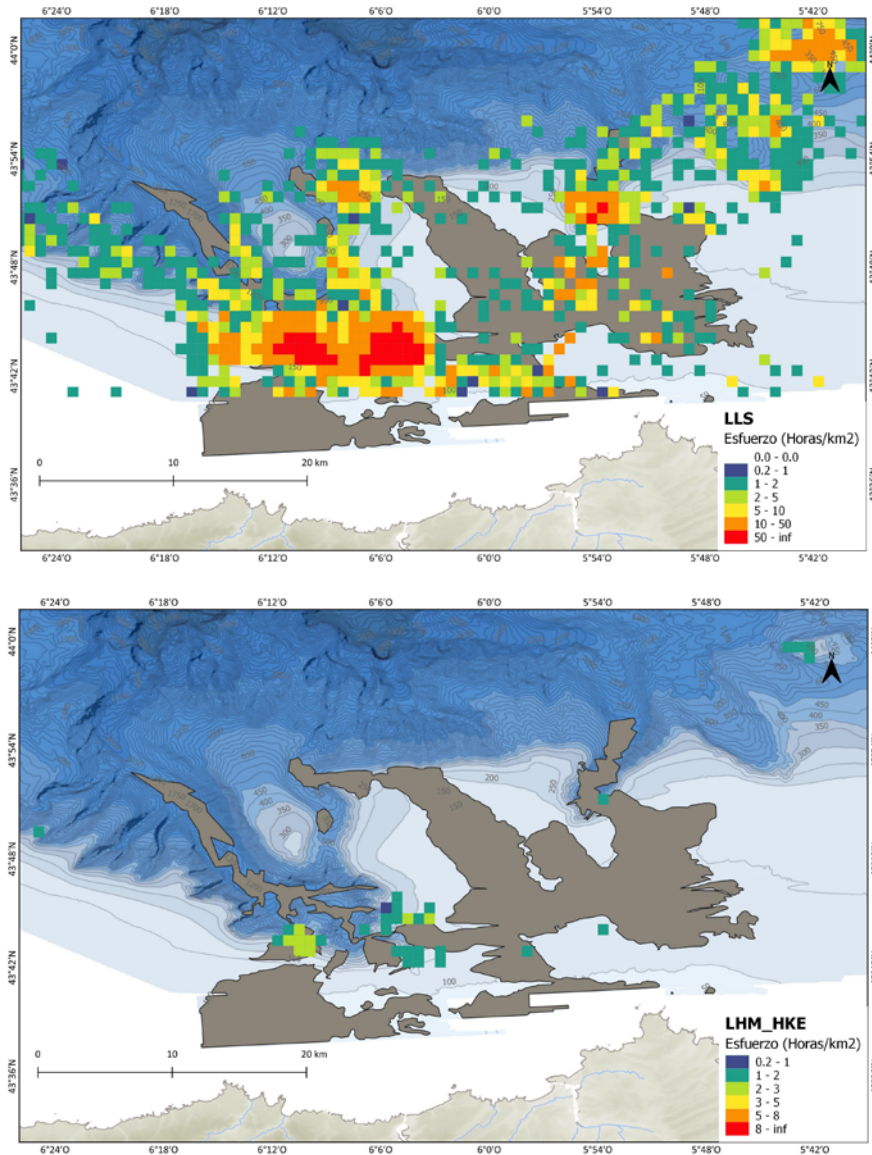


Figura 19. Distribución espacial del esfuerzo pesquero de palangre de fondo (arriba) y de línea dirigida a merluza (abajo). Valores máximos de horas por celda entre 2018 y 2020.

En el caso del palangre de fondo¹ se ha realizado un análisis espacio-temporal del esfuerzo pesquero (horas/km²) en el periodo comprendido entre 2009 y 2020 (Figura 20). Para ello, se calculó la intensidad de pesca o esfuerzo para cada año y posteriormente, se realizó un modelo lineal generalizado anidado para obtener la tendencia espacio-temporal del esfuerzo pesquero (hora/km²) por cada celda del *grid*. Este coeficiente específico describe la relación positiva o negativa entre el esfuerzo pesquero y el tiempo a lo largo del LIC. Por último, se trazó la tendencia de la correlación resultante (positiva o negativa y su significación). Todas las celdas del *grid* de menos de 3 años de datos se eliminaron del análisis.

1 En el caso de la línea no se ha realizado porque la información de VMS es muy pobre.

La evolución del esfuerzo pesquero no muestra cambios notables de áreas de pesca, pero sí variaciones en la intensidad de pesca. La intensidad de pesca de LLS muestra una tendencia general ascendente, especialmente significativa en las cabeceras del Cañón de La Gavierna y de Avilés, donde se ubican gran parte de los caladeros más relevantes para el LLS de este LIC, y en el borde de la plataforma del talud superior al noroeste de la cabecera del Cañón de Avilés (entre 300 y 500 m de profundidad) (Figura 20).

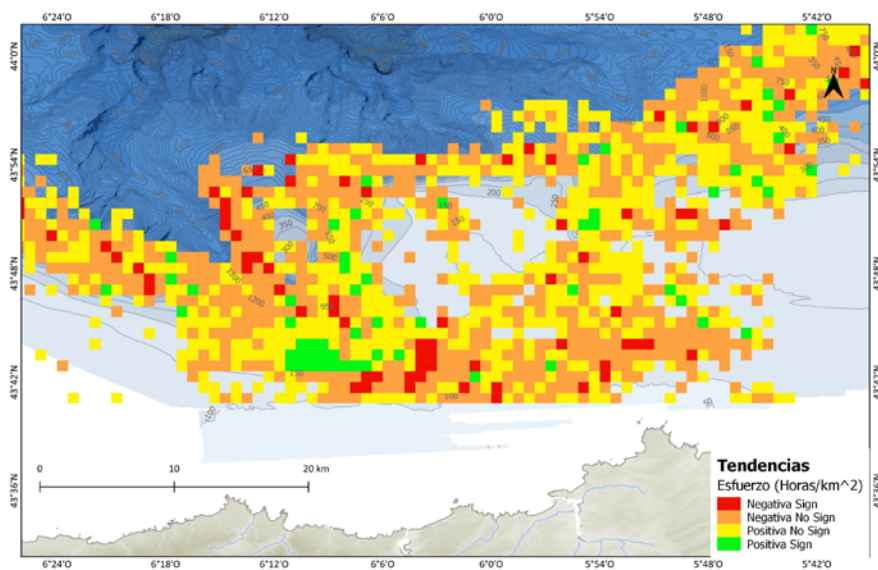


Figura 20. Tendencias espacio-temporales del esfuerzo pesquero (horas/km²) del palangre de fondo (LLS) en el período 2009-2020. Las celdas de la cuadrícula verde y amarilla representan una tendencia positiva del esfuerzo pesquero (horas/km²) a lo largo del tiempo, mientras que las celdas de la cuadrícula naranja y roja representan zonas en las que el esfuerzo pesquero (horas/km²) disminuye con el tiempo. Las cuadrículas verde y roja indican que la tendencia es significativa ($p < 0,1$).

3.5.3. Distribución espacial de las pesquerías de palangre de fondo

Las zonas de mayor intensidad de esfuerzo (horas/km²) de la pesquería de palangre de fondo dirigida a la merluza, se ubican en áreas de fondos rocosos distribuidas entre los caladeros de La Maruca, La Marona, El Riego y La Piedra, en la cabecera del Cañón de Avilés; los de Monte La Gavierna, El Corbiro y La Viuinga, en las cabeceras de los cañones de la Gavierna y del Corbiro y los Petones de los límites y de Avilés, al suroeste del Cañón de Avilés y al sureste del Cañón de la Gavierna respetivamente (Figura 21). En cambio, en las pesquerías de palangre de fondo dirigido a abadejo, locha o congrio, el esfuerzo se concentra principalmente en fondos rocosos próximos al Cañón de Avilés. Así, en la pesquería de LLS dirigida a abadejo (LLS_POK) los esfuerzos más elevados se aprecian hacia el este del cañón, a profundidades entre 50 y 150 m (Figura 21). Mientras que, en las pesquerías dirigidas a locha (LLS_GFB) o a congrio (LLS_COE), la intensidad del esfuerzo (horas/km²) es mayor en el caladero de la Marona al borde de la cabecera del cañón, entre 100 y 200 m de profundidad (Figura 22).

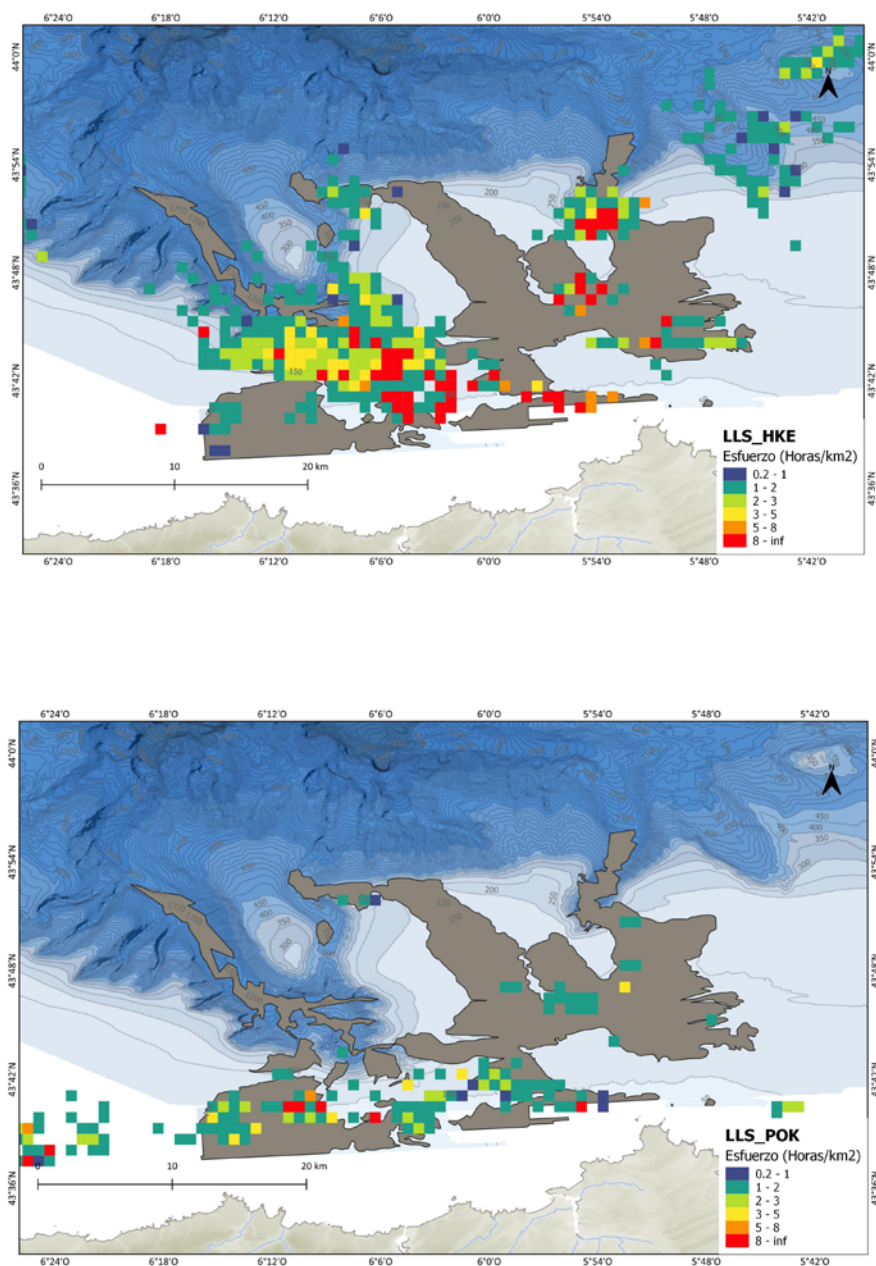


Figura 21. Distribución espacial de las pesquerías de palangre de fondo dirigidas a merluza (LLS_HKE) (arriba) y a abadejo (LLS_POK) (abajo). Valores máximos de horas por celda entre 2018 y 2020.

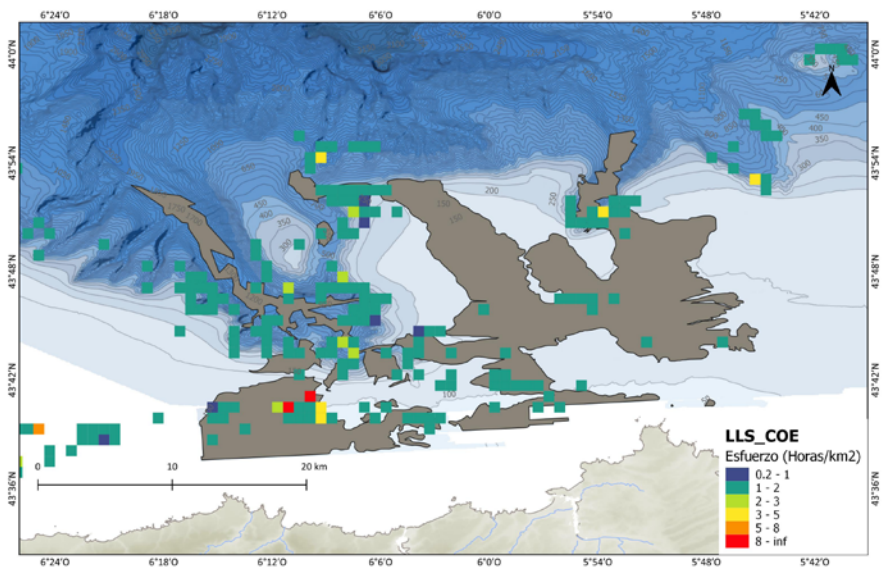
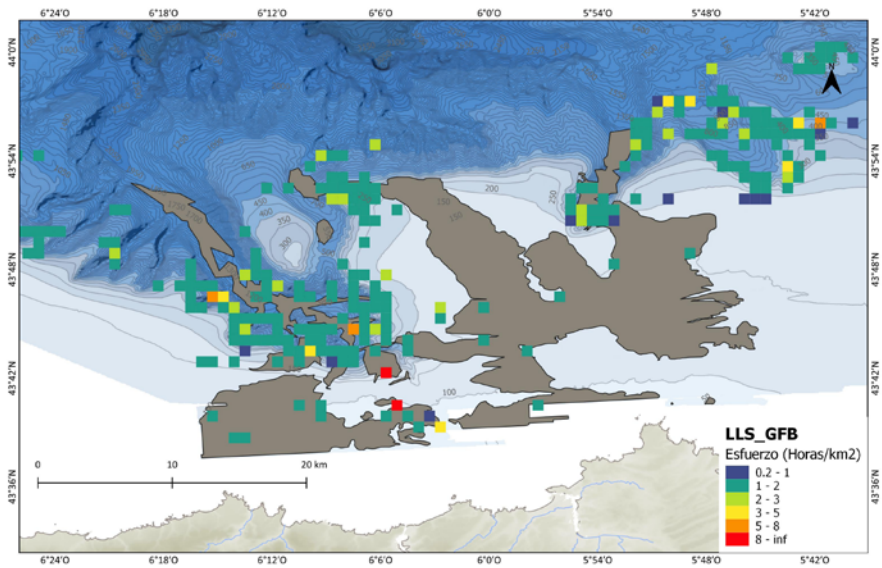
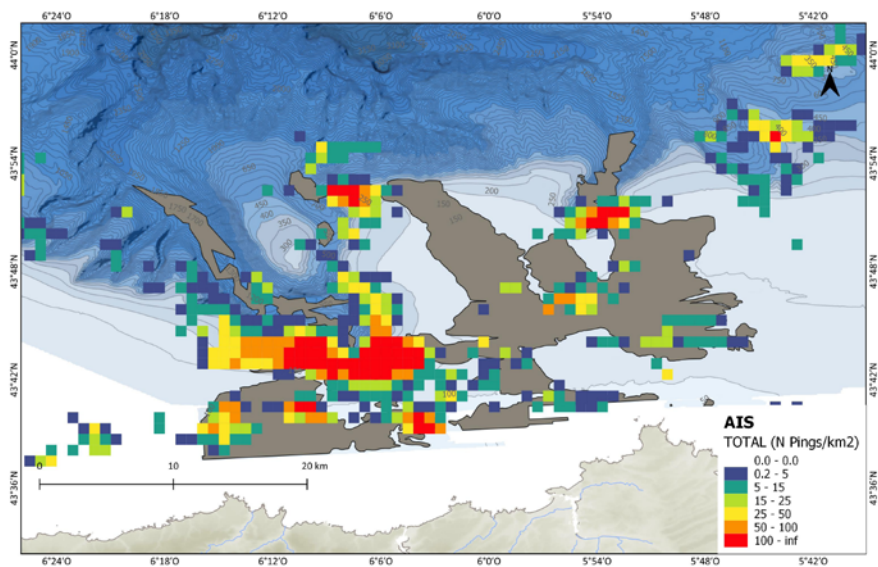


Figura 22. Distribución espacial de las pesquerías de palangre de fondo dirigidas a locha (LLS_GFB) y a congro (LLS_COE, valores máximos de horas por celda entre 2018 y 2020).

3.5.4. Pesquerías artesanales y pesquerías industriales

Muchas de las embarcaciones de menos de 15 m de eslora, aunque para ellas no es obligatorio, llevan operativo como sistema de seguridad el AIS. El análisis de estos datos AIS, a diferencia de los VMS, nos permite analizar la distribución espacial de la flota con eslora menor de 15 m (Figura 23). Si comparamos la distribución espacial de toda la información de AIS disponible para la flota de palangre de fondo, sin tener en cuenta el tamaño de las embarcaciones, vemos que no existe prácticamente diferencia respecto a los resultados obtenidos con los datos de VMS. Igualmente, si comparamos las distribuciones espaciales obtenida con datos AIS y VMS para las embarcaciones de palangre de fondo mayores de 15 m son muy similares. Por el contrario, la distribución espacial de la flota de menos de 15 m de eslora (obtenida con datos AIS, los únicos disponibles) se ciñe fundamentalmente a la cabecera del cañón de Avilés, donde los análisis realizados con VMS indicaron que también opera la flota de línea de mano y caña (LHM). Es de destacar también que el patrón de distribución de la pesquería de línea dirigida a merluza obtenida con los datos de AIS, en comparación con la realizada con datos VMS (Figura 19 y Figura 23), aporta información de un mayor número de embarcaciones, ya que incluye embarcaciones de menores de 15 m, y es mucho más precisa espacialmente.



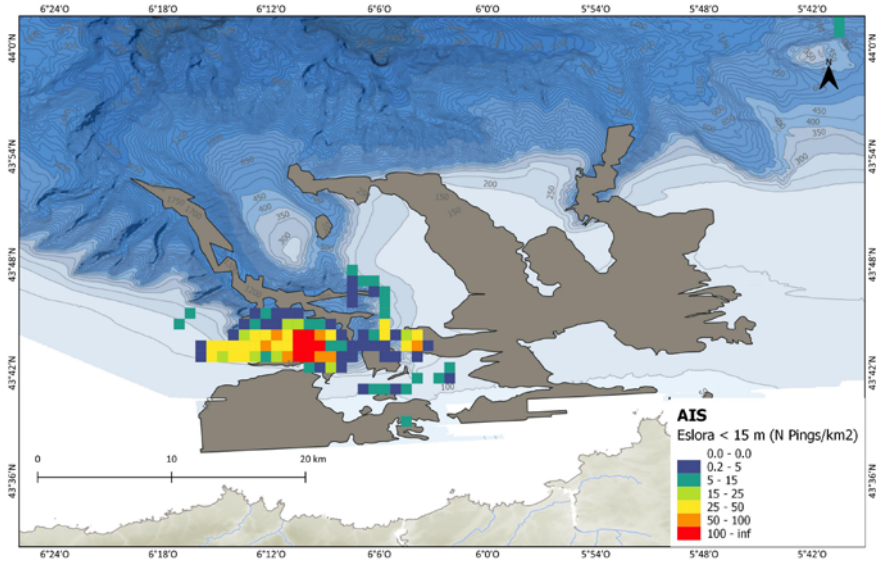
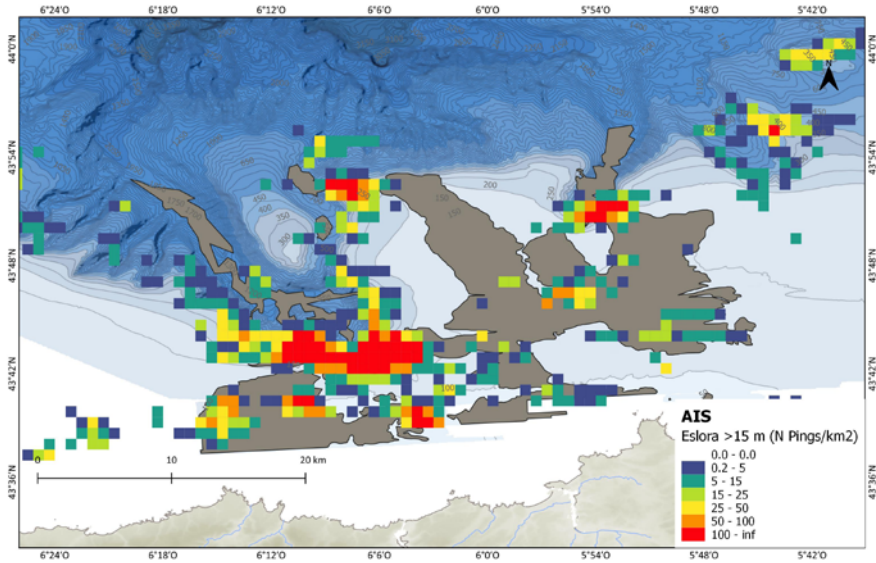
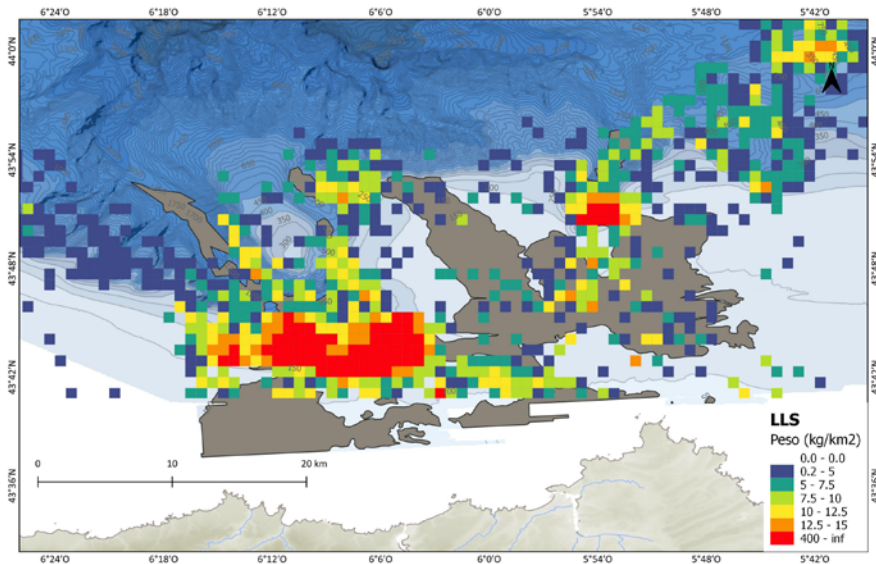


Figura 23. Distribución espacial (número de señales identificadas como pesca por km²) de la flota (de arriba hacia abajo): total, flota mayor a 15 m y flota menor a 15 m.

3.6. Rendimientos espacio-temporales del palangre de fondo

En el LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés la distribución espacial de las capturas del palangre de fondo (LLS) (kg/km²), en valores máximos de kg por celda entre 2018 y 2020, coincide con la del esfuerzo pesquero (Figura 24). Así, los volúmenes de capturas (kg/km²) de LLS más elevados se aprecian en la cabecera de los cañones, tanto en la de Avilés, sobre todo en los caladeros de El Calafrió, La Piedra, El Riego, El Matorral, Tres Peñas, El Rebeón y La Maruca, como en la de La Gavierna y el Corbiro, concretamente en los fondos rocosos de Monte La Gavierna y de La Viquinga. También, es destacable la gran abundancia de capturas (kg/km²) al norte del Cañón de Avilés, en el caladero Mar de Mares, y en el límite noroeste del LIC, en el Agudo de Fuera, los cuales son caladeros característicos de la flota de LLS mayor de 15 m. En todos estos caladeros se captura principalmente merluza pero también otras especies comerciales como el congrio, el virrey (*Beryx decadactylus*) o el besugo (*Pagellus bogaraveo*), especie de gran valor económico. En cuanto a la distribución espacial de las ganancias (euros/km²) de la flota de LLS, aunque se aprecian valores más elevados de ganancias en las proximidades de las cabeceras y a lo largo de la plataforma del talud superior que rodea el sistema de cañones, no se observan zonas o caladeros concretos que destaquen por sus ganancias totales (Figura 24).



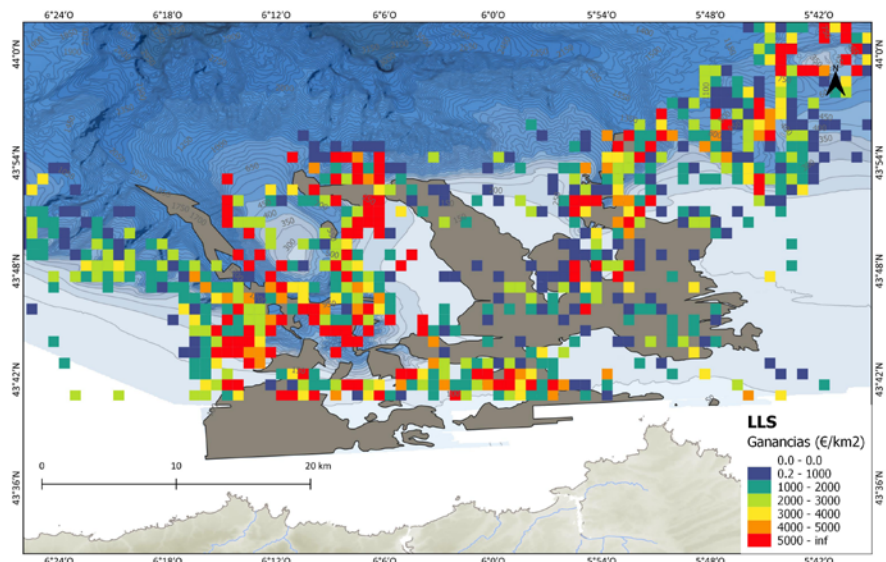


Figura 24. Distribución espacial de las capturas (kg/km^2) (arriba) y de las ganancias (euros/ km^2) (abajo) obtenidas con palangre de fondo. Valores máximos entre 2018 y 2020.

La distribución espacial de las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE/ km^2) del LLS en este LIC sigue el mismo patrón que las capturas totales (kg/km^2), siendo los caladeros de fondos rocosos y mixtos de las cabeceras del Cañón de Avilés y de La Gavierna, las zonas donde se observan los valores más elevados de CPUE (Figura 25). Estas zonas con mayor rendimiento de capturas coinciden con la información recopilada con las entrevistas al sector pesquero y en los embarques sobre los caladeros de mayor importancia para la flota de LLS en el Sistema de cañones submarinos de Avilés.

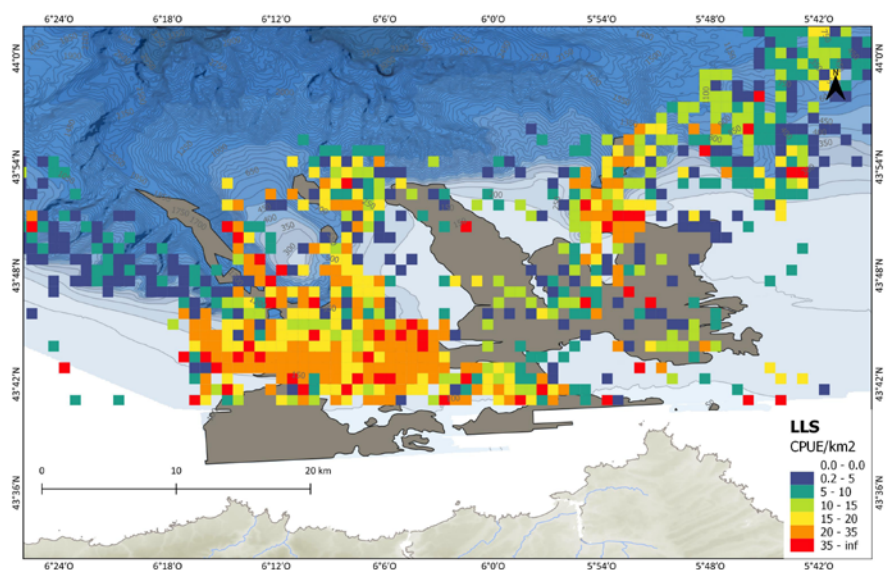


Figura 25. Distribución espacial de las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE/ km^2 , kg por hora y km^2). Valores máximos entre 2018 y 2020.

Mientras que, en la distribución espacial de las ganancias totales (euros/km²) no se observaba ninguna zona o caladero que destacara por sus elevados rendimientos económicos, en la distribución espacial en términos de ganancias por kg (euros/kg/km²) si se aprecian zonas de rendimiento económico por kg de captura más elevadas (Figura 26). Destacan los caladeros ubicados en la plataforma del talud superior, entre los 300 y 700 m de profundidad, especialmente Mar de Mares y Farola de Peñas, y el caladero del Agudo de Fuera, en el límite noroeste del LIC. Esto podría deberse a que en estos caladeros además de especies con relativa abundancia como son la merluza, el congrio y la locha, se capturan especies de alto valor económico como el besugo o el virrey.

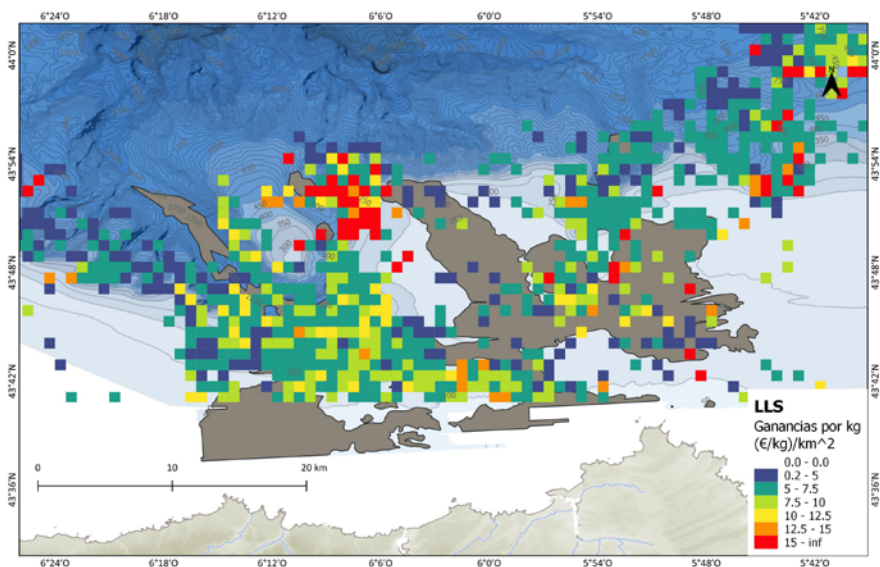


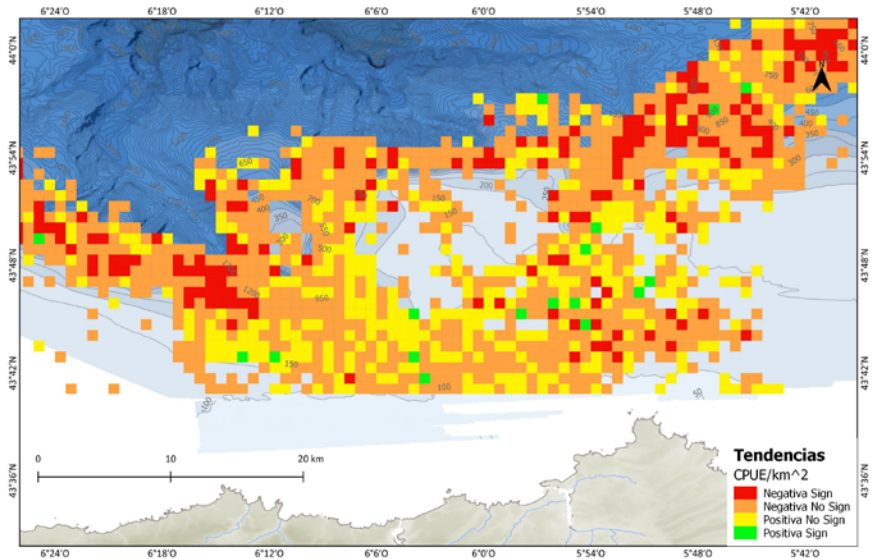
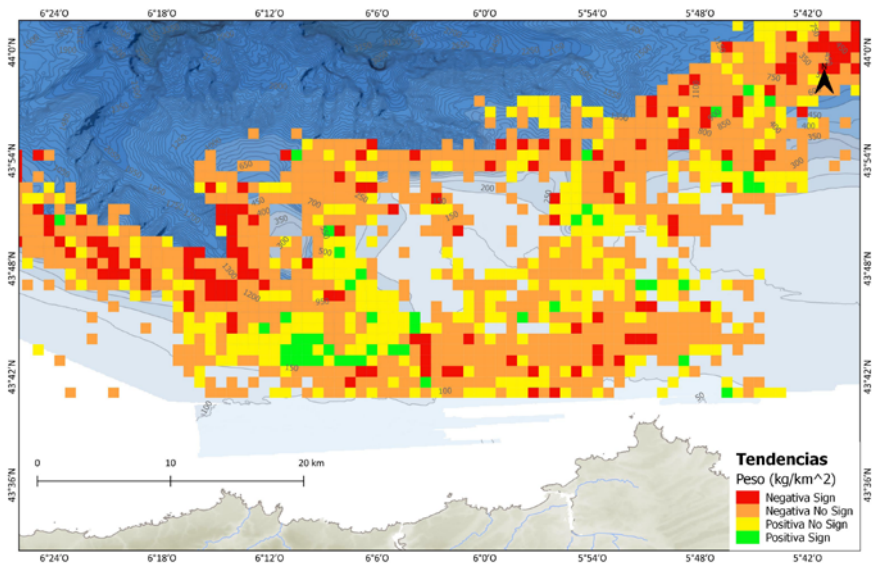
Figura 26. Distribución espacial de las ganancias por kg (euros por kg y km², valores máximos de euros/kg por celda entre 2018 y 2020).

Al igual que con el esfuerzo pesquero, se han analizado las tendencias espacio-temporales de las capturas, tanto peso total (kg/km²) como CPUEs (CPUE/km²), y de los rendimientos económicos, tanto ganancias totales (euros/km²) como ganancias por kg (euros/kg/km²), del periodo comprendido entre 2009 y 2020. Para los cálculos de las tendencias se ha empleado la misma metodología indicada en el análisis espacio-temporal del esfuerzo pesquero.

El volumen de capturas (kg/km²) de la flota de LLS muestra una tendencia ascendente en los caladeros de la cabecera del Cañón de Avilés y en el borde de la plataforma del talud superior al oeste de este cañón, lo que concuerda en gran medida con la tendencia observada para el esfuerzo pesquero para el mismo periodo de tiempo (Figura 27). En el resto de zonas del LIC, se aprecia una tendencia general descendente, especialmente marcada en la plataforma del talud superior situada al este y noreste de dicho cañón, a profundidades entre 800 y 1300 m. Por otro lado, las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE/km²) muestran una tendencia descendente en la mayoría del LIC, sobre todo en zonas de plataforma del talud superior entre 500 y 1000 m de profundidad (Figura 27). No se observan la tendencia ascendente significativa apreciada en el volumen de capturas totales (kg/km²). Estos resultados podrían reflejar el

descenso en el volumen total de capturas en los últimos años de estudio, a pesar de que especies objetivo como la merluza se ha recuperado considerablemente, en términos de abundancia, en los últimos años.

Con respecto a las ganancias totales (euros) se aprecia una tendencia descendente en la mayoría del LIC, exceptuando los caladeros con elevada intensidad de pesca y volumen de capturas de la zona de la cabecera del Cañón de Avilés, donde la tendencia es positiva y significativa (Figura 27). Esto indica que los caladeros de la cabecera del Cañón de Avilés, a pesar de ser de los más explotados (valores elevados de esfuerzo y capturas) también son los que más rendimiento económico confieren a la flota de LLS. En cambio, en el rendimiento económico o ganancias por kg, la tendencia general es ascendente, no solo en la zona de la cabecera del Cañón de Avilés, si no en la mayoría del área del LIC (Figura 27). Entre los caladeros donde los rendimientos económicos, tanto totales como por kg, tienden a incrementarse cabe destacar El Calafrió, caladero primordial para la pesca de merluza de pincho, cuyo valor en el mercado es más elevado que las capturas de esta especie realizadas con otros artes de pesca.



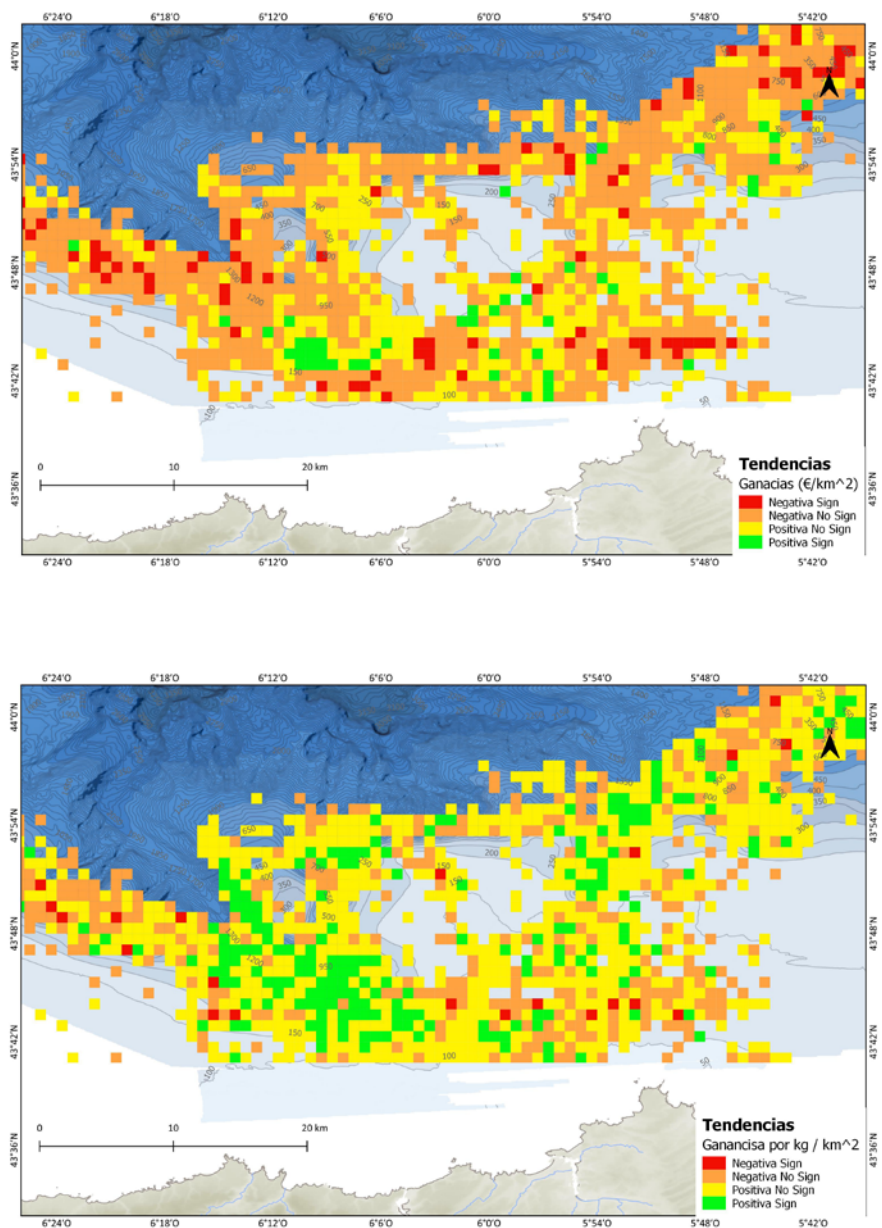


Figura 27. Tendencias espacio-temporales de los rendimientos en peso total (kg/km²), CPUE (CPUE/km²), ganancias totales (euros/km²) y ganancias por kg (euros/kg/km²) (de arriba hacia abajo) del palangre de fondo (LLS) en el período 2009-2020. Las celdas de la cuadrícula verde y amarilla representan una tendencia positiva a lo largo del tiempo, mientras que las celdas de la cuadrícula naranja y roja representan una tendencia negativa. Las cuadrículas verdes y rojas indican que la tendencia es significativa ($p < 0,1$).

4. El palangre de fondo y el estudio de su impacto sobre los hábitats bentónicos

4.1. ¿Cómo sabemos que puede existir Impacto?

El riesgo de que una actividad humana cause un impacto depende de 3 componentes: la vulnerabilidad, la exposición y las amenazas (Figura 28). Consideramos que un hábitat es vulnerable a una presión humana cuando, por su estructura y características, se degrada y pierde sus propiedades biológicas y ecológicas ante la exposición de esa presión. Ésta viene determinada por la coincidencia espacio-temporal entre el objeto de protección, en este caso el hábitat, y la presión humana. Las amenazas son todos aquellos elementos o variables que hacen que cambie la relación entre vulnerabilidad y exposición. Por ejemplo, un cambio legislativo puede provocar un desplazamiento de la actividad pesquera hacia otro espacio donde no estaba y por lo tanto un hábitat que no estaba expuesto pase a estarlo; o que un cambio en las condiciones ambiental (como puede ser el Cambio Climático) incremente la sensibilidad (luego veremos qué es la sensibilidad) del hábitat o la especie a la presión.



Figura 28. Esquema sobre la evaluación del Riesgo modificado a partir del esquema del IPCC (2014) para la evaluación del Riesgo ante el Cambio Climático.

En este estudio partimos de la hipótesis de que la coexistencia espacial entre una actividad pesquera con palangre de fondo y un hábitat bentónico, causa un impacto en el hábitat que lo degrada. Tener esta hipótesis de inicio y no la contraria, nos obliga a demostrar que ese impacto existe, y si existe habría que saber en qué condiciones ocurre y cuantificarlo. Es decir, si no logramos demostrar nuestra hipótesis, es que bien no existe esa relación o que tenemos un problema en el diseño del experimento (número de muestras pequeño, mala elección de los puntos de muestreo, series temporales cortas, etc.). En la Figura 29 se representa el diseño conceptual en el que se sustentan los diseños experimentales para estudiar el impacto, y el que se utilizará para el diseño y ejecución de la campaña experimental en la segunda fase del proyecto **IMPALHA**.

Por lo tanto, para poder identificar el impacto, el primer paso es conocer la distribución espacial de la presión pesquera y el hábitat bentónico, e identificar de ese modo si el hábitat está expuesto y si este es sensible a la presión. Entendemos como sensibilidad el grado en el que un hábitat se ve afectado de forma negativa o positiva por una presión concreta. Normalmente se utilizan **Índices** de Sensibilidad construidos en base a una o varias características del hábitat, especie o población en relación a los distintos niveles de presión. Analizando esta información, se construye un **Indicador** que permite decir, en este caso, a partir de qué nivel de presión pesquera (esfuerzo o similares) el hábitat está adversamente afectado. Esto permite obtener el Impacto Potencial, que puede disminuir o amortiguarse aplicando estrategias de mitigación o de adaptación, por ejemplo, modificando los aparejos de pesca para reducir el impacto. Este proceso permite conocer la vulnerabilidad que junto con el grado de exposición permite determinar el Riesgo al que se ve sometido un hábitat bentónico en una zona concreta.

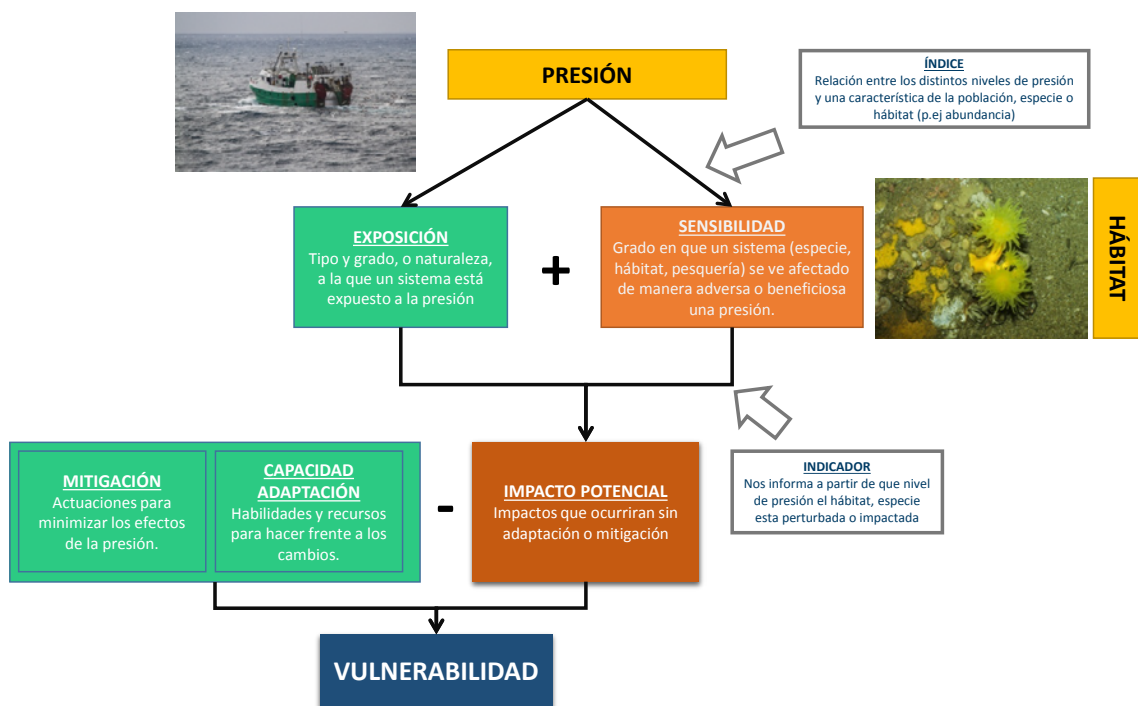


Figura 29. Diseño conceptual de la evaluación del impacto de la pesca de palangre de fondo en los hábitats bentónicos.

4.2. Solapamiento entre la actividad pesquera de palangre de fondo y los hábitats bentónicos en el LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés

En el proyecto **INDEMARES** se analizó la distribución espacial de los hábitats bentónicos 1170 y la distribución espacial de las principales actividades pesqueras (Punzón *et al.*, 2016, Modica *et al.*, 2022, Rodríguez-Basalo, 2022). Como resultado principal se obtuvo que ambas coincidían de forma cualitativa en el espacio, pero no el grado de interacción entre ambos componentes. En este capítulo se analizará la ocupación de los distintos hábitats por el palangre (no se analiza la información espacial

de la línea ya que no hay información disponible de datos VMS para la mayoría de la flota). Para poder determinar el impacto potencial de la pesca de palangre sobre un hábitat, el primer paso es identificar y cuantificar las zonas de solapamiento de la presión con los hábitats/especies de interés comunitario. Para ello necesitamos obtener previamente una buena estimación de la distribución espacial del esfuerzo pesquero y de los hábitats a la mayor resolución posible. Con anterioridad se ha visto como se distribuye espacialmente el palangre en la zona de estudio. En el caso de los hábitats bentónicos, y a la espera de disponer de una cartografía precisa de los distintos tipos de hábitats bentónicos de la zona, la información batimétrica y de reflectividad acústica han sido la base para la definición de los diferentes hábitats de esta zona en base a sus características geomorfológicas (Figura 30).

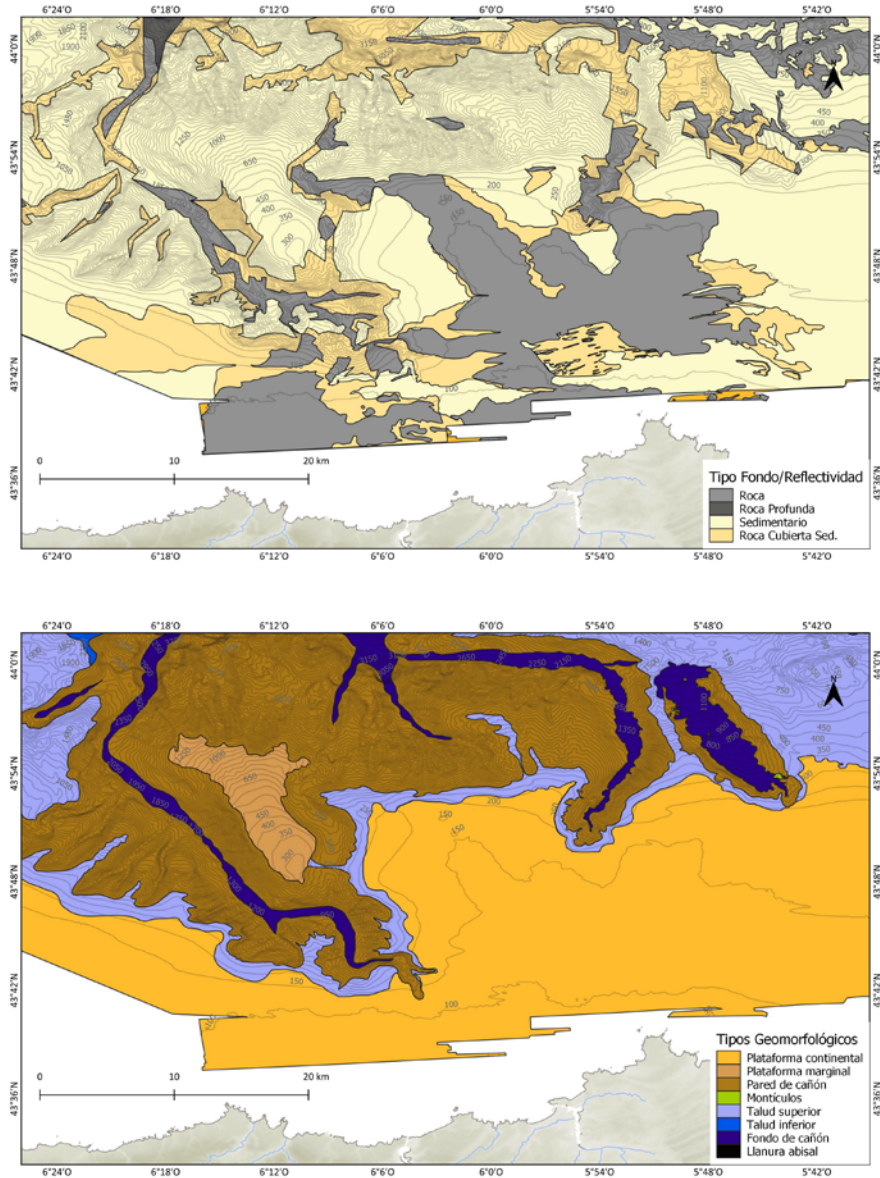


Figura 30. Tipos de fondo teniendo en cuenta la reflectividad (arriba) y tipos geomorfológicos del Sistema de Cañones submarinos de Avilés utilizados para analizar el solapamiento con la actividad pesquera de palangre con los hábitats bentónicos.

Para cuantificar el nivel de presión que se ejerce sobre cada uno de los hábitats se han definido los índices de presión que se definen en la Tabla 5. Para el cálculo de estos índices se han utilizado los *grids* de esfuerzo procesados de VMS de LLS a una resolución de 0.01° y se ha solapado con los mapas de hábitats para poder asignar a cada cuadrícula un hábitat. Los resultados de los índices de presión cuantificados para el LIC Sistemas de cañones submarinos de Avilés se resumen en la Tabla 6, Figura 31 y Figura 32 . Estas aproximaciones se han hecho en base al tipo de sedimento y también en base a los hábitats definidos por sus características geomorfológicas.

Tabla 5. Índices de presión utilizados para cuantificar el nivel de presión.

	Indicador	Descripción
I-1	Intensidad de pesca (h/km^2)	Promedio de horas de pesca en cada hábitat
I-2	Huella pesquera	Num. de c-square con pesca al menos una vez / total c-square por hábitat
I-3	Agregación de la pesca	La proporción mínima de c-squares en el que se concentra el 90% del total de esfuerzo por habitat
I-4	Zonas no pescadas	Zonas que no han sido pescadas de forma continuada en los años

Tabla 6. Lista de los hábitats analizados en el LIC Sistemas de cañones submarinos de Avilés mostrando el número de c-square y el área total (km²) de cada hábitat, así como los resultados de los indicadores de presión analizados. I-1, promedio de intensidad de esfuerzo pesquero (h/km²); I-2, proporción de c-squares con pesca independientemente de su intensidad; I-3, Agregación de la pesca; I-4, zonas no pescadas. TalSup, Talud superior; PlaCon, Plataforma continental; Tallnf, Talud inferior; ParCañ, Pared de cañón; LlaAbi, Llanura abisal; FonCañ, Fondo de cañón; PlaMar, Plataforma marginal; Mon, Montículos; Roc, Fondos rocosos; Sed, Fondos sedimentarios.

	Habitat	Exesión Hábitat		Indicadores de Presión			
		km ²	Csquare	I-1	I-2	I-3	I-4
REFLECTIVIDAD	Sed	3249.1	3649	4.75	13.62	10.14	86.38
	Sed/Ric	1415.17	1591	15.96	12.95	5.59	87.05
	Roc_prof	907.8	1024	NA	0		100
	Roc	679.62	762	17.61	34.78	13.65	65.22
REFLECTIVIDAD + GEOMORFOLOGÍA	TalSup_Sedi	1151.66	1294	4.92	15.22	11.21	84.78
	PlaCon_Sedi	803.99	901	4.12	12.87	9.66	87.13
	ParCañ_Sedi	669.69	752	5.15	22.21	16.62	77.79
	LlaAbi_Roc	595.44	672		0		100
	Tallnf_Roc/Sedi	590.99	666		0		100
	Tallnf_Sedi	528.41	595	2.16	0.17	0.17	99.83
	PlaCon_Roc	371.57	416	8.14	28.61	17.31	71.39
	ParCañ_Roc/Sedi	301.75	339	27.08	24.48	8.26	75.52
	PlaCon_Roc/Sedi	291.97	327	5.65	21.1	15.29	78.9
	Tallnf_Roc	250.18	282	NA	0		100
	TalSup_Roc	201.06	226	26.7	33.63	13.27	66.37
	TalSup_Roc/Sedi	128.12	144	18.04	21.53	13.19	78.47
	FonCañ_Roc/Sedi	100.54	113	3.98	18.58	15.04	81.42
	ParCañ_Roc	94.44	106	30.32	49.06	16.04	50.94
	FonCañ_Roc	73.83	83	5.18	21.69	16.87	78.31
	PlaMar_Sedi	66.84	75	2.28	16	14.67	84
	FonCañ_Sedi	16.92	19	5.43	21.05	15.79	78.95
	Mon_Roc/Sedi	1.78	2	3.32	100	100	0

Los resultados muestran que en el área de estudio los fondos sedimentarios son mayoritarios (3249 km²), aunque es en los fondos duros, incluyendo las zonas rocosas de la plataforma continental, montículos y en la pared y fondo de los cañones donde existe una mayor proporción de huella pesquera (I-2) de LLS. Además, la intensidad de la pesca (I-1) también se concentra principalmente en los fondos rocosos del talud superior y en la pared del cañón, con 34.8 y 49.1 h/km² de esfuerzo promedio, respectivamente. Sin embargo, exceptuando los hábitats con mayor esfuerzo ya comentados (ej. pared del cañón rocosa y sedimentaria, talud superior rocoso y plataforma continental rocosa), hay que remarcar que tal como indica el I-4 que cuantifica las zonas donde no hay actividad pesquera, en la mayor parte de los hábitats que constituyen este LIC no se ejerce presión de pesca con LLS, de modo que presentan más del 80% de su área de extensión sin esfuerzo pesquero de palangre.

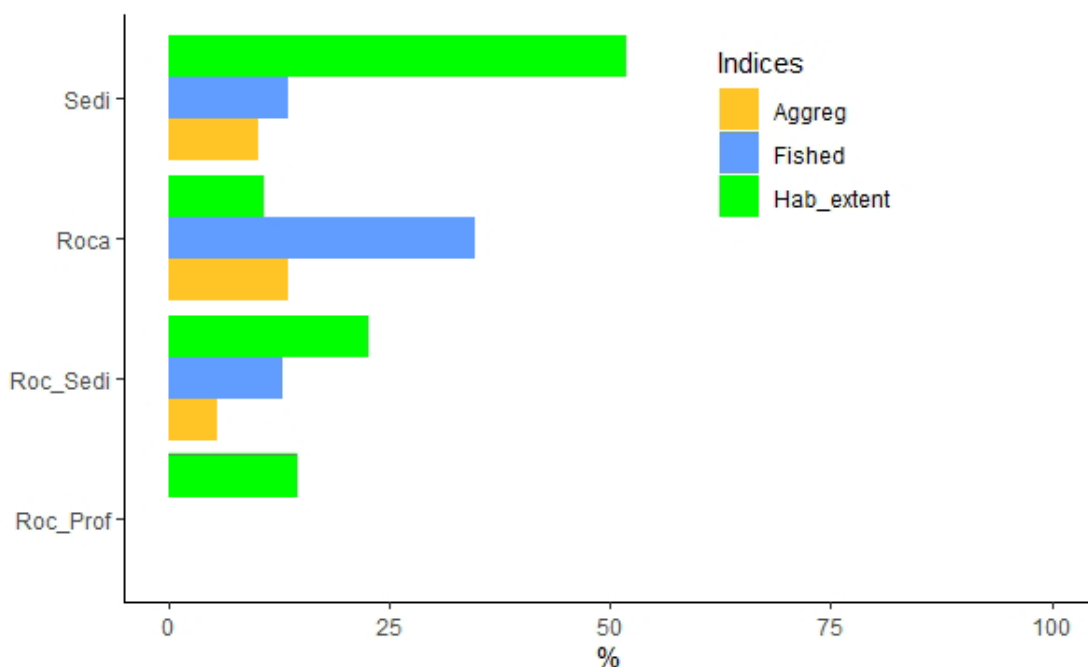


Figura 31. Índices de presión pesquera de palangre de fondo (LLS) por tipo de sedimento en el LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés (SCI). Roc, Fondos rocosos; Sedi, Fondos sedimentarios.
 Leyenda: Aggreg, área donde se concentra el 90% del esfuerzo de pesca;
 Fished: área pescada; Hab_Extent: extensión del hábitat.

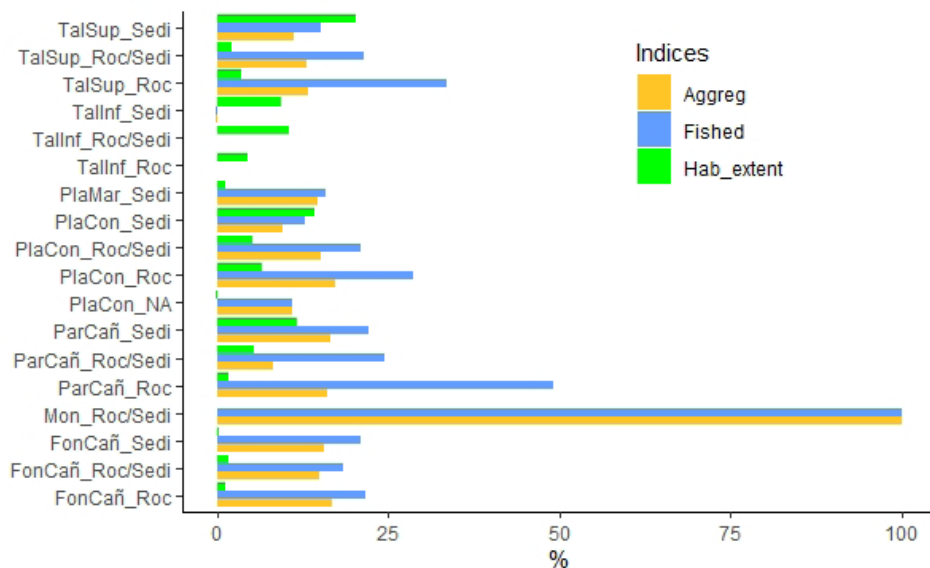


Figura 32. Índices de presión pesquera de palangre de fondo (LLS) por tipo de hábitat geomorfológico en el LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés. TalSup, Talud superior; PlaCon, Plataforma continental; TalInf, Talud inferior; ParCañ, Pared de cañón; LlaAbi, Llanura abisal; FonCañ, Fondo de cañón; PlaMar, Plataforma marginal; Mon, Montículos; Roc, Fondos rocosos; Sedi, Fondos sedimentarios. Leyenda: Aggreg, área donde se concentra el 90% del esfuerzo de pesca; Fished: área pescada; Hab_Extent: extensión del hábitat.

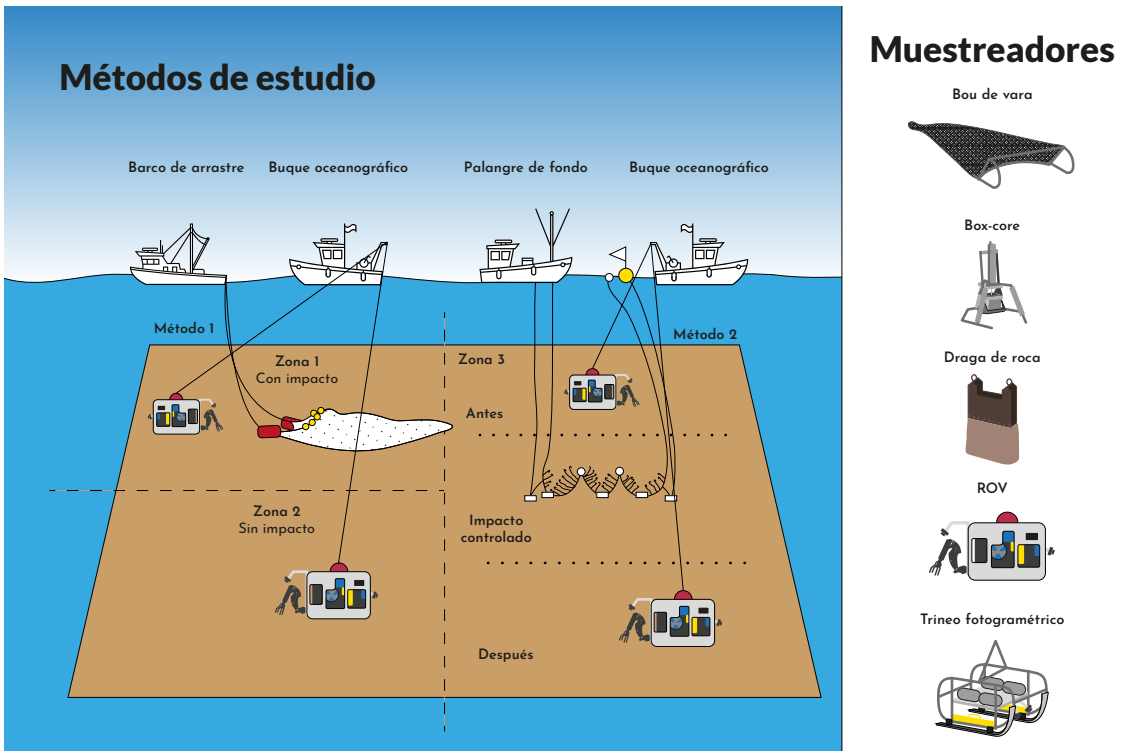
Además, el I-3 muestra que en las zonas donde predomina la pesca, esta está muy concentrada, el 90% del esfuerzo pesquero se concentra en aproximadamente el 40% del área total de pesca (Tabla 6, Figura 31 y Figura 32). La elevada agregación de la pesca, sugiere que hay amplias zonas en donde la flota va a trabajar de forma muy esporádica. Desde el punto de vista de la gestión, estas áreas, pueden ofrecer una gran oportunidad como zonas de conservación con un bajo coste para la flota que allí opera.

Concluyendo, a pesar de que hay extensas áreas sin presión de palangre en el LIC Sistema de Cañones submarinos de Avilés, el esfuerzo se ejerce principalmente sobre los fondos rocosos. Estos hábitats bentónicos de fondos duros se caracterizan por la presencia de especies estructurantes que forman hábitats que sirven como refugio a multitud de especies que coexisten con estas especies. Sin embargo, como ya se ha indicado estos hábitats biogénicos están compuestos por especies que, por sus características, rasgos biológicos y funcionales (longevas, rígidas, sésiles, etc.) son más susceptibles a la pesca, de modo que si desaparecen también afectará a otras especies.

Por tanto, para una correcta gestión integrada de las áreas marinas, se necesita información en detalle e histórica sobre la distribución espacial de la actividad de pesca así como un conocimiento profundo de la distribución de los hábitats y su sensibilidad. Además, una vez se haya incorporado los datos económicos a la base de datos, el desarrollo de estos índices será de gran ayuda para poder informar a los gestores sobre las interrelaciones entre los impactos bentónicos y el valor económico de las pesquerías (análisis *trade-off*). Por ejemplo, se podrán simular diferentes escenarios de gestión espaciales que ilustren las posibles implicaciones de cambios en la distribución de la flota, siempre en base a obtener un equilibrio entre los beneficios de la pesca y el impacto sobre los hábitats bentónicos.

4.3. Metodologías para el estudio de los efectos de la actividad pesquera

Existen multitud de diseños experimentales dependiendo de los objetivos del estudio que se quiera hacer o de los propios recursos para llevarlos a cabo. Así, la metodología a utilizar debe elegirse principalmente por lo que se quiera conseguir, pero puede verse limitada por falta de recursos (económicos, logísticos o de personal) o incluso porque puede ser invasiva para un hábitat o especie y haya que buscar una alternativa. Con carácter general, podemos decir que existen dos aproximaciones, analizando el estado de los hábitats o mediante un muestreo realizado en condiciones experimentales (Infografía 5). La primera es una aproximación clásica, en la que se comparan los efectos de la presión pesquera en zonas con o sin presión pesquera o siguiendo un gradiente de presión. El gradiente de presión se determina usando la distribución espacial del esfuerzo. Una de las condiciones a tener en cuenta, en este caso, a la hora de seleccionar los puntos de muestreo, es que las condiciones ambientales (profundidad, tipo de fondo, rugosidad, proximidad espacial, etc.) entre las distintas estaciones deben de ser muy similares. En caso de que no pudiera ser, posteriormente se debe analizar el efecto de esas diferencias en los resultados obtenidos. La selección del muestreador depende en general del tipo de fondo. Para los fondos duros se utiliza el trineo fotogramétrico y la draga de roca, mientras que para los fondos blandos se utiliza el bou de vara (*beam trawl*) y la draga *Box Corer* (Foto 7). Como sustitución al trineo fotogramétrico también se puede utilizar equipamientos como el ROV (*Remotely Operated Vehicle*).



Infografía 5. Muestreadores y diseños experimentales para el análisis de los efectos de la pesca sobre los hábitats bentónicos: Método 1, muestreo en zonas con y sin impacto; Método 2, muestreo antes y después de ejercer un impacto controlado.



Foto 7. Tipos de muestreadores utilizados en las campañas donde se comparan los estados de los hábitats bentónicos en función de un gradiente de presión. De arriba abajo y de izquierda a derecha: trineo fotogramétrico, draga de roca, bou de vara y draga Box Corer.

La segunda metodología se denomina BACI (*Before/After-Control/Impact*). En realidad, se trata de realizar un experimento con un impacto controlado, comparando el estado del hábitat antes y después de ocasionar el impacto. El muestreador preferente, por su versatilidad, maniobrabilidad y seguimiento en directo de la inmersión, es el ROV (Foto 8). En el caso de **INTEMARES** se utilizó para analizar los efectos del rasco, enmalle dirigido a rape (*Lophius spp*) (Foto 8). Además, este tipo de campañas permite por ejemplo obtener información directa de cómo interactúa el aparejo de pesca con el fondo y con las especies, balizar el aparejo para calcular el área afectada por la actividad, o verificar la relación existente entre lo observado con el ROV y lo capturado por el barco (Foto 8).

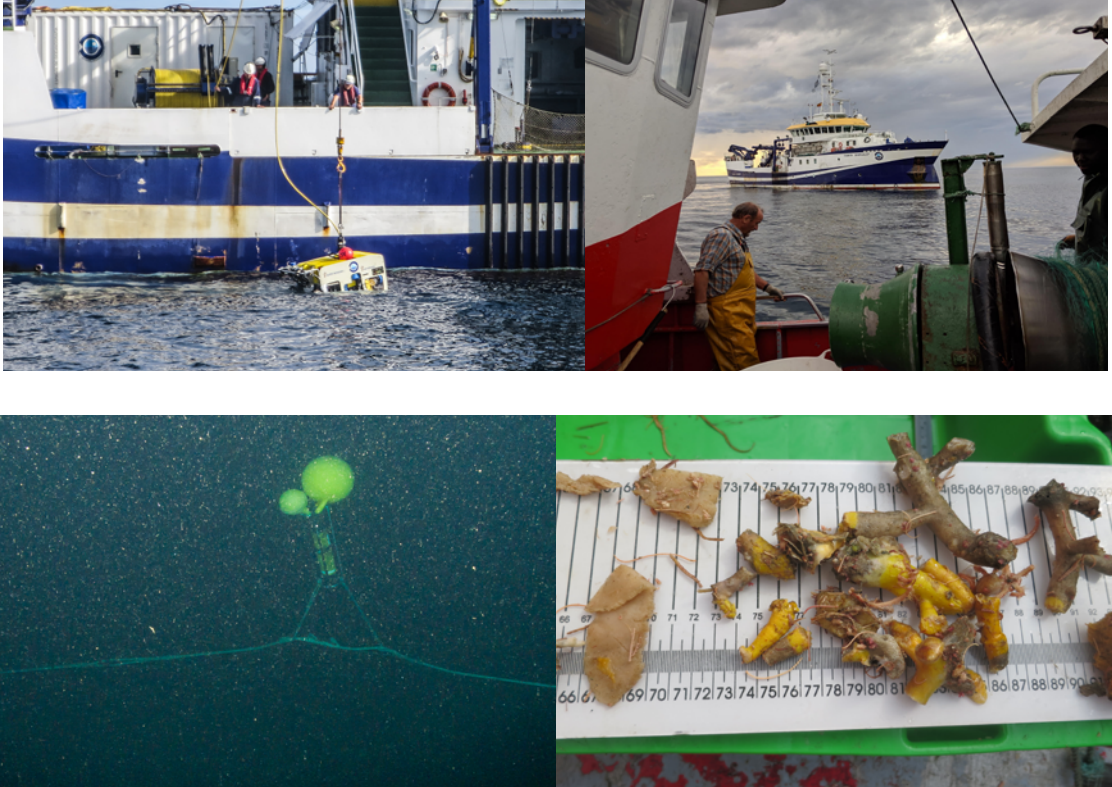


Foto 8. De arriba abajo y de izquierda a derecha: Virado del ROV; Virado del aparejo de rasco mientras desde el barco oceanográfico se hace seguimiento de la actividad; baliza fijada en el aparejo de pesca; parte de la captura accesoria realizada con el aparejo de pesca.

4.3.1. Índices utilizados para el análisis del impacto

Normalmente se utilizan tres tipos de índices para ver si hay diferencias significativas entre niveles de presión o antes y después de ocasionar un impacto controlado: los relacionados con la abundancia, con la diversidad, y aquellos que tienen en cuenta las características de las especies sensibles u objeto de estudio. Como índice de abundancia usamos la densidad por m². Como índices de diversidad destacan:

- Riqueza específica (S), cálculo del número total de especies.
- Índice de Margalef, índice de riqueza específica que incorpora el número total de individuos (N) (Margalef, 1958). Calculadas como:

$$d = \frac{S - 1}{\log N}$$

- Índice de Shannon-Wiener, Integra la información de riqueza de especies y de su distribución (Shannon-Wiener, 1949). Calculadas como:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

- Índice de Equidad de Pielou, que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Pielou, 1966). Describe la relación entre la diversidad de Shannon-Wiener observada (H') y la máxima diversidad posible para la muestra considerada (S):

$$J = \frac{H}{\log S}$$

- Índice Simpson, probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una comunidad infinita pertenezcan a la misma especie (Simpson, 1949). Calculadas como:

$$1 - \lambda = \frac{\sum_{i=1}^S X_i (X_i - 1)}{(N(N - 1))}$$

- El índice $ES(n)$, se define como el número esperado de especies en una muestra reducida de n individuos (Hurlbert 1971). El índice $ES(20)$ expresa el número de especies que se encontrarían en una muestra, si estuviera compuesta por solo 20 individuos al azar. Calculadas como:

$$ES20 = \sum_{i=1}^S 1 - \frac{(N - X_i)!(N - 10)!}{(N - X_i - 20)!(N!)}$$

Además de estos, recientemente se ha publicado un nuevo índice desarrollado por Farriols *et al.* (2015 y 2017), el N90. Es un índice de diversidad basado en la contribución de la especie a la similitud entre las muestras (niveles de presión) de un grupo. N90 utiliza los resultados del análisis clásico de porcentaje de similitud y una rutina de remuestreo para calcular el valor promedio y de dispersión del número de especies que contribuyen hasta el noventa por ciento de la similitud en un grupo de muestras.

Para analizar la sensibilidad de los hábitats bentónicos a la presión pesquera se ha diseñado el *Benthic Sensitivity Index to Trawling Operations* (BESITO). Este índice, desarrollado por González-Irusta *et al.*, (2018) clasifica las especies en función de la sensibilidad de las mismas a los artes de arrastre utilizando para ellos una serie de *Biological Traits* o características biológicas de las especies. Los análisis basados en estas características biológicas de las especies (BTAs por sus siglas en inglés) han adquirido una creciente importancia en el estudio de los impactos antrópicos (ejemplo: Tillin *et al.*, 2006; De Juan *et al.*, 2007; De Juan and Demestre, 2012) y son en la actualidad uno de los campos en desarrollo

más prometedores en este tipo de estudios. En concreto, el índice BESITO utiliza 8 “*Biological Traits*” distintos; Talla (BT1), longevidad (BT2), movilidad (BT3), fijación al sustrato (BT4), posición en el bentos (BT5), flexibilidad (BT6), fragilidad (BT7) y tipo de alimentación (BT8) (Figura 33).

		Score 1	Score 2	Score 3	Score 4
Size	Big organisms are more easily affected by trawling than the smaller ones, which can escape through the net having less probabilities of being affected	Small (<2 cm)	Medium (2–10 cm)	Medium large (10–50 cm)	Large (>50 cm)
Longevity	Long-life organisms have a lower recovery capacity and usually need more time to reach sexual maturity	<5 years	5–10 years	10–50 years	>50 years
Motility	Mobile species are more able to escape from trawling and can colonize trawling grounds by migration	Swimmer	Crawl	Burrow/Crevice/ Occasional crawl	Sessile
Attachment	Species with a permanent attachment cannot survive if they are decoupled, whereas species with a temporal attachment have a chance	No sessile	–	Temporary	Permanent
Benthic position	Exposition to trawling disturbance is highly influenced by benthic position. Burrowing species are less exposed than emergent ones	Burrowing	–	Surface	Emergent (>20 cm)
Flexibility	Sessile species with a high flexibility are less sensitive to trawling than species with low flexibility.	High (>45°) or no sessile	–	Low (10–45°)	None (<10°)
Fragility	Species with a very strong shell (e.g. some mollusca species) are less sensitive to physical impacts than species with a very fragile shell (e.g. <i>Echinus melo</i>), which can suffer mortal damage with a higher probability	Hardshell, vermiform	Strong	No protection	Fragile shell
Feeding habit	Scavengers or opportunistic scavenger can prey on dead and injured individuals after trawling, whereas filter animals usually are negative affected by trawling (siltation)	Scavenger	Predators, Omnivores	Deposit-feeders	Filter-feeders

Figura 33. Tabla extraída de González-Irusta et al. (2018) en la que se muestran los 8 BTs empleados en el índice BESITO así como el valor que las especies reciben en cada *trait* en función de su tamaño, longevidad, etc.

Estos “traits” son combinados mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$BESITO = \text{round} \left(\frac{2xBT_1 + 3xBT_2 + BT_3 + BT_4 + BT_5 + BT_6 + 2xBT_7 + 2xBT_8}{6.6} - 2 \right)$$

donde BT se refiere a cada *Biological Trait*.

Usando este índice BESITO todas las especies pueden ser clasificadas en 5 niveles, incluyendo especies oportunistas (su abundancia aumenta con la presión, BESITO=1), tolerantes (su abundancia no se ve afectada por la presión, BESITO=2) y diferentes grados de especies sensibles (su abundancia disminuye con la presión BESITO=3,4 y 5). Dentro de las especies sensibles, el grado de sensibilidad aumenta con el valor del índice, siendo las especies con un BESITO de 3 menos sensibles que las especies con un valor de 4 y estas a su vez más resilientes que las especies con un BESITO de 5, que son las especies de mayor sensibilidad al arrastre. Toda la información relacionada con este índice así como una lista con más de 90 especies con los valores de los “traits” y su valor del BESITO puede ser consultada en la publicación del BESITO (González-Irusta et al., 2018).

Este índice de sensibilidad está desarrollado para el arrastre, por lo que es necesario que sea adaptado al palangre, ya que la sensibilidad de las especies es distinta en función del tipo de aparejo. Esta será una de las aportaciones más importantes de la segunda fase del proyecto **IMPALHA**, aportando datos para el diseño de un índice específico para el palangre de fondo.

4.4. Diseño de la campaña IMPALHA (IMPALHA Fase II)

Uno de los principales objetivos de esta primera fase del proyecto **IMPALHA** ha sido el diseño de la campaña de investigación que se llevará a cabo en la segunda fase del proyecto. El objetivo de la campaña de investigación **IMPALHA** será analizar el impacto del palangre de fondo sobre los hábitats bentónicos en los LICs de la RN2000. En proyectos anteriores, como el proyecto **INDEMARES**, se ha analizado el solapamiento espacio-temporal de la actividad pesquera y los hábitats, pero no se pudo precisar si existía daño físico o estructural en los hábitats y en ningún caso se pudo definir si se producía un efecto negativo sobre el hábitat objeto de protección. En el verano de 2018 se realizó la campaña **CANAVIS18**, comparando la calidad de los hábitats según un gradiente de presión, con el objetivo de evaluar el impacto de la actividad pesquera sobre los hábitats bentónicos. Los resultados mostraron que podía existir un efecto negativo del enmalle y el arrastre sobre los hábitats bentónicos, mientras que en el caso del palangre los resultados no pudieron demostrar fehacientemente si había efectos sobre los hábitats. Posteriormente, en el 2019 se realizó la campaña **CABEFAP**, mediante un experimento BACI, para determinar cómo se produce el impacto y cuáles son los efectos sobre el fondo de la red de enmalle dirigida a rape (rasco) y ver cuál es el área afectada por un arte de enmalle de estas características.

Dado que la comparación entre niveles de presión no ha demostrado ser concluyente en el caso del palangre de fondo, se propone hacer un experimento BACI a desarrollar en la segunda fase del proyecto **IMPALHA**. Con este trabajo se pretende maximizar la protección de los hábitats objeto de protección minimizando los efectos sobre las actividades pesqueras. Permitiendo, gracias al conocimiento de esa interacción que va a proporcionar este experimento, desarrollar estrategias de mitigación de los posibles efectos negativos, es decir, modificaciones en el comportamiento de los barcos o en la construcción de los aparejos que reduzcan el impacto sobre los hábitats bentónicos. Uno de los requisitos para la realización de esta experiencia es la participación de al menos una embarcación de pesca de palangre de fondo para realizar el impacto controlado. Por lo que es necesario previo a la campaña coordinarse con las asociaciones de la zona de influencia de las zonas de muestreo, dado que se le supone un mejor conocimiento de los caladeros donde se va a trabajar, para el alquiler y diseño en detalle de la experiencia.

Los objetivos específicos preliminares de la campaña serán:

1. Caracterizar y cuantificar la interacción física del arte de pesca y de cada uno de sus elementos con el fondo, las especies y los hábitats.
2. Estimar el área de influencia del aparejo.
3. Caracterizar y cuantificar los efectos físicos del arte sobre los fondos, las especies y los hábitats.
4. Identificar las variables implicadas en la pérdida de artes de pesca y pesca fantasma.
5. Caracterizar las especies *by-catch* de los lances realizados con el pesquero comercial y basura.

Además, obtendremos datos que nos permitirán apoyar la construcción de un índice de sensibilidad para el palangre de fondo, recoger imágenes y aportar información acerca de los hábitats donde tiene lugar la actividad pesquera, etc. La campaña se llevará a cabo a lo largo del verano del 2024. Por último, durante la campaña se desarrollarán actividades enfocadas a la divulgación científica tanto asociadas a la propia campaña, como a la propia actividad pesquera de palangre de fondo, aprovechando su participación en la campaña.

La duración de la campaña se estima que sea de aproximadamente 1 mes, dado que, como veremos después, analizaremos 3 hábitats muy distintos, y el ROV requiere unas condiciones óptimas climatológicas, por lo que es frecuente que se pierdan días de trabajo por mal tiempo.

4.4.1. Zonas de estudio

Las zonas de estudio se han seleccionado en base a la información disponible del proyecto **INTEMARES** y de los resultados obtenidos en la primera fase del proyecto **IMPALHA**, en cuanto a presencia de hábitats RN2000 y distribución espacial del esfuerzo de pesca de la flota de palangre de fondo. Como área de estudio de la campaña se han seleccionado zonas de pesca o próximas a donde la flota actúa, de forma que por un lado sean caladeros conocidos por la flota, y por otro sean zonas explotadas y legales para su explotación, ya que vamos a realizar una actividad pesquera que puede impactar en los hábitats. El área de trabajo se encuentra en los LIC Sistemas de cañones submarinos de Avilés y en lo que será el futuro LIC Cañones submarinos de Capbreton (Figura 34 y Figura 35). Para la selección de las estaciones, además de por la presencia de actividad pesquera, se ha tenido en cuenta que las especies estructurantes fueran muy distintas, morfológica y estructuralmente. Por lo tanto, se han seleccionado tres hábitats (estaciones) muy distintos entre sí en cuanto a sensibilidad: tamaño, flexibilidad, dureza, etc.

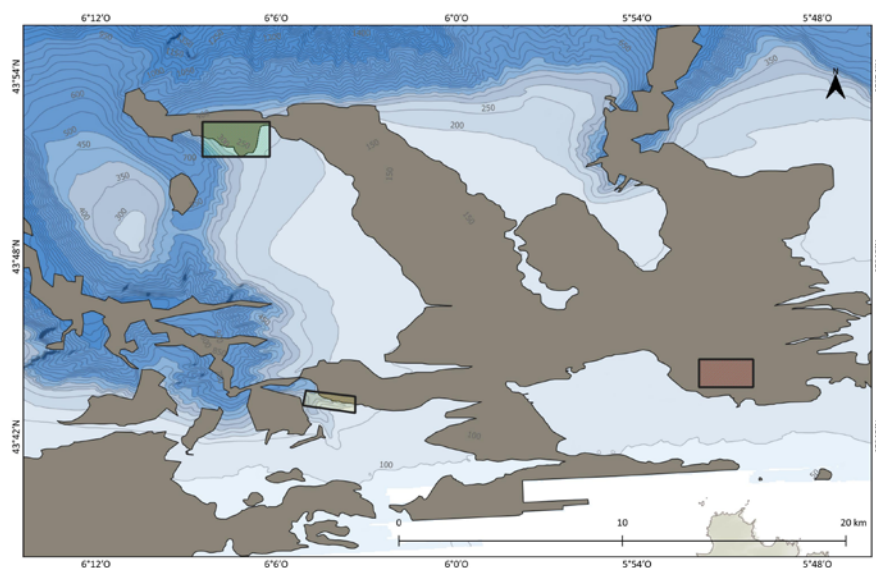


Figura 34. Mapa de las áreas propuestas en el LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés para la Campaña BACI de la fase II del proyecto IMPALHA.

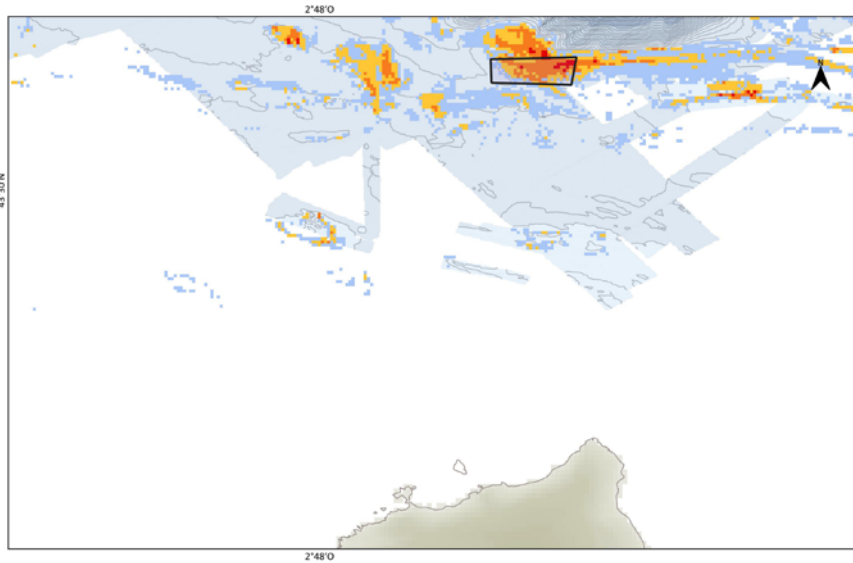


Figura 35. Mapa del área propuesta en el LIC cañones submarinos de Capbreton para la campaña de la segunda fase del proyecto IMPALHA. El gradiente de color indica la presencia del hábitat de *Dendrophyllia cornigera*.

Hábitat de *Asconema setubalense* (HbAs) (Foto 9). Se caracteriza por la presencia de una especie vulnerable de gran tamaño, *Asconema setubalense* (Esponja gigante de copa). Es una de las mayores especies de invertebrados bentónicos del Cantábrico, de gran inconsistencia y por tanto elevada fragilidad frente a los impactos antropogénicos. Al igual que otras esponjas de cristal es una especie vulnerable por su crecimiento lento. Debido a su gran tamaño sirven de refugio a pequeños invertebrados y peces. Aparece en profundidades superiores a 200 m y en fondos rocosos con cierta cobertura sedimentaria. La estación de muestreo se situará en el caladero Mar de Mares (Figura 17 y Figura 34).



Foto 9. Esponja gigante de copa (*Asconema setubalense*).

Hábitat de corales blancos (HbCb). Se caracteriza por la presencia de una especie vulnerable de tamaño medio, *Madrepora oculata* (Corales blancos) (Foto 10). Una de las comunidades más características asentadas en gran parte del margen continental del Atlántico nordeste son los “bancos de coral blanco”, comúnmente llamados “arrecifes de aguas frías” o incluso “facies coralina”. Su importancia biológica y económica, así como su fragilidad, son actualmente reconocidas y cada vez son objeto de más estudios. Se corresponden con la mayor representación del hábitat “1170 Arrecifes” de la Directiva Europea. En la cabecera del cañón de Avilés encontramos colonias discretas de corales blancos, principalmente de la especie *Madrepora oculata*, que suelen fijarse sobre resaltes y paredes inclinadas en las cabeceras rocosas de los cañones submarinos. *Madrepora oculata* es una de las especies protegidas de corales más importantes localizadas en el Sistema de cañones submarinos de Avilés. Esta especie a diferencia de *A. setubalense* tiene un tamaño medio y es dura. La estación de muestreo se situará en el caladero La Piedra (Figura 17 y Figura 34).



Foto 10. Corales blancos (*Madrepora oculata*).

Hábitat de *Dendrophyllia cornígera* (HbDc): Se caracteriza por la presencia de especies vulnerable de pequeño tamaño, *Dendrophyllia cornígera* y *Phakelia* sp. La primera es un coral duro amarillo y la segunda es un género de esponjas con 2 especies de cierta importancia en la zona, que son blandas. Una de ellas, *P. robusta*, puede tener un tamaño medio. Las zonas candidatas de muestreo son frente al Cabo de Peñas en el caladero Mar de Peñas y/o frente a Cabo Machichaco en los caladeros de Erekaro, Martxatxu y Urkukluek (Figura 17, Figura 34 y Figura 35).

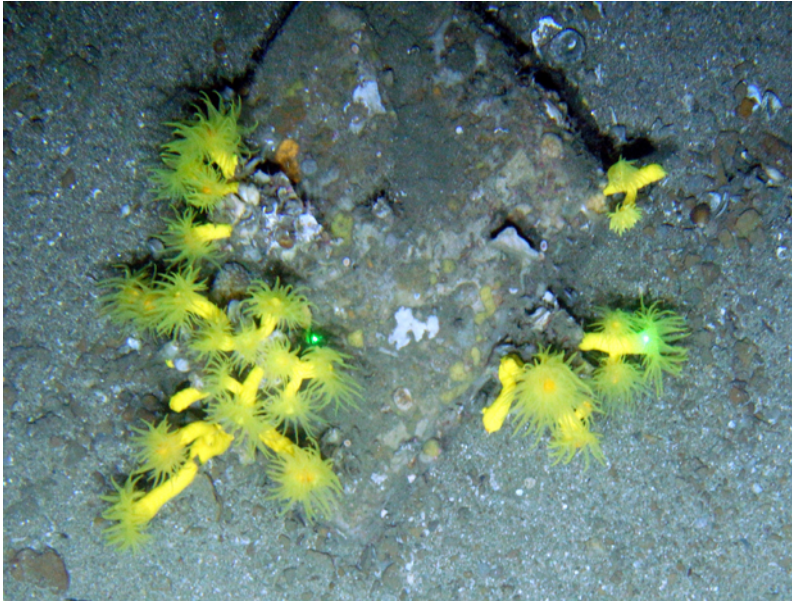


Foto 11. Coral amarillo (*Dendrophyllia cornigera*) arriba y *Phakelia ventilabrum* (abajo). Fotos: F. Sánchez.

4.4.2. Plan de Campaña

De las 4 estaciones propuesta (1 estación en el Hábitat *A. setubalense* y Hábitat Corales Blancos, y 2 Hábitat de *D. cornígera*) el objetivo prioritario será que queden los 3 tipos de hábitats muestreados. La climatología será la principal limitación para poder cubrir las 4 estaciones propuestas. En función de los fondos económicos asociados a la segunda fase del proyecto **IMPALHA**, otra opción será trabajar de forma simultánea en los dos LICs, con 2 barcos oceanográficos y 2 barcos de pesca. En la presente propuesta de Plan de Campaña asumiremos la solución más conservadora que es solo muestrear las 3 estaciones más próximas entre si y que cubren los 3 tipos de hábitats. El muestreador a utilizar durante la campaña será el ROV LIROPUS (Foto 12). Por sus requerimientos climatológicos y por tratarse de un equipamiento delicado, además de este se dispondrá del trineo fotogramétrico TASIFE (Foto 12). El ROV LIROPUS se equipará en el modo de vuelo libre con el umbilical por el costado, esto limitará la profundidad de operaciones a los 450 m. Esta configuración permitirá si fuera necesario embarcar otro muestreador que se largue por la popa.

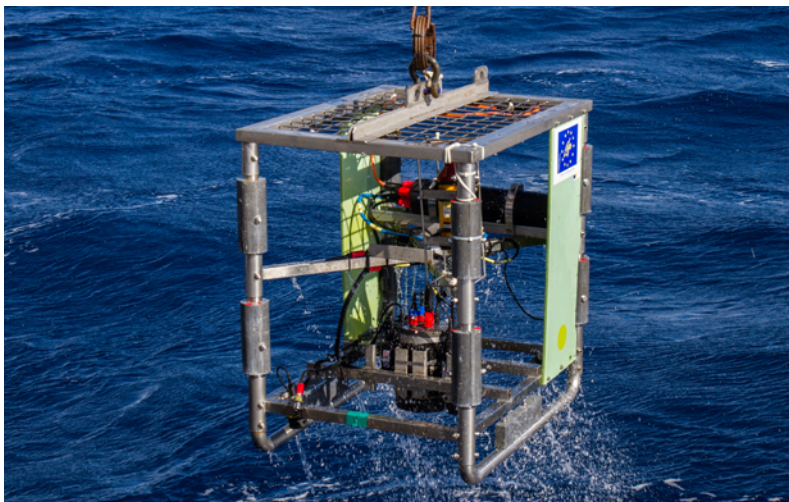
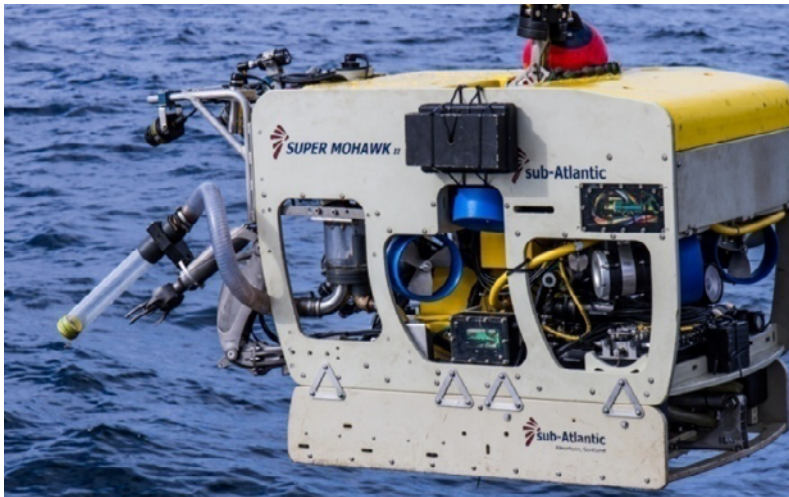


Foto 12. ROV LIROPUS (arriba) y Trineo fotogramétrico TASIFE (abajo).

La campaña se realiza en 4 fases:

1. Fase I (montaje): durante esta fase se procederá al montaje del equipo ROV LIROPUS y del equipamiento informático científico necesario. En esta fase se harán las capas de muestreo y batimétricas necesarias para el muestreo con el ROV. Además se harán reuniones de coordinación entre los responsables del ROV, equipo científico, *survey* y Capitán del barco.
2. Fase II (*before*): Durante esta fase se inspeccionará con el ROV LIROPUS, según la estrategia de muestreo prevista, las zonas donde van a ser largados los aparejos de pesca de palangre de fondo.
3. Fase III (impacto): durante esta fase se trabajará de forma coordinada con el barco de pesca profesional encargado de realizar la actividad pesquera en las zonas previamente acordadas. Las actividades principales a realizar durante esta fase serán: observación a bordo del pesquero de capturas y actividades pesqueras; balizamiento de aparejos; inspecciones en directo con el ROV LIROPUS de cómo interactúan cada una de las partes del aparejo de pesca con el fondo; recogida y almacenamiento desde el barco de toda la información proporcionada por las balizas (cálculo del área); etc.
4. Fase IV (*after*): En esta fase se inspeccionará cada una de las zonas donde se ha realizado la actividad pesquera siguiendo las zonas de muestreo realizadas durante la fase II, con el objeto de ver los efectos de la actividad pesquera sobre los hábitats, especies y fondo.

Durante la fase I de la campaña se montará y comprobará todo el equipo de ROV así como el equipo informático científico. Esta fase se estima una duración de 4 días. Las actividades a realizar por el equipo científico (formado por dos personas) durante esta fase son:

1. Instalación de los equipos informáticos
2. Configuración de los equipos para la toma de datos del HYPACK y del Barco
3. Crear las capas necesarias para el muestreo con ROV
4. Configuración y comprobación de los equipos de grabación
5. Sincronización de los equipos de grabación y de toma de datos
6. Configuración y comprobación de equipo de balizamiento
7. Coordinación con equipo de ROV y Capitán BIO
8. Coordinación Seguridad ROV
9. Simulación general de inmersión

En cada una de las estaciones es imprescindible identificar previamente las zonas de calado de los aparejos, es decir, situar los extremos de los palangres que se van a largar. De esta forma podremos hacer la evaluación de los hábitats previa al impacto (*Before*). La decisión de dónde se van a calar y la longitud de los palangres se decidirá antes de la campaña de forma coordinada con el barco de pesca profesional.

Para la fase II de la campaña se estima una duración de 7 días. Esta fase dura más que la fase IV, que en esencia es repetir los trabajos de esta fase, ya que habrá que localizar los sitios más propicios donde se puede muestrear con el palangre para hacer la simulación de impacto y que además existe cierta calidad del hábitat a muestrear. La información disponible previamente es limitada por lo que será necesario emplear días de exploración. En esta fase se realizará la localización “fina” de sitios de muestreo y la caracterización de hábitats y fondos previa al impacto con el arte de pesca. Esta actividad se realizará en cada una de las estaciones seleccionadas. En cada una de esas zonas, donde se va a simular la actividad pesquera posteriormente, se hará un muestreo ROV siguiendo la estrategia que se puede ver en la Figura 36. Tomando como referencia la línea recta que une los dos extremos de la línea de palangre, se realizan 4 bloques de 4 transectos cada uno. Los transectos de cada bloque estarán separados 50 m entre sí. Cada transecto tendrá una duración de 20 minutos. El bloque 1 y 4 de transectos se situarán centrados sobre la línea imaginaria que une los extremos del aparejo, los bloques 2 y 3 se situarán uno a cada lado de esa línea imaginaria, tal como se puede ver en el esquema. En la unidad de ROV se grabará toda la inmersión como un solo fichero, mientras que en la unidad de *Survey* se grabarán los transectos tal cual se describe en el esquema. El inicio y final del transecto quedará indicado en la grabación en continuo de la unidad de ROV con un apagado de 5 segundos de los láseres, que deben estar siempre encendidos (exceptuando cuando se recopilen fotos e imágenes para la colección). Se estima que la evaluación de cada estación, sin contar con la exploración, llevará aproximadamente un día de trabajo.

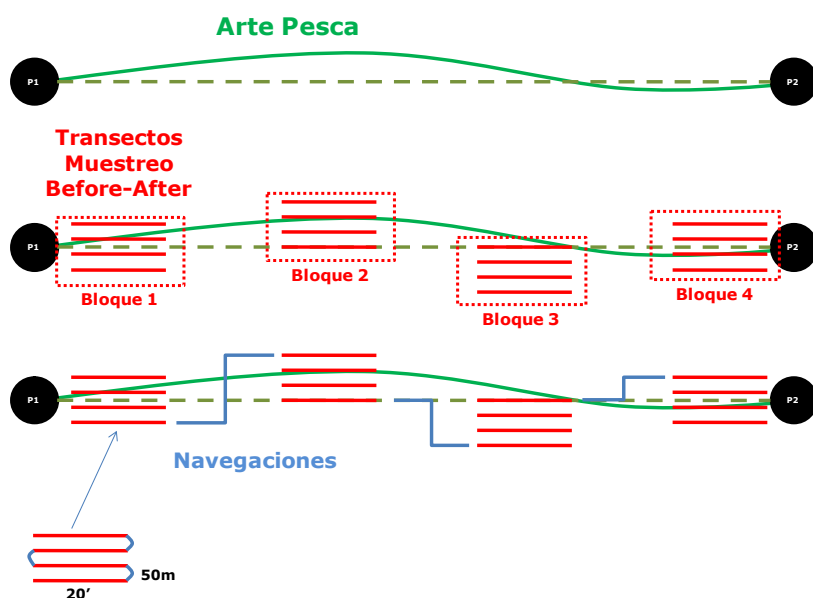


Figura 36. Diseño de muestreo con ROV *before-after*. En verde el arte desplegado en el fondo (teórico); P1 y P2 indica el comienzo y el final del aparejo. En rojo los transectos realizados con el ROV de 20' separados 50 m en grupos de 4. Y en azul las transiciones entre transectos de muestreo.

El minutado se realizará en directo (Foto 13). Se anotarán las especies, residuos, tipo de sustrato y el segundo en el que aparecen. Cuando se encuentren ejemplares con evidentes daños físicos o daños físicos en el fondo además se anotará la posición en la que se han encontrado. Una vez finalizado el muestreo de una estación se volverá a la posición y se tomarán imágenes de vídeo y fotografías de los ejemplares. En el caso de encontrar especies singulares por su tamaño y delicadeza, se anotará en un estadillo específico su posición, con el objeto de volver a este mismo sitio en la fase IV de la campaña y evaluar su estado de conservación después del impacto controlado.



Foto 13. Visionado de los vídeos en directo procedentes del ROV.

Durante la fase III de la campaña se realizará el impacto controlado y seguimiento de aparejos calados. En el caso de mal tiempo, si fuese posible, el barco de pesca trabajará normalmente, aunque el barco oceanográfico o equipamientos no estén operativos. Se estima una duración para esta fase de 10 días. Se ha duplicado la duración de esta fase respecto a la experiencia pasada porque en la experiencia pasada (INTEMARES, Campaña CABEFAF19) fue insuficiente.

A bordo del barco comercial se realizará, a cargo del coordinador de muestreo de pesca, el seguimiento y toma de datos de todas las operaciones asociadas a la pesca. De cada operación de pesca se recogerá: número de lances; posición y hora de largada y virada; identificación taxonómica, número, peso y talla de todas las especies capturadas; y fotografías de las capturas realizadas. Además, mientras el barco esté en la mar, se registrará con un GPS portátil todos los movimientos de la embarcación mientras está trabajando. El número de anzuelos a largar en cada estación de muestreo se fijará previamente con el barco profesional seleccionado. Los palangres se deberán largar y virar todos los días y en todas las estaciones. Con el objeto de hacer seguimiento desde el barco de balizas mientras el aparejo está calado, cada día se dejará un aparejo calado 24h en una estación seleccionada previamente.

Durante esta fase se realizarán los trabajos de estimación del área barrida y observación directa de la interacción arte de pesca y fondo. Esta experiencia se realizará en todas las estaciones durante la fase III. El aparejo se balizará en los extremos y al 25%, al 50% y al 75% de su longitud. Las balizas

nos proporcionan información sobre la posición, la fecha y la hora, y se pueden programar para que recojan y transmitan la información con la frecuencia que más interese. Una vez el aparejo está calado en el fondo, el barco oceanográfico se situará en las cercanías, para recibir las señales de las balizas con las menos interferencias posibles. Una vez largado, y mediante la información recogida en el HYPACK se monitorizará con dos objetivos: analizar el comportamiento del aparejo en el fondo, y evaluar si existe deriva u otros movimientos del aparejo que comprometan las operaciones con el ROV. Es muy importante situarse a una distancia del aparejo que permita estar recibiendo la señal de todas las balizas a la vez. Una vez diseñadas las posibles maniobras del ROV y establecido con el equipo de ROV los límites de seguridad, se inspeccionarán las zonas balizadas, con el objeto de analizar cómo se produce la interacción entre el aparejo y el fondo y con la fauna. En un principio para la inspección existen dos posibilidades: descender por el cabo que une el aparejo con la boya que indica el comienzo del mismo, o aproximarse perpendicularmente al aparejo en dirección a una de las balizas intermedias; esta última fue la realizada durante la Campaña **CABEFAP**. Una vez el ROV llega al fondo comienza la inspección del aparejo.

Además, durante esta campaña se tiene previsto instalar pequeños pesos unidos al aparejo por hilos débiles, que se soltarán durante la virada, y quedarán en el fondo. Esto permitirá conocer el área de influencia del aparejo y proporcionará información adicional para realizar la caracterización y cuantificación de los efectos físicos del arte sobre los fondos, las especies y los hábitats. Un inconveniente que podemos encontrar en este proceso es que no podremos utilizar las balizas utilizadas en campañas previas, ya que el aparejo es más delicado y se necesitarán balizas de menor tamaño. Se están buscando alternativas de balizas en el mercado que por su tamaño, forma y propiedades sean adecuadas. Se pretende instalar estas balizas en los flotadores modificados que sustituirán los flotadores del aparejo (Figura 37).



Figura 37. Piedras y flotadores del aparejo piedra-bola. Ejemplo de balizamiento del aparejo de pesca que se realizará durante la campaña IMPALHA2. Foto: M. Huerta.

Dado que no es necesario realizar exploraciones se estima una duración de 4 días para la fase IV de la campaña (*after*). Una vez se ha finalizado el trabajo con el barco de pesca, el equipo de ROV volverá a hacer una evaluación de los efectos sobre los hábitats de las zonas experimentales de pesca. Se utilizarán los recorridos hechos por el ROV en la fase II. El minutado se realizará en directo. Se anotarán las especies, residuos, tipo de sustrato y el segundo en el que aparecen. Cuando se encuentren ejemplares con evidentes daños físicos o daños físicos en el fondo además se anotará la posición en la que se han encontrado. Una vez finalizado el muestreo de una estación se volverá a la posición y se tomarán imágenes de vídeo y fotografías de los ejemplares con evidencia de daños físicos. Además, se revisarán los ejemplares singulares localizados en la fase II.

En todas las fases, menos la I, al finalizar el muestreo programado del día, se realizarán misiones de exploración con el objeto de ir construyendo un catálogo de especies, comportamientos y daños físicos. Estas misiones se realizarán sin los láseres puestos, salvo que diga lo contrario el responsable de bentos o el jefe de campaña.

Del mes previsto para la campaña, se reservan 5 días de margen para mal tiempo y posibles reparaciones del equipamiento científico. Las fuentes de datos de la campaña serán:

- Datos Puente: Se registrarán todas las operaciones del barco oceanográfico.
- Datos Biológicos: se recopilará la información en directo de todas las especies, facies y especies singulares por sus características. Los datos se informatizarán a bordo durante la campaña.
- Vídeo: Se almacenará copia de los vídeos en alta y baja calidad. La copia de baja calidad tiene sobreimpresa información de la posición del ROV, altura sobre el fondo, velocidad y ángulo de la cámara.
- Fotografías: Esta información se almacenará en autocontenido en la cámara de fotos del ROV.
- Datos HYPACK: Se almacenarán cada una de las actividades por separado. En cada fichero se almacenará la posición, rumbo (menos balizas), velocidad (menos balizas), profundidad de todos los elementos sumergidos y la del barco oceanográfico.
- Datos de las balizas: Se recopilará toda la información de todos los elementos sumergidos.
- Información de pescas experimentales: Esta información procederá del observador a bordo, encargado de obtener toda la información de las operaciones de pesca, características del arte de pesca y capturas.

5. Que hemos aprendido. Taller participativo “El Palangre y los Fondos Marinos: gestión y futuro”

El 23 de julio de 2022 se realizó en el Centro Integrado de Formación Profesional del Mar de Gijón un taller participativo para el intercambio de conocimientos y experiencias entre Pesca-Ciencia-Gestión (Foto 14). El taller contó con 16 participantes entre representantes del sector pesquero, de las federaciones de cofradías, de asociaciones de pescadores, de la administración y de expertos en pesquerías y recursos pesqueros (Figura 38). La finalidad de este taller es obtener información sobre la actividad pesquera, así como profundizar sobre la realidad y las necesidades de las pesquerías de anzuelo de fondo.



Foto 14. Participantes en el taller.

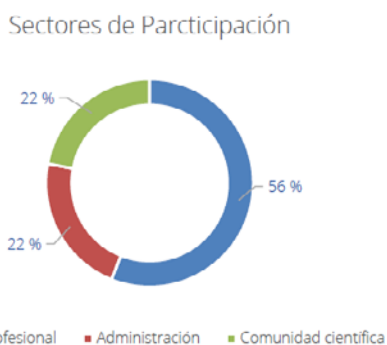


Figura 38. Gráfico de porcentajes de participación en el taller IMPALHA para conocer el Impacto del Palangre de fondo en los Hábitats Bentónicos en los LICs de la RN2000.

En la primera parte del taller se realizó una valoración de la situación actual de las pesquerías de anzuelo de fondo mediante tres paneles informativos (Foto 15). Estos paneles incluían información sobre la distribución espacial de los caladeros por cada pesquería, la distribución espacial del esfuerzo pesquero de la flota de anzuelo de fondo y las especies objetivo de esta flota. Para promover un buen intercambio de información entre los participantes, se formaron

grupos heterogéneos con representantes de diferentes ámbitos. En cada panel un miembro del equipo investigador explicó brevemente la información reflejada y promovió el debate en cada grupo sobre la temática del panel. Durante el debate un miembro del grupo anotó las principales conclusiones generadas sobre la temática.



Foto 15. Dinámica de paneles.

En cuanto a la distribución espacial de los principales caladeros de las diferentes pesquerías con anzuelo de fondo en el entorno del LIC Sistema de cañones submarinos de Avilés (línea para merluza, palangre para merluza, palangre para abadejo, palangre para congrio, palangre para brótola de fango) los participantes corroboraron dicha distribución e hicieron hincapié en los caladeros de mayor importancia por abundancia de capturas/rendimiento económico de cada pesquería de anzuelo de fondo. También comentaron los principales conflictos debidos a la competencia por el territorio con otras modalidades de pesca (arrastre, enmalle) presentes en la zona donde se ubican sus caladeros. En general, tanto el sector pesquero como los representantes de la gestión consideran que la información espacial, de la mejor calidad posible, favorece la gestión de los recursos y los espacios. Aunque sí que es verdad, reconocido por todos los sectores, que existe cierto grado de resistencia a este tipo de información por problemas de confidencialidad, en la mayoría de los casos relacionados con la competencia entre las mismas embarcaciones. Los caladeros identificados con VMS coinciden con los caladeros donde actúa la flota, y que en general no existen diferencias entre las embarcaciones mayores o menores a 15 m. En el caso del caladero situado frente a Cabo Peñas, en el que a partir de la información de los VMS se había observado una intensidad de esfuerzo desigual con tendencia a disminuir incluso algún año a desaparecer, se corrobora este comportamiento por parte de la flota. Esto lo atribuyen a una bajada importante en los rendimientos de la zona. Esta zona es de especial interés ya que hay hábitat de *D. cornígera* muy bien desarrollado. El número de líneas y anzuelos largados por la flota mayor y menor a 15 m es el mismo. Dado que cada vez es más difícil completar las tripulaciones, incluso se está produciendo una reducción en el número de anzuelos largados. Además, existen problemas con las vedas, el sector opina que no se respetan por todos, y sería necesario incluso ampliarlas y/o cambiarlas de forma que se adaptaran a los ciclos biológicos de las especies. Ofreciéndose a colaborar con la ciencia y la gestión para esta adaptación de las zonas de veda. Un plan de actuación identificado por el sector para incrementar la colaboración y la implantación de medidas, es tener plan de actuación desde abajo. Es decir, trabajar con el sector directamente, interaccionando con la flota (*down-top*), en vez de directamente entre la gestión y las organizaciones sectoriales (*top-down*).

Aunque no tenía una relación directa con este primer panel, se identificó por parte del sector un problema asociado a las capturas, y es que el margen de error permitido entre la declaración de desembarco y el desembarco real es muy estrecho, lo que ocasiona numerosas sanciones. Es necesario, según ellos, ampliar los márgenes o buscar métodos que permitan mejorar la precisión. Además, hay una queja relacionada con que la cuota asignada al palangre de fondo no es suficiente, por lo que en ocasiones tienen que comprar cuota, lo que se conoce como “pagar para trabajar”.

Con respecto a las principales especies objetivo de las pesquerías de anzuelo de fondo, los participantes indicaron que no hubo cambios de las especies objetivo a lo largo del tiempo, pero sí variaciones considerables en el volumen de capturas, de tal forma que especies como el besugo o la palometa, han reducido mucho su presencia, mientras que la merluza se ha convertido en la especie más importante en capturas de estas pesquerías de anzuelo de fondo (Figura 16). Las capturas accidentales con las artes de anzuelo de fondo consideraron que son ocasionales, ya que son artes muy selectivos, y en todo caso, suelen devolverse al mar vivas. En lo referente a los residuos generados por la actividad pesquera diaria, la pérdida de aparejos y/o trozos de sedal o anzuelos son los residuos habituales. En el caso de pérdida o rotura de la línea madre, suele ser recuperada durante los siguientes días de actividad pesquera. Todos los participantes del sector pesquero mostraron un alto grado de implicación en la reducción de estos residuos, con su recogida y depósito en los contenedores adecuados situados en las zonas portuarias. Además, surge una propuesta de reutilización de los anzuelos de aparejos rotos o dañados.

En lo referente a la distribución espacial del esfuerzo pesquero, los participantes confirmaron que las zonas de mayor esfuerzo pesquero se concentran en la cabecera del Cañón de Avilés y en caladeros de gran riqueza de especies como el Agudo de Fuera (Figura 16a y 16c). Además, coinciden en que las zonas de mayor intensidad pesquera próximas a costa son compartidas por la flota mayor y menor de 15 m, mientras que los caladeros de elevado esfuerzo pesquero de zonas más alejadas (como el Agudo de Fuera) solamente son explotados por la flota mayor de 15 m. Aunque en los caladeros próximos a costa podría haber competencia por el territorio, no perciben la existencia de dicha competencia. Esto lo justifican por dos motivos: la existencia de un sistema de turnos para ocupar los caladeros y la reducción considerable de la flota dedicada a las artes de anzuelo de fondo en la última década. El sistema de turnos consiste en ocupar en cada jornada de pesca de forma ordenada zonas dentro o entre caladeros y rotar entre embarcaciones las ubicaciones a lo largo del tiempo, evitando la competencia por un mismo espacio. La reducción de la flota ha sido consecuencia de la considerable bajada de capturas de las principales especies objetivo de estas pesquerías. Sobre todo, destacan la desaparición de muchas embarcaciones dedicadas a pincho, arte muy selectivo que se vio muy afectada por el descenso de capturas, y el cambio de uso de pincho a palangre en la flota que permaneció activa debido a su mayor versatilidad en las capturas. El descenso de capturas a lo largo del tiempo también ha provocado la pérdida de diversidad de caladeros de pesca. Ya que se han abandonado caladeros que antaño eran relativamente productivos y se ha concentrado la actividad en caladeros de gran riqueza, como el Calafrió o la Piedra, debido a que solo en estos caladeros se garantizan un volumen de capturas adecuado para mantener su actividad.

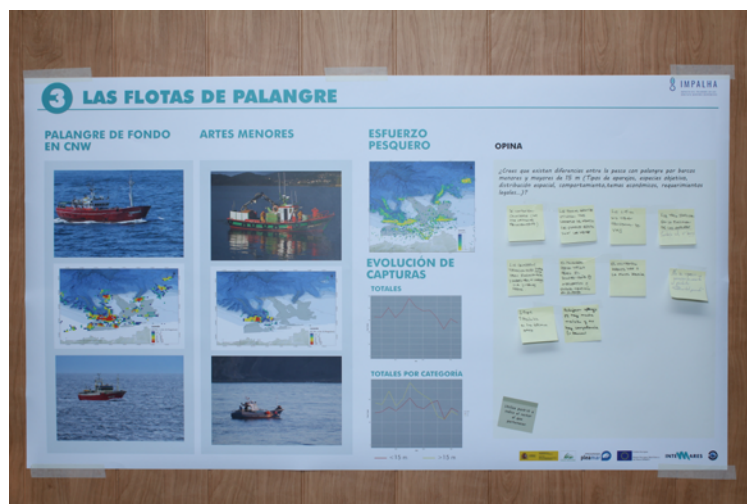
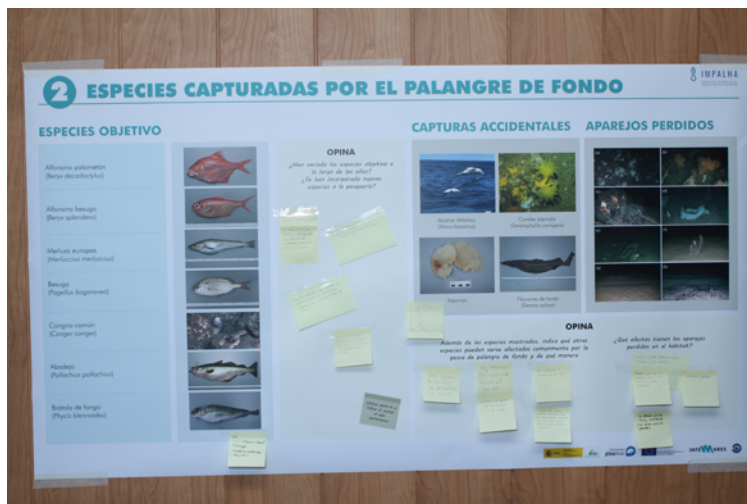
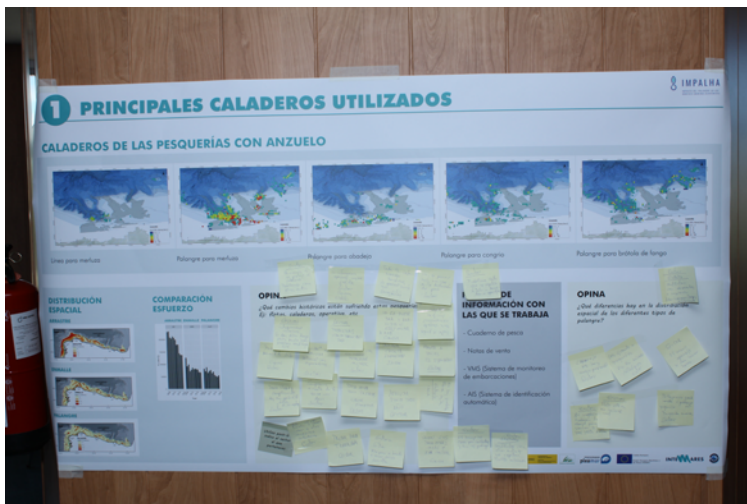


Foto 16. Paneles utilizados durante el taller. (De arriba hacia abajo): principales caladeros utilizados, especies capturadas por el palangre de fondo y las flotas que se dedican a esta pesquería.

En la segunda parte del taller se constituyeron dos mesas redondas con representantes de los diferentes ámbitos para promover el diálogo en torno al futuro de las pesquerías de palangre de fondo en el mar Cantábrico. Para ello se ha recopilado, mediante tablas que los participantes rellenaron, la percepción sobre las amenazas y los impactos positivos y negativos de la flota de palangre de fondo en el mar Cantábrico (Tabla 7).

Tabla 7. Resumen sobre los aportes del futuro de las pesquerías de palangre de fondo del mar Cantábrico.

Impactos positivos	Impactos negativos	Amenazas
Alta selectividad del arte	Contaminación por desarrollo de la actividad: pérdida de aparejos y emisión gases por consumo de combustibles	Escasa diversificación de la actividad pesquera con gran dependencia de una sola especie (merluza)
Alto grado de especialización de la flota	Falta de iniciativas desde el sector para la difusión de la cultura marinera ante la sociedad	Insuficiente cuota de merluza
Venta de producto de proximidad y de alta calidad		Problemas de comercialización de algunos recursos por la competencia desleal de la pesca recreativa
Aumento de fijación de población		Efecto de la actividad del arrastre en la destrucción de los fondos de los caladeros donde faenan
Bajo consumo de carburante porque suelen trabajar próximos a la costa		Falta de mano de obra, complejidad del sistema formativo y envejecimiento del sector pesquero (pocos programas de fomento de la profesión pesquera)
Fijación de la población en la lucha contra la despoblación		Carencia de infraestructuras portuarias adecuadas, provocando el encarecimiento de los recursos pesqueros
Menor huella de carbono respecto a otras pesquerías		Alza de costes de la actividad pesquera (subida de carburantes, etc.)
		Ausencia de campañas de promoción del consumo de los recursos pesqueros
		Fracaso de iniciativas de certificación que aporten valor añadido a los recursos pesqueros

En la última parte del taller se organizaron dos mesas de debate, variando los representantes de los diferentes ámbitos, para profundizar en los temas más relevantes identificados a lo largo del taller (Foto 17).



Foto 17. Participación en las mesas de debate.

5.1. Mesa: Colaboración entre Pesca-Ciencia-Gestión

Se propone la creación de un foro común donde intercambiar información relevante sobre la falta de conocimiento de la actividad pesquera y los recursos explotados por el palangre, así como, para poder aportar soluciones a las diversas problemáticas y necesidades de la flota de artes de anzuelo de fondo. Mejorar el conocimiento sobre la pesca de palangre de fondo beneficia tanto al sector como a la ciencia y la gestión. Entre las ideas que surgieron en esa mesa para mejorar esa colaboración surgieron algunas más pragmáticas como el uso de cuotas científicas para involucrar al sector pesquero en la necesidad de realización estudios científicos. Uno de los principales problemas identificados son los recursos económicos y de personal destinados a la gestión y a la investigación, son totalmente insuficientes en comparación al marco de actuación. Igualmente se detectó la necesidad de colaborar para poner de manifiesto los valores de este tipo de pesquerías. En ese sentido, se propuso que en la segunda fase del proyecto **IMPALHA** se explicara cómo es esta pesquería por medio de un vídeo divulgativo.

5.2. Mesa: Incorporación del valor añadido a las pesquerías de palangre de fondo

Para revalorizar las pesquerías de palangre de fondo los participantes realizaron una serie de propuestas enfocadas a diferentes ámbitos de actuación:

- Creación de canales de comercialización para la explotación de especies que no se comercialicen (como las anémonas) o que se vendan englobadas dentro del grupo de variados. Y de esta forma, sean un recurso complementario para diversificar la actividad pesquera de las artes de anzuelo de fondo, contrarrestando la dependencia que hay sobre la merluza.
- Elaboración de campañas de promoción y concienciación para el consumo de pescado de proximidad y/o km cero en diferentes ámbitos de la sociedad (mercados, centros escolares, etc.).
- Preparación de estrategias de autogestión de la actividad pesquera como por ejemplo la reducción de las jornadas de pesca, de tal forma que, las ventas de los recursos se concentren en los días donde el valor añadido sea más alto. El sector pesquero mostró descontento con las ventas de las capturas de los viernes, ya que no se pueden hacer en el día, sino que son almacenadas y comercializadas la siguiente semana. Esto provoca una depreciación considerable del valor añadido de dichas capturas.
- Atracción de nuevas generaciones hacia la profesión pesquera mediante campañas de divulgación de la cultura marinera que fomenten la importancia ambiental, social y económica de la pesca.
- Fomento de nuevas iniciativas de certificación de pesca sostenible para poner en valor la pesca selectiva, artesanal y respetuosa con los ecosistemas marinos.

5.3. Mesa: Valoración de las medidas de regulación vigentes

Se ha valorado la importancia de las áreas marinas protegidas o reservas marinas u otros tipos de figuras de protección ya que desde todos los organismos se consideran útiles, pero debe haber un seguimiento y un análisis profundo para ver si realmente las medidas de regulación son efectivas o se deben modificar una vez alcanzado el objetivo. Para ello se han identificado tres elementos necesarios que deben existir siempre: un seguimiento científico, un control efectivo y una divulgación de los resultados entre el sector y la sociedad. Es necesario incorporar en las medidas de seguimiento vigentes los análisis de ganancias-perdidas (*trade-off*), de forma que la gestión ambiental sea más efectiva en la protección, minimizando los efectos sobre el sector pesquero.

5.4. Mesa: Propuesta de potenciales medidas de regulación futuras

Las medidas de regulación futuras que implementarían los participantes tendrían relación con:

- La recogida de residuos y el reciclaje de los restos de aparejos, sobre todo los restos plásticos, para el mantenimiento de los mares y océanos limpios.
- La implementación de zonas de veda estacionales y de áreas marinas protegidas de interés pesquero, es decir, que permitan cierta actividad pesquera bajo normativas de gestión sostenible de los recursos.
- Cambios en las medidas de regulación de las pesquerías de caballa en cuanto a cuotas, reduciendo la cuota diaria para que aumente el valor añadido del recurso en la primera venta.
- No contemplaron medidas de regulación dirigidas a la implementación y gestión de parques eólicos marinos, porque consideraron que perjudicaría su actividad pesquera diaria.

En este taller participativo se ha favorecido el diálogo entre los distintos sectores, dando visibilidad a los problemas y a las necesidades de las pesquerías de anzuelo de fondo, así como a las diferentes impresiones y necesidades de las administraciones competentes y otros agentes implicados.

6. Glosario

Animal forest (Bosques animales)

Los bosques animales marinos (MAF; *Marine Animal forest*) son conjuntos bióticos compuestos principalmente por organismos que se alimentan en suspensión, como esponjas, gorgonias, corales duros, briozoos, bivalvos, etc., que forman copas como los árboles o arbustos de la tierra, creando así bosques submarinos. Por su vulnerabilidad se consideran puntos calientes (*Hotspots*) de la biodiversidad.

Arrastre de fondo

Tipo de aparejo que consiste en una red de gran tamaño y con forma de saco que se arrastra por el fondo del mar mientras un sistema compuesto por pesos y flotadores hacen que se abran una especie de puertas que permiten la entrada de los peces en el interior, pero imposibilita su salida. Si se realiza entre dos embarcaciones que navegan en paralelo (a una distancia de unos 300 m) se denomina arrastre en pareja. Uno de ellos remolca cada urdimbre (los cables de remolque) para mantener la boca de la red abierta y poder recoger los peces. Con el paso de los años y al introducirse la propulsión a motor, se introdujeron también las puertas de arrastre, que tiran de la red lateralmente para mantenerla abierta. Desde ese momento dejaron de ser necesarias las dos embarcaciones para arrastrar la red y se pasó a utilizar una sola.

Arte de pesca o Aparejo

Cada una de las técnicas que se emplean para la captura y extracción de su medio natural de especies acuáticas (pesqueras y marisqueras). Se dividen en dos categorías; artesanales o menores e industriales.

Arte de pesca demersal

Tipos de arte cuya especie objetivo es demersal, es decir, especies que viven cerca del fondo y que dependen de él para realizar sus funciones biológicas. Estas especies se conocen como bentónicas cuando viven en contacto con el lecho marino y como bentopelágicas cuando nadan sobre el fondo.

Artes menores

Modalidad de pesca de la flota artesanal, compuesta por pequeñas embarcaciones (de menos de 15 m de eslora) dedicada a la pesca con artes de red (trasmallo, enmalle de fondo, enmalle de superficie, redes mixtas, etc.), artes de anzuelo (pincho, piedra-bola, palangrillo, palangrón, etc.) nasas, etc., suelen faenar muy cerca del litoral, y poseen motores de pequeña potencia.

Bentos (especies bentónicas)

Son los organismos que viven en la zona bentónica y son diferentes de los que se encuentran en otras partes de la columna de agua.

Caladero de pesca

Área geográfica sujeta a medidas de gestión o conservación singulares según criterios.

Cerco

Tipo de pesca industrial que usa las denominadas reces de cerco para capturar distintas especies. Principalmente se usa en la pesca de sardinas, jureles, caballas, es decir especies que se mueven en bancos de peces ya que como su nombre indica consiste en cercarlos con grandes redes rodeando al banco o cardumen.

Datos VMS

Los datos VMS (del inglés *Vessel Monitoring System*, Sistema de Monitoreo de Embarcaciones de pesca) también conocidas como Cajas Azules, la ORDEN ARM/3238/2008, de 5 de noviembre regulan en España el Sistema de Localización de Pesqueros Vía Satélite (Sistema VMS). Y el REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) N° 404/2011 DE LA COMISIÓN de 8 de abril de 2011 establece en el ámbito comunitario todo lo relativo a este sistema. En base a la normativa anteriormente citada, los buques pesqueros con eslora total igual o superior a 12 m llevarán instalado a bordo un dispositivo de seguimiento por satélite. Los Estados Miembros podrán eximir de llevar este equipo a los buques de su pabellón, cuya eslora total sea inferior a 15 m, si faenan exclusivamente en las aguas territoriales del estado miembro de pabellón, o nunca pasan más de 24 horas en la mar, desde la hora de salida del puerto hasta la de regreso a él. Estos sistemas VMS recogen información de identificación del buque, fecha, hora, posición, velocidad, rumbo, etc. de cada uno de los buques de pesca y la transmiten vía satélite al Centro de Seguimiento de Pesca (CSP), de la Secretaría General de Pesca, de acuerdo con la frecuencia establecida por el propio centro, en base a los requerimientos de la normativa o al tipo de seguimiento que se realice sobre un barco o grupo de barcos.

Diario de pesca, Libro de pesca o Diario de a bordo

También conocido por su nombre en inglés *Logbook*, es un diario personal y obligatorio por tratarse de un documento oficial y legal que se lleva a bordo para registrar toda la información relevante de la actividad de la embarcación durante una marea. Toda esta información hace referencia a datos náuticos, meteorología, acontecimientos, etc., y queda almacenada y registrada por la Secretaría General de Pesca (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación).

Directiva Marco de las Estrategias Marinas (DMEM)

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) para alcanzar el buen estado ambiental (BEA) de las aguas marinas de la UE y proteger la base de recursos de la que dependen las actividades económicas y sociales relacionadas con el mar. Fuente: https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/proteccion-internacional-mar/union-europea-proteccion-medio-marino-y-costero/dm_estrategia_marina.aspx

Diseño experimental BACI (*Before/After-Control/Impact*)

El diseño experimental BACI compara las diferencias de una zona impactada con una zona control (sin tratamiento o impacto), antes y después de la intervención o tratamiento experimental.

Enmalle

Tipo de aparejo que consiste en una red rectangular que posee varios plomos en su parte inferior y varios flotadores en la superior de manera que los peces que intentar atravesarla y cuyo tamaño es superior a la luz de malla, quedan atrapados en la propia red.

Especies de *by-catch*

Captura realizada durante una operación de pesca que no incluye las especies a las que va dirigido el esfuerzo de pesca.

Flota

Grupo de barcos con similares características que comparte el mismo tipo de arte o aparejo de pesca y trabajan en una misma área dirigidos a la misma especie objetivo y en el mismo periodo del año, es decir siguen la misma táctica pesquera.

Geodatabase

Es un modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica, ya sea en archivos dentro de un sistema de ficheros o en una colección de tablas en un Sistema Gestor de Base de Datos (*Microsoft Access, Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2 e Informix*). Permite almacenar numerosos tipos de datos: Vectorial, raster, CAD, Tablas, topología, información calibrada, etc.

GPRS (*General Packet Radio Service*)

Método de transferencia de datos en las redes de telefonía móvil 2G.

Grid (cuadrícula o malla)

Es el elemento de un mapa (en forma de malla o cuadrícula) que se pone sobre él y permite ubicarlo en una referencia geográfica mediante coordenadas. Además ayuda a realizar mediciones dentro del mapa.

Hábitat

En ecología se refiere al lugar que cumple las condiciones adecuadas para la vida de un organismo, especie o comunidad, ya sea animal o vegetal.

Hábitat bentónico

La zona bentónica es la región ecológica situada en el fondo de un cuerpo de agua como un océano, lago o arroyo así como la capa de agua en contacto con ella donde habitan especies que se hunden en el sustrato o se desplazan por su superficie. Se divide en plataforma continental, talud continental y llanura abisal.

Hábitat biogénico

Biogénico hace referencia a los seres vivos. Por lo tanto este tipo de hábitats son los generados por la acción de un organismo vivo.

Hojas de Venta

En ellas se recopila toda la información asociada a la venta de las capturas durante una marea (desde la salida del barco al mar hasta su regreso a puerto) de una embarcación en concreto. Esta información incluye las especies, los kilos vendidos y el precio al que se ha vendido, además de otra información asociada a si se ha realizado algún tipo de procesado a las piezas (eviscerado, descabezado, etc.). Esta información se recoge en los puntos de primera venta (lonjas, cofradías y asociaciones), y se envía al organismo competente de la CCAA y posteriormente a la Secretaria General de Pesca.

Ictiómetro

Instrumento utilizado en biología pesquera que permite cuantificar la longitud de los peces. Consiste en dos placas lisas dispuestas perpendicularmente, a modo de escuadra. Al brazo largo se le superpone una cinta métrica.

Índices

Un índice es una relación ordenada de valores (normalmente) que representan una característica del objeto de estudio, por ejemplo el peso medio de una población. Se suelen utilizar en relación a otra variable, por ejemplo temporal (evolución del peso medio).

Indicador

Un indicador es un valor o colección de valores que nos valen para indicar algo. Es decir, cuando un dato alcanza o tiene un valor indica que se ha producido un cambio. Un índice lo podemos usar como indicador cuando lo expresamos de forma que a partir de un umbral o valor la situación analizada cambia. Por ejemplo, a partir de un valor de peso una persona se considera obesa.

Lance

Cada una de las operaciones de pesca, desde que el aparejo se cala y comienza a pescar hasta que se vira (recoge) y deja de pescar.

Lonja

Es un espacio habitualmente público dedicado al comercio de pescado y marisco. Principalmente supone venta al por mayor de dichos géneros tras su pesca extractiva inicial en el mismo día.

Marea

Cualquier viaje efectuado por un buque pesquero desde tierra hasta que vuelve a puerto, excluidas las mareas no pesqueras (marea de un buque pesquero desde un lugar hasta otro lugar situado en tierra durante la cual no lleva a cabo actividades de pesca y en la que todos los artes a bordo se encuentran perfectamente trincados y estibados y no pueden utilizarse de inmediato).

Modalidad de pesca

Forma de manejo de un determinado arte o aparejo. Cada modalidad cuenta con su correspondiente normativa, que determina las características técnicas de los buques y los artes o aparejos, así como las condiciones en que pueden utilizarse.

Nasas

Tipo de aparejo en forma de caja o jaula que se deja en el fondo del mar donde quedan atrapadas las especies bentónicas que se acercan atraídas por el cebo de su interior. Se suele utilizar para capturar crustáceos como centollos o langostas.

Palangrillo

Tipo de aparejo que está formado por un largo cabo o cordel denominado “madre”, del que penden varios segmentos de nylon más finos, denominados “brazoladas” o “ramales”, con un anzuelo en su extremo que se ceba con distintos productos pesqueros que atraen a los peces. Es similar al palangre pero de menor tamaño y generalmente se utiliza para pescar más próximo a la superficie.

Palangre de fondo

Similar al palangrillo, es decir consiste en una línea madre de ramales con anzuelos en sus extremos que penden de un cordel largo y grueso y que se coloca sobre o cerca del lecho marino. La madre se une con un cabo vertical, del que cuelga por un extremo una piedra grande para estabilizarlo en el fondo y por el otro una boya, generalmente señalizada con un banderín para facilitar su localización. La altura a la que se sitúan los anzuelos, el modo de distribuirlos y la carnada con la que se ceban van a determinar la especie objetivo y la zona donde se largue el aparejo.

Palangrón

Variante del palangre de fondo, en el que la línea madre está en contacto en toda su longitud con el fondo. Se capturan barbadas o lochas y congrios entre 150 y 250 brazas.

Pesquería o *métier*

Conjunto de flota pesquera que comparten el mismo patrón de explotación. Es decir, su actividad está dirigida a la misma especie o grupo de especies, utilizan un arte similar y trabajan durante el mismo periodo del año y/o dentro de la misma zona.

Piedra-bola

Variante del palangre de fondo, en el que se alternan plomos y boyas cada cierta distancia para colocar anzuelos a distintas profundidades. Se suele utilizar para merluza y besugo.

Pincho

Arte de pesca que consiste en una línea vertical de 250 m aproximadamente que en su extremo final lleva unos 30 anzuelos y un plomo de 1.250 gramos. Se suele utilizar para la pesca de merluza.

Pockmarks (cráteres marinos)

Son depresiones características (cráteres), en formas de cono, circulares o elípticas que pueden estar originados por la erupción de gases y líquidos que manan a través de los sedimentos.

Rasco

Es un arte de enmalle de forma rectangular constituido por varias piezas de red de un solo paño y unidos entre sí por la relinga de flotadores y la relinga de plomos. La dimensión mínima de malla será igual o superior a 280 mm y cada uno de los paños tendrá una longitud y altura máxima de 50 m y 3,5 m respectivamente. La longitud máxima del arte será de 11 m. Su disposición se caracteriza por ir armada entre una relinga de flotadores y otra de plomos de manera que puede adoptar una posición casi tendida en el fondo.

Red de Áreas Marinas Protegidas (AMP)

La figura de “Área Marina Protegida” (AMP) fue creada en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, como una de las categorías de clasificación de espacios naturales protegidos (artículos 29 y 32). Según la ley, las AMP se definen como espacios naturales designados para la protección de ecosistemas, comunidades o elementos biológicos o geológicos del medio marino, que en razón de su rareza, fragilidad, importancia o singularidad, merecen una protección especial. Las AMP, y otros espacios protegidos en el ámbito marino español, podrán formar parte de la Red de Áreas Marinas Protegidas de España (RAMPE), tal y como establece la Ley 42/2007.

Red Natura 2000

Natura 2000 es una red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad. Consta de Zonas Especiales de Conservación (ZEC) establecidas de acuerdo con la Directiva Hábitat y de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) designadas en virtud de la Directiva Aves. Su finalidad es asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies y los tipos de hábitat en Europa, contribuyendo a detener la pérdida de biodiversidad. Es el principal instrumento para la conservación de la naturaleza en la Unión Europea.

La Red Natura 2000 está formada actualmente en España por 1.467 Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), incluidos en las Listas de LIC aprobadas por la Comisión Europea, y por 647 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), que comprenden en conjunto una superficie total de más de 210.000 km². De esa extensión total, más de 137.000 km² corresponden a superficie terrestre, lo que representa aproximadamente un 27 % del territorio español, y unos 84.303,5 km², a superficie marina. Fuente: <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-prottegidos/red-natura-2000/>

Sistema AIS

El Sistema de Identificación Automáticas, AIS (por sus siglas en inglés *Automatic Identification System*), es un sistema de seguridad en la navegación marítima que transmite información de identificación del buque, fecha, hora, posición, velocidad, etc. de un barco. También permite obtener datos de otras embarcaciones para evitar colisiones.

Trait, Biological

Cada una de las características biológicas de las especies. En el caso de la sensibilidad a la pesca, algunas de las características que se utilizan son: el tamaño máximo que puede alcanzar, grado de flexibilidad, etc.

Volanta

Es un arte de pesca de enmalle con forma rectangular, constituida por varias piezas de red de un solo paño y unidas entre sí. La dimensión mínima de malla es igual o superior a 90 mm y presenta una longitud y altura máxima de 50 y 10 m respectivamente. Se caracteriza por encontrarse fijada al fondo mediante un sistema constituido por plomos en la parte inferior y flotadores en la superior, lo que permite mantenerlo en posición vertical sobre sí mismo.

7. Referencias

Abad-Uribarren, A., Prado, E., Sierra, S., Cobo, A., Rodríguez-Basalo, A., Gómez-Ballesteros, M., & Sánchez, F., 2022. Deep learning-assisted high resolution mapping of vulnerable habitats within the Capbreton Canyon System, Bay of Biscay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 275, 107957.

Arrese, B., Gómez-Ballesteros, M. y Díez-García, I.P., 2022. Informe sobre la distribución espacial de las características geomorfológicas y sedimentarias del LIC ESZZ12003 Sistema de cañones submarinos de Avilés. Informes INTEMARES.

Belchier, M., Collins, M. A., Gregory, S., Hollyman, P. & Soeffker, M. 2022. From sealing to the MPA - A history of exploitation, conservation and management of marine living resources at the South Sandwich Islands. *Deep Sea Res. Part II, Pergamon*, 198, 105056

Castro, J., Punzón, A., Pierce, G. J., Marín, M., & Abad, E., 2010. Identification of *métiers* of the Northern Spanish coastal bottom pair trawl fleet by using the partitioning method CLARA. *Fisheries Research*, 102(1-2), 184-190.

De Juan, S., and Demestre, M. 2012. A Trawl Disturbance Indicator to quantify large scale fishing impact on benthic ecosystems. *Ecological Indicators*.

De Juan, S., Thrush, S. F., and Demestre, M. 2007. Functional changes as indicators of trawling disturbance on a benthic community located in a fishing ground (NW Mediterranean Sea). *Marine Ecology Progress Series*, 334: 117-129.

De la Torriente Díez, A., González-Irusta, J. M., Serrano, A., Aguilar, R., Sánchez, F., Blanco, M., & Punzón, A., 2022. Spatial assessment of benthic habitats vulnerability to bottom fishing in a Mediterranean seamount. *Marine Policy*, 135, 104850.

Dias, V., Oliveira, F., Boavida, J., Serrão, E. A., Gonçalves, J. M., & Coelho, M. A., 2020. High coral bycatch in bottom-set gillnet coastal fisheries reveals rich coral habitats in southern Portugal. *Frontiers in Marine Science*, 7, 603438.

Durán Muñoz, P., Murillo, F.J., Sayago-Gil, M., Serrano, A., Laporta, M., Otero, I., Gómez, C., 2011. Effects of deep-sea bottom longlining on the Hatton Bank fish communities and benthic ecosystem, north-east Atlantic. *J. Mar. Biol. Ass.* 91, 939-952. <https://doi.org/10.1017/S0025315410001773>

Elliott, S. A., Guérin, L., Pesch, R., Schmitt, P., Meakins, B., Vina-Herbon, C., ... & Serrano, A., 2018. Integrating benthic habitat indicators: working towards an ecosystem approach. *Marine Policy*, 90, 88-94.

Farriols, M. T., Ordines, F., Hidalgo, M., Guijarro, B., & Massutí, E., 2015. N90 index: A new approach to biodiversity based on similarity and sensitive to direct and indirect fishing impact. *Ecological Indicators*, 52, 245-255.

Farriols, M. T., Ordines, F., Somerfield, P. J., Pasqual, C., Hidalgo, M., Guijarro, B., & Massutí, E., 2017. Bottom trawl impacts on Mediterranean demersal fish diversity: not so obvious or are we too late?. *Continental Shelf Research*, 137, 84-102.

Galparsoro, I., Pouso, S., Iriondo, A., Granado, I., Borja, A., Punzón, A., Mugerza, E., Castro, R., Mandiola, G., Gómez-Ballesteros, M. y Sánchez, F., 2022. Evaluación de la actividad y huella pesquera en el entorno del cañón de Capbreton. Informe INTEMARES.

García-Soto, C., Pingree, R. & Valdés, L., 2002. Navidad development in the southern Bay of Biscay: Climate change and swoddy structure from remote sensing and in situ measurement. *Journal of Geophysical Research*, 107, NO C8, 10, 1029/2001 JC001012.

Gil, J., 2008. Macro and mesoscale physical patterns in the Bay of Biscay. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(2), 217-225.

Gómez-Ballesteros, M., Arrese, B., Díez, I. P., Galparsoro, I., Sánchez-Guillamón, O., Martínez-Carreño, N., ... & Sánchez, F., 2022. Morphosedimentary characterization of the Capbreton submarine canyon system, Bay of Biscay (Cantabrian Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 274, 107955.

González-Irusta, J. M., De la Torriente, A., Punzón, A., Blanco, M., and Serrano, A. 2018. Determining and mapping species sensitivity to trawling impacts: the Benthos Sensitivity Index to Trawling Operations (BESITO). *ICES Journal of Marine Science*.

Grabowski, J. H., Bachman, M., Demarest, C., Eayrs, S., Harris, B. P., Malkoski, V., Packer, D. & Stevenson, D. 2014. Assessing the Vulnerability of Marine Benthos to Fishing Gear Impacts *Rev. Fish. Sci. Aquacult.*, Taylor & Francis, , 22, 142-155

Hurlbert S.H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52: 577-586.

Kritzer, J. P., DeLucia, M. B., Greene, E., Shumway, C., Topolski, M. F., Thomas-Blate, J., Chiarella, J., Davy, L.A. Kay B & Smith, K., 2016. The importance of benthic habitats for coastal fisheries. *BioScience*, 66(4), 274-284.

Lavín, A., Valdés, L., Gil, J. & Moral, M., 1998. Seasonal and interannual variability in properties of surface water off Santander (Bay of Biscay) (1991-1995). *Oceanologica Acta*, 21, 179-190.

Llope, M., Anadón, R., Viesca, L., Quevedo, M., González-Quirós, R. & Stenseth, N.C., 2006. Hydrography of the southern Bay of Biscay shelf-break region: Integrating the multiscale physical variability over the period 1993–2003. *Journal of Geophysical Research*, 111, C09021, doi:10.1029/2005JC002963.

Margalef R. 1958. Information theory in ecology. *General Systems*, 3: 36–71.

Modica, L., Rodríguez-Cabello, C., Rodríguez-Basalo, A., Ríos, P., Serrano, A., Parra, S., ... & Sánchez, F., 2022. Demersal and epibenthic communities of sedimentary habitats in the Avilés Canyon System, Cantabrian Sea (NE Atlantic). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 275, 107966.

Pham, C. K., Diogo, H., Menezes, G., Porteiro, F., Braga-Henriques, A., Vandeperre, F., & Morato, T., 2014. Deep-water longline fishing has reduced impact on Vulnerable Marine Ecosystems. *Scientific reports*, 4(1), 1-6.

Pielou E.C. 1966. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology*, 10: 370–383.

Pitcher, C. R., Hiddink, J. G., Jennings, S., Collie, J., Parma, A. M., Amoroso, R., ... & Hilborn, R., 2022. Trawl impacts on the relative status of biotic communities of seabed sedimentary habitats in 24 regions worldwide. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(2), e2109449119.

Puente, E., 1993. La pesca artesanal en aguas costeras vascas. Servicio Central de Publicaciones del País Vasco. Departamento de Agricultura y Pesca. Vitoria.

Punzón, A., & Gancedo, R. M., 2000. Descripción de las pesquerías artesanales de Cantabria y Asturias (norte de España). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Punzón, A., Arronte, J. C., Sánchez, F., & García-Alegre, A., 2016. Spatial characterization of the fisheries in the avilés canyon system (Cantabrian sea, Spain). *Ciencias marinas*, 42(4), 237-260.

Punzón, A., Hernández, C., Abad, E., Castro, J., Pérez, N., and Trujillo, V. 2010. Spanish otter trawl fisheries in the Cantabrian Sea. – *ICES Journal of Marine Science* 67: 1604–1616

Punzón, A., Serrano, A., Castro, J., Abad, E., Gil, J., & Pereda, P., 2011. Deep-water fishing tactics of the Spanish fleet in the Northeast Atlantic. Seasonal and spatial distribution. *Scientia Marina*, 75(3), 465-476.

Rodríguez-Basalo, A., Ríos, P., Arrese, B., Abad-Uribarren, A., Cristobo, J., Ibarrola, T. P., ... & Sánchez, F., 2022. Mapping the habitats of a complex circalittoral rocky shelf in the Cantabrian Sea (south Bay of Biscay). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 107912.

Ruiz-Villarreal, M., González-Pola, C., del Río, G. D., Lavin, A., Otero, P., Piedracoba, S., & Cabanas, J. M., 2006. Oceanographic conditions in North and Northwest Iberia and their influence on the Prestige oil spill. *Marine Pollution Bulletin*, 53(5-7), 220-238.

Sánchez, F., Gómez-Ballesteros, M., González-Pola, C. y Punzón, A., 2014. Sistema de cañones submarinos de Avilés. Proyecto LIFE +INDEMARES. Ed. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Sanders H.L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *American Naturalist*, 102:243–282.

Serrano, A., de la Torriente, A., Punzón, A., Blanco, M., Bellas, J., Durán-Muñoz, P., ... & González-Irusta, J. M., 2022. Sentinels of Seabed (SoS) indicator: Assessing benthic habitats condition using typical and sensitive species. *Ecological Indicators*, 140, 108979.

Shannon C.E., and Weaver W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, 117 pp.

Simpson E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.

Tillin, H., Hiddink, J., Jennings, S., and Kaiser, M. 2006. Chronic bottom trawling alters the functional composition of benthic invertebrate communities on a sea-basin scale. *Marine Ecology Progress Series*, 318: 31–45.



 IMPALHA

