

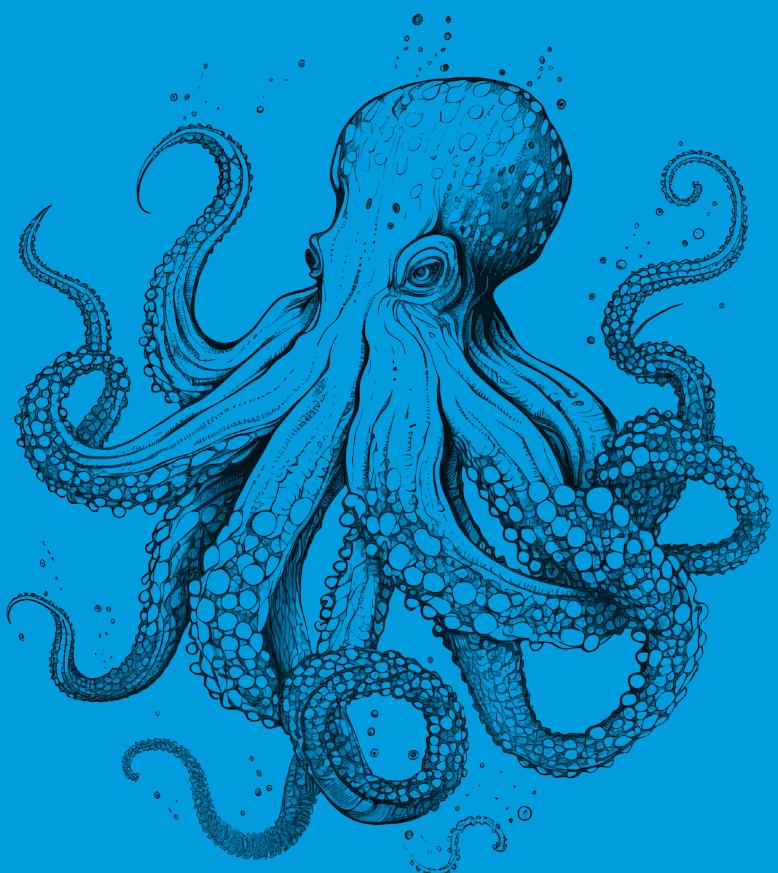


# EVALUACIÓN DEL MEDIO MARINO SUBREGIÓN GOLFO DE VIZCAYA Y COSTA IBÉRICA

Tercer ciclo de estrategias marinas

## DESCRIPTOR 2

### Especies alóctonas invasoras

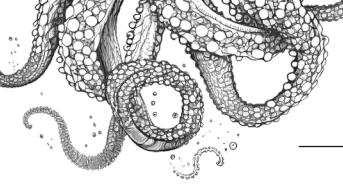


Cofinanciado por  
la Unión Europea



Fondos Europeos

ESTRATEGIAS  
MARINAS  
Protegiendo el mar para todos



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO



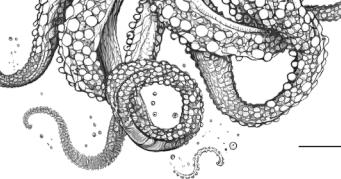
**Aviso legal:** Los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados citando la fuente, y la fecha, en su caso, de la última actualización.

**Edita:** © Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). Madrid 2024.

**NIPO:** 665-25-050-2

**Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:** <https://cpage.mpr.gob.es>

**MITECO:** [www.miteco.es](http://www.miteco.es)



## Autores del documento

### INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRÁFÍA (IEO-CSIC)

- Aina Carbonell Quetglas
- Maite Vázquez Luis
- Lydia Png González
- Robert Comas González
- José Manuel Cañizares González

### COORDINACIÓN GENERAL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (SUBDIRECCIÓN GENERAL PARA LA PROTECCIÓN DEL MAR)

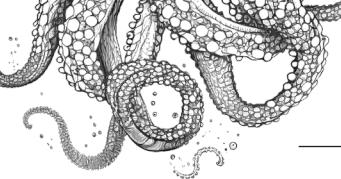
- Itziar Martín Partida
- Marta Martínez-Gil Pardo de Vera
- Lucía Martínez García-Denche
- Francisco Martínez Bedia
- Carmen Francoy Olagüe

### COORDINACIÓN INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRÁFÍA (IEO-CSIC)

- Alberto Serrano López (Coordinación)
- Paula Valcarce Arenas (Coordinación)
- Mercedes Rodriguez Sánchez (Coordinación)
- Paloma Carrillo de Albornoz (Coordinación)

### CARTOGRAFIA Y BASES DE DATOS ESPACIALES (IEO-CSIC)

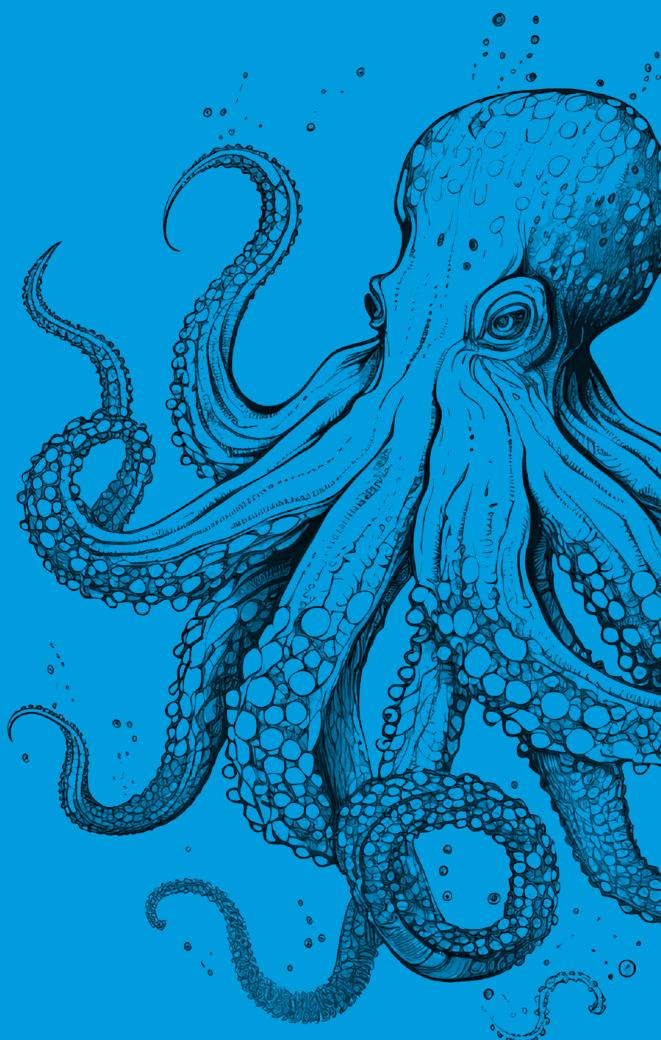
- Mª Olvido Tello Antón
- Luis Miguel Agudo Bravo
- Gerardo Bruque Carmona
- Paula Gil Cuenca



## ÍNDICE

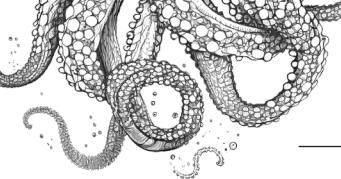
|   |    |
|---|----|
| Autores del documento.....  | 3  |
| 1. Introducción.....  | 6  |
| 2. Definición del buen estado ambiental (BEA).....  | 9  |
| 3. Evaluación general D2 – especies alóctonas invasoras.....  | 11 |
| 4. Evaluación a nivel de subregión del criterio D2C1: especies alóctonas de nueva introducción .....                    | 15 |
| 5. Evaluación a nivel de subregión del criterio D2C2: distribución espacial de las especies alóctonas establecidas..... | 25 |
| 6. Evaluación a nivel de subregión del criterio D2C3: efectos sobre especies y hábitats.....                            | 60 |
| 7. Efectos de cambio climático sobre el descriptor 2–especies alóctonas invasoras .....                                 | 65 |
| 8. Referencias .....  | 67 |

# 01



---

## INTRODUCCIÓN



## 1. Introducción

El descriptor 2 (D2) de la 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) aborda las especies alóctonas, las cuales deben encontrarse presentes en niveles que no afecten de forma adversa a los ecosistemas, tal como se establece en la Decisión (UE) 2017/848 de la Comisión, de 17 de mayo de 2017, por la que se establecen los criterios y las normas metodológicas aplicables al buen estado medioambiental de las aguas marinas, así como especificaciones y métodos normalizados de seguimiento y evaluación, y por la que se deroga la Decisión 2010/477/UE. Según esta norma comunitaria, los Estados miembros deberán evaluar el ritmo de nuevas introducciones de especies alóctonas establecidas o invasoras, la abundancia y la distribución espacial de las especies alóctonas establecidas, y los impactos que éstas ocasionan en las especies autóctonas y los hábitats.

La interpretación del descriptor, los conceptos que abarca y los criterios para la definición de los elementos en los que se basa la evaluación (las especies alóctonas invasoras) se han ido trabajando en los diversos grupos de trabajo comunitarios en el contexto de la aplicación de la DMEM y la Decisión (UE) 2017/848, bajo la coordinación del Joint Research Centre (JRC), así como en los convenios internacionales de OSPAR, para el Atlántico nororiental, y del Convenio de Barcelona, para el Mediterráneo. Todos los grupos de trabajo confluyen en una serie de principios básicos relacionados con el D2:

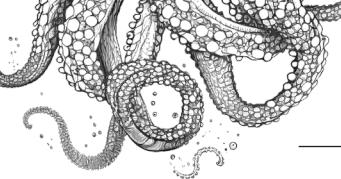
- Las especies alóctonas invasoras son definidas como especies, subespecies o taxones inferiores introducidos fuera de su rango natural, distribuidas más allá de sus límites naturales de su potencial de dispersión.
- Su presencia fuera de su rango natural se debe a una introducción intencionada o inintencionada debida a la actividad humana.
- Las especies invasoras son un subconjunto de especies alóctonas que se han establecido, se han propagado, se están propagando, o han demostrado en otros lugares un potencial de propagación y tienen un efecto adverso sobre la biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas, la economía o la salud humana en las regiones invadidas.
- La capacidad de una especie introducida para propagarse es un componente clave en su consideración como especie invasora.

La nomenclatura de referencia que se utiliza en la presente evaluación para la clasificación de los estatus de las especies no autóctonas, en relación a su rango de distribución nativa, es la adoptada en el marco del Convenio de Barcelona (UNEP/MAP, 2022):

- **Alóctona:** especies con clara evidencia de su origen no nativo y un vector de introducción antrópico, incluso si son nativas en una subregión vecina.
- **Criptogénica:** especies para las que no se dispone de evidencias demostrables de su carácter autóctono o alóctono, en una región en particular.
- **En expansión criptogénica:** especies con alguna evidencia de su estatus no autóctono, pero incierto debido a un modo de introducción poco claro desde el rango nativo (es decir, expansión del rango natural vs. expansión mediada por el hombre).
- **Debatible:** especies con estatus taxonómico no resuelto, por ejemplo, complejos de especies, especies nativas sospechosas no descritas, o especies donde las opiniones de los expertos taxonómicos difieren.

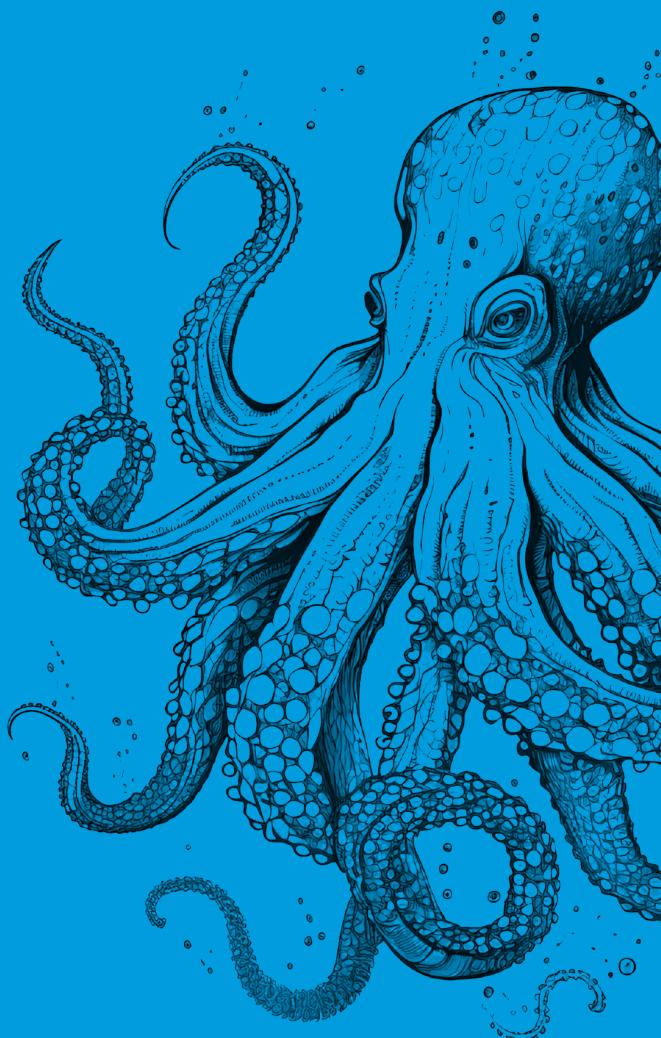
En cuanto a la clasificación según el éxito de establecimiento, se consideran las siguientes categorías (UNEP/MAP, 2022):

- **Establecida:** especies con al menos una población autosostenida que se sabe que ocurre actualmente en la naturaleza. Incluye especies establecidas localmente.



- **Invasora:** especies establecidas, con evidencia de grandes poblaciones, rápida propagación y potenciales impactos documentados sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.
- **Casual:** especies de las que solo se ha registrado un único ejemplar o unos pocos ejemplares, sin evidencia de reproducción o propagación.
- **Cuestionable:** registros de especies con información insuficiente o con identificación incierta, cuya presencia en el país necesita ser confirmada (mediante el reexamen del material si está disponible).
- **Desconocida:** especies con pocos registros, donde los retrasos en los informes pueden ocultar su verdadero estado de establecimiento, así como registros antiguos cuyo estado poblacional reciente no se informa.

# 02



---

## DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL (BEA)



## 2. Definición del buen estado ambiental (BEA)

La definición del BEA del D2 se fundamenta sobre el enunciado recogido en la Decisión 2017/848: "las especies alóctonas introducidas por la actividad humana se encuentran presentes en niveles que no afectan de forma adversa a los ecosistemas".

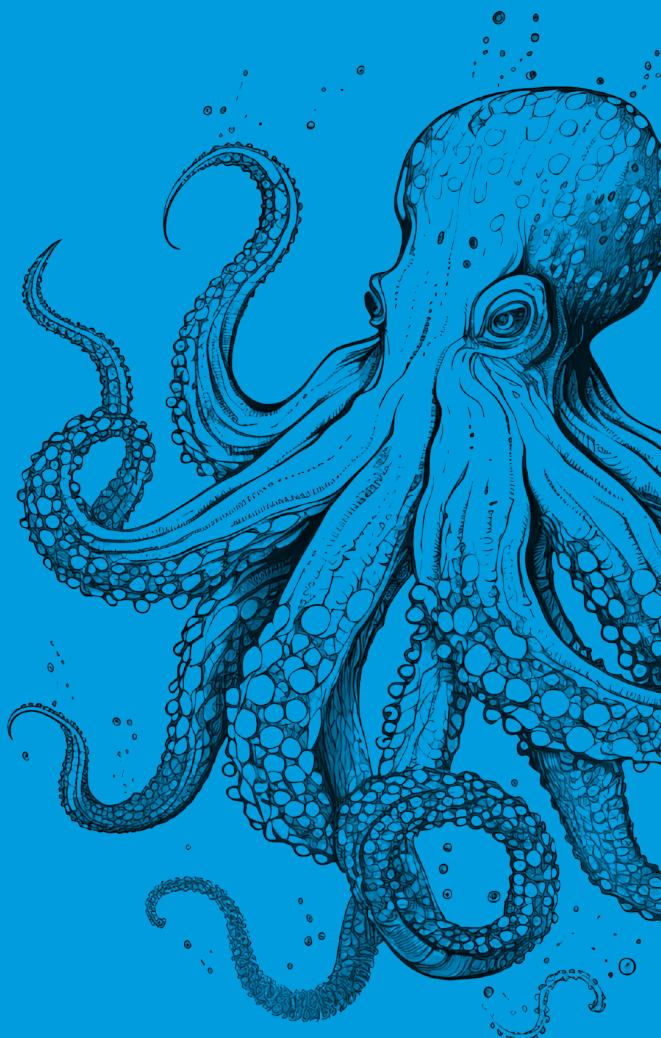
Para evaluar dicha afección, se considera, en primer lugar, el criterio primario definido en la Decisión (D2C1), el cual tiene en cuenta la aparición de especies alóctonas de nueva introducción. Para alcanzar el BEA según este criterio "el número de especies alóctonas de nueva introducción a través de la actividad humana en el medio natural, por período de evaluación (seis años), medido a partir del año de referencia y comunicado en la evaluación inicial (2006-2011) con arreglo al artículo 8, apartado 1, de la Directiva 2008/56/CE, se minimiza, y en la medida de lo posible, se reduce a cero". El valor umbral para determinar el BEA se establece con base en la metodología de análisis de puntos de ruptura de series de tiempo de datos, aplicada a la lista base de especies alóctonas introducidas por vectores manejables (ver apartado METODOLOGÍA PRINCIPAL: ANÁLISIS DE PUNTOS DE RUPTURA). A partir de la selección de un periodo suficientemente largo dentro de la serie se obtiene una tasa de introducción de referencia (Tsiamis, 2021, 2022 y 2023) y aplicando a dicha tasa un porcentaje de reducción se establece el valor umbral.

La evaluación de los llamados criterios secundarios se basa en parámetros adicionales, tales como la abundancia y distribución de las especies establecidas (D2C2), y el conocimiento de los impactos de especies invasoras en especies y hábitats (D2C3).

Según la Decisión (UE) 2017/848, el criterio D2C2 se define como "la abundancia y distribución espacial de las especies alóctonas establecidas, en particular las especies invasoras, que contribuyan de forma significativa a los efectos adversos sobre grupos de especies concretos o grandes tipos de hábitats". Tal como establece esta norma europea, el criterio D2C2 se expresará en términos de abundancia y/o distribución por especie evaluada y contribuirá a la evaluación del criterio D2C3 (efectos adversos de las especies alóctonas), por lo que no se requiere en este caso el establecimiento de un valor umbral con el que determinar si se cumple o no se cumple el BEA. Teniendo en cuenta que el criterio no se utiliza directamente para valorar la consecución del BEA, y el déficit de información existente sobre la abundancia y distribución de las especies establecidas, la evaluación de este criterio se basa en una valoración semicuantitativa de la ocurrencia y distribución por especie establecida, en función de los periodos previos (hasta 2015) y el periodo evaluado (2016-2021).

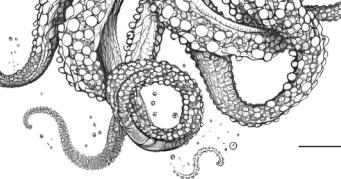
Por último, el criterio D2C3 se define como "la proporción del grupo de especies o la extensión espacial de cada tipo general de hábitat alterado adversamente debido a especies alóctonas, en particular especies alóctonas invasoras", por lo que, idealmente, este criterio debería contribuir a la evaluación del descriptor de biodiversidad (D1) y al descriptor de integridad del suelo marino (D6). No obstante, no se han podido establecer valores umbral que definan el BEA para la alteración adversa de grupos de especies (D1) y tipos generales de hábitats (D6) debida a especies alóctonas, tal como se establece en la Decisión. Sin embargo, la presente evaluación sí que incluye un análisis semicuantitativo de la tendencia e impactos del alga invasora *Rugulopetryx okamurae* (ver apartado del criterio D2C3). Además, la información sobre las especies alóctonas y su potencial impacto en los hábitats bentónicos sí se ha utilizado en el análisis de presiones acumuladas que forma parte de la evaluación del tercer ciclo de estrategias marinas.

03



---

## EVALUACIÓN GENERAL D2 – ESPECIES ALÓCTONAS INVASORAS



### 3. Evaluación general D2 – especies alóctonas invasoras

No se realiza una evaluación general del descriptor 2 para ninguna de las tres subregiones que se abordan, ya que, tal y como se recomienda en la mencionada guía del artículo 8 de la DMEM, en este descriptor no se realiza una integración entre criterios (Figura 1).

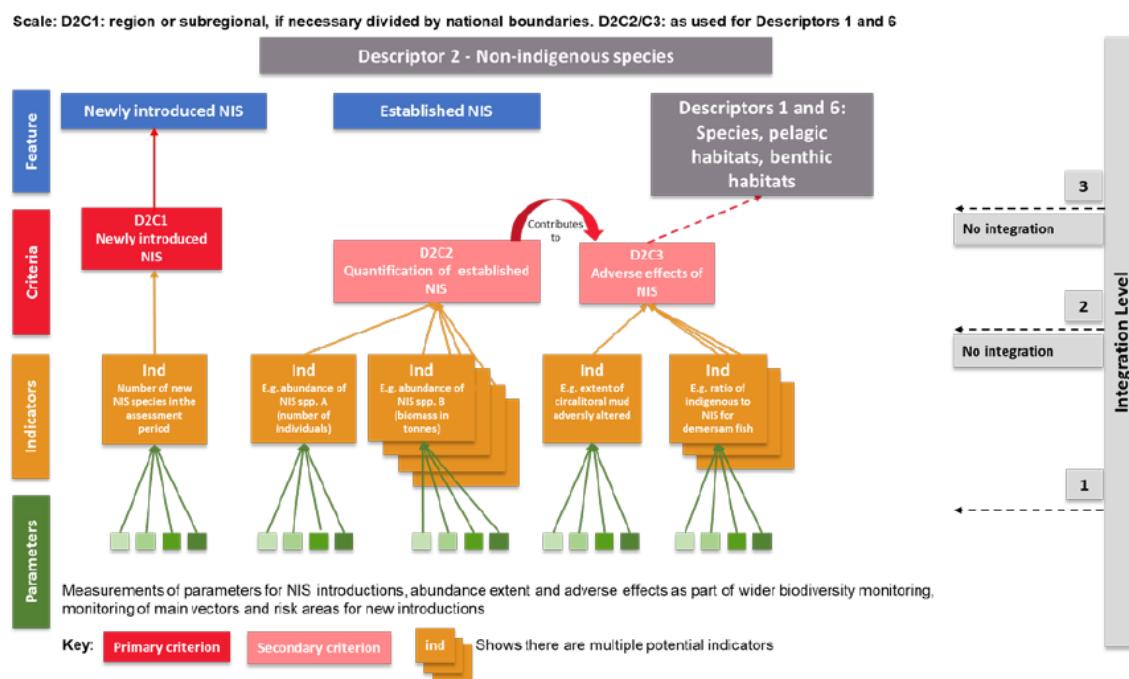


Figura 1. Esquema de integración del descriptor 2 según la Guía del artículo 8 de la DMEM, donde se observa que no se requiere la integración de criterios.

Por lo tanto, tanto en el caso de la subregión ABI, como para las otras dos subregiones, los criterios se evaluarán de manera independiente:

- **Criterio D2C1:** especies alóctonas de nueva introducción. Criterio primario que se utiliza directamente para la evaluación del BEA.
- **Criterio D2C2:** abundancia y distribución espacial de las especies alóctonas establecidas. Criterio secundario que contribuye a la evaluación del criterio D2C3 (no se evalúa el BEA).
- **Criterio D2C3:** proporción del grupo de especies o la extensión espacial de cada tipo general de hábitat alterado adversamente debido a especies alóctonas. Criterio secundario que contribuye a la evaluación de los descriptores 1 y 6 (no se evalúa el BEA).

#### Unidades marinas de reporte (MRUS) / área de evaluación

La guía del artículo 8 de la DMEM (Article 8 MSFD Assessment Guidance), en la que la Comisión Europea y los Estados miembros acordaron las recomendaciones para la evaluación del tercer ciclo de las estrategias marinas, aconseja a los Estados miembros que utilicen el área nacional de las subregiones marinas como unidades de evaluación y reporte (MRU) del descriptor 2.

En este sentido, la DMEM, en su artículo 4, establece regiones y subregiones marinas sobre la base de criterios geográficos y ambientales. Las subregiones que contienen aguas españolas son el golfo de Vizcaya y las costas ibéricas, la región biogeográfica macaronésica (ambas dentro de la región

del Atlántico Nororiental) y el Mediterráneo Occidental (dentro de la región del Mediterráneo). Las aguas de jurisdicción española dentro de cada una de estas subregiones son las que, atendiendo a las recomendaciones de la guía del artículo 8, constituirán las unidades de reporte y evaluación para el D2 en el tercer ciclo de las estrategias marinas.

Por lo tanto, el área de evaluación y la MRU que se utilizará en el presente informe será la porción española de la subregión del golfo de Vizcaya y costa ibérica (denominada también ABI, por las siglas en inglés de Atlantic, Bay of Biscay and Iberian coast), que comprende la totalidad de dos de las cinco demarcaciones marinas españolas, la noratlántica (NOR) y la sudatlántica (SUD), sumando una extensión de 32.900.943,64 hectáreas (Figura 2).

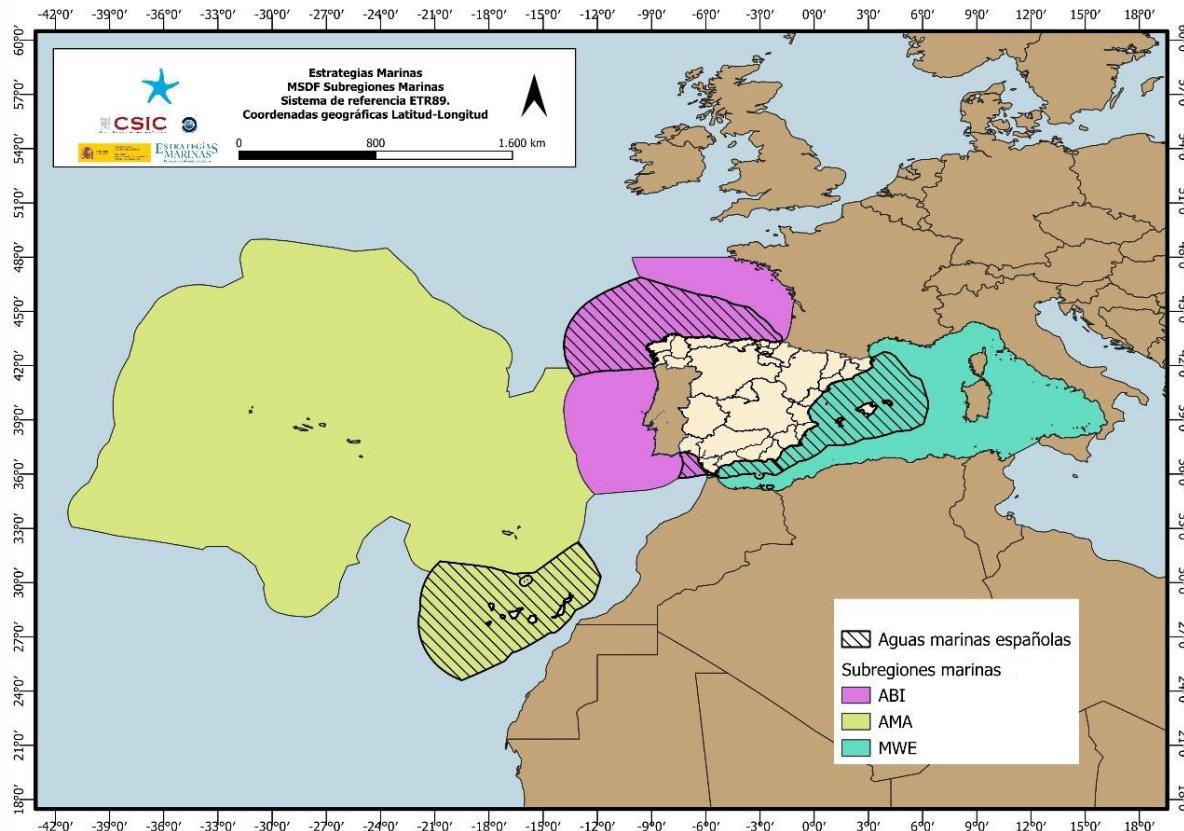


Figura 2. Mapa de las subregiones marinas a las que pertenecen las aguas españolas.

## Fuentes de información

Las fuentes de información son los registros obtenidos regularmente de publicaciones, informes de campañas, datos de campañas de biodiversidad, literatura gris (informes técnicos, actas de congresos, tesis doctorales, etc.), plataformas internacionales on-line de biodiversidad y de especies exóticas, y visores on-line nacionales de biodiversidad de universidades y comunidades autónomas y de la ciencia ciudadana (Tabla 1).

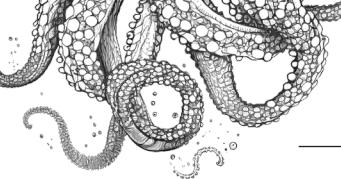


Tabla 1. Fuentes de información utilizadas para la obtención de datos de EAI.

| Tipo de fuente    | Fuentes de información  |
|-------------------|---|
| Bibliografía      | Publicaciones científicas   |
| Ciencia ciudadana | Observadores del Mar, Biodibal, RedProMar, DiversiMar   |
| Colaboración      | Flujos de datos de CCAA, campañas oceanográficas del IEO de biodiversidad marina  |
| Muestreos propios | Campañas oceanográficas en puertos, campañas rápidas de prospección en marinas recreativas, y buceo en zona infralitoral en espacios marinos protegidos y fuera de ellos. |
| Otros             | Publicaciones en prensa, observaciones de expertos  |
| Portales de datos | GBIF, EASIN, MAMIAS, AQUANIS, BDBCV   |

La información recopilada se integra en la Base de Datos EAI (BD-EAI), que alberga el nombre de las especies, el autor, el año de la cita, la referencia bibliográfica de la observación, la localización en el Sistema de Georreferencia WGS84 Grado decimal epsg: 4326 (tanto de su primera observación como de las observaciones posteriores) y, cuando están disponibles, los parámetros de abundancia, aunque se traten de datos no estandarizados. Además, se registra información del estatus de la especie, del éxito de establecimiento, del vector de introducción y su nivel de certidumbre, y de los impactos de la especie que estén documentados (Figura 3).

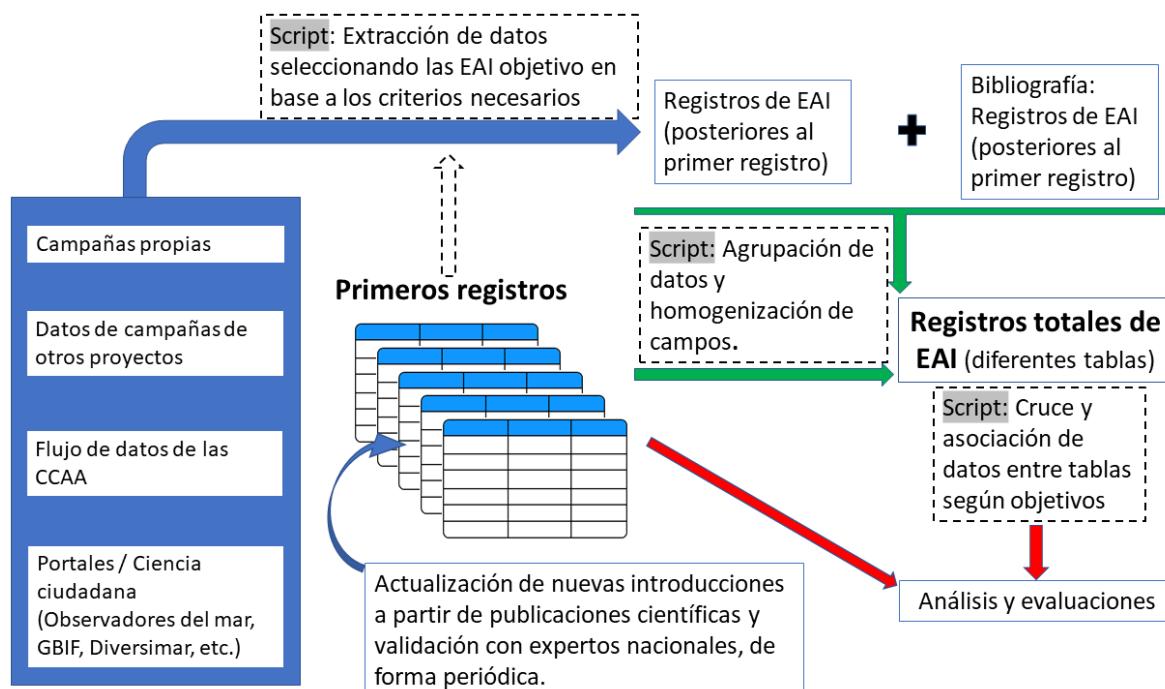
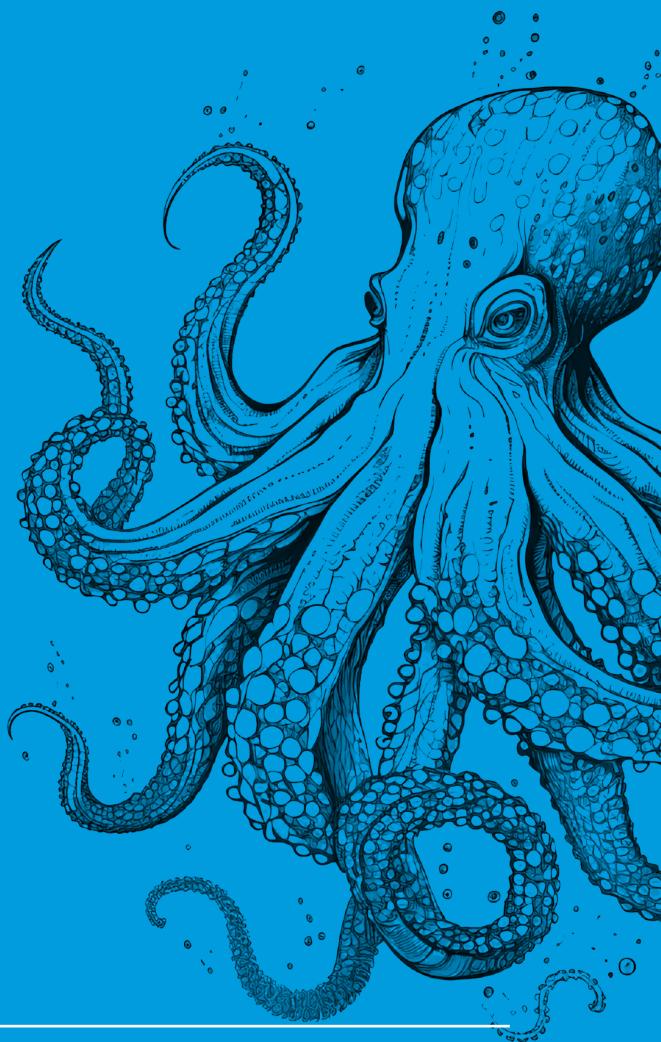


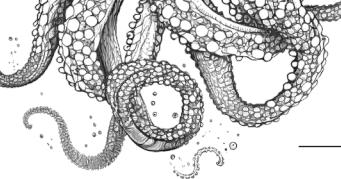
Figura 3. Diagrama del proceso de recopilación, tratamiento y uso de datos de EAI.

En la actualidad hay un total de 4.532 entradas en la BD-EAI para la subregión ABI, de registros de especies alóctonas introducidas por vector antrópico.



---

## EVALUACIÓN A NIVEL DE SUBREGIÓN DEL CRITERIO D2C1: ESPECIES ALÓCTONAS DE NUEVA INTRODUCCIÓN



## 4. Evaluación a nivel de subregión del criterio D2C1: especies alóctonas de nueva introducción

Consecución del BEA

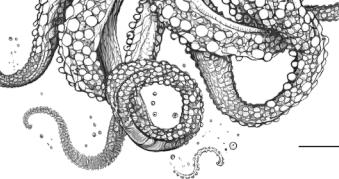
|  |                           |
|--|---------------------------|
| Valor umbral para la consecución del BEA: número de especies alóctonas de nueva introducción por ciclo de evaluación | 12,80 especies            |
| Número de especies alóctonas de nueva introducción detectadas en el período 2016-2021                                | 11                        |
| Resultado de la evaluación   | El BEA se alcanza en 2024 |
| Periodo de evaluación  | 2016-2021                 |

### Resultados de la evaluación del tercer ciclo

A lo largo del período de evaluación se han detectado un total de 11 nuevas especies alóctonas en las aguas españolas de la subregión golfo de Vizcaya y costa ibérica. El listado de estas especies, junto con el año de primera observación y la vía de introducción puede observarse en la Tabla 2.

Tabla 2. Listado de especies alóctonas de nueva introducción detectadas en el período 2016-2021 en la subregión ABI.

| Especie  | Filo       | Año de primera observación | Vía de introducción |
|--|------------|----------------------------|---------------------|
| <i>Branchiomma luctuosum</i>                             | Annelida   | 2017                       | Transporte- Polizón |
| <i>Clytia gregaria</i>                                   | Cnidaria   | 2017                       | Transporte- Polizón |
| <i>Grandidierella japonica</i>                           | Arthropoda | 2017                       | Transporte- Polizón |
| <i>Mesanthura romulea</i>                                | Arthropoda | 2019                       | Transporte- Polizón |
| <i>Paraleucilla magna</i>                                | Porifera   | 2020                       | Transporte- Polizón |
| <i>Paranthura japonica</i>                               | Arthropoda | 2017                       | Transporte- Polizón |
| <i>Phyllorhiza punctata</i>                              | Cnidaria   | 2018                       | Transporte- Polizón |
| <i>Rugulopteryx okamurae</i>                             | Ochrophyta | 2017                       | Transporte- Polizón |
| <i>Schizoporella japonica</i>                            | Bryozoa    | 2017                       | Transporte- Polizón |
| <i>Sphaeroma walkeri</i>                                 | Arthropoda | 2017                       | Transporte- Polizón |
| <i>Sympyocladia dendroidea</i>                           | Rhodophyta | 2016                       | Transporte- Polizón |
| Nº total de especies detectadas en el área de evaluación |            | 11                         |                     |



El número de nuevas introducciones (11) no excede el valor umbral para la consecución del BEA en el criterio D2C1, fijado en un total de 12,80 especies alóctonas de nueva introducción para el periodo de evaluación evaluado (2016-2021), por lo que se alcanza el BEA para este criterio. La metodología que ha sido utilizada para establecer dicho valor umbral puede consultarse en el apartado “Metodología de evaluación e indicadores relacionados”.

### Tendencia de los valores obtenidos

Con respecto al ciclo anterior, el parámetro del número de nuevas introducciones por seis años disminuye y presenta una tendencia clara decreciente. El valor promedio de nuevas introducciones en ciclos de seis años del periodo de referencia, que comprende los años entre 1985 y 2015, fue de 25 especies, mientras que el valor del periodo de evaluación del primer ciclo de estrategias marinas (2006-2011) fue de 19 especies, ambas cifras significativamente superiores al valor del periodo de la presente evaluación (2015-2021), con 11 especies.

### Especies alóctonas de nueva introducción destacadas

Entre las especies de nueva introducción en la subregión ABI, durante el periodo evaluado, destaca la presencia del poliqueto tubícola *Branchiomma luctuosum* (Grube, 1869), especie nativa del océano Índico con potencial invasor que se ha expandido rápidamente por el Mediterráneo y el Atlántico nororiental. A pesar de que en la subregión puede considerarse de reciente introducción, en la demarcación marina sudatlántica presenta poblaciones ampliamente establecidas (Fernández-Romero et al., 2021), mientras que su presencia en la demarcación noratlántica parece estar restringida al puerto de Gijón (Fernández-Rodríguez et al., 2022; Figura 4). La causa más probable de su introducción y dispersión es el transporte de la fase larvaria en las aguas de lastre generadas por el tráfico marítimo, así como el transporte de la fase adulta a través de las bioincurstaciones (*fouling*) en el casco de las embarcaciones (El Haddad et al., 2008). El papel de *B. luctuosum* como especie formadora de hábitat puede conllevar efectos positivos y negativos que se pueden magnificar al haber sido registrada tanto en ambientes con impacto antropogénico como en hábitats naturales en mar abierto. Entre los efectos positivos, la especie podría servir como herramienta en la biorremediación de agua contaminada por organismos microbianos y metales pesados (Giangrande et al., 2017). No obstante, también podría afectar a especies ecológicamente equivalentes mediante competencia por el sustrato y la comida. El tubo membranoso de *B. luctuosum* puede favorecer el establecimiento exitoso y la dispersión de otras especies alóctonas que viven asociadas a ésta cuando crece adherida al casco de las embarcaciones.

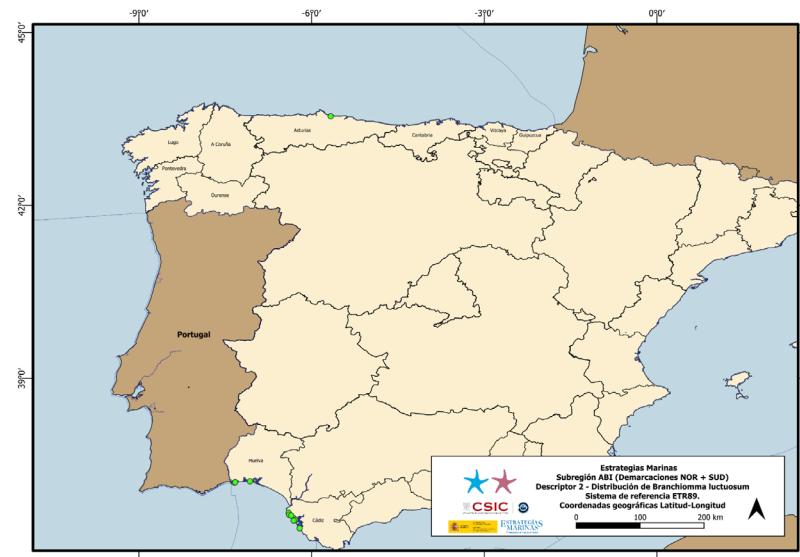


Figura 4. Distribución del poliqueto *Branchiomma luctuosum* en la subregión española del golfo de Vizcaya y la costa ibérica.

Otro caso destacable es la introducción de la esponja calcárea *Paraleucilla magna* Klautau, (Monteiro & Borojevic, 2004). Nativa del Indo-Pacífico, presenta un carácter altamente invasor en áreas del océano Atlántico y mar Mediterráneo donde ha sido introducida (Guardiola et al., 2016). Ante la escasez de registros bibliográficos en la subregión española del golfo de Vizcaya y la costa ibérica, parece que esta esponja ha sido detectada únicamente en la demarcación noratlántica, estando presente en toda la fachada atlántica de Galicia (Pérez-Dieste y Almón, 2022) y en el puerto de Gijón (Fernández-Rodríguez et al., 2022; Figura 5). Se trata de una especie oportuna que crece tanto en zonas expuestas a la luz y al oleaje como en ambientes tranquilos y con cierta turbidez; habiendo sido detectada en distintos substratos (naturales y artificiales), bien como epífita o directamente sobre rocas. La reproducción y el reclutamiento de *P. magna* se mantiene durante casi todo el año, de modo que la esponja logra un alto grado de permanencia durante períodos relativamente largos (Longo et al., 2012). De la amplia distribución de *P. magna* en áreas portuarias se infiere que la vía de introducción más probable en la demarcación sea el tráfico marítimo a través de las bioinrustaciones (*fouling*) en el casco de las embarcaciones, aunque no se pueden descartar las actividades acuáticas como vector de introducción accidental de la especie por contaminación del material de cultivo (Bachetarzi et al., 2019). Estudios realizados en el mar Mediterráneo han demostrado que *P. magna* puede provocar un grave impacto en el cultivo de moluscos (Longo et al., 2007), así como activar las defensas antioxidantes de algunas especies nativas al competir por los recursos disponibles en los hábitats colonizados (Guzzetti et al., 2019). De forma complementaria, la esponja invasora posee metabolitos secundarios que la protegen frente a depredadores e inhiben el asentamiento de otros organismos sésiles, lo que podría generar un nuevo recurso económico como compuesto natural de pinturas antifouling (Longo et al., 2021).

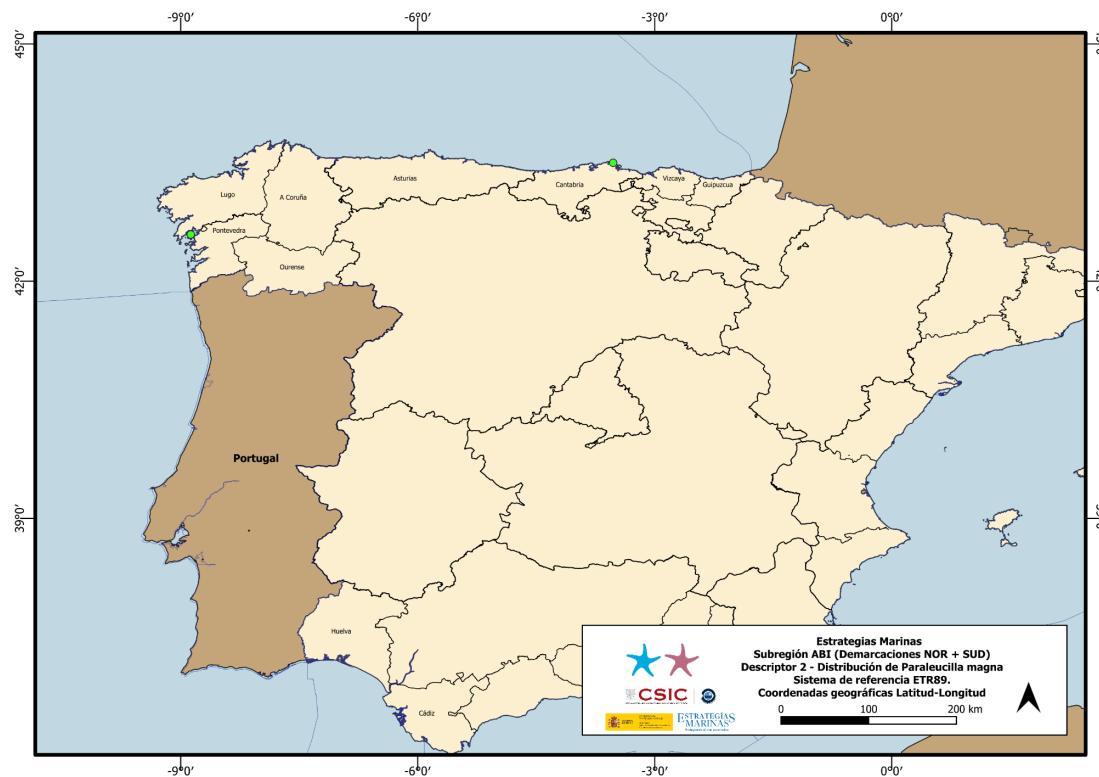
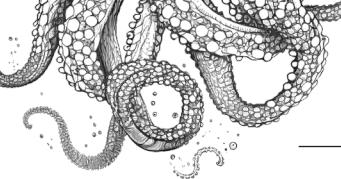


Figura 5. Distribución de la esponja *Paraleucilla magna* en la subregión española del golfo de Vizcaya y la costa ibérica.



## Metodología de evaluación e indicadores relacionados

La evaluación se ha basado en el indicador EAI-Tasa (tasa de introducción de especies alóctonas por periodo definido), que se usa para evaluar el número de nuevas introducciones de especies alóctonas por vectores antrópicos y por periodo de evaluación. Este indicador de presión mide la tasa de nuevas citas y la presión de propágulos (número de especies).

## Metodología principal: análisis de puntos de ruptura

Esta metodología evalúa la introducción primaria teniendo en cuenta las introducciones de especies a través de vectores de introducción antrópicos (Tabla 3), siguiendo las definiciones del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD, 2014), revisada por Pergl et al. (2020). Estos vectores de introducción son llamados también vectores de introducción manejables (MSFD, 2024), por ser vías de introducción dependientes de la actividad humana, que puede ser gestionada, a diferencia de otras vías de entrada de determinadas especies, como las expansiones naturales.

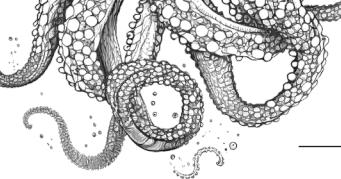
Tabla 3. Vectores de introducción antrópicos (manejables) que se tienen en cuenta en la selección de especies de nueva introducción para la evaluación.

| Vía                         | Descripción   |
|-----------------------------|---|
| Liberación en la naturaleza | Se refiere a la introducción intencional de organismos exóticos vivos, con fines de uso humano en el medio natural —incluyendo pesca deportiva y otras liberaciones intencionales—, y la liberación accidental o irresponsable de organismos vivos en confinamiento al entorno natural (es decir, especies de mascotas/acuarios/terrarios, incluido el alimento vivo para dichas especies). |
| Escape                      | Se refiere al escape accidental de organismos vivos de su confinamiento al medio natural (es decir, acuicultura/maricultura, jardines botánicos/zoológicos/acuarios —excluyendo acuarios domésticos—, alimento vivo y cebo vivo).   |
| Transporte-Contaminante     | Se refiere al movimiento involuntario de organismos vivos como contaminantes de un bien que se transfiere intencionalmente a través del comercio internacional (es decir, material de vivero, contaminantes en animales/plantas, especies transportadas por huésped/vector, parásitos en animales).   |
| Transporte-Polizón          | Se refiere al movimiento de organismos vivos adheridos al transporte de embarcaciones, equipos y medios asociados (es decir, equipos de pesca, polizones, aguas de lastre, incrustaciones en el casco, material de embalaje orgánico y otros medios de transporte).   |

El análisis realizado para identificar las tendencias en nuevas introducciones considera el primer registro en la subregión a nivel nacional (Tabla 2). Se eliminan los registros duplicados de cualquier especie en las demarcaciones que componen la subregión, garantizando que los datos empleados corresponden al registro más antiguo en la subregión.

Para el cálculo del BEA se estableció la lista base, que correspondió a las introducciones registradas entre el año 1970 y 2015. Posteriormente, a partir de esta lista se obtiene un período de referencia para determinar un valor umbral de nuevas introducciones, con el que evaluar la tasa de introducciones en el periodo de evaluación 2016-2021.

Ambas series, tanto la lista de nuevas introducciones en el periodo 2016-2021, como la lista base 1970-2015, siguen los criterios de selección acordados por la DMEM de la UE (Tsiamis et al., 2021; MSFD, 2024):



- Especies alóctonas.
- Introducción primaria por vector antrópico conocido.
- Las especies introducidas por dispersión natural (introducción secundaria) se valorarán caso por caso.
- Se excluyen especies de fitoplancton y parásitos.

A partir de la lista base, se aplicó el método de análisis estructural de puntos de ruptura (Östman et al., 2020), con el fin de identificar períodos estables en dicha tasa de nuevas introducciones. El análisis se realizó tanto por años, como agrupado en períodos de seis años (ver Figura 6 en el apartado de valor umbral). Esta metodología permite reducir la distorsión por aumentos o disminuciones que no sean causadas por un cambio de tendencia real en la introducción de especies alóctonas, sino por factores ajenos como puede ser cambios en el esfuerzo de seguimiento o en la capacidad de detección o identificación de especies.

Con los resultados de dicho análisis, se seleccionó el último período estable en cuanto a número de introducciones como período de referencia. El período de referencia seleccionado es, por lo tanto, un período acotado dentro de la lista base (1970–2015), que presenta una tasa de introducciones estable.

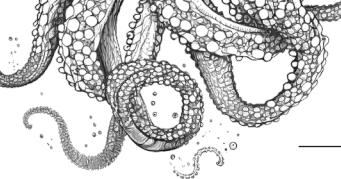
Todos los cálculos se realizaron mediante el programa informático de libre disposición R, versión 4.3.1 (R Core Team, 2021), empleando el paquete estadístico “strucchange” (Zeileis et al., 2003) para el cálculo de los puntos de ruptura, y el paquete estadístico “changepoint” (Killick & Eckley, 2014) para el cálculo valores promedio y de sus intervalos de confianza. El nivel de significación de los períodos establecidos por los puntos de ruptura sirvió para probar si efectivamente la tasa de introducciones era diferente, al 95 % del intervalo de confianza ( $p$ -valor  $=< 0,05$ ), o si por el contrario los períodos detectados entre puntos de ruptura no eran significativos (hipótesis nula), y las diferencias en la tasa de introducciones no eran estadísticamente comprobables.

En lo que respecta a la aplicación de valores umbral para el criterio D2C1, en la presente evaluación se ha realizado un ejercicio exploratorio. Dada la imposibilidad de eliminar la totalidad de introducciones a través de vectores antrópicos y alcanzar el valor de cero introducciones a corto plazo, se aplica un valor umbral transitorio, como incentivo a alcanzar las buenas prácticas que eviten las introducciones de EAI. Para ello, se ha tomado como referencia el Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal del Convenio sobre la Biodiversidad Biológica de las Naciones Unidas (CBD, 2021), que en su meta 6 apuesta por la reducción de “las tasas de introducción y establecimiento de otras especies exóticas invasoras conocidas o potenciales en al menos un 50 % para 2030”. Sobre esta base se adopta la siguiente definición del BEA: El número de especies alóctonas de nueva introducción a través de la actividad humana en el medio natural, anualmente o por período de evaluación de seis años, medido a partir del período referencia se reduce en al menos un 50 %, en el período evaluado”.

### Valor umbral para la consecución del BEA en la evaluación 2016 – 2021

En el presente ciclo, se establece por primera vez un valor umbral cuantitativo para la evaluación del criterio D2C1, siguiendo los acuerdos alcanzados por los distintos grupos de coordinación de la DMEM y que se plasmaron en la citada guía del artículo 8. Por lo tanto, se alcanzaría el BEA, cuando no más de un número determinado (valor umbral) de nuevas EAI, son introducidas en el área de evaluación, en un período de tiempo determinado, sobre una base anual o sexenal.

Se observa un mayor error estándar en el análisis realizado para la serie de tiempo agrupada en ciclos de 6 años, debido a las fluctuaciones de los valores de los puntos de la serie y a la menor longitud de la misma. Los puntos de ruptura, aunque no completamente coincidentes en ambas series —la anual y la agrupada en 6 años, se encuentran en el mismo rango de años, validando los resultados de la serie agrupada, cuando ambas series delimitan un rango de años similar (Figura 6).



El análisis de puntos de ruptura muestra un cambio significativo de la tendencia en el año 1988 ( $p$ -valor = 2,505e-05) para la serie anual, y en el año 1985 ( $p$ -valor= 0,0089) para la serie de ciclos de seis años. Las medias ajustadas de nuevas introducciones para cada periodo de referencia (1988-2015 o 1985-2015), fueron de 4,58 y 25,60 respectivamente (Tabla 4, Figura 6).

Tras aplicar el mencionado porcentaje de reducción del 50 % con respecto al periodo de referencia, el **valor umbral de nuevas introducciones se sitúa en 2,29 EAI por año y 12,80 EAI por ciclo de seis años**.

El número de nuevas introducciones por vectores manejables **en el periodo 2016-2021**, fue de **11 especies** (Tabla 2), por lo que **se debe concluir que se alcanza el BEA**, ya que no supera el valor umbral de 12,80 EAI/ciclo de 6 años.

Tabla 4. Análisis estructural de puntos de ruptura:  $F_{sup}$ = estadístico  $F$  modificado que pone a prueba la hipótesis nula de ausencia de puntos de ruptura; \*significancia de ( $p < 0,05$ ); "ns" no significativo.

| Agrupación | $F_{sup}$ | Año de ruptura | Medias primer periodo | Media segundo periodo |
|------------|-----------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 año      | 25,159*   | 1988           | 1,6316                | 4,5770                |
| 6 años     | 11,178*   | 1985           | 10,5                  | 25,6                  |

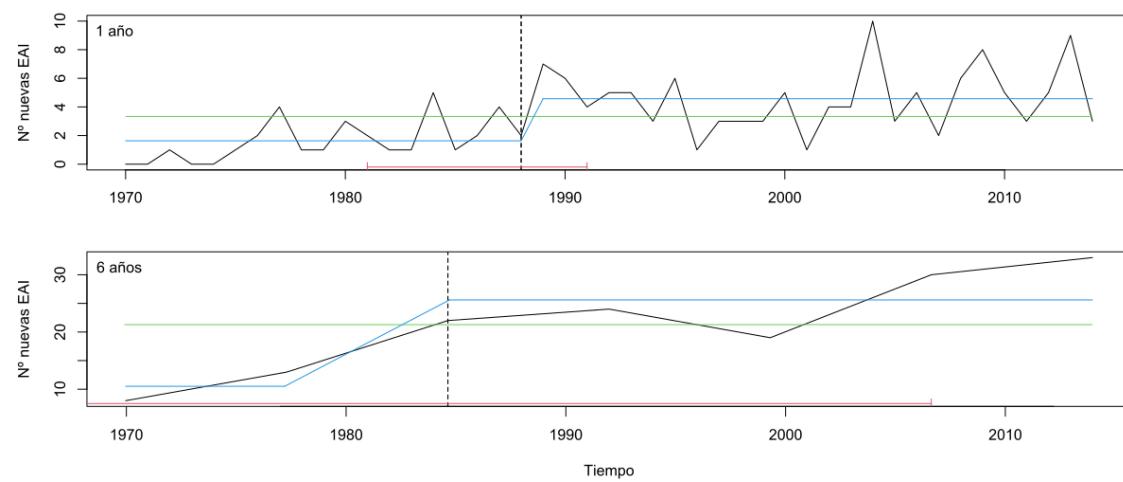
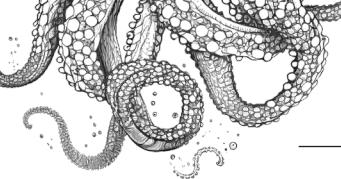


Figura 6. Serie de tiempo de nuevas introducciones de especies alóctonas entre los años 1970 y 2015, por año (imagen superior) y en ciclos de 6 años (imagen inferior), en la subregión ABI. La línea de puntos vertical representa el punto de ruptura, que establece un cambio en la tasa de nuevas introducciones. La línea azul muestra las medias ajustadas para los dos períodos diferenciados. La línea verde representa la media ajustada para el modelo de hipótesis nula en el que no existe un cambio en la tendencia de introducción de especies alóctonas.

### Metodología secundaria: comparación con el primer ciclo

Según la Decisión (UE) 2017/848, la evaluación del D2C1 se debe realizar con base en el número de especies alóctonas de nueva introducción a través de la actividad humana en el medio natural, por periodo de evaluación (seis años), medido a partir del año de referencia y comunicado en la evaluación inicial con arreglo al artículo 8, apartado 1, de la Directiva 2008/56/CE. Por otro lado, en la Guía del artículo 8 de la DMEM se propone un enfoque metodológico para el establecimiento del valor umbral del D2C1, consistente en aplicar un porcentaje de reducción de las nuevas introducciones ocurridas en periodos de evaluación previos (Tsiamis et al., 2021).

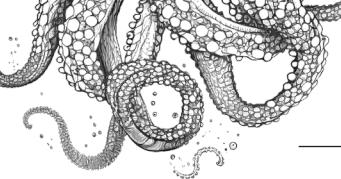


Por ello, como enfoque metodológico alternativo, se comparó la lista de nuevas especies introducidas en el periodo 2006-2011, con los datos del actual periodo de evaluación 2016-2021. Para realizar este análisis, se actualizó la lista base para los años 2006-2011 (Tabla 5) indicando las diferencias detectadas con la publicada por los Estados miembros de la UE hasta el año 2012 (Tsiamis et al., 2019).

El número de nuevas introducciones en ABI fue de 19 especies para el periodo 2006-2011, frente a 11 especies introducidas en el actual periodo de evaluación, por lo que se aprecia una disminución del 42 % de nuevas introducciones entre periodos. Sin embargo, esta metodología sólo puede ser tenida en cuenta a nivel descriptivo, no para sacar conclusiones de la tasa de introducción, ya que no se realiza un análisis para contextualizar los periodos de referencia.

Tabla 5. Lista actualizada de EAI introducidas en el periodo 2006-2011 en la subregión ABI. El asterisco (\*) indica las especies incluidas en la primera lista base consensuada con los Estados miembros europeos, publicada en Tsiamis et al. (2019).

| Especie                               | Filo       | Año de primera observación | Vía de introducción |
|---------------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|
| <i>Arcuatula senhousia</i>            | Mollusca   | 2006                       | Transporte- Polizón |
| <i>Botrylloides violaceus</i>         | Chordata   | 2008                       | Transporte- Polizón |
| <i>Caprella scaura</i>                | Arthropoda | 2009                       | Transporte- Polizón |
| <i>Charybdis (Charybdis) hellerii</i> | Arthropoda | 2009                       | Transporte- Polizón |
| <i>Columbella adansonii</i>           | Arthropoda | 2009                       | Transporte- Polizón |
| <i>Cynoscion regalis</i>              | Chordata   | 2011                       | Transporte- Polizón |
| <i>Dictyota cyanoloma</i> Tronholm,   | Ochrophyta | 1987                       | Transporte- Polizón |
| <i>Didemnum vexillum</i>              | Chordata   | 2008                       | Transporte- Polizón |
| <i>Ianiropsis serricaudis</i>         | Chordata   | 2011                       | Transporte- Polizón |
| <i>Kapraunia schneideri</i>           | Rhodophyta | 2010                       | Transporte- Polizón |
| <i>Laticorophium baconi</i>           | Arthropoda | 2010                       | Transporte- Polizón |
| <i>Lovenella assimilis</i>            | Cnidaria   | 2007                       | Transporte- Polizón |
| <i>Paracaprella pusilla</i> *         | Arthropoda | 2010                       | Transporte- Polizón |
| <i>Perophora japonica</i>             | Chordata   | 2008                       | Transporte- Polizón |
| <i>Petricolaria pholadiformis</i> *   | Bivalvo    | 2007                       | Transporte- Polizón |
| <i>Pseudodiaptomus marinus</i>        | Arthropoda | 2010                       | Transporte- Polizón |
| <i>Stenothoe georgiana</i>            | Arthropoda | 2011                       | Transporte- Polizón |
| <i>Theora lubrica</i> *               | Mollusca   | 2010                       | Transporte- Polizón |
| <i>Tritia mutabilis</i>               | Mollusca   | 2009                       | Transporte- Polizón |



## Consideraciones y limitaciones metodológicas

Para el criterio D2C1, el indicador EAI-Tasa, sobre el número de nuevas introducciones es simple y robusto. La lista base de especies EAI ha sido revisada, mediante comprobaciones por expertos, para garantizar su fiabilidad, confirmado la especie propiamente (nombre aceptado y sinónimos), la primera cita y localizaciones posteriores y el vector más probable de introducción.

Además, periódicamente se realizan actualizaciones de las bases de datos que incluyen revisiones de las identificaciones a luz de nuevas revisiones taxonómicas y al empleo de nuevas herramientas de identificación moleculares y genéticas.

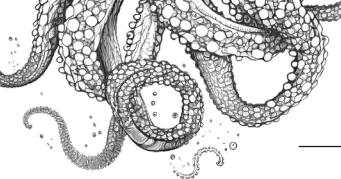
Sin embargo, hay que tener en cuenta que, por otra parte, el déficit de programas de seguimiento de EAI en áreas de alto riesgo de introducción (como puertos, marinas e instalaciones de acuicultura), junto a la disponibilidad limitada y dificultad de acceso a datos sobre EAI de diversos tipos de seguimiento, requiere continuar insistiendo en el desarrollo y la implementación de un proceso de adquisición de datos coordinado y armonizado. Cualquier monitoreo de este tipo deberá integrarse con los requisitos de la DMEM, del Reglamento de la UE sobre Especies Exóticas Invasoras, y del Convenio sobre Gestión del Agua de Lastre de la Organización Internacional Marítima (IMO, por sus siglas en inglés).

Por otro lado, los valores y las tendencias observadas, se han de tomar cautelarmente y hacer una correcta contextualización. Un descenso del esfuerzo en los programas de seguimiento de especies alóctonas podría dar lugar a un menor número de nuevas detecciones publicadas, de la misma manera que un aumento en el esfuerzo de muestreo podría resultar en un mayor número de detecciones de nuevas introducciones. Esto queda especialmente reflejado cuando se aplica la metodología alternativa propuesta en el presente documento, según la cual se produce una disminución del 42 % de nuevas introducciones en el periodo evaluado (2016-2021) respecto al periodo inicial de evaluación (2006-2011), en la subregión ABI. Esto reflejaría una tendencia de mejora, pero no tendría en cuenta la contextualización de los vectores de introducción, por lo que no coincide con los resultados de la metodología usada para la presente evaluación, en la que se calcula un valor umbral teniendo en cuenta estos factores.

La evaluación arroja valores de introducción de especies alóctonas por encima del valor umbral, lo que evidencia que las medidas para reducir la introducción y expansión de especies EAI no han tenido el efecto deseado, por lo que se debe continuar el esfuerzo de muestreo en las siguientes evaluaciones con el objetivo de continuar valorando la tendencia.

También hay que considerar que el momento de la detección de una especie no siempre coincide con su introducción efectiva. En ocasiones, la especie pasa desapercibida y su introducción real tuvo lugar antes del momento de su detección. Por otra parte, hay que tener en cuenta la posible ocurrencia de situaciones excepcionales como la pandemia de COVID-19, que disminuyó la actividad comercial del tráfico marítimo durante meses, y del mismo modo la actividad científica de programas de seguimiento de biodiversidad; o eventos como el que tuvo lugar en marzo del 2021 del varcamiento del buque de transporte de contenedores de mercancías "EVER GIVEN" en el Canal Suez, que detuvo el transporte marítimo durante semanas, causando el desvío de barcos a otras zonas fuera de las rutas habituales. Ambos eventos pudieron causar una reducción efectiva de las introducciones de EAI o condicionar la fecha de detección de nuevas introducciones.

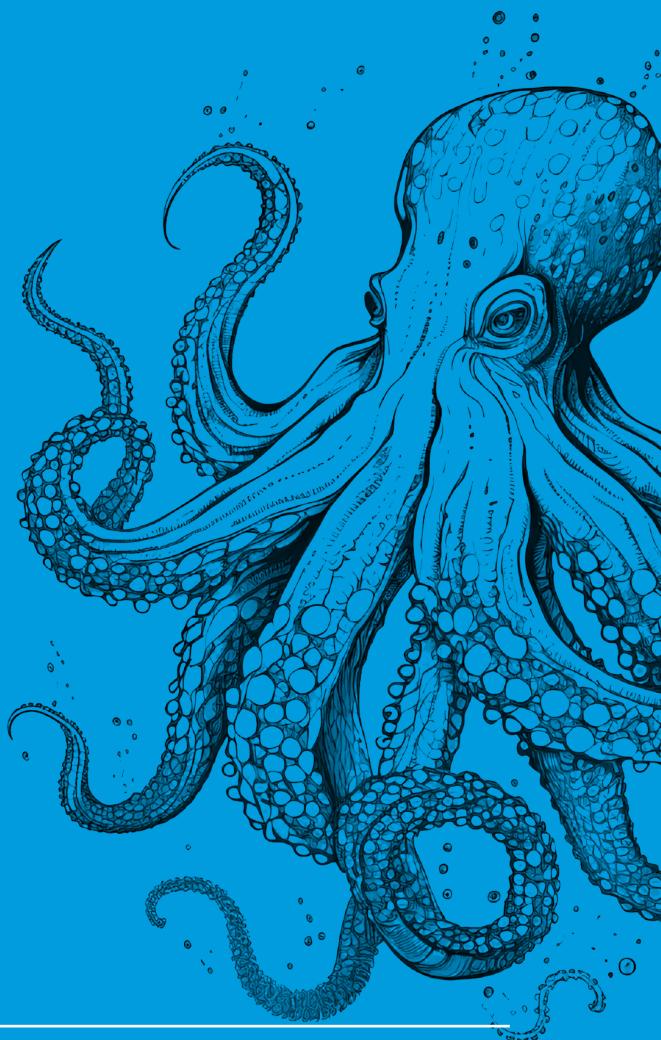
Por el momento no es posible establecer una medida para el esfuerzo de muestreo que dé cuenta de nuevas introducciones de manera estandarizada. Aunque se han propuesto algunos métodos para valorar el esfuerzo de muestreo (por ejemplo, número de publicaciones por año, tasa de nuevas introducciones por área, etc.), no se consideran factibles para toda la serie histórica de introducciones y presentan incongruencias (publicaciones que dan cuenta de varias introducciones, años con un número de publicaciones muy bajo en relación al número de nuevas introducciones registradas, falta de información de programas de seguimiento en los primeros años de la serie, etc.). Por lo que, no disponiendo de una valoración del esfuerzo de muestreo se debe continuar analizando la tendencia en las siguientes evaluaciones con el fin de validarla. En conclusión, esta tendencia puede reflejar diferencias en las tasas de introducción, pero también variabilidad en la intensidad del seguimiento.



## Evaluación a nivel regional/subregional

En relación a la evaluación de este indicador el informe de OSPAR (SQR, 2022) para las tres eco-regiones que componen la región del Atlántico nororiental, la región del mar del Norte (Región II); el mar Céltico (Región III) y el golfo Vizcaya y costa ibérica (Región IV) analizó los datos proporcionados por 11 países identificando las introducciones por subregión en el periodo comprendido entre el año 2003 y 2020. Se registró un número total de 250 nuevas introducciones en toda la región, agrupadas en tres periodos: 2003-2006, 2009-2014 y 2015-2020. Todas las regiones mostraron una tendencia decreciente, que en la Región IV pasó de 9 EAI/año en el periodo 2003-2008 a 5 EAI/año en el periodo 2015-2020 (Stæhr et al., 2022).

Posteriormente se realizó una evaluación aplicando el análisis de series de tiempo y puntos de ruptura (Tsiamis 2012, 2022) a nivel subregional, incluyendo la información del resto de Estados miembros de la subregión (Francia y Portugal). Comparando los dos análisis, la evaluación nacional se ha basado exclusivamente en las especies introducidas por vectores manejables, mientras que la subregional incluye en los análisis las especies introducidas por vectores no manejables (desconocido o no ayudado). Analizando los porcentajes de vectores no manejables, éstos representan el 6,83 % a nivel nacional, mientras que son el 22 % a nivel subregional. A nivel nacional se establece un valor umbral exploratorio, que se corresponde con una reducción del 50 % de las nuevas introducciones con respecto al periodo de referencia, mientras que a nivel subregional se utiliza el porcentaje de especies introducidas por vectores manejables en el periodo de referencia como valor umbral mínimo de reducción de nuevas introducciones en el periodo de evaluación. Aplicando este porcentaje en la subregión ABI, el valor umbral sería de 0,78 especies/año para el presente periodo de evaluación.



---

## **EVALUACIÓN A NIVEL DE SUBREGIÓN DEL CRITERIO D2C2: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS ESPECIES ALÓCTONAS ESTABLECIDAS**



## 5. Evaluación a nivel de subregión del criterio D2C2: distribución espacial de las especies alóctonas establecidas

### Consecución del BEA

No aplica.

Tal como establece en la Decisión 2017/848, el criterio D2C2 se expresará en términos de abundancia y/o distribución por especie evaluada y contribuirá a la evaluación del criterio D2C3 (efectos adversos de las especies alóctonas), por lo que no se requiere en este caso el establecimiento de un valor umbral con el que determinar si se cumple o no se cumple el BEA.

### Resultados de la evaluación del tercer ciclo

En los análisis del D2C2 para la subregión ABI, se reportan un total de 163 especies (Tabla 6). De estas 163 especies, 61 se habían reportado en el ciclo anterior y 102 se reportan por primera vez en este ciclo. La inclusión de especies que no fueron reportadas en el ciclo anterior, pero cuya presencia data de antes del presente ciclo de evaluación, se debe principalmente a desfases temporales que ocurren en muchos casos en los procesos entre el estudio y la publicación, o entre la publicación, el hallazgo de esta y la actualización de la base de datos. También la mejora de la base de datos en sí misma, y la incorporación de nuevas fuentes y metodologías para la recopilación de datos, influye notablemente en la información disponible.

En cuanto a los resultados de las tendencias para el D2C2, aproximadamente el 2 % de las especies mostraron una tendencia de “mejorando”, un 6 % se muestran “estable” y un 10 % “en deterioro”. Casi un 71 % son “desconocido”, lo que indica que o bien no se disponen de suficientes datos de la distribución de la especie, o que la especie tiene una distribución muy localizada, pero sin estudios más detallados de su zona de distribución no se puede valorar su tendencia. Es importante aclarar que, en el contexto del D2C2, y dado que nos referimos a especies que producen un impacto negativo en las especies y en los hábitats, el término “mejorando” se traduce en un descenso de la presencia de estas especies, mientras que “en deterioro” refiere a un aumento.

Aproximadamente el 11 % de las especies tienen una valoración de “no relevante”. Estos casos “no relevante”, pertenecen a especies que se reportaron en el ciclo anterior cuyo estatus y/o éxito de establecimiento no cumplen los criterios para ser analizados en el D2C2. Atendiendo únicamente a las especies reportadas en el ciclo anterior, las especies con la categoría de “no relevante” son aproximadamente el 33 %.

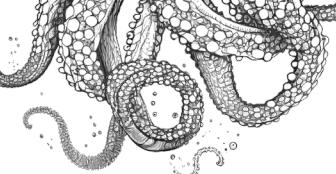
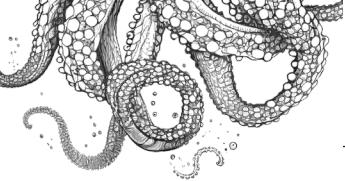
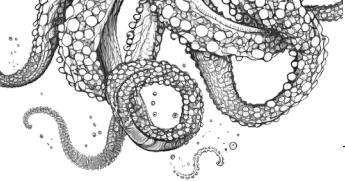


Tabla 6. Listado de especies alóctonas establecidas y/o reportadas en la evaluación anterior para la subregión ABI. Se indica con un asterisco (\*) las especies reportadas en la evaluación del 2º ciclo. El valor obtenido corresponde al número de localidades con registros en el periodo evaluado.

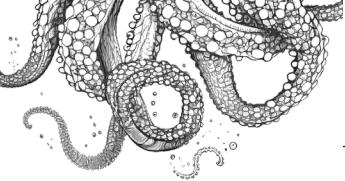
| Especie                               | Estatus      | Éxito de establecimiento | Vía de introducción | Parámetro             | Unidad       | Valor obtenido | Tendencia con respecto al 2º ciclo | Observaciones                       |
|---------------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Acartia (Acanthacartia) tonsa*</i> | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        | Reportada como <i>Acartia tonsa</i> |
| <i>Agardhiella subulata*</i>          | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                     |
| <i>Aglaothamnion feldmanniae*</i>     | En expansión |                          |                     | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |                                     |
| <i>Amathia verticillata</i>           | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                     |
| <i>Ampelisca cavicoxa*</i>            | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                     |
| <i>Ampelisca heterodactyla*</i>       | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                     |
| <i>Amphibalanus amphitrite*</i>       | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                     |
| <i>Amphibalanus eburneus</i>          | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                     |
| <i>Amphibalanus improvisus*</i>       | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                     |
| <i>Anadara kagoshimensis</i>          | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                     |
| <i>Anadara transversa</i>             | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                     |



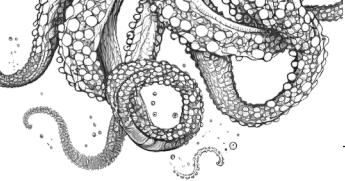
| Especie                                  | Estatus      | Éxito de establecimiento | Vía de introducción | Parámetro             | Unidad       | Valor obtenido | Tendencia con respecto al 2º ciclo |  | Observaciones                                  |
|--|--------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------------|--|--|
|  |              |                          |                     |                       |              |                |                                    |  |  |
| <i>Anguillilcola crassus</i> *           | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  | Reportada como <i>Anguillicoloides crassus</i> |
| <i>Anotrichium furcellatum</i> *         | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |  |
| <i>Antithamnion amphigeneum</i> *        | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |  |
| <i>Antithamnion densum</i> *             | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |  |
| <i>Antithamnion hubbsii</i> *            | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |  |
| <i>Antithamnionella elegans</i> *        | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |  |
| <i>Antithamnionella spirographidis</i> * | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |  |
| <i>Antithamnionella ternifolia</i> *     | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |  |
| <i>Artemia monica</i>                    | Alóctona     | Invasora                 | Escape              | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |  |
| <i>Asparagopsis armata</i> *             | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 33             | En deterioro                       |  |  |
| <i>Asparagopsis taxiformis</i> *         | Excluida     |                          |                     | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |  |  |
| <i>Austuminius modestus</i> *            | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |  |



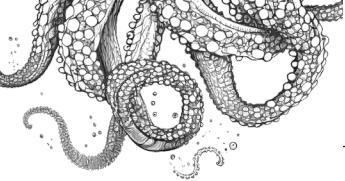
| Especie                           | Estatus      | Éxito de establecimiento | Vía de introducción | Parámetro             | Unidad       | Valor obtenido | Tendencia con respecto al 2º ciclo | Observaciones |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------------|---------------|
| <i>Balanus trigonus</i> *         | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Bivetiella cancellata</i> *    | En expansión |                          |                     | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |               |
| <i>Boccardia proboscidea</i> *    | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Boccardia semibranchiata</i> * | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Boccardiella ligerica</i> *    | Criptogénica | Desconocido              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Bolinus brandaris</i>          | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional | 8              | En deterioro                       |               |
| <i>Bonamia exitiosa</i> *         | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Bonamia ostreae</i> *          | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Bonnemaisonia hamifera</i> *   | Alóctona     | Establecida              | Sin ayuda           | Distribución espacial | Adimensional | 13             | Estable                            |               |
| <i>Botrylloides violaceus</i>     | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Botryllus schlosseri</i> *     | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 4              | Estable                            |               |
| <i>Botryocladia wrightii</i> *    | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |



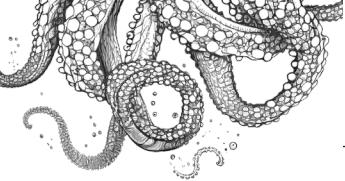
| Especie                        | Estatus      | Éxito de establecimiento | Vía de introducción | Parámetro             | Unidad       | Valor obtenido | Tendencia con respecto al 2º ciclo | Observaciones |
|--------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------------|---------------|
| <i>Bugula neritina</i>         | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Callinectes sapidus</i> *   | Alóctona     | Invasora                 | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 12             | En deterioro                       |               |
| <i>Caprella mutica</i> *       | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Caprella scaura</i> *       | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 4              | Mejorando                          |               |
| <i>Caulacanthus okamurae</i> * | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Cephalothrix simula</i>     | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Chaetopleura angulata</i>   | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 5              | Estable                            |               |
| <i>Clavelina oblonga</i>       | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Clytia linearis</i>         | Alóctona     | Invasora                 | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Codium fragile</i> *        | Alóctona     | Invasora                 | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 26             | En deterioro                       |               |
| <i>Colpomenia peregrina</i> *  | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 11             | En deterioro                       |               |
| <i>Corbicula fluminea</i> *    | Excluida     |                          |                     | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |               |



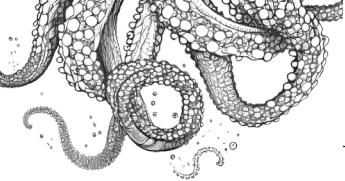
| Especie                         | Estatus  | Éxito de establecimiento | Vía de introducción | Parámetro             | Unidad       | Valor obtenido | Tendencia con respecto al 2º ciclo | Observaciones                        |
|---------------------------------|----------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Corella eumyota</i> *        | Alóctona | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Crepidula fornicata</i> *    | Alóctona | Invasora                 | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional | 8              | En deterioro                       |                                      |
| <i>Crepidatella dilatata</i> *  | Alóctona | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional | 4              | Estable                            |                                      |
| <i>Cynoscion regalis</i>        | Alóctona | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 13             | En deterioro                       |                                      |
| <i>Dasysiphonia japonica</i> *  | Alóctona | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Dasysiphonia sessilis</i>    | Alóctona | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        | Reportada como <i>Dasya sessilis</i> |
| <i>Desdemona ornata</i> *       | Alóctona | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Diadumene lineata</i> *      | Alóctona | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Dictyota cyanoloma</i>       | Alóctona | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Didemnum vexillum</i> *      | Alóctona | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Dipolydora socialis</i>      | Alóctona | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Dipolydora tentaculata</i> * | Alóctona | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |



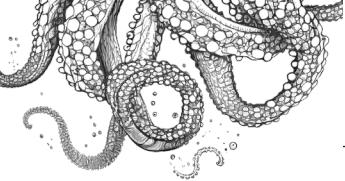
| Especie                           | Estatus      | Éxito de establecimiento | Vía de introducción | Parámetro             | Unidad       | Valor obtenido | Tendencia con respecto al 2º ciclo | Observaciones  |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------------|--|
| <i>Dipterosiphonia dendritica</i> | Alóctona     | Establecida              | Desconocido         | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |
| <i>Ecteinascidia turbinata</i>    | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |
| <i>Ensis leei*</i>                | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |
| <i>Eocuma dimorphum*</i>          | Alóctona     | Desconocido              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |
| <i>Eriocheir sinensis*</i>        | Alóctona     | Invasora                 | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |
| <i>Eucheilota menoni*</i>         | Excluida     |                          |                     | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |  |
| <i>Fibrocapsa japonica*</i>       | Alóctona     | Desconocido              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |
| <i>Ficopomatus enigmaticus*</i>   | Alóctona     | Invasora                 | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |
| <i>Filellum serratum*</i>         | Criptogénica | Casual                   | Desconocido         | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |  |
| <i>Fundulus heteroclitus</i>      | Alóctona     | Invasora                 | Liberación          | Distribución espacial | Adimensional | 9              | Estable                            | Reportada como <i>Fundulus heteroclitus heteroclitus</i> |
| <i>Goniadella gracilis*</i>       | Alóctona     | Desconocido              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |



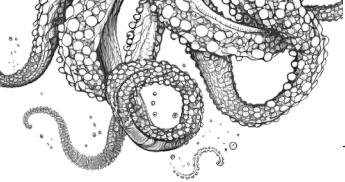
| Especie                             | Estatus      | Éxito de establecimiento | Vía de introducción | Parámetro             | Unidad       | Valor obtenido | Tendencia con respecto al 2º ciclo | Observaciones                           |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------------|---|
| <i>Gracilaria vermiculophylla</i> * | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Grateloupia imbricata</i>        | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Grateloupia subpectinata</i> *   | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Grateloupia turuturu</i> *       | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional | 4              | Mejorando                          |   |
| <i>Gymnodinium catenatum</i> *      | Criptogénica | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Haloa japonica</i> *             | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        | Reportada como <i>Haminoea japonica</i> |
| <i>Hemigrapsus takanoi</i> *        | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 13             | Estable                            |   |
| <i>Hexapleomera robusta</i> *       | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Hexaplex trunculus</i> *         | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 3              | En deterioro                       |   |
| <i>Hydrodoides dianthus</i> *       | Criptogénica | Cuestionable             | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |   |
| <i>Hydrodoides dirampha</i>         | Alóctona     | Invasora                 | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Hydrodoides elegans</i>          | Alóctona     | Invasora                 | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |



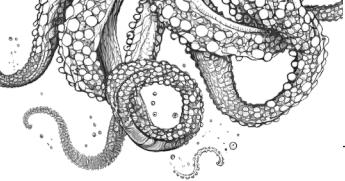
| Especie                          | Estatus      | Éxito de establecimiento | Vía de introducción | Parámetro             | Unidad       | Valor obtenido | Tendencia con respecto al 2º ciclo | Observaciones                                  |
|----------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------------|--|
| <i>Ianiropsis serricaudis</i>    | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |
| <i>Jassa marmorata</i> *         | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |
| <i>Karenia mikimotoi</i> *       | Excluida     |                          |                     | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |  |
| <i>Laticorophium baconi</i>      | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 7              | Estable                            |  |
| <i>Lomentaria hakodatensis</i> * | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |
| <i>Lophurella stichidiosa</i>    | Alóctona     | Establecida              |                     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        | Reportada como <i>Aphanocladia stichidiosa</i> |
| <i>Magallana angulata</i>        | Alóctona     | Establecida              | Escape              | Distribución espacial | Adimensional | 3              | En deterioro                       |  |
| <i>Magallana gigas</i> *         | Alóctona     | Invasora                 | Escape              | Distribución espacial | Adimensional | 27             | En deterioro                       |  |
| <i>Malacoceros indicus</i>       | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |
| <i>Marteilia refringens</i> *    | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |
| <i>Melanothamnus collabens</i>   | Criptogénica | Establecida              | Desconocido         | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |
| <i>Melanothamnus harveyi</i> *   | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |



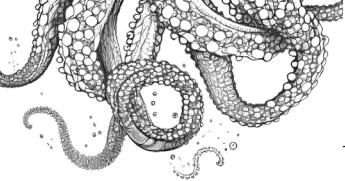
| Especie                          | Estatus      | Éxito de establecimiento | Vía de introducción | Parámetro             | Unidad       | Valor obtenido | Tendencia con respecto al 2º ciclo | Observaciones                             |
|----------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------------|---|
| <i>Mercenaria mercenaria</i> *   | Alóctona     | Establecida              | Escape              | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Microcosmus squamiger</i> *   | Alóctona     | Invasora                 | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Molgula manhattensis</i> *    | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Monocorophium acherusicum</i> | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 4              | En deterioro                       |   |
| <i>Monocorophium sextonae</i> *  | Criptogénica | Casual                   | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |   |
| <i>Monocorophium uenoi</i>       | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Mya arenaria</i> *            | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Myicola ostreeae</i>          | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Mytilicola intestinalis</i>   | Criptogénica | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Mytilopsis leucophaeata</i>   | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Neomysis integer</i>          | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |   |
| <i>Neopyropia leucosticta</i>    | Criptogénica | Establecida              | Desconocido         | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        | Reportada como <i>Pyropia leucosticta</i> |



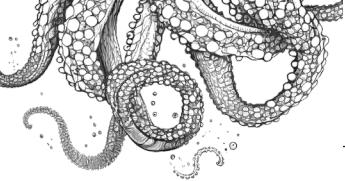
| Especie                            | Estatus      | Éxito de establecimiento | Vía de introducción | Parámetro             | Unidad       | Valor obtenido | Tendencia con respecto al 2º ciclo | Observaciones |
|------------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------------|---------------|
| <i>Ocinebrellus inornatus</i>      | Alóctona     |                          |                     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Oithona davisae</i>             | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Ostrea stentina</i>             | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Pachymeniopsis gargiuloi</i>    | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Palaemon macrodactylus</i>      | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Paracaprella pusilla</i>        | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Paracerceis sculpta</i>         | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 6              | En deterioro                       |               |
| <i>Paradella dianae</i>            | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 3              | En deterioro                       |               |
| <i>Perkinsus chesapeaki</i>        | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Perkinsus olsenii</i>           | Criptogénica | Invasora                 | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Perophora japonica*</i>         | Alóctona     | Casual                   | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |               |
| <i>Petricolaria pholadiformis*</i> | Alóctona     | Casual                   | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |               |



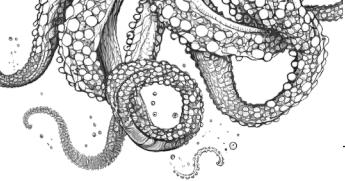
| Especie                               | Estatus      | Éxito de establecimiento | Vía de introducción | Parámetro             | Unidad       | Valor obtenido | Tendencia con respecto al 2º ciclo |  | Observaciones                               |
|---------------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------------|--|---|
|                                       |              |                          |                     |                       |              |                |                                    |  |   |
| <i>Phycocalidia suborbiculata</i>     | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  | Reportada como <i>Pyropia suborbiculata</i> |
| <i>Pikea californica</i> *            | Alóctona     | Cuestionable             | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |  |   |
| <i>Pista unibranchia</i> *            | Alóctona     | Casual                   | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |  |   |
| <i>Plaxiphora aurata</i> *            | Excluida     |                          |                     | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |  | Reportada como Tonicia atrata               |
| <i>Polycera hedgpethi</i> *           | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |   |
| <i>Polycerella emertoni</i>           | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 5              | En deterioro                       |  |   |
| <i>Polysiphonia delicata</i>          | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |   |
| <i>Polysiphonia morrowii</i> *        | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |   |
| <i>Polysiphonia radiata</i>           | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 7              | En deterioro                       |  |   |
| <i>Potamopyrgus antipodarum</i> *     | Excluida     |                          |                     | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |  |   |
| <i>Prionospio pulchra</i> *           | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |   |
| <i>Pseudodactylogyrus anguillae</i> * | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |  |   |



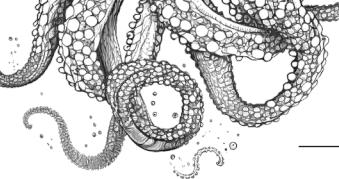
| Especie                                 | Estatus  | Éxito de establecimiento | Vía de introducción | Parámetro             | Unidad       | Valor obtenido | Tendencia con respecto al 2º ciclo | Observaciones      |
|---|----------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------------|--------------------|
| <i>Pseudodiaptomus marinus</i>          | Alóctona | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                    |
| <i>Pseudofusus rostratus</i>            | Alóctona | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                    |
| <i>Pseudo-nitzschia australis</i>       | Alóctona | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                    |
| <i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>    | Alóctona | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                    |
| <i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> * | Alóctona | Invasora                 | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                    |
| <i>Rapana venosa</i> *                  | Alóctona | Desconocido              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                    |
| <i>Rhithropanopeus harrisi</i>          | Alóctona | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                    |
| <i>Ruditapes philippinarum</i> *        | Alóctona | Establecida              | Escape              | Distribución espacial | Adimensional | 5              | Estable                            |                    |
| <i>Rugulopteryx okamurae</i>            | Alóctona | Invasora                 | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 5              | En deterioro                       | Contribuye al D2C3 |
| <i>Sabella spallanzanii</i> **          | Excluida |                          |                     | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |                    |
| <i>Sargassum muticum</i> *              | Alóctona | Invasora                 | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional | 19             | Estable                            |                    |
| <i>Scageliopsis patens</i> *            | Alóctona | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                    |



| Especie                          | Estatus      | Éxito de establecimiento | Vía de introducción | Parámetro             | Unidad       | Valor obtenido | Tendencia con respecto al 2º ciclo | Observaciones                        |
|----------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Schizoporella errata</i> *    | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Scytesiphon dotyi</i> *       | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Sigambra parva</i> *          | Debatible    | Cuestionable             | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Solieria chordalis</i> *      | Excluida     |                          |                     | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |                                      |
| <i>Spongoclonium caribaeum</i> * | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Stenothoe georgiana</i>       | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 3              | En deterioro                       |                                      |
| <i>Steromphala adansonii</i> *   | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Steromphala albida</i> *      | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        | Reportada como <i>Gibbula albida</i> |
| <i>Styela clava</i> *            | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Styela plicata</i> *          | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Syllis pectinans</i>          | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |
| <i>Synidotea laticauda</i>       | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |                                      |



| Especie                       | Estatus      | Éxito de establecimiento | Vía de introducción | Parámetro             | Unidad       | Valor obtenido | Tendencia con respecto al 2º ciclo | Observaciones |
|-------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------------|---------------|
| <i>Theora lubrica</i>         | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Tricellaria inopinata*</i> | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional | 4              | Mejorando                          |               |
| <i>Tridentata marginata</i>   | Alóctona     | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Tritia mutabilis</i>       | Alóctona     | Establecida              | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Ulva australis*</i>        | Alóctona     | Invasora                 | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Umbrarulva dangeardii*</i> | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |
| <i>Undaria pinnatifida*</i>   | Alóctona     | Invasora                 | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional | 13             | Estable                            |               |
| <i>Urosalpinx cinerea*</i>    | Alóctona     | Casual                   | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | No relevante                       |               |
| <i>Watersipora subatra</i>    | Criptogénica | Establecida              | TS-Polizón          | Distribución espacial | Adimensional | 5              | En deterioro                       |               |
| <i>Xenostrobus securis*</i>   | Alóctona     | Invasora                 | TS-Contaminante     | Distribución espacial | Adimensional |                | Desconocido                        |               |



### Información sobre especies consideradas “invasoras”

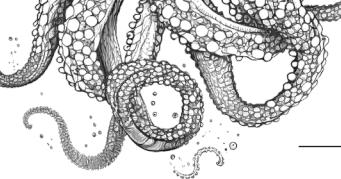
A continuación, se aporta la información disponible sobre las especies de la Tabla 6 que presentan un éxito de establecimiento en la categoría de “invasora”. El seguimiento de estas especies resulta de especial interés por su destacada capacidad de afectar negativamente a los ecosistemas locales. Se aporta una breve descripción de su ecología y, en los casos en que se dispone de suficientes datos de localidades en el periodo de evaluación ( $\geq 3$  localidades) para calcular la tendencia de distribución respecto al ciclo anterior, se muestra el mapa de su distribución en cada periodo comparado.

#### *Artemia monica*

Crustáceo branquiópodo de aspecto muy primitivo que apenas ha evolucionado en su morfología desde el Triásico. Especie nativa del Pacífico nororiental, habita en salinas y lagunas costeras, pero no en los océanos. Es capaz de vivir en aguas de salinidad muy alta (de hasta 250 %) gracias a sistemas para regular la presión osmótica; así como al aumento de la síntesis de hemoglobina para soportar niveles bajos de oxígeno. Especie con registros insuficientes para calcular la tendencia.



Figura 7. Imagen de *Artemia monica* (Mono County, US; iNaturalist, ©R.G. Agarwal, 2018).



## *Callinectes sapidus*

Crustáceo decápodo con origen en el Atlántico occidental y el golfo de México. Esta es una especie con un gran rango de tolerancia tanto de temperatura como de salinidad y una alta capacidad depredadora, por lo que es capaz de disminuir mucho las poblaciones autóctonas, tanto de otros crustáceos como de moluscos y peces. Es comestible, aunque se han reportado pérdidas económicas en flotas pesqueras, sobre todo artesanales, por roturas de redes.



Figura 8. Imagen de *Callinectes sapidus*, ejemplar de macho adulto (Baleares, ©E. Ballesteros, 2022).

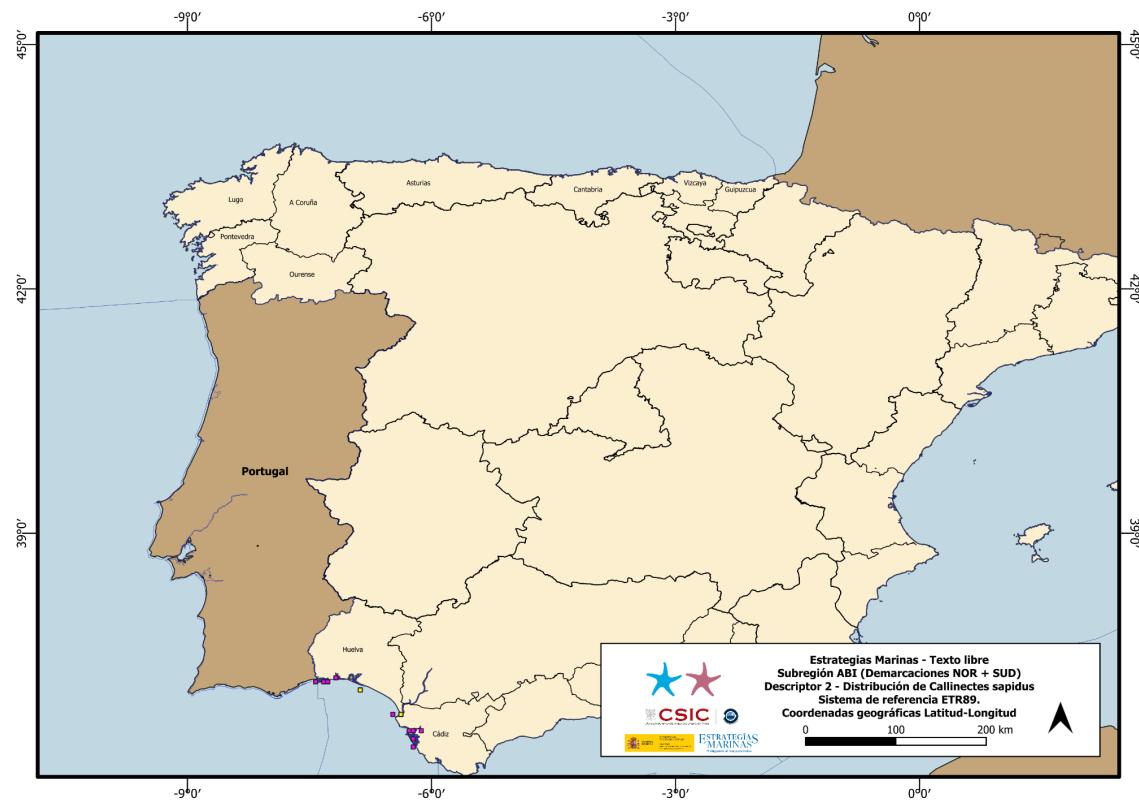
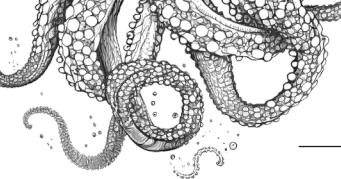


Figura 9. Localidades con registros de *Callinectes sapidus*, entre 2016 y 2021 (morado), y localidades con registros en ambos períodos (amarillo).



## *Clytia linearis*

Hidrozoo nativo del océano Pacífico occidental, constituido por colonias estoloniales o erguidas. Se halla en comunidades infralitorales, entre 4 y 25 m de profundidad; con registros inusuales entre 150-170 m que le asignan un carácter euribático. Afinidad esciáfila muy marcada, con preferencia por sustratos animales sésiles. Tiene carácter epífito indiferente sobre fanerógamas marinas, tanto en los rizomas como en la parte foliar. Abundante en estaciones con notable eutrofización. Especie con registros insuficientes para calcular la tendencia.

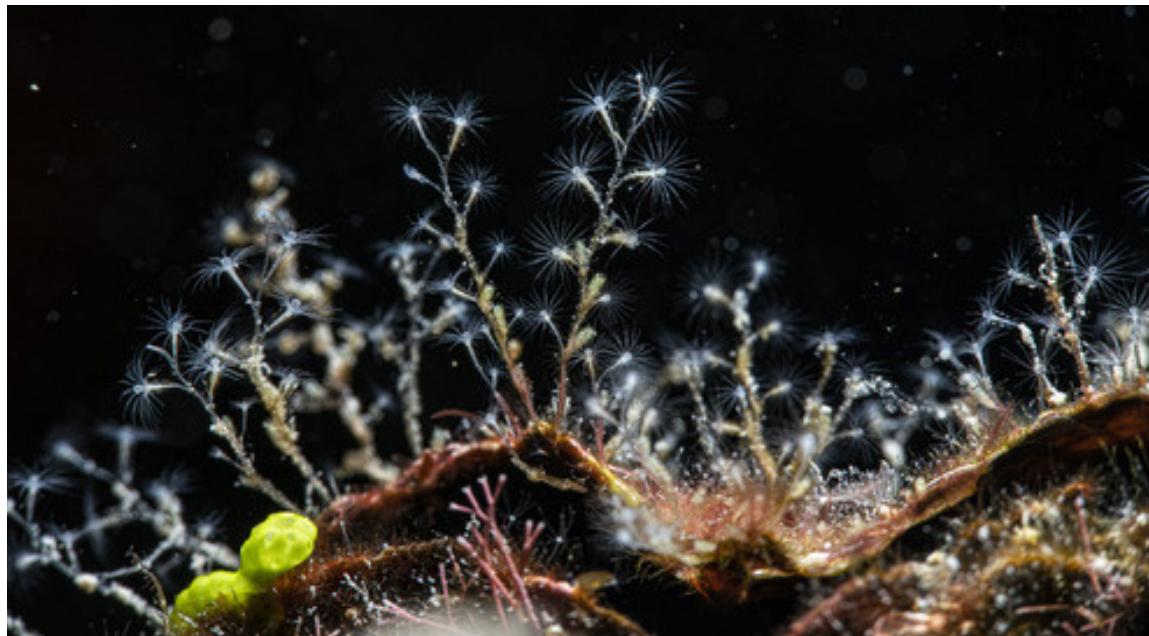
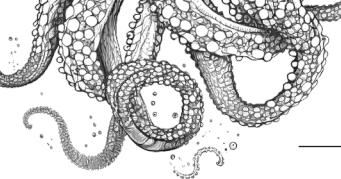


Figura 10. Imagen de *Clytia linearis*, colonia erguida (iNaturalist, ©D. Brouste, 2018).



## *Codium fragile*

Alga clorofíta que proviene del océano Pacífico, en las costas de Japón principalmente. Fronde ramificada dicotómicamente, hasta 25 cm, de textura aterciopelada y esponjosa, formada por muchos filamentos anastomosados, que en conjunto pueden tener un diámetro de hasta 1 cm. Forma praderas de gran extensión con episodios de mortalidad explosiva. Sin peligro para la salud humana, incluso comestible.

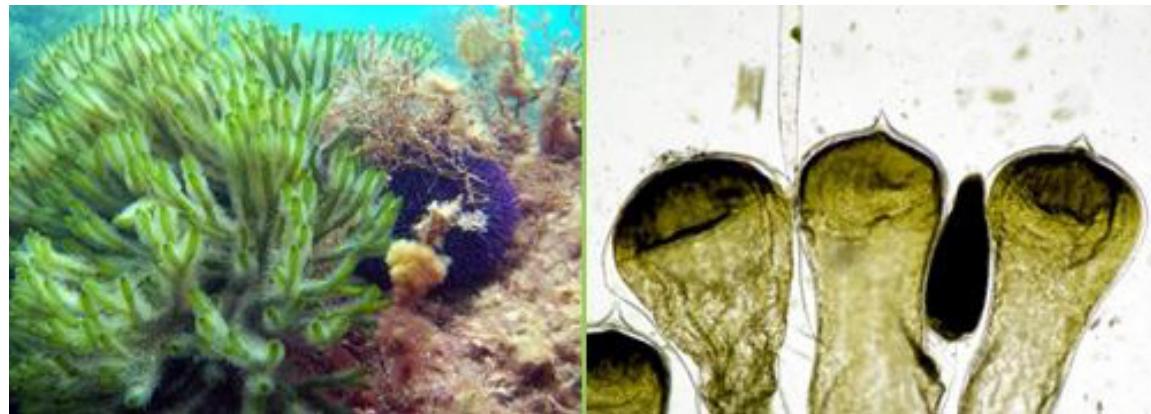


Figura 11. Imágenes de *Codium fragile*. Izquierda: hábito de la especie, detectada en fondo rocoso; derecha: detalle de los utrículos con mucrón, observados al microscopio (Atlántico norte español, ©I. Bárbara, 2022).

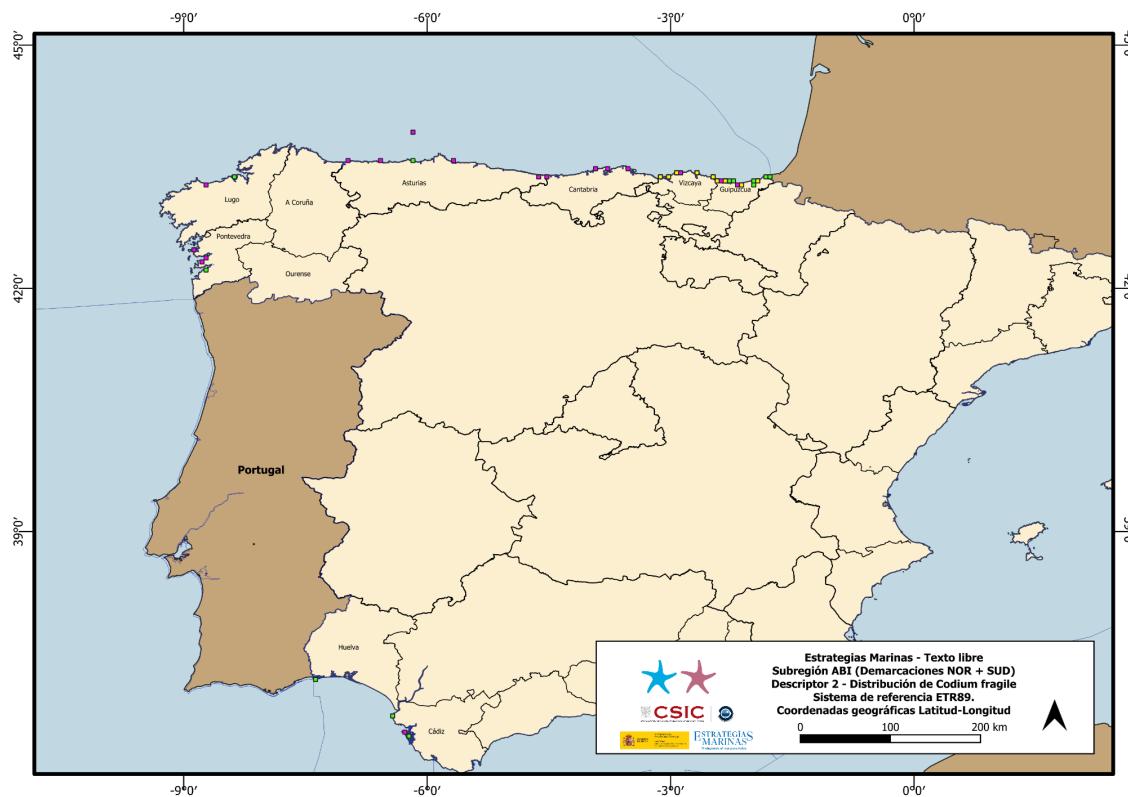
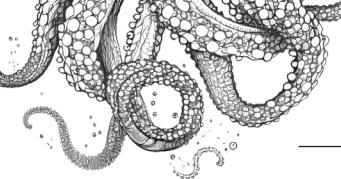


Figura 12. Localidades con registros de *Codium fragile* hasta el 2015 (verde), entre 2016 y 2021 (morado), y localidades con registros en ambos períodos (amarillo).



## *Crepidula fornicata*

Molusco de concha ovalada, originario del Atlántico noroccidental. Vive en aguas poco profundas, sobre conchas o piedras. Los individuos forman largas cadenas de hasta 12 ejemplares, de los cuales el inferior es de mayor tamaño y es una hembra, mientras que los superiores, más pequeños, son machos, los cuales al ir creciendo se van transformando en hembras. Constituye una plaga en cultivos de ostras y mejillones, a los que se fija y compite con ellos por alimento y sustrato.



Figura 13. Imagen de *Crepidula fornicata*. Izquierda: vista dorsal y ventral de la especie (©G. Jansoone, 2010); derecha: cadena de individuos (ría de Vigo, ©R.R. Fernández).

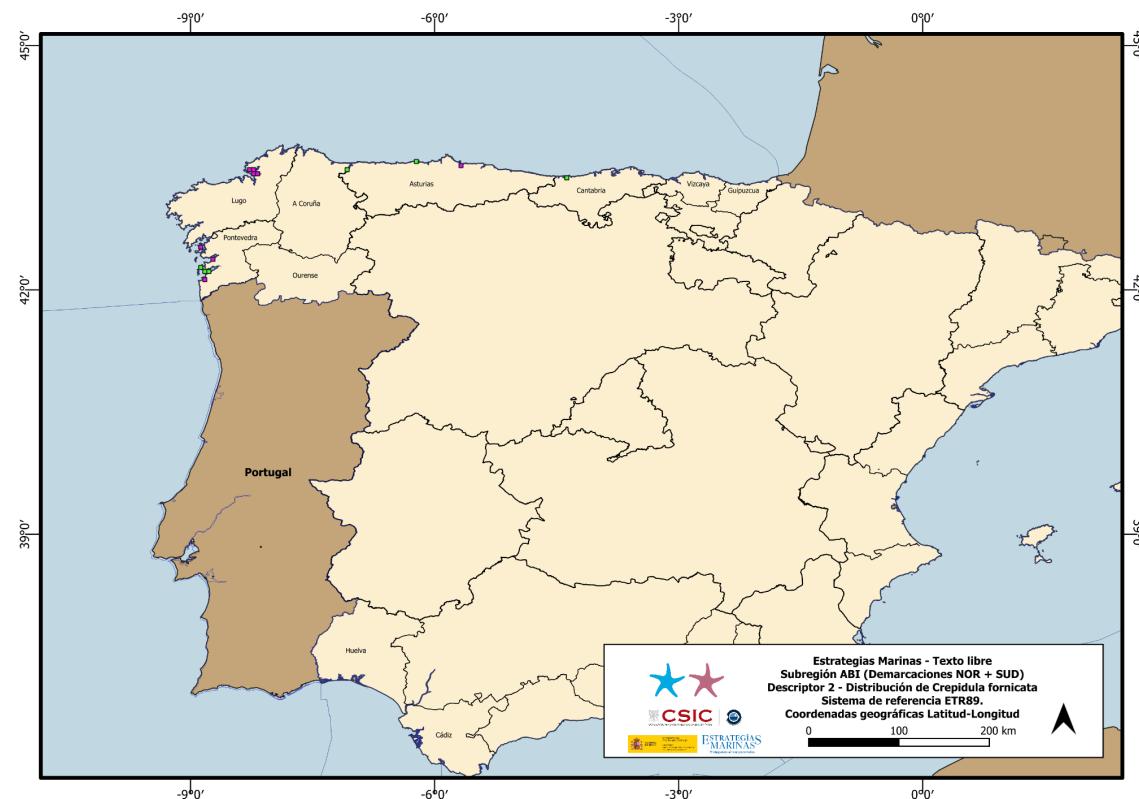
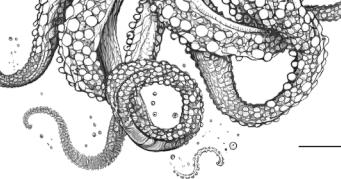


Figura 14. Localidades con registros de *Crepidula fornicata* hasta el 2015 (verde) y localidades con registros entre 2016 y 2021 (morado).



## *Eriocheir sinensis*

Crustáceo decápodo nativo de las costas de Japón. Especie de características eurihalinas, habita en zonas poco profundas de estuarios y ríos, pudiendo migrar a través de la costa a otras zonas y colonizar las aguas continentales. Presenta tolerancia a condiciones tróficas diversas y puede tener un cierto impacto económico debido a la erosión generada por la actividad excavadora de la especie, a la obstrucción de tomas de agua, o daños ocasionados en las redes y nasas, entre otros. Especie con registros insuficientes para calcular la tendencia.



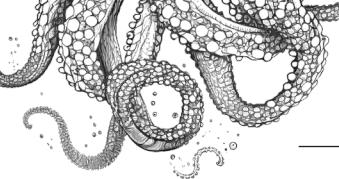
Figura 15. Imagen de *Eriocheir sinensis* (río Guadalquivir, ©V. Muñoz, 2002).

## *Ficopomatus enigmaticus*

Gusano serpulido con distribución nativa en el océano Pacífico. Especie de aguas cálidas, preferentemente de aguas salobres costeras y estuarios; frecuente en zonas portuarias y sobre sustratos duros. Por lo general se encuentra en zonas someras formando grandes colonias o arrecifes biogénicos que pueden causar el bloqueo de los efluentes térmicos y el ensuciamiento de estanques de acuicultura y de embarcaciones de recreo. Especie con registros insuficientes para calcular la tendencia.



Figura 16. Imágenes de *Ficopomatus enigmaticus*. Izquierda: detalle de un individuo (©A. Carmona-Rodríguez, 2021); derecha: población detectada en el parque natural de las marismas del Ampurdán, Girona. (iNaturalist, ©E. Marqués, 2021).



## *Fundulus heteroclitus*

Pez con origen en el Atlántico noroccidental, es capaz de tolerar condiciones ambientales extremas, así como elevados niveles de contaminación en el medio. Especie eurihalina que habita las áreas intermareales de marismas y estuarios, incluidas las explotaciones salinas y los canales de desagüe de los arrozales; en ocasiones aparece en aguas dulces próximas a masas salobres. Son capaces de respirar aire fuera del agua. Se utiliza como especie ornamental, como cebo en la pesca deportiva y como agente de control biológico de larvas de mosquitos. La competencia por el espacio y el alimento, la depredación y la propagación de enfermedades hacen que represente una seria amenaza para las poblaciones endémicas de ciprinodontiformes, ya que ocupan un nicho ecológico similar.



Figura 17. Imagen de *Fundulus heteroclitus* (©NOAA, 2018).

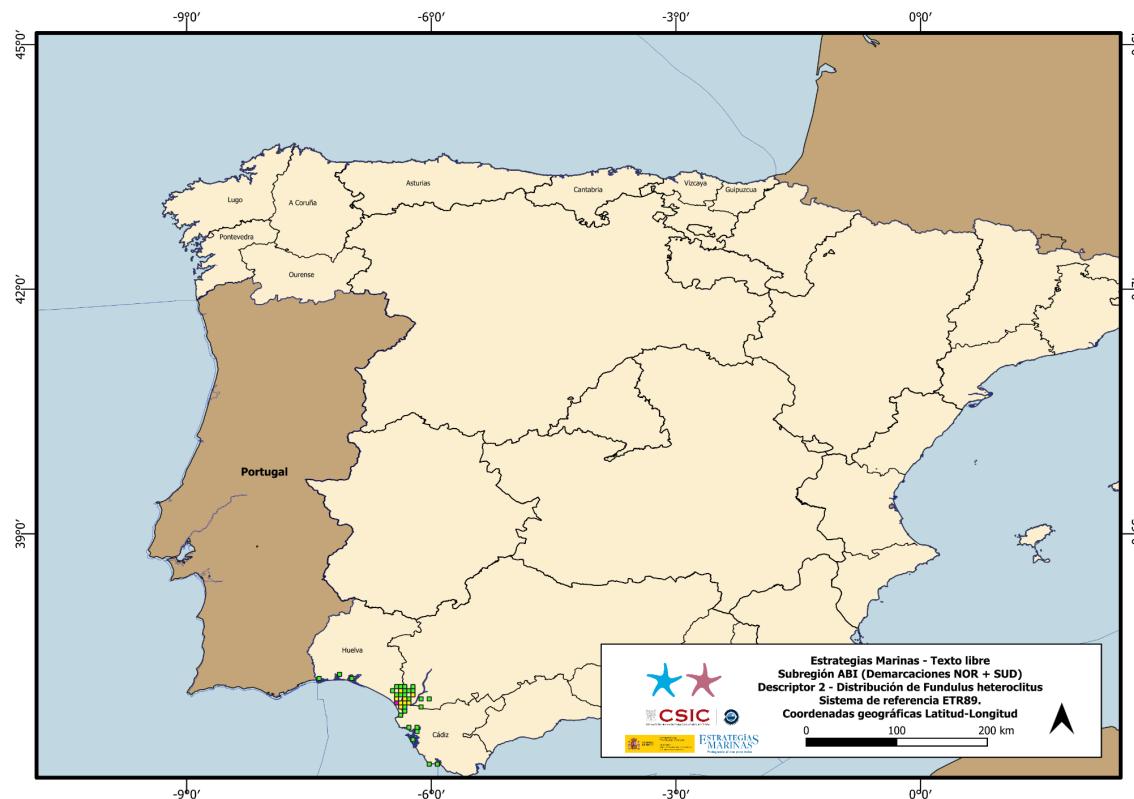
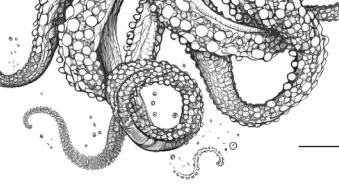


Figura 18. Localidades con registros de *Fundulus heteroclitus* hasta el 2015 (verde), entre 2016 y 2021 (morado), y localidades con registros en ambos períodos (amarillo).

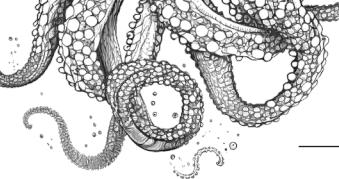


## *Hydroides dirampha*

Poliqueto serpúlido cuya distribución original se atribuye al Atlántico occidental tropical. Presenta similitud a simple vista con otras especies de la familia; sólo se puede diferenciar mediante una observación detallada de las características morfológicas de su opérculo. Puede formar aglomeraciones densas y se deposita en superficies duras como rocas, conchas, corales, flotadores y cascos de barcos. Los impactos reportados incluyen incrustaciones en jaulas, barcos y boyas de acuicultura. Especie con registros insuficientes para calcular la tendencia.



Figura 19. Imagen de *Hydroides dirampha*, detalle del opérculo (Italia; iNaturalist, ©A. Bonifazi, 2022).



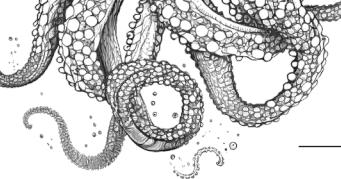
## *Hydroides elegans*

Poliqueto serpulido con origen nativo en el océano Pacífico. Presenta similitud a simple vista con otras especies de la familia; sólo se puede diferenciar mediante una observación detallada de las características morfológicas de su opérculo. Habita en aguas someras de lagunas litorales de zonas tropicales y subtropicales, y es frecuente sobre todo tipo de estructuras artificiales en zonas portuarias y degradadas. Por su rápida y agresiva colonización del sustrato puede producir incrustaciones masivas de gran tamaño, que provocan daños en las embarcaciones y bloqueo en sistemas de transporte de agua. Especie con registros insuficientes para calcular la tendencia.



Erica Keppel

Figura 20. Imágenes de *Hydroides elegans*. Izquierda: especímenes adultos con la corona branquial extendida (©B.T. Nedved, 2014); derecha: detalle del opérculo (Smithsonian Environmental Research Center, ©E. Keppel)



## Magallana gigas

Bivalvo del océano Pacífico noroccidental, nativo de Japón. Posee una elevada similitud a simple vista con otras especies de la familia; solo se puede diferenciar mediante una observación detallada al microscopio. Habita generalmente en la zona infralitoral, estuarina, epifaunal, prefiriendo sustratos firmes del fondo. Su introducción está relacionada con el cultivo de la especie; el escape de las instalaciones de acuicultura puede provocar impactos ambientales al transportar parásitos, competir con especies nativas y transformar el hábitat.



Figura 21. Imagen de *Magallana gigas* con vista interna y externa de la valva izquierda (Etang de Leucate, Francia; ©S. Gofas, 1999).

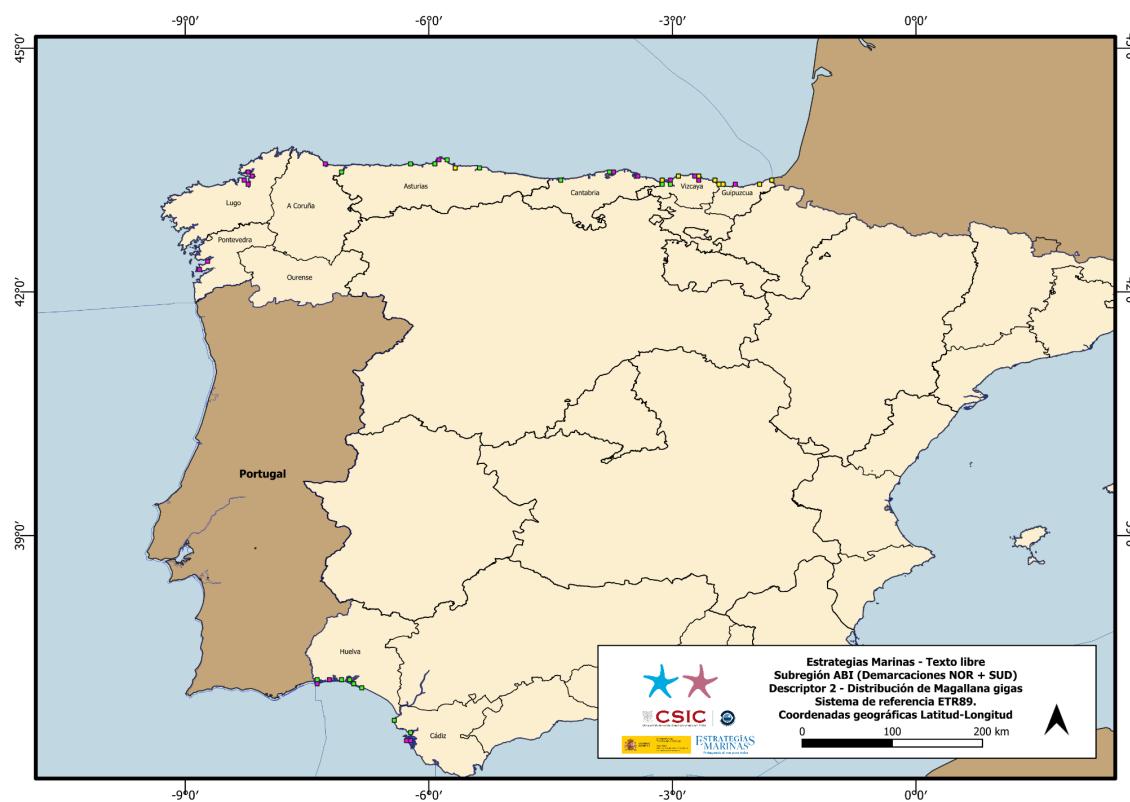
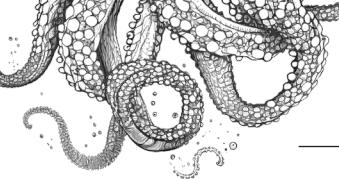


Figura 22. Localidades con registros de *Magallana gigas* hasta el 2015 (verde), entre 2016 y 2021 (morado), y localidades con registros en ambos períodos (amarillo).

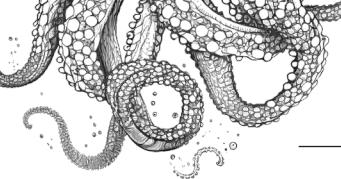


## *Microcosmus squamiger*

Tunicado nativo de las costas de Australia con alta capacidad de dispersión, sus poblaciones muestran una dinámica marcadamente estacional, existiendo episodios de mortalidad masiva en otoño. Desplaza a las especies autóctonas y crea parches monoespecíficos de gran área. Sin peligro para la salud humana, provoca daños económicos a las rejillas, cuerdas y conchas de ostricultura por incrustaciones. Especie con registros insuficientes para calcular la tendencia o representar su distribución.



Figura 23. Imagen de *Microcosmus squamiger*. Observación en el muelle de un puerto recreativo (Bouches-du-Rhône, Francia; iNaturalist, ©F.Andre, 2021).

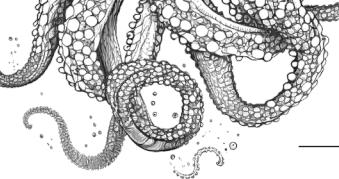


## *Pseudopolydora paucibranchiata*

Gusano espiónido nativo de la costa noroccidental del océano Pacífico. Se encuentra en fondos fangosos o fango-arenosos de zonas salobres, donde forma tubos mucosos; también en ambientes portuarios relativamente contaminados. Puede llegar a convertirse en la especie dominante en ambientes estuarinos, llegando a alcanzar densidades superiores a los 500 ind./m<sup>2</sup> y provocando el desplazamiento de especies autóctonas. Especie con registros insuficientes para calcular la tendencia.



Figura 24. Imágenes de *Pseudopolydora paucibranchiata*. Izquierda: imagen al microscopio óptico de un individuo adulto; derecha: detalle del prostomio (iNaturalist, ©L. Harris, 2003).



## *Sargassum muticum*

Alga fucal de la costa del Pacífico noroccidental, descrita originalmente en Japón. Generalmente habita en el intermareal inferior y submareal somero, sobre sustratos rocosos (epíltica) y en lagunas costeras. Su introducción primaria está asociada al transporte como contaminante en el comercio de ostras. La generación de altas biomasas del alga puede producir impactos socioeconómicos al acumularse en las playas y colapsar el funcionamiento de las artes de pesca. No obstante, puede generar nuevos recursos por la producción de sustancias con características citotóxicas que pueden emplearse como compuestos con aplicación como antifouling, o su empleo como fuente de alimentación en el cultivo de holoturias y abalón.



Figura 25. Imágenes de *Sargassum muticum*. Izquierda: ejemplares de la zona intermareal; derecha: detalle del cauloide erecto ramificado con pequeños aerocistes terminales (costas del Atlántico norte español, ©I. Bárbara, 2022).

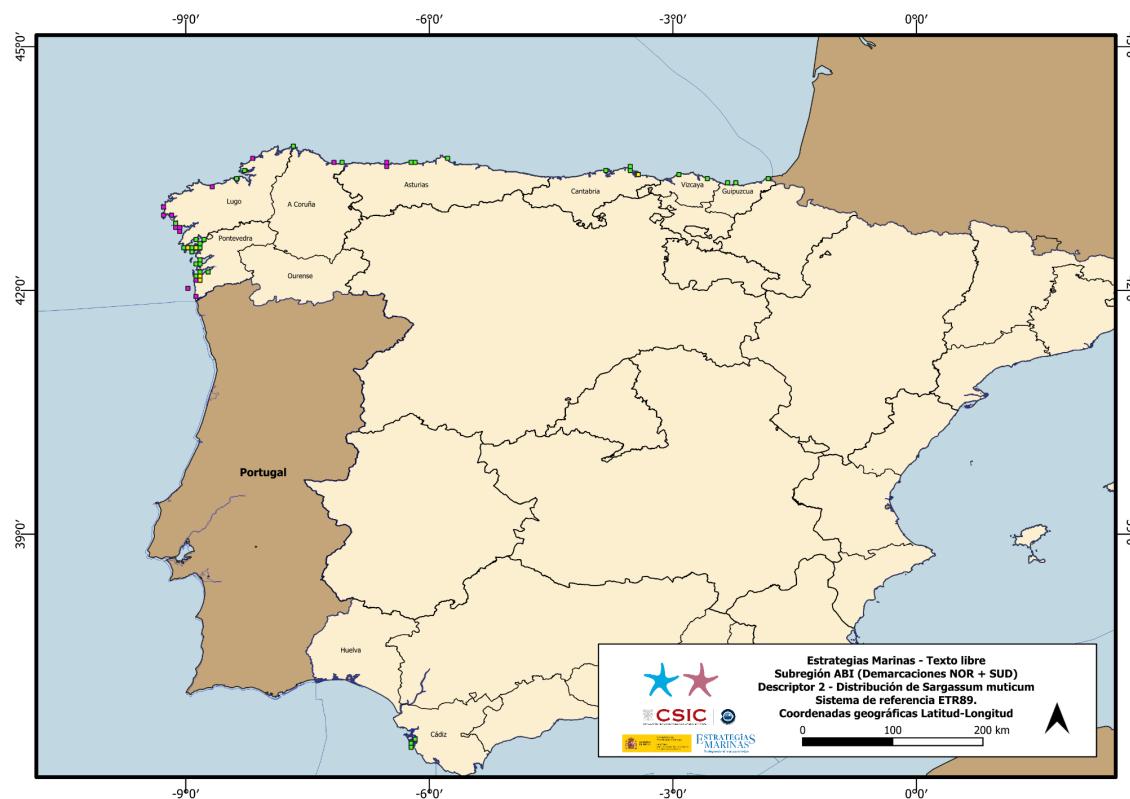
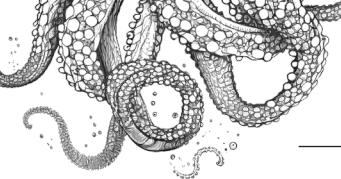


Figura 26. Localidades con registros de *Sargassum muticum* hasta el 2015 (verde), entre 2016 y 2021 (morado), y localidades con registros en ambos períodos (amarillo).

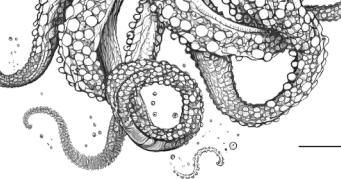


## *Ulva australis*

Alga comúnmente conocida como “lechuga de mar” con un amplio rango nativo en el Indo-Pacífico. La extensa distribución del género *Ulva*, y los pocos caracteres que diferencian las especies, hace que sea difícil de clasificar taxonómicamente. El alga puede crecer adherida o libre en una amplia variedad de hábitats marinos y estuarinos, como costas rocosas, fondos biogénicos de ostras, y praderas de fanerógamas, entre otros. En su rango nativo, grandes niveles de eutrofización pueden causar “mareas verdes” de *U. australis*, conllevando serias consecuencias ecológicas. De forma paralela, se trata de un alga comestible, muy rica en minerales, vitaminas y fibra dietética, por lo que sus propiedades son estudiadas en el área de la medicina y farmacología. Especie con registros insuficientes para calcular la tendencia.



Figura 2.7. Imágenes de *Ulva australis*. Izquierda: crecimiento sobre rocas en el intermareal (Japón, ©Chiba University); derecha: detalle del alga en el infralitoral (ría de Ferrol, ©I. Bárbara, 2014).



## Undaria pinnatifida

Alga laminaria nativa del océano Pacífico noroccidental. Habita en el intermareal inferior y submareal sobre sustratos rocosos, así como en lagunas costeras y sustratos artificiales. Forma densos bosques que pueden repercutir en el colapso de las artes de pesca. Se trata de una especie de interés culinario que se comercializa bajo el nombre de wakame.



Figura 28. Imágenes de *Undaria pinnatifida*. Izquierda: alga invasora detectada en fondos marinos de las costas gallegas; derecha: detalle de sus láminas y esporófilo (©I. Bárbara, 2022).

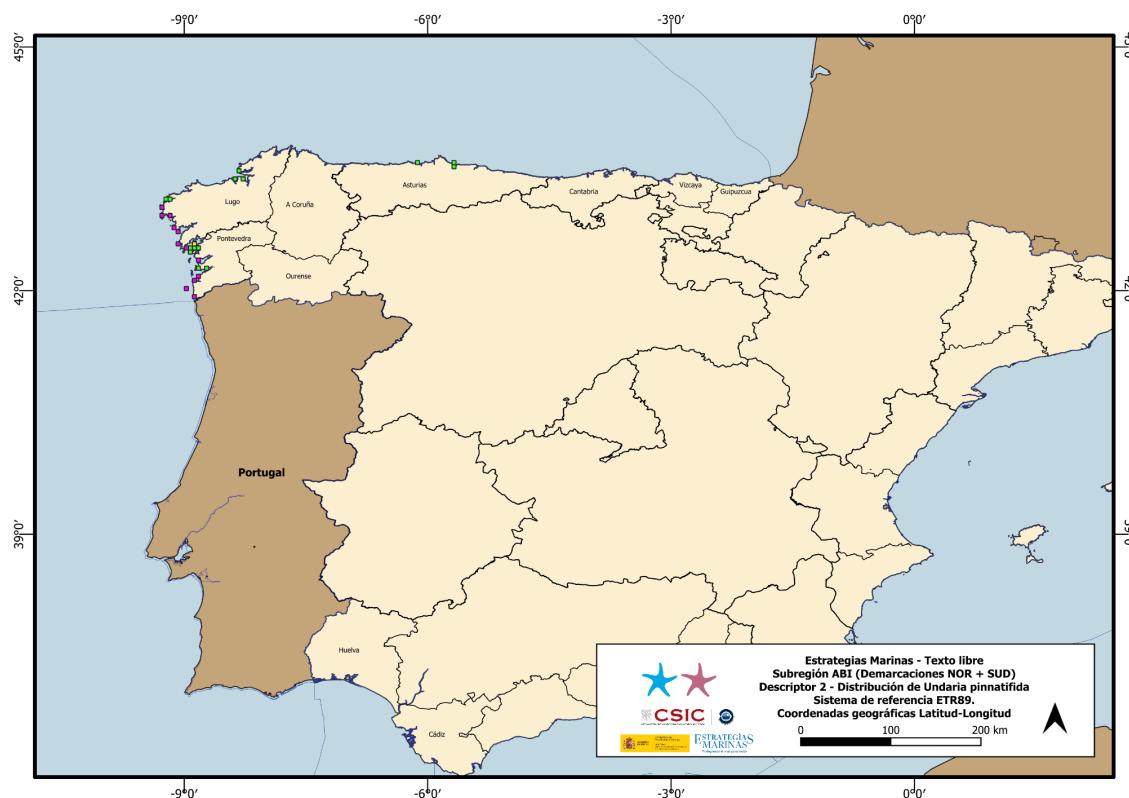
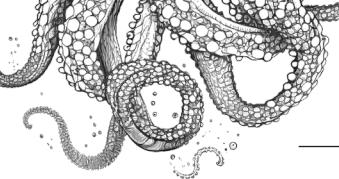


Figura 29. Localidades con registros de *Undaria pinnatifida* hasta el 2015 (verde), entre 2016 y 2021 (morado), y localidades con registros en ambos períodos (amarillo).

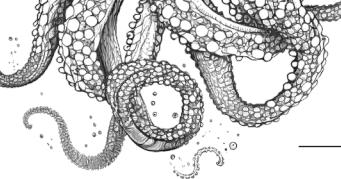


## *Xenostrobus securis*

Molusco bivalvo original del océano Pacífico suroccidental. Puede encontrarse en estuarios, aguas salobres y lagunas costeras, fijado sobre cualquier tipo de sustrato duro. La especie puede formar densas agrupaciones de hasta 50.000 ind./m<sup>2</sup>, repercutiendo negativamente en los ecosistemas fluviales y estuarinos al cubrir los sedimentos blandos y afectar, por tanto, a los organismos infaunales. La especie es, además, portadora del protozoo parásito *Marteilia refringens*, por lo que podría contribuir a aumentar la prevalencia de la marteiliosis en aguas gallegas. Especie con registros insuficientes para calcular la tendencia.



Figura 30. Imagen de *Xenostrobus securis*, ejemplar hallado en su lugar de origen (Whau River, Nueva Zelanda; iNaturalist, ©S. Mae, 2020).



## Metodología de evaluación e indicadores relacionados

La lista en la que se plasman los resultados de este análisis (Tabla 6) se ha elaborado teniendo en cuenta, en primer lugar, aquellas especies que fueron reportadas en la evaluación del segundo ciclo, independientemente de su estatus y éxito de establecimiento, ya que estas categorías se pueden haber modificado desde la última evaluación, debido a revisiones posteriores en base a nuevos estudios y ampliación de la información sobre la especie. Adicionalmente, se han añadido también especies que no aparecieron en la evaluación anterior, pero cuyo estatus ha sido validado como “alóctona”, “criptogénica” o en “expansión criptogénica” con un éxito de establecimiento en la categoría de “establecida” o “invasora”, y cuya fecha de introducción fuese anterior a 2016, por lo que no entraría en la evaluación del D2C1. Algunas especies han modificado su nombre desde la evaluación del ciclo anterior a la presente evaluación, debido a revisiones taxonómicas. La nomenclatura utilizada en esta evaluación es la aceptada en la página de *World Register of Marine Species* (WORMS, 2024).

Cuando una especie fue identificada erróneamente en la publicación y revisiones posteriores han certificado que la especie identificada era otra, se utiliza para la lista la especie corregida (siempre que esta cumpla los criterios para ser incluida), y se hace constar el cambio.

La valoración de la tendencia de cada especie de la lista, con respecto al segundo ciclo, se ha realizado a partir del estudio de la **evolución del número de localidades** en que la especie está presente en el periodo de evaluación (2016 – 2021), respecto a su distribución anterior (hasta el año 2015). Para el D2C2, a diferencia del D2C1, no se estableció el rango 1970-2015 como periodo de estudio, sino que **se usaron todos los datos disponibles, ya que algunas especies establecidas podían tener registros anteriores a 1970**, lo que influiría en su tendencia temporal de distribución. De este modo, el periodo de referencia se estableció desde el primer año en que se disponían datos de la especie, hasta el fin del segundo ciclo de evaluación (2015). Sobre este rango se analizó la tendencia de distribución en el periodo de evaluación (2016-2021).

Para definir de forma homogénea y estandarizada el concepto de “localidad”, se utilizó una malla de C-Square de resolución 0,05 y, cada celda de la malla donde aparecen registros, se estableció como una localidad (Rees, 2003). Se decidió utilizar esta metodología en vez de usar el número de registros o parámetros como abundancia de individuos o cobertura, debido a la falta de información en muchos casos para estos parámetros y a la heterogeneidad de los datos obtenidos de las diferentes fuentes. En este sentido, por ejemplo, en una misma localidad podían aparecer de una fuente 100 registros de una especie, por haber sido ésta reportada por número de individuos y, de otra fuente en esa misma localidad, sólo 1 registro por referirse únicamente a datos de presencia/ausencia. De este modo, dada la incertidumbre en datos como la abundancia u otros parámetros, que necesitarían un estudio *in situ* más específico para cada localidad con presencia de especies alóctonas (lo cual no pudo abordarse por las dimensiones territoriales del estudio), el registro de localidades se consideró adecuado para valorar la tendencia respecto al segundo ciclo.

Por lo tanto, la evaluación para cada una de las especies reportadas para este criterio (Tabla 6), se basa en la tendencia de la frecuencia temporal y de la distribución espacial. Para ello se ha utilizado el indicador **EAI-Tend (Tendencias en la abundancia, frecuencia temporal y distribución espacial de las especies alóctonas)**, con el que se analiza la evolución de localidades con registros para cada especie, en el periodo de evaluación (2016-2021), respecto a años anteriores (hasta 2015). A partir del análisis de esta tendencia, se establecen las categorías “mejorando”, “en deterioro” o “estable”, para cada especie. Esta tendencia en el registro de localidades entre periodos, se puede traducir en una evolución de la distribución de la especie.

La visualización de los datos de la tendencia en la distribución de cada especie, no siempre es un proceso evidente, a pesar de tener los datos de forma gráfica en un mapa y el valor numérico del número de localidades. Por ejemplo, el periodo referido como “hasta 2015” implica una gran variedad de rango de años, en función de los registros disponibles de cada especie: casos con unos pocos años de registros, hasta casos de varias decenas de años, mientras que el periodo de evaluación es un rango constante de 6 años. Esto implica una diferencia en el esfuerzo de muestreo (en este caso



entendido como el número de años), en que se han recogido datos para cada periodo a comparar. Otros factores que también influyen en la interpretación de la comparación del número de localidades entre periodos, es la extensión en la que se distribuyen esas localidades, o si las localidades registradas en el periodo de evaluación estaban ya presentes o no en años anteriores. Todos estos factores se consideraron para complementar la valoración de la tendencia con respecto al segundo ciclo, con base en el registro de localidades.

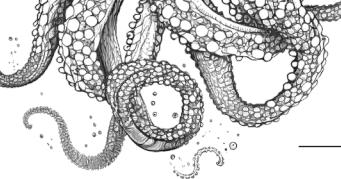
Al ser la “localidad” la unidad mínima de estudio, sin considerar la abundancia u otros parámetros en cada una de ellas, una vez recopilados los datos, se analizó el número mínimo de localidades para poder ser consideradas para un análisis comparativo entre periodos. A partir de una exploración de los datos se determinó un **valor mínimo de 3 localidades de presencia por especie**. Este análisis, se realizó con el objetivo de asegurar la fiabilidad de los análisis sobre cambios en las distribuciones de especies. Esta decisión se basa en un análisis detallado aplicando el método de remuestreo “Boots-trap” de los datos (R software).

Este valor mínimo de 3 localidades se estableció para el periodo de análisis, el de la presente evaluación (2016-2021) y no para el periodo anterior (hasta 2015), ya que, por ejemplo, especies introducidas antes del periodo de evaluación, pero de reciente introducción (cercanas a 2015), podrían tener pocas localidades y haber iniciado su expansión pasado el 2015. En el caso del periodo de evaluación 2016-2021, en cambio, el mínimo de 3 localidades fue necesario para poder establecer una tendencia respecto al ciclo anterior en la evolución de localidades. Valores inferiores a 3 localidades en el presente periodo de evaluación, se consideraron como “desconocido” en la valoración. En este sentido, hay que destacar que para ciertas especies con distribuciones muy localizadas, un número de localidades inferior a 3, no tendría por qué suponer obligatoriamente una falta de información, pero la valoración de su evolución depende de estudios detallados *in situ* para cada caso.

En resumen, las especies indicadas en la Tabla 6 se han considerado y valorado según los siguientes criterios:

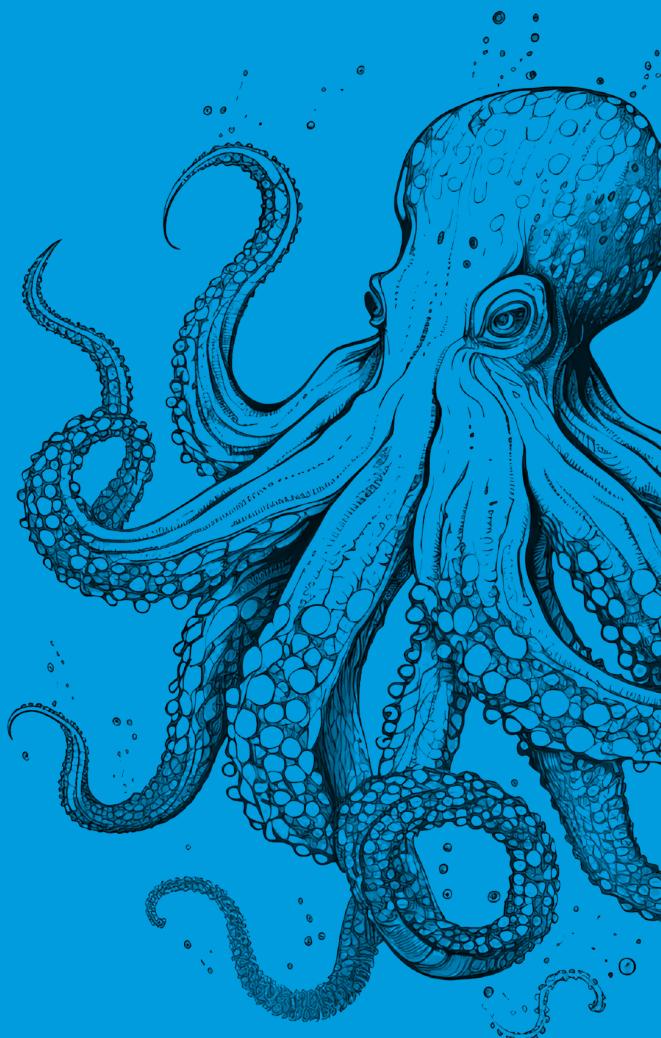
1. Todas las especies reportadas en el ciclo anterior se han incluido en la Tabla 6, sin menoscabo de la categoría que se aplica a su estatus o éxito de establecimiento actual.
2. Para los casos de especies reportadas en el ciclo anterior cuyo estatus es “alóctona”, “criptogénica” o “en expansión criptogénica” y su éxito de establecimiento es “establecida” o “invasora”, se ha valorado la tendencia, atribuyendo la categoría de “mejorando”, “estable” o “en deterioro”, en función de los valores en el número de localidades del periodo 2016-2021, que se han comparado con la distribución de localidades anteriores, considerando factores como el número de años en cada caso, la extensión o la aparición de nuevas localidades.
3. Para los casos del punto 2 en que el número de localidades en el periodo 2016-2021 es inferior a 3, se establece una valoración de la tendencia de “desconocida”.
4. Cuando las especies reportadas en el ciclo anterior no cumplen los criterios de las categorías de estatus y/o éxito de establecimiento, independientemente del número de localidades, se valora como “no relevante”, por no entrar en el análisis del D2C2. Excepciones en este punto son los estatus “debatible” y el éxito de establecimiento “cuestionable” o “desconocido”, lo que indica la necesidad de más estudios para confirmar su estado.
5. También se incluyen especies que no han sido reportadas en el ciclo anterior, pero cuya introducción en la subregión es anterior al 2016, su estatus es “alóctona”, “criptogénica” o “en expansión criptogénica” y su éxito de establecimiento “establecida” o “invasora”. En estos casos, cuando hay datos suficientes para el análisis, se valora la tendencia (mejorando, estable o en deterioro). Si no hay datos suficientes se reporta la especie como tendencia “desconocida”, ya que esta categoría puede implicar falta de datos o falta de confirmación *in situ*.

Finalmente, hay que tener en cuenta que la tendencia que se reporta, como se ha comentado anteriormente, depende de la información disponible de registros de cada especie. Por ello, lo que se reporta es una tendencia en el tiempo del registro de localidades, que se utiliza para valorar el cambio en la



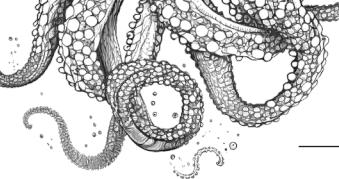
distribución de la especie, de forma semicuantitativa. En este sentido, hay que considerar también que, así como las categorías “estable” o “en deterioro” pueden reflejar más fielmente una realidad del estado de la especie por el aumento o estabilidad de su distribución, la categoría “mejorando” no forzosamente implica un buen estado de la especie allí donde estaba presente, sino que, en comparación con su tendencia hasta 2015, esta ha mejorado en cuanto a número de localidades en las que aparece a lo largo del tiempo.

Los datos para analizar la tendencia de cada especie con respecto al ciclo de evaluación anterior se han obtenido de los resultados de estudios *in situ* de campañas realizadas por el IEO, con financiación del MITECO en el marco de las estrategias marinas, así como de datos obtenidos en campañas de otros proyectos, de búsqueda bibliográfica y de ciencia ciudadana. El estatus y el éxito de establecimiento de las especies han sido validados por expertos taxonómicos a nivel nacional y subregional.



---

## EVALUACIÓN A NIVEL DE SUBREGIÓN DEL CRITERIO D2C3: EFECTOS SOBRE ESPECIES Y HÁBITATS



## 6. Evaluación a nivel de subregión del criterio D2C3: efectos sobre especies y hábitats

### Consecución del BEA

No aplica.

Tal como establece en la Decisión 2017/848, el criterio D2C3 debe contribuir a la evaluación de las especies del descriptor de biodiversidad (D1) y al descriptor de integridad del suelo marino (D6), por lo que no se requiere en este caso el establecimiento de un valor umbral con el que determinar si se cumple o no se cumple el BEA en el contexto del descriptor 2.

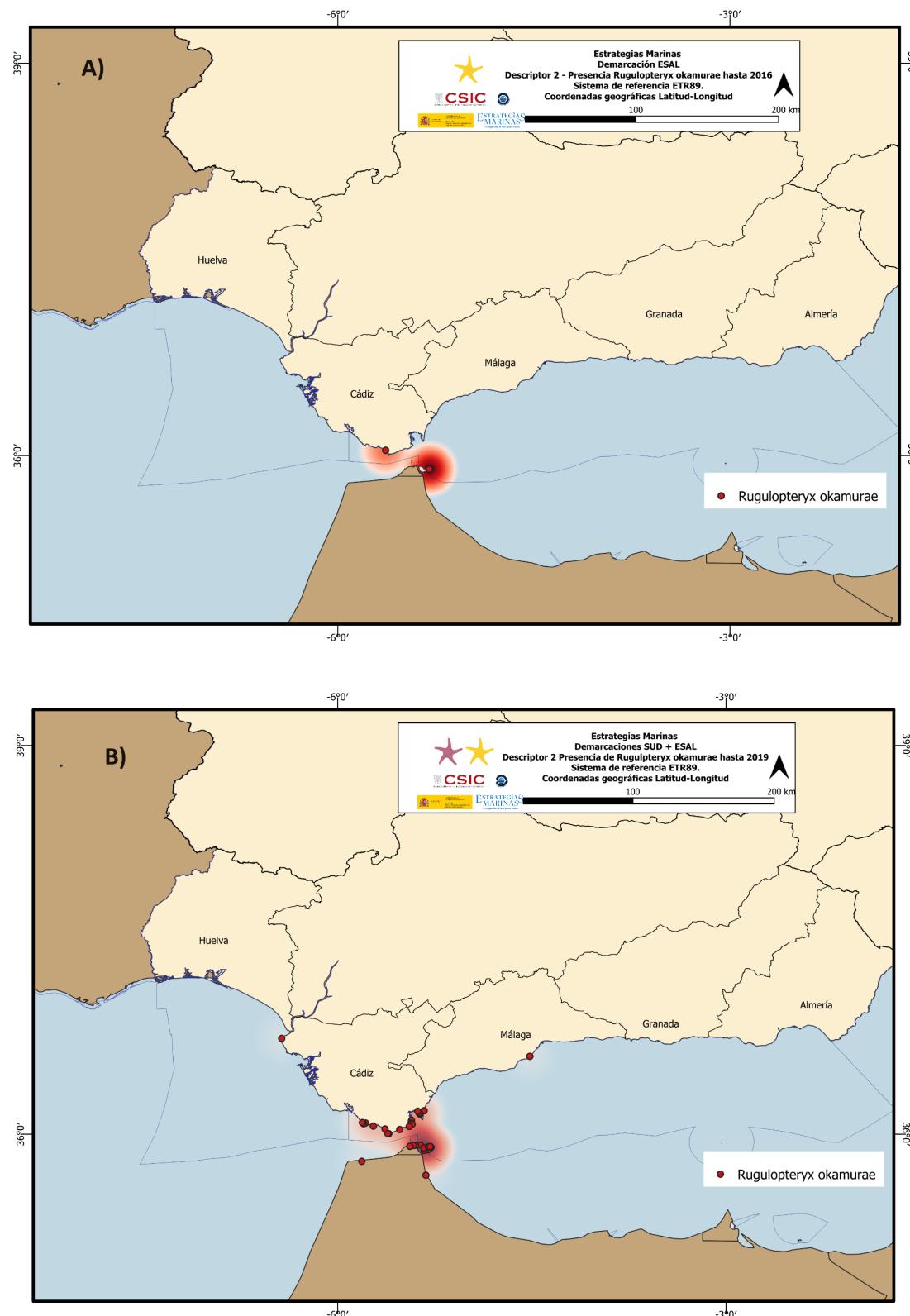
### Resultados de la evaluación del tercer ciclo: análisis de *Rugulopteryx okamurae*

Las especies invasoras invaden hábitats ocupados por especies nativas, con efectos sobre la flora y fauna, tanto de invertebrados como de vertebrados. En algunos casos se han argumentado efectos positivos, con aumento sobre la riqueza de invertebrados o de la biomasa, y densidades de algunos taxones. La facilitación de estos efectos podría estar relacionada con la morfología de la especie cuando crea un mosaico tridimensional de estructuras y espacios para la ocupación de diferentes tamaños de invertebrados (Thomsen et al., 2013). Sin embargo, en general, las especies invasoras son competidoras de las especies nativas a través de la competencia directa por los recursos o de la competencia indirecta al inferir cambios en el substrato (degradación del substrato), o producir contaminación por asentamiento de gérmenes, metabolitos, y metabolitos de inhibición de la herbivoría (citotoxicidad) (Hammann et al., 2013).

Este es el caso de la invasión biológica del alga parda asiática *Rugulopteryx okamurae*, que afecta a las costas del sur de España. Al tratarse de una invasión documentada en el periodo de evaluación 2016-2021, se describen los impactos documentados con el objetivo de aportar información de los tipos de impacto y del riesgo de invasión en otras demarcaciones de la subregión.

### Proceso de introducción y expansión

En la reconstrucción del proceso de introducción, la primera referencia de la especie se dio en la laguna de Thau en la costa mediterránea francesa en el año 2002 en los criaderos de ostras (Verlaque et al., 2009), sin presentar un comportamiento invasor. En el año 2015 apareció en las costas de Ceuta y en 2016 en Tarifa, en el estrecho de Gibraltar y en el mar de Alborán, en eventos masivos puntuales, acumulando en la zona norte de la bahía de Ceuta más de 5.000 toneladas de arribazones (Altamirano et al., 2016; Ocaña et al., 2016) (Figura 31 B y C). A la invasión del estrecho de Gibraltar, entre 2017 y 2021, ha seguido un proceso de dispersión probablemente ayudado por el flujo sub-superficial de la corriente norte del Mediterráneo hacia el océano Atlántico (García-Lafuente et al., 2020; 2023; Mateo-Ramírez et al., 2023) y por el transporte marítimo.



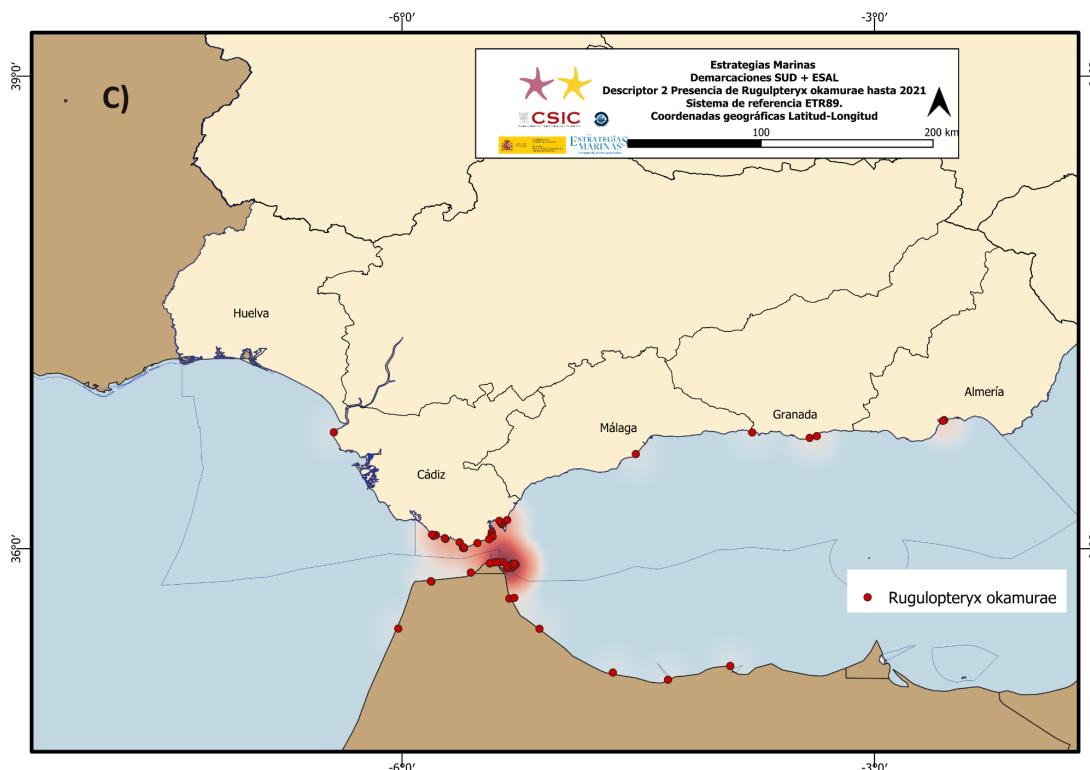
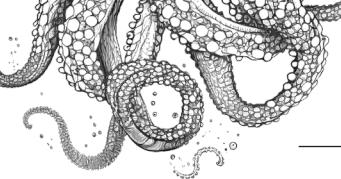


Figura 31. Proceso de expansión de *Rugulopteryx okamurae* en el sur de España A) hasta 2016; B) 2017-2019; C) 2020-2021.

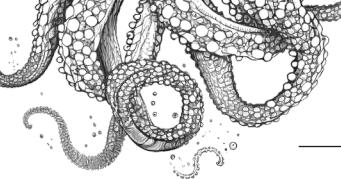
Adicionalmente, a pesar de que el periodo de evaluación es el comprendido entre los años 2016 y 2021, dada la importancia de la rápida expansión de esta especie y su capacidad invasiva, cabe destacar que a día de hoy su distribución se extiende ya hasta las costas del norte de España, con varios registros en las costas del País Vasco y de Galicia (Díaz-Tapia et al., 2025), mostrando así ya una amplia distribución en las dos demarcaciones de la subregión ABI.

Fuera de las costas españolas, en la subregión se registró en el suroeste del Algarve (Portugal) en zonas intermareales (Liulea, 2021), donde en el tiempo de aproximadamente ocho meses entre octubre del 2020 y junio del 2021 entre dos muestreos consecutivos ocurrió un evento masivo de la especie. Paralelamente, se ha registrado en la región ultraperiférica de la Macaronesia a partir del año 2019, en las islas Azores (Portugal) (Faria et al., 2022), cerca del puerto principal de la isla de San Miguel, con probable introducción por el transporte marítimo y en la costa norte de Madeira, costa poco urbanizada, en el año 2021, con probable introducción por las corrientes (Bernal-Ibáñez et al., 2022).

### Impactos de *Rugulopteryx okamurae*

La mayoría de estudios de impacto se centran en el estrecho de Gibraltar, tanto en la orilla sur como norte, incluyendo los hábitats infralitorales del coralígeno del Parque Natural del Estrecho (en Andalucía); en la plataforma continental (hábitat circalitoral); y en la zona profunda batial hasta los 800 m de profundidad, en la costa noreste de Alborán. La información en la demarcación sudatlántica es de impactos de coberturas elevadas de *R. okamurae* en la zona intermareal (Liulea, 2021) en la región del Algarve (Portugal), en el estudio de la composición de la comunidad de algas intermareales en una serie de tiempo desde el año 1960 hasta 2021. El último periodo del estudio coincide con la invasión de *R. okamurae*, resultando en una disminución de la biodiversidad de algas macrófitas nativas del 57 %.

Se produce colonización tanto de lugares impactados, como de hábitats en otros puntos fuera y dentro de áreas marinas protegidas (Figura 32).



Desde el año 2019 está incluida en el Catálogo Español de Especies Exóticas e Invasoras (Real Decreto 216/2019) y desde el 2022 es parte de la lista de especies preocupantes para la UE (Reglamento de Ejecución (UE) 2022/1203). Su inclusión en ambos instrumentos normativos implica una serie de obligaciones con respecto al seguimiento de la especie.

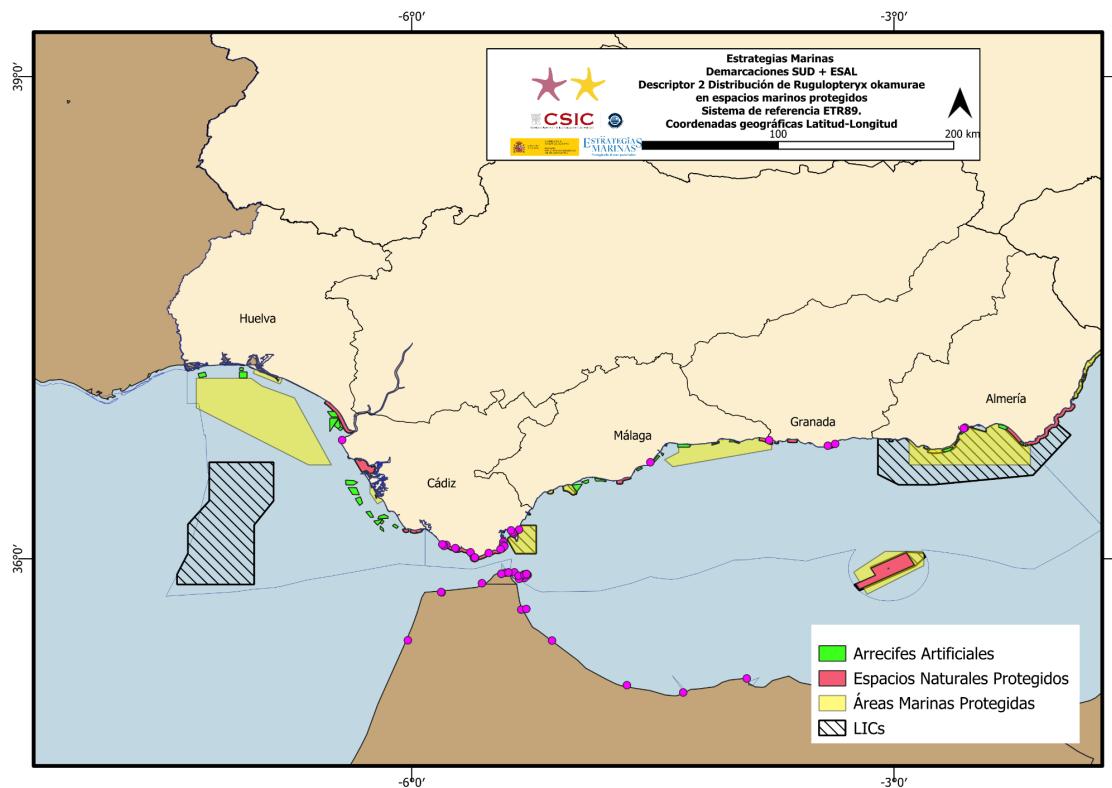
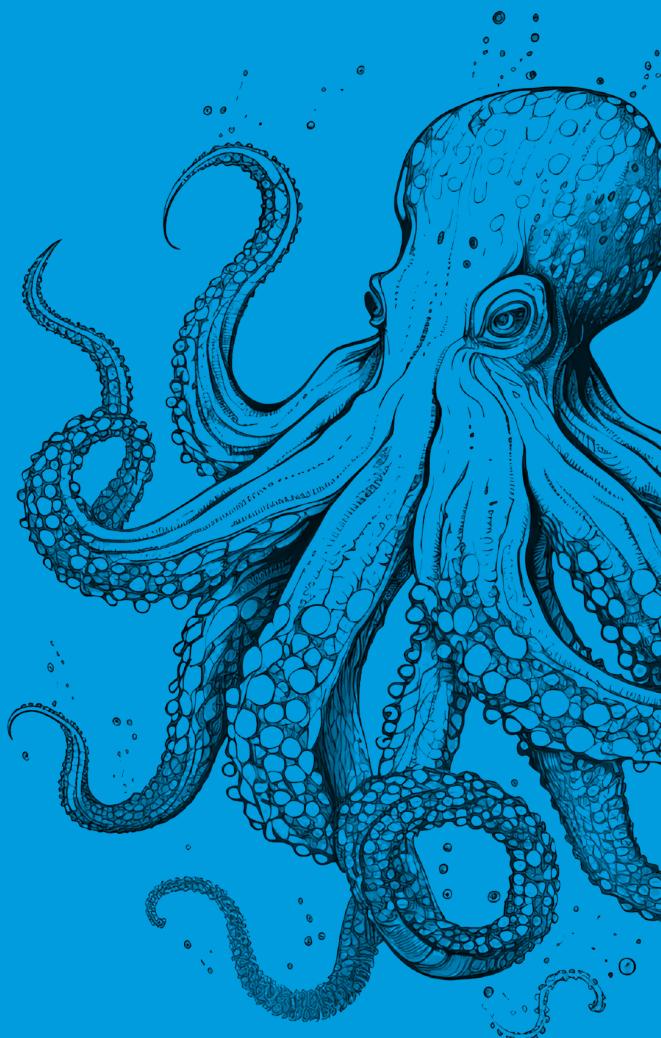
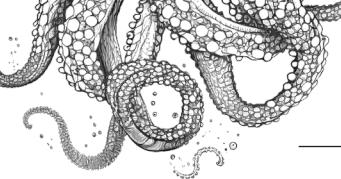


Figura 32. Presencia de *Rugulopteryx okamurae* (puntos rojos) en áreas marinas protegidas en la demarcación sudatlántica.



---

## EFFECTOS DE CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL DESCRIPTOR 2 - ESPECIES ALÓCTONAS INVASORAS

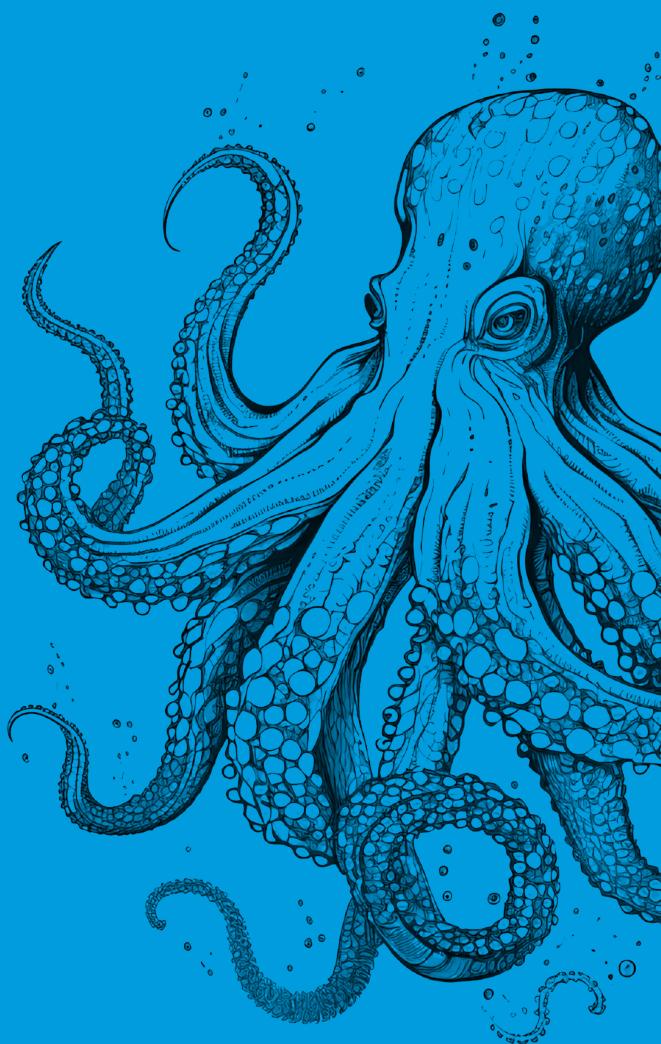


## 7. Efectos de cambio climático sobre el descriptor 2–especies alóctonas invasoras

El calentamiento global es el principal impulsor del cambio en los ecosistemas de todo el mundo. Uno de los efectos previstos del aumento global de la temperatura es la ampliación del rango de distribución de las especies hacia los polos, tanto en tierra como en el mar (Burrows et al., 2011). En el océano se acumulan pruebas de este fenómeno conocido como “tropicalización”, que define la dispersión natural de especies tropicales y subtropicales hacia las áreas templadas cálidas adyacentes (Vergés et al., 2014). Aunque la presencia mundial de especies (sub)tropicales fuera de sus distribuciones originales ha aumentado en las últimas décadas, resulta especialmente interesante la subregión del golfo de Vizcaya y la costa ibérica, ya que constituye una zona de transición entre dos regiones diferentes: una con biota predominantemente boreal y otra con biota atlántica subtropical (Arias et al., 2023). Asimismo, en las costas atlánticas de la península ibérica puede ocurrir el proceso de “meridionalización”, que conlleva el aumento natural de especies nativas con un centro de origen meridional (Arias et al., 2014).

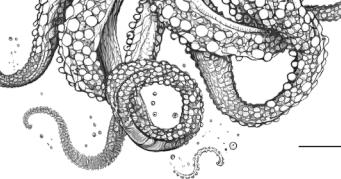
De las especies alóctonas registradas en la subregión española del golfo de Vizcaya y la costa ibérica, casi el 11 % corresponde a especies que llegan por sus propios medios debido a la expansión de su rango de distribución nativo. Un ejemplo de tropicalización en la subregión son las especies del género *Kyphosus*, de distribución pantropical, que están aumentando su presencia en zonas templadas del Atlántico nororiental y del Mediterráneo (Bañón y de Carlos, 2022).

Otras especies son consideradas parcialmente nativas dentro de la subregión, dado que tienen diferente estatus exótico al ser analizadas entre las demarcaciones marinas, tal y como ocurre con los moluscos *Bolinus brandaris* y *Hexaplex trunculus*, que aparecen de forma natural en la demarcación sudatlántica, pero se encuentran introducidos en la demarcación noratlántica como cotransporte accidental de larvas/juveniles en los cultivos comerciales de bivalvos (Bañón et al., 2008).



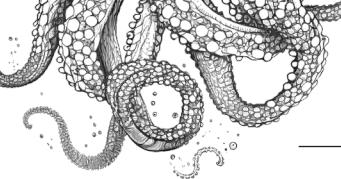
---

## REFERENCIAS



## 8. Referencias

- Arias, A., Bañón, R., Paxton, H., Anadón, N. (2014) Tropicalización y meridionalización en el medio marino del NO-N de la península ibérica. En: Ríos, P., Suárez, L.A., Cristobo, J. (Eds.) XVIII Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina. Libro de resúmenes. Centro Oceanográfico de Gijón, p. 130.
- Arias, A., Ríos, P., Cristobo, J., Hannelore, P. (2023) The Bay of Biscay: almost two centuries inspiring global oceanography. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 281: 108196.
- Bachetarzi, R., Dilmi, S., Uriz, M.J., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Rebzani-Zahaf, C. (2019) The non-indigenous and invasive species *Paraleucilla magna* Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004 (Porifera: Calcarea) in the Algerian coast (Southwestern of Mediterranean Sea). *Acta Adriatica*, 60(1): 41-46.
- Bañón, R., Rolán, E., García-Tasende, M. (2008) First record of the purple dye murex *Bolinus brandaris* (Gastropoda: Muricidae) and a revised list of non native molluscs from Galician waters (Spain, NE Atlantic). *Aquatic Invasions*, 3(3): 331-334.
- Bañón, R., de Carlos, A. (2022) Preliminary evidence about the colonisation process of *Kyphosus* species (Perciformes: Kyphosidae) in the Subtropical-Temperate Northeast Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10: 1237.
- Bernal-Ibáñez, A., Chebaane, S., Sempere-Valverde, J., Faria, J., Ramalhosa, P., Kaufmann, M., Florido, M., Albert-Fonseca, A., Canning-Clode, J., Gestoso, I., Cacabelos, E. (2022) A worrying arrival: the first record of brown macroalga *Rugulopteryx okamurae* in Madeira Island and its invasive risk. *BiolInvasions Records*, 11(4): 912-924.
- Burrows, M.T., Schoeman, D.S., Buckley, L.B., Moore, P., Poloczanska, E.S., Brander, K.M., Brown, C., Bruno, J.F., Duarte, C.M., Halpern, B.S., et al. (2011) The pace of shifting climate in marine and terrestrial ecosystems. *Science*, 334: 652-655.
- Convention on Biological Diversity (2014) Pathways of Introduction of Invasive Species, Their Prioritization and Management. (UNEP/CBD/SBSTTA/18/9/Add.1). Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice, Montreal. Available at: <https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-18/official/sbstta-18-09-add1-en.pdf>
- Díaz-Tapia, P., Alvite, N., Bañón, R., Barreiro, R., Barrientos, S., Bustamante, M., Carrasco, S., Cremades, J., Iglesias, S., López-Rodríguez, M. del C., Muguerza, N., Piñeiro-Corbeira, C., Quintano, E., Tajadura, F. J., & Díez, I. (2025). Multiple introduction events expand the range of the invasive brown alga *Rugulopteryx okamurae* to northern Spain. *Aquatic Botany*, 196, 103830. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2024.103830>
- El Haddad, M., Azzati, R.C., García-Carrascosa, A.M., (2008) *Branchiomma luctuosum* (Polychaeta: Sabellidae): a non-indigenous species at Valencia port (western Mediterranean Sea, Spain). *Marine Biodiversity Records*, 1: e61.
- Fernández-Rodríguez, I., López-Alonso, R., Sánchez, O., Suárez-Turienzo, I., Gutiérrez-Martínez, R., Arias, A. (2022) Detection and prevention of biological invasions in marinas and ports: Epibionts and associated fauna of *Mytilus galloprovincialis* revisited. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 274: 107943.
- Fernández-Romero, A., Navarro-Barranco, C., Ros, M., Arias, A., Moreira, J., Guerra-García, J.M. (2021) To the Mediterranean and beyond: An integrative approach to evaluate the spreading of *Branchiomma luctuosum* (Annelida: Sabellidae). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 254: 107357.
- Giangrande, A., Licciano, M., Del Pasqua, M., Fanizzi, F.P., Migoni, D., Stabili, L. (2017) Heavy metals in five Sabellidae species (Annelida, Polychaeta): ecological implications. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(4): 3759-3768.



Guardiola, M., Frotscher, J., Uriz, M.J. (2016) High genetic diversity, phenotypic plasticity, and invasive potential of a recently introduced calcareous sponge, fast spreading across the Atlanto-Mediterranean basin. *Marine Biology*, 163(5): 1-16.

Guzzetti, E., Salaberry, E., Ferriol, P., Díaz, J.A., Tejada, S., Faggio, C., Sureda, A. (2019) Oxidative stress induction by the invasive sponge *Paraleucilla magna* growing on *Peyssonnelia squamaria* algae. *Marine Environmental Research*, 150: 104763.

Killick, R., Eckley, I.A. (2014) Changepoint: An R package for changepoint analysis. *Journal of statistical software*, 58: 1-19.

Leclerc, J.-C., Viard, F., González Sepúlveda, E., Díaz, C., Neira Hinojosa, J., Pérez Araneda, K., Silva, F. Brante, A. (2018) Non-indigenous species contribute equally to biofouling communities in international vs local ports in the Biobío region, Chile. *Biofouling*, 34 (7): 784-799.

Longo, C., Mastrototaro, F., Corriero, G. (2007) Occurrence of *Paraleucilla magna* (Porifera: Calcarea) in the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(6): 1749-1755.

Longo, C., Pontassuglia, C., Corriero, G., Gaino, E. (2012) Life-cycle traits of *Paraleucilla magna*, a calcareous sponge invasive in a coastal Mediterranean basin. *PLoS ONE*, 7(8): e42392.

Longo, C., Trani, R., Nonnis Marzano, C., Mercurio, M., Lazic, T., Cotugno, P., Santobianchi, E., Gravina, M.F. (2021) Anti-fouling activity and toxicity of the Mediterranean alien sponge *Paraleucilla magna* Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004 (Porifera, Calcarea). *PeerJ*, 9: e12279.

Katsanevakis, S., Tempera, F., Teixeira, H. (2016) Mapping of alien species on marine ecosystems: The Mediterranean Sea case study. *Diversity and Distributions*, 22: 694-707.

MSFD (2024) Marine Strategy Framework Directive, Common Implementation Strategy. *Threshold methodology and value for the assessment of Good Environmental Status of D2C1 'Newly-introduced non-indigenous species'* (Report No. GES\_30-2024-07, 2024, April 15). Prepared by NIS Expert Network coordinated by the Joint Research Centre.

Pérez-Dieste, J., Almón, B. (2022) Fauna mariña atlántica: esponjas do litoral de Galicia. Consellería do Mar, Xunta de Galicia (Ed.), 276 pp.

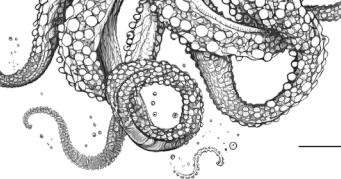
Pergl, J., Brundu, G., Harrower, C.A., Cardoso, A.C., Genovesi, P., Katsanevakis, S., Lozano, V., Perglová, I., Rabitsch, W., Richards, G., et al. (2020) Applying the Convention on Biological Diversity Pathway Classification to alien species in Europe. *NeoBiota*, 62: 333-363.

Png-Gonzalez, L., Comas-González, R., Calvo-Manazza, M., Follana-Berná, G., Ballesteros, E., Díaz-Tapia, P., Falcón, J.M., García Raso, J.E., Gofas, S., González-Porto, M., et al. (2023) Updating the national baseline of non-indigenous species in Spanish marine waters. *Diversity*, 15(5): 630.

R Core Team (2021) R: A language and environment for statistical, computing R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <https://www.R-project.org/>

Tsiamic, K., Palialexis, A., Stefanova, K., Gladan, Ž. N., Skejić, S., et al. (2019) Non-indigenous species refined national baseline inventories: A synthesis in the context of the European Union's Marine Strategy Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 145: 429-435.

Tsiamic, K., Azzurro, E., Bariche, M., Çınar, M.E., Crocetta, F., De Clerck, O., Galil, B., Gómez, F., Hoffman, R., Jensen, K.R., et al. (2020) Prioritizing marine invasive alien species in the European Union through horizon scanning. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 30: 794-845.



Tsiamis, K., Palialexis, A., Connor, D., Antoniadis, S., Bartilotti, C., Bartolo, G.A., Berggreen, U.C., Boschetti, S., Buschbaum, C., Canning-Clode, J., et al. (2021) Marine Strategy Framework Directive-Descriptor 2, Non-Indigenous Species. Delivering solid recommendations for setting threshold values for non-indigenous species pressure on European seas. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 40 pp.

UNEP/MAP (2022). Baseline for the IMAP Common Indicator 6 related to Non-Indigenous Species (UNEP/MED WG.520/5).

Vergés, A., Steinberg, P.D., Hay, M.E., Poore, A.G.B., Campbell, A.H., Ballesteros, E., Heck, K.L. Jr, Booth, D.J., Coleman, M.A., Feary, D.A., et al. (2014) The tropicalization of temperate marine ecosystems: climate-mediated changes in herbivory and community phase shifts. Proceedings of the Royal Society B, 281: 20140846.

WoRMS Editorial Board (2024) World Register of Marine Species. Available at: <https://www.marinespecies.org>

Zenetos, A., Gratsia, E., Cardoso, A., Tsiamis, K. (2019) Time lags in reporting of biological invasions: The case of Mediterranean Sea. Mediterranean Marine Science, 20(2): 469-475.

# ESTRATEGÍAS MARINAS

Protegiendo el mar para todos