

EVALUACIÓN DEL MEDIO MARINO DM LEVANTINO-BALEAR



Tercer ciclo de estrategias marinas

DESCRIPTOR 1

Hábitats pelágicos



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



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



Autores del documento

INSITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA-CSIC

- Lydia Yebra (Coordinación del descriptor)
- Elena Pérez de Rubín
- Francina Moya
- Manuel Vargas Yáñez
- Nerea Valcárcel Pérez
- Candela García Gómez
- Teresa Camarena
- Cristina Alonso Moreno
- Enrique Ballesteros Fernández
- Silvia Sánchez Aguado

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 OCEANOGRAFÍA (IEO-CSIC)

- Rafael González-Quirós (Coordinación descriptor)
- Alberto Serrano (Coordinación)
- Paula Valcarce Arenas (Coordinación)
- Mercedes Rodríguez Sánchez (Coordinación)
- Paloma Carillo de Albornoz (Coordinación)

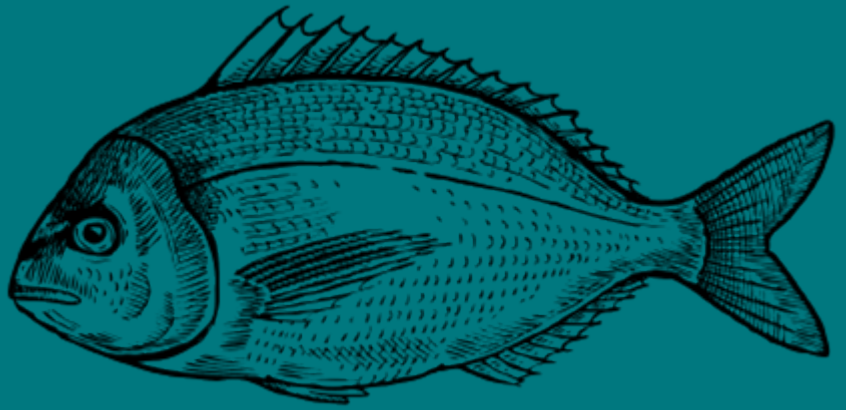
CARTOGRAFIA Y BASES DE DATOS ESPACIALES (IEO-CSIC)

- M^a Olvido Tello Antón
- Luis Miguel Agudo Bravo
- Gerardo Bruque Carmona
- Paula Gil Cuenca



ÍNDICE

| | |
|--|----|
| Autores del documento..... | 3 |
| 1. Introducción..... | 6 |
| 2. Definición de buen estado ambiental (BEA) para cada criterio | 9 |
| 3. Características, elementos y criterios evaluados en el descriptor 1. Biodiversidad-Hábitats pelágicos ... | 11 |
| 4. Evaluación general a nivel de demarcación marina D1- Hábitats pelágicos predominantes..... | 13 |
| 5. Evaluación por elemento y criterio a nivel de demarcación marina: habitats pelágicos predominantes . | 17 |
| 5.1. Hábitats pelágicos costeros | 17 |
| 5.2. Hábitats pelágicos de plataforma..... | 20 |
| 5.3. Hábitats pelágicos oceánicos | 24 |
| 5.4. Gráficas de indicadores..... | 27 |
| 6. Efectos de cambio climático y la acidificación sobre el descriptor 1- hábitats pelágicos..... | 37 |
| 7. Referencias | 39 |



EVALUACIÓN DEL MEDIO MARINO



1. Introducción

El seguimiento y evaluación de hábitats pelágicos (HP) en el contexto de las estrategias marinas (EEMM) se fundamenta en una serie de indicadores basados en el plancton. La comunidad de plancton es muy diversa, formada por protistas y metazoos que habitan todo tipo de hábitats acuáticos y abarcan un amplio rango de tamaños, modos tróficos, estrategias reproductivas o rasgos del ciclo vital. Los organismos planctónicos presentan una serie de características, tales como ciclos de vida cortos, sensibilidad a las condiciones ambientales, papel relevante en el funcionamiento y dinámica del ecosistema, que resultan convenientes para la gestión ambiental de un entorno altamente dinámico y variable como el medio pelágico. Los factores abióticos y bióticos del hábitat (temperatura, luz, nutrientes, disponibilidad de alimento) ejercen un control prominente en los procesos del ciclo biológico que determinan la dinámica del plancton, como crecimiento, fecundidad y supervivencia. Por ello, este componente fundamental del ecosistema pelágico es buen centinela de las alteraciones del ecosistema, ya sean promovidas por la variabilidad natural o inducidas por el hombre debido a factores como la contaminación, la sobreexplotación de los recursos o el cambio climático, las cuales pueden actuar de forma sinérgica. Las comunidades de plancton se consideran “indicadores de vigilancia” que pueden proporcionar claves para separar la variabilidad debida a procesos naturales de la inducida por presiones e impactos antropogénicos. En consecuencia, se han sugerido varias métricas basadas en diferentes componentes y procesos de la comunidad de plancton, construidas a partir de propiedades de masa, grupos funcionales, especies características o tasas, como indicadores de vigilancia para evaluar el estado del ecosistema.

En el marco de las EEMM, se han propuesto indicadores basados en el plancton para evaluar el estado ambiental de los hábitats pelágicos en relación con el descriptor de biodiversidad (descriptor D1), el funcionamiento de la red trófica (D4) y la eutrofización (D5). Se relaciona también con aspectos de los descriptores de especies invasoras (D2) e integridad del fondo (D6). Por otra parte, las muestras biológicas que se adquieren para la caracterización de las comunidades de plancton en los sistemas de observación del medio marino (programa de seguimiento) se complementan con información adquirida de otras variables esenciales del océano (VEO), como las propiedades físicas y biogeoquímicas que definen las condiciones abióticas del hábitat pelágico. Estos sistemas de observación proporcionan además información de otras VEO, así como de variables necesarias para evaluar el estado del ecosistema pelágico respecto a otros descriptores de estado (p.ej. condiciones hidrográficas (D7), contaminantes disueltos (D8), microplásticos (D10)), así como procesos relacionados con el cambio climático (acidificación y ciclo de carbono).

Los diferentes dominios espaciales que componen los “hábitats pelágicos predominantes” de la demarcación levantino-balear se han dividido en: hábitat pelágico costero, de plataforma y oceánico, según la clasificación establecida 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, para el descriptor D1C6. Dicha zonación está basada en las diferencias fisiográficas y oceanográficas con variaciones espacio-temporales a diferentes escalas que influyen en la distribución y productividad de las comunidades planctónicas.

La demarcación levantino-balear se encuentra en una región relativamente dinámica, abarca una longitud de costa muy extensa bañada por las aguas mediterráneas de las subcuencas balear, liguro-provenzal y argelina. A nivel biológico, en la demarcación se diferencian dos regiones: una oligotrófica formada por las aguas que rodean cabo de Palos (influidas por la inestabilidad del frente Almería-Orán y por las estructuras de mesoescala separadas de la corriente argelina) y las aguas del mar Balear (tanto peninsulares como insulares) y, otra región, formada por las aguas al norte de las islas Baleares y las aguas que bañan las costas catalanas, con niveles intermedios de producción, donde la extensión de la corriente septentrional hacia el sur (a lo largo del talud continental de Cataluña), y posteriormente la formación de la corriente balear (a lo largo de la parte septentrional de las islas Baleares), generan dos zonas frontales (frente catalán y frente balear) que favorecen el aporte de nutrientes a



la capa fótica y el aumento de la productividad de las aguas. Además de estos frentes otros procesos responsables de la fertilización en la demarcación son el afloramiento asociado a los procesos convectivos invernales, de formación de aguas profundas e intermedias que afecta al área norte de la demarcación, y los aportes de nutrientes ocasionados por ríos como el Ródano en la plataforma continental del golfo de León, y el río Ebro en la plataforma continental catalana.

La evaluación del descriptor D1C6 se ha realizado en base a indicadores de biomasa y abundancia de los distintos componentes las comunidades planctónicas, desde picoplancton hasta mesoplancton, incluyendo organismos procariotas y eucariotas, autótrofos y heterótrofos. Los datos utilizados para la elaboración de indicadores son adquiridos en el marco de los proyectos ESMARES y RADMED con una frecuencia de muestreo estacional (invierno, primavera, verano, otoño). Para la evaluación de cada hábitat pelágico (costa, plataforma, océano) se han seleccionado estaciones de referencia representativas y comunes a todos los indicadores.

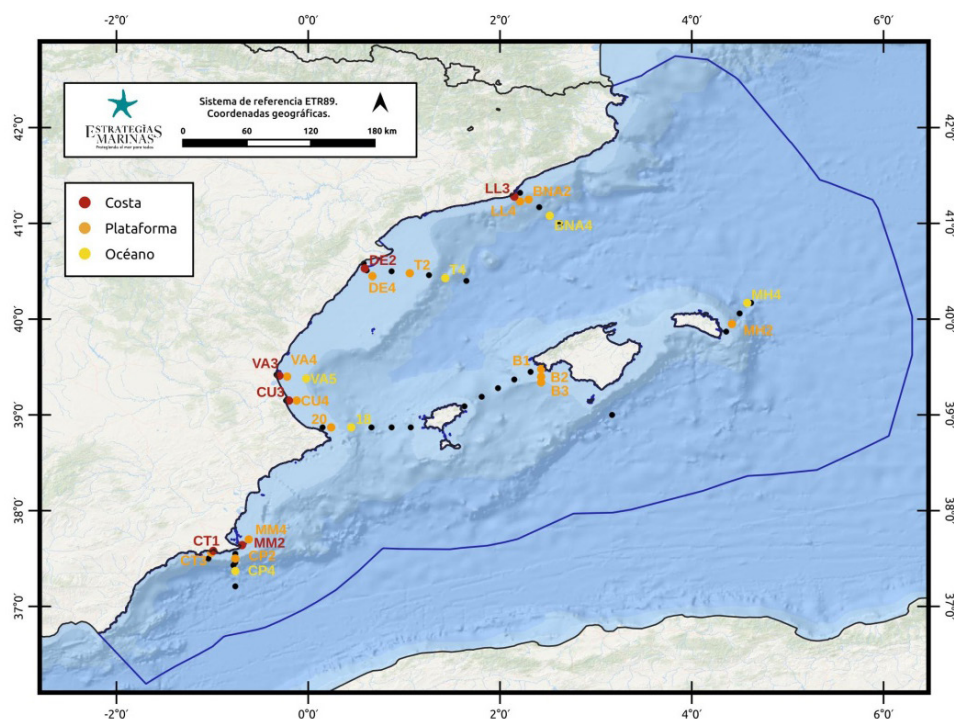
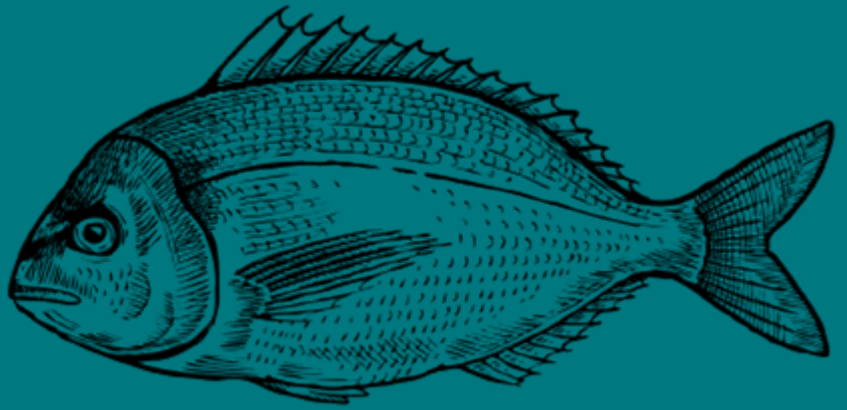


Figura 1. Mapa de la demarcación levantino-balear, señalando las estaciones de muestreo representativas de los tres tipos de hábitats pelágicos evaluados: costeros (●), de plataforma (●) y oceánicos (●).



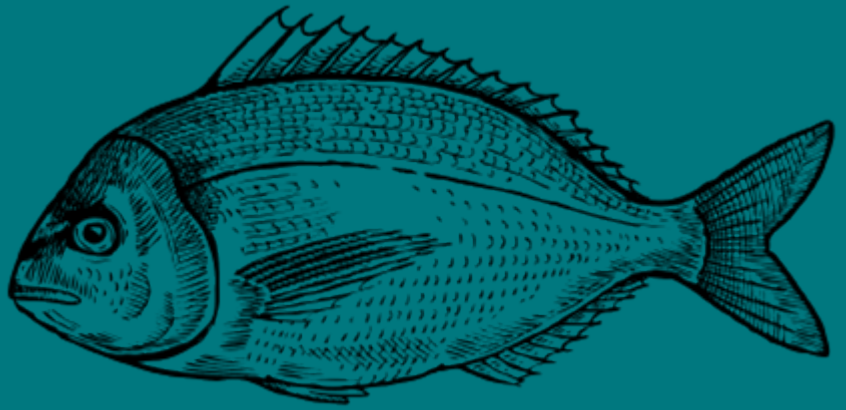
DEFINICIÓN DE BUEN ESTADO AMBIENTAL



2. Definición de buen estado ambiental (BEA) para cada criterio

Los hábitats pelágicos son evaluados a través del criterio D1C6. Este criterio precisa, según la Decisión (UE) 2017/848 de la Comisión, de 17 de mayo de 2017, que la condición del tipo de hábitat (de salinidad variable, costeros, de la plataforma continental y oceánicos/fuera de la plataforma continental) incluidas su estructura biótica y abiótica y sus funciones, no está adversamente afectada por las presiones antropogénicas.

La evaluación del criterio D1C6 se realiza a partir del análisis de una serie de indicadores basados en la abundancia, biomasa y composición de las comunidades planctónicas. La presencia de cambios súbitos o significativos en las comunidades planctónicas indicaría cambios de estado en el ecosistema, con impacto potencial en otros descriptores (eutrofización, niveles tróficos superiores). Por el contrario, la estabilidad temporal (sin variaciones significativas) de los indicadores basados en plancton indicarían, a priori, un buen estado ambiental (BEA) de los hábitats pelágicos. En base a esto, se considerará que el criterio D1C6 alcanza el BEA en función de la existencia de diferencias significativas o no, y su signo creciente o decreciente, para cada indicador en el ciclo de evaluación presente (2016-2021) con respecto al ciclo de referencia anterior (2010-2015).



CARACTERÍSTICAS, ELEMENTOS Y CRITERIOS EVALUADOS POR EL DESCRIPTOR



3. Características, elementos y criterios evaluados en el descriptor 1. Biodiversidad-Hábitats pelágicos

Tabla 1. Elementos del D1C6 que han sido evaluados en esta tercera evaluación inicial (✓).

| Característica | Elemento | Criterio |
|----------------------------------|----------------------------------|----------|
| Grupo de hábitats | Tipo de Habitat | D1C6 |
| Hábitats pelágicos predominantes | Hábitats pelágicos costeros | ✓ |
| | Hábitats pelágicos de plataforma | ✓ |
| | Hábitats pelágicos oceánicos | ✓ |



EVALUACIÓN GENERAL A NIVEL DE DEMARCACIÓN MARINA



4. Evaluación general a nivel de demarcación marina D1- Hábitats pelágicos predominantes

Consecución del BEA

Tabla 2. Resultados de la evaluación de estado ambiental para el descriptor D1-Hábitats pelágicos.

| | |
|---|--|
| Valor umbral para la consecución del BEA en un tipo de hábitat pelágico | No existe. La variabilidad natural de las comunidades planctónicas impide asignar valores umbral que determinen explícitamente la consecución del BEA a partir de los indicadores analizados. |
| Resultados del tercer ciclo | Los valores de los distintos indicadores que conforman el criterio D1C6 se comparan con los obtenidos en el anterior ciclo en las mismas estaciones de referencia. Los resultados indican que, para la mayoría de indicadores y en los tres hábitats evaluados, no se aprecian cambios significativos con respecto al periodo de referencia, por lo que podríamos presuponer que el descriptor se encuentra en buen estado. Sin embargo, algunas tendencias detectadas incipientemente podrían dar lugar a cambios significativos en el contexto actual de cambio climático, por lo que es necesario continuar con la monitorización y evaluación de los indicadores del descriptor. |
| Resultado de la evaluación | Desconocido, al no alcanzarse una evaluación concluyente, por no poder establecer la calidad del estado ambiental a partir de la evaluación de este criterio en el presente ciclo. |
| Periodo de evaluación | 2016 -2021 |

Descripción del estado del grupo de hábitats

Los indicadores seleccionados para evaluar las comunidades planctónicas y el modo en que se analizan se repiten para los tres tipos de hábitats pelágicos (costeros, de plataforma y oceánicos). De cada uno de los indicadores se analiza la evolución temporal y se comparan los valores observados en el periodo de evaluación con los del anterior ciclo de evaluación, el cual se toma como periodo de referencia. La tendencia de los distintos indicadores aporta una visión detallada de la dinámica de la comunidad planctónica. No obstante, para ninguno de los indicadores analizados se puede concluir que los cambios detectados estén provocados por presiones antropogénicas, y el estado ambiental se considera por tanto desconocido, tanto para cada tipo de hábitat como para el hábitat pelágico en conjunto.

Dada la sensibilidad de los organismos planctónicos a los cambios ambientales no se descarta que sean afectados por la presión ejercida por el cambio climático. Sin embargo, la duración de las series temporales disponibles no es aún lo suficientemente larga para que los análisis realizados sean concluyentes en este sentido. Los indicios que puedan vislumbrarse en el presente ciclo deberán ser respaldados manteniendo los programas de observación con muestreos regulares, expandiendo el rango temporal para que se pueda analizar de forma más detallada la evolución temporal de largo recorrido y aumentar la sensibilidad para detectar cambios significativos.



Tabla 3. Estados y tendencias.

Estado: ■ Se alcanza el BEA; ■ No se alcanza el BEA; ■ Desconocido (evaluación no concluyente); ■ No evaluado
Tendencia del estado en comparación con el ciclo previo: ↔ Estable; ↗ Mejora; ↘ En deterioro; n.r. no relevante; ¿? Desconocido

| Hábitat | Estado del D1C6 | Tendencia (cambio de estado) |
|------------------------------|-----------------|------------------------------|
| Hábitats pelágicos costeros | ■ | ↔ Estable |
| Hábitats pelágicos oceánicos | ■ | ↔ Estable |
| Hábitats pelágicos oceánicos | ■ | ↔ Estable |

Los siguientes apartados se aplican por igual a los distintos tipos de hábitats pelágicos (costeros, de plataforma y oceánicos).

Resultados de la evaluación del tercer ciclo

Los resultados indican que, para la mayoría de indicadores no se aprecian cambios significativos con respecto al periodo de referencia en ninguno de los tres tipos de hábitats, por lo que podríamos presuponer que el descriptor se encuentra en buen estado. Sin embargo, algunas tendencias detectadas incipientemente podrían dar lugar a cambios significativos en el contexto actual de cambio climático, por lo que es necesario continuar con la monitorización y evaluación de los indicadores del descriptor.

Los cambios observados en los distintos indicadores que conforman este criterio no se pueden vincular a cambios en el estado ambiental, por lo que el resultado de la evaluación no es concluyente y se considera desconocido.

Metodología de evaluación e indicadores relacionados

Los indicadores utilizados para evaluar el criterio D1C6 fueron seleccionados al considerarse los más representativos para describir el estado de la comunidad planctónica en su conjunto y/o ser sensibles a cambios ambientales.

Todos los indicadores fueron analizados siguiendo el mismo procedimiento. Partiendo de la serie temporal con muestreos estacionales se calcula el valor medio para cada estación del año durante el periodo correspondiente al anterior ciclo de evaluación (2010-2015), creando el ciclo anual de referencia. Las anomalías se estiman como la diferencia de los valores observados respecto al ciclo de referencia. La representación de las anomalías permite visualizar si cada valor obtenido durante el periodo de evaluación es mayor o menor que el valor de referencia, así como la magnitud de la diferencia. Finalmente, se estimó si las anomalías durante el periodo de evaluación eran significativamente diferentes del valor medio de las anomalías en el periodo de referencia, mediante un test t o Wilcoxon según se ajusten o no a una distribución normal.

Parámetros utilizados

Los parámetros utilizados para cada indicador se enumeran en la Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7, y son:

- Biomasa de fitoplancton y de zooplancton
- Abundancia total y de grupos principales de bacterioplancton, fitoplancton y zooplancton

Los indicadores basados en mesozooplancton se han obtenido integrando los valores obtenidos en la columna de agua (0-100 m máximo) mediante pescas oblicuas con red Bongo equipada con malla de 250 micras o mediante pescas verticales con red WP2-doble equipada con malla de 200 micras. Los indicadores basados en las fracciones más pequeñas del plancton (picoeucariotas, bacterias y



fitoplancton) se han obtenido a partir de muestras superficiales recogidas mediante botellas Niskin. La clorofila superficial se ha determinado mediante fluorimetría o mediante espectrofotometría a partir de muestras superficiales recogidas con botellas Niskin.

Valores umbral

La evaluación de este criterio se basa en las tendencias de los distintos indicadores, basadas en las variaciones entre el periodo de evaluación (2016-2021) y el periodo de referencia (2010-2015). Este enfoque se orienta hacia la evolución temporal en lugar de a la medida de valores concretos, por lo que no conlleva ningún valor umbral que determine el estado ambiental.

Consecución del parámetro

El método elegido para evaluar este criterio no implica el establecimiento de valores umbral, por lo que se asigna el estado 'desconocido' en este apartado para todos los indicadores.

Evaluación a nivel regional/subregional

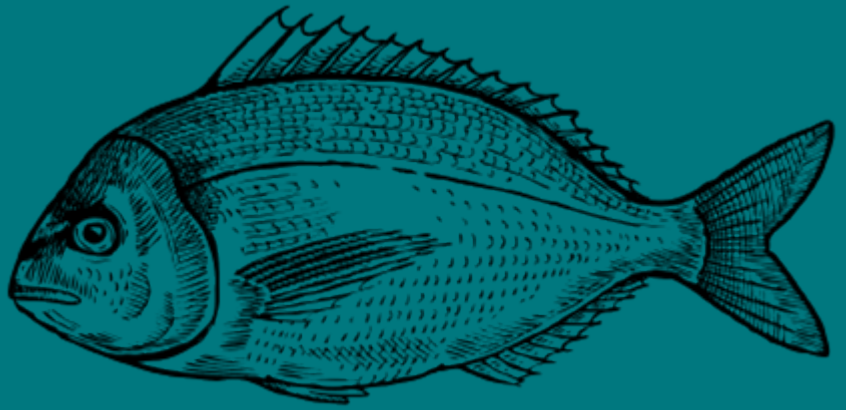
No se dispone de otras evaluaciones a nivel regional ni subregional para este descriptor en el Mediterráneo. Tampoco se han establecido valores umbral para hábitats pelágicos en el marco del Convenio de Barcelona.

Principales actividades humanas y presiones relacionadas

La introducción de especies alóctonas mediante aguas de lastre (p.ej. puertos de Cartagena, Valencia, Barcelona y de las islas Baleares) podría ocasionar perturbaciones biológicas en la demarcación. Así mismo, el aporte de nutrientes es otra presión a considerar ya que podría afectar a las comunidades planctónicas (especialmente al fitoplancton) de los hábitats pelágicos costeros si alcanzasen niveles suficientemente altos como para provocar situaciones de eutrofización.

Tabla 4. Actividades y presiones relacionadas con el descriptor 1-Hábitats pelágicos.

| Actividad | Presión |
|---|--|
| Pesca y marisqueo (profesional, recreativa) | Introducción o propagación de especies exóticas. Aporte de nutrientes Aporte de materia orgánica |
| Transporte marítimo | |
| Acuicultura marina, incluida la infraestructura | |
| Agricultura | |
| Usos urbanos | |



EVALUACIÓN A NIVEL DE CRITERIO Y ELEMENTO



5. Evaluación por elemento y criterio a nivel de demarcación marina: hábitats pelágicos predominantes

5.1. Hábitats pelágicos costeros

Área de evaluación

El programa de monitorización se basa en campañas oceanográficas, en las que se realizan muestreos en una serie de transectos perpendiculares a la costa, a lo largo de los cuales se distribuyen estaciones fijas que se visitan de forma periódica cuatro veces al año (invierno, primavera, verano y otoño). En esta evaluación se seleccionan 6 estaciones costeras correspondientes a los transectos situados frente a Cartagena (CT1), Mar Menor (MM2), Cullera (CU3), Valencia (VA3), al sur del delta del Ebro (DE2) y en la desembocadura del río Llobregat (LL3). Estas estaciones son representativas del gradiente latitudinal decreciente a lo largo de la costa de levante, desde la desembocadura de los ríos Llobregat y Ebro, donde los aportes de aguas continentales suponen un enriquecimiento de las aguas superficiales que propicia una alta producción planctónica y cuyo delta es una zona importante de puesta de pequeños peces pelágicos de interés comercial, hasta la región de Murcia, que recibe aportes del Mar Menor, una laguna hipersalina altamente antropizada.

Resultados de la evaluación del tercer ciclo

En la Tabla 5 se muestra la lista completa de indicadores y las estaciones en que fueron evaluados dentro del hábitat pelágico costero.

Tabla 5. Indicadores utilizados para evaluar el criterio D1C6, código con el que fueron identificados en el reporting digital, y estaciones de la zona costera en las que fueron analizados durante el periodo de evaluación.

| Indicador | Código | Unidades | CT1 | MM2 | CU3 | VA3 | DE2 | LL3 |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Biomasa Mesozooplankton | PH_BM_ZP | mg peso seco / m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Mesozooplankton | PH_AB_ZP | Indiv. / m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Copépodos | PH_AB_COP | Indiv. / m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Cladóceros | PH_AB_CLAD | Indiv. / m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Apendicularias | PH_AB_AP | Indiv. / m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Bacterias | PH_AB_BACT | Células / mL | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia <i>Synechococcus</i> | PH_AB_SYNECH | Células / mL | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia <i>Prochlorococcus</i> | PH_AB_PROCHL | Células / mL | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Picoeucariotas | PH_AB_PICO | Células / mL | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Concentración Clorofila | PH_CHLA | mg / m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |



Valores obtenidos para el parámetro

A continuación, se presentan los gráficos de las series temporales de los valores (transformados a logaritmo) del indicador Biomasa de zooplancton (DW, mg peso seco /m³), para los periodos de evaluación y de referencia (2010-2021) (Figura 20). La línea marrón sólida representa el ajuste Loess. La línea vertical discontinua indica el momento a partir del cual se inicia el periodo de evaluación (2016). Los gráficos de las series temporales de los valores del resto de indicadores enumerados en la Tabla 5 se presentan en el apartado “Gráficas de indicadores”.

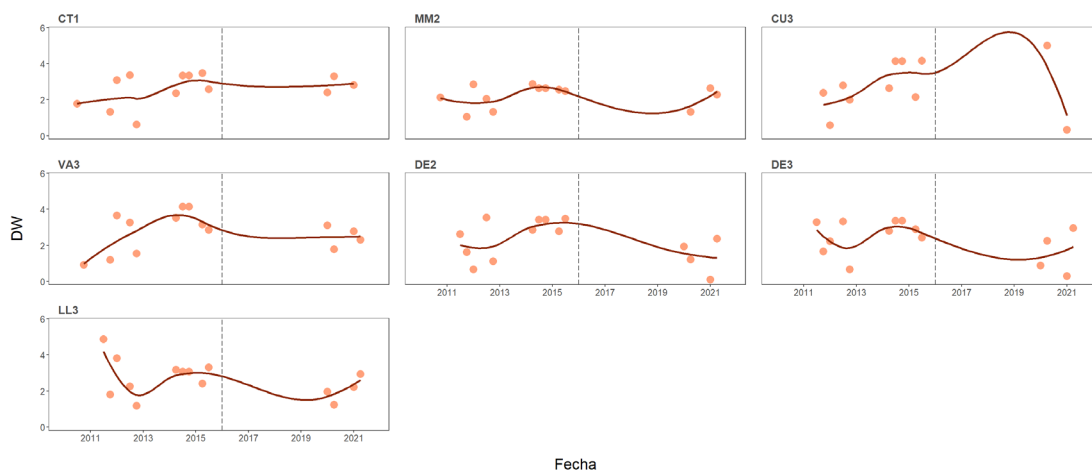


Figura 2. Biomasa de mesozooplankton (log, mg peso seco/m³) en las estaciones costeras de la demarcación levantino-balear, capturada mediante red WP2-doble de 200 micras.

Tendencia de los valores obtenidos para el parámetro

Estable.

La Figura 3 sintetiza gráficamente las variaciones de los distintos indicadores respecto al anterior ciclo de evaluación. Muestra si los valores medidos durante el periodo de evaluación son mayores o menores que en el periodo de referencia, y si estas diferencias son significativas o no. Esta representación permite tener una visión de conjunto acerca de la dinámica de la comunidad planctónica en los hábitats pelágicos costeros. La mayoría de los indicadores no presenta cambios significativos con respecto al periodo anterior, por lo que, en general la tendencia del estado respecto al periodo anterior se considera estable para la demarcación. Sin embargo, se han detectado algunas tendencias negativas en los indicadores de abundancia de bacterias heterótrofas y de concentración de clorofila en la estación de Cartagena y también en la concentración de clorofila en la estación del delta del Ebro, mientras que se observa una tendencia positiva en la abundancia de las cianobacterias del género *Synechococcus* en la estación de Cullera (CU3). Será necesario continuar la monitorización de estos indicadores para obtener una serie temporal más larga que permita verificar si las tendencias se mantienen o si por el contrario se deben a la variabilidad interanual natural de las comunidades.



| | CT1 | MM2 | CU3 | VA3 | DE2 | LL3 | | - | + |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|---|---|
| Biomasa Mesozooplankton | | | | | | | | | |
| Abundancia Mesozooplankton | | | | | | | p<0.05 | | |
| Abundancia Copépodos | | | | | | | ns | | |
| Abundancia Cladóceros | | | | | | | | | |
| Abundancia Apendicularias | | | | | | | | | |
| Abundancia Bacterias | | | | | | | | | |
| Abundancia <i>Synechococcus</i> | | | | | | | | | |
| Abundancia <i>Prochlorococcus</i> | | | | | | | | | |
| Abundancia Picoeucariotas | | | | | | | | | |
| Concentración Clorofila | | | | | | | | | |

Figura 3. Representación de los resultados de los análisis estadísticos comparando las anomalías para cada indicador y estación respecto al periodo de referencia en la zona costera. Azul: incremento respecto al periodo de referencia; rojo: disminución respecto al periodo de referencia; blanco: datos insuficientes para realizar evaluación estadística; gris: sin datos; ns: no significativo.



5.2. Hábitats pelágicos de plataforma

Área de evaluación

El programa de monitorización se basa en campañas oceanográficas, en las que se realizan muestreos en una serie de transectos perpendiculares a la costa, a lo largo de los cuales se distribuyen estaciones fijas que se visitan de forma periódica cuatro veces al año (invierno, primavera, verano y otoño). En esta evaluación se han seleccionado 14 estaciones correspondientes a los transectos situados en la plataforma de levante: frente a Cartagena (CT2), Cabo de Palos (CP2), y Mar Menor (MM4), en la parte peninsular del Canal de Ibiza frente a Denia (estación 20), frente a Cullera (CU4), y Valencia (VA4), Delta del Ebro (DE4), frente a Tarragona (T2), y frente a la desembocadura del río Llobregat (LL4 y BNA2); y 4 estaciones en aguas de plataforma del archipiélago balear: al sur de la Bahía de Palma (B1, B2 y B3), y al noreste de la isla de Menorca (MH2). Estas estaciones son representativas del gradiente de productividad latitudinal y de la diversidad y variabilidad de los procesos oceanográficos que se dan en la demarcación. nos encontramos con un área oligotrófica que va desde las estaciones al sur de la demarcación hasta el canal de Ibiza, incluyendo también a las estaciones en las Baleares, al sur de la bahía de Palma y al noreste de Menorca, aunque este último punto es ligeramente más productivo que el resto, hasta el área de mayor productividad representada por las estaciones localizadas en la plataforma catalana, en las inmediaciones de la desembocadura de los ríos Llobregat y Ebro.

Resultados de la evaluación del tercer ciclo

En la Tabla 6 se muestra la lista completa de indicadores y las estaciones en que fueron evaluados dentro del hábitat pelágico de plataforma.



Tabla 6. Indicadores utilizados para evaluar el criterio D1C6, código con el que fueron identificados en el reporting digital, y estaciones de la zona de plataforma en que fueron analizadas durante el periodo de evaluación.

| Indicador | Código | Unidades | CT3 | CP2 | MM4 | 20 | CU4 | VA4 | B1 | B2 | B3 | MH2 | DE4 | T2 | LL4 | BNA2 |
|----------------------------|--------------|-----------------------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|----|-----|------|
| Biomasa Mesozooplankton | PH_BM_ZP | mg peso seco/m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Mesozooplankton | PH_AB_ZP | Indiv/m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Copépodos | PH_AB_COP | Indiv/m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Cladóceros | PH_AB_CLAD | Indiv/m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Apendicularias | PH_AB_AP | Indiv/m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Fitoplancton | PH_AB_PHYT | Células/mL | | ✓ | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ |
| Abundancia Diatomeas | PH_AB_DIAT | Células/mL | | ✓ | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ |
| Abundancia Dinoflagelados | PH_AB_DINO | Células/mL | | ✓ | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ |
| Abundancia Bacterias | PH_AB_BACT | Células/mL | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | | ✓ | |
| Abundancia Synechococcus | PH_AB_SYNECH | Células/mL | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Prochlorococcus | PH_AB_PROCHL | Células/mL | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Picoeucariotas | PH_AB_PICO | Células/mL | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Concentración Clorofila | PH_CHLA | mg/m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |



Valores obtenidos para el parámetro

En las Figura 4 y 5 se muestran los gráficos de las series temporales de los valores (transformados a logaritmo) del indicador biomasa de zooplancton (DW, mg peso seco/m³), para los periodos de evaluación y de referencia (2010-2021). La línea marrón sólida representa el ajuste Loess. La línea vertical discontinua indica el momento a partir del cual se inicia el periodo de evaluación (2016). Los gráficos de las series temporales de los valores del resto de indicadores enumerados en la Tabla 6 se presentan en el apartado “Gráficos de indicadores”.

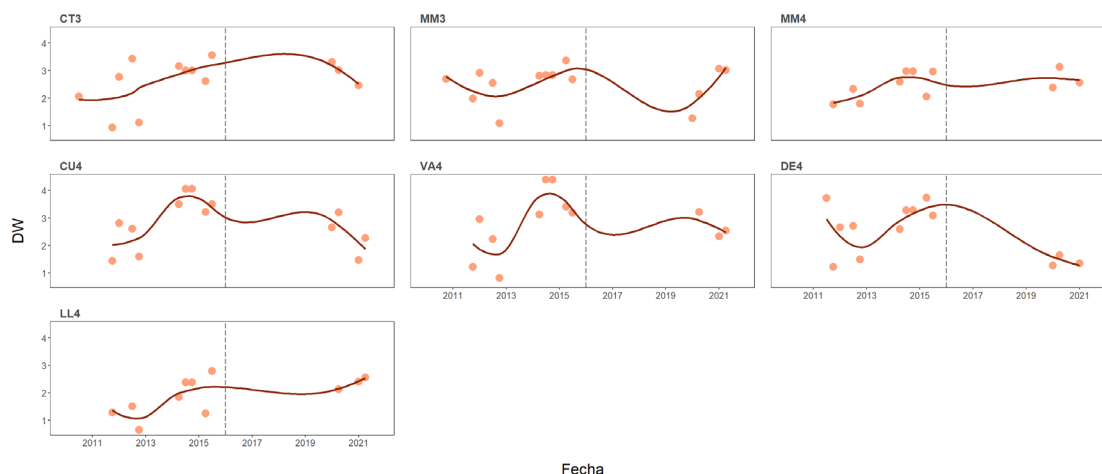


Figura 4. Biomasa de mesozooplankton (log, mg peso seco/m³) en las estaciones de plataforma de la demarcación levantino-balear, capturada mediante red WP2-doble de 200 micras.

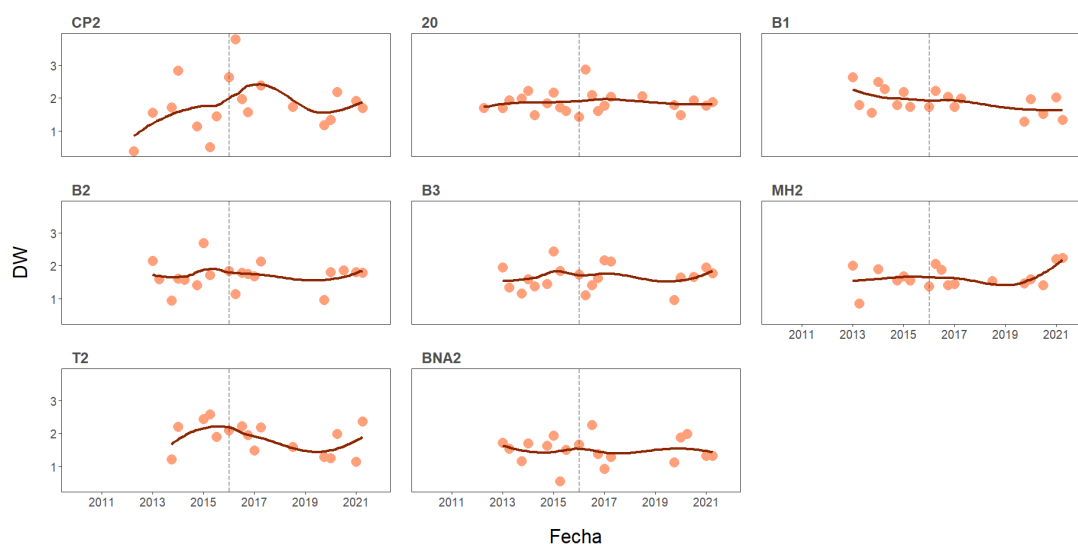


Figura 5. Biomasa de mesozooplankton (log, mg peso seco/m³) en las estaciones de plataforma de la demarcación levantino-balear, capturada mediante red Bongo 20 de 250 micras.



Tendencia de los valores obtenidos para el parámetro

Estable.

La Figura 6 sintetiza gráficamente las variaciones de los distintos indicadores respecto al anterior ciclo de evaluación. Muestra si los valores medidos durante el periodo de evaluación son mayores o menores que en el periodo de referencia, y si estas diferencias son significativas o no. Esta representación permite tener una visión de conjunto acerca de la dinámica de la comunidad planctónica en los hábitats pelágicos costeros. La mayoría de los indicadores no presenta cambios significativos con respecto al periodo anterior, por lo que, en general la tendencia del estado respecto al periodo anterior se considera estable para la demarcación. Sin embargo, se han detectado algunas tendencias significativas negativas en el indicador de dinoflagelados en la plataforma de cabo de Palos, aunque no se ven reflejadas en la abundancia total del fitoplancton, se observa también una disminución en la abundancia de dinoflagelados en la estación más somera de la plataforma al sur de la bahía de Palma que, sin embargo, sí se ve reflejada en una disminución en la abundancia total del fitoplancton. Se detecta también una tendencia negativa en la biomasa mesozooplanctónica en la estación del delta del Ebro. Por el contrario, se han detectado aumentos significativos en la abundancia de la cianofícea *Prochlorococcus* en el mar Balear: en la estación más peninsular del canal de Ibiza y frente a la bahía de Palma.

Será necesario continuar la monitorización de estos indicadores para obtener una serie temporal más larga que permita verificar si las tendencias se mantienen o si por el contrario se deben a la variabilidad interanual natural de las comunidades.

| | CT3 | CP2 | MM4 | 20 | CU4 | VA4 | B1 | B2 | B3 | MH2 | DE4 | T2 | LL4 | BNA2 | | | |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|----|-----|------|--|--------|---|
| Biomasa Mesozooplancton | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abundancia Mesozooplancton | | | | | | | | | | | | | | | | p<0.05 | - |
| Abundancia Copépodos | | | | | | | | | | | | | | | | ns | + |
| Abundancia Cladóceros | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abundancia Apendicularias | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abundancia Fitoplancton | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abundancia Diatomeas | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abundancia Dinoflagelados | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abundancia Bacterias | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abundancia <i>Synechococcus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abundancia <i>Prochlorococcus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abundancia Picoeucariotas | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Concentración Clorofila | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 6. Representación de los resultados de los análisis estadísticos comparando las anomalías para cada indicador y estación respecto al periodo de referencia en la zona de plataforma. Azul: incremento respecto al periodo de referencia; rojo: disminución respecto al periodo de referencia; blanco: datos insuficientes para realizar evaluación estadística; gris: sin datos; ns: no significativo.



5.3. Hábitats pelágicos oceánicos

Área de evaluación

El programa de monitorización se basa en campañas oceanográficas, en las que se realizan muestreos en una serie de transectos perpendiculares a la costa, a lo largo de los cuales se distribuyen estaciones fijas que se visitan de forma periódica cuatro veces al año (invierno, primavera, verano y otoño).

La zona de plataforma en esta demarcación es la más extensa de la península. De los 11 transectos que se realizan en esta demarcación, sólo 6 de ellos alcanzan la zona oceánica. En esta evaluación se seleccionan 6 estaciones representativas de la variabilidad en aguas oceánicas para la demarcación levantino-balear. Las estaciones se localizan en los transectos situados frente a Cabo de Palos (CP4), en el Canal de Ibiza (estación 18), frente a la ciudad de Valencia (VA5), frente a Tarragona (T4) y a Barcelona (BNA4) siguiendo el gradiente latitudinal de la costa peninsular; mientras que la estación representativa del hábitat oceánico balear está situada al norte de Menorca (MH4).

Resultados de la evaluación del tercer ciclo

En la Tabla 7 se muestra la lista completa de indicadores y las estaciones en que fueron evaluados dentro del hábitat pelágico de oceánico.

Tabla 7. Indicadores utilizados para evaluar el criterio D1C6, código con el que fueron identificados en el reporting digital, y estaciones de la zona oceánica en que fueron analizadas durante el periodo de evaluación.

| Indicador | Código | Unidades | CP4 | 18 | VA5 | MH4 | T4 | BNA4 |
|-----------------------------------|--------------|-----------------------------|-----|----|-----|-----|----|------|
| Biomasa Mesozooplankton | PH_BM_ZP | mg peso seco/m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Mesozooplankton | PH_AB_ZP | Indiv./m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Copépodos | PH_AB_COP | Indiv./m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Cladóceros | PH_AB_CLAD | Indiv./m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Apendicularias | PH_AB_AP | Indiv./m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Bacterias | PH_AB_BACT | Células/mL | | | ✓ | | | |
| Abundancia <i>Synechococcus</i> | PH_AB_SYNECH | Células/mL | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia <i>Prochlorococcus</i> | PH_AB_PROCHL | Células/mL | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Abundancia Picoeucariotas | PH_AB_PICO | Células/mL | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Concentración Clorofila | PH_CHLA | mg/m ³ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |



Valores obtenidos para el parámetro

En las Figura 7 y 8 se muestran los gráficos de las series temporales de los valores (transformados a logaritmo) del indicador biomasa de zooplancton (DW, mg peso seco/m³), para los periodos de evaluación y de referencia (2010-2021). La línea marrón sólida representa el ajuste Loess. La línea vertical discontinua indica el momento a partir del cual se inicia el periodo de evaluación (2016). Los gráficos de las series temporales de los valores del resto de indicadores enumerados en la Tabla 6 se presentan en el apartado “Gráficos de indicadores”.

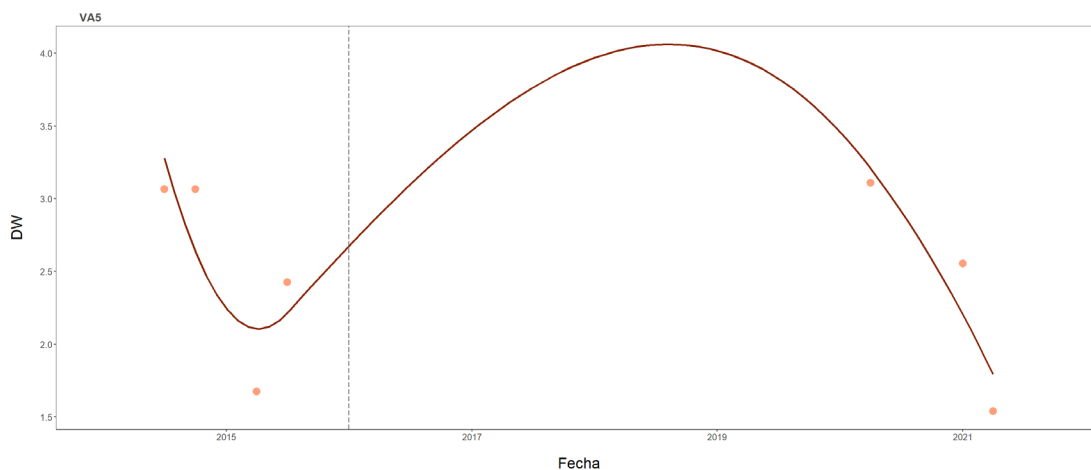


Figura 7. Biomasa de mesozooplancton (log, mg peso seco/m³) en la estación oceánica de la demarcación levantino-balear, capturada mediante red WP2-doble de 200 micras.



Figura 8. Biomasa de mesozooplancton (log, mg peso seco/m³) en las estaciones oceánicas de la demarcación levantino-balear, capturada mediante red Bongo 20 de 250 micras.



Tendencia de los valores obtenidos para el parámetro

Estable.

La Figura 9 sintetiza gráficamente las variaciones de los distintos indicadores respecto al anterior ciclo de evaluación. Muestra si los valores medidos durante el periodo de evaluación son mayores o menores que en el periodo de referencia, y si estas diferencias son significativas o no. Esta representación permite tener una visión de conjunto acerca de la dinámica de la comunidad planctónica en los hábitats pelágicos oceánicos. La mayoría de los indicadores no presenta cambios significativos con respecto al periodo anterior, por lo que en general la tendencia del estado respecto al periodo anterior se consideraría estable para la demarcación.

Se han detectado tendencias significativas de diferente signo en las dos zonas diferenciadas en la demarcación. Se observa tendencia positiva en el área más oligotrófica: en la biomasa mesozooplanctónica en la estación del cabo de Palos y en las abundancias de *Prochlorococcus* en el canal de Ibiza y al noreste de Menorca. En la estación frente a Barcelona se detecta una tendencia positiva en la abundancia de *Synechococcus*. Dada la alta variabilidad natural que induce el hidrodinamismo en la demarcación, será necesario continuar la monitorización de estos indicadores para obtener una serie temporal más larga que permita verificar si las tendencias se mantienen o si por el contrario se deben a la variabilidad natural de las comunidades.

| | CP4 | 18 | VA5 | MH4 | T4 | BNA4 | | | |
|-----------------------------------|-----|----|-----|-----|----|------|--------|---|---|
| Biomasa Mesozooplancton | | | | | | | | - | + |
| Abundancia Mesozooplancton | | | | | | | p<0.05 | | |
| Abundancia Copépodos | | | | | | | ns | | |
| Abundancia Cladóceros | | | | | | | | | |
| Abundancia Apendicularias | | | | | | | | | |
| Abundancia Bacterias | | | | | | | | | |
| Abundancia <i>Synechococcus</i> | | | | | | | | | |
| Abundancia <i>Prochlorococcus</i> | | | | | | | | | |
| Abundancia Picoeucariotas | | | | | | | | | |
| Concentración Clorofila | | | | | | | | | |

Figura 9. Representación de los resultados de los análisis estadísticos comparando las anomalías para cada indicador y estación respecto al periodo de referencia en la zona oceánica. Azul: incremento respecto al periodo de referencia; rojo: disminución respecto al periodo de referencia; blanco: datos insuficientes para realizar evaluación estadística; gris: sin datos; ns: no significativo.



5.4. Gráficas de indicadores

Representación gráfica de las series temporales 2010-2021 de los valores (transformados a logaritmo) de los distintos indicadores en las estaciones de la demarcación levantino-balear en las que fueron evaluados. La línea marrón sólida representa el ajuste Loess. La línea vertical discontinua indica el momento a partir del cual se inicia el periodo de evaluación (2016).

- Figura 10. Log de Abundancia Meso zooplancton (Indiv./m³), red WP2-doble 200 micras
- Figura 11. Log de Abundancia Copépodos (Indiv./m³), red WP2-doble 200 micras
- Figura 12. Log de Abundancia Cladóceros (Indiv./m³), red WP2-doble 200 micras
- Figura 13. Log de Abundancia Apendicularias (Indiv./m³), red WP2-doble 200 micras
- Figura 14. Log de Abundancia Fitoplancton (Células/mL)
- Figura 15. Log de Abundancia Diatomeas (Células/mL)
- Figura 16. Log de Abundancia Dinoflagelados (Células/mL)
- Figura 17. Log de Abundancia Bacterias (Células/mL)
- Figura 18. Log de Abundancia *Synechococcus* (Células/mL)
- Figura 19. Log de Abundancia *Prochlorococcus* (Células/mL)
- Figura 20. Log de Abundancia Picoeucariotas (Células/mL)
- Figura 21. Log de Concentración Clorofila (mg/m³), medida mediante espectrofotometría
- Figura 22. Log de Concentración Clorofila (mg/m³), medida mediante fluorometría

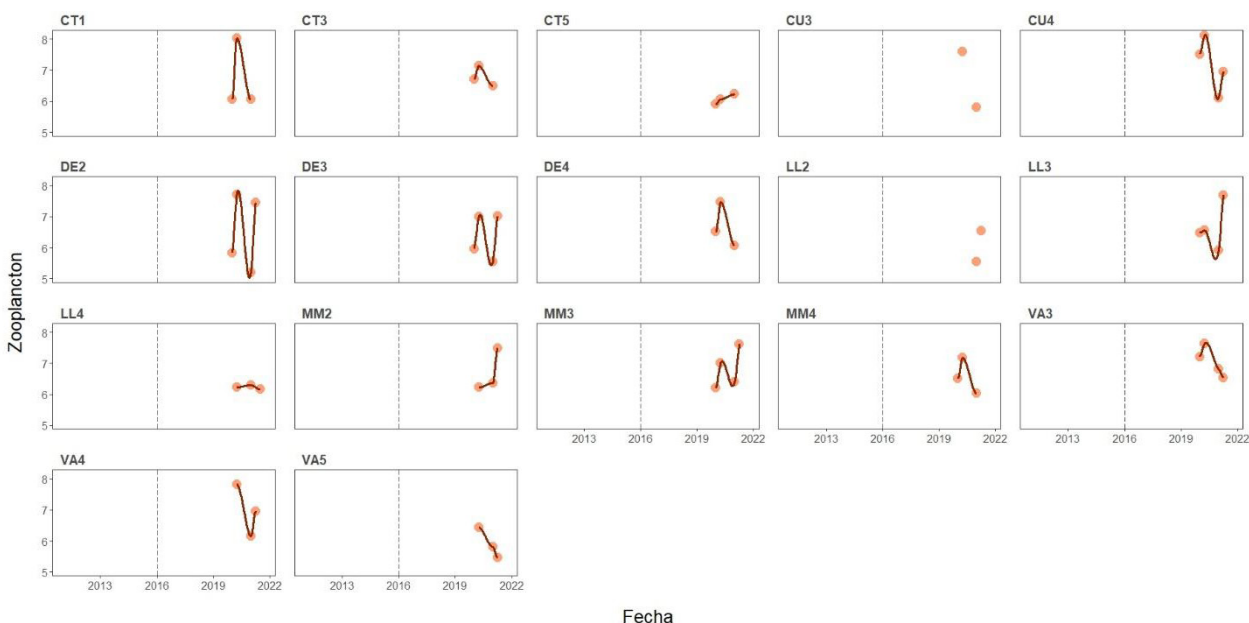


Figura 10. Abundancia de mesozooplankton total (log, Indiv./m³) en las estaciones de la demarcación levantino-balear, capturada mediante red WP2-doble 200 micras.

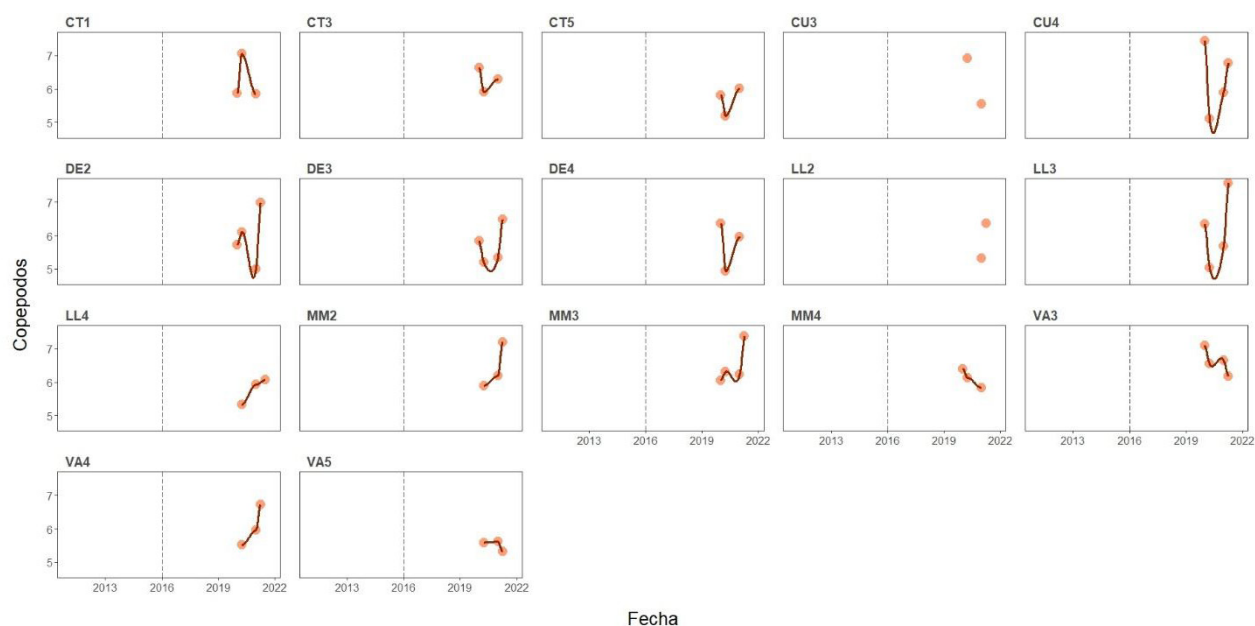


Figura 11. Abundancia de copépodos ($\log, \text{Indiv./m}^3$) en las estaciones de la demarcación levantino-balear, capturada mediante red WP2-doble 200 micras.

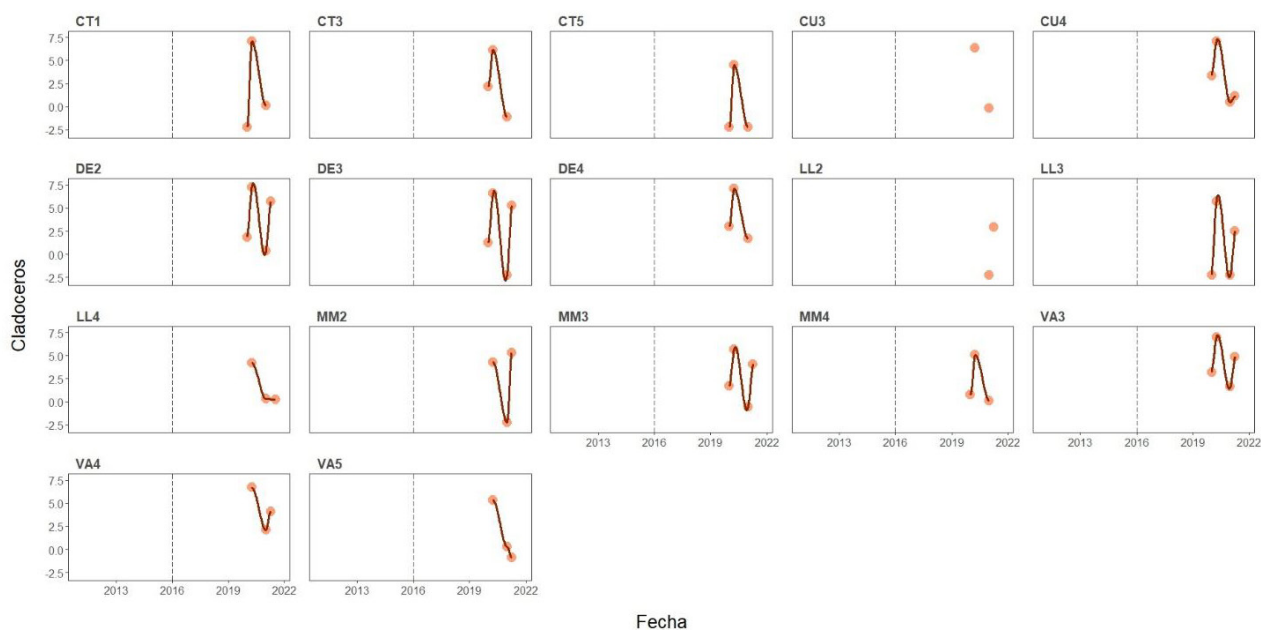


Figura 12. Abundancia de cladóceros ($\log, \text{Indiv./m}^3$) en las estaciones de la demarcación levantino-balear, capturada mediante red WP2-doble 200 micras.

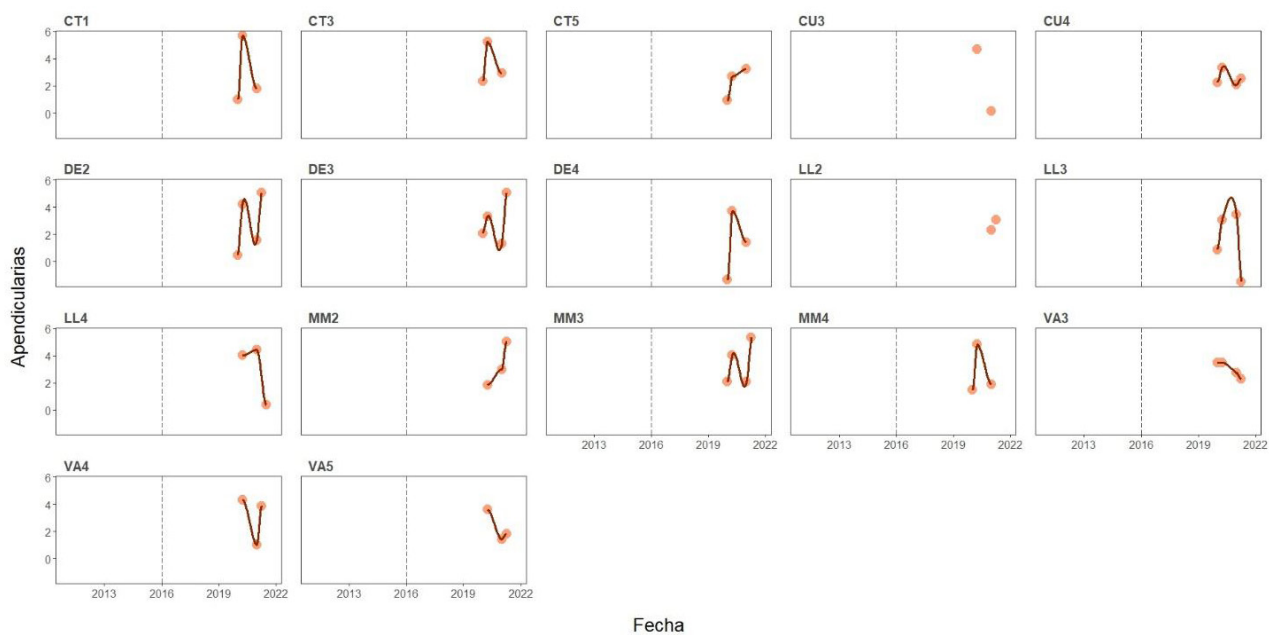


Figura 13. Abundancia de apendicularias (log, Indiv./m³) en las estaciones de la demarcación levantino-balear, capturada mediante red WP2-doble 200 micras.



Figura 14. Abundancia de fitoplancton en superficie (log, Células/ml) en las estaciones de la demarcación levantino-balear.

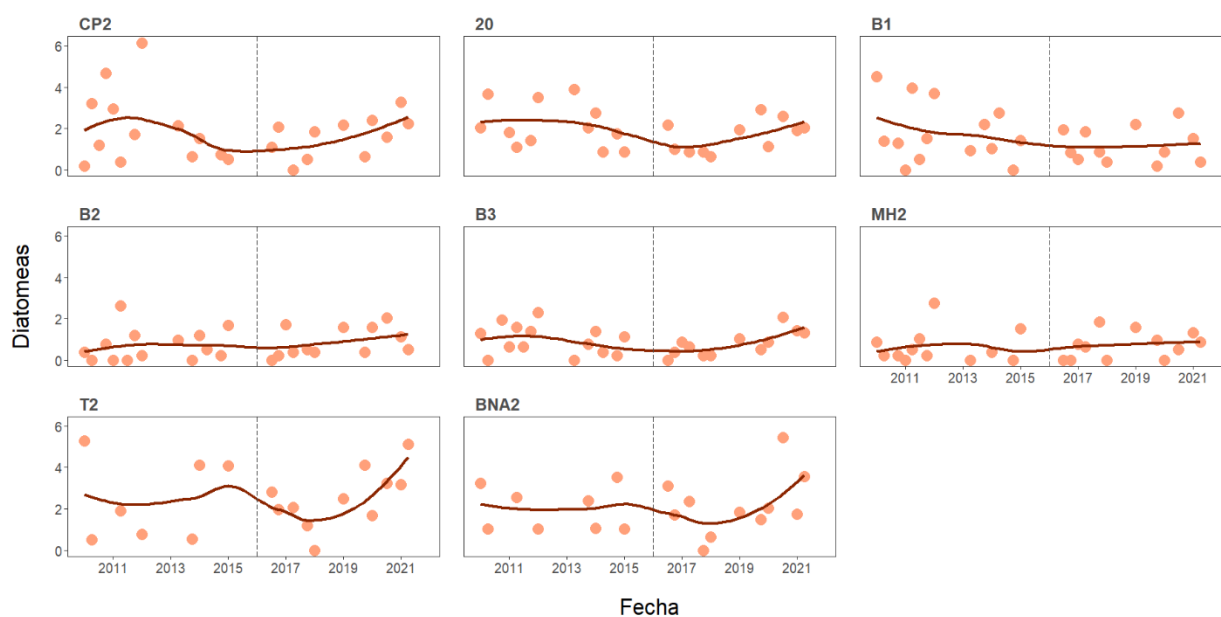


Figura 15. Abundancia de diatomeas en superficie (log, Células/ml) en las estaciones de la demarcación levantino-balear.

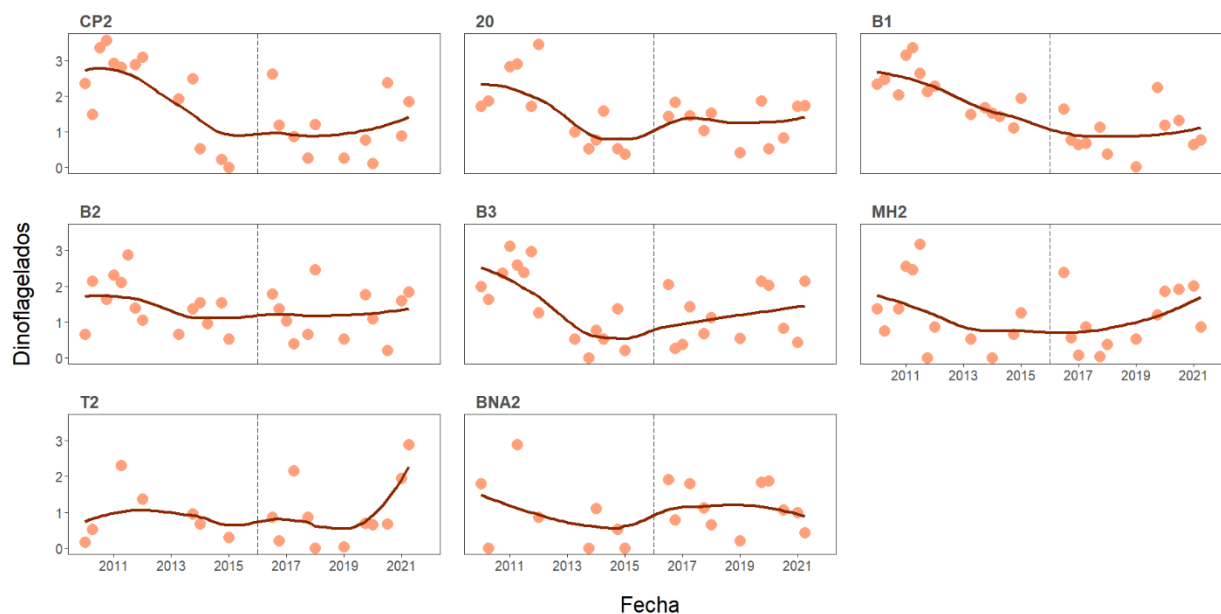


Figura 16. Abundancia de dinoflagelados en superficie (log, Células/mL) en las estaciones de la demarcación levantino-balear.

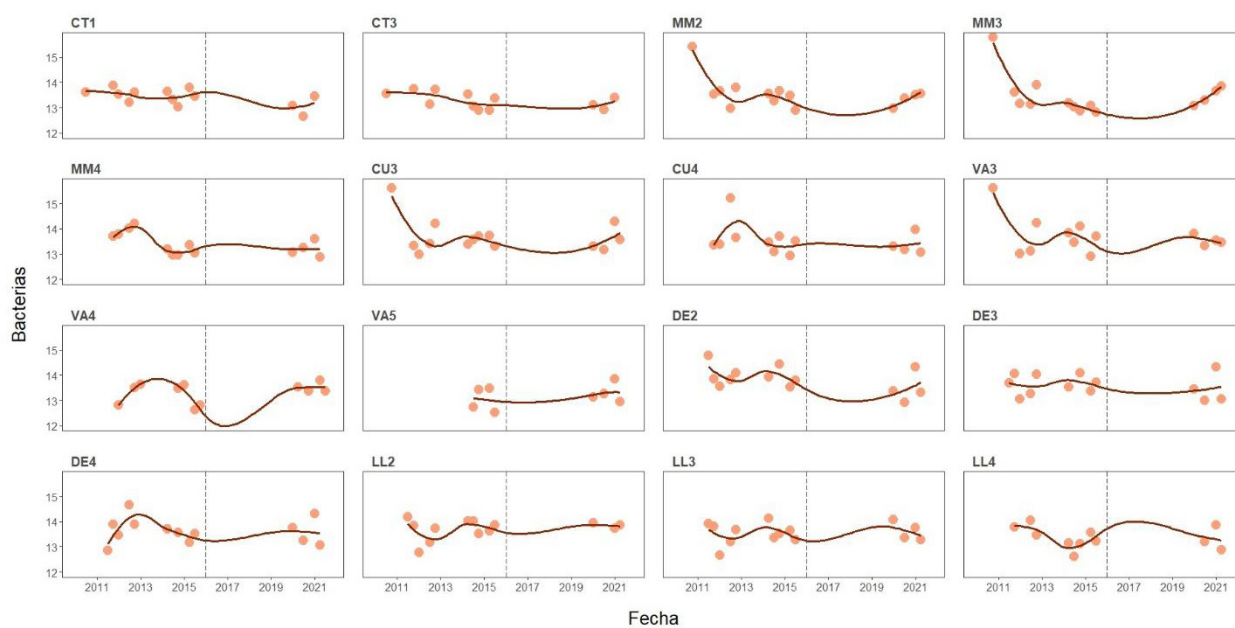


Figura 17. Abundancia de bacterias heterótrofas en superficie (log, Células/mL) en las estaciones de la demarcación levantino-balear.

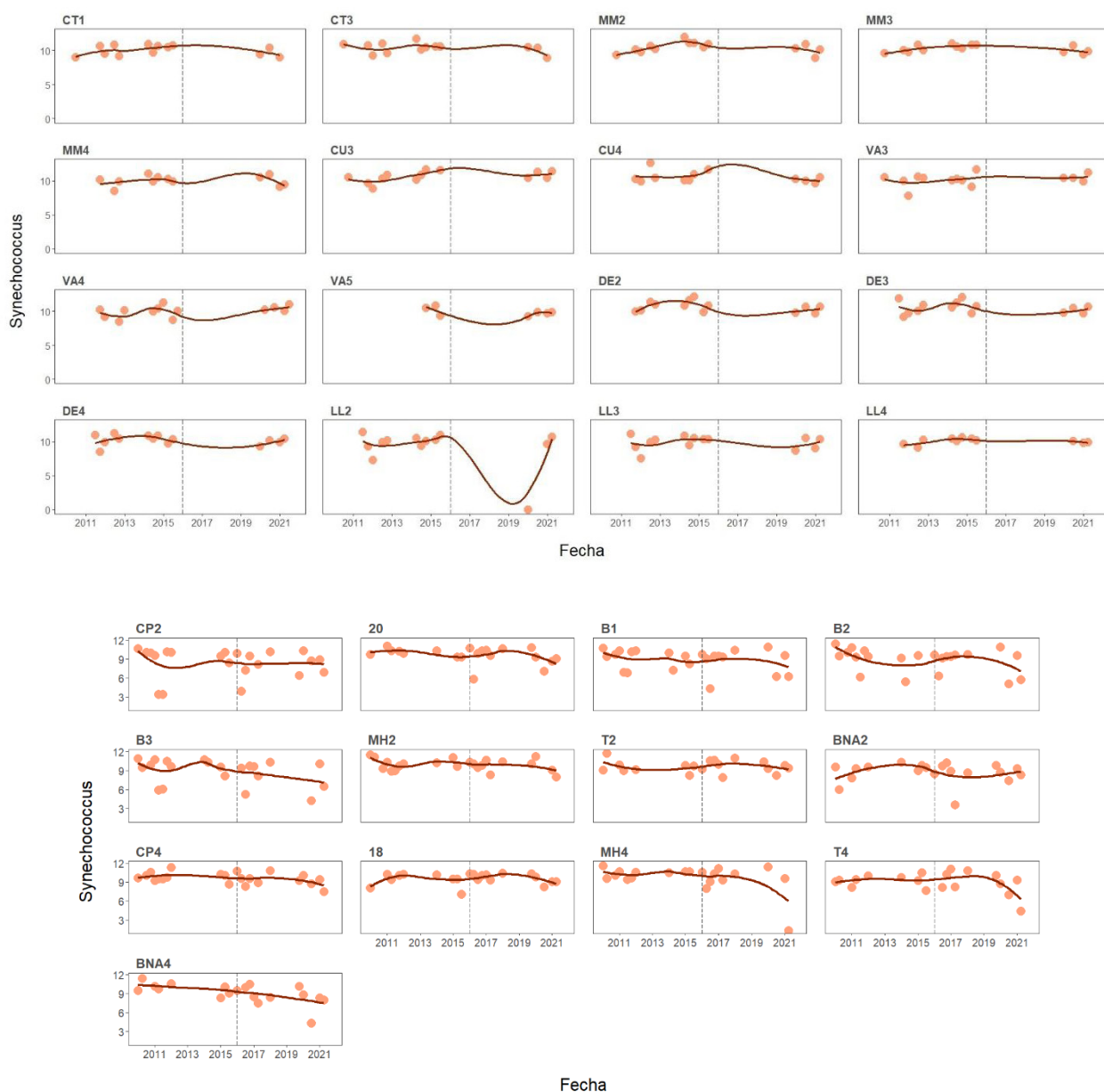


Figura 18. Abundancia de *Synechococcus* (log, Células/mL) en superficie en las estaciones de la demarcación levantino-balear.

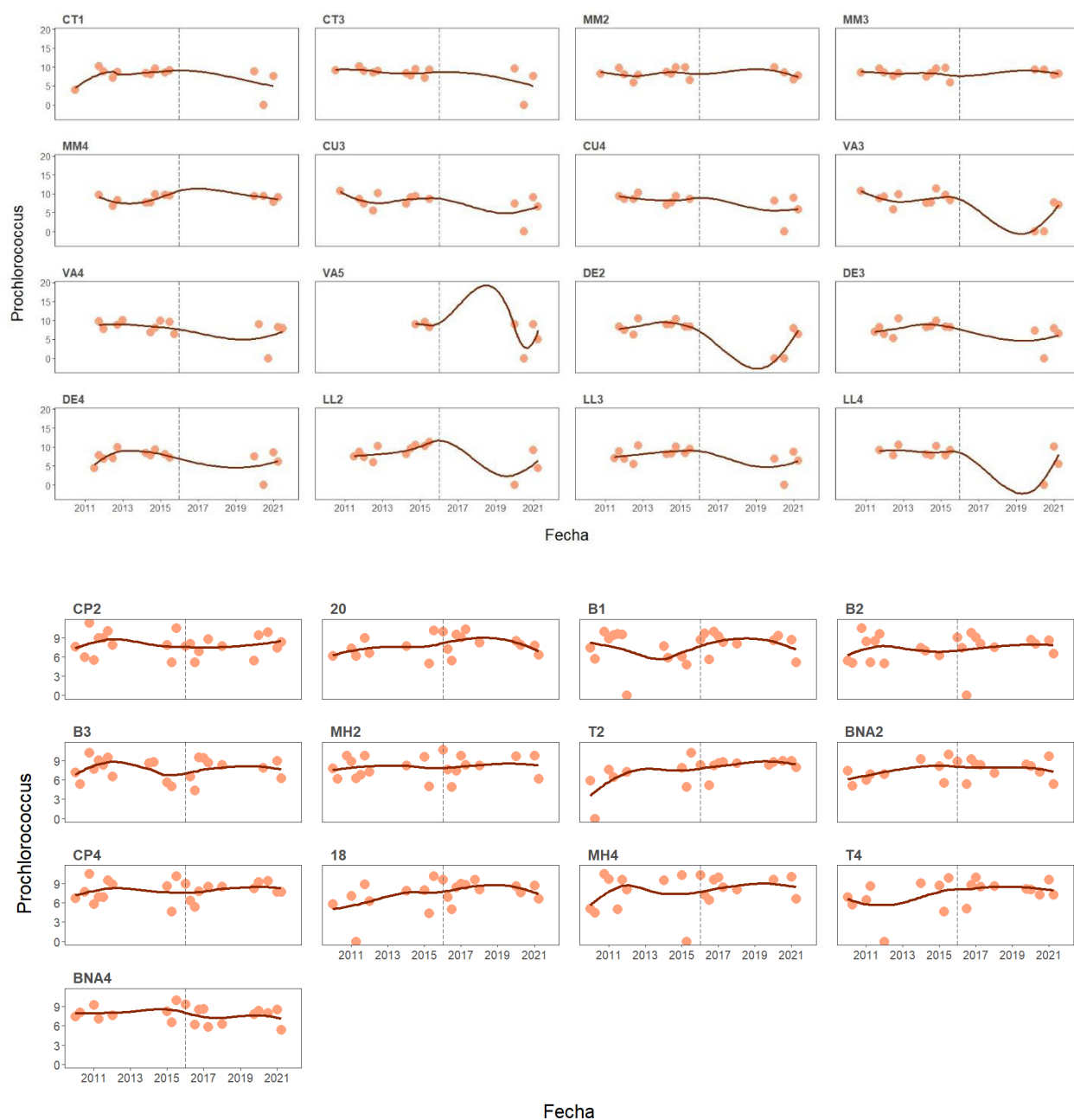


Figura 19. Abundancia de *Prochlorococcus* (log, Células/mL) en superficie en las estaciones de la demarcación levantino-balear.

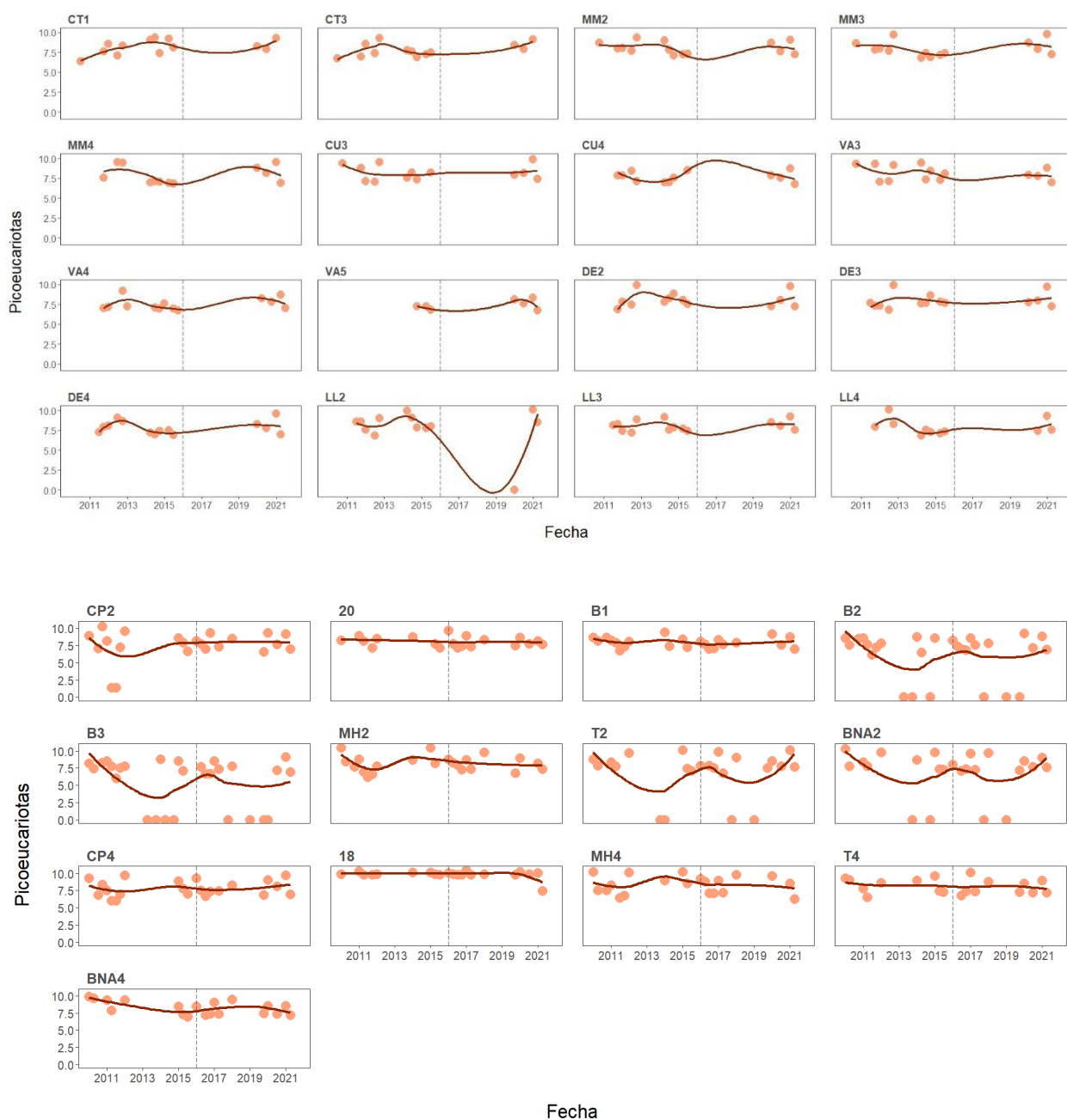


Figura 20. Abundancia de picoeucariotas (log, Células/mL) en superficie en las estaciones de la demarcación levantino-balear.

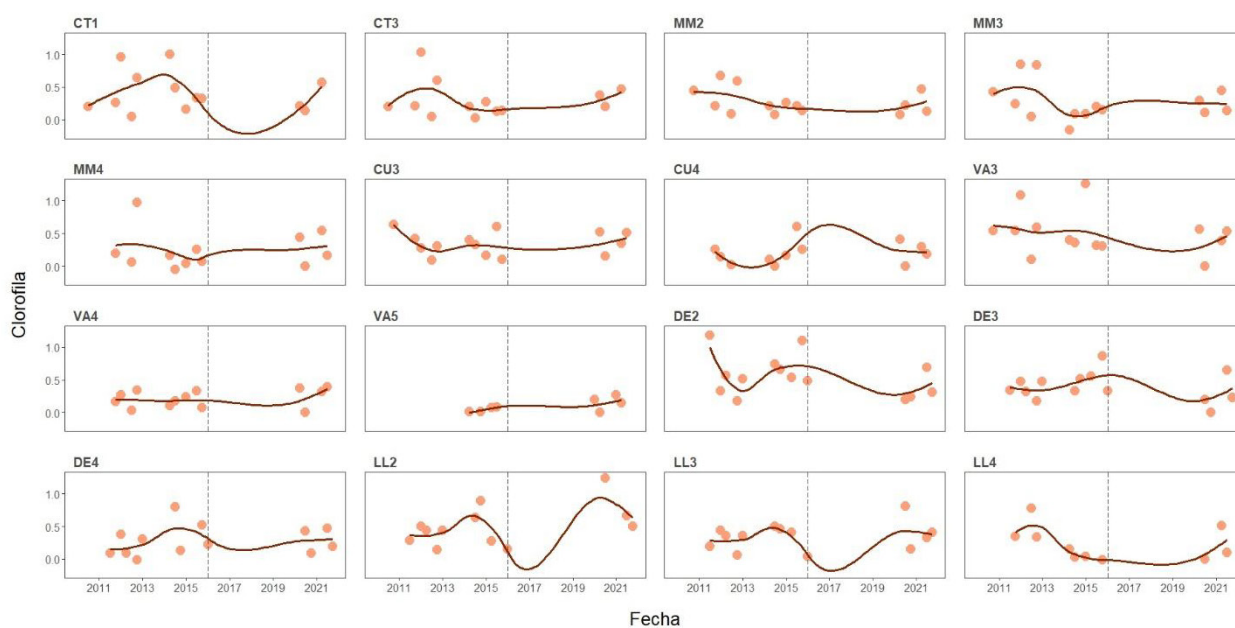


Figura 21. Concentración de clorofila ($\log, \text{mg}/\text{m}^3$) en las estaciones de la demarcación levantino-balear, medida mediante espectrofotometría.

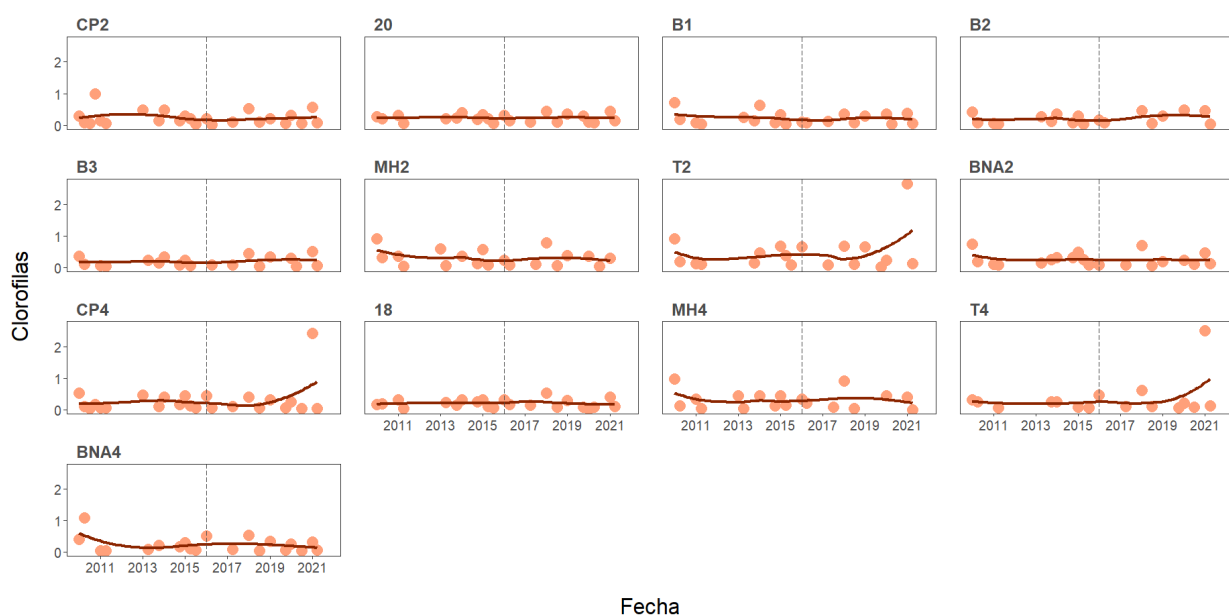


Figura 22. Concentración de clorofila ($\log, \text{mg}/\text{m}^3$) en las estaciones de la demarcación levantino-balear, medida mediante fluorometría



EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA ACIDIFICACIÓN



6. Efectos de cambio climático y la acidificación sobre el descriptor 1- hábitats pelágicos

Los organismos planctónicos se caracterizan por su alta sensibilidad a las variaciones físico-químicas del entorno, y por tanto también responden a las variaciones derivadas del cambio climático y de la acidificación de los océanos. Además, su tiempo de generación es relativamente corto lo que permite la detección de variaciones en los hábitats pelágicos con mayor anticipación que en niveles tróficos superiores. Asimismo, el plancton constituye la base de la cadena trófica por lo que los cambios en su composición y dinámica pueden afectar al funcionamiento del ecosistema. Esto convierte a los organismos planctónicos en indicadores de vigilancia del estado de los hábitats pelágicos.

Estudios recientes (Vargas-Yáñez et al. 2023), muestran la existencia de un aumento de la temperatura en las aguas de las capas intermedias y profundas en el Mediterráneo occidental. Para las aguas superficiales, los análisis de series temporales de frecuencia mensual muestran un calentamiento de la capa superficial claro e intenso (a un ritmo superior a 2 °C/100 años). En el presente ciclo no se han podido caracterizar efectos atribuibles al cambio climático, esto es debido a que las series temporales de datos de los indicadores basados en plancton son todavía cortas y no permiten vislumbrar cambios a largo plazo. Sin embargo, se ha documentado a nivel global y en esta demarcación cambios en las comunidades planctónicas debidos al cambio climático, principalmente en respuesta al aumento de la temperatura (Ratnarajah et al., 2023). Por ejemplo, en las dos últimas décadas se ha detectado una disminución general del 10-20 % en la clorofila superficial de las demarcaciones mediterráneas (Gómez-Jakobsen et al., 2022), que estaría ocasionada por un aumento de la temperatura superficial, que aumenta la estratificación y reduce la fertilización de las capas superiores mediante mezcla vertical. Sin embargo, algunas zonas de la demarcación presentan una tendencia positiva, p.ej. las aguas al sur del golfo de Alicante todo el año, las aguas oceánicas alrededor de las islas Baleares en invierno, o la zona costera del golfo de Valencia en verano. Por otro lado, en un estudio que abarca el periodo 2007-2017 se ha observado una disminución en la abundancia de cladóceros en cabo de Palos y de doliólidos en el canal de Ibiza (Fernández-De Puelles et al., 2023). En este trabajo también se detectó una disminución generalizada en la abundancia de sifonóforos, carnívoros oceánicos, probablemente debido al aumento de temperatura superficial del mar en la demarcación. Así mismo, en el canal de Ibiza se detectó una disminución localizada de moluscos pterópodos, sensibles a la acidificación, aunque en las zonas circundantes las tendencias fueron positivas no significativas, debido al corto periodo de tiempo analizado, por lo que no se puede discernir si esta variabilidad está relacionada con procesos de acidificación o no.

La alta variabilidad natural en las aguas superficiales unida a la longitud reducida de las series de datos temporales tiene como resultado la ausencia de tendencias significativas en el análisis de la mayoría de los indicadores, por lo que, es necesario continuar con la monitorización de nuestros mares.



REFERENCIAS



7. Referencias

Fernández de Puelles ML, Gazá M, Cabanellas-Reboredo M, O'Brien TD (2023) Decadal trends in the zooplankton community of the western Mediterranean. *Water* 15: 4267. <https://doi.org/10.3390/w15244267>

Gómez-Jakobsen F, Ferrera I, Yebra L, Mercado JM (2022) Two decades of satellite surface chlorophyll-a concentration (1998-2019) in the Spanish Mediterranean marine waters (Western Mediterranean Sea): Trends, phenology and eutrophication assessment. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 28: 100855. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100855>

Ratnarajah L, Abu-Alhaija R, Atkinson A, Batten S, Bax NJ, Bernard KS, Canonico G, Cornils A, Everett JD, Grigoratou M, Ahmad Ishak NH, Johns D, Lombard F, Muxagata E, Ostle C, Pitois S, Richardson AJ, Schmidt K, Stemmann L, Swadling KM, Yang G, Yebra L (2023). Monitoring and modelling marine zooplankton in a changing climate. *Nature Communications* 14: 564. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36241-5>

Vargas-Yáñez M, Moya F, Serra M, Juza M, Jordà G, Ballesteros E, Alonso C, Pascual J, Salat J, Moltó V, Tel E, Balbín R, Santiago R, Piñeiro S, García-Martínez MC (2023) Observations in the Spanish Mediterranean Waters: A Review and Update of Results of 30-Year Monitoring. *Journal of Marine Science and Engineering* 11: 1284. <https://doi.org/10.3390/jmse11071284>

ESTRATEGIAS MARINAS

Protegiendo el mar para todos