Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV

Informe de resultados. Campaña 2023

Fundación AZTI Fundazioa

ura
URAREN EUSKAL AGENTZIA | AGENCIA VASCA DEL AGUA

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

JUNIO 2024

TIPO DE DOCUMENTO:	Informe.
TÍTULO DEL DOCUMENTO:	Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de resultados. Campaña 2023.
ELABORADO POR:	Fundación AZTI Fundazioa
AUTORES:	Ángel Borja, Juan Bald, María Jesús Belzunce, María Calvo Uyarra, Almudena Fontán, Javier Franco, Jose Mikel Garmendia, Anders Lanzén, Joana Larreta, Iratxe Menchaca, Iñigo Muxika, Sarai Pouso, Marta Revilla, J. Germán Rodríguez, Yolanda Sagarmínaga, Oihana Solaun, Ainhize Uriarte, Izaskun Zorita, Idoia Adarraga, Florencio Aguirrezabalaga, Juan Carlos Sola, Igor Cruz, Mikel Aitor Marquiegui, Julián Martínez, José Mª Ruiz, María Cano, Aitor Laza-Martínez, Alberto Manzanos.
FECHA:	Junio 2024

Índice

Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco

Informe de resultados. Campaña 2023

1. Introducción, material y métodos 4
2. Síntesis de resultados 29
3. Masa de transición del Barbadun 43
4. Masa de transición del Nerbioi interior 59
5. Masa de transición del Nerbioi exterior 81
6. Masa de transición del Butroe 100
7. Masa de transición del Oka interior 119
8. Masa de transición del Oka exterior 134
9. Masa de transición del Lea 152
10. Masa de transición del Artibai 169
11. Masa de transición del Deba 187
12. Masa de transición del Urola 202
13. Masa de transición del Oria 219
14. Masa de transición del Urumea 234
15. Masa de transición del Oiartzun 250
16. Masa de transición del Bidasoa 270
17. Masa costera Cantabria-Matxitxako 290
18. Masa costera Matxitxako-Getaria 312
19. Masa costera Getaria-Higer 341
20. Masa costera Mompas-Pasaia 362
21. Anexos 375

1.

Introducción, material y métodos

Este informe se presenta como parte de los trabajos realizados en el marco del Convenio de Colaboración entre la Agencia Vasca del Agua y la Fundación AZTI para realizar la "Ejecución de programas de seguimiento de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco y determinación de su estado. Campañas 2021-2023" suscrito con fecha 4 de enero de 2021.

Este trabajo, extremadamente complejo en cuanto a los medios estudiados, las matrices analizadas, la gestión de los datos y la interpretación multidisciplinar de los resultados, ha sido posible mediante la coordinación de multitud de medios materiales y humanos, incluyendo personal de muestreo, analistas de laboratorio, personal investigador, personal administrativo, etc., en diversos organismos (AZTI, Eurofins-IPROMA, Insub, y Laboratorio de Ecología de la Universidad del País Vasco). A todos ellos nuestro agradecimiento por su labor fundamental.

El presente informe se ha estructurado de la siguiente forma:

- **Introducción, material y métodos,** donde puede encontrarse información relativa a los programas de seguimiento planteados para las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco (en adelante CAPV) y los criterios de evaluación del estado contemplados en el informe. El objeto de este volumen inicial es proporcionar, de una manera sintética, una visión global de la metodología utilizada desde 2015 para la evaluación del estado ecológico y del estado químico de las aguas de transición y costeras de la CAPV, y actualizada cuando ha sido necesario.

- **Síntesis de resultados y conclusiones**: en este apartado se informa de forma sintética de la calificación del estado ecológico y del estado químico de las masas de agua de transición y costeras de la CAPV, tanto en la campaña de 2023 como en el último sexenio.

- **Diagnóstico y evolución del estado**: se corresponde con 18 apartados, que corresponden a cada una de las masas de aguas de transición (14) y costeras (4) de la CAPV. En cada uno de ellos se presentan y comentan los resultados de la campaña de 2023, su evolución histórica y la calificación de su estado ecológico y de su estado químico en 2023.

Además, los datos obtenidos a lo largo del estudio están disponibles en UBEGI, que es el sistema centralizado de acceso a la información sobre el estado de las masas de agua de la CAPV.

1.1. OBJETO

El objeto principal de este trabajo es la explotación de una "*Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV*", que permita continuar con los trabajos previos realizados en el ámbito de la vigilancia de la calidad de las aguas de la CAPV. En su conjunto pretende conseguir los siguientes objetivos:

- Establecer un instrumento de control del estado y la evolución de la calidad de las aguas que permita conocer las características de la calidad de los ecosistemas estuarinos y costeros.
- Constituir una documentación básica y valiosa para el adecuado desarrollo de la investigación científica sobre la materia en el ámbito de la CAPV y que, por otra parte, los resultados de esta sean divulgables mediante publicaciones y/o aportaciones a la página Web de URA.
- Verificar la incidencia de las acciones de depuración y saneamiento, y detectar posibles agresiones al medio hídrico.
- Conocer los niveles naturales que presentan las diferentes variables químicas, microbiológicas y biológicas, para poder establecer las características de estaciones de muestreo con buen o muy buen estado ecológico y así poder adaptarse a los criterios establecidos por la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE).
- Aportar información relevante para otras obligaciones de control, por ejemplo el Convenio OSPAR (Instrumento de Ratificación del Convenio para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste, hecho en París, 22 de septiembre de 1992, BOE de 24 de junio de 1998); y la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino constituye la transposición al sistema normativo español de la Directiva 2008/56/CE, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino).

1.2. ANTECEDENTES

La Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, también denominada Directiva Marco del Agua (en adelante DMA) constituyó en su día una profunda y sustancial reforma de la legislación europea en materia de aguas. Entre los objetivos de la DMA está conseguir el buen estado y la adecuada protección de los sistemas acuáticos, así como la mejora de la satisfacción de las demandas de agua y la reducción de los daños provocados por las inundaciones y sequías, todo ello en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales.

El principal instrumento de la DMA para conseguir sus objetivos son los Planes Hidrológicos, que deben elaborarse para cada demarcación hidrográfica y que deben incluir el conjunto de actuaciones dirigidas a alcanzar dichos objetivos. Estos Planes Hidrológicos se redactan al amparo de lo establecido en el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas (en adelante TRLA); y deben elaborarse para cada «demarcación hidrográfica», definida como "*la zona terrestre y marina compuesta por una o varias cuencas hidrográficas vecinas y las aguas de transición, subterráneas y costeras asociadas a dichas cuencas*", y se constituyen como unidad de gestión de las cuencas hidrográficas (art. 16 bis 1. del TRLA).

En las aguas de transición y costeras de la CAPV resulta de aplicación el Plan Hidrológico de la

Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental (Real Decreto 35/2023, de 4 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro).

Según el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica (en adelante RPH), la planificación hidrológica tiene por objetivos generales conseguir el buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas, la satisfacción de las demandas de agua, el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales. Además de los objetivos generales establecidos en el TRLA, los Planes Hidrológicos deben garantizar el cumplimiento de los objetivos medioambientales del art. 92 y 92 bis del propio TRLA.

Actualmente está en vigor el mencionado Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental (RD 35/2023), correspondiente al tercer ciclo de planificación (2022-2027), que es el principal instrumento para la consecución de los objetivos en materia de aguas en la demarcación.

La DMA establece la necesidad de disponer de programas de seguimiento del estado de las masas de agua que sirvan como base de información sobre el estado de las masas de agua y el grado de cumplimiento de los objetivos ambientales, y para evaluar el grado de ejecución y de efectividad de los programas de medidas que se planteen en el marco de la Planificación Hidrológica.

La DMA establece, en su artículo 8, las bases para el seguimiento del estado de las aguas superficiales, del estado de las aguas subterráneas y de las zonas protegidas. Asimismo, su anexo V recoge los diferentes indicadores de calidad, definiciones de estado ecológico y estrategias para el establecimiento de redes de seguimiento. Actualmente en la normativa nacional, el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, establece los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental (en adelante RDSE) y es la principal norma de aplicación en la ejecución de programas de seguimiento del estado. Este Real Decreto establece:

- Los criterios básicos y homogéneos para el diseño y la implantación de los programas de seguimiento del estado de las masas de agua superficiales y para el control adicional de las zonas protegidas.

- Las normas de calidad ambiental (NCA) para las sustancias prioritarias y para otros contaminantes con objeto de conseguir un buen estado químico de las aguas superficiales. Además, establece las NCA para las sustancias preferentes y fija el procedimiento para calcular las NCA de los contaminantes específicos con objeto de conseguir un buen estado ecológico de las aguas superficiales o un buen potencial ecológico de dichas aguas, cuando proceda.

- Las condiciones de referencia y los límites de clases de estado de los indicadores de los elementos de calidad biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos para clasificar el estado o potencial ecológico de las masas de agua superficiales.

- Las disposiciones mínimas para el intercambio de información sobre estado y calidad de las aguas entre la Administración General del Estado y las administraciones con competencias en materia de aguas, en aras del cumplimiento de la legislación que regula los derechos de acceso a la información y de participación pública.

En la CAPV, la Agencia Vasca del Agua (URA) es el organismo que tiene como objeto llevar a cabo

esta política del agua (Ley 1/2006, de 23 de junio, de Aguas). Según el Decreto 25/2015, de 10 de marzo, por el que se aprueban los Estatutos de la Agencia Vasca del Agua, entre sus funciones destacan, por estar relacionadas con este proyecto, la elaboración y remisión al Gobierno de los instrumentos de planificación hidrológica previstos en la Ley 1/2006, de 23 de junio, de Aguas, para la aprobación, modificación o tramitación ante las autoridades competentes; y la participación en la planificación hidrológica estatal de las cuencas intercomunitarias, de acuerdo con su normativa reguladora.

La Administración Hidráulica de la Comunidad Autónoma del País Vasco lleva, desde 1994, obteniendo información relevante sobre el estado de las aguas de transición y costeras de la CAPV. Prácticamente desde su inicio el planteamiento de control de esta red fue similar a los requerimientos que posteriormente exigió la DMA. El diseño de esta red se concibió con el objetivo de contar con un instrumento imprescindible para llevar a cabo una correcta planificación del recurso hídrico y éste ha sido el referente que ha ido marcando todas y cada una de las mejoras que se han ido incorporando a las redes de vigilancia para adaptarse a las exigencias de control de la legislación estatal y europea.

De la combinación de obligaciones indicadas anteriormente y en el desarrollo de su competencia, la Agencia Vasca del Agua mantiene el considerable esfuerzo realizado en los últimos años para avanzar en el conocimiento de las aguas continentales, de transición y litorales, y en poner en marcha mecanismos útiles para su control y vigilancia.

Todo programa de seguimiento del estado de las masas de agua tiene como requisito su continuidad en el tiempo, al objeto de disponer de datos puntuales, y también de series históricas que permitan conocer la evolución en el tiempo de aquello que es objeto de las redes, en este caso, la calidad de las aguas de transición y costeras de la CAPV. Desde el principio, en 1994, AZTI ha estado involucrada en los trabajos de esta red, garantizando su continuidad y comparabilidad a lo largo del tiempo.

1.3. DISEÑO DE LA RED DE SEGUIMIENTO

El RPH define masa de agua superficial como una parte diferenciada y significativa de agua superficial, como un lago, un embalse, una corriente, río o canal, parte de una corriente, río o canal, unas aguas de transición o un tramo de aguas costeras.

En el contexto de la DMA, una masa de agua se considera a aquella unidad discreta y significativa de agua que presenta características homogéneas, de tal manera que su delimitación permite establecer una base espacial en la cual es coherente desarrollar un análisis de las presiones e impactos que la afectan, definir los programas de seguimiento y medidas derivados del análisis anterior y comprobar el grado de cumplimiento de los objetivos ambientales que le sean de aplicación.

El Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental determina a efectos de este trabajo aspectos relevantes como la identificación, delimitación y tipificación de las masas de agua de la categoría aguas de transición y costeras, sus programas de seguimiento, sistemas de evaluación y objetivos ambientales.

En la Demarcación del Cantábrico Oriental, para el ciclo de planificación hidrológica 2022-2027 se han identificado y delimitado un total de 10 masas de agua de la categoría aguas de transición y 4 de la categoría aguas costeras consideradas como naturales; y un total de 4 masas de la categoría aguas de transición consideradas como masas de agua muy modificadas (Tabla 1, Tabla 2).

Asimismo, se han identificado 3 tipologías asociadas a aguas de transición y una para costeras (Tabla 3). En el caso de aguas muy modificadas de la categoría aguas de transición se les asigna la tipología

de masas naturales por similitud con las características de la masa de agua artificial o muy modificada.

Tabla 1 Masas de agua superficial de la categoría aguas costeras (Sistema de Coordenadas: ETRS 89).

Código masa	Masa de agua	UTMX (centroide)	UTMY (centroide)	Área (km^2)	Código tipología	Naturaleza
ES111C000010	Getaria- Higer	577983	4799955	138,88	AC-T12	Natural
ES111C000015	Mompas-Pasaia	584959	4800183	10,46	AC-T12	Natural
ES111C000020	Matxitxako- Getaria	541641	4803643	231,25	AC-T12	Natural
ES111C000030	Cantabria- Matxitxako	494648	4806615	189,53	AC-T12	Natural

Tabla 2 Masas de agua superficial de la categoría aguas de transición (Sistema de Coordenadas: ETRS 89). A- Masas de agua de la categoría aguas de transición muy modificadas por canalizaciones y protección de márgenes; B- Masas de agua de la categoría aguas de transición muy modificada por infraestructuras portuarias y ocupación de terrenos intermareales.

Código masa	Masa de agua	UTMX (centroide)	UTMY (centroide)	Longitud eje central (km)	Área (km^2)	Código tipología	Naturaleza
ES111T012010	Bidasoa	598837	4800216	15,81	7,58	AT-T10	Natural
ES111T028010	Oria	570418	4792364	11,35	2,05	AT-T09	Natural
ES111T034010	Urola	561083	4793672	7,74	0,98	AT-T09	Natural
ES111T042010	Deba	551282	4792736	6,67	0,71	AT-T08	Natural
ES111T044010	Artibai	547733	4796664	5,27	0,42	AT-T09	Natural
ES111T045010	Lea	540428	4800692	2,87	0,51	AT-T09	Natural
ES111T046010	Oka Interior	526945	4798337	6,61	3,96	AT-T09	Natural
ES111T046020	Oka Exterior	525383	4804073	5,61	6,1	AT-T09	Natural
ES111T048010	Butroe	504446	4805237	8,53	1,55	AT-T09	Natural
ES111T075010	Barbadun	490897	4798367	4,53	0,77	AT-T09	Natural
ES111T018010	Urumea	584863	4794906	11,74	1,34	AT-T08	Muy modificada-A
ES111T014010	Oiartzun	586943	4797198	5,37	0,98	AT-T10	Muy modificada-B
ES111T068010	Nerbioi Interior	502523	4792687	14,90	2,63	AT-T10	Muy modificada-B
ES111T068020	Nerbioi Exterior	496183	4800050	7,76	19,10	AT-T10	Muy modificada-B

Tabla 3 Categorías y tipologías asociadas a masas de agua de transición y costeras en la CAPV.

	Código tipología	Tipología
Aguas de Transición	AT-T08	Estuario atlántico intermareal con dominancia del río sobre el estuario
	AT-T09	Estuario atlántico intermareal con dominancia marina
	AT-T10	Estuario atlántico submareal
Aguas costeras	AC-T12	Aguas costeras atlánticas del Cantábrico oriental expuestas sin afloramiento

En respuesta a los requerimientos del artículo 8 de la DMA, se mantiene una estrategia de seguimiento estable que ha dado lugar al establecimiento de una serie de puntos de muestreo y elementos de estudio asociados (Figura 1).

El control del estado de masas de agua de la categoría aguas de transición se realiza por parte de URA mediante 32 puntos de control y en aguas costeras en 16 puntos de control (Figura 1 y Tabla 211 del Anexo). Adicionalmente, se cuenta con tres estaciones de control en la plataforma litoral para disponer de información para adaptarse a 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) (Figura 1 y Tabla 211 del Anexo), y para que también puedan ser usadas como referencia de bajo impacto de presiones.

En las estaciones citadas se realiza el control de:

- Elementos de calidad biológicos: composición, abundancia y biomasa del fitoplancton (clorofila-a en todas las estaciones y estudio de comunidades de fitoplancton en 14 de ellas), con periodicidad trimestral, aunque varía según las estaciones; y composición y abundancia de la fauna bentónica de invertebrados, con periodicidad anual, en invierno.

- Elementos de calidad químicos y fisicoquímicos de soporte a los elementos de calidad biológicos, que incluyen parámetros generales (transparencia, condiciones térmicas y de oxigenación, salinidad y nutrientes), con periodicidad trimestral; y contaminantes específicos en aguas, vertidos en cantidades significativas, con periodicidad trimestral. Además, a cuatro puntos de control de aguas de transición y uno de aguas costeras se les asigna un programa 'Combinado operativo-vigilancia' por considerarse zonas con potencial riesgo de no alcanzar el buen estado químico, y se muestrean mensualmente. Complementariamente al control en aguas, también se realiza un muestreo anual y análisis de contaminantes en sedimentos (invierno) en todas las estaciones y en biomonitores (otoño) en 13 estaciones específicas.

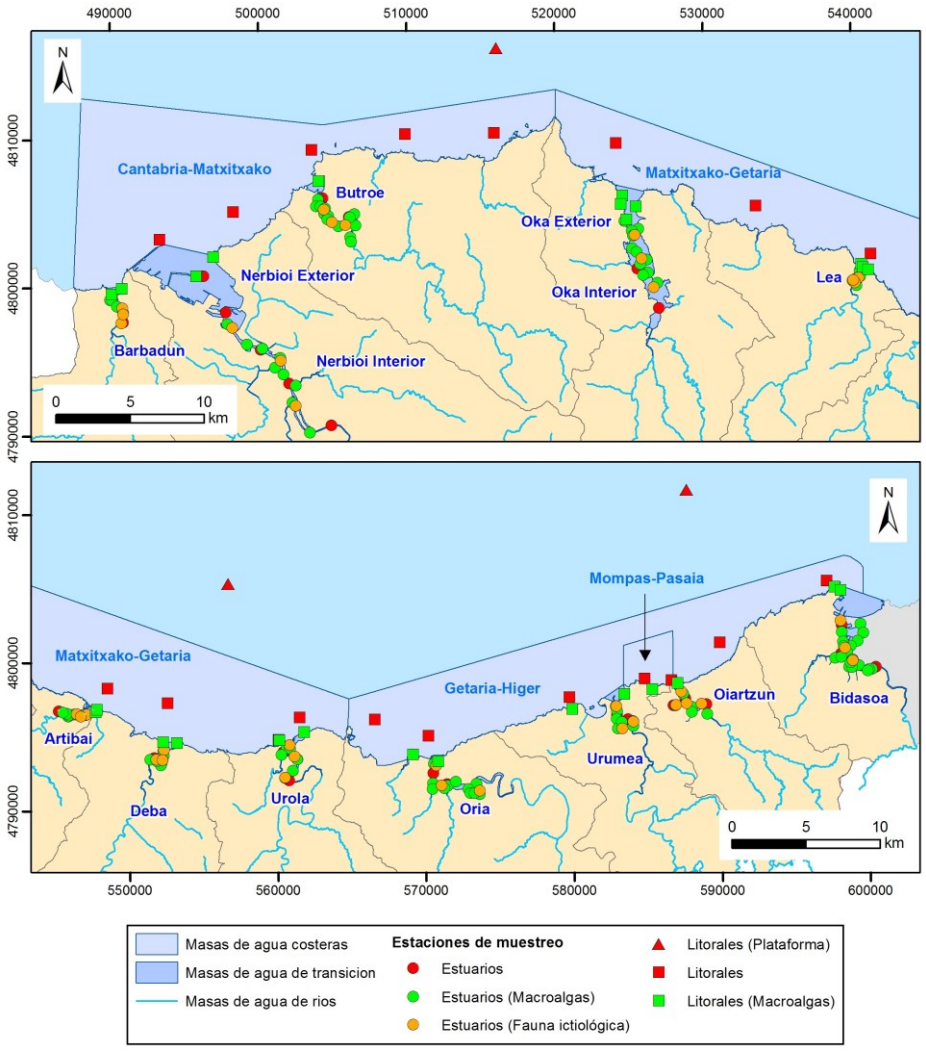


Figura 1 Mapa que muestra la ubicación de las estaciones de control de la Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV.

Por otro lado, se ha seleccionado una serie de transectos para el estudio de composición y abundancia de la fauna ictiológica en aguas de transición. Cada año se muestrean 4 estuarios, lo que permite que en cada ciclo de tres años se consiga la evaluación de los 12 estuarios existentes en la CAPV (con un total de 14 masas de agua) (Tabla 212 del Anexo).

Por último, se contempla una serie de áreas de muestreo para el estudio de composición y abundancia de otro tipo de flora acuática (macroalgas) en aguas de transición y costeras, que comparte el carácter trienal con el estudio de fauna ictiológica. En el caso de aguas de transición tales muestreos permiten un análisis extensivo en el conjunto de la masa de agua de transición (Tabla 213 del Anexo).

1.4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO

El artículo 92 bis TRLA establece que, para conseguir una adecuada protección de las aguas, se deberán alcanzar los siguientes **objetivos medioambientales** para las aguas superficiales:

a') Prevenir el deterioro del estado de las masas de agua superficiales.

b') Proteger, mejorar y regenerar todas las masas de agua superficial con el objeto de alcanzar un buen estado de estas.

c') Reducir progresivamente la contaminación procedente de sustancias prioritarias y eliminar o suprimir gradualmente los vertidos, las emisiones y las pérdidas de sustancias peligrosas prioritarias.

El artículo 3 el RDSE define '**Estado** de las aguas superficiales' como la expresión general del estado de una masa de agua superficial determinado por el peor valor de su estado ecológico y de su estado químico. Asimismo, el artículo 3 el RDSE define '**Estado ecológico'** como una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales clasificado con arreglo a este real decreto; y define '**Estado químico'** como una expresión de la calidad de las aguas superficiales que refleja el grado de cumplimiento de las Normas de Calidad Ambiental (NCA) de las sustancias prioritarias y otros contaminantes del anexo IV de este real decreto.

El cumplimiento de esos objetivos, en el caso de **estado ecológico** de aguas de transición y costeras, implica que los diferentes indicadores del estado basados en determinados elementos de calidad no deben apartarse significativamente de las condiciones naturales (anexo II del RDSE), es decir, el grado de distorsión o desviación de las condiciones inalteradas o **condiciones de referencia** debe ser tal que permita la consecución de un buen estado ecológico o un buen potencial ecológico (ver definiciones del art. 3 RPH)**.** En el caso del **estado químico** el objetivo es la consecución del buen estado químico que implica el cumplimiento de las NCA de las sustancias prioritarias y otros contaminantes del anexo IV del RDSE.

1.4.1. Elementos de calidad

El Artículo 12 del RDSE establece que los **elementos de calidad** para la clasificación del estado o potencial ecológico para las masas de agua de la categoría **aguas de transición** son:

- Elementos de calidad biológicos, que incluye la composición, abundancia y biomasa del fitoplancton, la composición y abundancia de otro tipo de flora acuática, la composición y abundancia de la fauna bentónica de invertebrados y la composición y abundancia de la fauna ictiológica.

- Elementos de calidad químicos y fisicoquímicos de soporte a los elementos de calidad biológicos, que incluye parámetros generales (transparencia, condiciones térmicas y de oxigenación, salinidad y nutrientes) y contaminantes específicos vertidos en cantidades significativas.

- Elementos de calidad hidromorfológicos de soporte a los elementos de calidad biológicos que incluyen las condiciones morfológicas (variación de la profundidad; cantidad, estructura y sustrato del lecho y estructura de la zona de oscilación de la marea) y el régimen de mareas (flujo de agua dulce y exposición al oleaje).

El Artículo 13 del RDSE establece que los **elementos de calidad** para la clasificación del estado o potencial ecológico para las masas de agua de la categoría **aguas costeras** son:

- Elementos de calidad biológicos que incluyen la composición, abundancia y biomasa del fitoplancton, la composición y abundancia de otro tipo de flora acuática y la composición y abundancia de la fauna bentónica de invertebrados.

- Elementos de calidad químicos y fisicoquímicos de soporte a los elementos de calidad biológicos, que incluye parámetros generales (transparencia, condiciones térmicas y de oxigenación, salinidad y nutrientes) y contaminantes específicos vertidos en cantidades significativas.

- Elementos de calidad hidromorfológicos de soporte a los elementos de calidad biológicos que incluyen las condiciones morfológicas (variación de la profundidad, estructura y sustrato del lecho costero y estructura de la zona ribereña intermareal) y el régimen de mareas (dirección de las corrientes dominantes y exposición al oleaje).

En ambos casos, aguas de transición y costeras, los indicadores correspondientes a los elementos de calidad biológicos, químicos y fisicoquímicos e hidromorfológicos de soporte aplicables a cada tipo de masa de agua se definen en el anexo II del RDSE. Los contaminantes específicos quedan definidos en los anexos V y VI del RDSE.

1.4.2. Clasificación del estado o potencial ecológico

Según el artículo 15 del RDSE, la **clasificación del estado o potencial ecológico** se realizará con los resultados obtenidos para los indicadores correspondientes a los elementos de calidad biológicos, químicos y fisicoquímicos, e hidromorfológicos y vendrá determinado por el elemento de calidad cuyo resultado final sea el más desfavorable. Cada elemento de calidad permite clasificar el estado o potencial ecológico en las clases siguientes:

- Muy bueno, bueno, moderado, deficiente y malo, aplicando los elementos de calidad biológicos.

- Muy bueno, bueno y peor que bueno, aplicando los elementos de calidad químicos y fisicoquímicos.

- Muy bueno y bueno, aplicando los elementos de calidad hidromorfológicos.

La clasificación del estado o potencial ecológico de una masa de agua se evalúa a través de un proceso iterativo, descrito en el Anexo III B, que comprende las siguientes evaluaciones:

- Inicialmente se calcula el grado de desviación entre los valores de los indicadores de los elementos de calidad biológicos observados con los valores de las condiciones de referencia recogidos en el anexo II. Cuando se disponga de valores de varios indicadores correspondientes al mismo elemento de calidad biológica se aplicarán los criterios recogidos en el anexo III B.

- Cuando la clasificación del estado a partir de los elementos de calidad biológicos resulta muy buena o buena, se compara el valor de los indicadores químicos y fisicoquímicos generales con los límites de clases de estado correspondientes al tipo de masa de agua superficial que figuran en el anexo II. Respecto a los contaminantes específicos, se aplican las NCA calculadas, o en su caso, las NCA del anexo V para las sustancias preferentes.

- Cuando la clasificación con elementos de calidad biológicos y químicos y fisicoquímicos resulta muy buena, se compara el valor de los indicadores hidromorfológicos con los límites de clases de estado o potencial correspondientes al tipo de masa de agua superficial que figuran en el anexo II.

Por tanto, la valoración de estado ecológico en primer lugar se corresponde con la peor de las valoraciones efectuadas para cada uno de los indicadores biológicos (aplicando el principio 'uno fuera, todos fuera') (Figura 2). Es decir, que si, por ejemplo, para el fitoplancton corresponde una valoración de moderado y el resto de los indicadores presenta un buen estado biológico, la valoración será de moderado estado ecológico.

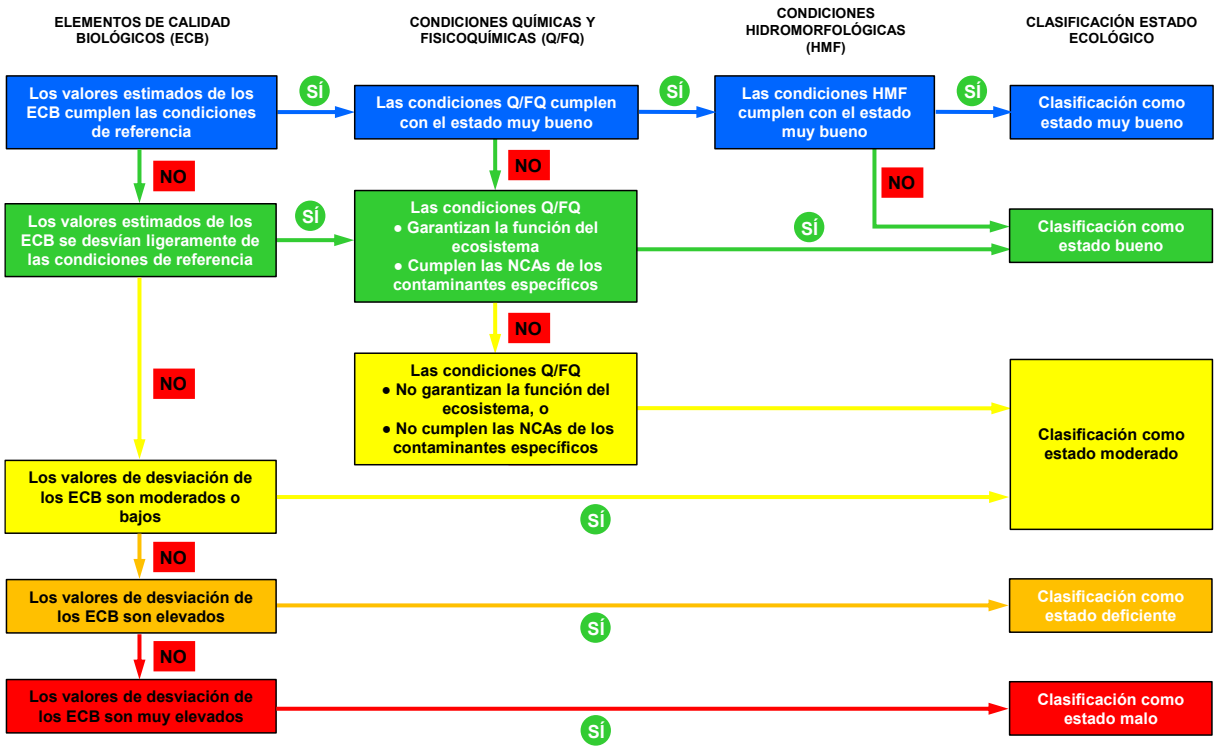


Figura 2 Proceso de calificación del estado ecológico, basado en la Directiva Marco del Agua (adaptado del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021. Guía para la evaluación del estado del estado de las aguas superficiales y subterráneas). NCA: Norma de Calidad Ambiental.

La determinación de estado ecológico se realiza al complementar la valoración de estado biológico con la valoración del estado referido a los indicadores fisicoquímicos que afectan a los indicadores biológicos en cuanto a condiciones fisicoquímicas generales y a contaminantes preferentes.

Hay que resaltar que la calidad fisicoquímica sólo interviene en el cálculo del estado ecológico cuando la calidad biológica es buena o muy buena; y que los indicadores hidromorfológicos participan para discernir entre el muy buen estado y el buen estado (y no participan en la valoración de potencial ecológico) (Figura 2).

1.4.3. Clasificación del estado químico

Según el Artículo 26 del RPH, el estado químico de las aguas superficiales se clasificará como bueno o como que no alcanza el buen estado. Según las definiciones del art. 3 del RDSE, el 'Buen estado químico' se corresponde con el estado de una masa de agua superficial que cumple las NCA establecidas en el anexo IV, así como otras normas comunitarias pertinentes que fijen NCA.

Se define NCA como la concentración de un determinado contaminante o grupo de contaminantes en el agua, los sedimentos o la biota, que no debe superarse en aras de la protección de la salud humana y el medio ambiente. Este umbral puede expresarse como Concentración Máxima Admisible (NCA-CMA) o como Media Anual (NCA-MA) (art. 3 RDSE).

Las NCAs aplicables a las sustancias prioritarias y otros contaminantes quedan determinadas en el artículo 17 del RDSE. Asimismo, el RDSE incorpora las especificaciones técnicas del análisis químico y del seguimiento del estado de las aguas, y fija el procedimiento para calcular las NCAs de los contaminantes con objeto de conseguir un buen estado de las aguas.

Por tanto, las NCAs indicadas en el RDSE y sus requerimientos se toman como normas de calidad de aplicación al Plan Hidrológico de la Demarcación Cantábrico Oriental, para la evaluación del estado químico de las aguas superficiales. El RDSE indica que a partir del 22 de diciembre de 2018 son de aplicación determinadas revisiones de normas de calidad, así como normas de calidad de aplicación a nuevas sustancias. Estas normas son las que se han manejado en este informe.

1.5. SISTEMAS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO

En el caso de las masas de agua de la categoría aguas de transición y costeras de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental, las condiciones de referencia y límites entre clases de estado actualmente se encuentran recogidos en el artículo 5 de la normativa del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental (Real Decreto 35/2023. Anexo I).

Sin embargo, como se menciona y explica más adelante, en 2021 se calcularon nuevos límites de clase de estado para nutrientes en la CAPV (Borja et al., 2021), y tales límites son los empleados en las evaluaciones que se presentan en este informe (ver apartado 1.7.1.1). Se debe indicar que son los límites de cambio de clase que se presentan en el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental correspondiente al tercer ciclo, 2022-2027, antes mencionado.

La mayor parte de la metodología utilizada ha sido desarrollada en anteriores informes (Borja et al., 2003, 2004d, 2005, 2021) y publicaciones de los autores (Borja, 2005; Borja y Heinrich, 2005; Borja y Elliott, 2007; Borja y Dauer, 2008; Borja et al., 2000, 2004a,b,c, 2006, 2007, 2008a,b, 2009a,b,c,d,e; Bald et al., 2005; Muxika et al., 2007; Revilla et al., 2009, 2010, 2012, 2014; Rodríguez et al., 2006; Tueros et al., 2008, 2009; Uriarte y Borja, 2009), así como en informes sobre presiones e impactos en la costa vasca (Borja et al., 2004e; Solaun et al., 2018).

A continuación, se presenta un resumen de los sistemas de evaluación de estado ecológico y químico que se han planteado como válidos para la evaluación de las masas de agua costeras y de transición de la CAPV para esta campaña de 2023. Para más detalle, pueden verse los protocolos anteriormente citados. Asimismo, se informa de los avances que han provocado que determinadas métricas, condiciones de referencia y umbrales necesarios para evaluar el estado de las masas se puedan incorporar, adaptar y consolidar en la evaluación adecuada de las aguas de transición y costeras de la CAPV, en particular tras las decisiones derivadas del ejercicio de intercalibración.

1.5.1. Elementos de calidad fisicoquímicos. Aguas. Condiciones generales

1.5.1.1. Estrategia de control

En relación con los análisis de los indicadores fisicoquímicos en aguas de transición y costeras se dispone de protocolos de seguimiento y análisis bien establecidos y estandarizados internacionalmente como los propuestos por ISO (ISO 5667-1:1980 "*Water quality - Sampling - Part 1: Guidance on the*

design of sampling programmes"; norma ISO 5667-2:1991 "*Water quality - Sampling - Part 2: Guidance on sampling techniques*"; www.iso.org), por OSPAR (*JAMP Eutrophication Monitoring Guidelines: Chlorophyll a in Water*; www.ospar.org) y por ICES (Kirkwood, 1996).

En las aguas de transición y costeras en 2023 se han recogido datos y muestras de agua en 16 estaciones de litoral y 32 de estuario. De igual forma se cuenta con tres estaciones de control en la plataforma litoral (ver Anexo, Tabla 211).

La frecuencia de control de los indicadores fisicoquímicos asociados a condiciones generales tiene carácter trimestral estacional. En aguas de transición la determinación es tanto en pleamar como en bajamar, en aguas de superficie y fondo, y en aguas costeras se determinan en fondo y superficie, excepto los nutrientes y la turbidez, que se miden solo en superficie en ambas categorías de masas de agua. En la Tabla 4 se resumen los métodos analíticos de las variables asociadas a condiciones generales.

Tabla 4 Variables objeto de estudio. Condiciones generales de aguas. Resumen de características.

Variable	Medición / determinación	L. Detección / Precisión	Observaciones
Temperatura aire	Termometría	0,1 °C	Medida *in situ*
Temperatura agua	CTD SBE25	0,01 °C	Medida *in situ*
pH	CTD SBE25	0,01	Medida *in situ*
Salinidad	CTD SBE25	0,004	Medida *in situ*
Oxígeno disuelto	CTD SBE25	0,03 ml l^{-1}	Medida *in situ*
% Saturación oxígeno	Cálculo función de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto	< 1%	Cálculo
Clorofila-a	CTD SBE25	0,02 µg l^{-1}	Medida *in situ*
Transparencia	Disco de Secchi	< 0,5 m	Medida *in situ*
% Transmisión luz	CTD SBE25	0,1%	Medida *in situ*
Nitratos	Reducción a nitrito. Colorimetría	< 0,01 mg l^{-1}	Análisis FSA
Nitritos	Colorimetría. Método Griess	< 0,002 mg l^{-1}	Análisis FSA
Amonio	Colorimetría. Método Azul de Indofenol	< 0,05 mg l^{-1}	Análisis FSA
Ortofosfatos	Colorimetría. Método Azul de Molibdeno/ácido ascórbico	< 0,005 mg l^{-1}	Análisis FSA
Silicato		< 0,01 mg l^{-1}	Análisis FSA
Sólidos en suspensión	Filtración, gravimetría	< 1 mg l^{-1}	
Turbidez	Nefelometría	0,1 NTU	

Siguiendo normas ISO, en el muestreo se realiza un perfil continuo desde la superficie hasta el fondo a una tasa de adquisición de 2 datos·s^{-1} mediante sonda CTD, midiendo temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto, concentración de clorofila-a y el porcentaje de transmisión de la luz. En las estaciones de transición, excepto las dos últimas variables, el resto se mide con una sonda YSI. Además, se mide la temperatura del aire y la profundidad de visión del disco de Secchi. Para realizar la analítica en laboratorio se toman muestras de agua con botellas oceanográficas Niskin de 5 L hasta obtener el volumen necesario para la totalidad de las determinaciones a realizar.

Para la medición de la concentración de los nutrientes disueltos (amonio, nitrito, nitrato, ortofosfato y silicato) se utilizan metodologías colorimétricas. La turbidez se mide con un turbidímetro calibrado con patrones de formazina en la escala NTU.

1.5.1.2. Criterio de evaluación

En aguas de transición y aguas costeras, la DMA establece que las condiciones fisicoquímicas generales en aguas son las condiciones térmicas, las condiciones de oxigenación, la transparencia, la salinidad, el estado de acidificación y las condiciones en cuanto a nutrientes.

Según la DMA el componente con mayor peso en la determinación del estado ecológico son los elementos biológicos, mientras que el componente fisicoquímico participa en la discriminación entre

estados Muy bueno y Bueno, y estados Bueno y Moderado (Figura 2).

Para las masas de agua de transición y costeras, el planteamiento en cuanto a la valoración de las condiciones fisicoquímicas generales y la evaluación del estado tiene en consideración las condiciones de oxigenación (porcentaje de saturación de oxígeno) y las condiciones relativas a los nutrientes (amonio, nitrato, y fosfato), tal y como se contempla en el Real Decreto 35/2023.

Partiendo de las tipologías establecidas para aguas de transición, se ha profundizado en la clasificación de las masas de agua presentes en los diferentes tipos de estuarios, realizando para ello una clasificación basada en la salinidad, de tal forma que se asignan los tramos en función de la salinidad (Sistema Venecia, 1959: Tramo oligohalino (0-5), mesohalino (5-18), polihalino (18-30), euhalino (30-34) y euhalino mar o costa (>34).

Esta clasificación es particularmente importante en las masas de agua de transición, en las que, normalmente, al gradiente de salinidad se asocian gradientes también de otras variables, como nutrientes, oxígeno, etc. Esto se debe a que, por un lado, los principales aportes de algunas sustancias son las aguas fluviales y las concentraciones decrecen hacia la zona marina por el efecto de la mezcla de ambos tipos de agua; y, por otro, a que las tasas de renovación de las aguas suelen disminuir hacia los tramos interiores, provocando gradientes en la distribución de las variables fisicoquímicas. Por ello, tanto las condiciones de referencia como los límites de clase de estado deben ser diferentes en función de los tramos salinos.

Se debe indicar que en 2021 se revisó la asignación de cada estación a los tramos salinos considerando todos los datos recogidos en el seguimiento, hasta 2020 incluido. Fruto de este análisis, en tres estaciones se cambió su asignación a tramo salino con respecto a la situación previa. Concretamente, E-M5 y E-N10 pasaron de oligohalino a mesohalino y E-B7 pasó de euhalino a polihalino.

Como condiciones de referencia, hasta 2022 se venían empleando las publicadas en el Real Decreto 1/2016, según los objetivos de calidad definidos en 2009 (umbrales Bueno-Moderado y Muy Bueno – Bueno). Sin embargo, en un estudio de Rodríguez et al. (2021), se calcularon nuevos límites de clase de estado para nutrientes en la CAPV, basándose en un documento técnico de la Estrategia Común de Implementación de la DMA, titulado "*Best practice for establishing nutrient concentrations to support good ecological status*", que ya están aprobados en el Reglamento 35/2023.

La idea subyacente en la aproximación metodológica de dicha guía es que el estado fisicoquímico en base a los nutrientes y el estado ecológico determinado por el elemento biológico fitoplancton deben mostrar coherencia. Los métodos de determinación de dichos umbrales se describen exhaustivamente en el estudio de Rodríguez et al. (2021)[1] y la propuesta definitiva de umbrales publicada en el Real Decreto 35/2023 se recoge en la Tabla 5.

Para la evaluación de las condiciones fisicoquímicas generales en cada estación se han calculado los valores medios de las variables consideradas (porcentaje de saturación de oxígeno, amonio, nitrato, y fosfato) tomando todos los datos del año evaluado y los cinco anteriores. Tales medias se han comparado con los umbrales de la Tabla 5, resultando, para cada variable, tres posibles clasificaciones: Muy Bueno, Bueno y Moderado o peor.

El estado de calidad de cada estación viene definido por el peor de los estados de cada variable; y el estado anual de calidad de cada masa de agua corresponde al peor de los estados de las estaciones

[1] https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/documentacion/2021/calculo-de-limites-de-clase-de-estado-para-nutrientes-en-aguas-de-transicion-y-costeras-de-la-demarcacion-hidrografica-del-cantabrico-oriental/

de esa masa de agua para ese año. Es decir, se aplica la regla "Uno fuera, todos fuera" a nivel de estación y de masa de agua.

Tabla 5 Valores de las diferentes variables para cada una de las referencias de muy buen y mal estado fisicoquímico. Objetivos de calidad (umbral Bueno/Moderado) y umbral Muy Bueno/Bueno para cada variable y tramo halino.

	Tramo salino	Sólidos en suspensión (mg L^{-1})	Turbidez (NTU)	Saturación de oxígeno (%)	Amonio (µmol·l^{-1})	Nitrato (µmol l^{-1})	Fosfato (µmol l^{-1})
Condiciones de referencia de Muy Buen estado	Oligohalino (0-5)	30	5	81,57	8,47	51,46	1,02
	Mesohalino (5-18)			86,57	5,84	33,01	0,78
	Polihalino (18-30)			93,71	3,49	13,52	0,53
	Euhalino (30-34)			98,28	1,73	4,35	0,30
	Costa (>34)			99,71	1,41	2,81	0,19
Condiciones de referencia de Muy Mal estado	Oligohalino (0-5)	150	150	41,57	116,86	352,44	11,69
	Mesohalino (5-18)			46,57	78,59	201,79	7,63
	Polihalino (18-30)			53,71	42,30	87,00	4,01
	Euhalino (30-34)			58,28	20,18	34,91	1,82
	Costa (>34)			59,71	15,54	25,95	1,16
umbral Bueno/Moderado	Oligohalino (0-5)	≤70	≤11	≥66	≤51,6	≤212,5	≤5,13
	Mesohalino (5-18)	≤70	≤11	≥71	≤34,3	≤121,3	≤3,39
	Polihalino (18-30)	≤60	≤9	≥79	≤18,6	≤52,3	≤1,82
	Euhalino (30-34)	≤50	≤7	≥83	≤9,1	≤19,6	≤0,88
	Costa (>34)	≤40	≤5	≥85	≤6,7	≤12,9	≤0,65
umbral Muy Bueno/Bueno	Oligohalino (0-5)	≤60	≤10	≥79	≤18,6	≤52,3	≤1,82
	Mesohalino (5-18)	≤60	≤10	≥82	≤13,7	≤34,3	≤1,33
	Polihalino (18-30)	≤50	≤8	≥88	≤7,5	≤14,8	≤0,72
	Euhalino (30-34)	≤40	≤6	≥92	≤3,7	≤5,5	≤0,35
	Costa (>34)	≤35	≤5	≥95	≤2,4	≤3,2	≤0,23

Además, con el objeto de analizar las tendencias temporales de las condiciones fisicoquímicas generales se ha calculado el Índice de Calidad de los Elementos Físico-Químicos (IC-EFQ o PCQI, por las siglas en inglés). Debido a la modificación de los límites de clase de estado para nutrientes en la CAPV, se han revisado las condiciones de referencia de muy buen y mal estado fisicoquímico que se emplean en el cálculo del PCQI para mantener la distancia relativa de las condiciones de referencia con respecto a estos nuevos límites de clase (Tabla 5). Al cambiar las condiciones de referencia de muy buen y mal estado fisicoquímico, y el cambio de asignación a un nuevo tramo salino de tres estaciones de muestreo, ha sido necesario actualizar el análisis para el cálculo del PCQI de acuerdo con la metodología propuesta por Bald et al. (2005), basada en técnicas de análisis multivariante.

Para ello, se ha llevado a cabo un Análisis Factorial (AF) mediante el método de las componentes principales, incluyendo los valores de superficie, tanto en pleamar como bajamar, correspondientes a todas las estaciones de muestreo, con todos los datos disponibles entre 1994 y 2021 con sus respectivas referencias. Como variables a emplear, se han incluido las definidas por la DMA en el punto 1.1.3 y 1.1.4 del Anexo V: propiedades ópticas (turbidez y concentración de sólidos en suspensión), condiciones de oxigenación (% saturación de oxígeno) y nutrientes (amonio, nitrato, y fosfato).

Tal y como recomiendan Meglen (1992) y Bock et al. (1999), con objeto de aproximarse a una distribución normal de los datos, éstos han sido previamente transformados mediante la transformación logarítmica (log(1+X)), así como estandarizados restándoles la media y dividiéndolos por la desviación estándar. Finalmente, para conseguir una interpretación más sencilla del resultado obtenido por el análisis factorial, éste ha sido previamente transformado mediante el sistema de rotación "varimax".

Una vez realizado el Análisis Factorial, la proyección de cada estación sobre la recta teórica de unión de las dos referencias de muy buen y mal estado fisicoquímico se calcula desde la posición de cada estación de muestreo en el nuevo espacio vectorial definido por los tres primeros factores.

Una vez calculada la proyección correspondiente, se determina la distancia de dicha proyección con respecto a sus respectivas referencias de muy buen y muy mal estado. Así, teóricamente, la mayor distancia vectorial sería aquella que se encuentra entre las dos estaciones de referencia, mientras que el resto de las estaciones debería situarse entre ambas referencias. En cumplimiento de los requerimientos establecidos por la Directiva (ver Anexo V, 1.4.1 (ii)), a la máxima distancia vectorial existente entre la estación de mal estado fisicoquímico y la de muy buen estado se le asigna un valor numérico igual a 1, de tal forma que estaciones con condiciones fisicoquímicas próximas a la de muy buen estado presentarían valores cercanos a 1, mientras que en el caso contrario, estaciones muy contaminadas con condiciones fisicoquímicas próximas a la de muy mal estado presentarían valores cercanos a cero.

De esta forma se construye el IC-EFQ o PCQI, al que, en función del valor que adquiera, se le asigna un determinado estado fisicoquímico de acuerdo con las correspondencias que se muestran en la Tabla 6. Los rangos de clasificación indicados en dicha tabla se basan en las recomendaciones emanadas del grupo de trabajo para la implementación de la Directiva, REFCOND (2003).

Tabla 6 Correspondencias entre la distancia vectorial obtenida para cada estación con respecto a sus respectivas referencias y su estado fisicoquímico. Se indica el código de color definido por la Directiva 2000/60/CEE para cada una de las categorías del estado fisicoquímico establecidas. Tomado de Borja et al. (2004d).

Distancia vectorial	Estado fisicoquímico
<0,20	Malo
≥0,20	Deficiente
≥0,41	Moderado
≥0,62	Bueno
≥0,83	Muy bueno

Siguiendo las recomendaciones de dicho grupo, se han propuesto los umbrales entre muy buen estado/ buen estado (IC-EFQ 0,83) y entre buen estado/moderado (IC-EFQ 0,62). Así, como objetivo ambiental se considera que un valor EQR de 0,62 o superior implica un resultado de condiciones fisicoquímicas aptas para que se dé un buen estado ecológico. Tomando el valor de EQR igual a 0,62, se han determinado los valores individuales necesarios para alcanzar el buen estado (Tabla 6); y por tanto se deben considerar como objetivos de calidad. Para los sólidos en suspensión se han mantenido como muy buen estado los 30 $mg \cdot L^{-1}$ para todos los tramos salinos; sin embargo, los límites entre Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado se han escalado entre el Muy Buen y Mal estado.

Con el fin de obtener un valor único del estado fisicoquímico para cada estación de muestreo y año, a partir del valor de EQR de las cuatro campañas realizadas cada año y el de los cinco años precedentes con sus respectivos valores de pleamar y bajamar, se lleva a cabo el cálculo del percentil 25 como valor del estado fisicoquímico de una estación para cada año.

1.5.2. Elementos de calidad fisicoquímicos. Aguas. Sustancias prioritarias y otros contaminantes

1.5.2.1. Estrategia de control

En relación con la evaluación del estado químico se han analizado muestras de agua en 3 estaciones de plataforma, 16 estaciones de litoral y 32 de estuario. En 2023 se han recogido muestras de superficie en bajamar en las aguas de transición, mientras que en aguas costeras y en plataforma se toman en superficie e independientemente de la marea. La frecuencia de control que se establece es la siguiente:

- **Muestreos mensuales de las estaciones de control operativo**. En las estaciones E-N17, E-N20, E-D10, E-OI15, E-OI20 y L-UR20 se han determinado cadmio, mercurio, níquel, y plomo, mientras que en E-N17 y E-N20 se analizan además los compuestos orgánicos aldrin, dieldrin,

isodrin, pp'-DDE, pp'-DDD, pp'-DDT, hexaclorobenceno (HCB) y diversos congéneres del hexaclorociclohexano (α-HCH, γ-HCH, δ-HCH, β-HCH, ε-HCH). Este muestreo complementa los meses donde no se realiza los muestreos trimestrales que se describen a continuación.

- Muestreos trimestrales:

- En las estaciones E-N17, E-N20, E-N10, E-N30, E-N15 se han determinado mercurio, cadmio, níquel, plomo, cromo, cobre, manganeso, zinc, hierro, aldrin, dieldrin, isodrin, pp'-DDE, pp'-DDD, pp'-DDT, α-HCH, γ-HCH, δ-HCH, β-HCH, ε-HCH, HCB y PAHs,

- En las estaciones E-D5, E-D10, E-OI10, E-OI15, E-OI20, E-A5, E-A10, E-B5, E-B7, E-B10, E-BI10, E-B20, E-L5, E-L10, E-M5, E-M10, E-O5, E-O10, E-OK5, E-OK10, E-OK20, E-U5, E-U8, E-U10, E-U10, E-UR5, E-UR10, L-BI10, L-B20, L-N10, L-N20, L-A10, L-D10, L-L10, L-L20, L-OK10, L-U10, L-UR20, L-BI10, L-O10, L-O20, L-OI10 ,L-OI20, L-RF10, L-RF20 y L-RF30 se han determinado mercurio, cadmio, níquel, plomo, cromo, cobre, manganeso, zinc, hierro y PAH.

- Los PAHs que se han determinado son: Fenantreno, Pireno, Criseno, Benzo(e)pireno, Benzo(g,h,i)perileno, Fluoranteno, Benzo(a)antraceno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(a)pireno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Antraceno, Benzo (k) fluoranteno, Dibenzo(a,h)antraceno y Perileno (Tabla 8).

Para estudiar el estado de las masas de agua respecto al TBT, en 2023 se ha dado continuidad a los estudios de prospección comenzados en 2019 y que continuaron en 2021, muestreándose aquellas estaciones estuáricas más cercanas a la desembocadura del estuario (E-OI15, E-B10, E-OK10) y dos estaciones litorales (L-UR20 y L-BI10). En este caso, el resultado obtenido es prospectivo, para conocer el estado de la masa de agua respecto a esta sustancia, es decir, el resultado no se ha usado en el cálculo del estado químico de las masas correspondientes a las estaciones muestreadas.

Además, para mejorar el conocimiento del estado del HCH, en el resto de las aguas de transición se han determinado trimestralmente en 6 estaciones estuáricas (E-N10, E-N15, E-N30, E-OK5, E-L10 y E-L5) y en una estación litoral (L-N10) sus cinco congéneres (α-HCH, γ-HCH, δ-HCH, β-HCH, ε-HCH).

Así, en relación con sustancias prioritarias, en la edición de 2023 se ha realizado el control de las sustancias resumidas en la Tabla 7, donde se indican las técnicas de determinación para las variables consideradas.

Tabla 7 Sustancias prioritarias y otros contaminantes en 2023. Se indican los métodos analíticos utilizados para su determinación.

Variables	Medición / determinación aguas
Cadmio	Técnica de Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente con celda electroquímica (ICP-MS-ORC)
Níquel	
Plomo	
Mercurio	Fluorescencia atómica
PAHs	Extracción acelerada por solvente, cromatografía de gases acoplado a un espectrómetro de masas (ASE-GC-MS)
DDTs	Extracción mediante la técnica SBSE (Stir BarSorptive Extraction) acoplada a Cromatografía de Gases y Espectrometría de Masas (GC/MS)
Hexaclorociclohexano	
Hexaclorobenceno	
Aldrín, Dieldrín	
Isodrín	
TBT	Dilución isotópica, Cromatografía de Gases y Espectrometría de Masas (GC/MS)

1.5.2.2. Criterio de evaluación

La clasificación del estado químico se evalúa mediante el análisis del cumplimiento de las NCAs recogidas en el anexo IV del RDSE.

Una masa de agua alcanza el buen estado químico cuando en todos sus puntos de control los valores de concentración media anual para todas las sustancias del anexo IV medidas son inferiores o iguales a la correspondiente NCA-MA y no hay valores puntuales que sobrepasen la NCA-CMA. En caso contrario, se determina que no alcanza el buen estado químico. En la Tabla 8 se muestran las sustancias analizadas en este proyecto y sus NCA actualmente vigentes.

Tabla 8 Real Decreto 817/2015. Anexo IV. Normas de calidad ambiental (NCA). Concentraciones en µg L^{-1}. Sustancias controladas en agua en 2023. a- Prioritaria, b- Peligrosa prioritaria, c- Otros contaminantes, NA: no aplicable. MA: Media Anual, CMA: Concentración Máxima Admisible.

Nº		Sustancia	Nº Chemical Abstracts Service (CAS)	Otras aguas superficiales		Límite de Cuantificación
				NCA-MA	NCA-CMA	
(9ter)	c	DDT total (suma de los isómeros 1,1,1-tricloro-2,2-bis-(p-clorofenil)-etano (nº CAS 50 29 3); 1,1,1-tricloro-2-(o-clorofenil)-2-(pclorofenil)- etano (nº CAS 789 02 6); 1,1-dicloro-2,2-bis-(p-clorofenil)-etileno (nº CAS 72 55 9); y 1,1-dicloro-2,2-bis-(pclorofenil)-etano (nº CAS 72 54 8)	NA	0,025	NA	0,0005
		p,p-DDT	50-29-3	0,01	NA	0,0005
16	b	Hexaclorobenceno	118-74-1	0,01	0,05	0,0005
(18)	b	Hexaclorociclohexano (HCH)	608-73-1	0,002	0,02	0,0005
(28)	b	Benzo(a)pireno	50-32-8	0,00017*[2]	0,027*	0,00017
		Benzo(b)fluoranteno	205-99-2	-	0,017*	0,0005
		Benzo(k)fluoranteno	207-08-9	-	0,017*	0,0005
		Benzo(g,h,i)perileno	191-24-2	-	0,00082*	0,0005
(2)	b	Antraceno	120-12-7	0,1	0,1*	0,0005
(6)	b	Cadmio y sus compuestos (en función de cinco clases de dureza del agua Clases de dureza: clase I:< 40; clase II: 40 a <50; clase III: 50 a <100; clase IV: 100 a <200; clase V: ≥50) (dureza en mg Ca CO_3/l))	7440-43-9	0,2	≤ 0,45 (I); 0,45 (II); 0,6 (III); 0,9 (IV); 1,5 (V)	0,06
(15)	a	Fluoranteno	206-44-0	0,0063*	0,12	0,0005
(20)	a	Plomo y sus compuestos	7439-92-1	1,3*	14*	0,39
(21)	b	Mercurio y sus compuestos	7439-97-6	NA	0,07	0,015
(22)	a	Naftaleno	91-20-3	2*	130*	0,01
(23)	a	Níquel y sus compuestos	7440-02-0	8,6*	34*	2,60
(9bis)	c	Plaguicidas de tipo ciclodieno En el caso de Plaguicidas de tipo ciclodieno incluye la suma de Aldrín (no CAS 309-00-2), Dieldrín (no CAS 60-57-1), Endrín (no CAS 72-20-8), Isodrin (no CAS 465-73-6).		Σ =0,005	NA	0,0005
(30)	b	Compuesto de tributilestaño (catión de tributilestaño)[1]	36643-28-4	0,0002	0,0015	0,0002

*nuevas NCA, de aplicación a partir del 22 de diciembre de 2018.

Con excepción del cadmio, plomo, mercurio y níquel, las NCA establecidas en el Anexo IV del RDSE y las concentraciones determinadas en este proyecto se expresan como concentraciones totales en la muestra de agua. En las sustancias mencionadas la NCA se refiere a la concentración disuelta de una

[2] No se realiza la evaluación del estado químico respecto a esta norma

muestra de agua obtenida por filtración a través de membrana de 0,45 µm.

En el caso del benzo(a)pireno, la NCA a aplicar a partir de finales de 2018 ha bajado considerablemente, y el límite de cuantificación del método es el mismo que la norma de calidad, no cumpliendo estrictamente con el Apartado C del Anexo III del RDSE. Esto supone que el nivel de confianza de los resultados sea muy bajo debido a la gran incertidumbre, no siendo fiable el cálculo del estado químico para esta sustancia. Además, un informe técnico de la Agencia Europea de Medioambiente (octubre 2019) indica que el benzo(a)pireno es ubicuo y muestra un bajo rango de confianza en la mayoría de los casos cuando se compara con la NCA-MA en aguas. Teniendo esto en cuenta, este año no se ha evaluado el estado químico del benzo(a)pireno respecto a su norma de NCA-MA, sino solo respecto a la norma NCA-CMA.

Además, se han muestreado biomonitores (ver abajo) para la determinación de benzo(a)pireno y así poder evaluar el estado químico respecto a esta sustancia, ya que, debido a los problemas mencionados, la concentración en biomonitores prevalece respecto a la matriz de agua, al considerarse más fiable.

En la Tabla 9 se indican los criterios de estado para las sustancias prioritarias y otros contaminantes. El cálculo del valor promedio anual de una sustancia a nivel de estación de muestreo se realiza a partir de los siguientes criterios:

- Si las cantidades medidas de una muestra determinada son inferiores al límite de cuantificación, los resultados de la medición se fijarán en la mitad del valor del límite de cuantificación correspondiente para el cálculo de los valores medios. En el caso de que los parámetros sean sumas totales de un grupo determinado de parámetros[3], los resultados inferiores al límite de cuantificación de las distintas sustancias se fijarán en cero.

- Si un valor medio calculado según el apartado anterior es inferior al límite de cuantificación, el valor se considerará «inferior al límite de cuantificación».

En el caso de que el límite de cuantificación con el que se trabaje sea superior a la correspondiente NCA o si el valor medio calculado es inferior al límite de cuantificación, también se establece que se alcanza el buen estado químico, aunque se deba a limitaciones analíticas.

Tabla 9. Criterios de establecimiento de clase de estado para sustancias prioritarias y otros contaminantes.

Bueno	Los valores medios anuales son inferiores o iguales a NCA-MA y no hay valores puntuales que sobrepasen la NCA-CMA
No alcanza el bueno	La media aritmética de las concentraciones de un contaminante en un punto de control supera el valor NCA-MA, o al menos un valor puntual de un contaminante supera NCA-CMA

[3] En el cálculo de sumatorio de concentraciones de plaguicidas de tipo ciclodieno se incluyen: Aldrín (nº CAS: 309-00-2), Dieldrín (nº CAS: 60-57-1) e Isodrín (nº CAS: 465-73-6). No se incluye en este sumatorio la concentración de Endrín (nº CAS: 72-20-8).

En el cálculo de sumatorio de concentración de DDT total se incluyen los isómeros: 1,1,1-tricloro-2,2-bis-(p-clorofenil)-etano (nº CAS 50-29-3) (p,p'-DDT); 1,1-dicloro-2,2-bis-(p-clorofenil)-etileno (nº CAS 72-55-9) (p,p'-DDE); y 1,1-dicloro-2,2-bis-(pclorofenil)-etano (nº CAS 72-54-8) (p,p'-DDE). No se incluye en este sumatorio la concentración de 1,1,1-tricloro-2-(o-clorofenil)-2-(pclorofenil)-etano (nº CAS 789-02-6) (o,p'-DDT).

El cálculo de la concentración de HCH (nº CAS 608-73-1) se realiza con el sumatorio de los isómeros alfa-HCH (nº CAS 319-84-6), beta-HCH (nº CAS 319-85-7), delta-HCH (nº CAS 319-86-8), épsilon-HCH (nº CAS 6108-10-7) y gamma-HCH (nº CAS 58-89-9) (lindano).

1.5.3. Elementos de calidad fisicoquímicos. Aguas. Contaminantes preferentes

1.5.3.1. Estrategia de control

Al igual que para las sustancias prioritarias, se analizan 3 estaciones de plataforma, 16 de litoral y 32 de estuario. En 2007, el número de sustancias preferentes analizadas en aguas de transición y costeras se redujeron, limitándolas a las que se había demostrado que presentaban valores nocivos o que superaban los objetivos de calidad. Por tanto, en 2023 se han analizado solo zinc y cobre, con una frecuencia de control trimestral (ver apartado 1.5.2.1 de este informe). En aguas de transición la determinación es en bajamar en superficie; y en aguas costeras en superficie independientemente de la marea.

1.5.3.2. Criterio de evaluación

El artículo 10 del RDSE también establece que los contaminantes específicos vertidos en cantidades significativas son elementos de calidad químicos y fisicoquímicos de soporte a los elementos de calidad biológicos. En el Anexo V del RDSE se establecen las NCA para sustancias preferentes, que se definen como contaminantes con un riesgo significativo para las aguas superficiales debido a su especial toxicidad, persistencia y bioacumulación, o por la importancia de su presencia en el medio acuático. Por tanto, a efectos de evaluación de estado ecológico se debe considerar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental recogidas en el anexo V del RDSE para las sustancias preferentes. Las concentraciones de estos contaminantes preferentes se evalúan en cada estación para consignar tres estados: (i) muy buen estado, (ii) buen estado o (iii) estado moderado. La interpretación que se hace del artículo 15 en relación con las sustancias preferentes es la siguiente:

- En el caso de los contaminantes preferentes no sintéticos se considera que no se alcanza el muy buen estado cuando algún contaminante supera un 15% el valor de fondo en más de un 50% de las campañas de muestreo. En la presente campaña solo se han evaluado cobre y zinc como contaminantes específicos no sintéticos. Los niveles de fondo de metales de la Tabla 10 se calcularon tanto para las aguas de transición como para las costeras (Tueros et al., 2008).

- En el caso de los contaminantes específicos sintéticos se considera que no alcanzan el muy buen estado cuando se detecta la presencia de algún contaminante en más de un 15% de las campañas. En la presente campaña no se han evaluado contaminantes específicos sintéticos.

- El límite de las clases de buen estado y estado moderado se hace coincidir con las NCA-MA recogidas el anexo V del RDSE. Los valores promedio anuales se calculan atendiendo a los criterios indicados en el apartado 1.5.2.

Tabla 10 Niveles de fondo (Tueros et al., 2008) y NCA-MA de Cobre y Zinc en masas de agua de transición y costeras. Valores en µg L^{-1}. LC: límite de cuantificación.

	Aguas de transición						Aguas costeras		Método	LC
	nivel de fondo					NCA-MA	nivel de fondo	NCA-MA		
Tramo salino	Dulce	Oligohalino	Mesohalino	Polihalino	Euhalino		Euhalino			
Cobre	5,8	4,4	4,8	3,8	3,5	25	2,7	25	ICP-MS-ORC	5
Zinc	38	61	56	55	47	60	27	60		9

1.5.4. Contaminantes en Sedimentos

La frecuencia de control de sedimentos es anual para las estaciones de aguas de transición y costeras (total 51 estaciones). Los parámetros determinados y los métodos analíticos se muestran en la Tabla 11. Las determinaciones de compuestos orgánicos se han realizado en IPROMA, y el resto en AZTI.

Los PAHs se determinan únicamente en las estaciones de las masas de agua de transición de Oiartzun y Nerbioi interior y exterior, mientras que la concentración de metales no se determina en estaciones con ausencia de finos (*i.e.*, fracción de sedimento menor de 63 µm de tamaño de partícula).

Tabla 11 Indicadores de contaminación específica en sedimentos en aguas de transición y costeras, en 2022. Para la metodología detallada véase Borja et al. (2015). PAHs (hidrocarburos poliaromáticos): Fenantreno, Indeno[1,2,3-cd]pireno, Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Antraceno, Benzo(k)fluoranteno, Dibenzo(a,h)antraceno, Perileno, Pireno, Criseno, Benzo[e]pireno, Benzo[g,h,i]perileno, Fluoranteno, Benzo[a]antraceno, Benzo[b]fluoranteno, Benzo[a]pireno. PCBs (policlorobifenilos): 28, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 156, y 180. DDTs: p,p-DDE, p,p-DDD, p,p-DDT. Hexaclorociclohexano: αHCH, γHCH.

Variable	Medición / determinación	L. detección / resolución	Observaciones
Granulometría	Gravimetría	63 µm	
% Materia orgánica	Calcinación y gravimetría	0,2%	
Potencial Redox	Electrometría (electrodo de Pt)	1 mV	
Cadmio	Digestión ácida con agua regia en horno microondas. Espectrofotometría de Absorción Atómica en cámara de grafito o en llama (dependiendo de concentración y sensibilidad). Mercurio por vapor en frío	Variable en función de la técnica particular empleada. En general, inferior al 10% de las concentraciones mínimas asignadas	En la fracción fina (<63 µm)
Cobre			
Manganeso			
Níquel			
Plomo			
Zinc			
Hierro			
Cromo			
Mercurio			
PAHs	Extracción y Cromatografía de Gases	1 µg·kg^{-1}	En la fracción < 2 mm
PCBs			
DDTs			
Hexaclorociclohexano			
Hexaclorobenceno			
Aldrín, Dieldrín, Isodrín			

1.5.5. Contaminantes en biomonitores

1.5.5.1. Estrategia de control

De acuerdo con URA, en 2018 se decidió no seguir muestreando biomonitores para el control de contaminantes, puesto que los datos no se utilizaban en la evaluación del estado. Los datos históricos pueden verse en informes anteriores. Sin embargo, desde 2020, y con el establecimiento de NCA asociados a biota, se han muestreado biomonitores (generalmente ostra) en trece masas de agua con frecuencia anual en otoño:

- En Nerbioi (I-N20, I-N10), Deba (I-D10), Oka (I-OK10), Urola (I-U10) y Oiartzun (I-OI10), se han determinado las sustancias descritas en el Anexo IV del RDSE que tienen establecida NCA en biota, excepto dioxinas y compuestos similares, y difeniléteres bromados (Tabla 12).

- En Lea (I-L10), y Artibai (I-A10) se ha determinado el benzo(a)pireno, fluoranteno y mercurio, para mejorar el nivel de confianza asociado a benzo(a)pireno en aguas, que se considera muy bajo a partir del control (al ser el límite de cuantificación que se maneja igual a la NCA-MA).

- En Barbadun (I-M10), Butroe (I-B10), Orio (I-O10), Urumea (I-UR10) y Bidasoa (I-BI10) se han determinado benzo(a)pireno y fluoranteno, para mejorar el nivel de confianza asociado a

benzo(a)pireno en aguas que se considera muy bajo a partir del control (al ser el límite de cuantificación que se maneja igual a la NCA-MA).

Tabla 12 Real Decreto 817/2015. Anexo IV. Normas de calidad ambiental (NCA). Concentraciones en µg kg^{-1} referidos a peso húmedo. Sustancias controladas en biomonitores en 2023. a- Prioritaria, b- Peligrosa prioritaria, c- Otros contaminantes, NA: no aplicable. LC: límite de cuantificación.

Nº		Sustancia	Nº: Chemical Abstracts Service.	NCA-biota µg kg^{-1} p.h	LC µg kg^{-1} p.h
(15)	a	Fluoranteno	206-44-0	30	0,03
(16)	b	Hexaclorobenceno	118-74-1	10[1]	1
(17)	b	Hexaclorobutadieno	87-68-3	55[1]	50
(21)	b	Mercurio y sus compuestos	7439-97-6	20[1]	6
(28)	b	Benzo(a)pireno	50-32-8	5	0,03
(34)(**)	b	Dicofol	115-32-2	33[1]	20
(35)(**)	b	Ácido perfluoro-octanosulfónico y sus derivados (PFOS)	1763-23-1	9,1[1]	1
(43)(**)	b	Hexabromociclodecano (HBCDD)		167[1]	100
(44)(**)	b	Heptacloro y epóxido de heptacloro	76-44-8/1024-57-3	0,0067[1]	0,004

[1]No se ha realizado la evaluación del estado químico respecto a esta norma.

1.5.5.2. Criterio de evaluación

En el apartado D del Anexo I del RDSE se establece una frecuencia de muestreo como mínimo anual para la biota. Al ser una matriz integradora, el dato anual obtenido de una sustancia prevalece sobre el resultado obtenido en agua. Así, si el resultado obtenido en biota supera la NCA establecida para una sustancia, la masa de agua no alcanza el buen estado químico.

1.5.6. Elementos de calidad biológicos

La definición de **protocolos de muestreo y análisis** usados para la recopilación de datos asociados a cada uno de los indicadores biológicos es especialmente relevante. Estos protocolos son los que tienen que determinar el uso de sistemas de evaluación acordes con las definiciones normativas del anexo V de la DMA. En el caso de las aguas de transición y costeras de la CAPV se dispone de protocolos de muestreo, de laboratorio y de cálculo de índices y métricas disponibles en la página web de URA[4] y que de forma resumida se presentan en el anexo VIII de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental.

En las aguas costeras los indicadores de calidad biológica para los que se dispone de sistemas de evaluación y condiciones de referencia son: Percentil 90 de clorofila-a (fitoplancton); M-AMBI (macroinvertebrados bentónicos de sustrato blando); índice CFR e índice RICQI (macroalgas). Todos estos indicadores han sido intercalibrados y sus resultados son públicos (European Commission, 2024). En el caso del indicador biológico angiospermas se considera que no está presente de forma natural en las aguas costeras de la Demarcación.

En las aguas de transición tanto el indicador de fauna ictiológica (índice AFI), como el M-AMBI, y el sistema de evaluación basado en la clorofila-a (percentil 90) para cuatro tramos salinos se han intercalibrado y se han aprobado los resultados en la decisión mencionada arriba. En ellos se dispone de condiciones de referencia y límites entre clases de estado muy bueno/bueno y bueno/moderado.

Algunos de estos protocolos se actualizaron en 2021 (fitoplancton y macroinvertebrados). También se han realizado protocolos para la fisicoquímica en aguas y los sedimentos, que estarán disponibles en un futuro. Debido a ello, este apartado se ha reducido al mínimo, refiriéndonos a estos protocolos que

[4] https://www.uragentzia.euskadi.eus/informacion/protocolos-de-muestreo-de-laboratorio-y-de-calculo-de-indices-y-metricas-para-el-seguimiento-del-estado-de-las-masas-de-agua-superficial-de-la-capv/u81-0003344/es/

presentan todos los detalles de la determinación del estado ecológico de cada elemento de la DMA.

Por otra parte, en el caso del fitoplancton en masas de agua costeras, además de los métodos descritos en el protocolo correspondiente, se estima la concentración de clorofila-a también mediante teledetección, siguiendo una aproximación similar al estudio realizado por Revilla et al. (2012). Los resultados derivados de datos de clorofila de satélite se muestran únicamente a modo orientativo, ya que aún no se dispone de condiciones de referencia y límites de clase fiables para este tipo de datos.

Los datos de clorofila de satélite proceden de las imágenes diarias MODIS-AQUA de 1 km de resolución. El producto utilizado es el de clorofila-a estimada a partir del algoritmo OC5 por el centro CERSAT (*Center for Satellite Exploitation and Research*) de IFREMER (*Institut Français de Recherche pour l'Exploration de la Mer*). Posteriormente, se aplica un filtro para eliminar valores superiores a 20 $\mu g \cdot L^{-1}$,que se consideran "outliers", casi con seguridad derivados de medidas erróneas. Todas las imágenes diarias en formato "netcdf" comprendidas en el periodo de estudio se agregan y se calcula el valor de percentil 90 (P_{90}) para cada píxel de la imagen con la función "quantile" de R. Finalmente, se calculan los valores de P_{90} en los píxeles coincidentes con las estaciones costeras; y también, para cada masa de agua costera se extraen los valores de P_{90} de los píxeles dentro de sus límites geográficos y se calcula su media aritmética.

1.5.7. Elementos de calidad hidromorfológicos

El artículo 12 del Real Decreto 817/2015 (RDSE) establece que los elementos de calidad hidromorfológicos para la clasificación del estado o potencial ecológico en el caso de las masas de agua de transición son las condiciones morfológicas (variación de la profundidad; cantidad, estructura y sustrato del lecho y estructura de la zona de oscilación de la marea) y el régimen de mareas (flujo de agua dulce y exposición al oleaje).

En cuanto a las masas de agua costeras, el artículo 13 del RDSE establece que los elementos de calidad hidromorfológicos para la clasificación del estado o potencial ecológico son las condiciones morfológicas (variación de la profundidad; estructura y sustrato del lecho costero y estructura de la zona de oscilación de la marea) y el régimen de mareas (dirección de las corrientes dominantes y exposición al oleaje).

Estos elementos de calidad hidromorfológicos solamente son requeridos para discernir entre la clasificación de Muy buen estado y Buen estado ecológico. En las demás clases de calidad los elementos hidromorfológicos deben asegurar que se cumplan las condiciones adecuadas para mantener las condiciones biológicas.

En la Demarcación Hidrológica del Cantábrico Oriental (DHCOr) se ha propuesto un índice de Calidad Hidromorfológica (HQIg) tomando como base el Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI de sus siglas en inglés, Hydromorphological Quality Index) desarrollado por Keogh et al. (2020) para las costas irlandesas. Teniendo en cuenta la información disponible en la DHCOr y las características de sus masas de agua de transición y costeras, se han realizado una serie de cambios, tanto en las métricas a aplicar como en la puntuación correspondiente, y la propuesta metodológica evalúa por separado la calidad de los componentes morfológicos (HQIm) y la de los componentes hidrológicos (HQIh), para finalmente evaluar la calidad hidromorfológica global (HQIg)[5].

Este índice considera doce métricas, cuatro de ellas relacionadas con las condiciones morfológicas (1a. Alteración de la línea de costa; 2a. Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua; 3a.

[5] https://www.uragentzia.euskadi.eus/documentacion/2023/evaluacion-del-estado-hidromorfologico-de-masas-de-agua-de-transicion-y-costeras-de-la-demarcacion-hidrografica-del-cantabrico-oriental/webura00-contents/es/

Alteración del lecho; 3b. Cambio de hábitat) y las otras ocho con el régimen hidrodinámico (5a. Cambio en el régimen de mareas; 6a. Cambios en el régimen de oleaje; 7a. Variación del caudal del río; 7b. Cambio en el tiempo de residencia; 8a. Cambio en la fracción dominante de partículas; 8b. Cambio en la turbidez; 9a. Cambio en la estratificación; 9b. Cambio en la salinidad). La valoración de estas métricas se lleva a cabo según el sistema de puntuación de la Tabla 13.

Tabla 13 Métricas hidromorfológicas consideradas y la puntuación correspondiente para la determinación de Índice de Calidad Hidromorfológico (HQI_g) de las aguas de transición y costeras de la DHCOr. Los colores hacen referencia al estado hidromorfológico: azul, muy bueno; verde, bueno; amarillo, moderado; naranja, deficiente; y rojo, malo.

Métrica	Indicador	Puntuación				
		0	1	2	3	4
Condiciones morfológicas						
1a. Alteración de la línea de costa	Longitud total de la costa alterada por estructuras longitudinales y transversales	<5%	5-15%	15-35%	35-75%	>75%
2a. Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua	Superficie afectada por barreras (aislamiento y dársenas portuarias)	<5%	5-15%	15-35%	35-75%	>75%
3a. Alteración del lecho	Superficie afectada por actividades de dragado y extracción de arena	<5%	5-15%	15-35%	35-75%	>75%
3b. Alteración de hábitat	Superficie perdida por reclamación/ocupación con respecto a la superficie de referencia	<5%	5-15%	15-35%	35-75%	>75%
Régimen hidrodinámico						
5a. Alteración en el régimen de mareas	Registro de nivel del mar medio en el Abra del Puerto de Bilbao (estación Bilbao2)	Sin cambios	Cambio ligero (1)	Cambio moderado (2)	Cambio importante (3)	Cambio grave (4)
6a. Alteración en el régimen de oleaje	Datos de oleaje direccional de la boya de alta mar de Bilbao-Vizcaya	<5%	5-15%	15-35%	35-75%	>75%
7a. Alteración del caudal del río	Alteración ponderada del cumplimiento de caudales ecológicos	0-1,4	1,4-4,3	4,3-7,1	-	7,1-10
7b. Alteración en el tiempo de residencia	Tiempo de residencia en los estuarios	Sin cambios	Cambio ligero (1)	Cambio moderado (2)	Cambio importante (5)	Cambio grave (6)
8a. Alteración en la fracción dominante de partículas	Media ponderada del tamaño de las partículas de la fracción dominante en cada masa de agua	<5%	5-15%	15-35%	35-75%	>75%
8b. Alteración en la turbidez	Turbidez media ponderada en cada masa de agua	Sin cambios	Cambio de 1 clase	Cambio de 2 clases	Cambio de 3 clases	Cambio de >3 clases
9a. Alteración en la estratificación	Estratificación media ponderada en cada masa de agua	Sin cambios	Cambio leve (2)	Cambio moderado (7)	-	Cambio importante (8)
9b. Alteración en la salinidad	Salinidad media ponderada en cada masa de agua	Sin cambios	Cambio de 1 banda	Cambio de 2 bandas	Cambio de 3 bandas	Cambio de 4 bandas

(1) Cambio de <50% dentro de una categoría/clase.

(2) Cambio de >50% dentro de una categoría/clase.

(3) Cambio de 1 categoría de marea: de micromareal a mesomareal, de mesomareal a macromareal, etc.

(4) Cambio de 2 categorías de marea: de micromareal a macromareal, de macromareal a micromareal.

(5) Cambio importante en el tiempo de residencia: de días a semanas, de semanas a meses, etc.

(6) Cambio grave en el tiempo de residencia: de días a meses, de meses a días.

(7) Cambio moderado en la estratificación: de estratificado a parcialmente estratificado, de parcialmente estratificada a mixta, de mixta a parcialmente estratificada, de parcialmente estratificado a mixto.

(8) Cambio importante en la estratificación: de mixto a estratificado y viceversa.

Para cada masa de agua, la puntuación (desviación) de las métricas obtenidas se suma para conseguir la desviación total (Stotal). Por otro lado, se calcula la desviación máxima (Smax) posible para cada masa de agua. A partir de estos dos valores se puede evaluar la calidad de los componentes morfológicos (HQIm), con las métricas sobre condiciones morfológicas (1a, 2a, 3a y 3b), que se calcula como:

$$HQI_m = 1 - \frac{Stotal\ (métricas\ morfológicas)}{Smax\ (métricas\ morfológicas)}$$

La evaluación de componentes hidrológicos (HQIh) considera las métricas relacionadas con el régimen hidrodinámico (5a, 6a, 7a, 7b, 8a, 8b, 9a y 9b), y se calcula como:

$$HQI_h = 1 - \frac{Stotal\ (métricas\ hidrológicas)}{Smax\ (métricas\ hidrológicas)}$$

La diferenciación en estos dos componentes permite identificar la existencia de un tipo de alteraciones o de los dos, y así usarlas en la revisión de la designación de las masas de agua muy modificadas que se realiza en cada ciclo de planificación hidrológica. Se debe recordar que para la designación de masas de agua muy modificadas se debe tener en cuenta si, como consecuencia de alteraciones físicas producidas por la actividad humana, se ha experimentado una modificación de sus características hidromorfológicas que impida que la masa de agua alcance el buen estado ecológico.

Finalmente, en la **evaluación global de la calidad hidromorfológica** (HQI_g) se ha tenido en cuenta la importancia de las condiciones morfológicas en las masas de agua de la DHCOr. De hecho, los aspectos morfológicos son los que presentan mayores variaciones a lo largo de la costa de la DHCOr y, por tanto, los que pueden condicionar en mayor medida el diagnosticar la muy buena calidad hidromorfológica de una masa de agua. Por ello, en el cálculo del índice HQI_g se le ha asignado el doble de peso a la parte morfológica que a la hidrológica. El índice resultante se calcula como:

$$HQI_g = \frac{2 \times HQI_m + HQI_h}{3}$$

Por otro lado, los **límites de clase** propuestos para la DHCOr mantienen el valor de 0,95 propuesto por Keogh et al. (2020) para la clase más alta ('Muy bueno'), mientras que los límites del resto de clases vienen determinados por los cuartiles, de manera que sean coherentes con los límites que se han determinado para elementos fisicoquímicos y biológicos, tanto en el proceso de intercalibración como en ejercicios de evaluación del estado ecológico (Tabla 14).

Tabla 14 Límites de cambio de clase de los índices HQI_m, HQI_h y HQI_g (modificado de Keogh et al., 2020).

HQI_g	Clase DMA
>0,95	Muy bueno
>0,75 – 0,95	Bueno
>0,50 – 0,75	Moderado
>0,25 – 0,50	Deficiente
≤0,25	Malo

Los elementos de calidad hidromorfológicos, con carácter general, no presentan grandes cambios año a año y, por ello, se propone que la evaluación del estado hidromorfológico se realice periódicamente cada seis años, dentro del proceso cíclico de revisión del Plan Hidrológico de la DHCOr. En el presente informe, la evaluación de la calidad hidromorfológica se ha realizado a partir de los datos disponibles para el periodo 2017-2022, que se han comparado con los datos del periodo anterior (2010-2016) cuando la métrica a calcular considera el cambio entre periodos consecutivos de evaluación.

1.6. ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN A NIVEL DE MASA

Considerando que hay varias estaciones de muestro por masa, un problema es determinar la **valoración** global **del estado para el conjunto de la masa.** Para ello se plantea lo siguiente:

Se asocia la estación principal a masa de agua. Las estaciones de control de macroalgas y de peces se han asociado a las estaciones según se expone en el Anexo (Tabla 212 y Tabla 213).

- A cada estación de muestreo principal se le asigna una representatividad dentro de la masa de agua, basada en la superficie que representa dentro de la masa de agua.

- Tenido en cuenta la tipología y naturaleza de la masa de agua a la que pertenece, para cada estación se determina el estado o potencial ecológico y estado químico siguiendo los criterios de evaluación de los apartados 1.4 y 1.5 de este informe.

- Cuando para los elementos de calidad biológicos se puede calcular un valor de ratio de calidad ecológica (EQR[6]), la evaluación del elemento se hace multiplicando dicho EQR por la representatividad de la estación en la masa, sumando todo y determinando un EQR y un estado global, como se puede ver en el ejemplo de la Tabla 15. En el caso del fitoplancton, la ponderación se realiza sobre el valor del percentil 90 y posteriormente se calcula el EQR de la masa utilizando una condición de referencia propia de la misma (ver protocolo).

Tabla 15 Propuesta de determinación de estado según los macroinvertebrados para el conjunto de una masa (Urola), cuando existe Ecological Quality Ratio (EQR).

	EQR M-AMBI	Tanto por uno	Valor global	Calificación estado masa de agua	
E-U10	0,67	0,66	0,44	0,62	Buen estado
E-U5	0,70	0,12	0,08		
E-U8	0,46	0,22	0,10		

- En macroalgas de estuario, en que no se puede calcular el EQR, las zonas de muestreo se asocian a estaciones de aguas de transición (ver Anexo, Tabla 213) con un porcentaje de representatividad; y a cada clase de calidad se le asocia un valor numérico (Muy Bueno: 10, Bueno: 8, Moderado: 6, Deficiente: 4 y Malo: 2). La evaluación a nivel de estación se determina multiplicando el resultado de esta equivalencia por la representatividad de cada zona de muestreo asociada a la estación y sumando todos los resultados (Tabla 16). La asignación de un estado a nivel de masa de agua se realiza de la misma forma, pero teniendo en consideración todas las zonas de muestreo de la masa.

Tabla 16 Ejemplo de determinación de estado de las macroalgas para una estación de muestreo en el estuario del Oria (partiendo de 11 zonas), o para un elemento en el que no exista Ecological Quality Ratio.

	Macroalgas	Equivalencia	Tanto por uno	Valor global	Calificación estado Estación E-O10	
M-EO1	Mo	6	0,66	3,96	6,24	Moderado
M-EO2	B	8	0,12	0,96		
M-EO3	Mo	6	0,22	1,32		

- En el caso de las condiciones fisicoquímicas del agua, se aplica la regla “Uno fuera, todos fuera” a nivel de estación y de masa de agua. Así, el incumplimiento de una variable en una estación supone el incumplimiento de toda la masa de agua.

- En la evaluación del estado químico para sustancias prioritarias y sustancias preferentes, se

[6] Relación entre los valores observados en la masa de agua y los correspondientes a las condiciones de referencia del tipo al que pertenece dicha masa de agua, expresado mediante un valor numérico comprendido entre 0 y 1

aplica la regla “Uno fuera, todos fuera” a nivel de estación y de masa de agua. Así, el incumplimiento de un contaminante en una estación supone el incumplimiento de toda la masa de agua. Para ello se consideran las NCAs establecidas para cada sustancia de estudio, NCA-MA y la NCA-CAM. Así, atendiendo a lo indicado en Apartado B de anexo I del Real Decreto 60/2011 (Aplicación de las NCA establecidas en la parte A):

- Si una sustancia está en todos los muestreos de un año por debajo del límite de cuantificación en todos los puntos de control de una masa de agua, se considera que la masa cumple tanto el NCA-MA como el NCA-CMA y, por tanto, alcanza el buen estado químico.

- Una masa de agua superficial cumple la NCA-MA cuando la media aritmética de las concentraciones medidas distintas veces durante el año, en cada punto de control representativo de la masa de agua, no excede de la norma.

- Una masa de agua superficial cumple la NCA-CMA cuando la concentración medida en cualquier punto de control representativo de la masa de agua no supera la norma.

- Por otro lado, se valora el cumplimiento de NCA-CMA, de tal forma que para que se determine buen estado químico no debe de darse superación de esta norma en ningún punto de la masa de agua.

Según la DMA, la valoración global asociada a los indicadores biológicos se corresponde con la peor de las valoraciones efectuadas para cada uno de los indicadores biológicos. Es decir, que si, por ejemplo, para el fitoplancton se da una valoración de moderado y el resto de los indicadores presenta un buen estado, la valoración será de estado moderado. Por tanto, la determinación de estado ecológico para la masa de agua resultará de la valoración de estado biológico, condiciones generales y sustancias preferentes según se ha explicado anteriormente y siguiendo lo indicado en la Figura 2.

Los indicadores hidromorfológicos solo se tendrán en consideración para discernir entre el muy buen estado y el buen estado ecológico.

El estado global a nivel de masa vendrá determinado por el peor valor de los estados ecológico y químico.

2.

Síntesis de resultados

2.1. EVALUACIÓN DEL ESTADO EN 2023

En cuanto al **estado ecológico**[7] en 2023, las 14 masas de agua de transición y las 4 masas de agua costeras se diagnostican de la siguiente forma (Tabla 17 y Figura 3):

- **Estado o potencial ecológico malo:** la única masa de agua que se diagnostica en estado ecológico malo es la masa de agua de transición del Oka interior. En este caso la clasificación viene determinada por el fitoplancton. Con las recientes actuaciones en materia de saneamiento se prevé que en los próximos años se dé una mejora significativa de la situación, como ha empezado a suceder con los elementos de calidad fisicoquímica.

- **Estado o potencial ecológico deficiente:** la única masa de agua que se diagnostica en estado ecológico deficiente es la del Oiartzun, debido al fitoplancton, que ha empeorado desde 2022. La fauna piscícola y las condiciones generales (físico-química) se encuentran en un estado moderado.

- **Estado o potencial ecológico moderado:** hay cuatro masas que se encuentran en este estado: Nerbioi interior, Nerbioi exterior, Oka exterior y Artibai. En los dos primeros casos se debe a que no alcanzan el buen estado fisicoquímico, por altos niveles de nutrientes; en los otros dos casos se debe a incumplimientos de objetivos medioambientales para los peces.

- **Buen estado ecológico o buen potencial ecológico:** un total de 12 masas de agua se diagnostican en buen estado ecológico o buen potencial ecológico: 7 de transición natural (Barbadun, Butroe, Lea, Deba, Urola, Oria y Bidasoa), una de transición muy modificada (Urumea) y las cuatro costeras (Cantabria-Matxitxako, Matxitxako-Getaria, Getaria-Higer y Monpas).

- Muy buen estado ecológico o potencial ecológico máximo: ninguna masa de agua se diagnostica en este grupo.

Dos masas de agua, Nerbioi interior y exterior, no alcanzan el **buen estado químico** (Tabla 17 y Figura 3) derivado de una problemática histórica provocada por el depósito incontrolado de residuos de fabricación de lindano y la persistencia de algunos focos que determinan un impacto comprobado por el incumplimiento de normas de calidad correspondientes a hexaclorociclohexano (HCH). Esta

[7] En el Anexo se pueden ver los datos asociados a cada estación de muestreo para aguas de transición y aguas costeras.

contaminación es crónica, tal y como se ha visto en muestreos intensivos y extensivos en estas masas de agua, que confirman estos resultados[8].

El resto de las masas cumple el buen estado químico, incluidas las tres estaciones de referencia en la plataforma continental vasca. En el caso del Bidasoa, en el pasado no se alcanzaba el buen estado químico por el incumplimiento de normas de calidad correspondientes compuestos de Tributilestaño (TBT), pero según trabajos intensivos realizados en esta masa de agua[9], actualmente se cumplen las correspondientes NCA y se observa una tendencia decreciente en las concentraciones de TBT, por lo que es previsible que se mantenga en cumplimiento en el futuro.

Por todo ello, en 2023 un total de 12 masas de agua se diagnostican en **buen estado global.** Son las masas de agua de transición de Barbadun, Butroe, Lea, Deba, Urola, Oria, Urumea y Bidasoa y las cuatro costeras (Cantabria-Matxitxako, Matxitxako-Getaria, Getaria-Higer, Mompas-Pasaia). Por otro lado, Oka interior, Oka exterior, Oiartzun y Artibai presentan un estado peor que bueno, porque no alcanzan el buen estado ecológico, y Nerbioi interior y exterior debido a que no alcanzan ni el buen estado químico ni el ecológico.

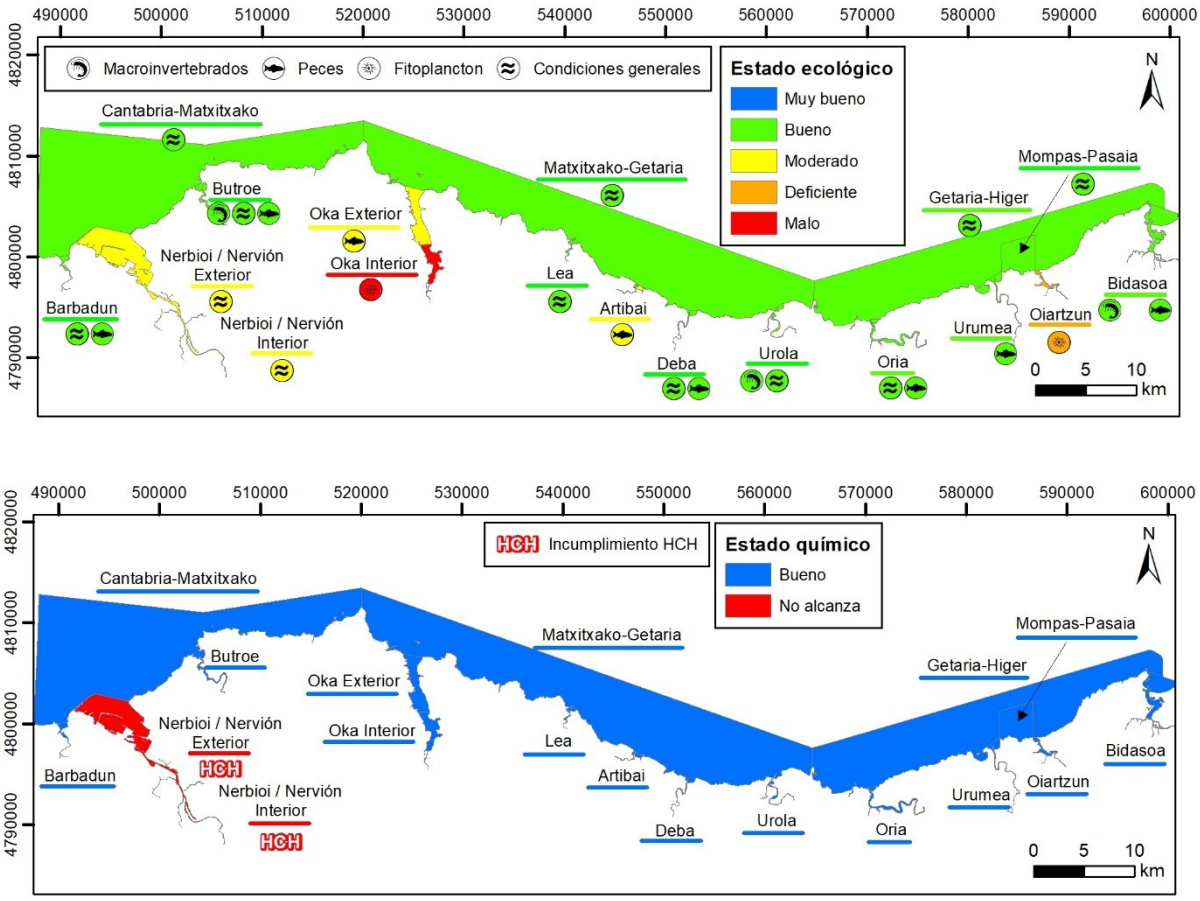


Figura 3 Estado Ecológico y Estado Químico en las masas de agua de transición y costeras (en plano y subrayado en el nombre) de la Comunidad Autónoma del País Vasco, para el año 2023. En cada caso se indican los elementos que han contribuido al estado en concreto, bajo el concepto de “uno fuera, todos fuera”.

[8] https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/seguimiento_ultimos_informes/es_def/adjuntos/Informe-FINAL-HCH_2022.pdf

[9] https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/seguimiento_ultimos_informes/es_def/adjuntos/TBT_BIDASOA_2022.pdf

Tabla 17 Resumen y el diagnóstico de Estado en 2023. Valoración asociada a cada masa de agua de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología[10] (HM) y estado/potencial ecológico: muy bueno o máximo (MB, o MP), bueno (B o BP), moderado (Mo o PMo), deficiente (D o PD) y malo (M o PM). condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B), peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB). Nota: en las masas de agua de transición se evalúan las macroalgas, pero no se incluyen en la evaluación del estado biológico ni ecológico.

Masa de transición	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado Ecológico	Estado Químico	Estado
Barbadun	MB	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B
Nerbioi Interior	MP	BP	BP	PMo	BP	<B	MB	Mo	PMo	NA	PqB
Nerbioi Exterior	MP	MP	BP	BP	BP	<B	MB	Mo	PMo	NA	PqB
Butroe	B	B	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	B
Oka Interior	MB	B	M	MB	M	<B	MB	Mo	M	B	PqB
Oka Exterior	MB	Mo	B	MB	Mo	B	MB	B	Mo	B	PqB
Lea	MB		MB	Mo	MB	B	MB	Mo	B	B	B
Artibai	MB	Mo	MB	D	Mo	B	MB	Mo	Mo	B	PqB
Deba	MB	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
Urola	B	MB	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	B
Oria	MB	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B
Urumea	MP	BP	MP	PMo	BP	MB	MB	Mo	BP	B	B
Oiartzun	BP	PMo	PD	BP	PD	<B	MB	Mo	PD	B	PqB
Bidasoa	B	B	MB	B	B	MB	MB	Mo	B	B	B

Masas costeras	MI	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado Ecológico	Estado Químico	Estado
Cantabria-Matxitxako	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
Matxitxako-Getaria	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	B
Getaria-Higer	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	B
Mompas-Pasaia	MB	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B

2.2. EVOLUCIÓN DE ESTADO. PERIODO 2018-2023

2.2.1. Análisis por masa de agua

En el periodo 2018-2023 se cuenta con una homogeneidad de criterios de evaluación y una estabilidad suficiente de número de estaciones de control, estrategia de control e indicadores objeto de estudio que permiten interpretar y analizar su evolución temporal bajo el mismo criterio para las 14 masas de agua de transición y las 4 masas de agua costeras (Tabla 18).

Respecto al **estado ecológico**, en el periodo 2018-2023, en las masas costeras hay un buen estado ecológico en toda la serie, cumpliendo en el 100% de los casos (Figura 4). Aunque en Mompas-Pasaia se registró un estado ecológico deficiente debido a las macroalgas en 2012, parece que tras el desvío de los vertidos de la cala Murgita se ha recuperado.

En las masas de agua de transición, para igual periodo, en el 43-57% de los casos se alcanzan los objetivos ambientales, con incrementos progresivos en el cumplimiento en los últimos años (si bien en 2021 aumentaron las que no cumplen). Oiartzun, Oka interior y exterior, y Nerbioi interior y exterior no cumplen el estado ecológico ningún año. En cambio, Urumea, Oria, Deba y Barbadun cumplen todos los años, mientras que el resto de las masas de agua lo hacen todos los años excepto en uno (Bidasoa, Lea y Butroe), dos (Urola) o cuatro (Artibai).

La mayoría de los incumplimientos del estado ecológico en los años más recientes se corresponden con moderado estado, excepto en Oka interior en mal estado (sin saneamiento completo hasta 2021).

[10] Evaluación según criterios Plan Hidrológico tercer ciclo. Actualmente en fase de revisión.

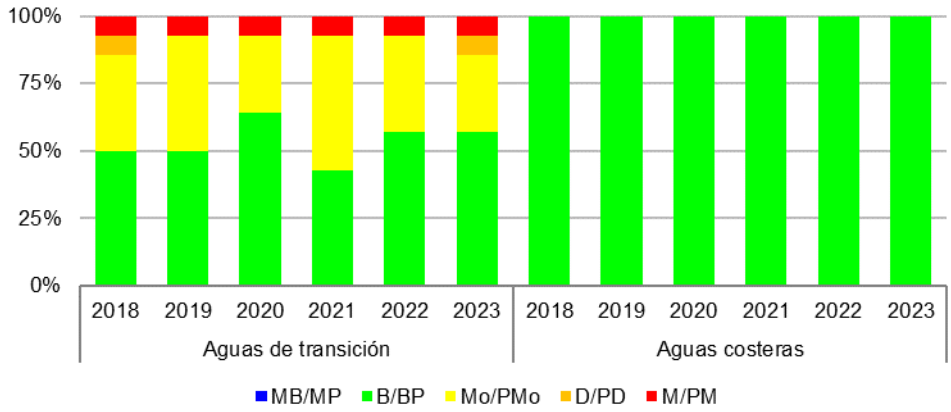


Figura 4 Evolución del estado/potencial ecológico de las masas de agua de transición y costeras. Período 2018-2023. Estado/potencial ecológico: muy bueno/máximo potencial (MB/MP), bueno/buen potencial (B/BP), moderado/potencial moderado (Mo/PMo), deficiente/potencial deficiente (D/PD) y malo/potencial malo (M/PM).

Respecto al **estado químico** las aguas de transición cumplen en el 85% de los casos en el periodo 2018-2023 (Figura 5). Las únicas masas que no alcanzan el buen estado químico son Nerbioi interior y Nerbioi exterior, por contaminación crónica de HCH.

En el caso de las masas de agua costeras el porcentaje de cumplimiento de buen estado químico es del 100% (Figura 5). Si bien puntualmente en el pasado se dio alguna calificación de estado químico que incumplía objetivos en las masas costeras, debido a benzo(a)pireno y/o cadmio, desde hace unos años el grado de cumplimiento es total.

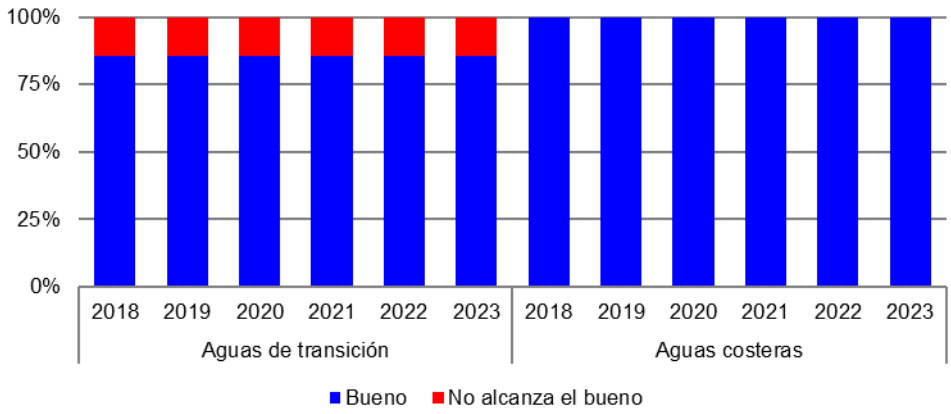


Figura 5 Evolución del estado químico de las masas de agua de transición y costeras. Período 2018-2023.

Al tomar el peor valor de los estados ecológico y químico, para evaluar el **estado global**, es lógico que haya un menor cumplimiento (Figura 6), con porcentajes de cumplimiento del 42% al 64% en estuarios, con un incremento progresivo de cumplimiento, excepto en 2021, y del 100% en masas de agua costeras. Así de las 14 masas de agua de transición sólo el Urumea, Oria, Deba y Barbadun han cumplido todos los años del periodo 2018-2023 el estado global. Por su lado, todas las masas de agua costeras alcanzan el buen estado.

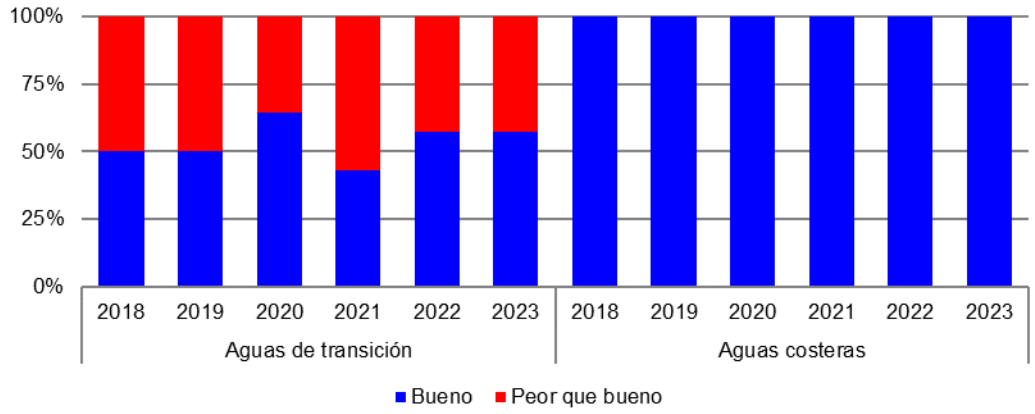


Figura 6 Evolución del estado de las masas de agua de transición y costeras. Período 2018-2023.

En el análisis por indicadores implicados en la evaluación de **estado ecológico** (Tabla 19), para interpretar los resultados del '*uno fuera, todos fuera*', para el periodo 2018-2023 se observa:

- **Condiciones fisicoquímicas generales**. Se alcanzan los objetivos medioambientales todos los años en las cuatro masas costeras, y en siete de las masas de agua de transición. El Nerbioi interior y exterior, el Oka interior y el Oiartzun incumplen todos los años. Sin embargo, se observa una mejora en Urola, Oka exterior, Artibai y Bidasoa.

- **Sustancias preferentes.** Se cumplen normas de calidad para las sustancias analizadas en todas las masas y años del periodo de estudio.

- **Fitoplancton**. Se cumplen los objetivos de calidad de fitoplancton en todas las masas y años, salvo en el Oka interior y Oiartzun, en las que no se cumplen de manera sistemática. Como se ha dicho, el Oka es uno de los lugares donde el saneamiento se ha mantenido claramente deficiente hasta finales de 2021 y el Oiartzun está en vías de recuperación de una intensa degradación histórica; aun así, están programadas importantes actuaciones de saneamiento pendientes. En el caso del Oka interior todos los años el estado de este elemento es malo.

- **Macroalgas**. Las cuatro masas costeras alcanzan los objetivos de calidad de las macroalgas. En las masas de agua de transición no se tiene en cuenta este elemento en la evaluación global, aunque se observa una mejoría en Lea, Oka interior y exterior, Nerbioi interior y exterior.

- **Macroinvertebrados bentónicos**. Se cumplen objetivos medioambientales en casi todas las masas y años, excepto en Artibai tres años y Oka interior en dos años, sumándose Lea y Butroe en 2021 y Oka exterior en 2022 (aunque posteriormente todas alcanzan el buen o muy buen estado). Hay que hacer notar que en el Oka el saneamiento y depuración de aguas residuales urbanas está en proceso de mejora, y en Artibai se han dado dragados importantes.

- **Fauna ictiológica**. A lo largo de todo el periodo se cumplen objetivos medioambientales en todas las masas de agua de transición, excepto en 2022 en Bidasoa y Oiartzun y en 2023 en Oka exterior, Artibai y Oiartzun. En el Lea, este elemento incumple desde 2018, aunque parece deberse a problemas metodológicos, por lo que no se ha tenido en cuenta en la evaluación.

Tabla 18 Resumen de la evolución del diagnóstico de Estado entre 2018 y 2023. Valoración asociada a cada masa de agua de transición y costera de la CAPV (ver claves en la Tabla 17).

MASA	ESTADO ECOLÓGICO						ESTADO QUÍMICO						ESTADO					
	18	19	20	21	22	23	18	19	20	21	22	23	18	19	20	21	22	23
Barbadun	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Nerbioi Interior	PMo	PMo	PMo	PMo	PMo	PMo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
Nerbioi Exterior	PMo	PMo	PMo	PMo	PMo	PMo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
Butroe	B	B	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B
Oka Interior	M	M	M	M	M	M	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
Oka Exterior	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
Lea	B	B	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B
Artibai	Mo	Mo	B	Mo	B	Mo	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	B	PqB	B	PqB
Deba	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Urola	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	B	B	B	B
Oria	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Urumea	BP	BP	BP	BP	BP	BP	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Oiartzun	PD	PMo	PMo	PMo	PMo	PD	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
Bidasoa	B	B	B	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B
Cantabria-Matxitxako	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Matxitxako-Getaria	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Getaria-Higer	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Mompas-Pasaia	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Tabla 19 Indicadores de estado ecológico. Evolución de las masas de agua de transición y costeras. Período 2018-2023.

MASA	Macroinvertebrados						Fitoplancton						Macroalgas					
	18	19	20	21	22	23	18	19	20	21	22	23	18	19	20	21	22	23
Barbadun	MB	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Nerbioi interior	MP	BP	MP	BP	BP	MP	MP	BP	BP	BP	BP	BP	PD	PD	PD	PMo	PMo	PMo
Nerbioi exterior	MP	MP	MP	MP	MP	MP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	PMo	PMo	PMo	BP	BP	BP
Butroe	B	B	B	Mo	B	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B	B	B	B
Oka interior	D	MB	B	D	B	MB	M	M	M	M	M	M	B	B	MB	MB	MB	MB
Oka exterior	B	B	B	B	Mo	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB
Lea	MB	MB	MB	Mo	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	Mo	Mo	B	B	B	Mo
Artibai	Mo	Mo	B	Mo	B	MB	MB	B	MB	B	B	MB	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D
Deba	B	MB	B	B	B	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Urola	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B
Oria	MB	B	B	B	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Urumea	BP	BP	BP	BP	MP	MP	BP	BP	BP	BP	BP	MP	PMo	PMo	PMo	PMo	PMo	PMo
Oiartzun	MP	BP	MP	BP	BP	BP	PD	PMo	PMo	PMo	PMo	PD	BP	BP	BP	BP	BP	BP
Bidasoa	MB	MB	MB	B	B	B	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B	B	B	B
Cantabria-Matxitxako	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Matxitxako-Getaria	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Getaria-Higer	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Mompas-Pasaia	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	B	B

MASA	Fauna ictiológica						Condiciones generales						Sustancias preferentes					
	18	19	20	21	22	23	18	19	20	21	22	23	18	19	20	21	22	23
Barbadun	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nerbioi interior	MP	MP	MP	BP	BP	BP	<B	<B	<B	<B	<B	<B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nerbioi exterior	B	B	MP	MP	MP	MP	<B	<B	<B	<B	<B	<B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Butroe	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Oka interior	B	B	B	B	B	B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Oka exterior	B	B	B	B	B	Mo	<B	<B	<B	<B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Lea							B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Artibai	B	B	B	B	B	Mo	<B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Deba	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Urola	B	B	B	B	MB	MB	<B	<B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Oria	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Urumea	MP	MP	MP	MP	BP	BP	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Oiartzun	MP	BP	BP	BP	PMo	PMo	<B	<B	<B	<B	<B	<B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Bidasoa	MB	B	B	B	Mo	B	<B	<B	<B	<B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Cantabria-Matxitxako							B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Matxitxako-Getaria							B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Getaria-Higer							B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Mompas-Pasaia							B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB

2.2.2. Análisis por estaciones de muestreo

En la Figura 7 y Tabla 217 (ver Anexo) se observa la evolución del estado ecológico, desde 2012, periodo considerado por la homogeneidad de criterios de evaluación manejado y la estabilidad del número de estaciones de control (32 en aguas de transición y 19 en aguas costeras).

En aguas de transición se observa una tendencia global de mejora del estado ecológico, con una estabilización en los últimos años. Las mejoras tienen lugar en algunas masas como el Barbadun, Artibai, Deba, Urola o Bidasoa.

En el caso de las estaciones litorales hay también un incremento en las estaciones en buen estado ecológico, desapareciendo el único deficiente (estación L-UR20) y también algunos moderados (L-B10, L-L10 o L-OI10), hasta alcanzar en 2021 el 100% de las estaciones en buen estado, con una mejoría en 2022-2023 respecto a los años anteriores.

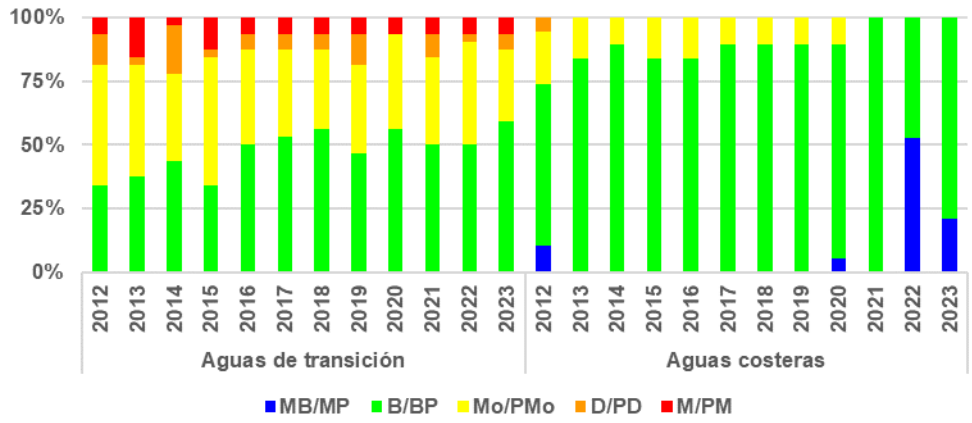


Figura 7 Evolución entre 2012 y 2023 del estado ecológico en las estaciones de aguas de transición (izquierda) y litoral-plataforma (derecha) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (muy bueno/máximo potencial (MB/MP), bueno/buen potencial (B/BP), moderado/potencial moderado (Mo/PMo), deficiente/potencial deficiente (D/PD) y malo/potencial malo (M/PM).

En la Figura 8 y Tabla 218 (ver Anexo) se observa la evolución del estado químico, en las estaciones de control, entre 2012 y 2023. En dicho periodo entre un 56 y un 91% de las estaciones de aguas de transición cumplen el buen estado químico, mientras que en las estaciones costeras cumple entre el 94 y 100% de las estaciones, especialmente desde 2018.

Nuevamente hay que decir que, excepto en algunos lugares, como Nerbioi, donde existe una situación de contaminación crónica debida a HCH, en el resto de los casos son situaciones puntuales donde algún metal (por ejemplo, cadmio, níquel, plomo), algún compuesto orgánico (como algún hidrocarburo policíclico aromático) o TBT, superan la norma de calidad, pero esto no se repite sistemáticamente.

Como se ha mencionado en el caso de las masas de agua, hay que señalar que la aplicación del principio '*uno fuera, todos fuera*' en la evaluación del estado ecológico y del químico es lo que decide en gran medida un estado peor que bueno. Teniendo en cuenta que luego se valora por el peor de los dos, no resulta extraño el grado de incumplimiento global diagnosticado

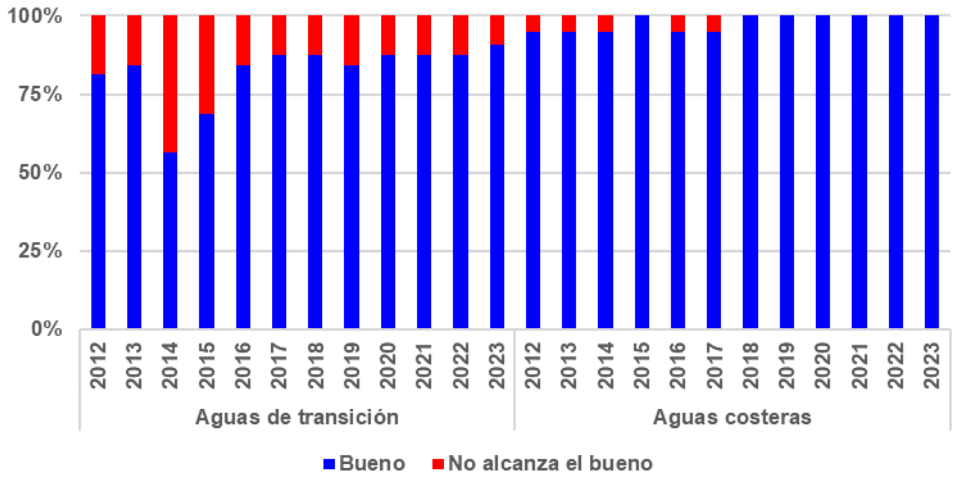


Figura 8 Evolución entre 2012 y 2023 del estado químico en las estaciones de aguas de transición (izquierda) y litoral-plataforma (derecha) de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

En la Figura 9 y Tabla 219 (ver Anexo) se observa la evolución del estado global, en cada una de las estaciones de la Red desde 2012.

En las estaciones de aguas de transición el cumplimiento de objetivos de buen estado al comienzo del periodo fue del 25-30%, con una tendencia de mejora hasta los últimos años, en los que los niveles de cumplimiento se sitúan en torno al 50%, llegando casi al 60% en 2023.

En las costeras sucede algo similar, pero con niveles de cumplimiento globales superiores, ya que desde 2018 cumple el 90-100% de las estaciones de control.

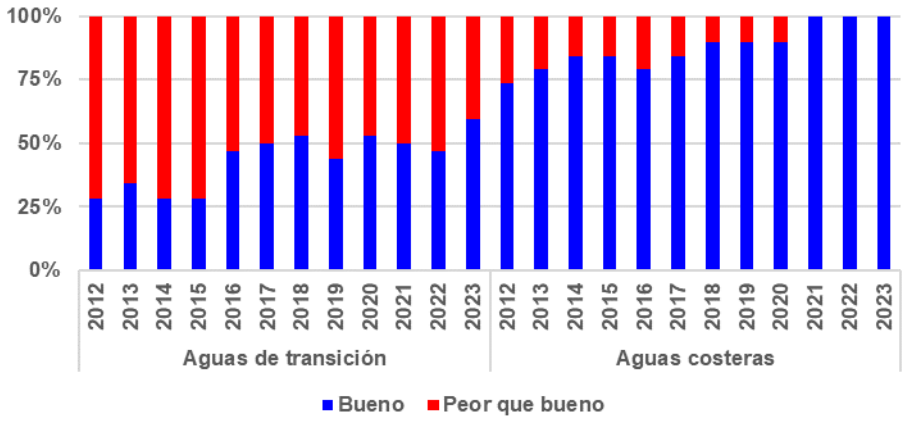


Figura 9 Evolución entre 2012 y 2023 del estado global en las estaciones de aguas de transición (izquierda) y litoral-plataforma (derecha) de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

2.3. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE INDICADORES

A pesar de los cambios metodológicos introducidos a lo largo del tiempo en la evaluación de los diferentes indicadores manejados en este programa de seguimiento desde su inicio en 1995, se ha recalculado el estado de cada uno retrospectivamente con el método más actual, presentándose el análisis por estaciones de muestreo.

2.3.1. Fisicoquímica en aguas

En la Figura 10 y Tabla 220 (ver Anexo) se observa la evolución de la calidad fisicoquímica en aguas, entre 1999 y 2023, en cada una de las estaciones de control. Hay que recordar que éstos son elementos de apoyo a las variables biológicas, e incluyen aspectos como el oxígeno disuelto y los nutrientes.

Se observa que todas las estaciones asociadas a **aguas costeras** se diagnostican en buen o muy buen estado desde 2011.

En el caso de **aguas de transición**, en 2022-2023 más de 75% de las estaciones está en muy buen estado o buen estado y desde 2014 está situación se da en más del 68% de las estaciones.

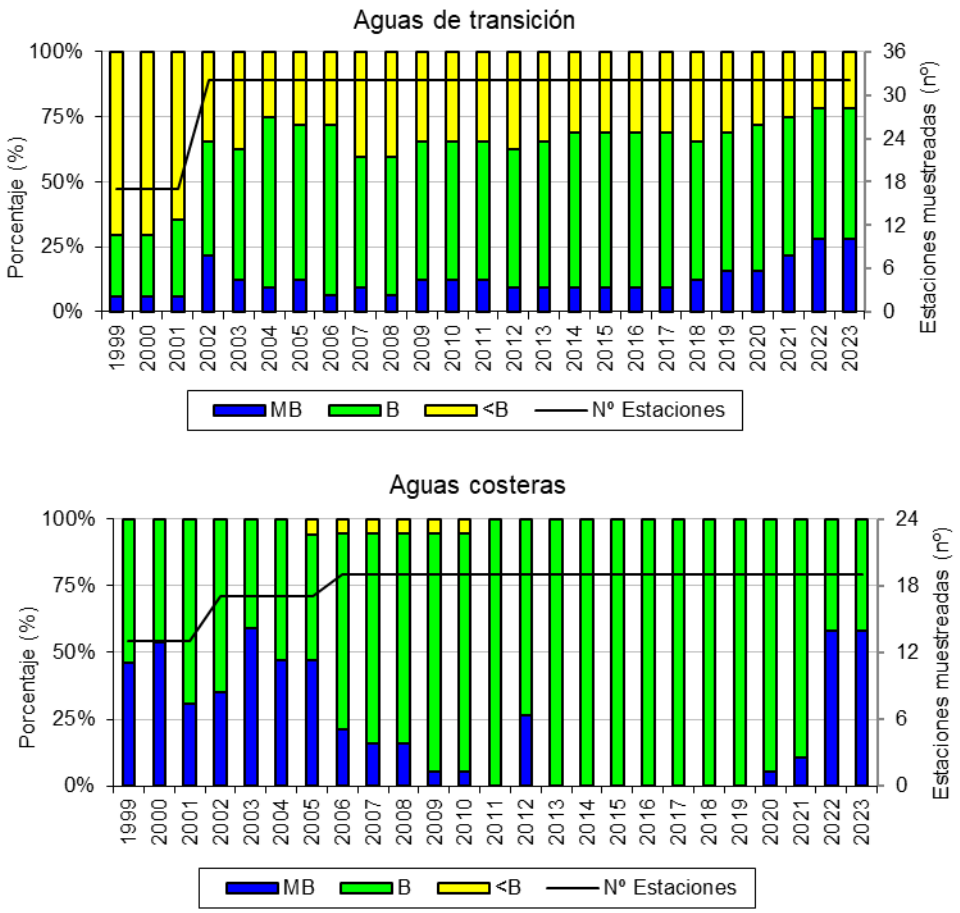


Figura 10 Evolución de la calidad fisicoquímica en los estuarios (arriba) y litoral-plataforma (abajo) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado o peor), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra).

2.3.2. Fitoplancton

En la Figura 11 y Tabla 221 (ver Anexo) se observa la evolución del elemento de calidad fitoplancton, entre 2000 y 2023, en cada una de las estaciones de control.

La evolución positiva se manifiesta en **aguas costeras**, donde todas las estaciones de control cumplen objetivos medioambientales desde 2003

En el caso de **aguas de transición** el cumplimiento se sitúa alrededor del 80% en los últimos años, con puntos de no cumplimiento especialmente en las masas de agua del Oka interior y Oiartzun.

Este elemento biológico responde principalmente a presiones como los vertidos urbanos e industriales, siendo un indicador del estado trófico del sistema. Por tanto, los empeoramientos se corresponden principalmente con vertidos de nutrientes y las mejoras a saneamiento y depuración.

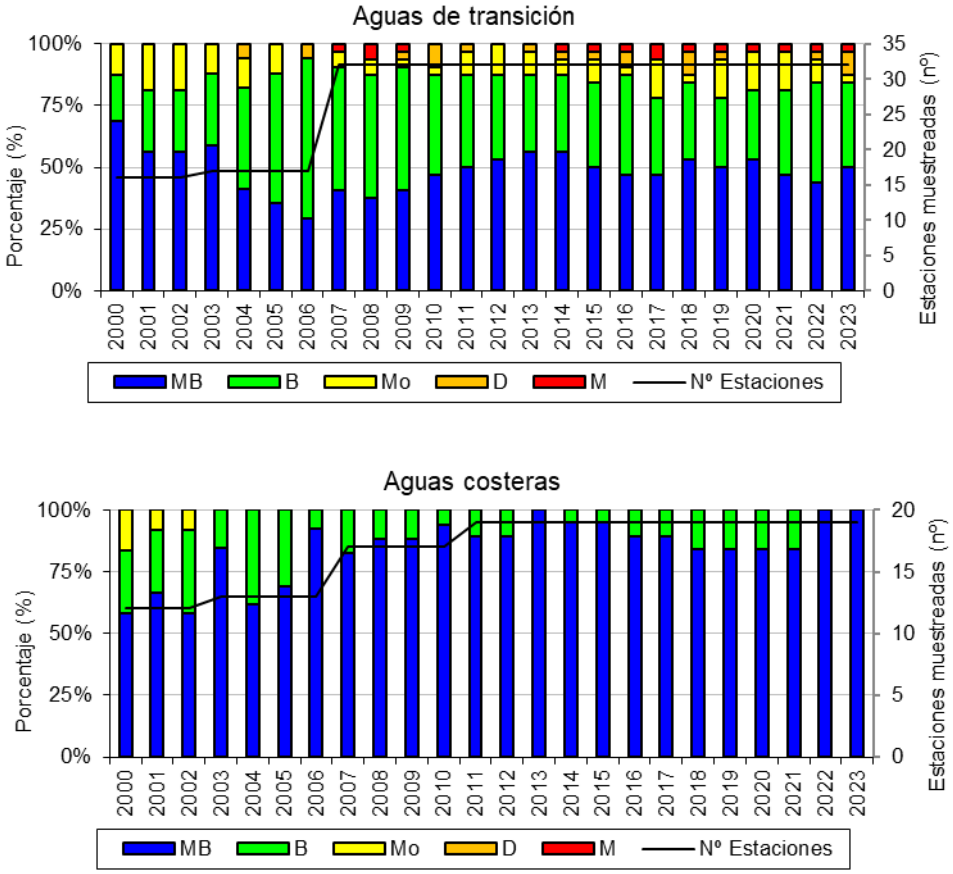


Figura 11 Evolución de la calidad del fitoplancton en los estuarios (arriba) y litoral-plataforma (abajo) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra).

2.3.3. Macroalgas

En la Figura 12 y Tabla 222 (ver Anexo) se observa la evolución del elemento de calidad macroalgas, entre 2002 y 2023, en cada una de las estaciones de control. En éstas la evolución se presenta por trienios puesto que los muestreos se realizan cada tres años y hay cuatro o cinco datos registrados en cada estación.

En **aguas de transición** se aprecia una ligera mejoría. El porcentaje de estaciones que cumplió con el buen estado de las macroalgas varió entre 22-35% en 2002-2007, se acercó al 40% en 2008-2016, subió hasta el 48% en 2017-2019, se supera el 50% en 2020-2022, al igual que en 2023-2025 (aunque en este caso solo hay un año). Hay que recordar que las macroalgas no son un elemento adecuado para la evaluación en los estuarios objeto de estudio, por lo que no se utilizan en la evaluación general.

El diagnóstico asociado a **aguas costeras** parece haber mejorado, sobre todo entre el periodo 2008-2010 y el periodo 2020-2022 (y en 2023). Así, se pasa de un 50% de estaciones a un 100% de estaciones que cumplen con el buen estado para las macroalgas, siendo más evidente en el caso del muy buen estado.

Este elemento biológico responde principalmente a presiones como los vertidos urbanos e industriales, siendo un indicador del estado trófico del sistema, pero también a cambios morfológicos por pérdida de hábitats. Así, los empeoramientos se deben principalmente a vertidos de nutrientes y dragados y las mejoras a saneamiento, depuración y recuperación de hábitats.

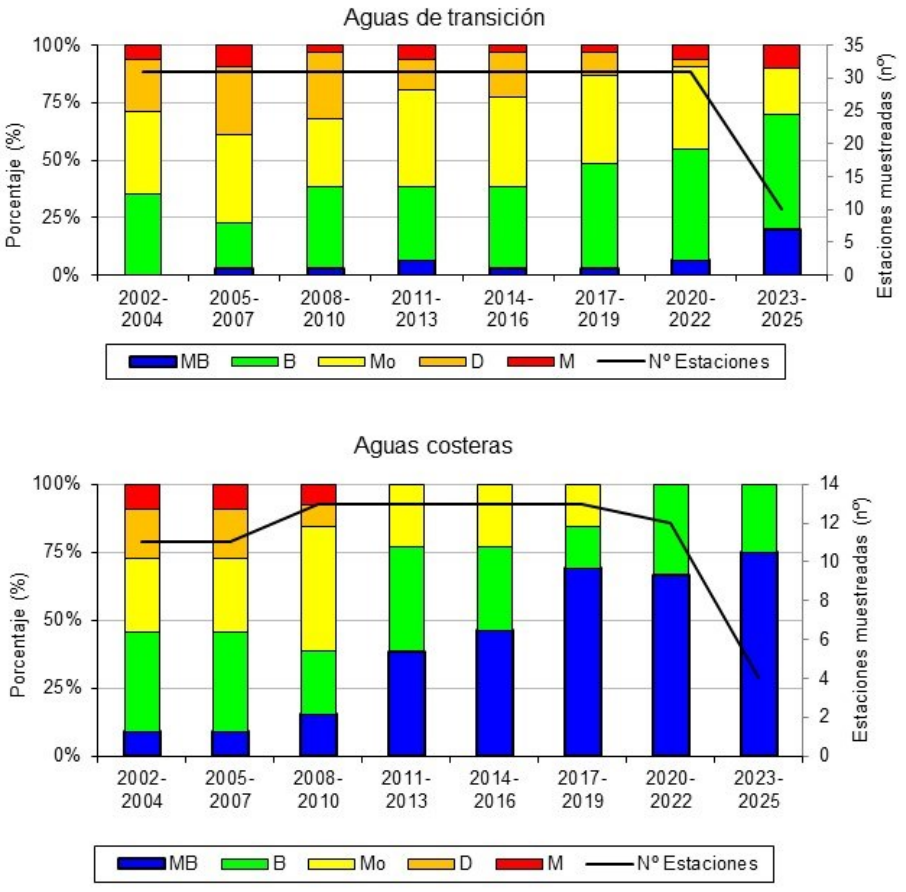


Figura 12 Evolución de la calidad de las macroalgas en los estuarios (arriba) y litoral (abajo) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra).

2.3.4. Fauna bentónica de invertebrados

En la Figura 13 y Tabla 223 (ver Anexo) se observa la evolución del elemento de calidad fauna bentónica de invertebrados, entre 1995 y 2023, en cada una de las estaciones de control.

En estaciones de **aguas costeras** es reseñable la mejora detectada, ya que desde 2008 se cumplen objetivos medioambientales en el 100% de las estaciones. La mejora es también evidente en las **aguas de transición**. Se ha pasado de un cumplimiento del 50-60% en 1995 al 70-80% en 2016-2020, aunque con un ligero empeoramiento en 2021-2022 (68-72% cumplen) y una gran mejora en 2023, con 87,5% de cumplimiento. Las estaciones en mal estado son ahora solo un 3% del total, mientras que las estaciones en estado moderado son el 16-22%, e incluso <10% en 2023. En aguas de transición es reseñable la mejora detectada en el Nerbioi, el Oria y Urola, aunque aún hay lugares que deben mejorar, como Artibai, algunas internas del Oka o zona interior del Bidasoa, por mencionar algunos.

A lo largo de este seguimiento se ha visto que este elemento biológico responde a múltiples presiones, tanto en relación con vertidos urbanos e industriales (materia orgánica, contaminantes, etc.), como a presiones morfológicas (dragados, terrenos ganados al mar, etc.). De igual manera, cuando ha habido actuaciones de mejora (desvío de vertidos, depuración, recuperación de hábitats degradados, etc.), se detecta una mejora en la calidad del medio, señalada por estos indicadores. Cuando la presión ha sido muy intensa y de larga duración, la recuperación puede tardar hasta 15 años. Sin embargo, cuando la presión es de baja intensidad la recuperación se da en 2-3 años o incluso menos.

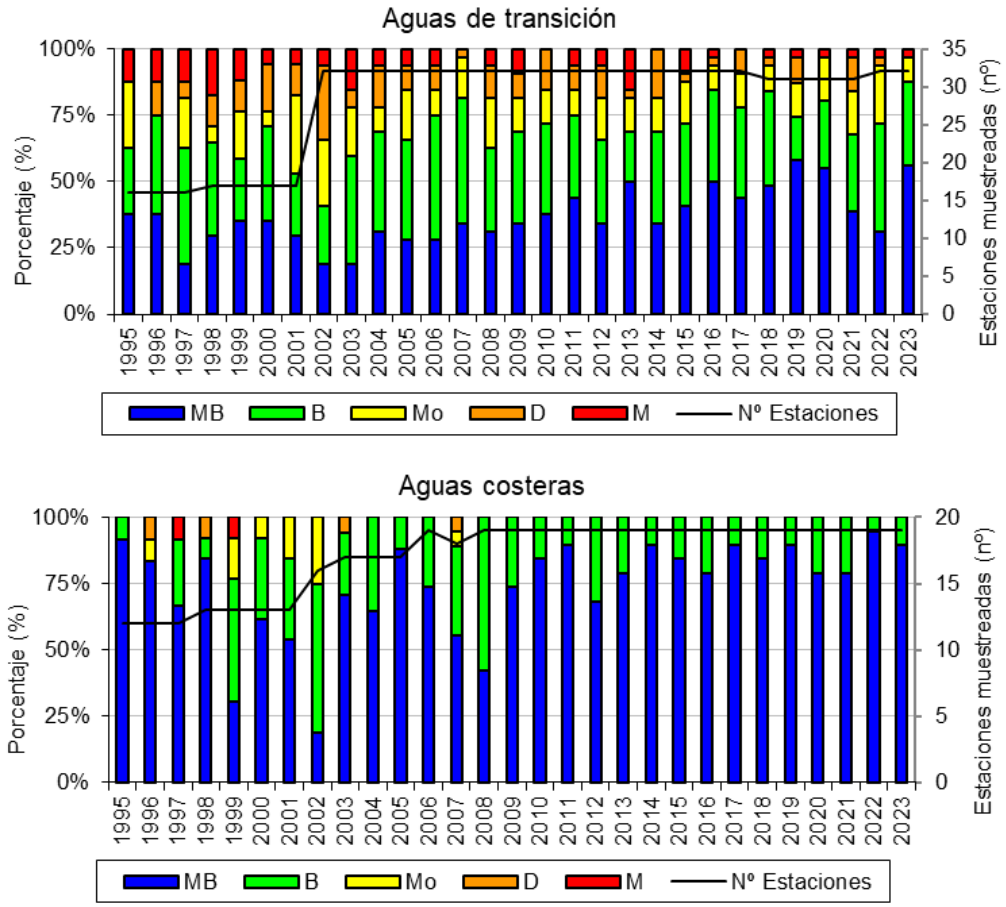


Figura 13 Evolución de la calidad de Fauna bentónica de invertebrados en los estuarios (arriba) y litoral-plataforma (abajo) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra).

2.3.5. Fauna ictiológica

En la Figura 14 y Tabla 224 (ver Anexo) se observa la evolución del indicador fauna ictiológica en aguas de transición, entre 2002 y 2023, en cada una de las estaciones de control. En éstas la evolución se presenta por trienios puesto que los muestreos se realizan cada tres años y hay cuatro o cinco datos registrados en cada estación.

Este indicador muestra una mejora progresiva en el buen estado, pasando de incumplimiento de objetivos medioambientales casi total en 2002-2004, al 80-90% de cumplimiento en 2011-2022, con una nueva bajada en 2023-2025 (aunque aún hay pocas estaciones muestreadas).

Con ánimo de mostrar una serie temporal más larga, o con mayor número de registros, se han tenido en cuenta otras fuentes de información (Diputación Foral de Gipuzkoa, Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia), junto con los de URA (Figura 15). Se observa que la tendencia general a la mejora es más clara, partiendo de deficiente y mal estado en todas las estaciones, a una mejora considerable desde 2011, con elevados cumplimientos, aunque en 2022-2023 se aprecia un empeoramiento, que se podría achacar a aspectos metodológicos a medida que mejora el estado.

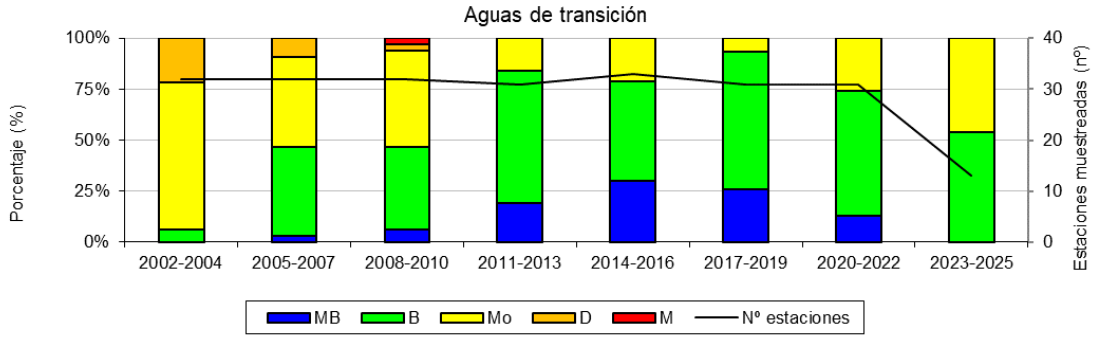


Figura 14 Evolución de la calidad de los peces en los estuarios de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra). Evaluación trienal de las estaciones de control.

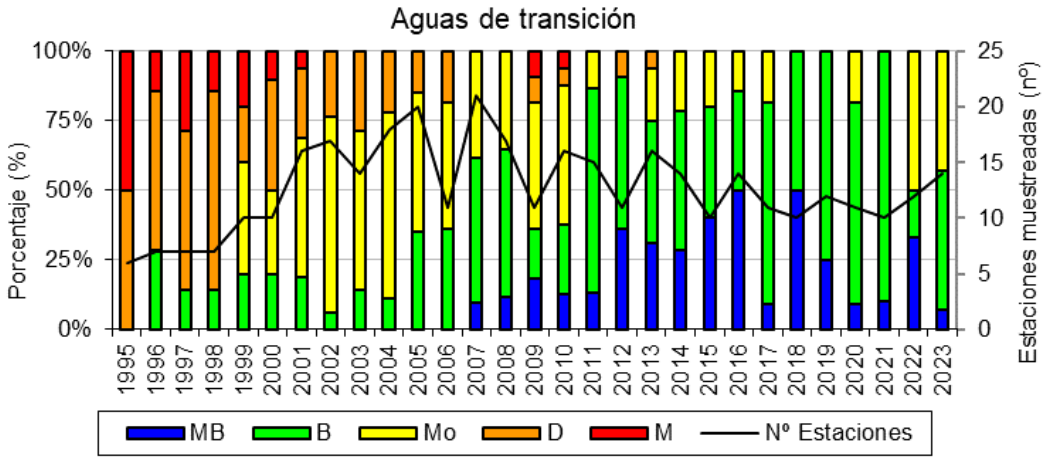


Figura 15 Evolución de la calidad de los peces en los estuarios de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra). Resultados de la Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV, más las del Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia y las de Diputación de Gipuzkoa.

2.4. CONCLUSIONES

La evaluación de **estado ecológico** en la **campaña de 2023** indica que, de las 18 masas de agua objeto de este trabajo, un total de 12 están en buen **estado ecológico**. Son masas que, o bien no han tenido problemas importantes en el pasado (las aguas costeras), o en las que se ha dado una mejoría tras la implantación de medidas de saneamiento y depuración de aguas residuales.

Las restantes 6 masas de agua presentan en la **campaña de 2023** un **estado ecológico** inferior a bueno (Oka interior en estado malo, y en estado moderado Nerbioi interior y exterior, Oka exterior, Oiartzun y Artibai). El incumplimiento de objetivos ambientales se da sobre todo en el elemento fitoplancton y condiciones fisicoquímica del agua, y en menor medida en el elemento fauna ictiológica. En algunas de estas masas de agua se prevé mejora de su estado ecológico, bien sea por la tendencia actual a la recuperación (Oiartzun) o por la reciente implantación de medidas de saneamiento y depuración de aguas residuales (Oka).

La evaluación de **estado químico** en la **campaña de 2023** indica que las masas de agua Nerbioi interior y Nerbioi exterior no alcanzan el buen estado químico por superación de normas de calidad asociadas a hexaclorociclohexano (HCH), debido a la persistencia de focos contaminantes derivados de una problemática histórica de depósito incontrolado de residuos de fabricación de lindano.

Respecto a la evolución del **estado,** en la serie histórica debe indicarse que se ha analizado el **periodo 2018 a 2023**. El planteamiento de programas de seguimiento estables durante este periodo permite un análisis de tendencias cuyas conclusiones son:

- Las cuatro masas de agua costeras presentan un buen estado en el periodo 2018 a 2023, lo que implica un buen estado ecológico y químico.
- Cuatro masas de agua de transición (Barbadun, Deba, Oria y Urumea) presentan un buen estado en el periodo 2018 a 2023, lo que implica un buen estado ecológico y químico.
- Cinco masas de agua de transición presentan un estado peor que bueno en los seis años del periodo 2018 a 2023. Oiartzun, Oka interior y Oka exterior con estado ecológico inferior a bueno y Nerbioi interior y Nerbioi exterior, donde además de estado ecológico inferior a bueno tampoco se alcanza el buen estado químico.
- En las restantes cinco masas de agua de transición (Butroe, Lea, Artibai, Urola y Bidasoa) se observa un creciente grado de cumplimiento de objetivos medioambientales en el periodo 2018 a 2023, dándose incumplimientos asociados a estado ecológico y fundamentalmente en la primera parte del periodo.

3.

Masa de transición del Barbadun

En la masa de agua de transición del Barbadun se analizan dos estaciones estuáricas. Por otro lado, entre 2003 y 2021, cada tres años, se analizaron tres estaciones para vida piscícola y cuatro estaciones para macroalgas. Además, desde 2021 se ha analizado una estación de biomonitores (moluscos). Las posiciones de todas ellas se observan en la Figura 16.

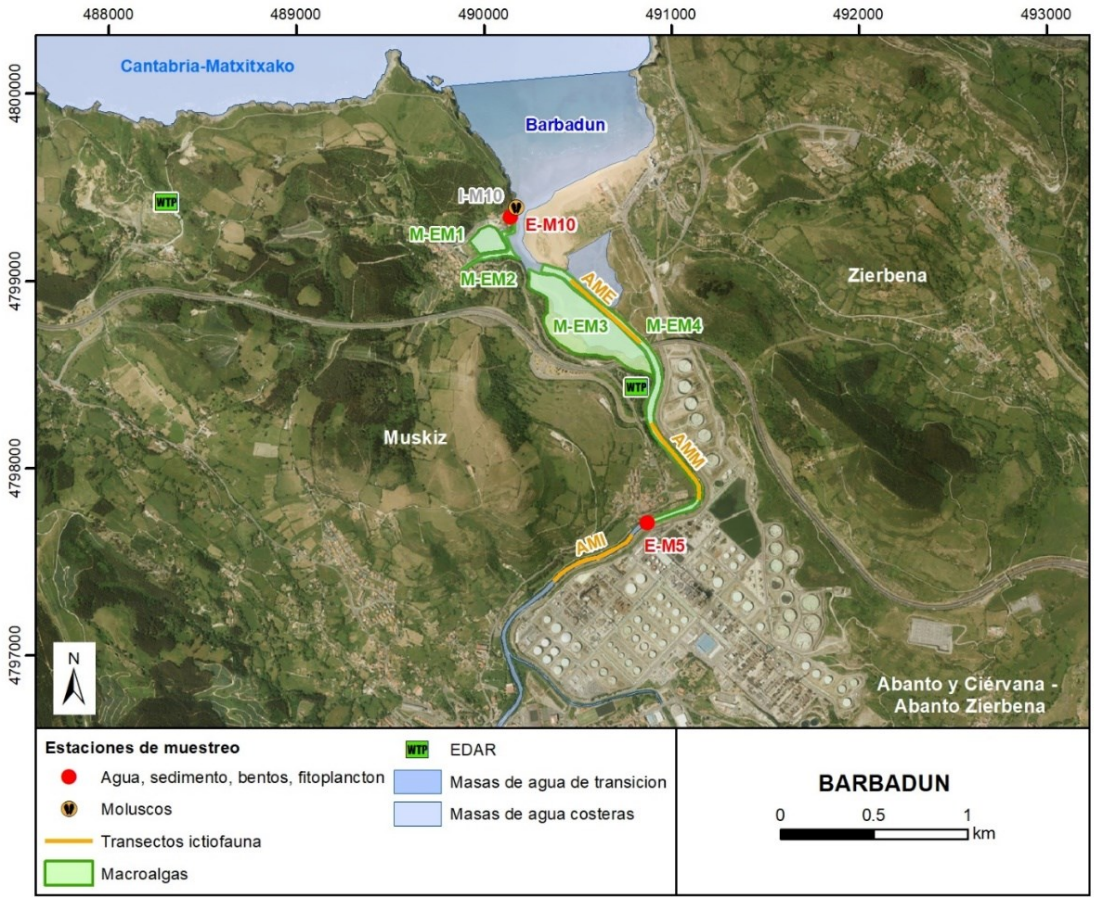


Figura 16 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Barbadun.

La masa de agua de transición del Barbadun se diagnostica en la campaña 2023 en **Buen Estado**, puesto que tanto el estado ecológico como el estado químico se califican como buenos, habiendo cumplido ambos los seis últimos años (Tabla 20 y Figura 17). Son los peces y las condiciones generales los que determinan el buen estado, mientras que el fitoplancton y los macroinvertebrados se encuentran en muy buen estado.

Tabla 20 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Barbadun en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B) y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado ecológico	Estado químico	Estado
E-M5	Muskiz (Petronor) (Barbadun)	MB	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B
E-M10	Pobeña (puente) (Barbadun)	MB	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B
Barbadun Transición		MB	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B

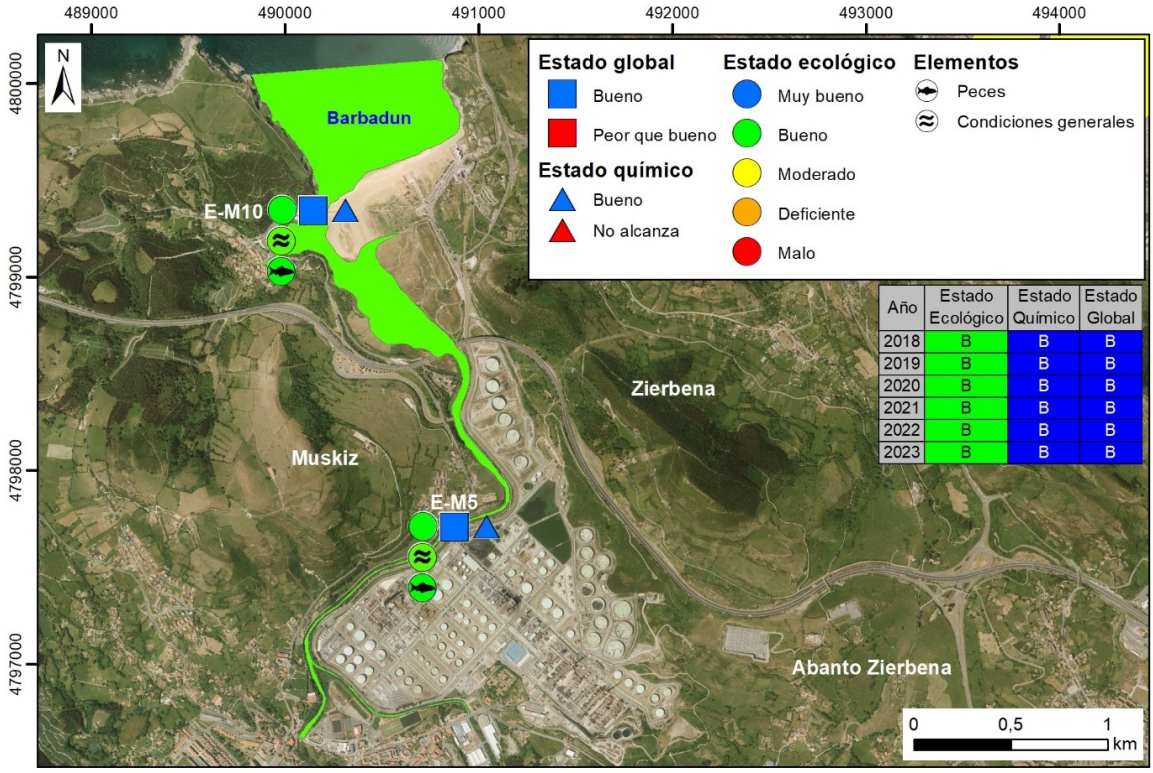


Figura 17 Masa de agua de transición del Barbadun: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Desde que se realizó en 2004 el primer estudio de presiones e impactos en esta masa de agua, se ha ido avanzando mucho en el saneamiento, tanto en la cuenca como en el propio estuario. Esto tiene su reflejo en la mejoría de indicadores fisicoquímicos asociados a aguas y sedimentos (ver secciones correspondientes más adelante), y en la mejoría de los valores asociados a elementos como los macroinvertebrados en la estación interna y los peces. En toda la serie histórica los valores de saturación de oxígeno han cumplido los objetivos, habiendo disminuido las concentraciones de algunos nutrientes.

A la par del avance en el saneamiento, ilustrado en los datos anteriores, se han dado actuaciones, como la recuperación de los terrenos de CLH (entre 2008 y 2010), que afectaron a algunos elementos puntualmente, como los macroinvertebrados y los peces, especialmente en los tramos medio e interno. Normalmente, este tipo de actuaciones pueden producir una caída en la calidad del medio que, dependiendo de su naturaleza e intensidad, puede extenderse de 1 a 3 años.

En relación con el estado químico, aunque puntualmente se puedan dar superaciones de normas de calidad asociadas a determinadas sustancias prioritarias, éstas no se manifiestan de forma crónica, por lo que el estado ha sido calificado en los últimos años como de bueno.

3.1. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

3.1.1. Aguas

3.1.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a los datos de bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, el valor medio de los seis últimos años de seguimiento de las dos estaciones (E-M5 y E-M10) muestra el cumplimiento de todas las variables (Tabla 21) con calificaciones de estado Bueno o Muy Bueno en las dos estaciones. Así, la masa de agua de transición de Barbadun se califica como en estado fisicoquímico **Bueno**.

Tabla 21 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Barbadun mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-M5	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		97,75	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤34,3	1,6	2,88	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤121,3	1,6	44,17	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤3,39	0,16	0,55	Muy Bueno
E-M10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		100,58	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤18,6	1,6	3,45	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤52,3	1,6	16,63	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤1,82	0,16	0,31	Muy Bueno

En la Figura 18 se muestra la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el estuario (E-M5 y E-M10) en el periodo de 1994 a 2023.

En las series de ciclos de seis años disponibles, en la estación de cabecera (E-M5) se constata una tendencia significativa ($p<0,01$) a la disminución en la concentración de fosfato y amonio y al aumento de la saturación de oxígeno. En la estación E-M10, además de observar una tendencia significativa a la disminución de la concentración de amonio y fosfato ($p<0,01$), también se aprecia una disminución significativa de la concentración de nitrato ($p<0,05$) (Figura 18).

En general, en las series de datos disponibles, dentro de la alta variabilidad característica de los estuarios y de fluctuaciones asociadas a la estacionalidad y a las diferentes condiciones hidrológicas, se observa que la estación de la cabecera (E-M5), cumple con el objetivo de calidad del amonio, el nitrato, el fosfato y el oxígeno a lo largo de todo el seguimiento (Figura 18).

En el caso de la estación de la desembocadura (E-M10), si bien al comienzo de la serie se registran incumplimientos del objetivo de calidad del amonio y fosfato, se constata una mejoría de estos nutrientes desde entonces. El resto de las variables indica un cumplimiento de su objetivo de calidad prácticamente a lo largo de la serie histórica, con tendencia a reducirse las concentraciones de algunos nutrientes y aumentar el oxígeno (Figura 18). Esto refleja la buena situación fisicoquímica de las aguas del estuario, que parece estar en relación con el saneamiento de la cuenca y del estuario.

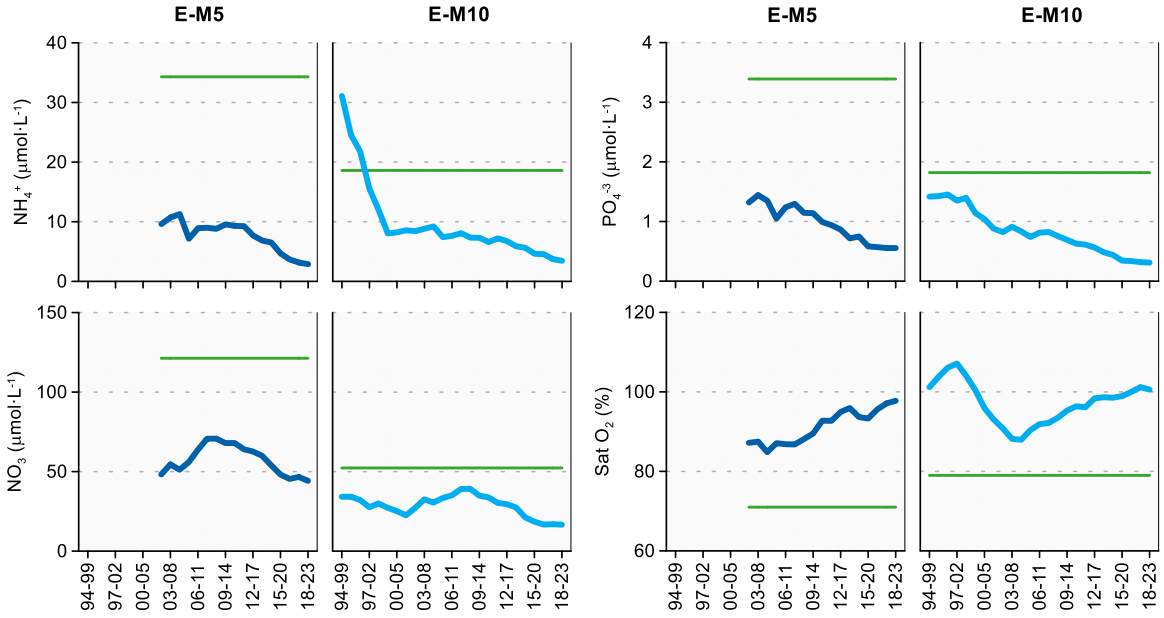


Figura 18 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadun en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

Las condiciones fisicoquímicas generales determinadas mediante el percentil 25 del PCQI, calculado para el periodo de seis años entre 1994 y 2023, presentan en ambas estaciones una tendencia estadísticamente significativa a la mejora ($p<0,05$) a lo largo de la serie histórica. Así, es de destacar la evolución positiva de la estación E-M10, que ha pasado de un estado moderado al inicio de la serie, a un estado muy bueno (Figura 19).

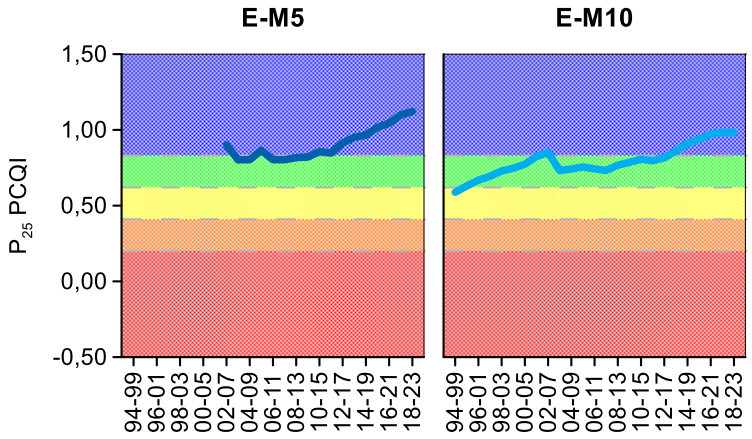


Figura 19 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI), calculado para periodos de seis años entre 1994 y 2023, de las estaciones de muestreo E-M5 y E-M10 de la masa de agua de transición del Barbadun. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

3.1.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa alcanza el **Muy Buen** estado, siendo también muy bueno individualmente en cada una de las estaciones (E-M5 y E-M10) (Tabla 22). En los años previos, desde 2008, la masa de agua alcanzaba también el muy buen estado, aunque puntualmente alguna estación no lo alcanzara.

Tabla 22 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Barbadun en 2023. LC: Límite de Cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-M5	E-M10	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	<LC	Muy Bueno
	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico determinada en 2023 indica que, en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el **Buen estado químico**, ya que ninguna sustancia supera la NCA-MA establecida (Tabla 23). Esto ha venido ocurriendo así desde 2004, excepto en algún caso puntual.

Tabla 23 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Barbadun en 2023. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-M5	E-M10	Global
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0005	-	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-CMA Agua	0,02	0,0005	-	<LC	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	<LC	0,000525	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0008	0,0008	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	0,0003	0,0002	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	Cumple

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-M5	E-M10	Global
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,6	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	34	2,6	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 20 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con valores de referencia definidos. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo (E-M5 y E-M10) hasta el año 2006; desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar. Se puede observar que, a partir de 2013, todos los metales cumplen las normas en ambas estaciones (Figura 20).

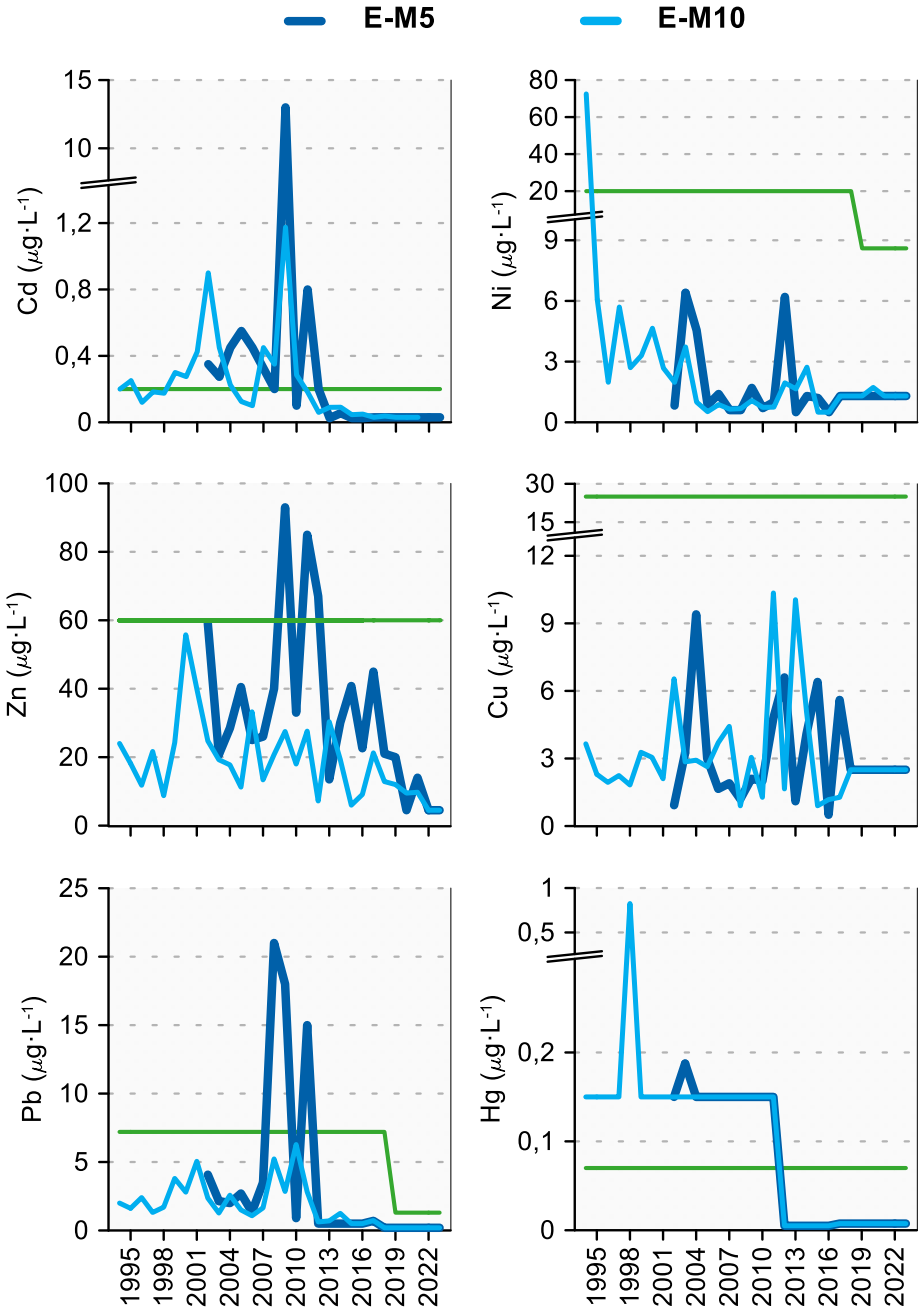


Figura 20 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Barbadun en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

3.1.2. Sedimentos

En la campaña de 2023, los sedimentos de este estuario se muestrearon en enero en ambas estaciones, E-M5 y E-M10. Los resultados se presentan en la Tabla 24. En la estación externa E-M10 el sedimento es arenoso, mientras que en la parte interior (E-M5) el sedimento es areno-fangoso (Tabla 24), presentando este último mayor contenido en materia orgánica y valores de potencial más bajos con respecto al sedimento de la parte externa del estuario.

El potencial redox y el contenido de materia orgánica no presentan una tendencia temporal clara en la estación E-M5 (Figura 21). En cambio, en la estación E-M10, el análisis de tendencias a largo plazo ha mostrado un descenso significativo en el contenido en materia orgánica, acorde a un incremento en el potencial redox.

Tabla 24 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Barbadun en la campaña de invierno de 2023.

E-M5 (Fecha de muestreo: 26/01/2023)				E-M10 (Fecha de muestreo: 26/01/2023)			
Gravas (%)	6,8	Cd	0,40	Gravas (%)	6,5	Cd	0,19
Arenas (%)	51,4	Cr	24	Arenas (%)	93,3	Cr	14
Limos (%)	41,8	Cu	54	Limos (%)	0,2	Cu	53
MO (%)	5,0	Hg	0,13	MO (%)	2,2	Hg	0,05
Eh (mV)	102	Ni	29	Eh (mV)	410	Ni	22
		Pb	46			Pb	105
		Zn	201			Zn	166

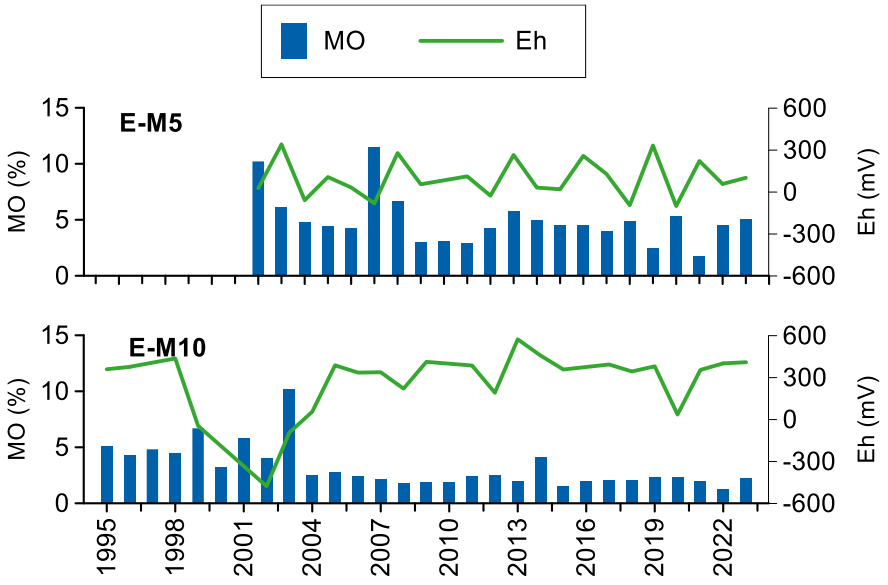


Figura 21 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Barbadun (muestreos de invierno).

La Figura 22 muestra la evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados desde 1995 en la estación E-M10 y, desde 2002, en la estación E-M5. Destacan la variabilidad temporal en la concentración de la mayoría de los metales en ambas estaciones, los elevados valores de Cu en los años 2012 y 2014 y las mayores concentraciones de Pb

en la estación más externa (E-M10) (con un máximo de Pb en la campaña de 2019). En E-M5 destacan los máximos históricos de Cd en 2002 y de Cu en 2014. En relación con el análisis de tendencias a largo plazo, y teniendo en cuenta el período de estudio, en la estación E-M5 se obtiene una tendencia ascendente estadísticamente significativa en la concentración de Cr ($p<0,05$). Se observa también una tendencia ascendente estadísticamente significativa en Pb en la estación E-M10.

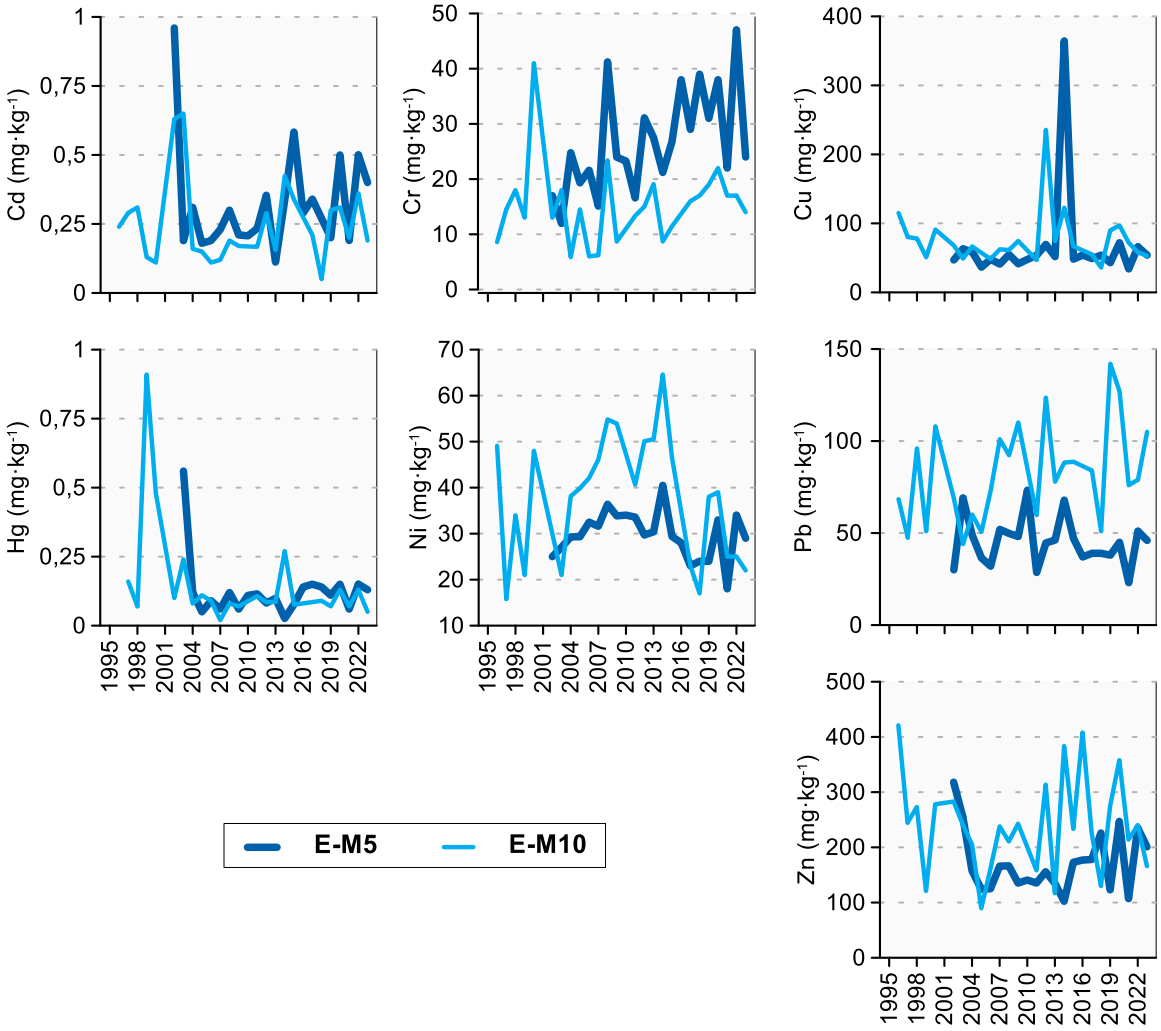


Figura 22 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Barbadun (muestreos de invierno).

3.1.3. Biomonitores

En la campaña de 2023, los biomonitores (ostras, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en noviembre en la estación I-M10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo, que se presentan en la Tabla 25, se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota).

Tabla 25 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Barbadun en 2023, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-M10	Global
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,28	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Las ostras son filtradoras y pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su

biodisponibilidad. De esta manera, de cara a la evaluación del estado químico sobre la misma sustancia o familia, los resultados en biomonitores prevalecen sobre los resultados en las aguas. Por lo tanto, teniendo en cuenta conjuntamente los resultados obtenidos en aguas y los obtenidos en biomonitores, se determina que la masa de transición del Barbadun alcanza el **Buen estado químico**.

3.2. INDICADORES BIOLÓGICOS

3.2.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a** en 2023 oscila entre 0,2 y 3,8 µg·L^{-1}. Los valores más altos se observan en primavera y, como viene siendo habitual, en la estación de cabecera (E-M5). Salvo en invierno, cuando se miden los mínimos de salinidad, las muestras abarcan un rango desde condiciones oligohalinas hasta euhalinas (Figura 23).

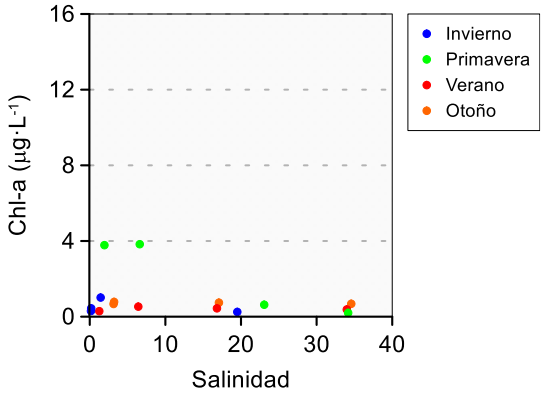


Figura 23 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Barbadun en las cuatro épocas de estudio durante 2023. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

La **evolución temporal de la biomasa fitoplanctónica** se ha estudiado mediante el cálculo del percentil 90 de la clorofila a lo largo de periodos móviles de seis años, que también es la métrica utilizada para la evaluación del estado (Figura 24). El objetivo de integrar varios años de datos en este cálculo es suavizar las variaciones interanuales causadas por factores meteorológicos e hidrográficos, ya que estos influyen de manera importante sobre el fitoplancton.

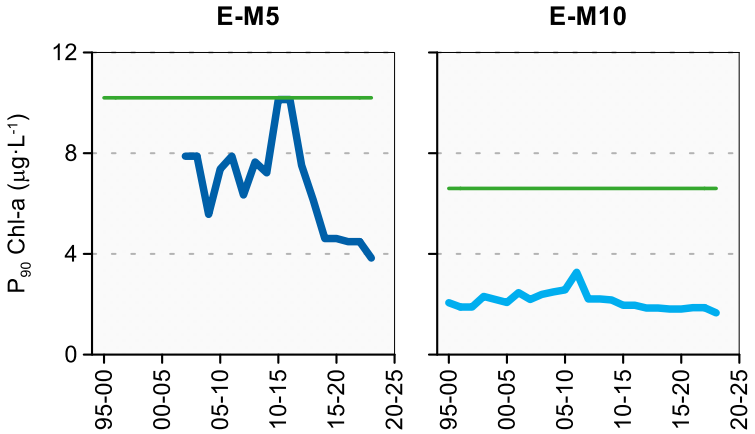


Figura 24 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadun. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas mesohalinas (E-M5) y polihalinas (E-M10).

En la cabecera del estuario (E-M5), desde comienzos de la década de 2000 (momento a partir del cual se dispone de datos de esta zona), la clorofila cumple con el objetivo de calidad para aguas de carácter mesohalino. Ello es coherente con la baja o moderada presión antropogénica, en el sentido de los aportes de nutrientes inorgánicos de N y P (véase Figura 18).

La clorofila-a en la zona exterior del estuario (E-M10) se mantiene baja y estable a lo largo de una serie temporal amplia, desde finales de la década de los 90 hasta la actualidad (Figura 24). Aunque al comienzo de la serie se detectaban altas concentraciones de amonio y fosfato, posiblemente el fitoplancton no manifestó una respuesta proporcional a la presión antrópica debido a que el intercambio mareal es muy fuerte en esta zona.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, desde 2020 no se han tomado muestras en esta masa de agua. Si se consultan informes previos, puede verse un fuerte descenso de la frecuencia de floraciones desde comienzos de la década de 2000, especialmente en la estación E-M5. A partir de 2015 era raro que alguna especie superase el umbral de bloom. Las mayores abundancias (del orden de 10^5 células·L^{-1}) estaban causadas, por ejemplo, por la euglenofícea *Eutreptiella marina* y las criptofíceas *Hemiselmis* spp. y *Tetraselmis* spp.

El **estado asociado al fitoplancton** en el último periodo de evaluación es **Muy Bueno** en ambas estaciones de muestreo. Para la masa de agua se obtiene una calificación alta **(EQR = 1,269)**.

Tabla 26 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadun, así como en su globalidad. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a (µg·L^{-1})	Chl-a
2018-2023	E-M5	3,84	0,885
	E-M10	1,66	1,325
	Barbadun Transición	1,7908*	1,269

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

Tal y como se muestra en la Figura 25, el fitoplancton en la masa de agua ha presentado a lo largo de la serie temporal casi siempre muy buen estado, aunque con oscilaciones en su EQR que han llegado a situarlo en buen estado a finales de la década de 2000. En la evaluación de 2012 se produjo una brusca recuperación (periodo de datos 2007-2012) en respuesta a un descenso de la clorofila en la zona inferior del estuario, representada por la estación E-M10, cuyo peso es importante en la evaluación de la masa de agua (94%).

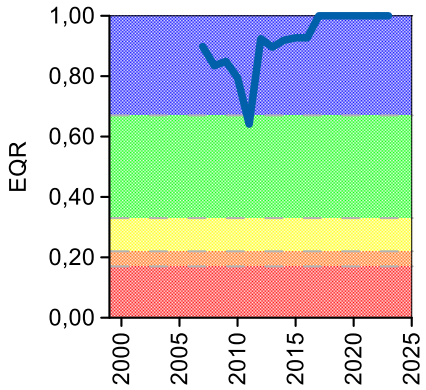


Figura 25 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Barbadun a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

3.2.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2003 y 2021, por lo que la evaluación de 2023 corresponde a la campaña de 2021. En la Tabla 27 se muestran los resultados obtenidos en dichas campañas para cada una de las estaciones a las que se adscriben las zonas estudiadas y para el global de la masa de agua.

La calificación obtenida en 2021 fue de Estado Moderado para las dos estaciones y, por tanto, también para el global de la masa de agua (Tabla 27). Los principales motivos que provocaron esta baja calificación fueron los valores moderados a bajos de cobertura de algas no indicadoras de contaminación. Esta calificación supone una mejoría respecto a las obtenidas en las campañas de 2003-2009 y de 2015, en las que la masa de agua presentaba estado deficiente, repitiéndose la calificación obtenida tanto en 2012, como en la pasada campaña de 2018. Tal y como se comentó en el informe correspondiente a dicha campaña (Borja *et al.*, 2019), sería interesante estudiar los resultados de próximas campañas para comprobar si se está produciendo una tendencia hacia una mejor situación de las comunidades algales de la masa de agua.

Tabla 27 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadun, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado).

Campaña	Estación		Global
	E-M5	**E-M10**	
2003	0,250	250	0,250
2006	0,212	0,175	0,206
2009	0,212	0,325	0,231
2012	0,385	0,425	0,392
2015	0,250	0,550	0,301
2018	0,500	0,475	0,496
2021	0,385	0,475	0,400

3.2.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un **tramo interno** en el que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos con una densidad total inferior al promedio del seguimiento de la estación (541 ind·m^{-2}) y una riqueza específica y diversidad para las abundancias superiores a los valores promedio (8 *taxa* y 1,70 bit·ind^{-1}, respectivamente) (Tabla 28). La biomasa, en cambio, es de las más bajas de entre las estimadas para la estación a lo largo del seguimiento (1,05 g·m^{-2} en promedio). La dominancia de especies tolerantes que se adscriben al grupo ecológico III (GE III), como muchas de las que habitualmente dominan en los estuarios vascos (caso de *C. carinata*, en este caso concreto), hace que la estación quede calificada como ligeramente alterada en términos de AMBI (2,7).

Respecto al **tramo más exterior**, es importante señalar que la estación de muestreo se desplazó ligeramente en la pasada campaña de 2022, debido a que anteriormente se situaba en una zona con sedimentos muy móviles que mantenían una comunidad naturalmente pobre, lo que dificultaba una evaluación adecuada, habiendo tenido que prescindir de tal evaluación en varios años.

En el nuevo punto muestreado, próximo al anterior, pero en una zona con sedimentos más estables, aunque con características similares a las del anterior, como se puede apreciar en el apartado correspondiente, se han registrado también, como en el tramo interior, valores relativamente bajos de densidad y más moderados de riqueza específica. Esto ya era habitual en el punto muestreado hasta la campaña de 2021, pero, como ya se ha venido indicando en los informes correspondientes a campañas previas, se considera que no existen presiones antrópicas que justifiquen esto. Una vez descartado en este nuevo punto el efecto de la inestabilidad del sedimento, debida al fuerte

hidrodinamismo de la zona (lo que dificulta el establecimiento de comunidades maduras en el sedimento), las causas de esta pobreza posiblemente estén relacionadas con el pequeño tamaño del estuario lo que iría acorde a la pobreza detectada también en el tramo interior del mismo. De hecho, la ausencia de especies oportunistas, con dominancia de especies tolerantes, pero densidades relativas similares de especies indiferentes y sensibles a la alteración del medio, permite que la estación quede calificada, en términos de AMBI como ligeramente alterada (AMBI=1,6).

Tabla 28 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Barbadun. También se muestra la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	E-M5	E-M10
Densidad	(ind·m^{-2})	120	105
Biomasa	(g·m^{-2})	0,265	0,473
Riqueza	(*# taxa*)	12	12
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	2,98	2,77
Equitabilidad densidad		0,83	0,80
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	1,48	2,30
Equitabilidad biomasa		0,41	0,64
Diversidad máxima	(bit)	3,58	3,58
AMBI		2,740	1,648
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera
M-AMBI$_{estación}$		0,995	0,807
M-AMBI$_{global}$		0,818	

Los valores de M-AMBI estimados para 2023 indican **Muy Buen Estado** para las dos estaciones analizadas y, por tanto, para el global de la masa de agua.

La estación más interior (E-M5), que comenzó a muestrearse en la campaña de 2002, parece presentar una evolución positiva (aunque en forma de dientes de sierra), con mínimos relativos cada vez mayores (Figura 26). Esta evolución positiva parece estar en relación con el saneamiento en la cuenca y el estuario (observable en el descenso en la concentración de nutrientes y contaminantes en aguas y sedimentos, y el incremento del oxígeno disuelto), mientras que algunos mínimos puntuales pueden relacionarse con las obras de restauración que se realizaron en las instalaciones de CLH.

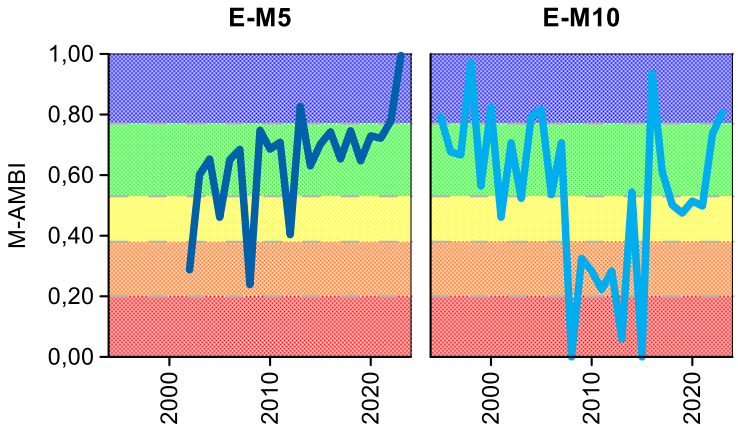


Figura 26 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Barbadun a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

En la estación exterior, en cambio, M-AMBI presenta una tendencia negativa al menos hasta el periodo 2008-2013. Desde entonces, tanto los máximos como los mínimos relativos parecen ir en aumento, si bien en las campañas 2017-2021 la estación presentaba sólo estado moderado. Como ya se ha indicado más arriba, esta fuerte variabilidad interanual podría venir explicada por el hidrodinamismo de

la zona en la que se localizaba la estación, que dificultaba el establecimiento de comunidades maduras y podría explicar la baja densidad y riqueza específica de la zona, que hacían que pequeñas variaciones absolutas implicaran cambios relativos importantes. En anteriores informes se estudió este cambio en relación con el hidrodinamismo y se veía que el oleaje explicaba un 34% de la variabilidad del índice en esta estación. Por tanto, en 2022 se procedió a desplazar la estación de muestreo algo hacia el interior del estuario, evitando la variabilidad natural de la estación, lo que permitió alcanzar el Buen Estado en la pasada campaña 2022 y el Muy Buen Estado en la actual campaña de 2023. En cualquier caso, debido a que la comunidad presente en el nuevo punto mantiene una densidad baja, es importante mantener la vigilancia para comprobar si los valores determinados en las dos últimas campañas se mantienen estables.

3.2.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2021. Los muestreos se han realizado trienalmente desde 2003. Además de los datos propios de la "Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV" entre 2003 y 2021, en este estuario disponemos también de los datos pertenecientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia entre los años 1990 y 2002.

En todos estos años han sido identificados 32 taxones, 20 de peces y 12 de crustáceos. Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

Tal y como se muestra en la Figura 27, la frecuencia de aparición de las especies difiere año a año, presentando un máximo de riqueza los últimos años y un mínimo a mediados de la década de los noventa.

El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo a la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- los taxones capturados el 100% de las ocasiones son dos: *Carcinus maenas* (cangrejo verde) y cabuxinos del género *Pomatoschistus*.
- la mitad de los taxones registrados aparecen de forma ocasional (1-2 apariciones a lo largo de toda la serie de datos).
- la especie *Chelidonichthys lastoviza* (rubio) aparece por primera vez en el Barbadun en 2021.

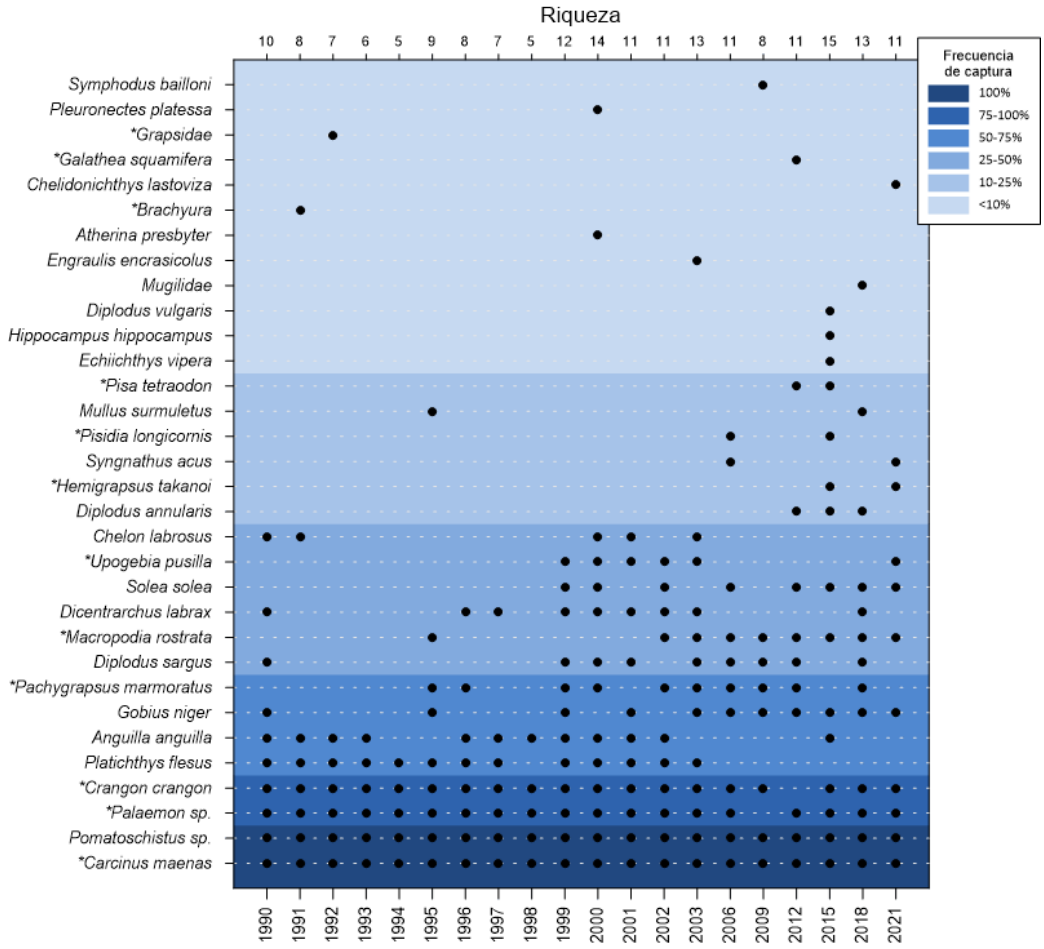


Figura 27 Listado de especies capturadas en el estuario del Barbadun (1990-2021). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

La Figura 28 presenta la evolución de los parámetros estructurales entre 1990 y 2021. En 2021 destacan la estación exterior y media, estaciones que mejoran los resultados obtenidos en 2018, alcanzando valores máximos de diversidad la estación exterior. En líneas generales, se observa una fuerte variabilidad interanual (patrón de dientes de sierra), debido tanto a factores ambientales como a los inherentes al propio muestreo (condiciones de marea, cantidad de material en la red de arrastre, etc.), por lo que no se aprecia un modelo de distribución concluyente en ninguna de las estaciones.

Se puede apreciar también que, en la mayoría de las ocasiones, se ha recogido un mayor número de individuos de crustáceos que de peces. Los grandes picos de abundancias detectados en las tres estaciones corresponden a la captura máxima de cangrejos verdes, quisquillas comunes y cabuxinos.

Por último, la diversidad en el tramo exterior y en el tramo medio muestra una tendencia positiva, apreciándose un salto cualitativo a principios de la década de 2000. Por el contrario, en el tramo interior del estuario no se aprecia una tendencia clara, mostrando una serie cíclica de valores máximos y mínimos desde principios de la década de los 90.

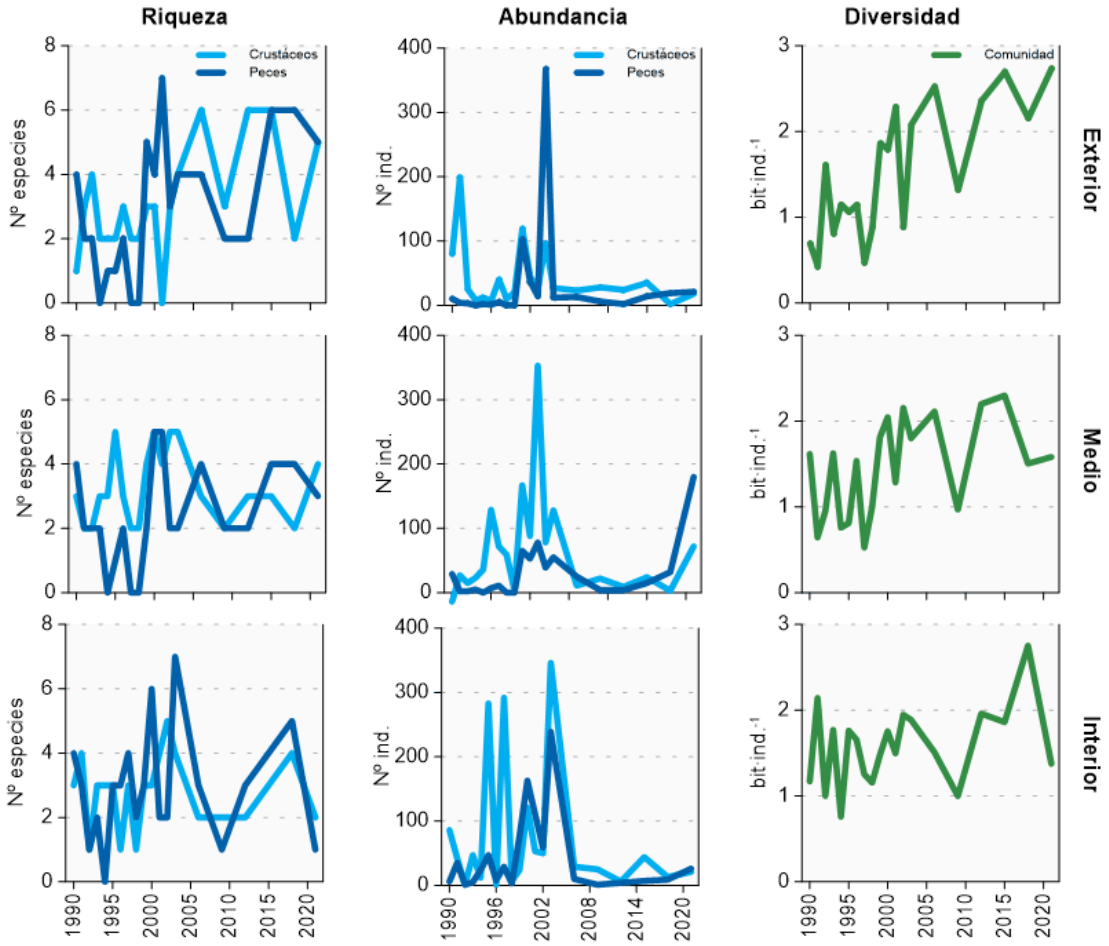


Figura 28 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Barbadun entre 1990 y 2021.

De acuerdo a los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2021 la valoración global de la masa de agua alcanzó la calificación de **Bueno** (Figura 29), con un valor de AFI inferior al obtenido la campaña anterior de 2018.

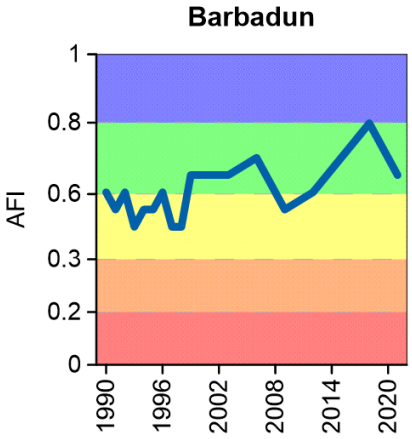


Figura 29 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Barbadun entre 1990 y 2021. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17). AFI: AZTI's Fish Index.

La evolución de la calidad de la masa de agua Barbadun muestra una tendencia significativa ($P<0,05$). La eliminación de los vertidos de Petronor, por el desvío del colector, y la puesta en marcha de la EDAR de Muskiz, a finales de los años 90, originan que año tras año se produzca una mejoría gradual de la

calidad en el estuario, alcanzando en 2018 un valor de AFI superior a los obtenidos años atrás. Esta mejoría coincide con la del bentos (visto anteriormente, excepto en 2018) y la diferencia antes-después de suprimir los vertidos es significativa ($p<0,05$), siendo mejor tras la supresión (Uriarte y Borja, 1998). El descenso de la calidad detectado en 2009 (alcanzando un valor más propio de la década de los 90) podría deberse a los diversos vertidos ocurridos a lo largo de 2008 y 2009, así como a las obras de regeneración y recuperación de las marismas de la zona ocupada anteriormente por CLH, que habrían producido un impacto transitorio en los hábitats del estuario. Desde 2012 en adelante, el sistema vuelve a mostrar una mejoría progresiva, mostrando un aumento gradual de la calidad.

Durante los últimos años hemos comprobado que, al avanzar el saneamiento, las aguas son cada vez más claras, provocando un cambio en el comportamiento de la fauna piscícola, que, con el fin de evitar ser vistos por los predadores, se esconden durante el día y no son pescados. Esa podría ser la razón por la que el método de arrastre en estuarios someros parece no permitir la captura de ejemplares ni especies suficientes para llevar a cabo la evaluación. Esta situación, en años recientes, se va agudizando en los estuarios pequeños y es cada vez más común en los estuarios europeos (por ejemplo, en Francia).

Como posible solución a este problema, se prevé utilizar el método belga (Estuarine Biotic Index, EBI sus siglas en inglés), método ya intercalibrado (European Commission, 2024) y adaptado a las características de Francia. El método belga está basado en el arte de pesca del butrón. Una vez obtenidos suficientes resultados y, si se considera que los resultados son consistentes con el conocimiento de los estuarios y las presiones existentes, se trataría de obtener la autorización de la Comisión para su uso oficial, dejando así de usar AFI en los estuarios en los que el arrastre presente problemas.

3.3. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Tras la finalización de los trabajos de recuperación de los terrenos de CLH no ha habido ningún factor nuevo que haya alterado los indicadores hidromorfológicos. Con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica de **Moderado** en 2023.

Tabla 29 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa de transición del Barbadun
Alteración de la línea de costa 1a	3
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	0
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	3
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,63 Moderado
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Variación del caudal del río 7a	1
Cambio en el tiempo de residencia 7b	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	0
Cambio en la turbidez 8b	0
Cambio en la estratificación 9a	0
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,97 Muy bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,74 Moderado

4.

Masa de transición del Nerbioi interior

4.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua muy modificada del Nerbioi interior se analizan anualmente tres estaciones estuáricas. Trianualmente, entre 2003 y 2021, se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 8 para macroalgas. Además, desde 2020 se ha analizado una estación para biomonitores (moluscos), localizada en el Abra interior. Sus posiciones y denominación pueden verse en la Figura 30.

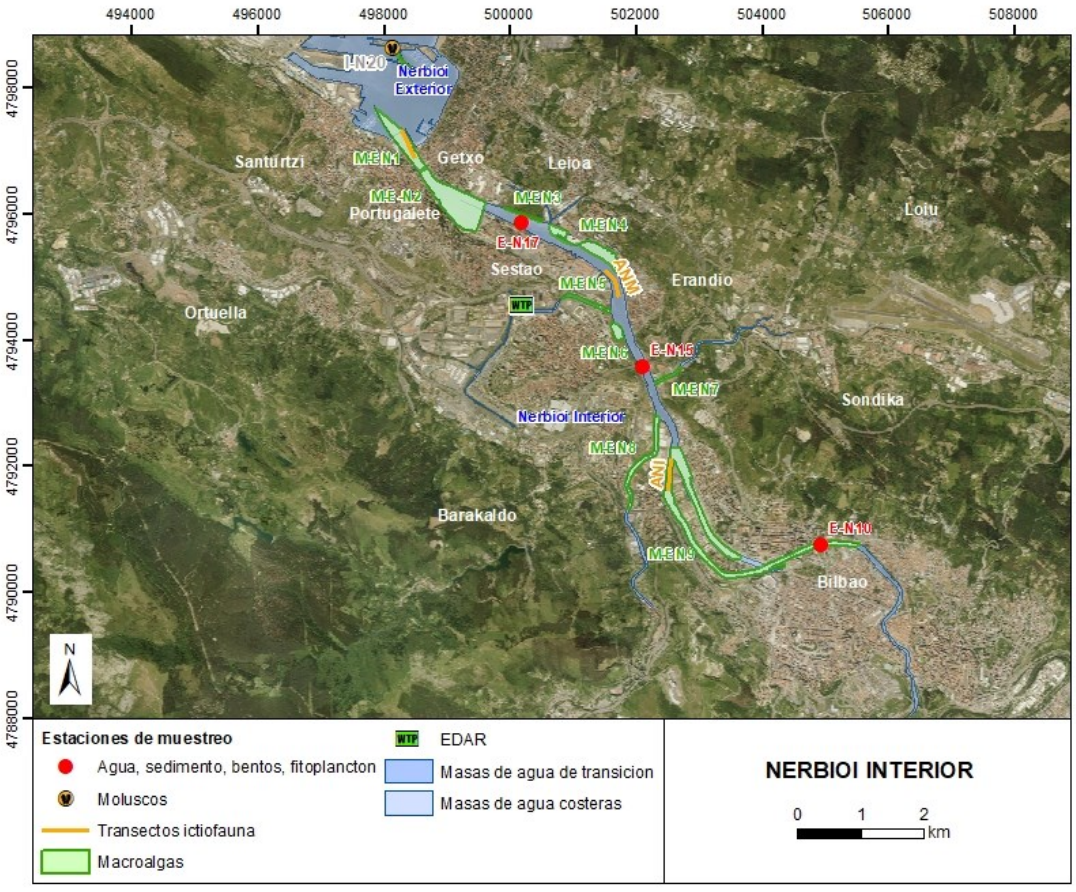


Figura 30 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Nerbioi interior.

La masa de agua de transición muy modificada del Nerbioi interior se diagnostica en la campaña 2023 en un **Estado Peor que Bueno**, puesto que no alcanza el buen potencial ecológico ni el buen estado químico (superación de la NCA-MA y NCA-CMA de HCH en las estaciones E-N15 y E-N17) (Tabla 30 y Figura 31). En el caso del potencial ecológico, se diagnostica como bueno en E-N10, mientras que en E-N15 y E-N17 las condiciones generales fisicoquímicas de soporte de las biológicas determinan un potencial ecológico moderado y los elementos biológicos se diagnostican en buen o máximo potencial (Tabla 30 y Figura 31).

Tabla 30 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Nerbioi interior en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y potencial ecológico: muy bueno/máximo potencial (MB/MP), bueno/buen potencial (B/BP), moderado/potencial moderado (Mo/PMo), deficiente/potencial deficiente (D/PD) y malo/potencial malo (M/PM). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Potencial ecológico	Estado químico	Estado
E-N10	Bilbao (puente de Deusto) (Ibaizabal)	MP	BP	BP	PM	BP	B	MB	Mo	BP	B	B
E-N15	Barakaldo (puente de Rontegi) (Ibaizabal)	MP	BP	BP	PM	BP	<B	MB	Mo	PMo	NA	PqB
E-N17	Leioa (Lamiako) (Ibaizabal)	MP	BP	BP	PMo	BP	<B	MB	Mo	PMo	NA	PqB
Nerbioi / Nervión Interior Transición		MP	BP	BP	PMo	BP	<B	MB	Mo	Mo	NA	PqB

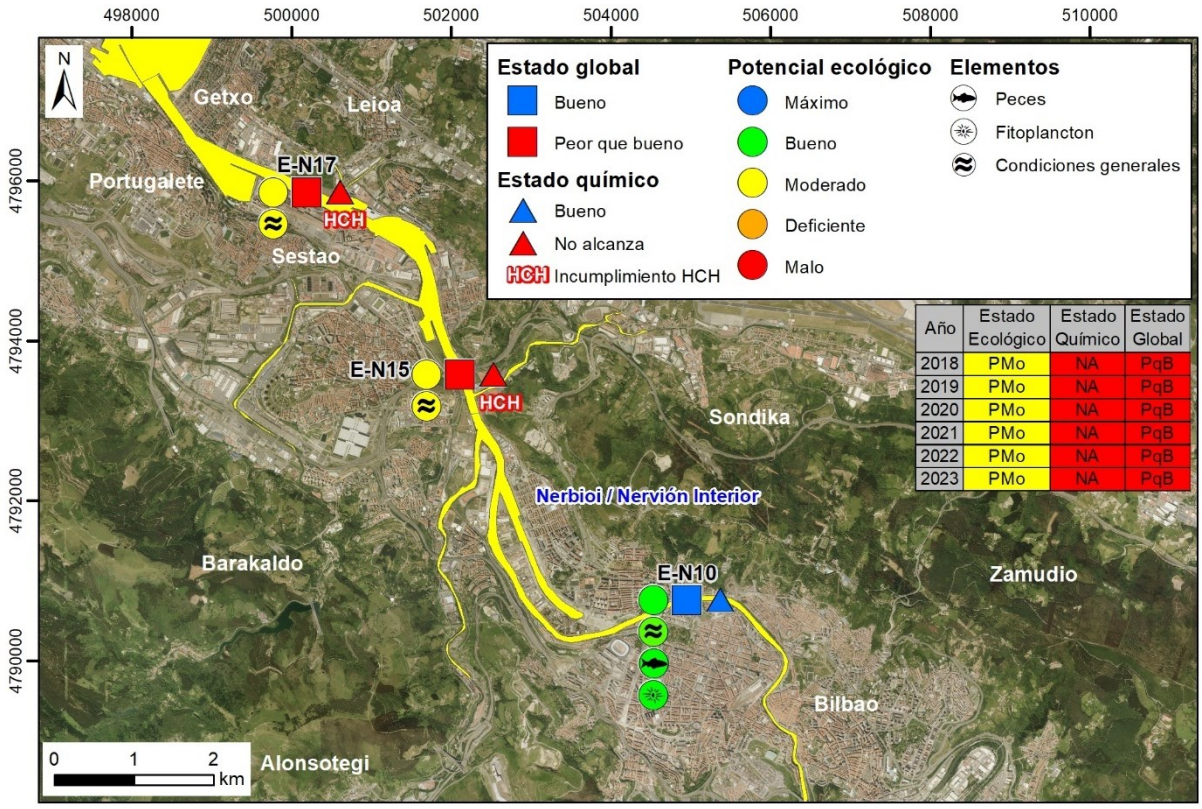


Figura 31 Masa de agua de transición muy modificada del Nerbioi interior: Calificación del potencial ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan el potencial ecológico y el estado químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es estable en los últimos seis años analizados (Figura 31), marcada por un incumplimiento de objetivos tanto del estado químico como del

potencial ecológico (fundamentalmente debido a la fisicoquímica, ya que algunos nutrientes como nitrato y fosfato incumplen en las estaciones más externas).

En el caso del estado químico, el incumplimiento se ha dado fundamentalmente por HCH (puntualmente por otras sustancias), lo que implica una contaminación crónica por esta sustancia prioritaria, que históricamente se produjo y almacenó en la cuenca.

El área que rodea al estuario del Ibaizabal estuvo históricamente muy contaminada debido a la elevada densidad de población, la falta de saneamiento, la presencia de industria pesada muy contaminante y la minería. Desde que se inició el saneamiento en 1989, se ha ido avanzando mucho en él, hasta culminar en 2001 con la depuración biológica de los vertidos.

Otros factores importantes para comprender la evolución de esta masa de agua son los cierres de empresas contaminantes (como Altos Hornos de Vizcaya, en 1996), el cierre de las minas y el traslado de casi toda la actividad portuaria de esta masa de agua interior a la masa de agua del Nerbioi exterior. Todo esto tiene su reflejo en la mejoría de indicadores fisicoquímicos asociados a aguas y sedimentos. Sin embargo, esta mejora no ha sido igual en todas las zonas. En la más interna (E-N10) hay un continuo incremento del indicador PCQI, debido a la disminución de las concentraciones de amonio y fosfato, y al aumento de la saturación de oxígeno. Por el contrario, en las otras dos estaciones, especialmente en la más externa (E-N17), el PCQI indica alteración importante, debido a que, aunque la concentración de amonio ha descendido, han aumentado las de nitrato y fosfato. Esto puede tener que ver con la cercanía al vertido de la depuradora de Galindo que, aunque vierte con tratamiento biológico, ha concentrado todo el vertido del área urbana en este punto.

La mejora en las condiciones fisicoquímicas ha tenido su reflejo en los elementos biológicos, que en el interior del estuario partían de una situación azoica y ahora han mejorado ostensiblemente (por ejemplo, macroinvertebrados y peces). Sin embargo, en consonancia con la situación fisicoquímica de la estación más externa, algunos años los macroinvertebrados de la estación E-N17 muestran un potencial peor que bueno, como en 2019.

Por otro lado, se observan tendencias decrecientes en las concentraciones de muchos contaminantes, con los valores más bajos de la serie en los años más recientes en aguas y sedimentos, cumpliendo las normas de calidad, excepto el HCH. Esto se debe a que históricamente esta sustancia se fabricó y almacenó en la cuenca, existiendo aún varios focos contaminantes de HCH.

Además, a la par del avance en el saneamiento, se han dado actuaciones que han producido retrocesos en la calidad ecológica, como dragados puntuales en varios años para mantenimiento de calados, que han podido afectar principalmente a macroinvertebrados bentónicos y peces. En 2017 parece que el efecto de los dragados en la Naval, efectuados en 2016, con 44.500 m^3 de fangos extraídos, pudieron tener un efecto en el bentos de la estación E-N17, muestreada unos meses más tarde (invierno de 2017) en las cercanías del lugar. Generalmente la recuperación tiende a ser relativamente rápida (1-2 años), aunque esto depende de la intensidad y duración de la presión ejercida, y, de hecho, en 2018, se volvió a alcanzar el buen estado de bentos, cayendo a deficiente en 2019, tras un dragado realizado en las inmediaciones en junio-julio de 2018. En 2019 se dragaron un total de 90.000 m^3 de sedimento en la dársena de Udondo, el canal de acceso a Astilleros, La Mudela-Vicinay, La Naval y en la apertura del canal de Deusto. En 2020 se dragaron 19.400 m^3 en la zona de Zorrozaurre; entre 2020 y 2021, 9.500 m^3 en dársena de Udondo; en 2021, 25.800 m^3 en la zona de Arcelor-Mittal y el muelle AZ-1; en 2022 se volvió a dragar las dársenas de Axpe, con 2.000 m^3, y Portu, con 30.000 m^3, y en 2023 se dragaron en Udondo-Axpe un total de 60.000 m^3.

4.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

4.2.1. Aguas

4.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, el valor medio de los últimos seis años de la estación E-N10 cumple los objetivos de calidad de las variables fisicoquímicas. Sin embargo, las estaciones E-N15 y E-N17 presentan incumplimientos con los objetivos de calidad. La estación E-N15 no cumple por la concentración de fosfato y la estación E-N17 no cumple por las concentraciones de nitrato y fosfato (Tabla 31). La masa de agua de transición de Nerbioi interior se encuentra en un estado fisicoquímico **Peor que Bueno**.

Tabla 31 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Nerbioi interior mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-N10	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		85,56	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤34,3	1,6	4,68	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤121,3	1,6	49,65	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤3,39	0,16	1,41	Bueno
E-N15	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		96,08	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤18,6	1,6	4,87	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤52,3	1,6	51,84	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤1,82	0,16	3,16	Peor que Bueno
E-N17	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		97,75	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤18,6	1,6	6,44	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤52,3	1,6	60,69	Peor que Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤1,82	0,16	5,35	Peor que Bueno

En la Figura 32 se muestra la evolución temporal de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el interior del estuario (E-N10, E-N15 y E-N17) para ciclos de seis años en el periodo de 1994 a 2023.

En la serie temporal, la estación E-N10 presenta una tendencia a la mejora estadísticamente significativa ($p<0,01$) para la saturación de oxígeno y las concentraciones de amonio y fosfato, cumpliendo las normas de los nutrientes a partir del ciclo de seis años de 1999 a 2004 y del oxígeno a partir del ciclo de 2004 a 2009 de manera continuada. Los valores bajos de saturación de oxígeno coinciden con los valores más altos de amonio y fosfato que se registraron al inicio de la serie, especialmente desde 1994 a 2000, años en los cuales no estaba en funcionamiento el tratamiento biológico del sistema de saneamiento. El nitrato, por el contrario, no muestra una tendencia clara a lo largo de la serie histórica y siempre cumple con el objetivo de calidad (121,3 $\mu mol \cdot L^{-1}$) (Figura 32).

En el caso de la estación intermedia (E-N15), la serie temporal consta de 17 ciclos de seis años. Se observa una tendencia significativa y positiva para la saturación de oxígeno ($p<0,01$) mostrando valores por encima del objetivo de calidad a partir del ciclo de 2003 a 2008 (Figura 32). Asimismo, se aprecia una mejoría en la tendencia del amonio, que disminuye significativamente a lo largo del tiempo, llegando a alcanzar el objetivo de calidad a partir del ciclo de 2008 a 2013. Las concentraciones de fosfato y nitrato no muestran una tendencia temporal significativa en E-N15, pero predominan los incumplimientos de su objetivo de calidad (Figura 32).

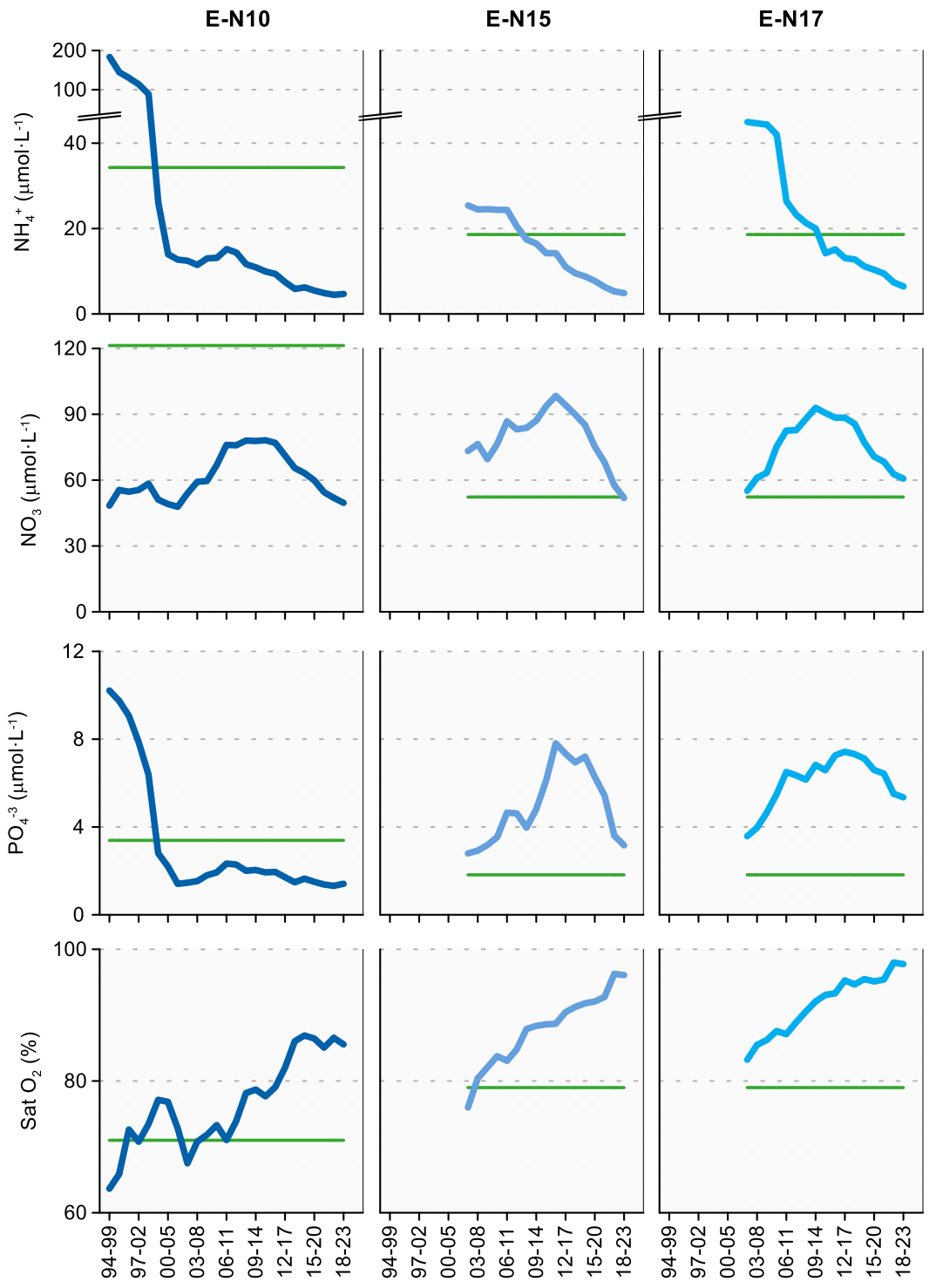


Figura 32 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi interior en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

En la estación E-N17, a lo largo del tiempo observa una mejoría significativa ($p<0,05$) para la saturación de oxígeno y la concentración de amonio, registrándose los valores más altos de oxígeno junto con los valores más bajos de amonio en los últimos años de la serie. Por otra parte, el nitrato y el fosfato no presentan ninguna tendencia temporal; la mayoría de los valores de estos nutrientes incumplen objetivo de calidad durante el periodo de estudio (Figura 32).

Respecto a las variables fisicoquímicas, los resultados en gran medida son coherentes con lo que se espera tras una reducción de las presiones antrópicas (cierre de empresas, saneamiento, …). La mayoría de las variables que se pueden utilizar como indicadoras de la descarga de aguas residuales muestran una tendencia decreciente (turbidez, TOC, y compuestos de P y N, excepto el nitrato). Además, la tendencia de incremento de oxígeno confirma la efectividad de los trabajos de saneamiento realizados en el área en las dos últimas décadas.

Sin embargo, el aumento de los valores de algunas variables en la estación E-N17 podría estar en relación con la proximidad de ésta al vertido de la depuradora de Galindo que, aunque tenga un buen rendimiento, concentra el único vertido cerca de la estación.

En relación con la evolución temporal de las condiciones fisicoquímicas generales, basada en el percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 (Figura 33), las tres estaciones presentan una tendencia significativa a la mejora ($p<0,05$) a pesar de que puntualmente pueda haber algún empeoramiento. Sin embargo, en las estaciones de la zona intermedia del estuario la evolución es muy lenta, oscilando entre los estados deficiente y bueno (Figura 33).

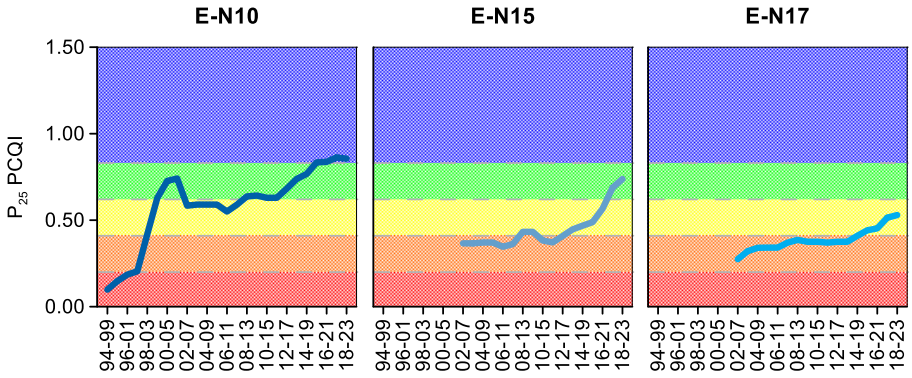


Figura 33 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de las estaciones de muestreo E-N10, E-N15 y E-N17 de la masa de agua de transición del Nerbioi interior. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

4.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa alcanza el **Muy Buen** estado, al igual que dos de las tres estaciones de la masa (Tabla 32), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 32 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa del Nerbioi interior en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-N10	E-N15	E-N17	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico determinada en 2023 indica que, en esta masa de agua, de forma global, **no se alcanza el buen estado químico** (Tabla 33), por superación de la NCA-MA y NCA-CMA asociada a HCH.

En la campaña de 2023 las concentraciones de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivas NCA-MA, excepto el HCH, que superan la NCA-MA y NCA-CMA en las estaciones E-N15 y E-N17 (Tabla 33).

Esta masa de agua no alcanza el buen estado químico desde 2008 por presencia de varias sustancias (Tabla 34), si bien ha sido sistemáticamente el HCH el que no ha cumplido, indicando que hay una contaminación crónica por esta sustancia que se fabricó en la cuenca.

Tabla 33 Evaluación del Estado Químico en la masa del Nerbioi interior en 2023, para sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-N10	E-N15	E-N17	Global
DDT total (2DDT + 2DDD+ 2DDE)	NCA-MA Agua	0,025	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
p,p-DDT	NCA-MA Agua	0,01	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Plaguicidas de tipo ciclodieno (Aldrín, Dieldrín, Isodrín)	NCA-MA Agua	0,005	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0005	0,0012	0,0247	0,0211	No Cumple
	NCA-CMA Agua	0,02	0,0005	0,0034	0,0730	0,0469	No Cumple
Hexaclorobenceno	NCA-CMA Agua	0,05	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	0,0007	0,0010	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	0,001	0,0008	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	<LC	0,001	0,001	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0010	0,0033	0,0038	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	0,0024	0,0050	0,0070	Cumple
	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	0,0280	0,0165	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	<LC	0,00020	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	0,03	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	4,00	Cumple
Estado Químico				Bueno	No alcanza	No alcanza	No alcanza

Tabla 34 Estado químico de la masa de agua de transición Nerbioi Interior entre los años 2008-2023.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2008	No alcanza	HCH, Pb; Cd (sedimento), Hg (sedimento)
2009	No alcanza	HCH; Cd (sedimento), Hg (sedimento)
2010	No alcanza	HCH
2011	No alcanza	HCH, Hg (sedimentos), Benzo(g,h,i)perileno y Indeno(1,2,3-cd)pireno
2012	No alcanza	HCH
2013	No alcanza	HCH
2014	No alcanza	HCH, Benzo(g,h,i)perileno+ Indeno(1,2,3-cd)pireno
2015	No alcanza	HCH
2016	No alcanza	HCH, Cd
2017	No alcanza	HCH
2018	No alcanza	HCH
2019	No alcanza	HCH
2020	No alcanza	HCH
2021	No alcanza	HCH
2022	No alcanza	HCH
2023	No alcanza	HCH

En la investigación que se lleva a cabo en el estuario del Nerbioi denominada "*Estudio de contaminantes específicos en el entorno de la masa de agua de transición del Ibaizabal (Hexaclorociclohexano)*"[11], se hace un seguimiento más exhaustivo con muestreos bimensuales y se comprobó que en este punto no se alcanza el buen estado químico al superar las normas de calidad establecidas para el HCH, haciendo que la masa no alcance el buen estado químico (Figura 34).

En este informe se concluye que la evaluación conjunta de los datos obtenidos en aguas permite la clara identificación de focos de contaminación en el bajo Ibaizabal que provocan superación de la norma de calidad de ΣHCH, tales como la escombrera Etxe-Uli (en el Ballonti), el antiguo vertedero de Artxanda (en el Asua), o el vertedero de Lleuri (en el Gobelas), entre otros. Destacan también las altas concentraciones del Asua en Sangroniz, acordes con la presencia de suelos contaminados en las inmediaciones de los terrenos en los que se situaba la fábrica de lindano Nexana.

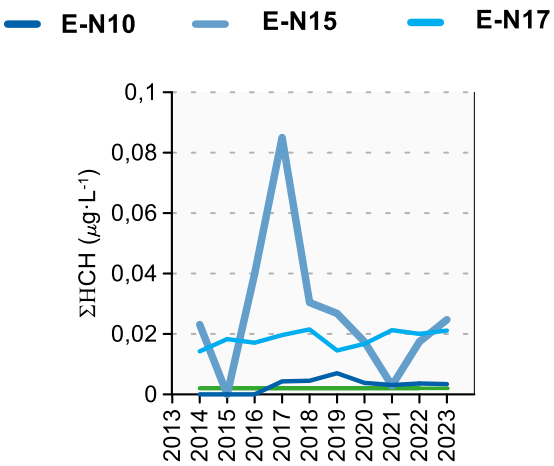


Figura 34 Evolución temporal de la concentración media anual para el ΣHCH en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Nerbioi interior en el periodo que abarca desde 2014 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

En la Figura 35 se muestra la evolución de la concentración media de los metales correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las tres estaciones de muestreo (E-N10, E-N15 y E-N17) hasta el año 2006; desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

Se observan tendencias decrecientes en algunos metales (Cd, Zn, Pb, Ni) y estaciones. Hay algunos metales que siempre han estado por debajo de las normas de calidad (Ni, Zn, Cu), y todos ellos presentan los valores más bajos de la serie en los años más recientes (a partir de 2011). Sin duda estas tendencias decrecientes están en relación con el saneamiento de la cuenca y del estuario, así como por el cierre de empresas y actividades muy contaminantes, como Altos Hornos de Vizcaya en 1996, o el sector minero.

El cambio de la norma de calidad para plomo en 2018 (7,2 µg L^{-1} a 1,3 µg L^{-1}) ha dado lugar a que se pase de un cumplimiento total a lo largo de la serie, a incumplimientos en las tres estaciones, si bien en los años recientes, a partir de 2015, hay un cumplimiento prácticamente total (Figura 35).

[11] http://www.uragentzia.euskadi.eus/informacion/ultimos-informes/u81-0003342/es/

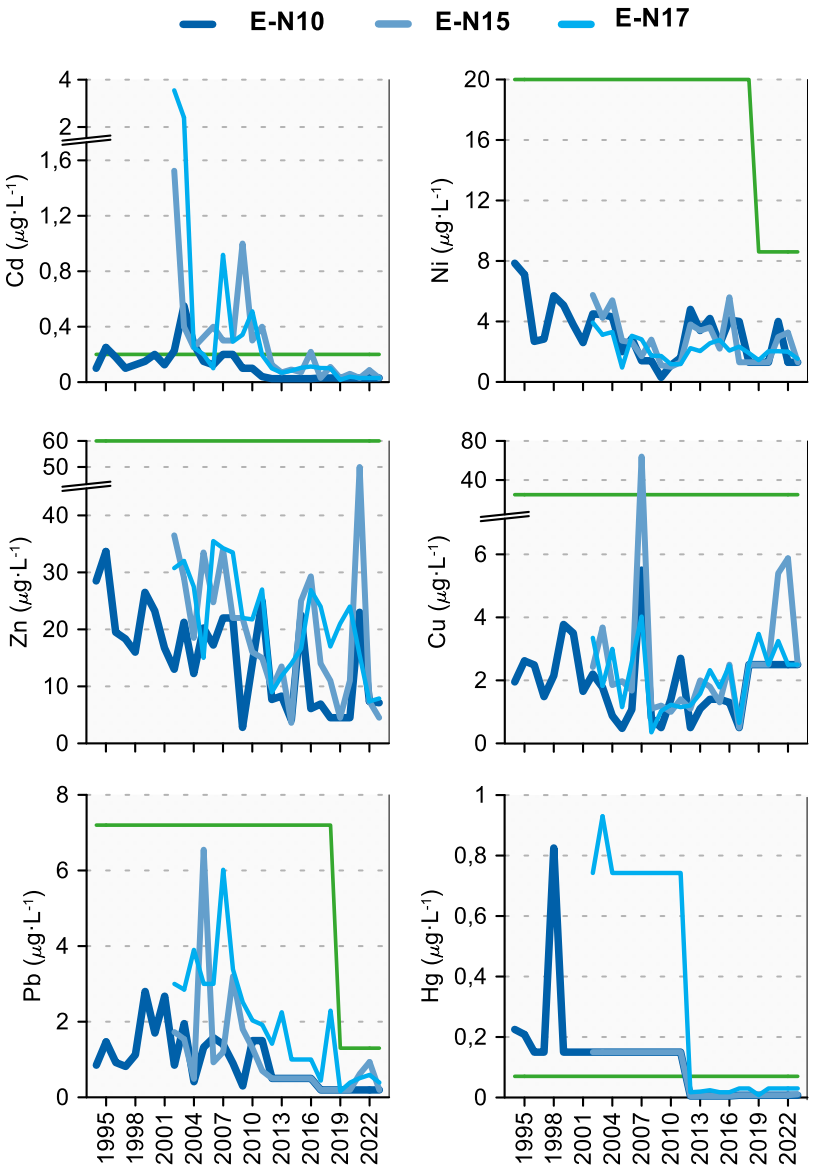


Figura 35 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Nerbioi interior en el periodo que abarca desde 1996 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

4.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa de agua se muestrearon en febrero de 2023 en las tres estaciones. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 35.

En la campaña de 2023, las estaciones E-N15 y E-N17 poseen un sedimento limo-arenoso y en la estación E-N10 el sedimento es arenoso (Tabla 35). Las estaciones E-N15 y E-N17, con mayor presencia de sedimento fino, presentan mayor contenido de materia orgánica. El análisis de tendencias a largo plazo únicamente muestra resultados estadísticamente significativos en la estación E-N10: el potencial redox muestra un patrón creciente, acorde a la tendencia decreciente en el contenido en materia orgánica. En las estaciones E-N15 y E-N17 no se observa ningún patrón temporal claro en el potencial redox o en el contenido en materia orgánica (Figura 36).

Tabla 35 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox), concentraciones de metales (mg·kg^{-1}, peso seco) y compuestos orgánicos (µg·kg^{-1}, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimento de la masa de agua de transición del Nerbioi interior en la campaña de invierno de 2023.

E-N10 (Fecha de muestreo: 13/02/2023)							
Gravas (%)	13,5	PCB 28	<1	Aldrín	<1	Pireno	<10
Arenas (%)	86,2	PCB 52	<1	Dieldrín	<1	Criseno	<10
Limos (%)	0,3	PCB 101	<1	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	<10
MO (%)	2,5	PCB 105	1	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	<10
Eh (mV)	326	PCB 118	<1	Fenantreno	<10	Fluoranteno	14
Cd	0,50	PCB 138	<1	Indeno[1,2,3-cd]pireno	<10	Benzo[a]antraceno	11
Cr	144	PCB 153	1	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	<10
Cu	96	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	<10
Hg	0,20	PCB 180	<1	Acenafteno	<10		
Ni	66	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	84	p,p-DDD	<1	Antraceno	<10		
Zn	311	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	<10		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	<10		
		gHCH	<1	Perileno	<10		
E-N15 (Fecha de muestreo: 13/02/2023)							
Gravas (%)	0	PCB 28	<1	Aldrín	<1	Pireno	40
Arenas (%)	26	PCB 52	<1	Dieldrín	<1	Criseno	26
Limos (%)	74	PCB 101	1	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	23
MO (%)	6,3	PCB 105	5	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	14
Eh (mV)	-113	PCB 118	<1	Fenantreno	16	Fluoranteno	70
Cd	1,0	PCB 138	2	Indeno[1,2,3-cd]pireno	19	Benzo[a]antraceno	25
Cr	58	PCB 153	4	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	40
Cu	67	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	26
Hg	1,0	PCB 180	4	Acenafteno	<10		
Ni	27	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	102	p,p-DDD	<1	Antraceno	<10		
Zn	254	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	19		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	<10		
		gHCH	<1	Perileno	15		
E-N17 (Fecha de muestreo: 13/02/2023)							
Gravas (%)	1,2	PCB 28	<1	Aldrín	<1	Pireno	230
Arenas (%)	43	PCB 52	<1	Dieldrín	<1	Criseno	110
Limos (%)	55,8	PCB 101	<1	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	70
MO (%)	5,4	PCB 105	3	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	40
Eh (mV)	-157	PCB 118	<1	Fenantreno	180	Fluoranteno	400
Cd	0,80	PCB 138	1	Indeno[1,2,3-cd]pireno	60	Benzo[a]antraceno	140
Cr	71	PCB 153	3	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	160
Cu	63	PCB 156	<1	Acenaftileno	11	Benzo[a]pireno	120
Hg	0,35	PCB 180	2	Acenafteno	<10		
Ni	37	p,p-DDE	<1	Fluoreno	40		
Pb	81	p,p-DDD	<1	Antraceno	60		
Zn	338	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	80		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	23		
		gHCH	<1	Perileno	32		

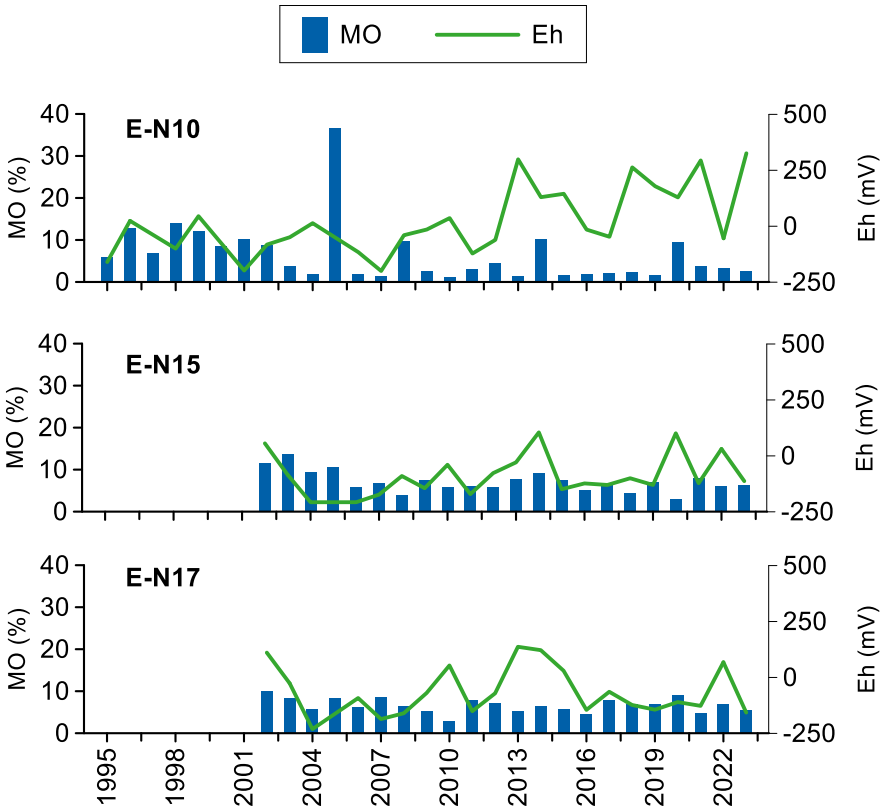


Figura 36 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Nerbioi interior (muestreos de invierno).

En lo referente a metales, en la campaña de 2023, las mayores concentraciones de Cr, Cu y Ni se localizan en la estación E-N10, las de Cd, Hg y Pb se encuentran en E-N15 y la mayor concentración de Zn se registra en E-N17 (Tabla 35). La Figura 37 muestra la evolución temporal de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados en las campañas de invierno. Destacan los máximos entre 2006 y 2011 en las concentraciones de Cu, Hg, Pb y Zn, y de Pb y Zn en la campaña de 2016 en la estación E-N17, y el máximo de Zn en la estación E-N15 en 2018. En relación con el análisis de tendencias a largo plazo, y teniendo en cuenta el período representado en la Figura 37, en ninguna de las tres estaciones se observa tendencia estadísticamente significativa en las concentraciones de los metales evaluados.

En el caso de los compuestos orgánicos, se observa un aumento en la concentración de PAHs desde la estación más interna (E-N10) a la estación más externa (E-N17), mientras que las concentraciones más elevadas de PCBs y pesticidas se encuentran en la estación intermedia E-N15.

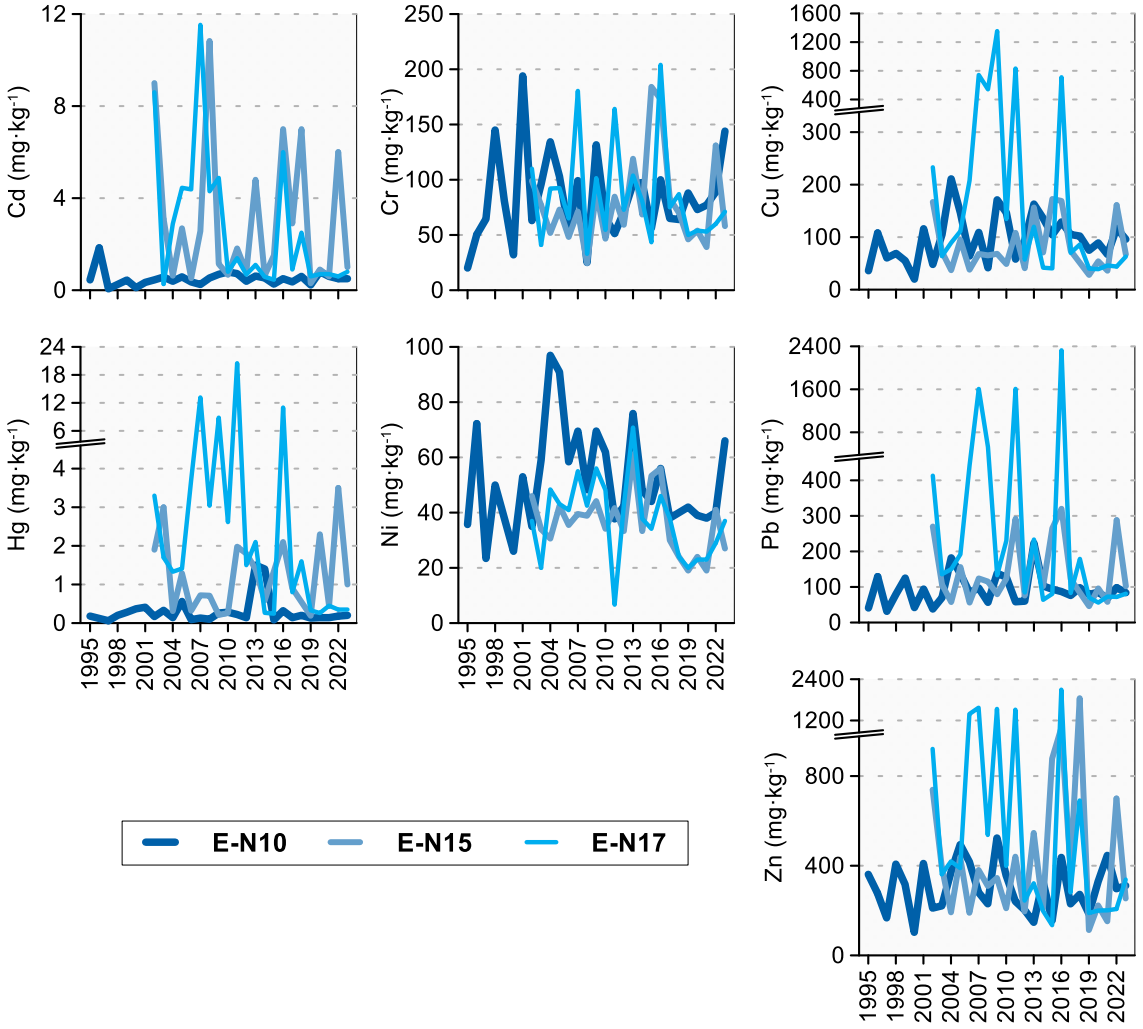


Figura 37 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Nerbioi interior (muestreos de invierno).

4.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2023, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-N20. Los resultados obtenidos en dicho muestreo, que se presentan en la Tabla 36, se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota). Hay que hacer notar que la norma se aplica en peces, siendo de aplicación en moluscos solo fluoranteno y benzo(a)pireno, por lo que la evaluación sólo aplica a estos dos.

Tabla 36 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Nerbioi Interior en 2023, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-N20	Global
Dicofol	NCA biota	33	20	<LC	No aplica
PFOS	NCA biota	9,1	1	<LC	No aplica
Hexabromociclododecano	NCA biota	167	100	<LC	No aplica
Hexaclorobenceno	NCA biota	10	1	<LC	No aplica
Hexaclorobutadieno	NCA biota	55	50	<LC	No aplica
Mercurio y sus compuestos	NCA biota	20	6	15	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0059	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	4,10	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,31	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Como las ostras son filtradoras, pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. Por tanto, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, los resultados en biomonitores prevalecen sobre los resultados en las aguas.

Por lo tanto, teniendo en cuenta conjuntamente los resultados obtenidos en aguas como los obtenidos en biomonitores para aquellas sustancias que aplican a bivalvos, la masa de transición del Nerbioi Interior **no alcanza el buen estado químico** por HCH en aguas.

4.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

4.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

Teniendo en cuenta los datos de superficie y fondo de las campañas trimestrales, la concentración de **clorofila-a** en 2023 oscila entre 0,3 y 14,1 $\mu g \cdot L^{-1}$ (Figura 38). Estos valores son inferiores a los picos medidos en agosto de 2022, que alcanzaron unos 40 $\mu g \cdot L^{-1}$. Al igual que el año pasado, en 2023 el máximo absoluto se mide en verano, en las aguas de superficie de la estación de cabecera (E-N10) durante la pleamar, pero hay valores muy cercanos en E-N15 en pleamar y en E-N17 en bajamar.

Aunque a escala anual la salinidad abarca en superficie un rango muy amplio (2−32), si nos limitamos a los picos de clorofila registrados en agosto de 2023 las condiciones son más concretas: entre 24 y 27, características de aguas polihalinas (Figura 38).

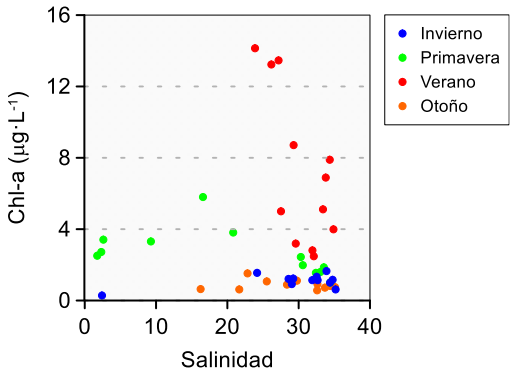


Figura 38 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior en las cuatro épocas de estudio durante 2023. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

La **evolución temporal de la biomasa fitoplanctónica** a largo plazo se ha estudiado mediante el cálculo del percentil 90 de la clorofila-a (P_{90}) en periodos móviles de seis años (Figura 39).

En la estación E-N10 se produce un fuerte descenso del P_{90} a comienzos de la década de 2000, que en el resto no se puede verificar por no haber medidas en esos años (Figura 39). Como se comenta en otros capítulos, en esos años también descendió considerablemente el P_{90} en el Nerbioi Exterior y en la costa cercana (L-N10 y L-N20). Sin embargo, el incremento del P_{90} que se produce justo al comienzo de la serie en E-N10 no se aprecia en las otras. Esto podría explicarse porque durante los años 90 el fitoplancton estaba más limitado por la luz en la cabecera del estuario, que en la masa de agua del Nerbioi Exterior y en la zona costera. Por ello, el incremento inicial de la clorofila en E-N10 podría ser consecuencia de una mayor disponibilidad de luz asociada a las actuaciones de saneamiento. La conexión de los vertidos de Bilbao a la EDAR de Galindo se realizó progresivamente entre 1995 y 2002; en ese mismo periodo puede observarse en la estación E-N10 cómo las concentraciones de amonio y fosfato acaban cayendo hasta niveles mucho más bajos y cumpliendo objetivos (Figura 32, indicadores fisicoquímicos). Sin embargo, hasta el año 2004 la transparencia del agua también aumenta en la zona

interna de la Ría de Bilbao a una tasa muy alta (Revilla et al., 2022a).

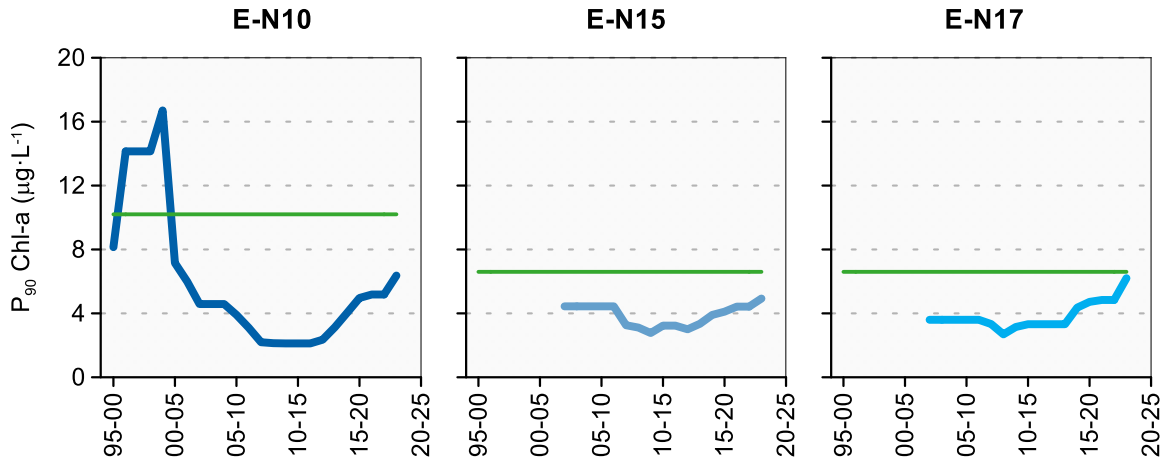


Figura 39 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas mesohalinas (E-N10) y polihalinas (E-N15, E-N17).

Como también puede verse en la Figura 39, en la estación E-N10 (mesohalina actualmente) el P_{90} cumple el objetivo desde hace casi dos décadas, aunque comenzó a ascender en el periodo 2012-2017. En las estaciones E-N15 y E-N17 (polihalinas), la clorofila cumple con el objetivo de calidad desde el primer periodo, pero el P_{90} también está yendo en aumento y actualmente en E-N17 se sitúa cerca del límite. En esta estación, al igual que en la situada aguas abajo en el Nerbioi Exterior (E-N20), el ascenso del P_{90} comienza tres años antes que en la cabecera del estuario, en el periodo 2009-2014.

Respecto a la **composición y abundancia del fitoplancton**, se ha hecho uso de datos del seguimiento que realiza el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (CABB). Para ello, se han seleccionado las siguientes estaciones: RESN06 (Zorroza), situada en la zona superior del estuario y de carácter generalmente mesohalino; RESN04 (Axpe), situada en la zona media del estuario y de carácter meso−polihalino; y RESN03 (Puente de Bizkaia), en la confluencia con la masa del Nerbioi exterior y de carácter polihalino.

En la Tabla 37 se muestran las variables que describen de manera general a la comunidad fitoplanctónica, en superficie, estacionalmente. Como puede verse, la abundancia en las muestras recogidas en 2023 oscila en un rango amplio, entre valores del orden de 10^5 y 10^7 células·L^{-1}. Las tres estaciones presentan los valores mínimos en invierno; los máximos tienen lugar en verano en dos de ellas y en otoño en la más interior.

Las muestras tomadas en enero por el CABB, además de los mínimos de densidad celular, tienen una riqueza muy baja (Tabla 37). Están constituidas principalmente por diatomeas pennales y criptofitas. La salinidad en dichas muestras indica condiciones principalmente mesohalinas, con un rango de 8−19. La campaña de la Red de Calidad se realiza un mes más tarde, el 13 de febrero, y durante esta la clorofila también se mantiene en valores relativamente bajos (Figura 38).

En las muestras del CABB del 24 de abril la salinidad aumenta ligeramente (10−23) y se observan abundancias un orden de magnitud más altas que en invierno, aunque todavía moderadas (Tabla 37). Las criptofitas dominan en los tres puntos de muestreo, especialmente Hemiselmis spp., Teleaulax spp. y Plagioselmis spp. Esta última supera ligeramente el umbral de bloom con 0,8·106 células·L-1 en la zona superior del estuario (estación RESN06) donde las aguas son de naturaleza mesohalina. Las condiciones atmosféricas algunos días antes son de alta temperatura (máximas de hasta 27 ºC) y escasa precipitación. La campaña de la Red de Calidad tiene lugar un mes más tarde, el 25 de mayo,

y presenta niveles de clorofila también acordes con una abundancia celular moderada (Figura 38).

Tabla 37 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie en cada una de las estaciones de la Masa de Agua de Transición del Nerbioi Interior. Datos aportados por el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia. Correspondencia de las estaciones de muestreo: RESN06 (Zorroza) ~E-N10; RESN04 (Axpe) ~E-N15; RESN03 (Puente de Bizkaia) ~E-N17.

		12/01/2023			24/04/2023		
Parámetro	Unidad	RESN06	RESN04	RESN03	RESN06	RESN04	RESN03
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	207	238	107	2.235	2.199	976
Diversidad	(bit·cel^{-1})	1,3	1,8	2,7	2,6	2,9	3,5
Riqueza	(*# taxa*)	6	9	12	19	30	33
		10/07/2023			**03/10/2023**		
Parámetro	**Unidad**	**RESN06**	**RESN04**	**RESN03**	**RESN06**	**RESN04**	**RESN03**
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	10.072	5.487	5.933	15.695	2.811	1.342
Diversidad	(bit·cel^{-1})	1,7	3,0	3,5	2,2	2,8	3,4
Riqueza	(*# taxa*)	15	33	41	27	22	46

La campaña de verano del CABB se realiza seis semanas antes del muestreo de clorofila de la Red de Calidad, que también puso de manifiesto la presencia de blooms (Figura 38). El 10 de julio viene precedido por un periodo de bajas precipitaciones, lo cual se refleja en la salinidad de las muestras de fitoplancton (14−28). La densidad celular presenta el máximo en la zona superior del estuario, aunque los blooms se perciben hasta la estación RESN03, muy cercana al Abra (Tabla 37). No hay presencia de la criptofita *Urgorri complanatus*, que es recurrente en este estuario y cuyos blooms dan lugar a coloración del agua. Sin embargo, *Plagioselmis* spp. supera el umbral de bloom en RESN03 y *Hemiselmis* spp. lo hace en los tres puntos de muestreo (con mayor intensidad en RESN06, donde alcanza $6{,}7 \cdot 10^6$ células·L^{-1}). Las diatomeas centrales de pequeño tamaño causan floraciones también en RESN06 ($1{,}4 \cdot 10^6$ células·L^{-1}). Además, hay una alta concentración de pequeñas formas sin identificar (hasta $1{,}0 \cdot 10^6$ células·L^{-1}).

El 3 de octubre, con los valores de salinidad más altos en las muestras de fitoplancton (25−31) se observan abundancias moderadas en las aguas de naturaleza más marina (RESN03) que aumentan considerablemente hacia la zona superior del estuario (Tabla 37). Así, en la estación RESN06 los blooms son incluso más intensos que los registrados en primavera y verano. Las especies dominantes vuelven a ser criptofitas, llegando en ese punto a alcanzar: *Plagioselmis* spp. $1{,}4 \cdot 10^6$ células·L^{-1}, *Teleaulax* spp. $4{,}4 \cdot 10^6$ células·L^{-1} y *Hemiselmis* spp. $7{,}3 \cdot 10^6$ células·L^{-1}. Junto con estos pequeños flagelados, las diatomeas centrales de pequeño tamaño también superan el umbral de bloom en RESN06 con $1{,}0 \cdot 10^6$ células·L^{-1}. Hay que indicar que en los días previos a la campaña de otoño del CABB la temperatura atmosférica había sido muy elevada (hasta 36ºC) y las precipitaciones muy escasas. Casi dos meses más tarde, la clorofila medida en la Red de Calidad (el 20 de noviembre) ya no refleja una elevada biomasa fitoplanctónica (Figura 38).

Cabe mencionar la presencia en esta masa de agua de la rafidofícea *Heterosigma akashiwo*, microalga ictiotóxica. Aunque en densidades bajas (del orden de 10^3 células·L^{-1}) se detectó en la campaña de julio y en la de octubre. Los blooms de este flagelado se ven favorecidos por el aumento de la temperatura del sedimento, ya que a partir de cierto umbral las células salen de la fase de resistencia y pasan a la columna de agua.

Las condiciones meteorológicas en 2023 fueron muy propicias para el desarrollo y la permanencia de floraciones fitoplanctónicas en los estuarios de la costa vasca, porque hubo periodos prolongados de calma atmosférica y caudal fluvial bajo. El año 2023 destacó por ser muy cálido. Según los registros de AEMET en la estación del Aeropuerto de Bilbao la temperatura media anual se situó dos desviaciones estándar por encima de la media del periodo de referencia (1991−2020). De hecho, el año 2023 fue el segundo año más cálido registrado desde 1961 en dicha estación (el más cálido fue 2022). En cuanto

a precipitación, no fue un año seco como lo había sido 2022. Al contrario, 2023 en conjunto fue lluvioso: la precipitación anual acumulada (1242 mm) se situó por encima de la media del periodo de referencia (1142 mm). Pero, la distribución de las lluvias a lo largo del tiempo fue muy irregular, ya que más de la mitad de las precipitaciones en 2023 se concentraron en enero, noviembre y diciembre.

Por último, se ha calculado el **estado asociado al fitoplancton** para el último periodo de evaluación (Tabla 38). Según la biomasa fitoplanctónica (clorofila-a) todas las estaciones se clasifican con buen potencial, aunque el ratio de calidad ecológica presenta un patrón de disminución desde la cabecera hacia la zona media del estuario. En el global de la masa de agua la calificación actualmente es de **Potencial Bueno (EQR=0,452)**.

Tabla 38 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la Masa de Agua de Transición del Nerbioi Interior, así como en su globalidad. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (verde: potencial bueno).

Periodo	Estación	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2018-2023	E-N10	6,37	0,534
	E-N15	4,93	0,446
	E-N17	6,20	0,355
	Nerbioi Interior Transición	5,8709*	0,452

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

La distribución espacial de las concentraciones de nutrientes en los últimos años pone de manifiesto que el estuario todavía presenta aportes por encima de lo recomendado en su zona media, especialmente de fosfato y en menor medida de nitrato (Figura 32). Esto posiblemente hace disminuir el potencial del fitoplancton en las estaciones E-N15 y E-N17. También afectará a la estación situada aguas abajo, E-N20, que presenta un EQR para el fitoplancton menor que la situada más cerca de mar abierto, la E-N30 (véase capítulo sobre la masa de transición del Nerbioi Exterior).

En la Figura 40 se muestra la evolución temporal del potencial ecológico del fitoplancton para la masa de agua del Nerbioi Interior en conjunto. Aunque ha alcanzado al menos la categoría de Bueno a lo largo de toda la serie y en la mayor parte de esta se sitúa en Máximo potencial, el EQR comenzó a descender en el periodo de evaluación 2009-2014, y continúa con esa tendencia. También hay que tener en cuenta que en los últimos años las condiciones estiaje son muy prolongadas y, por lo tanto, favorables para la acumulación de fitoplancton en los estuarios, como se comenta más arriba.

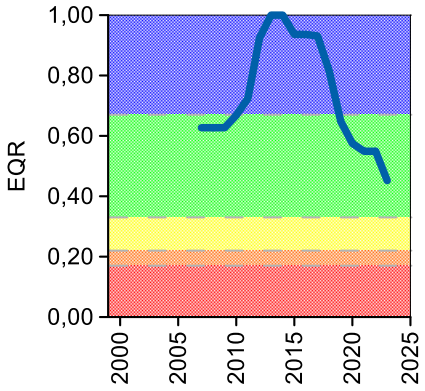


Figura 40 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Nerbioi Interior a lo largo del seguimiento (rojo: potencial malo; naranja: potencial deficiente; amarillo: potencial moderado; verde: buen potencial; azul: máximo potencial). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

4.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas de la masa de agua fueron muestreadas trienalmente entre 2003 y 2021, por lo que la evaluación de 2023 corresponde a la campaña de 2021. En la Tabla 39 se muestran los resultados obtenidos en dichas campañas para cada una de las estaciones a las que se adscriben las zonas estudiadas y para el global de la masa de agua.

La calificación obtenida en 2021 fue de Potencial Moderado para la estación más exterior y de Potencial Malo para las otras dos estaciones (Tabla 39). Este resultado responde, básicamente, a la baja riqueza específica encontrada y a la baja cobertura relativa de especies no tolerantes a la alteración, así como a la alta cobertura relativa de clorofíceas respecto a la cobertura del resto de algas. Con estos resultados, la calificación para el conjunto de la masa de agua sería de **Potencial Moderado**. Destaca que, por primera vez a lo largo del seguimiento, se alcanza un Potencial Moderado para el global de la masa de agua, que históricamente se ha clasificado en Potencial Deficiente (con 2009 como excepción, en que la calificación final fue de Potencial Malo). Sin embargo, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Además, la Masa de Agua del Nerbioi Interior se considera una masa de agua muy modificada por las alteraciones hidromorfológicas (artificialización de las superficies intermareales). Es por ello por lo que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado y del potencial ecológico.

Tabla 39 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la masa de agua muy modificada del Nerbioi Interior, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (rojo: Potencial Malo; naranja: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado).

Campaña	Estación			Global
	E-N10	E-N15	E-N17	
2003	0,125	0,125	0,335	0,240
2006	0,143	0,125	0,365	0,287
2009	0,125	0,191	0,201	0,178
2012	0,125	0,191	0,359	0,284
2015	0,125	0,191	0,250	0,211
2018	0,125	0,191	0,377	0,294
2021	0,125	0,125	0,498	0,371

4.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La masa de agua tiene un tramo interno (estación E-N10) en el que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos presenta parámetros estructurales muy variables a lo largo del tiempo. En la presente campaña (Tabla 40), la densidad y la riqueza son superiores al promedio de la estación para el seguimiento (397 ind·m^{-2} y 7 *taxa*, respectivamente). En cambio, la diversidad específica es menor que el promedio (1,8 bit·ind^{-1}). Por especies, domina el caracolillo *Peringia ulvae*, que supone hasta un 84% de la densidad de la estación y un 95% de la biomasa. Destaca la presencia de dos especies alóctonas: el anfípodo de origen asiático *Grandidierella japonica* y el mejillón invasor *Xenostrobus securis*. En cuanto a AMBI, dominan las especies tolerantes (GE III) con claridad, por lo que la estación queda calificada como moderadamente alterada (AMBI=3,7).

En el tramo medio (estación E-N15), se ha registrado una densidad muy inferior al promedio de la estación (3.705 ind·m^{-2}). En cambio, el valor de riqueza específica superior al promedio de la estación (18 taxa) (Tabla 40). La especie dominante es el caracolillo *P. ulvae*, seguido por el anfípodo de origen asiático *G. japonica*. Por otro lado, como en la estación anterior, dominan las especies tolerantes al enriquecimiento orgánico, aunque con densidad relativa menor, lo que explica que la estación quede calificada, en términos de AMBI, como ligeramente alterada (AMBI=3,2).

Por último, la estación E-N17 presenta un valor de densidad relativamente bajo en comparación con el promedio para el seguimiento de la estación (4.051 ind·m^{-2}), con una riqueza específica ligeramente superior al promedio (29 *taxa*). Por especies, domina el grupo de los oligoquetos, seguido por los poliquetos *Polycirrus* sp. y *Euclymene oerstedii*. Destaca también la presencia del anfípodo alócotono *G. japonica*, que ya fue identificado en la presente estación en las campañas de 2016, 2018, y 2020-2022, aunque en la presente campaña de 2023 presenta una densidad relativamente baja (20 ind·m^{-2}). Además, se ha identificado también un ejemplar del mejillón invasor *Arcuatula senhousia*. Se trata de una estación que, a lo largo del seguimiento viene presentando una riqueza relativamente alta. Además, a la presencia de algunas de las especies encontradas en las dos estaciones anteriores, se suman otras más características de zonas exteriores, lo que indica una complejización paulatina de la estructura de la biocenosis a medida que se avanza hacia la desembocadura. En cuanto al reparto de los grupos ecológicos, dominan las especies tolerantes, aunque destacan las especies oportunistas (la suma de oportunistas de primer orden y de segundo orden roza el 50% de la densidad de la estación), lo que hace que la estación quede calificada, según AMBI, como moderadamente alterada (AMBI=3,5).

Tabla 40 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua muy modificada del Nerbioi Interior. También se muestra la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	E-N10	E-N15	E-N17
Densidad	(ind·m^{-2})	1.137	227	1.510
Biomasa	(g·m^{-2})	2,282	0,597	3,927
Riqueza	(*# taxa*)	15	21	31
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	1,15	3,67	3,09
Equitabilidad densidad		0,30	0,83	0,62
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	0,42	3,07	2,96
Equitabilidad biomasa		0,11	0,70	0,60
Diversidad máxima	(bit)	3,91	4,39	4,95
AMBI		3,697	3,151	3,549
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Ligera	Alteración Moderada
M-AMBI$_{estación}$		0,701	0,822	0,758
M-AMBI$_{global}$		0,756		

Los valores de M-AMBI estimados para 2023 indican **Máximo Potencial** para las tres estaciones analizadas y, por tanto, para el global de la masa de agua (Tabla 40).

Destaca que, el tramo interior de la masa de agua presenta una clara tendencia positiva (sin duda relacionada con el saneamiento), aunque desde el máximo de la campaña de 2016 se suceden máximos y mínimos relativos decrecientes, sin que se conozca qué puede motivar esta regresión. En el tramo medio también parece ir fijándose una tendencia positiva a partir de 2009 (con aumento de la variabilidad interanual).

En el tramo exterior, en cambio, la tendencia es negativa, al menos hasta la campaña de 2020. Esta tendencia negativa en la estación E-N17, que se había observado también en algunas variables fisicoquímicas, como el fosfato, podría estar en relación con el incremento del caudal vertido por la depuradora de Galindo. Ésta se encuentra en las proximidades y, aunque el vertido está depurado biológicamente, podría afectar de alguna manera a la zona. Esto parece haberse trasladado al componente de los invertebrados bentónicos a partir de la campaña de 2021, en la que se obtuvo el mayor valor de M-AMBI del seguimiento (Figura 41), manteniéndose dicha mejora en 2022 y 2023. Convendría mantener una especial atención en la estación para comprobar que se produce una estabilización de los valores de M-AMBI cerca o por encima del límite entre el Buen Potencial y el Máximo Potencial, en respuesta a la mejora detectada en las concentraciones de nutrientes.

Hay otros factores que pueden influir en esta estación. Así, entre mayo y septiembre de 2016 (unos

cinco o seis meses antes del muestreo de la campaña de 2017) se dragaron 44.500 m^3 de fango en los muelles de la Naval, que están cerca de la estación E-N17, lo que podría haber supuesto la caída de máximo potencial a moderado que se produjo ese año en ella. En 2018 se detectó cierta recuperación en la zona, en consonancia con lo que venimos advirtiendo en otros casos, en que la recuperación tras un dragado tarda de 1 a 3 años. Sin embargo, entre el 25 de junio y el 2 de julio de 2018, se dragaron 4.000 m^3 de fango del muelle de Axpe (Navacel), muy cerca de la estación E-N17, por lo que no habría que descartar que la caída de calidad a comienzos de 2019 se deba a esta presión, que es coherente con la dominancia de especies oportunistas de primer orden, que son las primeras que recolonizan el sistema tras una degradación. En 2019 se dragaron un total de 90.000 m^3 de sedimento en la Dársena de Udondo, el canal de acceso a Astilleros, La Mudela-Vicinay, La Naval y en la apertura del canal de Deusto. Entre 2020 y 2021, se dragaron 9.500 m^3 en la dársena de Udondo; y en 2021, 25.800 m^3 en la zona de Arcelor-Mittal y el muelle AZ-1. En 2022 se dragaron las dársenas de Axpe, con 2.000 m^3, y Portu, con 30.000 m^3, y en 2023 se dragó en Udondo-Axpe un total de 60.000 m^3.

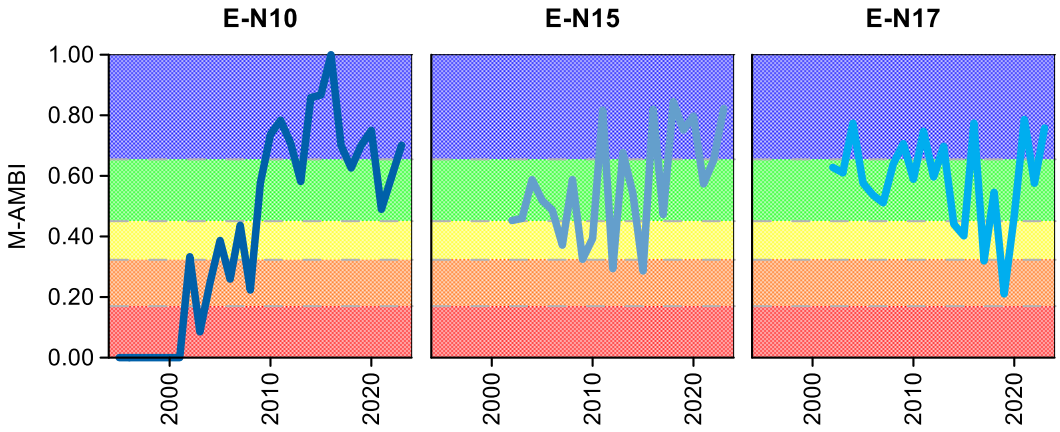


Figura 41 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las tres estaciones muestreadas en la masa de agua muy modificada del Nerbioi Interior a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Potencial; naranja: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado; verde: Buen Potencial; azul: Máximo Potencial).

4.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2021. Los muestreos se han realizado trienalmente desde 2002. Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 30. En esta masa de agua de transición además de los datos propios de la Red de Seguimiento, disponemos de datos del Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia entre los años 1989 y 2023, sin embargo, estos no se utilizan pues los transectos utilizados no son similares a los utilizados actualmente dentro de la Red de Seguimiento.

Este estuario se clasifica en el tipo T10, o estuario atlántico submareal. Esto significa que para el elemento peces, aunque se muestrean tanto peces como crustáceos, sólo se tienen en cuenta los peces en la evaluación.

En todos estos años han sido identificados 20 taxones de peces. Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición. Tal y como se muestra en la Figura 42, la frecuencia de aparición de todas ellas difiere año a año, presentado un máximo de riqueza en 2021 y un mínimo a finales de la década de 2000. El listado de 20 especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo con la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- las especies capturadas en el 100% de las ocasiones son tres: *Solea solea* (lenguado común), *Gobius niger* (chaparrudo) y cabuxinos del género *Pomatoschistus;*

- por primera vez en 2021 se detectó *Raja undulata* (raya mosaico), el góbido *Zebrus zebrus* (propia del Mediterráneo) y el pez plano *Arnoglossus thori* (soldado);

- más de la mitad de los taxones registrados aparecen de forma esporádica (1-3 apariciones a lo largo de toda la serie de datos).

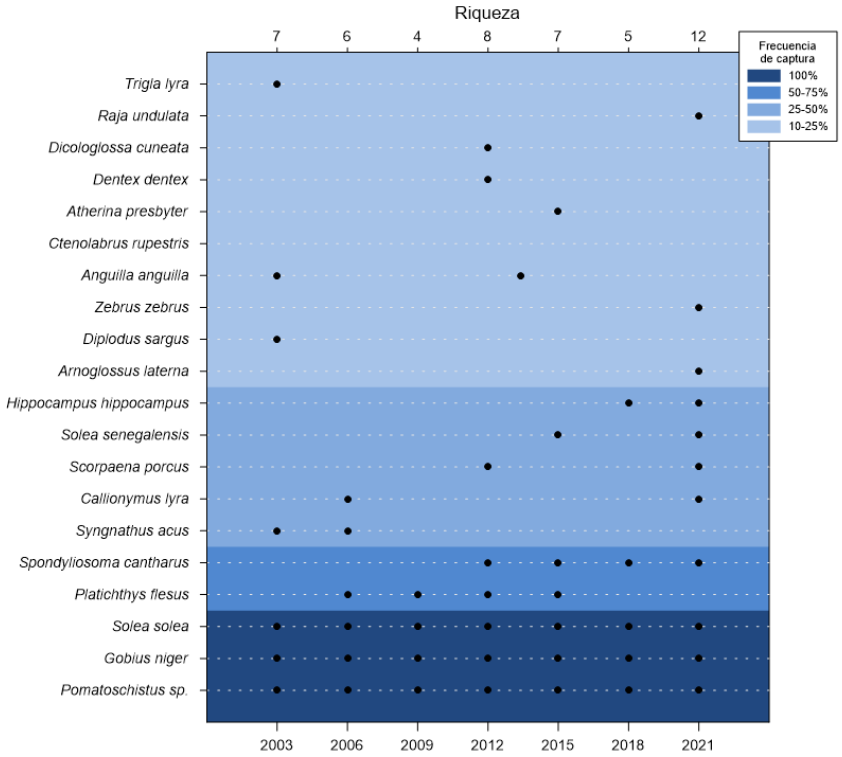


Figura 42 Listado de especies de peces capturados en la masa de agua de transición del Nerbioi interior (2003-2021). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (entre 10 y 25% de las ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado.

En cuanto a los parámetros estructurales, y tal y como muestra la Figura 43, en 2021 se rompe con la tendencia general hacia el empobrecimiento mostrado en las tres estaciones, alcanzando además en 2021 el máximo de riqueza de especies en el tramo exterior y medio. Los grandes picos de abundancias detectados en las tres estaciones corresponden a la captura máxima de cabuxinos. En líneas generales ninguna de las estaciones muestra un patrón de comportamiento claro.
De acuerdo a los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2021 la valoración global de la masa de agua alcanza la calificación de **Potencial Bueno** (Figura 44), con un valor de AFI muy cercano al límite con Potencial Moderado.

En líneas generales, tras un estado inicial con una calidad buena, en 2006 la calidad de la masa de agua desciende alcanzando su valor más bajo (moderado), debido posiblemente a los dragados efectuados en la zona, para en 2009 iniciar su evolución positiva y alcanzar por primera vez la calidad de máximo potencial en 2012. En 2021 vuelve a alcanzar el mismo valor que en 2003.

El descenso puntual de la calidad puede ser un ejemplo de respuesta ante la presión ejercida sobre el medio, aunque sea ocasionalmente. Entre agosto y diciembre de 2015 también se dieron dragados en la parte más baja (Olabeaga, Zorroza, Elorrieta, Galindo, Lamiako y Portugalete), con 69.000 m^3, lo que pudo haber originado la ligera caída de 2015 en la calidad de peces, ya que el muestreo se realiza en otoño. Entre junio y julio de 2018 se dragaron 4.000 m^3 de fango del muelle de Axpe (Navacel), cerca de la estación exterior. En 2019 se dragaron un total de 90.000 m^3 de sedimento en la dársena de Udondo, el canal de acceso a Astilleros, La Mudela-Vicinay, La Naval y en la apertura del canal de

Deusto. En 2020 se dragaron 19.400 m^3 en la zona de Zorrozaurre; entre 2020 y 2021, 9.500 m^3 en la dársena de Udondo; y en 2021, 25.800 m^3 en la zona de Arcelor-Mittal y el muelle AZ-1. Todas estas actuaciones han podido tener también alguna influencia sobre los peces.

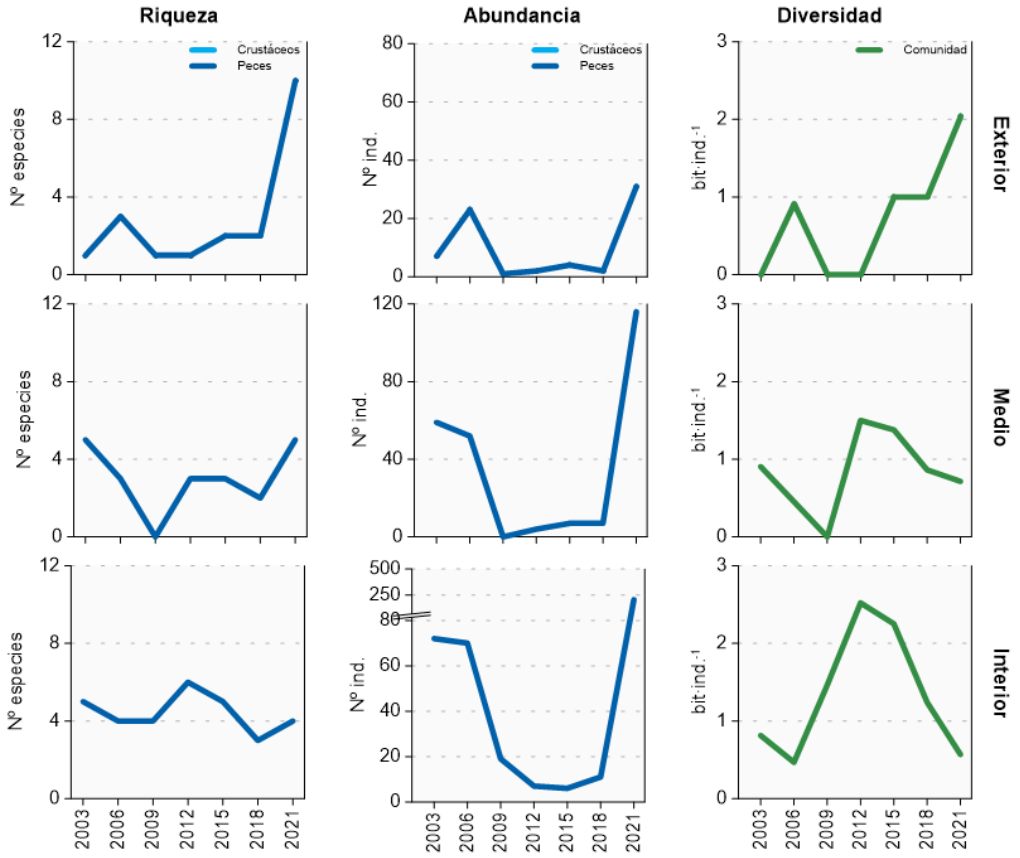


Figura 43 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones identificados en cada uno de los tramos muestreados de la masa de agua de transición del Nerbioi interior entre 2003 y 2021.

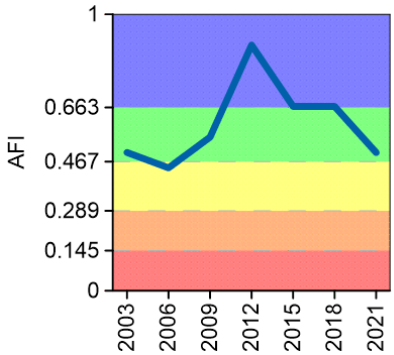


Figura 44 Valor de la calidad biológica de peces demersales obtenido para la masa de agua de transición del Nerbioi interior entre 2003 y 2021. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Máximo Potencial: ≥ 0,663; Buen Potencial: 0,467-0,663; Potencial Moderado: 0,289-0,467; Potencial Deficiente: 0,145-0,289 Potencial Malo: ≤ 0,145. AFI: AZTI's Fish Index.

4.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2023 se dragaron las dársenas de Axpe-Udondo, con 60.000 m^3. Con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica de **Moderado**, puesto que toda la masa se encuentra canalizada, siendo una masa de agua muy modificada.

Tabla 41 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa de transición del Nerbioi interior
Alteración de la línea de costa 1a	4
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	1
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	4
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,44 Deficiente
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Variación del caudal del río 7a	1
Cambio en el tiempo de residencia 7b	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	1
Cambio en la turbidez 8b	0
Cambio en la estratificación 9a	2
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,88 Bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,58 Moderado

5.

Masa de transición del Nerbioi exterior

5.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua muy modificada del Nerbioi exterior se analizan dos estaciones estuáricas. Trienalmente, entre 2003 y 2021, se analizaron una estación para vida piscícola y una para macroalgas estuáricas. Además, desde 2021 se ha analiza una estación para biomonitores (moluscos), localizada en el Abra exterior. Sus posiciones y denominación pueden verse en la Figura 45. En el caso de peces, también se añaden los datos anuales disponibles del Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia desde 1989.

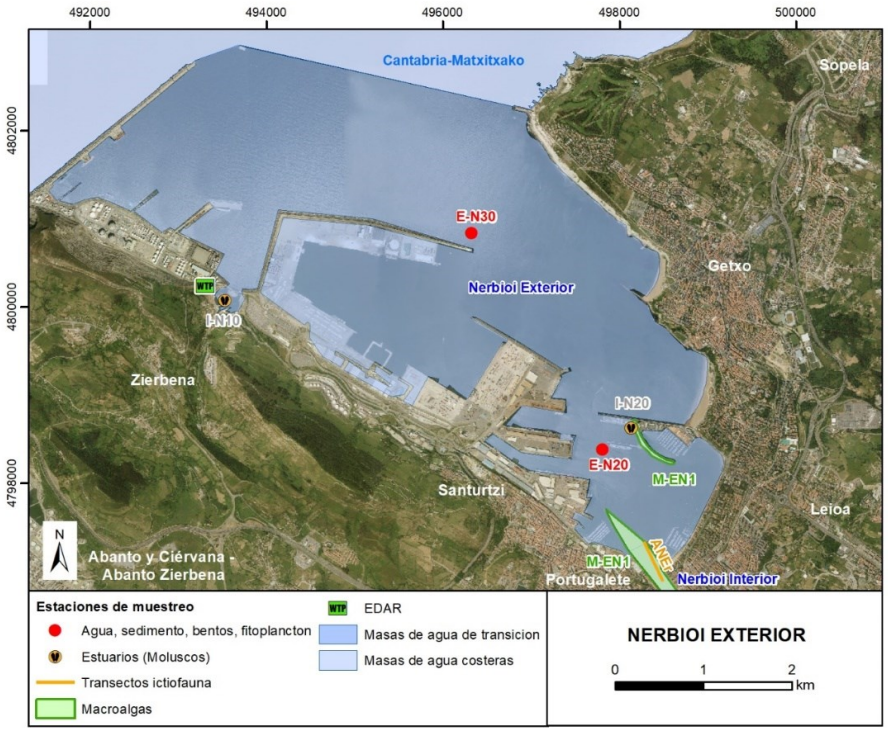


Figura 45 Ubicación de estaciones en la masa de agua muy modificada de transición del Nerbioi exterior.

La masa de agua de transición muy modificada del Nerbioi exterior se diagnostica en la campaña 2023 en un **Estado Peor que Bueno** puesto que no alcanza el buen estado químico (superación de NCA-

MA y NCA-CMA de HCH) en E-N20, y el potencial ecológico se diagnostica como en moderado estado, debido principalmente al incumplimiento de nitrato y fosfato y el fitoplancton, en este caso en E-N20 (Tabla 42 y Figura 46).

Tabla 42 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Nerbioi exterior en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y potencial ecológico: muy bueno/máximo potencial (MB/MP), bueno/buen potencial (B/BP), moderado/potencial moderado (Mo/PMo), deficiente/potencial deficiente (D/PD) y malo/potencial malo (M/PM). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Potencial ecológico	Estado químico	Estado
E-N20	Abra interior (Ibaizabal)	MP	MP	PMo	BP	PMo	<B	MB	Mo	PMo	NA	PqB
E-N30	Abra exterior (Ibaizabal)	MP	-	BP	-	BP	B	MB	Mo	BP	B	PqB
Nerbioi / Nervión Exterior Transición		MP	MP	BP	BP	BP	<B	MB	Mo	PMo	NA	PqB

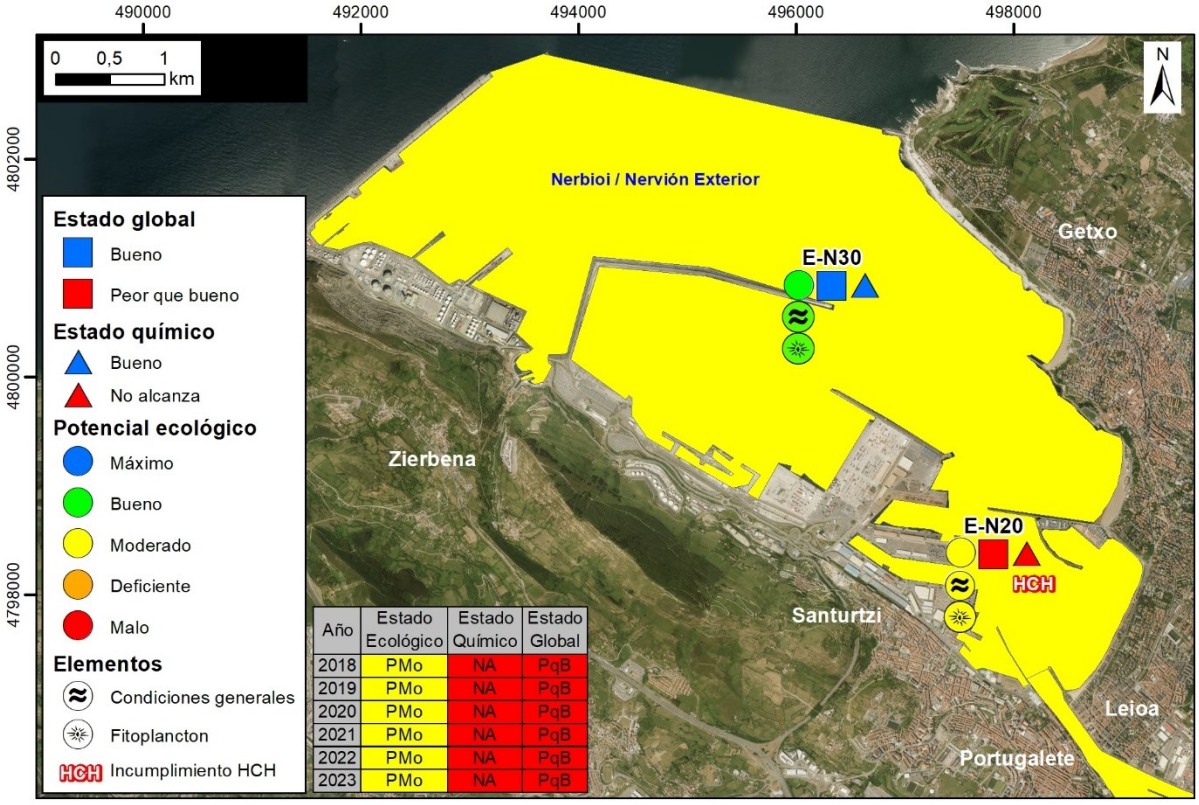


Figura 46 Masa de agua de transición muy modificada del Nerbioi exterior: Calificación del potencial ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan el potencial ecológico y el estado químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es estable en los últimos seis años analizados (Figura 46), marcada por un incumplimiento de objetivos en cuanto a estado químico, al que se añadió el potencial ecológico. El incumplimiento del estado químico parece que es crónico y se debe fundamentalmente a HCH.

El área que rodea al estuario del Nerbioi-Ibaizabal estuvo históricamente muy contaminada debido a la elevada densidad de población, la falta de saneamiento, la presencia de industria pesada muy contaminante y la minería. Desde que se inició el saneamiento en las cuencas y en el estuario en 1989,

se ha ido avanzando mucho en él, hasta culminar en 2001 con la depuración biológica de los vertidos. Además, otros factores importantes para comprender la evolución de esta masa de agua son los cierres de empresas contaminantes (como Altos Hornos de Vizcaya, en 1996), el cierre de las minas y el inicio de las obras del puerto exterior (1993, con sus dragados asociados). Todo esto tiene su reflejo en la mejoría de indicadores fisicoquímicos asociados a aguas y sedimentos, con tendencias decrecientes en las concentraciones de muchos contaminantes y con los valores más bajos de la serie en los años más recientes, cumpliendo en su gran mayoría las normas de calidad. Sin embargo, todavía algunos nutrientes superan la norma, haciendo que incumpla.

La mejora en las condiciones fisicoquímicas ha tenido reflejo en los elementos biológicos y en la mejoría de los valores asociados a los indicadores de biomasa fitoplanctónica (clorofila), macroinvertebrados o peces. Aunque, en el Abra Interior aún se perciben altas concentraciones de nitrato y fosfato que llegan a incumplir los objetivos y ponen de manifiesto cierto grado de eutrofización en esa zona. Esto último también se refleja en una elevada frecuencia e intensidad de floraciones fitoplanctónicas durante la época estival. Posiblemente esto se debe al vertido de la depuradora de Galindo, que, aunque tratado biológicamente, ha concentrado el vertido en un punto aguas arriba de la estación E-N20.

A la par del avance en el saneamiento, se han dado actuaciones que han producido retrocesos en la calidad ecológica, como en 1993 (comienzo de la construcción del puerto) y 2001 (dragados), que afectaron a los macroinvertebrados y a los peces. Generalmente la recuperación tiende a ser relativamente rápida (1-3 años), aunque esto depende de la intensidad y duración de la presión ejercida.

En relación con el estado químico se han dado superaciones de normas de calidad asociadas a determinadas sustancias prioritarias, que parecen manifestarse de forma crónica, ligadas a actividades históricas de la zona, como la fabricación y almacenamiento de HCH o la actividad portuaria y astilleros (presencia de TBT, aunque ésta de manera más puntual).

5.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

5.2.1. Aguas

5.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie). La estación E-N20 incumple con los objetivos de calidad de nitrato y fosfato, mientras que la estación E-N30 cumple con todas las variables, mostrando un estado Muy Bueno para la saturación de oxígeno y la concentración de amonio, y un estado Bueno para la concentración de nitrato y fosfato (Tabla 43). La masa de agua del Nerbioi exterior se encuentra en un estado fisicoquímico **Peor que Bueno**.

Tabla 43 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Nerbioi exterior mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-N20	Euhalino estuárico	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	83		104,36	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤9,1	1,6	5,48	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤19,6	1,6	34,61	Peor que Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,88	0,16	2,85	Peor que Bueno
E-N30	Euhalino estuárico	Límite de Clases de estado	Oxígeno	%	83		106,54	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤9,1	1,6	3,06	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤19,6	1,6	8,67	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,88	0,16	0,71	Bueno

En la Figura 47 se muestra la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las dos estaciones del Nerbioi exterior (E-N20 y E-N30) en el periodo de 1994 a 2023.

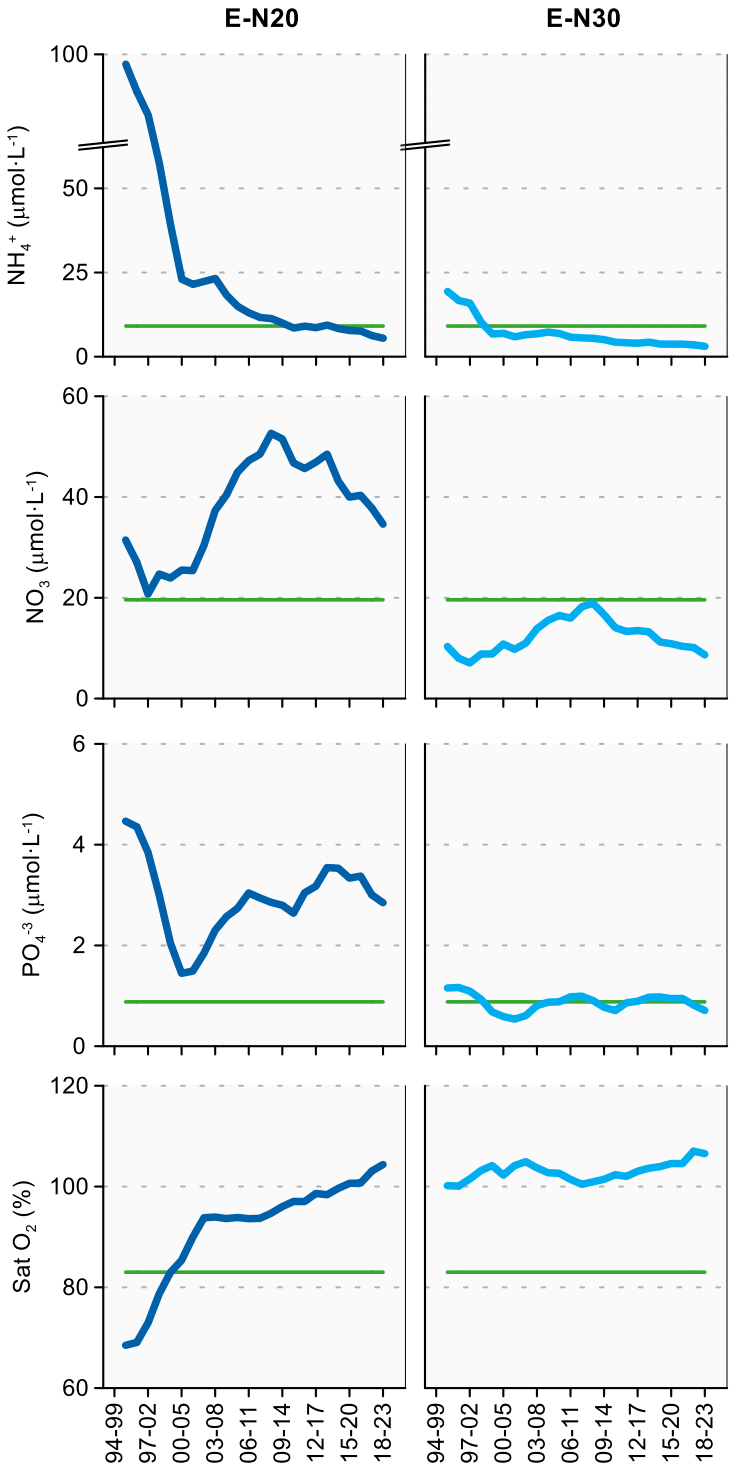


Figura 47 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

La estación E-N20 presenta una tendencia temporal a la mejora estadísticamente significativa ($p<0,01$) para los valores medios de ciclos de seis años de la saturación de oxígeno y la concentración de amonio y nitrato(Figura 47). Sin embargo, el fosfato y nitrato no cumplen el objetivo de calidad a lo largo de la serie, mientras que el oxígeno lo hace tras la puesta en marcha del tratamiento biológico en el ciclo entre 2000 y 2005 y el amonio empieza a cumplir ocasionalmente a partir del ciclo del 2010 a 2015 (Figura 47). La concentración de fosfato es alta. Esto mismo sucede en las estaciones situadas aguas arriba (E-N10 y E-N17), lo que indica que la zona media del estuario, la más cercana a la depuradora de Galindo, es la que mayor concentración de fosfato y nitrato recibe.

Al igual que la estación E-N20, la estación E-N30 muestra una mejora significativa ($p<0,05$) para los valores medios anuales de la saturación de oxígeno y el amonio. El oxígeno se encuentra en un estado bueno en toda la serie temporal, indicando que no se producen situaciones de déficit de oxígeno, mientras que la concentración de amonio se sitúa en buen estado a partir del ciclo 1999-2004, coincidiendo con las mejoras en el sistema de saneamiento. En el caso del nitrato y fosfato, salvo fluctuaciones asociadas a la variabilidad estacional, no se observa ninguna tendencia temporal significativa. Ambos nutrientes presentan una alternancia de cumplimientos e incumplimientos de su objetivo de calidad a lo largo del tiempo (Figura 47).

En relación con la evolución de las condiciones fisicoquímicas generales, basado en el percentil 25 (P25) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023, se aprecia un incremento significativo de la calidad ($p<0,05$) en la estación E-N20, especialmente desde que en el año 2001 entró en funcionamiento el tratamiento biológico en el sistema de saneamiento, aunque aún se encuentra en el estado moderado. La estación E-N30, por su parte, al comienzo de la serie presentaba años con estados moderados, aunque a partir de 2001 mejoró mostrando un buen estado, y en los últimos seis años ha alcanzado un estado muy bueno (Figura 48).

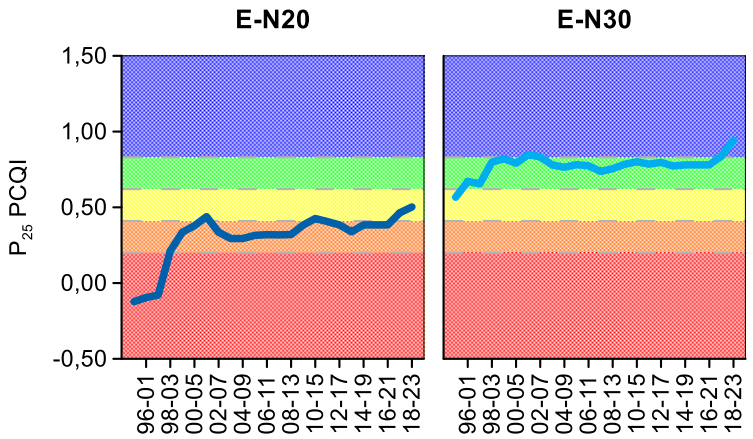


Figura 48 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de las estaciones muestreo E-N20 y E-N30 de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

5.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de sustancias preferentes en 2023 indica **Muy Buen Estado** para las dos estaciones de la masa y por tanto para la masa (Tabla 44), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 44 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Nerbioi exterior en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-N20	E-N30	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	<LC	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	25%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias indica que, de forma global, **No se alcanza el buen estado químico** (Tabla 45) por superación de la NCA-MA y NCA-CMA asociadas a HCH en E-N20.

Tabla 45 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Nerbioi exterior en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-N20	E-N30	Global
DDT total (2DDT + 2DDD+ 2DDE)	NCA-MA Agua	0,025	0,0005	<LC	<LC	Cumple
p,p-DDT	NCA-MA Agua	0,01	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Plaguicidas de tipo ciclodieno (Aldrín, Dieldrín, Isodrín)	NCA-MA Agua	0,005	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0005	0,0110	0,0011	No Cumple
	NCA-CMA Agua	0,02	0,0005	0,023	0,003	No Cumple
Hexaclorobenceno	NCA-CMA Agua	0,05	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	0,001	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0006	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0028	0,0009	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	0,0060	0,0020	Cumple
	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	0,00030	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	0,55	0,47	Cumple
	NCA-CMA Agua	14	0,39	3,40	1,30	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				No alcanza	Bueno	No alcanza

Esta masa de agua no alcanza el buen estado químico desde 2008, por presencia de varias sustancias indicadas en la Tabla 46. Al contrario que en otras masas de agua, en que las sustancias presentan picos puntuales y cambia la sustancia cuando hay dos o más veces que no cumple, en el Nerbioi exterior el incumplimiento es sistemático con HCH (Figura 49), indicando que hay un problema crónico en la cuenca con esta sustancia.

Tabla 46 Estado químico de la masa de agua de transición Nerbioi Exterior entre los años 2008-2023.

Año	Estado Químico	Sustancias que superan NCA
2008	No alcanza	HCH
2009	No alcanza	HCH, Σ(Benzo(g,h,i)perileno +Indeno(1,2,3-cd)pireno y Cd (sedimento)
2010	No alcanza	HCH
2011	No alcanza	HCH
2012	No alcanza	HCH
2013	No alcanza	Cd y HCH
2014	No alcanza	HCH
2015	No alcanza	HCH y TBT
2016	No alcanza	HCH
2017	No alcanza	HCH
2018	No alcanza	HCH
2019	No alcanza	HCH
2020	No alcanza	HCH
2021	No alcanza	HCH
2022	No alcanza	HCH
2023	No alcanza	HCH

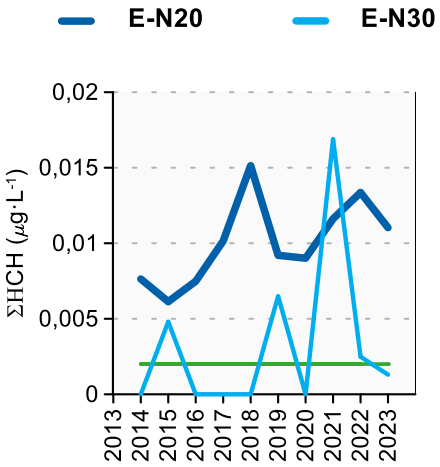


Figura 49 Evolución temporal de la concentración media anual para el ΣHCH en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Nerbioi exterior en el periodo que abarca desde 2014 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

En la Figura 50 se muestra la evolución de la concentración media de los metales, comparada con las normas de calidad. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo (E-N20 y E-N30) hasta el año 2006; desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

A lo largo de la serie temporal, Ni, Zn y Cu siempre han cumplido las normas de calidad. Algunos metales (Cd, Ni, Zn, Pb) presentan una tendencia significativamente decreciente a lo largo de la serie. A partir de 2010-2012 todos los metales cumplen la NCA-MA y la NCA-CMA establecidas. Estas tendencias decrecientes están en relación con el saneamiento de la cuenca y del estuario, así como por el cierre de empresas y actividades muy contaminantes, como Altos Hornos de Vizcaya en 1996, o el sector minero.

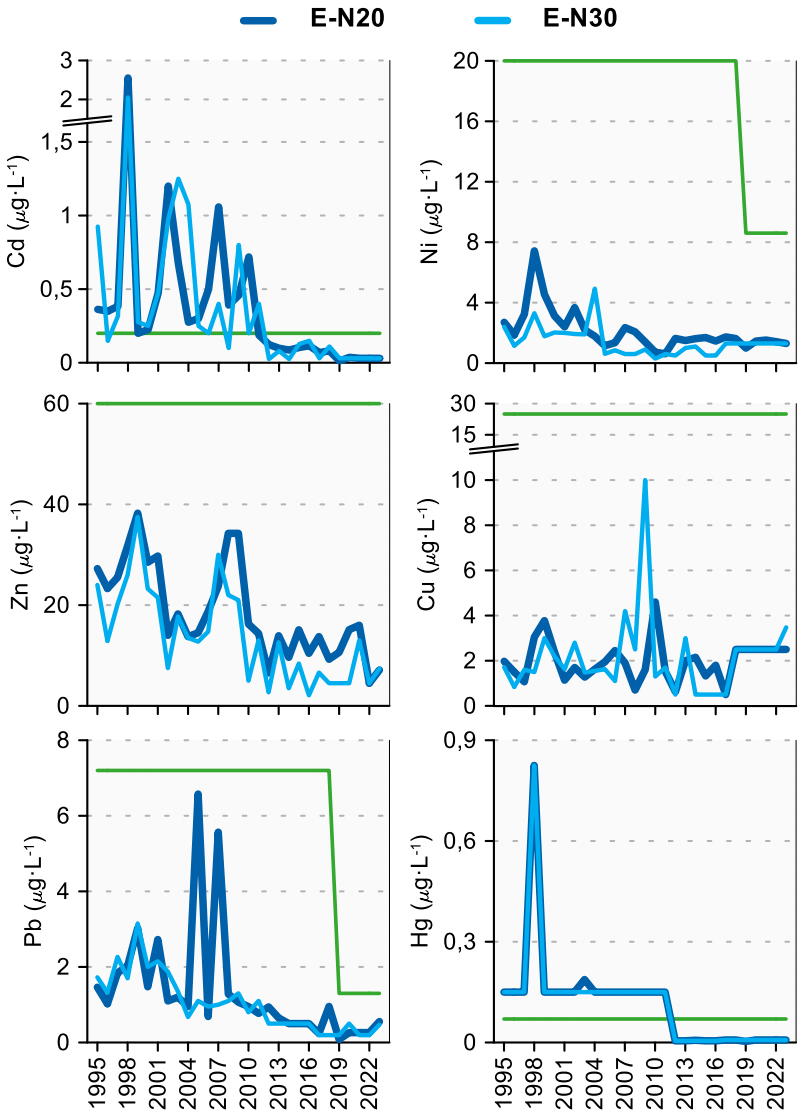


Figura 50 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Nerbioi exterior en el periodo que abarca desde 1995 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

5.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa de agua se muestrearon en marzo de 2023. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas están en el rango de los datos registrados en los últimos años (Tabla 47). Siguiendo el patrón observado en años anteriores, en la estación E-N20, un tercio de los compuestos orgánicos presentan concentraciones superiores a sus respectivos límites de cuantificación, mientras que, en la estación más externa, E-N30, todos los compuestos orgánicos están en concentraciones inferiores a los límites de cuantificación.

En la campaña de 2023, la estación más interna (E-N20) muestra un sedimento limoso, mientras que la estación más externa (E-N30) presenta un sedimento arenoso con menor contenido en materia orgánica (Tabla 47). El estudio de tendencias a largo plazo muestra un descenso significativo en el contenido en materia orgánica en ambas estaciones en los últimos años, que en el caso de la estación externa E-N30, va acompañado con un incremento significativo en el potencial redox (Figura 51).

Tabla 47 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (mg·kg^{-1}, peso seco) y compuestos orgánicos (µg·kg^{-1}, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimento de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior en la campaña de invierno de 2023.

E-N20 (Fecha de muestreo: 02/03/2023)							
Gravas (%)	0	PCB 28	<1	Aldrín	<1	Pireno	29
Arenas (%)	22,3	PCB 52	<1	Dieldrín	<1	Criseno	23
Limos (%)	77,7	PCB 101	<1	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	12
MO (%)	6,4	PCB 105	2	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	<10
Eh (mV)	126	PCB 118	<1	Fenantreno	11	Fluoranteno	60
Cd	0,50	PCB 138	<1	Indeno[1,2,3-cd]pireno	12	Benzo[a]antraceno	23
Cr	47	PCB 153	2	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	26
Cu	46	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	17
Hg	0,31	PCB 180	2	Acenafteno	<10		
Ni	30	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	62	p,p-DDD	<1	Antraceno	<10		
Zn	216	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	12		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	<10		
		gHCH	<1	Perileno	<10		

E-N30 (Fecha de muestreo: 02/03/2023)							
Gravas (%)	0,2	PCB 28	<1	Aldrín	<1	Pireno	<10
Arenas (%)	99,1	PCB 52	<1	Dieldrín	<1	Criseno	<10
Limos (%)	0,7	PCB 101	<1	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	<10
MO (%)	1,1	PCB 105	<1	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	<10
Eh (mV)	419	PCB 118	<1	Fenantreno	<10	Fluoranteno	<10
Cd	0,09	PCB 138	<1	Indeno[1,2,3-cd]pireno	<10	Benzo[a]antraceno	<10
Cr	66	PCB 153	<1	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	<10
Cu	36	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	<10
Hg	0,12	PCB 180	<1	Acenafteno	<10		
Ni	44	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	52	p,p-DDD	<1	Antraceno	<10		
Zn	185	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	<10		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	<10		
		gHCH	<1	Perileno	<10		

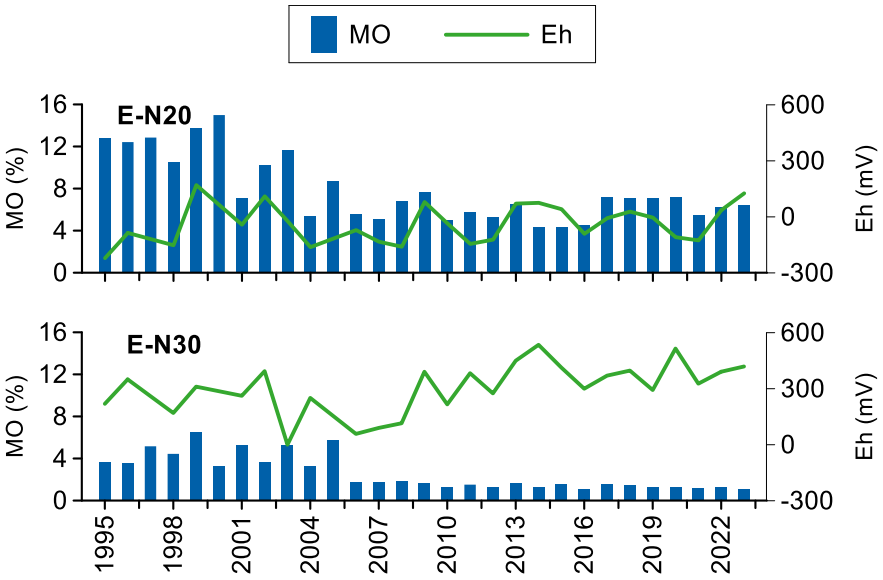


Figura 51 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior (muestreos de invierno).

En lo que respecta a metales, en la Figura 52 se muestra la evolución temporal en las campañas de invierno desde 1995. En general, excepto en el caso de Cr, se observa una tendencia descendente y discontinua en el contenido de la mayoría de los metales, con las concentraciones más bajas de la serie para algunos de ellos en los años más recientes. Estas observaciones se corroboran con el análisis de tendencias realizado en el período representado en la Figura 52. Así, en ambas estaciones se observa una tendencia decreciente estadísticamente significativa en las concentraciones de Cd, Cu, Hg y Zn y de Pb en la estación E-N20. En la estación E-N30 el Cr muestra una tendencia creciente estadísticamente significativa. Sin duda, como ya se ha puesto de manifiesto en informes anteriores, esta disminución en las concentraciones está en relación con el saneamiento en la cuenca y en el estuario.

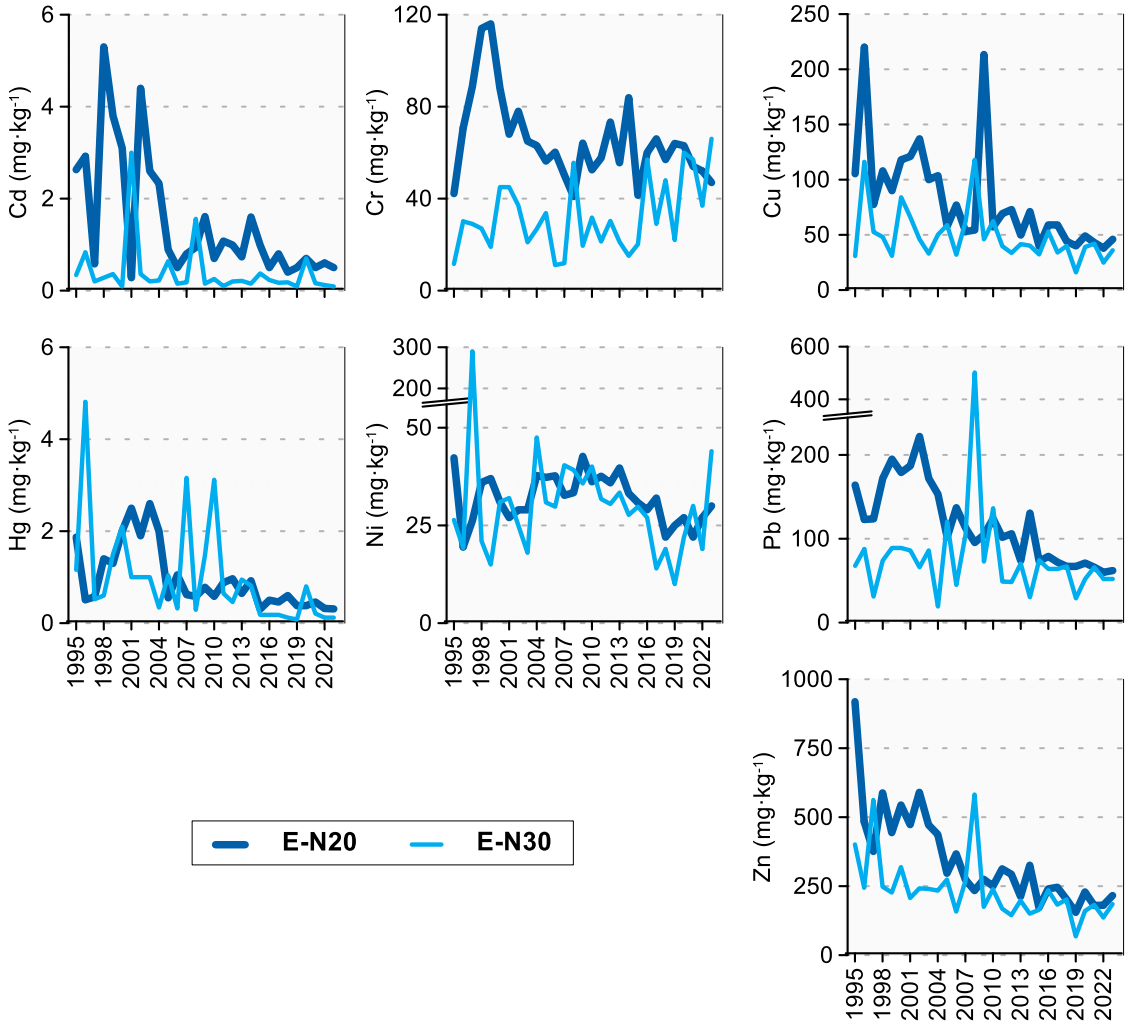


Figura 52 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior (muestreos de invierno).

5.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2023, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*) de esta masa de agua se muestrearon en octubre en la estación I-N10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo, que se presentan en la Tabla 48, se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota). Hay que hacer notar que la norma se aplica en peces, siendo de aplicación en moluscos solo las de fluoranteno y benzo(a)pireno, por lo que la evaluación sólo aplica a estas dos sustancias.

Como las ostras son filtradoras, pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. Por tanto, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, los resultados en biomonitores prevalecen sobre los resultados en las aguas. Por lo tanto, teniendo en cuenta conjuntamente los resultados obtenidos en aguas como los obtenidos en biomonitores para las sustancias de aplicación en bivalvos, la masa de transición del Nerbioi Exterior **no alcanza el buen estado químico** por HCH en aguas.

Tabla 48 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior en 2023, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-N10	Global
Dicofol	NCA biota	33	20	<LC	No aplica
Ácido perfluoro-octanosulfónico y sus derivados (PFOS)	NCA biota	9,1	1	<LC	No aplica
Hexabromociclododecano	NCA biota	167	100	<LC	No aplica
Hexaclorobenceno	NCA biota	10	1	<LC	No aplica
Hexaclorobutadieno	NCA biota	55	50	<LC	No aplica
Mercurio y sus compuestos	NCA biota	20	6	18	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,89	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,05	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

5.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

5.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

Teniendo en cuenta los datos de superficie y fondo de las campañas trimestrales, la concentración de **clorofila-a** en 2023 es baja o moderada, excepto por dos picos registrados en agosto, en aguas euhalinas (Figura 53). Estos se miden en superficie en la estación E-N20, tanto en bajamar como en pleamar, con una salinidad de 32−33. A la vez, las aguas de superficie de la estación E-N30, con una salinidad de aproximadamente 35, presentan concentraciones mucho menores (<1,0 µg·L^{-1}). En ambos casos la temperatura del agua es muy similar, en torno a 24°C.

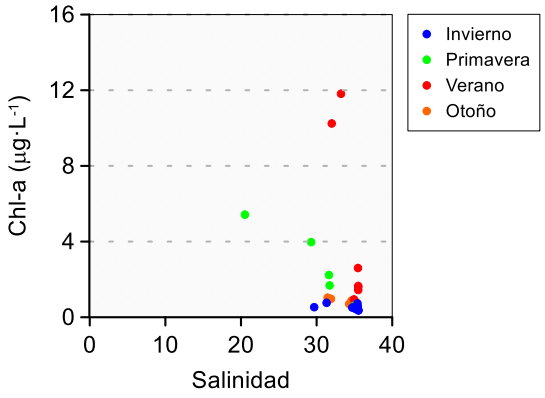


Figura 53 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior en las cuatro épocas de estudio durante 2023. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

Los picos de la estación E-N20 coinciden con un alto contenido de agua dulce en superficie (7−10%). Esta situación es muy similar a la de agosto de 2022, cuando E-N20 mostró en superficie un contenido de agua dulce del 9% y también una concentración de clorofila elevada (18 µg·L^{-1}).

Sin embargo, en la campaña de verano de 2023 no se observa el mismo patrón de distribución de los picos de clorofila a lo largo del eje longitudinal del estuario. Como se explicó en el informe del año

anterior, en verano de 2022 la clorofila presentaba un fuerte gradiente de disminución hacia el exterior y la zona con las concentraciones más elevadas era la comprendida entre Deusto (E-N10) y Rontegi (E-N15), es decir, aguas arriba del vertido de la EDAR de Galindo. Por ello, el pico de agosto de 2022 en E-N20 no está claro que se debiese únicamente al desarrollo de un bloom en la masa de agua del Nerbioi Exterior, o en zonas cercanas aguas arriba. Es probable que también se viera influido por un mecanismo de dispersión, con la marea vaciante, de los blooms que ocupaban la cabecera del estuario. Teniendo en cuenta el porcentaje de agua dulce a lo largo del estuario y asumiendo un patrón conservativo para la clorofila, se calculó que la estación E-N20 tendría que haber recibido en bajamar aproximadamente 9 $\mu g \cdot L^{-1}$ de clorofila de las estaciones más interiores.

Por el contrario, en agosto de 2023 la concentración de clorofila en las aguas de superficie de E-N20 (12 $\mu g \cdot L^{-1}$ en pleamar y 10 $\mu g \cdot L^{-1}$ en bajamar) no se diferencia mucho de la medida aguas arriba. Concretamente, en las estaciones E-N10 y E-N15 durante la pleamar (~14 $\mu g \cdot L^{-1}$) y en la estación E-N17 en pleamar (~9 $\mu g \cdot L^{-1}$) y en bajamar (~13 $\mu g \cdot L^{-1}$). Pero la fracción de agua dulce en estas (18-33%) es mucho mayor que en E-N20, aproximadamente el triple. Por tanto, aunque la estación E-N20 hubiera recibido cierta cantidad de clorofila de la zona superior del estuario, buena mayor parte de la concentración registrada en dicha estación tuvo que deberse a crecimiento in-situ.

La **evolución a largo plazo de la biomasa fitoplanctónica** se ha estudiado mediante el cálculo del percentil 90 de la clorofila-a (P_{90}) durante periodos móviles de seis años (Figura 54).

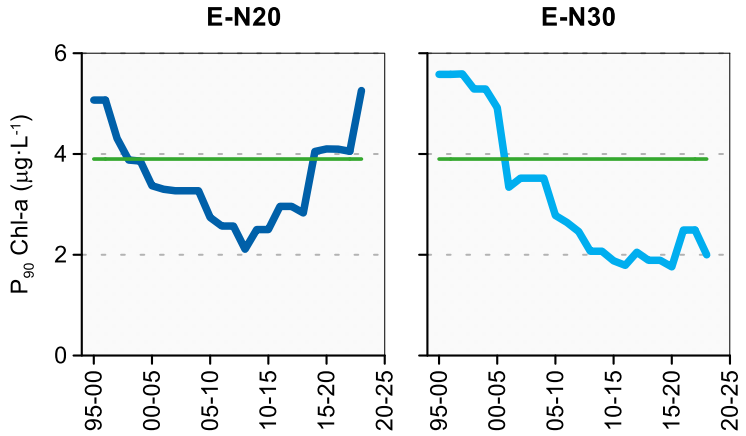


Figura 54 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas euhalinas.

La estación E-N20, localizada en el Abra Interior, había presentado hasta comienzos de la década de 2010 una tendencia de mejoría, similar a las estaciones de su entorno (Abra Exterior y aguas costeras adyacentes). El descenso del P_{90} en éstas se inicia con la puesta en marcha entre los años 2000 y 2002 del tratamiento biológico en la EDAR de Galindo, que elimina buena parte del amonio de los vertidos (García-Barcina et al., 2006; Franco et al., 2011).

Pero, en la estación E-N20 el P_{90} ha ido en aumento a partir del periodo 2009-2014 y en los últimos periodos incumple el objetivo de calidad (Figura 54). Esto podría indicar que la presión de eutrofización ha aumentado en la zona del Abra Interior. La concentración de fosfato en E-N20 es bastante elevada y también hay cierto exceso de nitrato (Tabla 43). Estos nutrientes muestran fuertes oscilaciones y nunca han cumplido sus objetivos durante periodos prolongados a lo largo de la serie temporal de la estación E-N20, aunque no se observa una tendencia de empeoramiento (Figura 47). Es posible que haya otros factores que estén influyendo en el reciente aumento de la clorofila en la estación E-N20, como lo ya comentado sobre el transporte hacia el exterior de los blooms que se desarrollan aguas

arriba y que no se explican en todos los casos por efecto antrópico. De hecho, la masa de agua del Nerbioi Interior también presenta una disminución de la calidad indicada por el fitoplancton, como consecuencia del aumento el P_{90} en todos los puntos, inclusive en la zona de cabecera (E-N10) donde los nutrientes no indican impacto.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, hasta 2019 se tomaban muestras en superficie durante la pleamar en las estaciones E-N20 y E-N30. Para años posteriores se dispone de los datos del seguimiento que realiza el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (CABB) en dos puntos de esta masa de agua (p.ej., Revilla et al., 2022a). Concretamente: en la estación RESN02, que se localiza en el Abra interior y es de carácter euhalino (aunque en el límite con polihalino), y en RESN01, que se sitúa algo más hacia el interior que E-N30, pero que, al igual que ésta, es de carácter euhalino. En la Tabla 49 se muestran las variables que describen de manera general a la comunidad fitoplanctónica en cuatro épocas del año.

Tabla 49 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior. Datos aportados por el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia. Correspondencia de las estaciones de muestreo: RESN02 (Abra Interior) ~E-N20; RESN01 (Abra Exterior) ~E-N30.

		12/01/2023		24/04/2023	
Parámetro	Unidad	RESN02	RESN01	RESN02	RESN01
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	79	58	383	341
Diversidad	(bit·cel^{-1})	2,6	2,6	3,0	3,0
Riqueza	(*# taxa*)	14	15	31	33
		10/07/2023		**03/10/2023**	
Parámetro	**Unidad**	**RESN02**	**RESN01**	**RESN02**	**RESN01**
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	4.382	2.872	696	386
Diversidad	(bit·cel^{-1})	3,0	2,9	3,5	4,1
Riqueza	(*# taxa*)	51	55	52	64

Como viene siendo habitual en esta masa de agua, la abundancia celular presentó una fuerte variabilidad temporal. En 2023 abarcó desde valores del orden de 10^4 hasta 10^6. Los más bajos se registraron en invierno y los máximos en verano, en ambas estaciones de muestreo. La abundancia fue moderada en primavera y en otoño.

En enero las comunidades estuvieron constituidas por pocas especies, básicamente diatomeas pennales, pequeñas formas sin identificar y pequeños flagelados. La salinidad de estas muestras presentó condiciones poli- y euhalinas, con un rango de 25−33.

En abril el rango de salinidad fue muy similar al de invierno, 27−33. En ambas muestras dominó la criptofita *Plagioselmis* spp., con concentraciones ligeramente más elevas en la estación más marina RESN01 ($169 \cdot 10^3$ células·L^{-1}). Por el contrario, en la estación del Abra interior también fue relativamente abundante la euglenofícea *Eutreptiella eupharyngea* ($124 \cdot 10^3$ células·L^{-1}).

En julio la abundancia celular total disminuyó bastante hacia el exterior, al contrario que la salinidad cuyo rango en estas muestras fue euhalino (31−33). La especie más abundante en ambas fue la diatomea *Chaetoceros crinitus*, con aproximadamente $1-2 \cdot 10^6$ células·L^{-1}. El grupo de las diatomeas fue el componente principal de la comunidad, contribuyendo alrededor del 50% a la abundancia y también con una alta riqueza (21 taxones). Al contrario que en la masa de agua del Nerbioi Interior, las criptofitas no superaron el umbral de bloom. Se detectó *Heterosigma akashiwo*, en baja abundancia.

En las muestras de octubre la salinidad también denotó condiciones euhalinas, aunque fue más alta que en las de verano: 33−35. La estación más exterior presentó mayor número de *taxa*, especialmente en el grupo de las diatomeas. La comunidad fue diversa en ambas muestras y no se detectaron blooms.

En resumen, de los cuatro muestreos realizados en 2023 estacionalmente por el CABB se observaron

floraciones de diatomeas en el de verano. Sin embargo, no se dio una fuerte dominancia por parte de una especie, o grupo, y ambas estaciones de muestreo presentaron un elevado número de especies.

En relación con el estado asociado al **indicador fitoplancton** (Tabla 50), en el último periodo de evaluación la clorofila-a indica que existe un impacto significativo en la estación E-N20, pero no así en la que representa la mayor parte de esta masa de agua (E-N30, el 80%). El global de la masa de agua se clasifica con **Potencial Bueno (EQR = 0,490**) para el fitoplancton.

Tabla 50 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior, así como en su globalidad. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (amarillo: potencial moderado; verde: potencial bueno).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2018-2023	E-N20	5,26	0,247
	E-N30	2,00	0,650
	Nerbioi Exterior Transición	2,652*	0,490

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

A escala de masa de agua, la evolución a largo plazo del EQR se muestra en la Figura 55. El potencial ecológico mejoró de manera relevante en la década de 2000, pasando de moderado a bueno. Posteriormente, ha estado incluso muy cerca de la máxima categoría. Sin embargo, desde mediados de la década de 2010 se observa una tendencia neta de descenso.

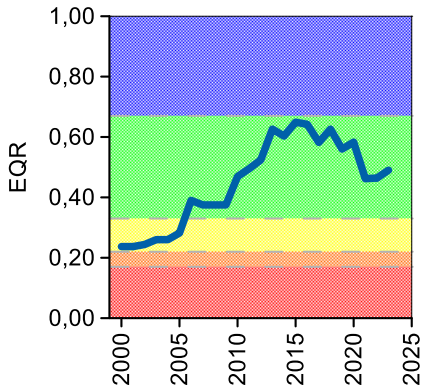


Figura 55 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior a lo largo del seguimiento (rojo: potencial malo; naranja: potencial deficiente; amarillo: potencial moderado; verde: potencial bueno; azul: máximo potencial).

5.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas de la masa de agua fueron muestreadas trienalmente entre 2003 y 2021, por lo que la evaluación de 2023 corresponde a la campaña de 2021. En la Tabla 51 se muestran los resultados obtenidos en dichas campañas para la estación a la que se adscribe la única zona estudiada y, por tanto, para el global de la masa de agua.

La calificación obtenida en 2021 es de **Buen Potencial** para la única zona analizada (Tabla 51) y, por tanto, para la estación a la que se adscribe y para el total de la masa de agua. Este resultado responde al alto valor de cobertura de algas no indicadoras de contaminación a la baja cobertura de algas verdes respecto al resto. Esta calificación supone continuar con una evolución positiva desde la campaña de 2015, que habrá que ver si se mantiene en próximas campañas. Sin embargo, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Además, la masa de agua del Nerbioi Exterior se considera una masa de agua muy modificada por las alteraciones hidromorfológicas (artificialización de las superficies intermareales). Es

por ello por lo que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del potencial ecológico.

Tabla 51 Calidad biológica de las macroalgas en la estación de la masa de agua muy modificada del Nerbioi Exterior para la que existe seguimiento de macroalgas (y, por tanto, para el global), en cada una de las campañas muestreadas (naranja: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado; verde: Buen Potencial).

Campaña	E-N20/Global
2003	0,250
2006	0,250
2009	0,250
2012	0,500
2015	0,250
2018	0,500
2021	0,750

5.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La estación situada en la zona interior de la masa de agua (E-N20) presenta una biocenosis con una composición característica de un ecosistema de transición de una zona típicamente estuárica a otra con especies más típicas de medios marinos. Los parámetros estructurales (Tabla 52) muestran una comunidad con abundancia y riqueza superiores a los promedios de la estación desde que se iniciara el seguimiento (3.644 ind·m^{-2} y 53 *taxa*), alcanzándose incluso la riqueza máxima de entre todas las estaciones estuáricas muestreadas desde que se iniciara el seguimiento de las estaciones estuáricas en 1995. En cambio, la diversidad es similar al promedio de la estación (3,48 bit·ind^{-1}). Dominan las especies sensibles a la alteración (GE I), con densidad relativa moderada de las especies tolerantes (GE III), por lo que la estación queda calificada, en términos de AMBI, como ligeramente alterada (AMBI=2,8).

Tabla 52 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua muy modificada del Nerbioi Exterior. También se muestra la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	E-N20	E-N30
Densidad	(ind·m^{-2})	6.823	167
Biomasa	(g·m^{-2})	45,515	0,477
Riqueza	(*# taxa*)	79	22
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	3,08	4,07
Equitabilidad densidad		0,49	0,91
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	3,57	2,07
Equitabilidad biomasa		0,57	0,46
Diversidad máxima	(bit)	6,30	4,46
AMBI		2,825	1,131
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Nula
M-AMBI$_{estación}$		1,000	0,912
M-AMBI$_{global}$		0,930	

En la estación más exterior destaca la presencia de especies típicamente marinas, algunas de ellas encontradas en las muestras litorales (*Hippomedon denticulatus*, *Diogenes curvimanus*, *Paradoneis armata*, *Nephtys cirrosa*, etc.), lo que indica la clara influencia marina en la zona. Se trata de una estación que presenta una comunidad con valores para los parámetros estructurales analizados heterogéneos (Tabla 52), en comparación con los promedios históricos. Así, la densidad es baja, mientras que la riqueza es igual al promedio histórico y la diversidad específica muy superior (promedios de 344 ind·m^{-2}, 22 *taxa* y 2,99 bit·ind^{-1}, respectivamente). Dominan las especies sensibles a la alteración del medio (GE I), con abundancia relativa alta de especies indiferentes lo que permite que la estación quede calificada, según AMBI, como no alterada (AMBI=1,1).

Los valores de M-AMBI estimados para 2023 indican **Máximo Potencial** para las dos estaciones que representan la masa de agua y, por tanto, para el global de la misma (Tabla 52). La estación más interior no presenta tendencias temporales claras y alcanza el Máximo Potencial a lo largo de todo el seguimiento (Figura 56).

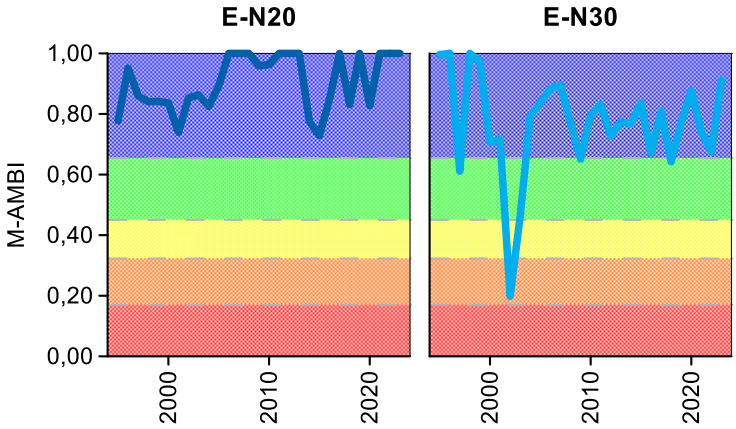


Figura 56 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua muy modificada del Nerbioi Exterior a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Potencial; naranja: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado; verde: Buen Potencial; azul: Máximo Potencial).

En cambio, la estación más exterior presenta una tendencia decreciente hasta 2002, por la que pasa de Máximo Potencial a Potencial Deficiente, para luego volver a mejorar bruscamente hasta alcanzar de nuevo el Máximo Potencial en la campaña de 2004. Sin duda, este episodio tiene que ver con los trabajos de dragado realizados en esa época en la zona para los rellenos del puerto exterior. Posteriormente, la calificación empeoró hasta el Buen Potencial en 2009, aunque, desde entonces, parece detectarse cierta tendencia positiva (Máximo Potencial en todas las campañas, salvo en 2018, aunque con un valor de M-AMBI próximo al límite con el Máximo Potencial) (Figura 56).

5.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2023, campaña realizada para el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia y, que se realiza anualmente dentro del proyecto de *Evaluación del estado de calidad del estuario del Nervión y su evolución con las actuaciones enmarcadas en el Plan de Saneamiento*. Estos estudios contemplan tanto el componente físico-químico, como biológico y, por extensión, ofrecen una perspectiva ecológica. Actualmente, las estaciones muestreadas se reducen al Abra interior (1989-2023); sin embargo, entre 1989 y 2010 se contaba también con otra estación sita en la parte más externa de esta masa de agua. En este informe, por tanto, se analizan dichos datos según la metodología actualizada y explicada en el apartado de Introducción.

Este estuario se clasifica en el tipo T10, o estuario atlántico submareal. Esto significa que para el elemento peces, aunque se muestrean tanto peces como crustáceos, sólo se tienen en cuenta los peces en la evaluación. En todos estos años han sido identificados 45 taxones de peces (Figura 57). Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

En cuanto a los parámetros estructurales, la Figura 58 presenta la riqueza de taxones encontrada entre 1989 y 2023 por estación, mostrando en la estación del Abra interior una tendencia a la mejora significativa ($p<0,01$) de la riqueza. En referencia al número de individuos capturados, las estaciones no muestran un modelo claro (el gran aumento en la abundancia en 2009 y 2018 se debe principalmente

a la presencia masiva de cabuxinos). En cuanto a la diversidad, tras la mejora progresiva entre 1989 y 2009, desde 2010 parece que donde predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra”. La mejoría general está en relación con el saneamiento de la cuenca y del estuario, que se ha traducido en una mejora de la calidad físico-química en aguas y sedimentos, que ha incidido en la mejora biológica.

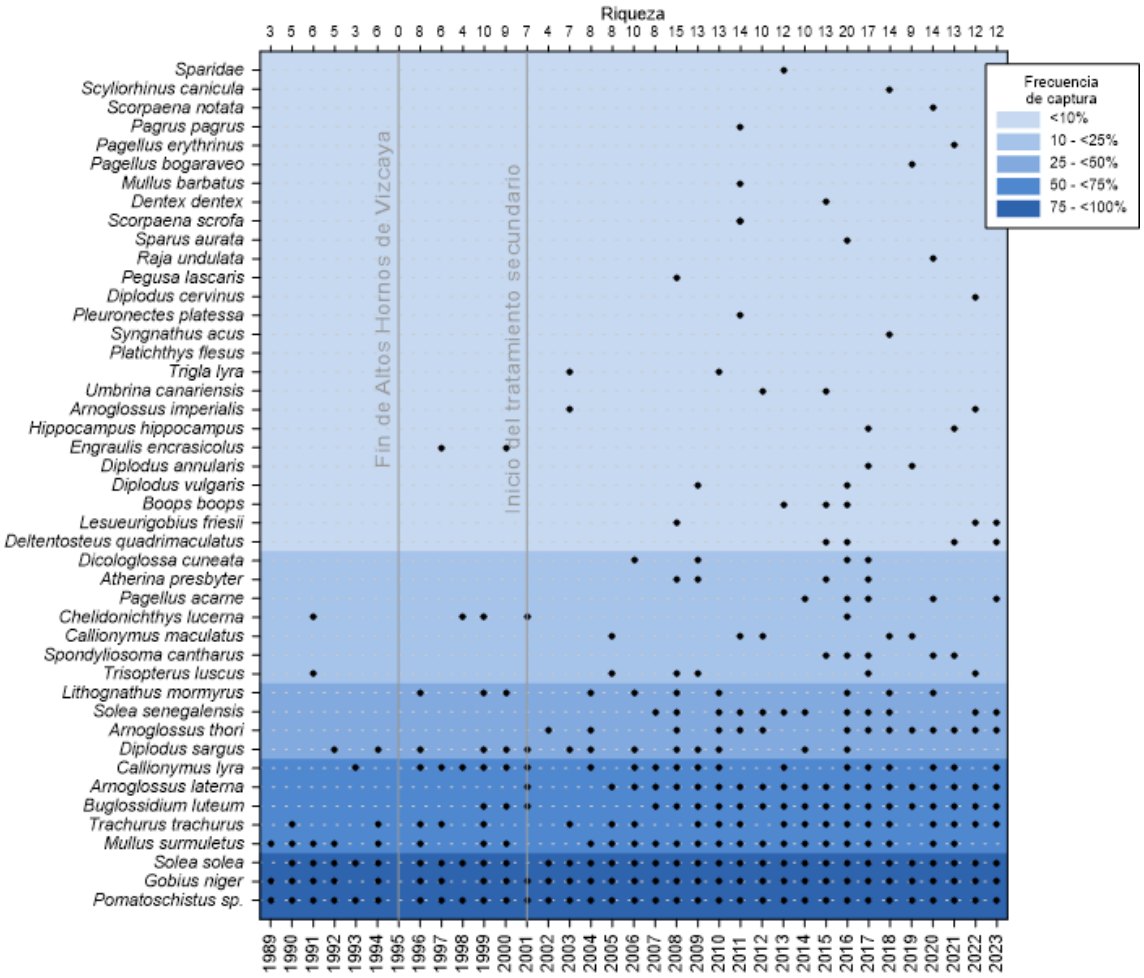


Figura 57 Listado de especies de peces capturados en la masa de agua de transición del Nerbioi exterior (1989-2023). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (75-100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado.

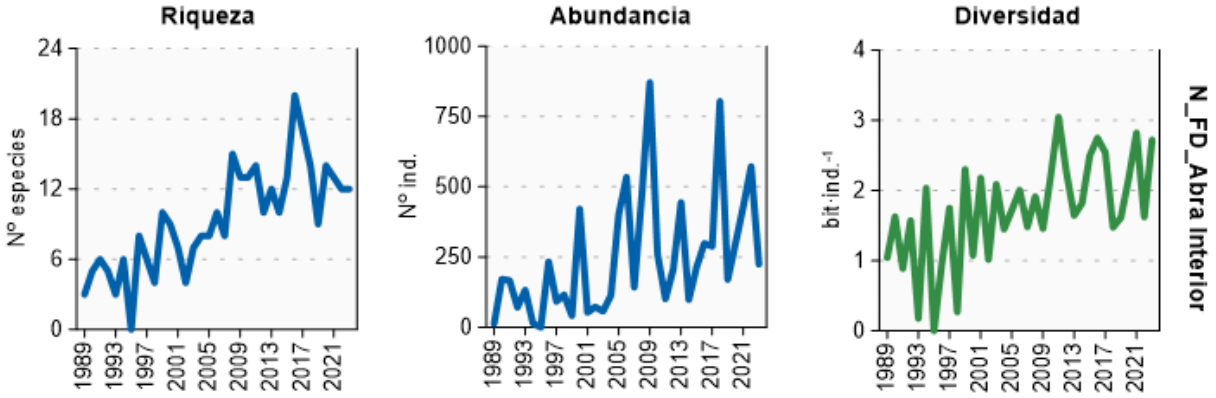


Figura 58 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones identificados en el Abra exterior entre 1989 y 2023.

De acuerdo a los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2023 la valoración global de la masa de agua vuelve a alcanzar la calificación de **Máximo Potencial** (Figura 59), con un valor de AFI superior a los obtenidos en los dos años anteriores. Como ya se ha explicado anteriormente, desde el año 2010, las estaciones muestreadas se reducen a uno, el Abra interior (1989-2023), por lo que se decide mostrar solamente el valor de AFI referido al Abra Interior.

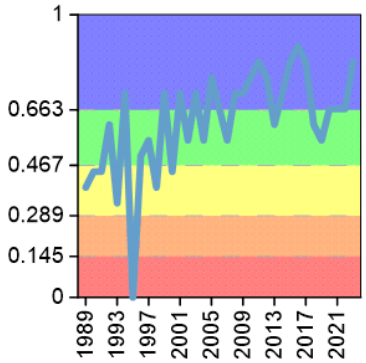


Figura 59 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para la masa de agua de transición del Nerbioi exterior entre 1989 y 2023 (en la estación del Abra interior). Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Máximo Potencial: ≥ 0,663; Buen Potencial: 0,467-0,663; Potencial Moderado: 0,289-0,467; Deficiente: 0,145-0,289 Malo: ≤ 0,145. AFI: AZTI's Fish Index.

En líneas generales, y a pesar de las oscilaciones puntuales, se aprecia una mejora continua de la calidad. Tras un estado inicial con una calidad moderada-buena, a mediados de los 90 la calidad de la masa de agua desciende alcanzando su valor más bajo, cuando comenzaron las obras del puerto exterior (hacia 1993). En 1996 vuelve a alcanzar la calidad de máximo potencial, y desde entonces se aprecia una tendencia clara al equilibrio hasta 2004, año en el que la calidad asciende y se mantiene en el máximo potencial. Desde 2010 en adelante, la masa de agua del Nerbioi exterior se evalúa con una única estación (Abra interior) por lo que quizás, la mejoría observada en esta zona es debida a este cambio, ya que desde entonces no ha sido necesario ponderar la puntuación obtenida en la estación interior al contrario que en años anteriores.

La mejoría detectada a lo largo de todos estos años se debe principalmente al cierre de Altos Hornos de Vizcaya (1996), la progresiva entrada en funcionamiento de las distintas fases del saneamiento (culminada con la depuración biológica en 2001) y la reducción generalizada de vertidos contaminantes. Sin embargo, esta mejora se ha visto empañada puntualmente por los empeoramientos detectados en 1995, 1998, 2001-2005 y 2007, años en los que la construcción del puerto exterior (dragados, asentamientos, …), puerto deportivo, dragados en el Abra exterior (en 2019 se dragaron unos 16.000 m^3 en Nemar y el pantalán Asturias) o la progresiva concentración de vertidos de la EDAR de Galindo (que pudieran llegar a la estación E-N20) generaron un impacto significativo sobre la fauna piscícola.

5.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Durante 2023 han continuado las obras de relleno del espigón central dentro del proyecto de ampliación del Puerto de Bilbao. Debido a la transformación hidromorfológica de la parte externa del Nerbioi para convertirla en un gran puerto, con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica **Moderada**.

Tabla 53 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa de transición del Nerbioi exterior
Alteración de la línea de costa 1a	4
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	4
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	2
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,38 Deficiente
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Variación del caudal del río 7a	1
Cambio en el tiempo de residencia 7b	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	0
Cambio en la turbidez 8b	0
Cambio en la estratificación 9a	2
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,91 Bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,55 Moderado

6.

Masa de transición del Butroe

6.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua del Butroe se analiza anualmente un total de 3 estaciones estuáricas. Además, trienalmente entre 2002 y 2023, se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 13 estaciones para macroalgas. Desde 2021 se ha analizado también una estación de biomonitores (moluscos). Las posiciones se pueden ver en la Figura 60.

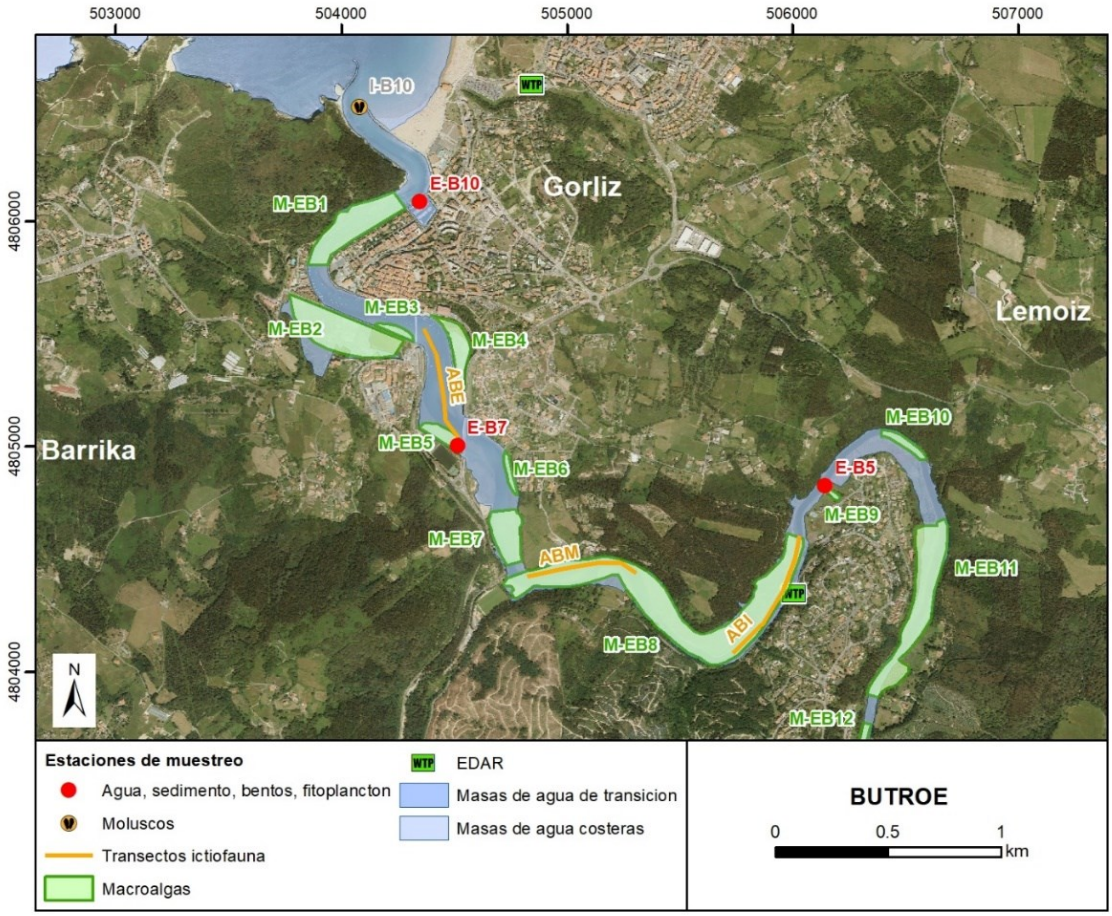


Figura 60 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Butroe.

La masa de agua de transición del Butroe se diagnostica en 2023 en **Buen Estado**, ya que alcanza el buen estado químico y el estado ecológico, lo que venía sucediendo desde hace seis años. En cambio, el estado ecológico no cumplió en 2021, debido a macroinvertebrados en las estaciones E-B7 y E-B10, pero este año solo incumple la E-B7 (Tabla 54 y Figura 61). En el caso del estado químico, solo incumplió en 2014 debido a contaminantes que presentaron valores elevados puntualmente, pero el incumplimiento no se ha repetido en la serie.

Tabla 54 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Butroe en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado ecológico	Estado químico	Estado
E-B5	Plentzia (Abaniko) (Butroe)	B	B	B	B	B	B	MB	Mo	B	B	B
E-B7	Plentzia (campo de fútbol) (Butroe)	Mo	B	B	B	Mo	B	MB	Mo	Mo	B	PqB
E-B10	Plentzia (puerto) (Butroe)	B	B	MB	B	B	MB	MB	Mo	B	B	B
Butroe Transición		B	B	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	B

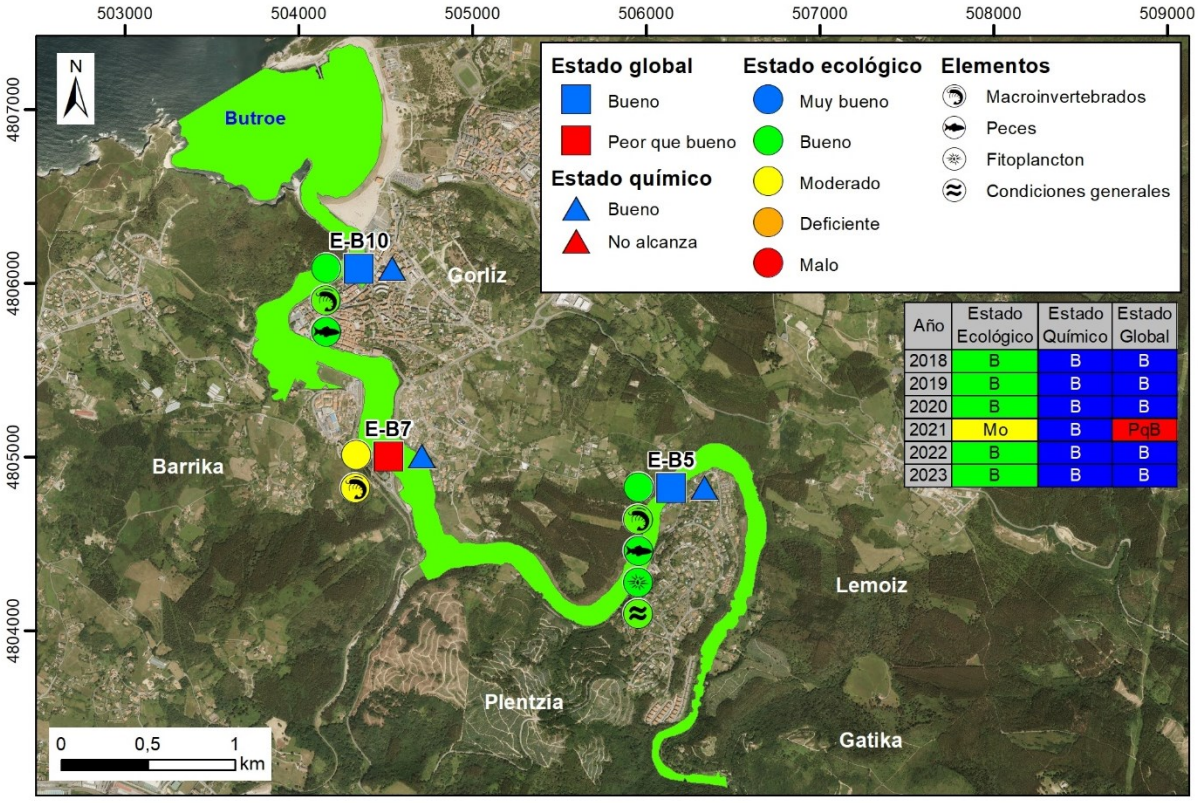


Figura 61 Masa de agua de transición del Butroe: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Desde que se realizó en 2004 el primer estudio de presiones e impactos en esta masa de agua, se ha ido avanzando mucho en saneamiento, tanto en la cuenca como en el propio estuario. Esto tiene su reflejo en la mejoría de indicadores fisicoquímicos asociados a aguas y sedimentos, con muchas sustancias con tendencias decrecientes en la masa de agua, presentando los últimos años los valores más bajos de la serie desde 1995. Esto se traduce en la mejoría de los valores asociados a algunos

indicadores biológicos, como las macroalgas, los macroinvertebrados (especialmente en los últimos 10 años, aunque ocasionalmente alguna estación esté en estado moderado) o los peces (que presentan ahora más situaciones de buen estado que moderado-bueno, si se compara con el comienzo de la serie, en 1997-2002). Entre los años 2003-2006 hubo alguna situación de mala calidad, posiblemente debido a vertidos por rebose, que hicieron registrarse valores bajos de oxígeno, que han ido mejorando en los últimos años y se han traducido en las mejoras mencionadas en el caso de los elementos biológicos. Todo ello no obsta para que, puntualmente, algunos elementos (como los macroinvertebrados o las condiciones generales en 2018) puedan encontrarse por debajo del nivel de bueno.

La depuración de las aguas residuales urbanas generadas en el entorno del estuario se lleva a cabo en la EDAR de Gorliz, que entró en funcionamiento en el año 1998 con un tratamiento primario fisicoquímico, realizándose mejoras en 2006. Hasta 2011 las aguas residuales, tras un proceso de depuración secundario, se vertían dentro de la bahía de Plentzia. A partir de entonces la evacuación se realiza fuera de la masa de transición del Butroe, a través de un emisario. Además, entre 2003 y 2013 se constató un descenso en las cargas de nutrientes procedentes del río (datos RID-OSPAR), leve para el nitrato, pero muy acusado en el caso del amonio y el fosfato (Revilla et al., 2014).

En consonancia con las mejoras realizadas en el grado de depuración de las aguas y el descenso de las cargas del río se observó una disminución de clorofila-a en la cabecera del estuario (E-B5) y el indicador asociado a esta variable pasó de buen a muy buen estado en esa zona. No obstante, en algunos años más recientes (alrededor de 2015) se observó un ligero empeoramiento en este indicador, que podría responder a un repunte del fosfato y el nitrato, asociado a pluviosidad (Borja et al., 2016a).

En relación con el estado químico, teniendo en cuenta que en los últimos años las concentraciones de contaminantes son las más bajas de la serie, sólo se han dado superaciones de normas de calidad asociadas a determinadas sustancias prioritarias en 2014, aunque parece ser un hecho puntual, siendo en general la tendencia de mejora en todas las matrices estudiadas y en la mayor parte de las variables.

6.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

6.2.1. Aguas

6.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica calculados mediante la media de los seis últimos años, todas las estaciones de la masa de agua cumplen con los objetivos de calidad de la saturación de oxígeno, amonio, nitrato y fosfato, calificándose con estado de Muy Bueno o Bueno (Tabla 55). Así, la masa de agua de transición de Butroe se califica como en estado fisicoquímico **Bueno**.

En la Figura 63 se muestra la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las tres estaciones del estuario (E-B5, E-B7 y E-B10) en el periodo de 1994 a 2023. Se observa una tendencia a una mejoría estadísticamente significativa ($p<0,05$) para los valores de la saturación de oxígeno y la concentración de amonio, nitrato y fosfato en todas las estaciones, salvo la concentración de oxígeno en la estación E-B10. En cuanto a los niveles, si bien las medias anuales de las variables fisicoquímicas mostraron algún incumplimiento

esporádico, en periodos de ciclos de seis años, todas las estaciones cumplen los objetivos de calidad a lo largo de la serie histórica (Figura 63).

Tabla 55 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Butroe mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-B5	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		97,08	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤34,3	1,6	4,12	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤121,3	1,6	34,34	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤3,39	0,16	1,31	Muy Bueno
E-B7	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		100,33	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤18,6	1,6	3,24	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤52,3	1,6	17,56	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤1,82	0,16	0,70	Muy Bueno
E-B10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		101,42	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤18,6	1,6	2,93	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤52,3	1,6	11,91	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤1,82	0,16	0,48	Muy Bueno

Respecto a la evolución temporal del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023, se observa una tendencia estadísticamente significativa ($p<0,05$) a la mejora en las tres estaciones E-B5, E-B7 y E-B10, siendo su calidad fisicoquímica muy buena en los últimos años (Figura 62).

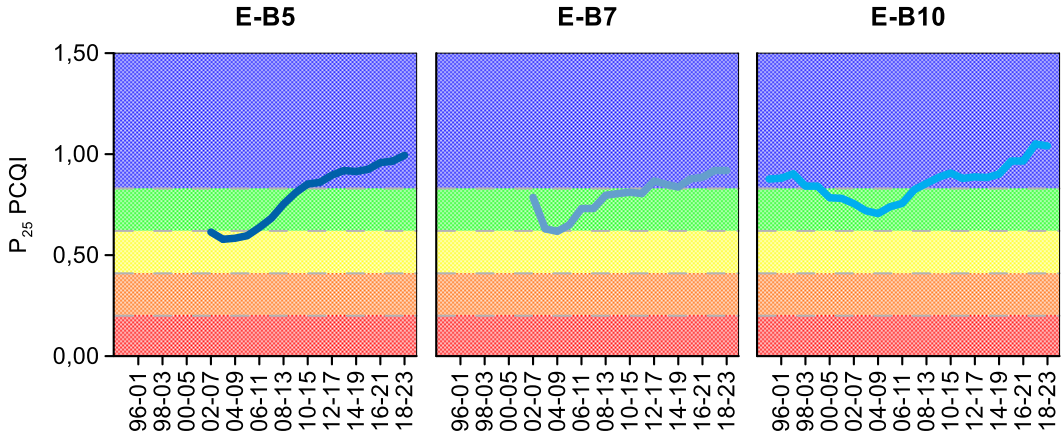


Figura 62 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de las estaciones de muestreo E-B5, E-B7 y E-B10 de la masa de agua de transición del Butroe. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

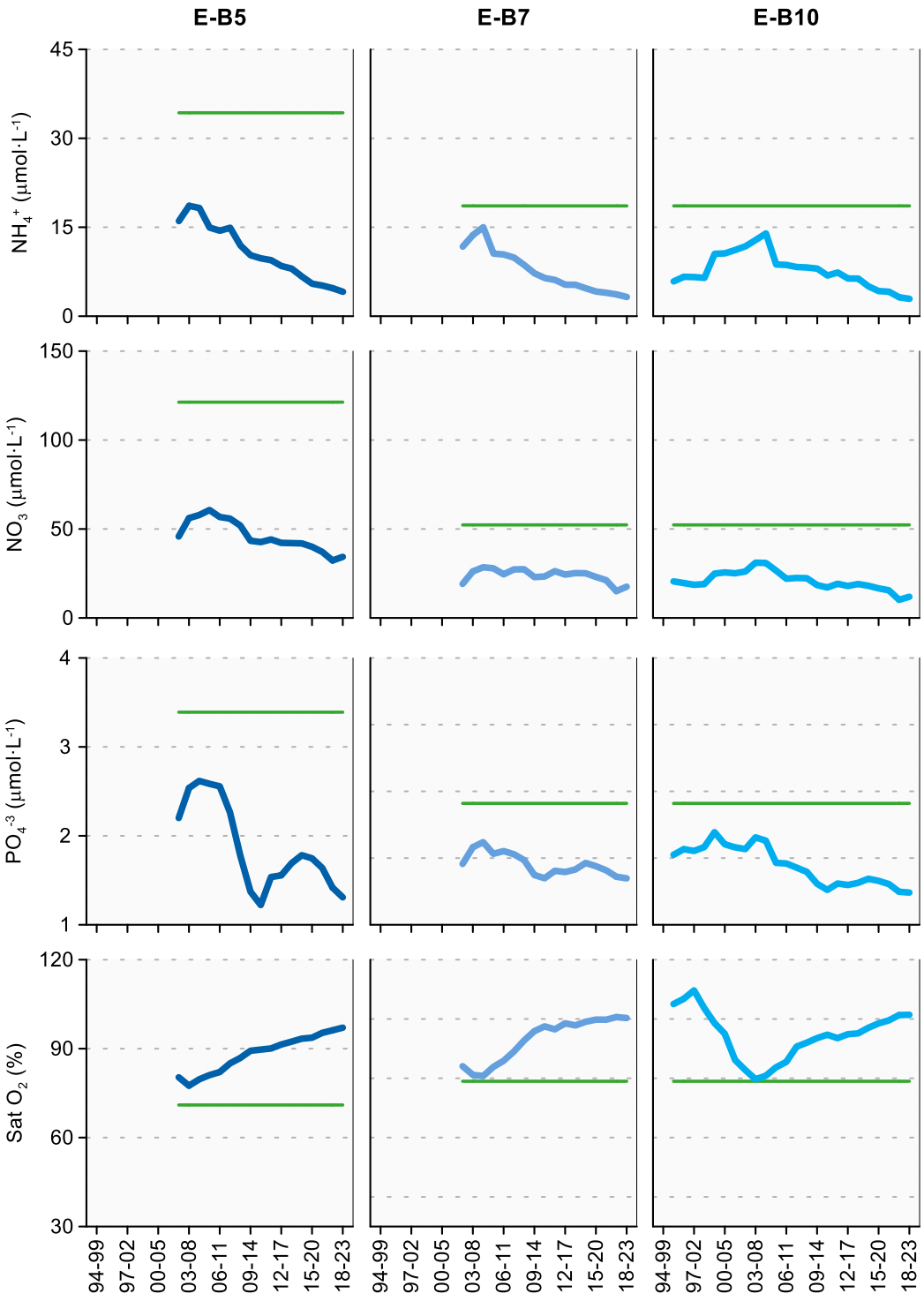


Figura 63 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

6.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa presenta un **Muy Buen** estado, al igual que para las tres estaciones de la masa (Tabla 56), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 56 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Butroe en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-B5	E-B7	E-B10	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico determinada en 2023, para las sustancias prioritarias, indica que la masa de agua alcanza el **Buen estado químico** (Tabla 57). Las concentraciones promedio de compuestos orgánicos en 2023 se encuentran por debajo de las normas de calidad correspondientes.

Tabla 57 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Butroe en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}. "-": no determinado.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-B5	E-B7	E-B10	Global
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0005	-	-	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-CMA Agua	0,02	0,0005	-	-	<LC	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	0,0016	0,0010	0,0011	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0013	0,0007	0,0013	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0024	0,0016	0,0022	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	0,01	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	0,01	<LC	0,04	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	0,0006	0,0004	0,00040	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 64 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con normas de calidad. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las tres estaciones de muestreo (E-B5, E-B7 y E-B10) hasta el año 2006; desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

A lo largo de la serie temporal, Ni, Zn y Cu han cumplido las normas de calidad. En general, parece observarse un descenso en las concentraciones de diversos metales (Cd, Zn y Pb) a lo largo del tiempo en las diferentes estaciones. En los años más recientes (a partir de 2010-2013) aparecen las concentraciones más bajas de la serie en metales como Cd, Pb o Hg (Figura 64).

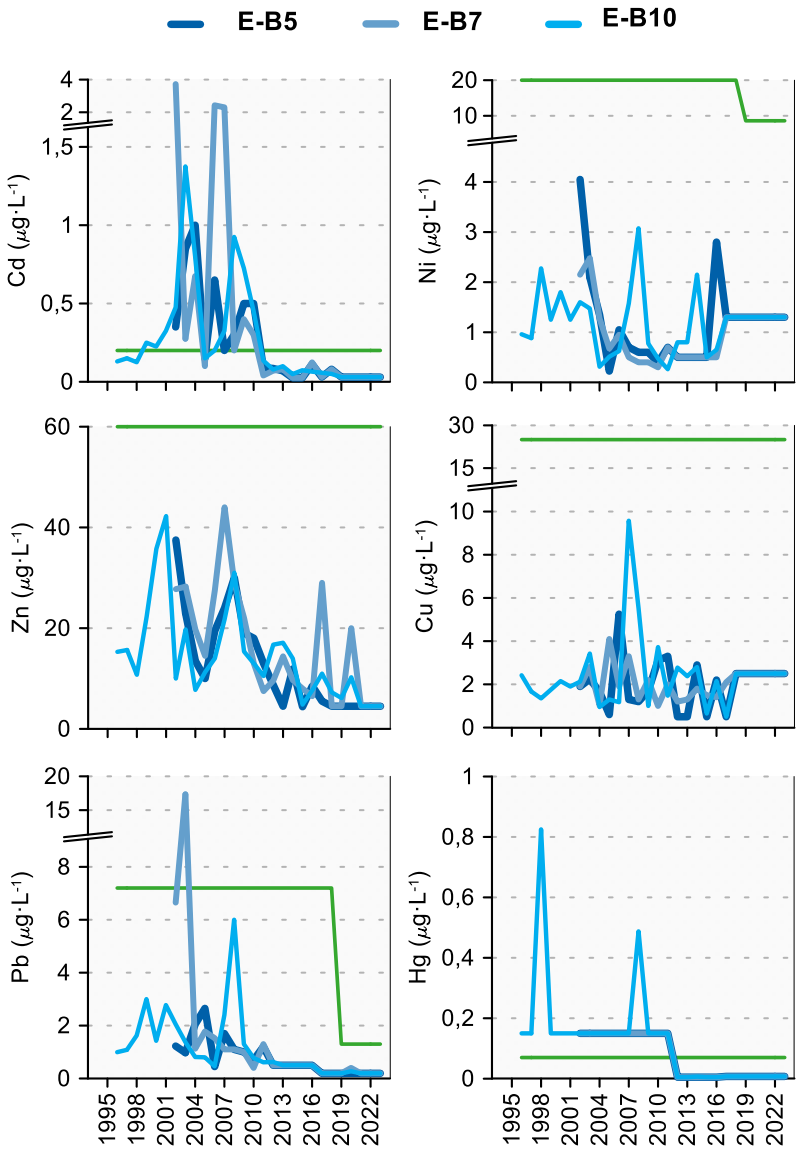


Figura 64 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe en el periodo que abarca desde 1995 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

6.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2023, los sedimentos de las tres estaciones de esta masa de agua se muestrearon en enero. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 58.

En la presente campaña, las estaciones situadas en la zona intermedia (E-B7) y exterior (E-B10) muestran un sedimento predominantemente arenoso, mientras que la estación interna (E-B5) es la que presenta mayor porcentaje en limos (Tabla 58). En la estación interna E-B5 se observa baja variabilidad temporal en el contenido en materia orgánica y potencial redox (Figura 65). La estación E-B7 muestra una tendencia creciente significativa en el potencial redox y un patrón descendente (no significativo estadísticamente) en el contenido de materia orgánica. En la estación más externa, E-B10, no se observa una tendencia clara en la evolución del contenido en materia orgánica ni del potencial redox.

Tabla 58 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Butroe en la campaña de invierno de 2023.

E-B5 (Fecha de muestreo: 26/01/2023)				E-B10 (Fecha de muestreo: 26/01/2023)			
Gravas (%)	0,6	Cd	0,18	Gravas (%)	4,6	Cd	0,12
Arenas (%)	62	Cr	32	Arenas (%)	80,6	Cr	22
Limos (%)	37,4	Cu	20	Limos (%)	14,8	Cu	13
MO (%)	3,4	Hg	0,13	MO (%)	3,2	Hg	0,10
Eh (mV)	94	Ni	21	Eh (mV)	86	Ni	13
		Pb	24			Pb	19
		Zn	104			Zn	74

E-B7 (Fecha de muestreo: 26/01/2023)			
Gravas (%)	2,1	Cd	0,13
Arenas (%)	81,5	Cr	27
Limos (%)	16,4	Cu	17
MO (%)	1,5	Hg	0,12
Eh (mV)	163	Ni	16
		Pb	26
		Zn	106

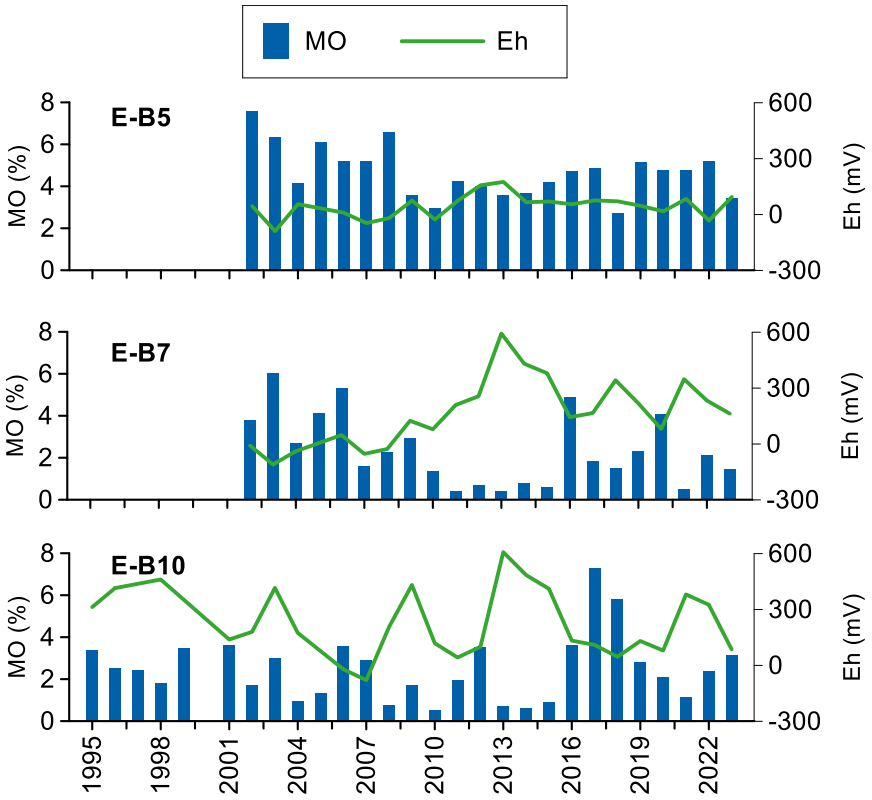


Figura 65 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Butroe (muestreos de invierno).

En lo que respecta a metales, las tres estaciones presentan rangos de concentraciones similares, si bien la estación más interna (E-B5) registra para casi todos los metales concentraciones ligeramente superiores a los obtenidos en E-B7 y E-B10 (Tabla 58). La Figura 66 muestra la evolución temporal de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados. En la estación E-B10 se obtiene una tendencia temporal creciente estadísticamente significativa en la concentración de Cr y en la estación E-B7 se obtiene una tendencia significativa y decreciente en las concentraciones de Cu, Ni y Zn.

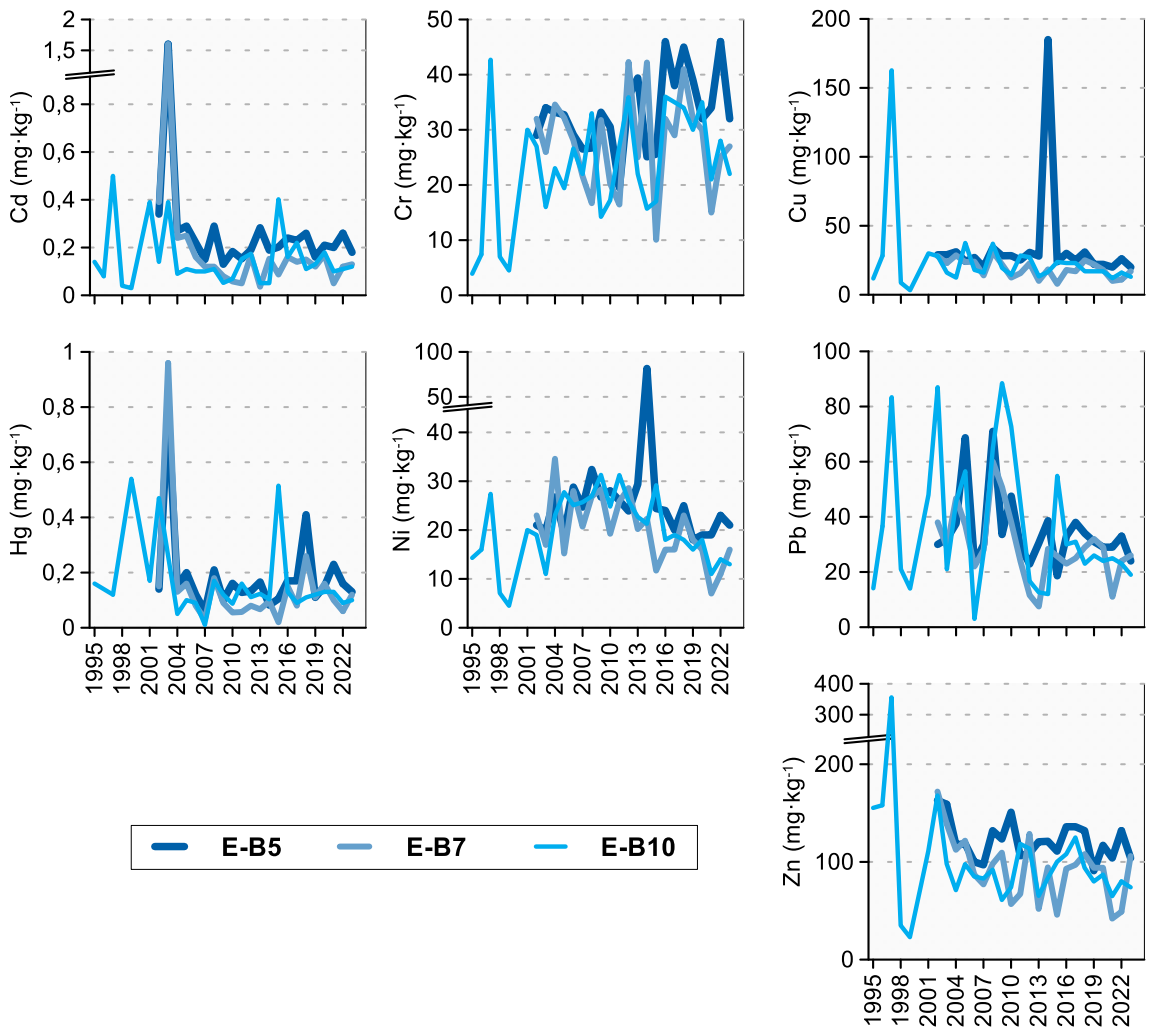


Figura 66 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Butroe (muestreos de invierno).

6.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2023, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata* de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-B10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo, que se presentan en la Tabla 59, se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota).

Como las ostras son filtradoras, pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. Por tanto, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, los resultados en biomonitores prevalecen sobre los resultados en las aguas. Así, las concentraciones anuales de benzo(a)pireno y fluoranteno analizados no superan las respectivas NCAs de biota. Por lo tanto, teniendo en cuenta conjuntamente los resultados obtenidos en aguas y los obtenidos en biomonitores, la masa de transición del Butroe **alcanza el buen estado químico**.

Tabla 59 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Butroe en 2023, basada en las sustancias prioritarias en biota (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA: norma de calidad ambiental; LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-B10	Global
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	1,89	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,09	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

6.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

6.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a** en 2023 oscila entre valores inferiores al límite de cuantificación (<0,05 µg·L^{-1}) y 11,5 µg·L^{-1}. El máximo se ha medido en primavera en la estación E-B5, durante la bajamar. Como suele ser habitual en los estuarios de tipo intermareal del País Vasco, este pico se mide en aguas de baja salinidad (Figura 67).

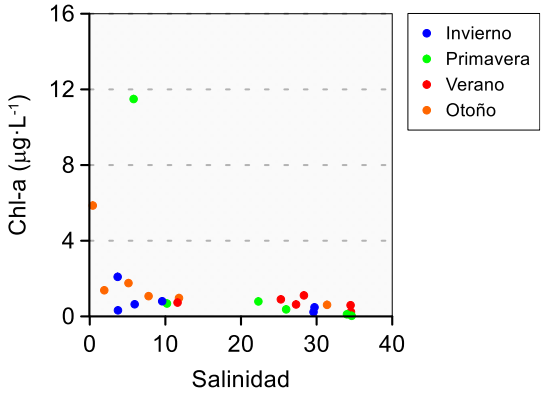


Figura 67 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Butroe en las cuatro épocas de estudio durante 2023. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

A larga escala temporal, la **evolución de la biomasa fitoplanctónica** se ha estudiado mediante el cálculo del percentil 90 de la clorofila-a (P_{90}) en periodos móviles de seis años (Figura 68).

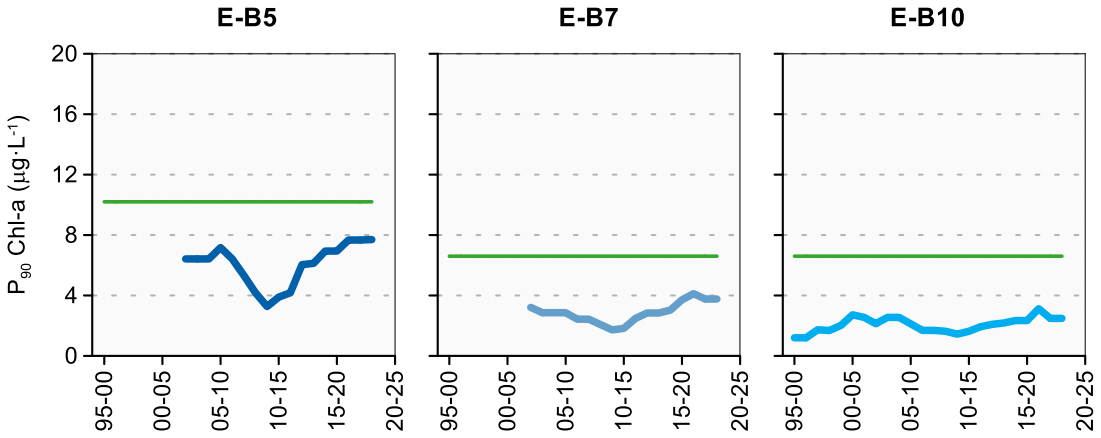


Figura 68 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas mesohalinas (E-B5) y polihalinas (E-B7 y E-B10).

El indicador de biomasa fitoplanctónica ha presentado oscilaciones, pero hasta ahora siempre dentro de las franjas de cumplimiento (Figura 68). La tendencia de descenso que se aprecia a comienzos de la década de 2010 es coherente con la disminución del amonio (nutriente cuyos picos son indicadores de vertidos de aguas residuales urbanas), como puede observarse en un apartado anterior (Figura 63). Sin embargo, posteriormente la tendencia del P_{90} revirtió, para ir en aumento hasta el periodo 2016-2021. Hay que indicar que hasta el año 2016 todavía se observaban picos acusados de fosfato y nitrato.

En la estación E-B10, que presenta la serie temporal más larga, se observan leves oscilaciones en el P_{90} que se asemejan a las de las desembocaduras de otros estuarios (por ejemplo, Artibai, Deba y

Bidasoa) (Figura 68). Estas probablemente no respondan, o no lo hagan únicamente, a cambios en la presión antrópica. Así, podrían estar bastante relacionadas con las condiciones océano-meteorológicas que presenta a escala más amplia la plataforma costera (insolación, pluviosidad, estructura vertical de la columna de agua, etc.) (Revilla et al., 2012).

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, al igual que en 2021 y 2022, se dispone de datos de la estación E-B5 en pleamar (Tabla 60).

Tabla 60 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie, tomadas en pleamar, en la masa de agua de transición del Butroe.

		24/04/2023	05/09/2023
Parámetro	Unidad	E-B5	E-B5
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	245	306
Diversidad	(bit·cel^{-1})	1,6	2,5
Riqueza	(*# taxa*)	14	21

Aunque no se tomaron muestras en 2020, de los estudios realizados en los años previos se pudo concluir que la densidad celular y el número de especies solían ser muy bajos en invierno y otoño. Los valores máximos generalmente se encontraban en la cabecera (E-B5), en primavera o verano. Las especies con mayor abundancia celular eran criptofíceas, como *Hemiselmis* spp. y *Plagioselmis* spp., con valores del orden de 10^6 células·L^{-1}. Además, el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum*, a pesar de presentar abundancias bastante menores, habría podido contribuir en gran medida a la concentración de clorofila y al color del agua, dado que su tamaño es relativamente grande.

En 2023 la variabilidad temporal no ha estado muy marcada (Tabla 60). Los valores obtenidos en la zona superior del estuario son moderados, tanto en abundancia, como en riqueza. Las muestras se tomaron en aguas de salinidad muy distinta, 10 en primavera y 27 en verano, pero ambas están dominadas en abundancia por diatomeas pennales. Este grupo posiblemente incluyera especies asociadas al bentos. En la muestra de verano también son relativamente abundantes unas diatomeas centrales que no pudieron identificarse a mayor nivel taxonómico. Ningún taxón en estas muestras de pleamar supera el umbral de bloom ($750 \cdot 10^3$ células·L^{-1}).

En relación con el **estado asociado al fitoplancton**, en el último periodo de evaluación el EQR basado en la concentración de clorofila presenta un patrón de aumento hacia la zona exterior (Tabla 61). En el global de la masa de agua el estado del fitoplancton actualmente es **Muy Bueno (EQR= 0,678)**.

Tabla 61 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe, así como en su globalidad. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (verde: buen estado; azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a (µg·L^{-1})	Chl-a
2018-2023	E-B5	7,70	0,442
	E-B7	3,77	0,584
	E-B10	2,49	0,884
	Butroe Transición	3,5284*	0,678

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

La evolución a largo plazo del EQR en la masa de agua se muestra en la Figura 69. Desde el primer periodo de evaluación (2002−2007) el estado del fitoplancton ha presentado oscilaciones, aunque siempre en la franja de cumplimiento.

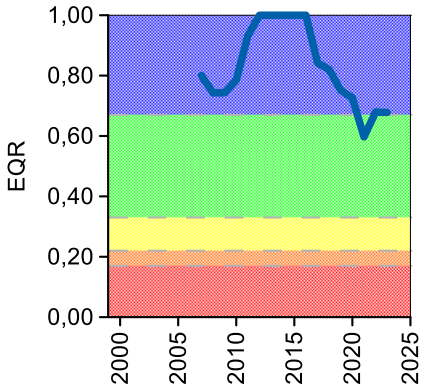


Figura 69 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Butroe a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

6.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

En la presente campaña de 2023, la masa de agua de transición del Butroe se dividió en 13 zonas distintas para la evaluación de las macroalgas presentes (Figura 60). La primera corresponde a la parte portuaria y de fondeo de embarcaciones. La margen derecha se encuentra canalizada, mientras que la margen izquierda presenta playas de cantos y fangos. El intermareal alberga un cinturón continuo de 3 m de ancho con 90% de cobertura de algas filamentosas del género *Ulva* y manchas aisladas de *Bostrychia scropioides* en las lajas. En 2017 se observó una mancha de 4 m^2 de matas poco desarrolladas la feofícea *Fucus spiralis* en una de las playas, que se ha extendido a 40 m^2, con 30% de cobertura. En la zona más próxima al puerto, ambas orillas están cubiertas por arrecifes de ostras y de *Mytilus* sp., con una cobertura de *Caulacanthus ustulatus* del 80%. En la margen derecha se observa una pequeña isla arenosa de 100 m de largo y 8 m de ancho colonizada por clorofíceas filamentosas del género *Ulva* (80% de cobertura). En la canalización de la margen derecha, se observan también algunas matas de la rodofícea *Gelidium pusillum*. En la margen izquierda, en el tramo que discurre entre la carretera que une Plentzia y Barrika, y el inicio del bosque, se localiza una escollera de 300 m colonizada por ostras y mejillones, al pie de un muro cuya parte inferior está tapizada por un cinturón de 1 m de ancho y 90% de cobertura de clorofíceas filamentosas del género *Ulva*.

La segunda zona corresponde a la vega Txipio, una extensión de marismas de unas 3 Ha, que recibe aportes de agua dulce de la regata Urgazo y conectada con el estuario por medio de canales que discurren bajo la carretera. Se observan matas aisladas de *Gracilaria* sp. que acompañan a grandes poblaciones de *Fucus* sp. (hasta 90% de cobertura). Además, en los canales, se observa manchas de clorofíceas laminares del género *Ulva*. En cambio, en las zonas más próximas a la vegetación halófita, se desarrollan manchas conspicuas de clorofíceas filamentosas (50% de cobertura).

La tercera zona corresponde a una acumulación de arena y piedras de tamaño medio, de unos 300 m de longitud, próxima a la pasarela peatonal en la orilla oeste. La zona se encuentra tapizada por un cinturón de 4 m de ancho de clorofíceas filamentosas, con 90% de cobertura. Además, en la zona más interna se observan pequeñas matas poco desarrolladas y dispersas de *F. spiralis spiralis*, En el canal de desagüe de la vega Txipio se localiza un acúmulo de piedras colonizadas por ostras y mejillones, con 40% de cobertura de *C. ustulatus*.

La cuarta zona la conforman dos cubetas creadas tras las obras de restauración paisajística en la llanura de inundación de las antiguas instalaciones de un molino mareal. La más pequeña de las cubetas (1.600 m^2) ha quedado reducida a un estanque con orillas de escollera sin superficie intermareal destacable. Al sur, se extiende una amplia zona intermareal (13.600 m^2) con desarrollo de

comunidades de marisma delimitadas en cinturones concéntricos. Las clorofíceas filamentosas del género *Ulva* ocupan la plataforma fangosa con numerosas manchas. Además, se observa una mancha 30 m^2 de *Gracilaria* sp. Por otro lado, tanto en la plataforma fangosa, como en el canal de desagüe de la cubeta, se identifican matas aisladas de clorofíceas filamentosas del género *Ulva*, así como matas dispersas y poco desarrolladas de *F. spiralis*.

La quinta zona corresponde a la margen opuesta, donde se desarrolla un cinturón de clorofíceas filamentosas de 3 m de ancho y 200 m de longitud, con 100% de cobertura. También se observa una pradera de clorofíceas filamentosas de unos 800 m^2, así como matas dispersas de clorofíceas laminares del género *Ulva*. Por otro lado, la mancha de 4 m^2 de la fanerógama *Zostera noltei* identificada por primera vez la pasada campaña de 2020, en lo que constituye la primera cita de presencia espontánea de esta planta en el estuario del Butroe, tras el trasplante realizado en 2009, aguas arriba (con plantas provenientes del Oka) se ha desarrollado llegando a alcanzar una superficie de 30 m^2. Además, se han observado dos nuevas manchas de 4 m^2 y 1 m^2. Por último, en la zona más próxima a la carretera, se observa una pequeña escollera cubierta de ostras con *C. ustulatus*.

La sexta zona se extiende a lo largo de unos 250 m a partir del puente de Legarrondo, cubriendo una superficie de 3.600 m^2. Bajo el puente se observan ejemplares aislados y poco desarrollados de *F. spiralis*. En la parte superior del intermareal se extiende un cinturón de clorofíceas filamentosas del género *Ulva*, que llega a recubrir la plataforma fangosa (90% de cobertura). Sobre las piedras, se desarrollan arrecifes de *Crassostrea* sp., con *C. ustulatus* (40% de cobertura). También se encuentran ejemplares dispersos de clorofíceas laminares del género *Ulva*.

La ribera izquierda de la séptima zona presenta fuerte pendiente y escasa cobertura de sustrato blando. Sobre las piedras se asientan clorofíceas filamentosas del género *Ulva*, con 80% de cobertura. En la parte más próxima al cauce, se observan ejemplares de *Crassostrea* sp., así como una banda de *C. ustulatus* (30% de cobertura). En la margen derecha se extiende una plataforma de unos 9.000 m^2 con una densa pradera de clorofíceas filamentosas del género *Ulva* (90% de cobertura) y alguna mancha de *Vaucheria*. Por último, en el extremo sur se observan dos manchas de *Z. noltei* (de 6 m de largo y 1,5 m de ancho, y de 0,3 m de largo y 0,3 m de ancho), procedentes de un trasplante realizado por AZTI en 2009. Además, se ha identificado por primera vez en el extremo norte de la zona, un cinturón discontinuo de *Z. noltei* de 100 m de largo formado por pequeñas manchas.

La octava zona presenta un tramo homogéneo de 1.600 m que corresponde a dos meandros, con un depósito aluvial de unos 110.000 m^2 en el que se forman varios grupos de islas. El primero de los meandros presenta una superficie de sedimentación de unos 20.000 m^2 en bajamar, con matas aisladas de *Gracilaria* sp., en la zona más próxima al caserío y una pequeña banda (50 m de largo y 3 m de ancho) de *Fucus ceranoides* poco desarrollada junto a la regata que desemboca al este del campo de rugby. En la zona más interior del meandro también se observa la presencia de *F. ceranoides* y, en los canales, alguna mancha de *Gracilaria* sp. La superficie fangosa del meandro queda cubierta por algas filamentosas del género *Ulva* (30% de cobertura) y por ejemplares aislados de algas laminares del mismo género. En este meandro se observa una isla arenosa de 200 m de largo y 30 m de ancho, cubierta por una pradera de clorofíceas filamentosas del género *Ulva* (20% de cobertura). El segundo meandro presenta una superficie sedimentaria de 90.000 m^2, con *Gracilaria* sp. en los canales internos del complejo insular. El complejo insular de la zona está atravesado por canales con manchas importantes de *Vaucheria* sp. y algunos cinturones de *Gracilaria* sp. en el canal más interno.

La novena zona corresponde a un antiguo embarcadero de 1.500 m^2 situado en la ribera de la urbanización Abanico de Plentzia. La plataforma fangosa se encuentra colonizada clorofíceas y, en menor grado, por *Gracilaria* sp., con una cobertura total próxima al 100%. En los dos extremos de la zona, se observan clorofíceas laminares del género *Ulva* (10% de cobertura).

En la décima zona, se observa una mancha de *Gracilaria* sp. en una plataforma elevada. Más importante es la presencia de un cinturón discontinuo de *Vaucheria* sp. (80% de cobertura).

En la siguiente zona, de unos 1.000 m de longitud, las plataformas llanas van reduciéndose. Sin embargo, se observa un cinturón continuo de *Gracilaria* sp. que abarca toda la zona.

En la duodécima zona, aparecen bandas de fango de unos 3 m de ancho sobre las que se asientan piedras dispersas de tamaño mediano. Las únicas macrófitas presentes son: *F. ceranoides*, que forma un cinturón discontinuo de pequeñas matas, con 30% de cobertura; y *Gracilaria* sp., que forma alguna mancha aislada en la parte media de la zona.

En la última zona, el fango es sustituido por cantos y rocas de mayor tamaño sobre los que se asientan pequeñas matas de *F. ceranoides* (10% de cobertura).

En la Tabla 62 se muestran los resultados obtenidos en la presente campaña para cada uno de los indicadores de que consta el índice, para cada una de las zonas estudiadas. Además, se muestran los valores de TMI para cada una de dichas zonas, para las estaciones a las que se adscriben y para el global de la masa de agua.

Tabla 62 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las zonas de la masa de agua de transición del Butroe (TMIzona), así como a nivel de estación (TMIestación) y a nivel de estuario (TMIestuario). Se muestran también las calificaciones para cada uno de los indicadores que se consideran en el método: R: riqueza específica; Ct: cobertura de especies tolerantes a la contaminación; Cr: cobertura del resto de especies de algas; V/R: ratio entre la cobertura de clorofíceas y la del resto de algas (naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

	ZONA							
Indicadores	**M-EB1**	**M-EB2**	**M-EB3**	**M-EB4**	**M-EB5**	**M-EB6**	**M-EB7**	**M-EB8**
R	3	3	3	3	3	3	3	3
Ct	1	5	3	3	3	3	1	5
Cr	3	3	1	3	3	1	5	3
V/R	3	5	1	3	3	1	5	5
Suma	10	16	8	12	12	8	14	16
TMI_{zona}	0,38	0,75	0,25	0,50	0,50	0,25	0,57	0,75
Superficie (m^2)	2.200	30.000	7.200	13.600	6.500	3.600	10.000	110.000
Superficie relativa (% zona)	0,06	0,76	0,18	0,09	0,05	0,03	0,07	0,77
Estación	**E-B10**			**E-B7**				
$TMI_{estación}$	0,638			0,694				
Superficie relativa (% estuario)	0,01	0,15	0,04	0,07	0,03	0,02	0,05	0,56

	M-EB9	**M-EB10**	**M-EB11**	**M-EB12**	**M-EB13**
R	3	3	1	3	1
Ct	1	3	5	5	5
Cr	5	5	5	3	1
V/R	3	5	5	5	5
Suma	12	16	16	16	12
TMI_{zona}	0,50	0,75	0,75	0,75	0,50
Superficie (m^2)	2.500	600	7.000	2.400	750
Superficie relativa (% zona)	0,19	0,05	0,53	0,18	0,06
Estación	**E-B5**				
$TMI_{estación}$	0,689				
Superficie relativa (% estuario)	0,01	0,00	0,04	0,01	0,00
$TMI_{estuario}$	0,682				

La calificación obtenida en 2023 es de Buen Estado para las zonas M-EB2, M-EB7, M-EB8, y M-EB10 a M-EB12, debido a los bajos valores de cobertura de clorofíceas respecto al resto de algas, a las moderadas riquezas y a las moderadas o altas coberturas del resto de algas, y de *Z. noltei*, cuya cobertura se ha incrementado respecto a campañas previas. En cambio, las zonas M-EB1, M-EB4, M-EB5, M-EB9 y M-EB13 presentan Estado Moderado, debido sobre todo a la moderada o alta cobertura

de especies indicadoras (salvo en la última de las zonas, en la que la cobertura de especies indicadoras es baja, pero también lo es la cobertura del resto de especies, así como la riqueza de algas). Por último, las zonas M-EB4, M-EB5 y M-EB6 presentan estado deficiente, por los valores moderados de riqueza y de cobertura de especies indicadoras, por las bajas coberturas del resto de algas y por el alto ratio de clorofíceas respecto al resto de algas (Tabla 62). En cualquier caso, a nivel de estación, la valoración obtenida a partir de los resultados indicados es de Buen Estado para todas ellas. Con estos resultados, la calificación global de la masa de agua sería también de **Buen Estado**. Sin embargo, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

6.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un tramo interno en el que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se encuentra dominada por el gasterópodo *P. ulvae*, acompañado por el poliqueto errante *Hediste. diversicolor*, el isópodo *Cyathura carinata* y el bivalvo *Scrobicularia plana,* especies características de la 'Comunidad de *Cerastoderma edule-Scrobicularia plana'*, habitual en los tramos medios e interiores de los estuarios vascos. Los parámetros estructurales muestran valores moderados a altos (Tabla 63), a excepción de la diversidad (inferior al promedio histórico de la estación, debido a la fuerte dominancia de *P. ulvae*). La clasificación de la estación, según AMBI, es de alteración ligera (AMBI=3,0), con dominancia de especies tolerantes a la alteración del medio, que suelen ser habituales en los tramos interiores de los estuarios.

Tabla 63 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Butroe. También se muestra la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	E-B5	E-B7	E-B10
Densidad	(ind·m^{-2})	20.208	3.328	703
Biomasa	(g·m^{-2})	100,518	33,430	21,762
Riqueza	(*# taxa*)	12	21	23
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	0,56	1,61	2,11
Equitabilidad densidad		0,15	0,37	0,47
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	0,24	1,39	0,94
Equitabilidad biomasa		0,07	0,32	0,21
Diversidad máxima	(bit)	3,58	4,39	4,52
AMBI		3,014	3,043	3,875
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Moderada
M-AMBI$_{estación}$		0,612	0,420	0,545
M-AMBI$_{global}$		0,535		

De modo similar, también en el tramo medio se encuentra una comunidad asimilable a la 'Comunidad de *Cerastoderma edule-Scrobicularia plana*', con dominancia del molusco *P. ulvae*. Esta dominancia provoca que el valor de diversidad sea bajo, aunque la densidad, la biomasa y la riqueza específica son altos (Tabla 63), al menos comparados con los promedios para la estación (976 ind·m^{-2}, 8,7 g·m^{-2} y 15 *taxa*). Como en la estación anterior, dominan las especies adscritas al GE III y la estación queda calificada, en términos de AMBI, como ligeramente alterada (AMBI=3,0).

El tramo exterior alberga también la 'Comunidad de *Cerastoderma edule-Scrobicularia plana*', con presencia habitual en la estación de especies características de dicha comunidad, como es el caso en la presente campaña de: *P. ulvae* y el grupo de los oligoquetos, entre otros. Los valores de densidad y riqueza registrados (Tabla 63) son los máximos desde que se iniciara el seguimiento de la estación, con diversidad específica próxima al promedio (2,65 bit·ind^{-1}). Aunque, como en las estaciones anteriores, dominan las especies tolerantes al enriquecimiento orgánico, también alcanzan una

densidad relativa importante las especies oportunistas de primer orden, lo que determina que la estación quede calificada, en términos de AMBI, como moderadamente alterada (AMBI=3,9).

Los valores de M-AMBI estimados para 2023 indican Buen Estado para las estaciones interior (E-B5) y exterior (E-B10), con Estado Moderado en la estación intermedia (E-B7) (Tabla 63). Tanto la estación más interior, como la correspondiente al tramo medio del estuario, que comenzaron a muestrearse en la campaña de 2002, parecen presentar cierta tendencia positiva (Figura 70), aunque esta última lleva desde la campaña de 2016 presentando tanto mínimos como máximos relativos decrecientes. Cuando se trata de explicar esta tendencia, no hay razones evidentes para este estado: los nutrientes cumplen las normas, el estado fisicoquímico es muy bueno y va mejorando; aunque la clorofila muestra una tendencia decreciente, se encuentra en buen estado; los contaminantes no superan las normas, y no se conocen actuaciones humanas que puedan explicar este estado moderado. Esto hace altamente recomendable mantener una estrecha vigilancia a su evolución en las próximas campañas. En cambio, en la zona exterior no se observaba ninguna tendencia, aunque parece observarse una ligera reducción de los máximos relativos.

Por último, para el global de la masa de agua, la calificación obtenida a partir de los resultados de la presente campaña de 2023 es de **Buen Estado**.

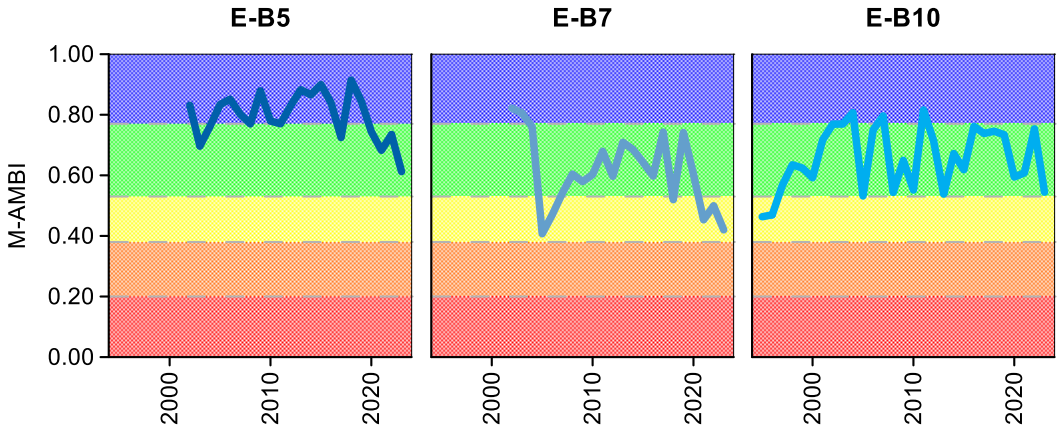


Figura 70 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Butroe a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

6.3.4. Fauna ictiológica

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2023 (muestreos realizados trienalmente desde 2002), analizándose los datos obtenidos mediante la metodología actualizada y explicada en la introducción. Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 60.

Además de los datos propios de la "Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV" entre 2002 y 2020, en este estuario disponemos también de los datos pertenecientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia entre los años 1997 y 2003 (a excepción del 2002).

En todos estos años han sido identificados 36 taxones (26 peces y 10 crustáceos). Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición. Tal y como se muestra en la Figura 71, la frecuencia de aparición de todas las especies difiere año a año, presentado un máximo de riqueza en 2020 y un mínimo a finales de la década de los noventa.

El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo a la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- solamente los cabuxinos del género *Pomatoschistus* aparecen en el 100% de las ocasiones. *Solea solea* (lenguado común), *Carcinus maenas* (cangrejo verde), quisquillas del género *Palaemon* y *Crangon crangon* (quisquilla gris) aparecen en la mayoría de las ocasiones;

- más la mitad de los taxones registrados aparecen de forma esporádica (1-2 apariciones a lo largo de toda la serie de datos);

- en 2023 ha sido detectado por primera vez en este estuario la especie *Pagrus pagrus* (pargo);

- la especie alóctona e invasora *Hemigrapsus takanoi* (cangrejo japonés) (Asakura y Watanabe, 2005; Martinez y Adarraga, 2005, 2006; Dauvin, et al., 2009) viene siendo detectada de forma continuada desde 2011.

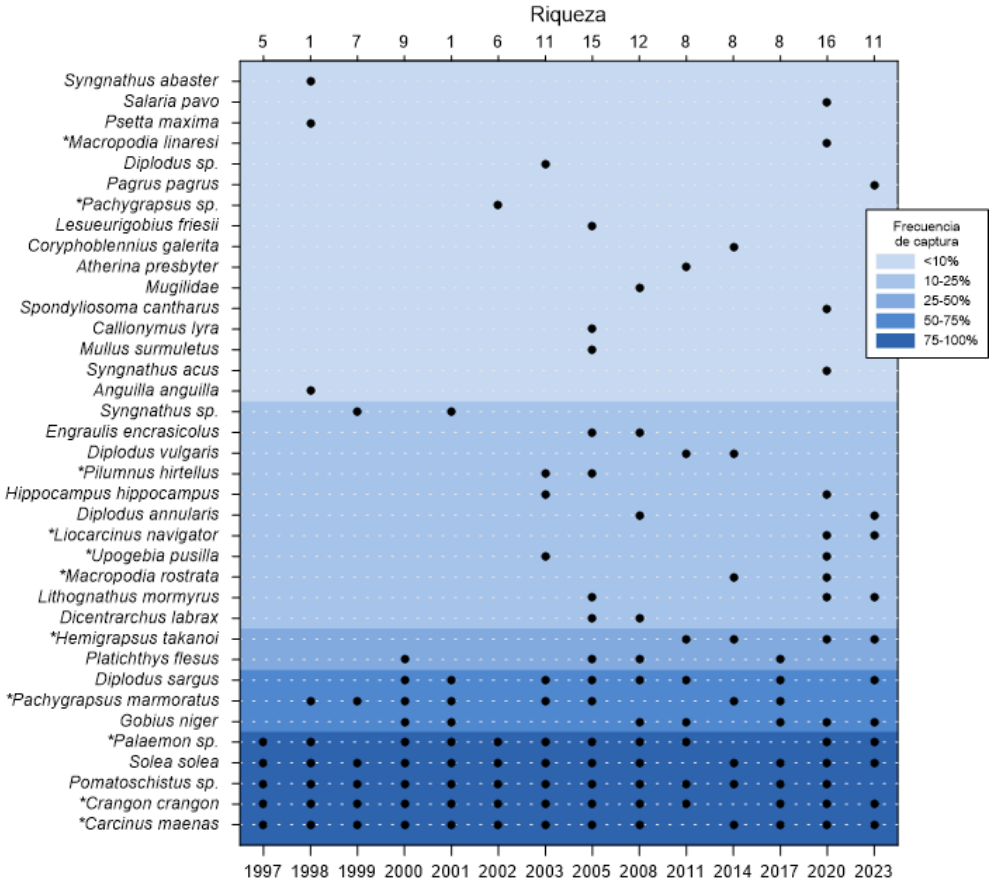


Figura 71 Listado de especies capturadas en el estuario del Butroe (1997-2023). Entre 1997 y 2003 (excepto 2002), datos pertenecientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia; resto, "Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV. El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

En cuanto a los parámetros estructurales, la Figura 72 presenta la evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones por estación encontrada entre 1997 y 2023. En 2023 destaca la ausencia de taxones detectada en la estación exterior y la mejora de la diversidad en el tramo medio e interior del estuario.

En líneas generales, en el caso de la riqueza, se aprecia una tendencia positiva de la riqueza de taxones

en el tramo interior y negativa en el resto de las estaciones. En cuanto a la abundancia, se observa una disminución progresiva de efectivos generalizada, alcanzando los últimos años valores mínimos en las tres estaciones. No obstante, destacan los valores altos de abundancia detectados a principios de la serie histórica (debido a la presencia masiva de quisquillas grises (*Crangon crangon*) y cabuxinos del género Pomatoschistus) y a finales de la década del 2000 (debido a la presencia masiva de quisquillas grises y quisquillas del género Palaemon). Por último, en cuanto a la diversidad, no se observan tendencias significativas que indiquen un incremento o descenso significativo a lo largo del tiempo. En general, predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra”.

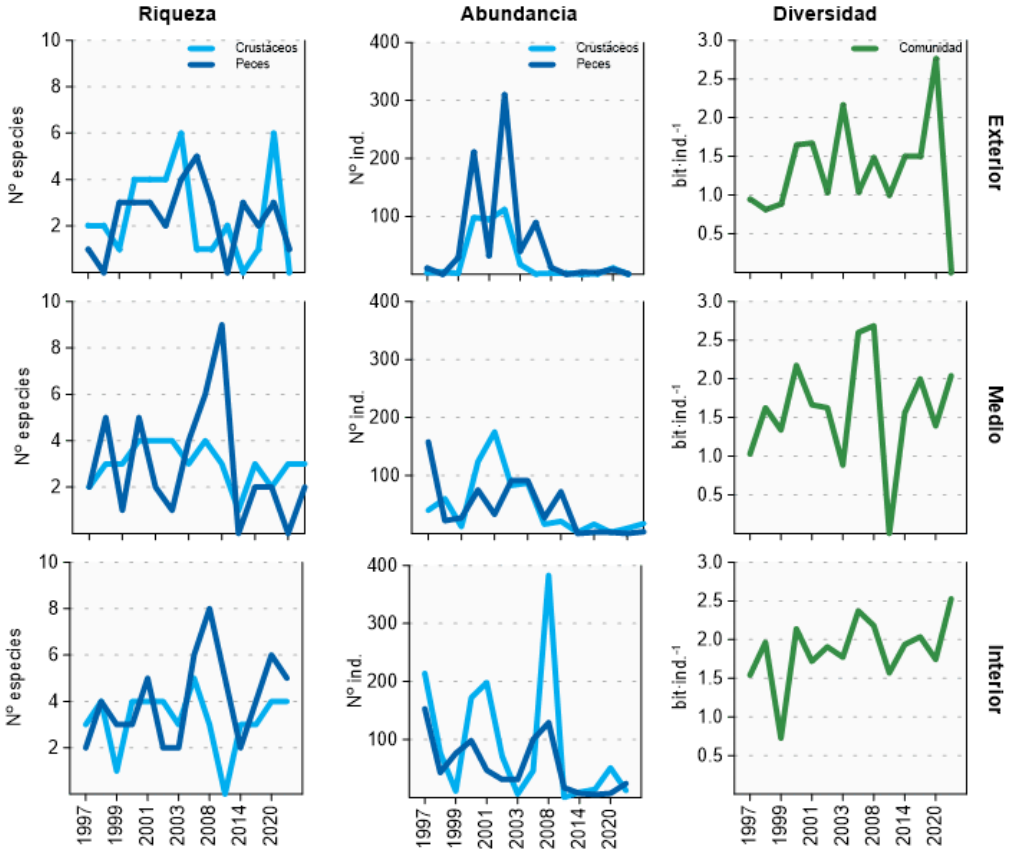


Figura 72 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Butroe entre 1997 y 2023.

Según los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2023 la valoración de la masa de agua alcanza la calificación de **Bueno** (Figura 73), valor ligeramente superior al obtenido en 2020.

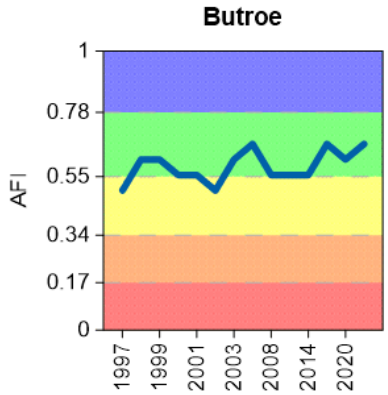


Figura 73 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenido para el estuario del Butroe entre 1997 y 2023. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17). AFI: AZTI’s Fish Index.

La evolución de la calidad en el estuario del Butroe parece mostrar una tendencia a la mejora, si bien dicha mejora no es significativa. Durante la primera mitad de la década de 2000, el sistema muestra episodios de empeoramiento y mejoría graduales de calidad, alcanzando mínimos y máximos históricos. Tras el máximo alcanzado en 2005, el sistema vuelve a perder calidad, diagnosticándose la masa de agua en la clase de estado bueno, en el límite con moderado. La mejoría inicial se debe a la construcción y mejora de los sistemas de recogida de aguas residuales iniciado en 1997. Por el contrario, los empeoramientos puntuales de la década de 2000 podrían deberse a un vertido puntual (hubo un rebose importante uno de aquellos veranos) o al efecto de los dragados realizados en estuario, canal, bocana y dársena (años 2002-2003, 2007, 2011 y 2012).

No obstante, conforme avanza el saneamiento las aguas son cada vez más claras, provocando un cambio en el comportamiento de la fauna piscícola: se cree que, a fin de evitar ser vistos por los predadores, los peces se esconden durante el día y no son pescados, por lo que el método de arrastre en estuarios someros parece que no permite que se capturen ejemplares ni especies suficientes para llevar a cabo la evaluación. Esta situación, en años recientes, se va agudizando en los estuarios pequeños y es cada vez más común en los estuarios europeos (por ejemplo, en Francia).

Como posible solución a este problema, se prevé utilizar el método belga (Estuarine Biotic Index, EBI sus siglas en inglés), método ya intercalibrado (European Commission, 2024) y adaptado a las características de Francia. El método belga está basado en el arte de pesca del butrón. Una vez obtenidos suficientes resultados y si se considera que los resultados son consistentes con el conocimiento de los estuarios y las presiones existentes, se trataría de obtener la autorización de la Comisión para su uso oficial, dejando así de usar AFI en los estuarios en los que el arrastre presente problemas.

6.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2023 no ha habido ninguna alteración de los indicadores hidromorfológicos, aunque los encauzamientos existentes en el estuario, así como diversas infraestructuras, hacen que con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califique en estado **Moderado**.

Tabla 64 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa de transición del Butroe
Alteración de la línea de costa 1a	2
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	1
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	3
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,63 Moderado
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Variación del caudal del río 7a	1
Cambio en el tiempo de residencia 7b	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	1
Cambio en la turbidez 8b	0
Cambio en la estratificación 9a	1
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,91 Bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,72 Moderado

7.

Masa de transición del Oka interior

7.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua del Oka interior se analiza anualmente una estación estuárica. Además, trienalmente entre 2002 y 2023, se analizaron una estación para vida piscícola y dos estaciones para macroalgas. La situación de todas ellas se observa en la Figura 74.

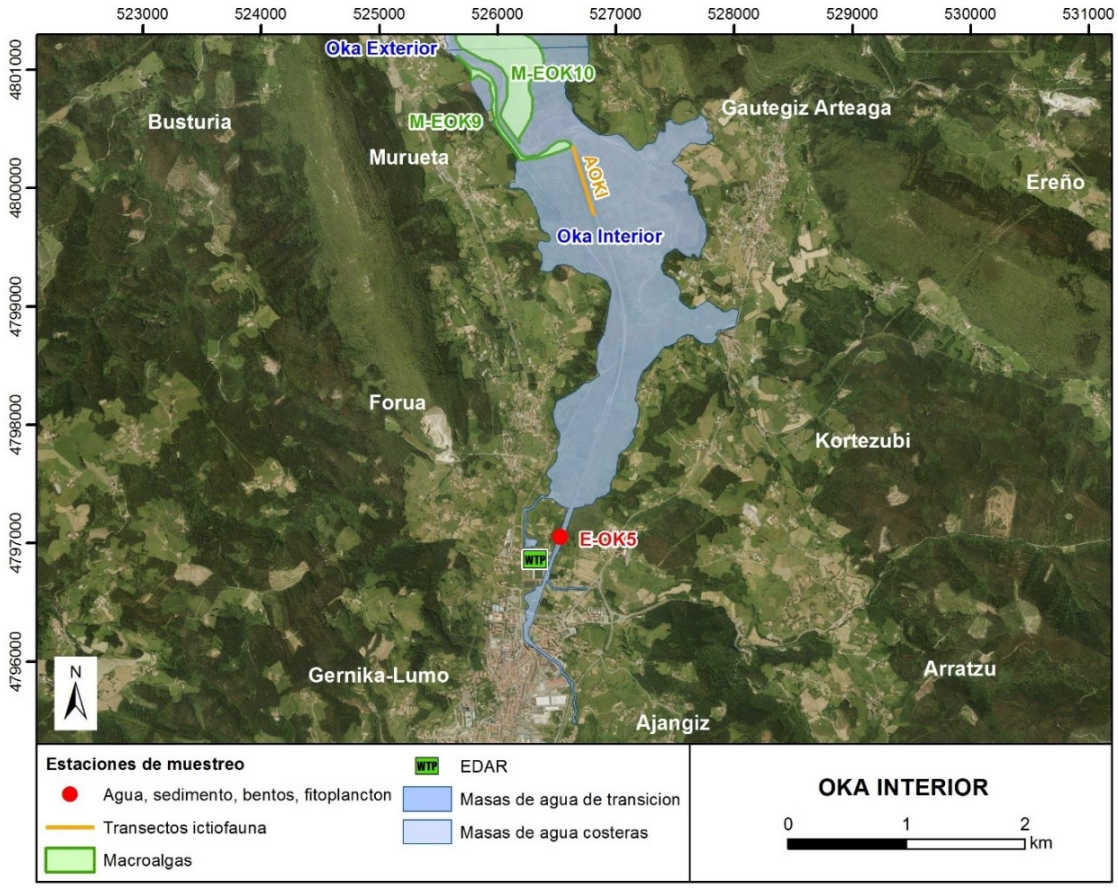


Figura 74 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Oka interior.

La masa de agua de transición del Oka interior se diagnostica en la campaña 2023 en un estado **Peor que Bueno**, puesto que el estado ecológico se diagnostica como malo, fundamentalmente debido a fitoplancton, y a las condiciones generales que están en moderado (Tabla 65 y Figura 75).

Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales se viene repitiendo en los últimos seis años analizados (Figura 75), marcada por un incumplimiento de objetivos en cuanto a estado ecológico y con cumplimiento del estado químico.

Tabla 65 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Oka interior en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado ecológico	Estado químico	Estado
E-OK5	Forua (salida de la depuradora)	MB	B	M	MB	M	<B	MB	Mo	M	B	PqB
Oka Interior Transición		MB	B	M	MB	M	<B	MB	Mo	M	B	PqB

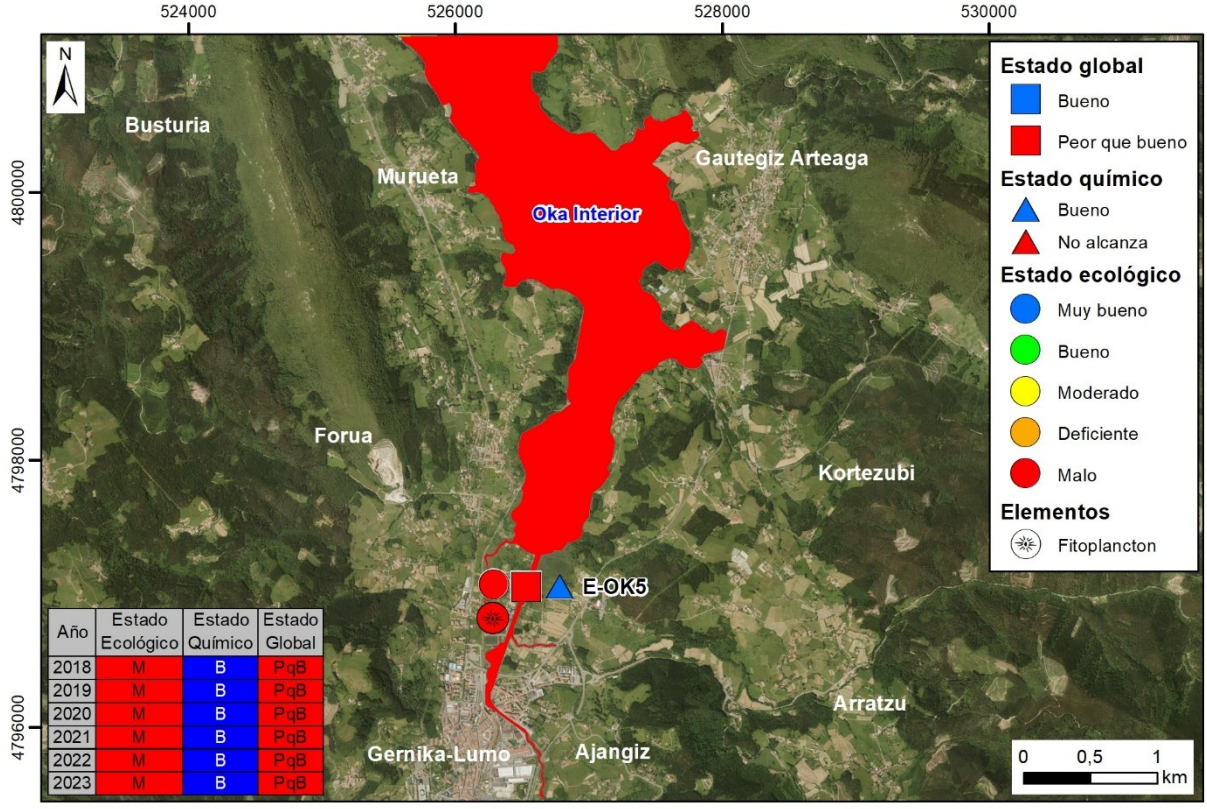


Figura 75 Masa de agua de transición del Oka interior: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Desde que se realizó en 2004 el primer estudio de presiones e impactos en esta masa de agua, se ha avanzado en el saneamiento, con la retirada progresiva de algunos vertidos, si bien la depuradora de Gernika no parecía funcionar adecuadamente. Esto tiene su reflejo en los incumplimientos de indicadores fisicoquímicos asociados a aguas (amonio ha incumplido sistemáticamente y fosfato numerosas veces) y sedimentos (incremento en años recientes de diversas sustancias). Esto se ve claramente en los indicadores biológicos, que en algunos casos han incumplido sistemáticamente (por

ejemplo, fitoplancton), en otros se ha ido dando una degradación progresiva con recuperación reciente (peces) y en algunos se muestran grandes y bruscos cambios (macroinvertebrados). Sin embargo, desde julio de 2021 la depuradora de Gernika se conectó a la EDAR de Lamiaran, por lo que en los próximos años se ha visto una mejora en las condiciones generales y se espera que esto dé lugar en un futuro cercano a un buen estado ecológico.

7.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

7.2.1. Aguas

7.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

En cuanto a la evaluación del estado fisicoquímico calculado mediante la media de los seis últimos años de cada variable, según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, la estación E-OK5 no cumple con el objetivo del amonio (Tabla 66). Por tanto, pese a que se cumplan los objetivos de calidad del resto de variables, la estación E-OK5 no cumple y su estado se califica como **Peor que Bueno**.

Tabla 66 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Oka interior mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-OK5	Oligohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	66		89,68	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤51,6	1,6	66,89	Peor que Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤212,5	1,6	36,99	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤5,13	0,16	2,49	Bueno

En la Figura 76 se muestra la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el Oka interior (E-OK5) en el periodo de 2002 a 2023. Aunque no se observa tendencia significativa alguna para ninguno de los nutrientes, en el último ciclo los valores están cerca de cumplir los objetivos ambientales de las variables fisicoquímicas, lo que indica que las medidas correctoras están teniendo un reflejo positivo en la calidad del agua.

En el caso del amonio, los valores más bajos de la serie se registraron al inicio del estudio y en el último ciclo de seis años, cuando en 2021 se conectó el colector Gernika-Busturia a la nueva estación depuradora de Lamiaran en Bermeo. En los primeros ciclos de años, la concentración de amonio fue aumentando progresivamente para reducirse en años recientes a medida que avanza el saneamiento.

En el caso del fosfato, se observó un patrón similar, en el que se aprecia que en los últimos años la estación de muestreo mejora progresivamente mostrando valores por debajo del objetivo de calidad, es decir, cumpliendo con el mismo.

Por otra parte, aunque la concentración del nitrato no muestra una tendencia temporal, el grado de cumplimiento es del 100%, ya que se mantiene siempre por debajo del objetivo de calidad a lo largo del tiempo.

Aunque el incremento de estos nutrientes al comienzo de la serie ha ido acompañado de un descenso de la saturación de oxígeno, desde el ciclo de 2011 a 2016 se ha ido recuperando y el objetivo de

calidad del oxígeno se ha ido cumpliendo (Figura 76). Todo ello indica que durante una parte importante del periodo de estudio la falta de un saneamiento adecuado hizo que se incumplieran los objetivos de calidad. Sin embargo, en los últimos años el oxígeno ha aumentado superando el 80% de saturación, lo que refleja una mejoría posiblemente relacionada con el avance del saneamiento.

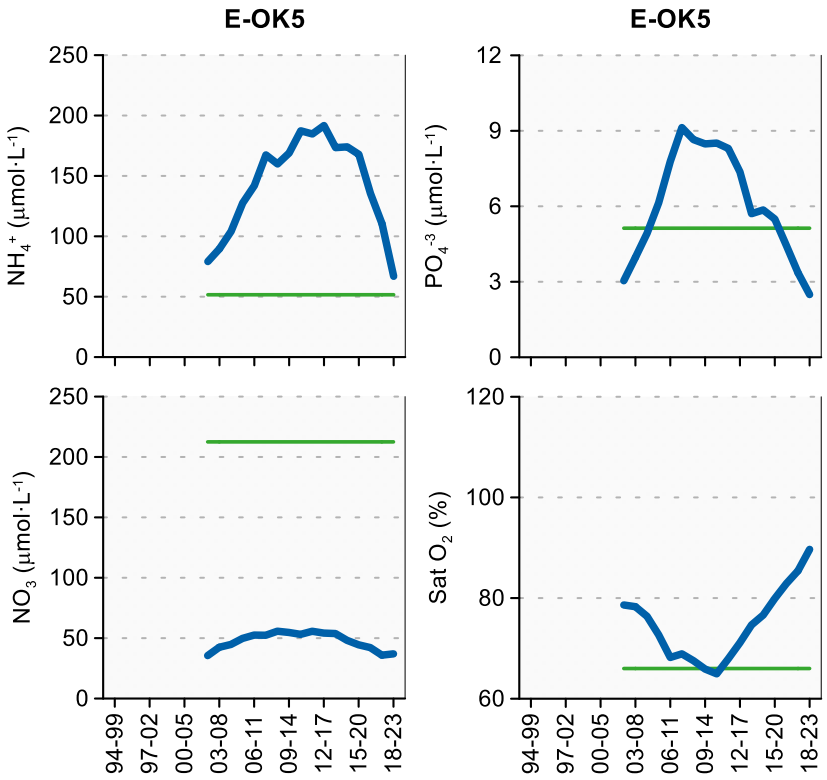


Figura 76 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en la estación de la masa de agua de transición del Oka interior en el periodo que abarca desde 2002 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

Al determinar las condiciones fisicoquímicas generales, mediante el percentil 25 (P_{25}) del PCQI para periodos de seis años entre 2002 y 2023, la estación E-OK5 no presenta una tendencia clara, aunque mejora progresivamente desde 2014, posiblemente debido a la eliminación de algunos vertidos (Figura 77).

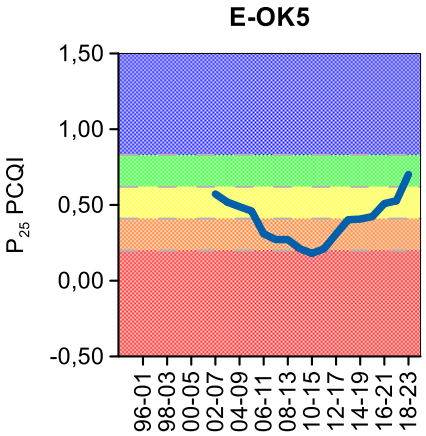


Figura 77 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 2002 y 2023 de la estación de muestreo E-OK5 de la masa de agua de transición del Oka interior. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

7.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa alcanza el **Muy Buen** estado siendo también muy bueno para la estación de la masa (Tabla 67), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 67 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Oka interior en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OK5	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico determinada en 2023 indica que, en esta masa de agua, de forma global, se **alcanza el buen estado químico** (Tabla 68), lo que viene ocurriendo desde 2017. Anteriormente, no se alcanzó el buen estado químico entre 2011-2013 y entre 2015-2016 por presencia de Níquel.

Tabla 68 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oka interior en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OK5	Global
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0025	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-CMA Agua	0,02	0,0025	<LC	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	0,0013	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0007	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0020	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	0,022	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	0,0009	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

En la campaña de 2023, las concentraciones promedio anuales de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de cuantificación, no superando las respectivas NCAs (Tabla 68).

En la Figura 78 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con normas de calidad definidas. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para la estación de muestreo E-OK5 hasta el año 2006; desde 2007 solamente se ha muestreado la estación en bajamar. Se puede observar que zinc y cobre han cumplido siempre, mientras que plomo y cadmio han ido reduciendo la concentración para cumplir a partir de 2007-2010. El mercurio también cumple a partir de 2012. Por el contrario, el níquel empieza a cumplir el buen estado químico a partir de 2016.

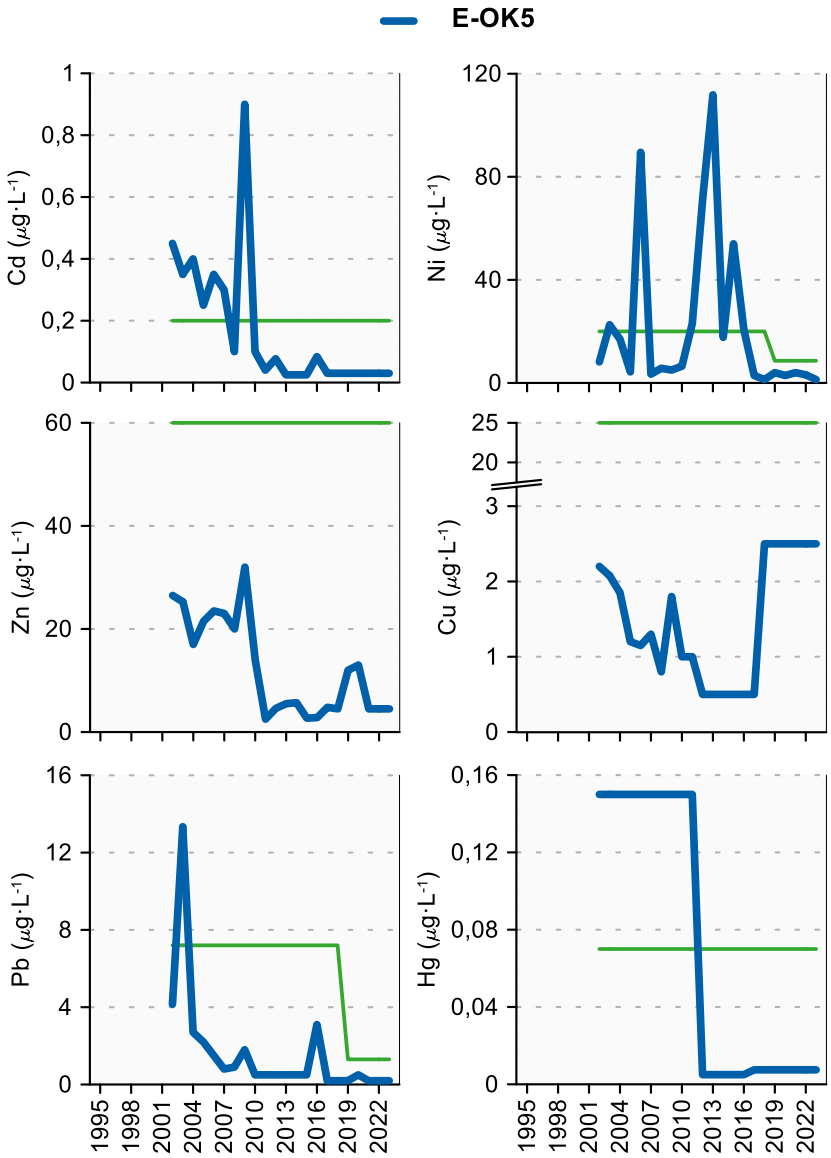


Figura 78 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Oka interior en el periodo que abarca desde 2002 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

7.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2023, el sedimento de este estuario se muestreó en enero. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 69. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años. En la presente campaña, el sedimento es predominantemente limoso (Tabla 69). En cuanto al contenido en materia orgánica, se observa una disminución discontinua desde 2012 a 2021, con un repunte en 2019 y 2022 (Figura 79). El análisis de tendencias a largo plazo no muestra ninguna tendencia estadísticamente significativa en el contenido de materia orgánica ni en el potencial redox.

La Figura 80 muestra la evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados en las campañas de invierno desde 2002. Es destacable el máximo registrado en el primer año de la serie en Cr, Cu, Ni y Zn. En relación con el análisis de tendencias a largo plazo, no se observa ninguna tendencia estadísticamente significativa.

Tabla 69 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en mg·kg^{-1}, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Oka interior en la campaña de invierno de 2023.

E-OK5 (Fecha de muestreo: 12/01/2023)			
Gravas (%)	0	Cd	0,13
Arenas (%)	13,7	Cr	54
Limos (%)	86,3	Cu	26
MO (%)	4,4	Hg	0,09
Eh (mV)	84	Ni	36
		Pb	24
		Zn	94

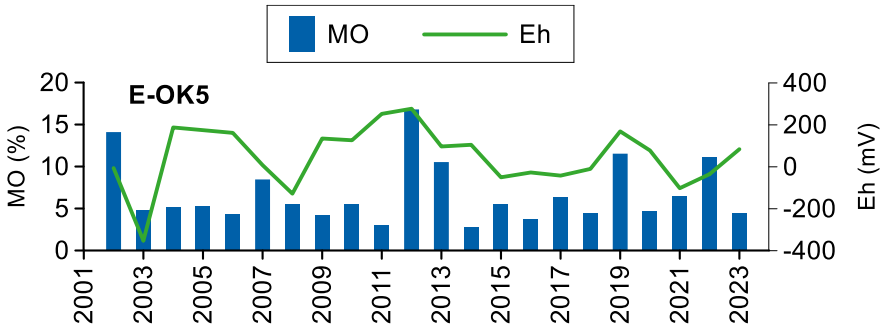


Figura 79 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Oka interior (muestreos de invierno).

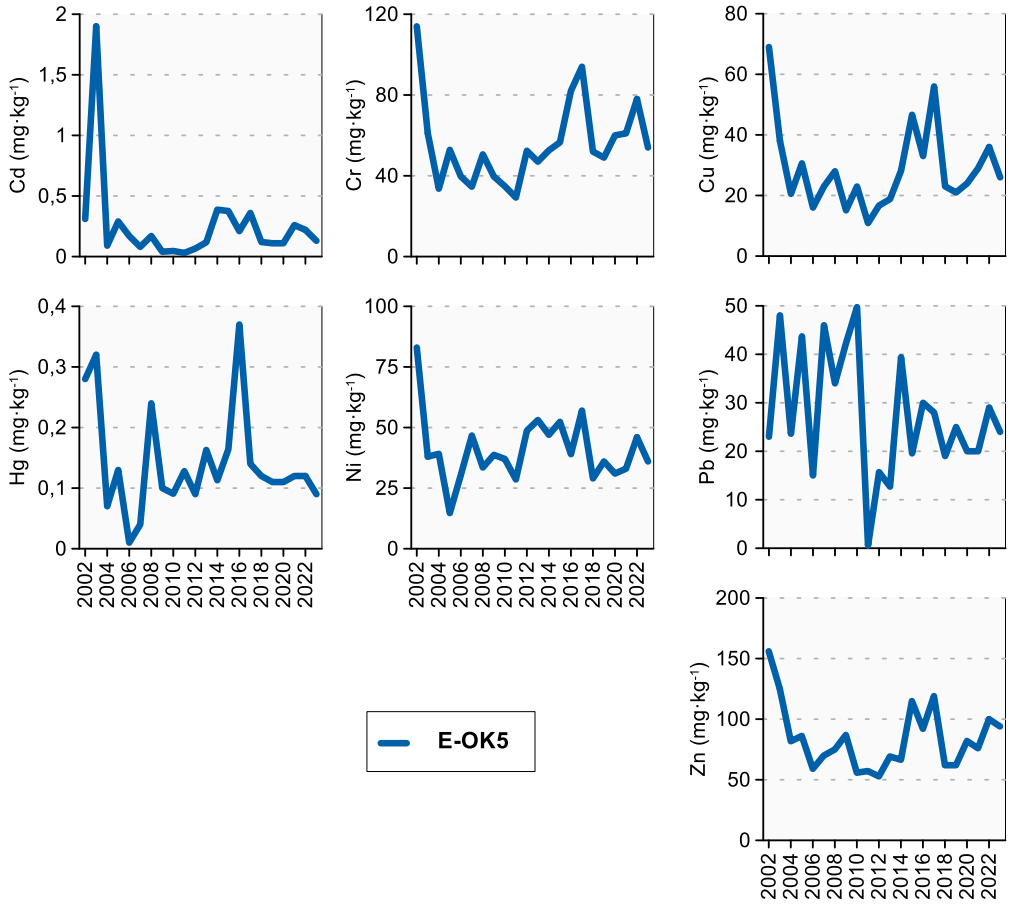


Figura 80 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Oka interior (muestreos de invierno).

7.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

7.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

Como puede verse en la Figura 81, la **clorofila-a** en 2023 oscila entre un valor inferior al límite de cuantificación (<0,05 µg·L^{-1}) en primavera, y un máximo de 6,2 µg·L^{-1} en verano.

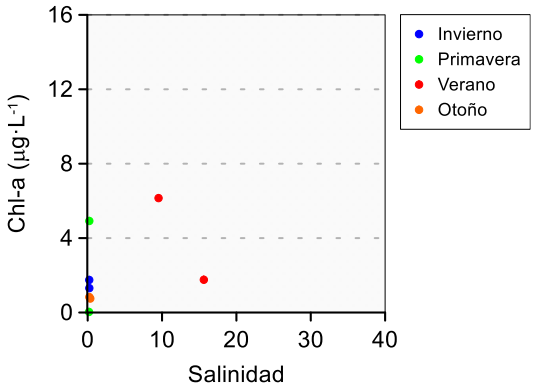


Figura 81 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Oka Interior en las cuatro épocas de estudio durante 2023. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

Al contrario de lo que solía ser habitual, el máximo de 2023 es bastante moderado y está en el rango presentado por la mayoría de las masas de transición del País Vasco. Excepto en verano, la salinidad de las aguas superficiales de E-OK5 es muy baja durante los muestreos, lo que indica que en esos casos pudo haber fuertes descargas de agua dulce y arrastre hacia el mar del fitoplancton (Figura 81).

Desde que comenzó a estudiarse en 2002 se han registrado en el Oka Interior fuertes picos de clorofila, con más frecuencia en verano, época en la que se han llegado a medir valores cercanos o superiores a 50 µg·L^{-1} en los años 2004, 2006, 2008, 2014, 2016 y 2018. En años recientes se han registrado picos de ese nivel fuera de la época estival, concretamente en otoño de 2021 y en primavera de 2022.

Para realizar un estudio de la **evolución temporal de la biomasa fitoplanctónica** se ha calculado el percentil 90 de la clorofila-a (P_{90}) en periodos móviles de seis años (Figura 82). Se observan fuertes oscilaciones, pero no se ha cumplido nunca el objetivo de calidad, lo cual es reflejo del enriquecimiento en nutrientes de origen antrópico que ha soportado la zona superior del estuario del Oka, unida a una baja tasa de renovación del agua en situaciones de estiaje.

El amonio, uno de los nutrientes que mejor pueden servir como indicador de vertidos de aguas residuales deficientemente tratadas, ha presentado concentraciones medias anuales por encima del máximo recomendable hasta el año 2020 inclusive (véase Figura 76, indicadores fisicoquímicos). También a escala anual, el fosfato ha incumplido su objetivo hasta 2017 inclusive. La disponibilidad de nutrientes (nitrógeno y fósforo inorgánicos) puede explicar el desarrollo y acumulación de la clorofila en la cabecera del estuario del Oka hasta años recientes. Es posible que también hayan facilitado estos blooms los compuestos orgánicos característicos de los vertidos con poco grado de depuración, ya que ciertas especies fitoplanctónicas prosperan en medios ricos en urea, aminoácidos, etc.

Aunque a partir de julio de 2021 los vertidos de Gernika ya no llegan a esta masa de agua, la recuperación de la calidad biológica en el caso del fitoplancton no ha sido inmediata. Quizá tengan que transcurrir unos años hasta que el sedimento deje de aportar nutrientes y, además, otros organismos colonicen esta zona (y, por consumo, competencia u otras interacciones, controlen los blooms).

Por otro lado, es bien conocido el efecto de los factores hidrometeorológicos en los blooms de fitoplancton, que se ven propiciados cuando se reduce el caudal fluvial y la disponibilidad de luz es suficiente para permitir la producción primaria. Ambas condiciones solían ocurrir con más frecuencia en verano, pero el estiaje más intenso y prolongado de los últimos años puede estar causando un cambio estacional en los picos de clorofila y hacer que no se alcance siempre el objetivo. En caso de que fuese esto último la principal causa de los blooms, sería recomendable integrar a la estación E-OK5 con las situadas aguas abajo (E-OK10 y E-OK20) en una misma masa de agua. Al no estar sujeta ya a una fuerte presión antrópica, no tendría sentido considerar a E-OK5 de forma independiente y una integración espacial del indicador de fitoplancton para todo el estuario sería lo más apropiado a la hora de realizar la evaluación ecológica.

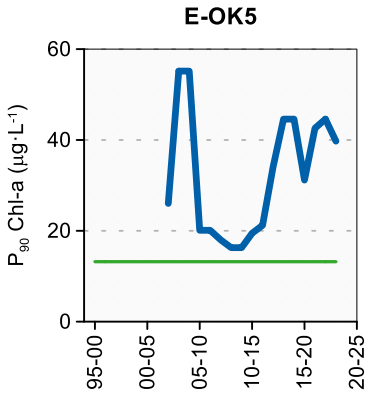


Figura 82 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oka Interior. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas oligohalinas (E-OK5).

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en la Tabla 70 se muestran las variables que describen de manera general a la comunidad fitoplanctónica, durante las campañas de primavera y verano realizadas en pleamar.

La abundancia observada en 2023 puede considerarse normal para la zona de cabecera de un estuario. Sin embargo, en esta masa de agua se han llegado a registrar picos mucho más altos, del orden de 10^7 células·L^{-1}, de manera muy frecuente en verano (2008, 2009, 2011, 2014, 2015, 2016 y 2018) y en años recientes también en primavera (2018 y 2022).

En cuanto a la composición taxonómica observada en 2023, en términos generales, la riqueza es menor en el Oka Interior que en la estación situada aguas abajo (E-OK10, perteneciente a la masa de transición del Oka Exterior, que se describe en otro capítulo).

La muestra de mayo de la estación E-OK5 está casi totalmente compuesta por diatomeas pennales y por el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum*. También hay presencia de la criptofícea *Urgorri complanatus*. Estas dos últimas especies pueden producir coloración marrón-anaranjada de las aguas. Teniendo en cuenta el tamaño relativamente grande del dinoflagelado y su abundancia celular (casi 200 000 células·L^{-1}), podría haberse producido este fenómeno, aunque el valor de clorofila de la muestra de pleamar es bastante moderado (<10 µg·L^{-1}). Esta composición es muy diferente a la encontrada en los dos puntos de muestreo situados aguas abajo, donde los dinoflagelados tienen poco peso y hay una gran diversidad de diatomeas, lo que puede explicarse por la fuerte diferencia en las condiciones de salinidad (oligohalinas en la masa del Oka Interior y euhalinas en la Exterior).

En la muestra de septiembre el taxón con mayor abundancia en E-OK5 son las criptofíceas *Hemiselmis*

spp. que con $1{,}0 \cdot 10^6$ células·L^{-1} alcanzan densidades de bloom. A diferencia de las estaciones situadas aguas abajo, la zona de cabecera del estuario tiene una abundancia mucho más alta de este pequeño flagelado. Sin embargo, también presenta algunas especies con abundancias más similares a las del Oka Exterior (en concreto, las diatomeas *Chaetoceros* sp. y *Minutocellus polymorphus*). En el caso de esta campaña, la salinidad es algo más similar entre las dos masas de agua, estando en E-OK5 en torno a 16 y en el resto sobre 34 USP.

Tabla 70 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie, tomadas en pleamar, en la masa de agua de transición del Oka Interior.

		24/05/2023	04/09/2023
Parámetro	Unidad	E-OK5	E-OK5
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	545	1943
Diversidad	(bit·cel^{-1})	1,6	2,5
Riqueza	(*# taxa*)	6	14

En cuanto al **estado asociado al indicador fitoplancton** evaluado en base a la clorofila, en el último periodo se clasifica como **Malo (EQR = 0,111)** (Tabla 71). A largo plazo, en la masa de agua el estado del fitoplancton ha oscilado entre malo, deficiente y moderado (Figura 83). Ello está en coherencia con la fuerte presión antrópica que ha sufrido esta masa de agua desde el punto de vista fisicoquímico, como se describe en el apartado anterior (Figura 77, Figura 76).

Tabla 71 Calidad biológica del fitoplancton en la masa de agua de transición del Oka Interior. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (rojo: mal estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a (µg·L^{-1})	Chl-a
2018-2023	E-OK5 Oka Interior Transición	39,74	0,111

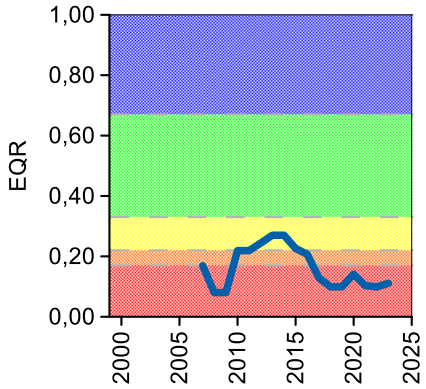


Figura 83 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Oka Interior a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado).

7.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

En la presente campaña de 2023, la masa de agua de transición del Oka interior se dividió en dos zonas distintas para la evaluación de las macroalgas presentes (Figura 74). La primera plataforma fangosa de la zona se sitúa aguas abajo del canal de Gernika. Por debajo del talud superior se desarrolla un canal fangoso cubierto por un horizonte de 60 m de longitud y 10 m de anchura media, con un 50% de cobertura de *Gracilaria* sp. En la parte central hay una zona de marisma con: *Halimione portulacoides*, *Juncus* sp., *Limonium* sp. y *Salicornia* sp., con *Vaucheria* sp. En el borde del talud se extiende una banda de *Vaucheria* sp. de 4 m de ancho, con un 60% de cobertura. También se ha observado un pequeño islote de *Spartina* sp. Poco antes de los astilleros Murueta, se extiende una plataforma con

Vaucheria sp. en las zonas altas y en el borde del canal, y con seis islotes de *Spartina* sp. de entre 1 m y 2 m de diámetro. En la parte alta también se observan dos zonas con *Spartina* sp. También se han identificado pequeñas manchas de *Z. noltei*. En el extremo norte se observa una zona cubierta por *Crassostrea* sp. y, en la parte alta, bordeando la zona con *H. portulacoides*, crecen matas dispersas de *F. spiralis* formando un pseudo-cinturón. También se aprecia un cinturón irregular de *B. scorpioides*. A continuación, se extiende un intermareal fangoso con piedras cubiertas por *Crassostrea* sp., epifitada por *C. ustulatus*. Por encima, se desarrolla un horizonte de *Salicornia* sp. con *Vaucheria* sp. de 2 m de ancho y 80% de cobertura, y, a continuación, horizonte irregular de *Bostrychia scorpioides*, creciendo sobre tallos de *H. portulacoides*.

La segunda zona presenta un primer tramo de 200 m de longitud y 20 m de anchura media, con 30% de cobertura de *Vaucheria* sp. (90%) y de matas filamentosas dispersas del género *Ulva*. En la zona central se observa un cinturón ancho y disperso de *Salicornia* sp. A este tramo le sigue un talud de unos 300 m de longitud desprovisto de vegetación y una gran plataforma (7.000 m^2), caracterizada por una banda de *Vaucheria* sp. (2 m de ancho y 80% de cobertura). En la parte más alta se observa vegetación pionera de marisma (40% de cobertura de *Salicornia* sp., *Limonium* sp. y *Vaucheria* sp.), con un cinturón de *Gracilaria* sp. de 120 m de longitud y 10 m de anchura media en la zona más baja y fangosa (70% de cobertura). También se observan abundantes manchas de pequeño tamaño de *Z. noltei* en la mitad norte, y algunas manchas de clorofíceas laminares del género *Ulva*. Más allá de Murueta, en un intermareal fangoso, se desarrolla un gran cinturón de *Z. noltei* de 3 m de anchura media y 60% de cobertura, con zonas dispersas de *Vaucheria* sp.

En la Tabla 72 se muestran los resultados obtenidos en la campaña para cada indicador del índice, para cada una de las zonas estudiadas. Además, se muestran los valores de TMI para cada una de dichas zonas, para la estación a las que se adscriben y, por tanto, para el global de la masa de agua.

Tabla 72 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las zonas de la Masa de Agua de Transición del Oka Interior (TMIzona), así como a nivel de estación (TMIestación) y a nivel de estuario (TMIestuario). Se muestran también las calificaciones para cada uno de los indicadores que se consideran en el método: R: riqueza específica; Ct: cobertura de especies tolerantes a la contaminación; Cr: cobertura del resto de especies de algas; V/R: ratio entre la cobertura de clorofíceas y la del resto de algas (verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

	ZONA	
Indicadores	**M-EOK9**	**M-EOK10**
R	5	3
Ct	3	3
Cr	5	5
V/R	5	5
Suma	18	16
TMI_{zona}	0,88	0,75
Superficie (m^2)	18.000	10.000
Superficie relativa (% zona)	0,64	0,36
Estación	**E-OK5**	
$TMI_{estación}$	0,830	
$TMI_{estuario}$	0,830	

La calificación obtenida en 2023 es de Buen Estado para la zona M-EOK10 y de Muy Buen Estado para la zona M-EOK9. Esta calificación se debe a valores moderados de algas indicadoras de contaminación, y a los altos valores de cobertura del resto de algas, así como a bajos ratios de cobertura de clorofíceas respecto al resto de algas. Esto se debe, al menos en parte, al incremento detectado en la cobertura de *Z. noltei* (que, a pesar de ser una angiosperma, para el cálculo de TMI se considera como un alga no indicadora más). La diferencia de calificación entre ambas zonas viene determinada, por tanto, por la mayor riqueza de especies en la zona M-EOK9 (Tabla 72). Con esto, y debido a la mayor superficie relativa ocupada por la zona M-EOK9, la calificación global de la masa de agua es de **Muy Buen Estado**. Sin embargo, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente

sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

7.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad presenta una densidad baja (Tabla 73) en comparación con los valores históricos (en promedio, 2.627 ind·m^{-2}). En cambio, la riqueza específica es relativamente alta (promedio de 7 *taxa* para el histórico). Destaca la presencia testimonial de los oligoquetos, que se encontraban entre las especies dominantes en pasadas campañas y que se adscriben al GE V (especies oportunistas de primer orden) lo que, permite una mayor abundancia relativa de especies oportunistas de segundo orden (GE IV) y, sobre todo, de especies tolerantes al enriquecimiento orgánico (GE III), dando lugar a que, en términos de AMBI, la estación quede calificada como moderadamente alterada (AMBI=3,5).

Con estos resultados, la valoración de la estación y, por tanto, de la masa de agua en términos de M-AMBI para 2023 es de **Muy Buen Estado** (Tabla 73).

Tabla 73 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Oka Interior. También se muestra la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	E-OK5
Densidad	(ind·m^{-2})	513
Biomasa	(g·m^{-2})	0,374
Riqueza	(*# taxa*)	10
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	2,79
Equitabilidad densidad		0,84
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	2,66
Equitabilidad biomasa		0,80
Diversidad máxima	(bit)	3,32
AMBI		3,519
Clasificación AMBI		Alteración Moderada
M-AMBI$_{estación}$		0,880
M-AMBI$_{global}$		0,880

En cuanto a la evolución temporal de M-AMBI, la masa de agua venía presentando una progresiva mejora hasta la campaña de 2012, pero posteriormente sufrió una importante regresión, que comenzó en 2013 (Figura 84), campaña en la que también se observó una importante pérdida de calidad en la masa de agua de transición del Oka Exterior. Después de dicho episodio, y tras dos campañas en las que aún no se observaban signos de recuperación, en la campaña de 2016 M-AMBI alcanzó un nuevo máximo relativo con Buen Estado, aunque cerca del límite con Estado Moderado. Sin embargo, en las campañas de 2017 y de 2018, se observó un nuevo empeoramiento, al que siguió un repunte en la campaña de 2019, lo que parecía apuntar a una recuperación tras el mínimo arriba indicado de la campaña de 2013. Sin embargo, en la campaña de 2020 se produjo un nuevo empeoramiento, aunque manteniendo el Buen Estado, que continuó en la campaña de 2021, en la que se alcanzó el Estado Deficiente. Finalmente, las dos últimas campañas (2022 y 2023) se produce un nuevo incremento de los valores de M-AMBI que han permitido alcanzar el mayor valor de la serie histórica.

Esto, como ya se apuntó en el informe de la campaña de 2022 (Borja *et al.*, 2023) permite volver a plantear la hipótesis propuesta en el informe correspondiente a la campaña de 2020 (Borja *et al.*, 2021) de una posible tendencia positiva a partir de 2013. Así, a pesar de que existe una evolución en forma de dientes de sierra, al menos los mínimos y máximos relativos consecutivos presentan valores de M-AMBI cada vez mayores. Esta hipótesis se confirmaría si, a pesar de volver a detectarse regresiones, se mantiene esta tendencia de mínimos relativos crecientes en próximas campañas. Además, esto es acorde a lo ya indicado en informes previos: la calificación en la serie temporal, con pocos años en buen estado, está en relación con la deficiencia en el saneamiento, según se ha observado en las

variables fisicoquímicas; sin embargo, los cambios bruscos pueden estar en relación con una progresiva e incompleta mejora en el saneamiento, que habrá que ver si se asienta en próximos años, tras la conexión de la depuradora de Gernika a la EDAR de Lamiaran, en julio de 2021.

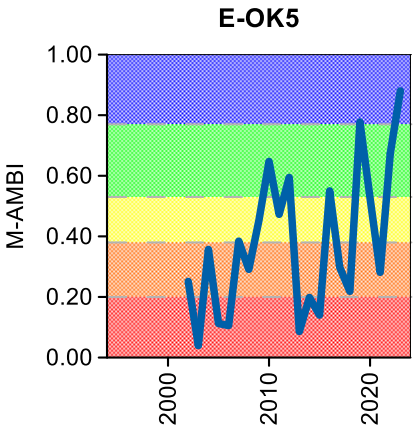


Figura 84 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para la estación muestreada en la masa de agua de transición del Oka Interior a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

7.3.4. Fauna ictiológica

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2023 (muestreos realizados trienalmente desde 2002), analizándose los datos obtenidos mediante la metodología actualizada y explicada en la introducción. Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 74.

En estos años han sido identificados 18 taxones, 12 de peces y 6 de crustáceos. Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

Tal y como se muestra en la Figura 85, la frecuencia de aparición de todas las especies difiere año a año, presentado un máximo de riqueza en 2008 y un mínimo en 2002. El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo a la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- las especies capturadas el 100% de las ocasiones son dos: los crustáceos *Crangon crangon* (quisquilla gris) y *Carcinus maenas* (cangrejo verde);
- más de la mitad de los taxones registrados aparecen de forma ocasional (una o dos apariciones a lo largo de toda la serie de datos); y casi todas ellas, en la primera mitad de la década del 2000;
- por primera vez, en 2023, se detectó *Pagrus pagrus* (lamote).

La Figura 86 presenta los parámetros estructurales por estación entre 2002 y 2023. En 2023 se percibe una mejoría en cuanto a la riqueza de peces y la diversidad. Por el contrario, la abundancia alcanza un valor inferior al de 2020.

En líneas generales, la evolución de los parámetros de la riqueza y abundancia no muestra un modelo de distribución concluyente. Por su parte, en cuanto a la diversidad, se percibe cierta mejora, alcanzando en 2023 el valor más alto de toda la serie.

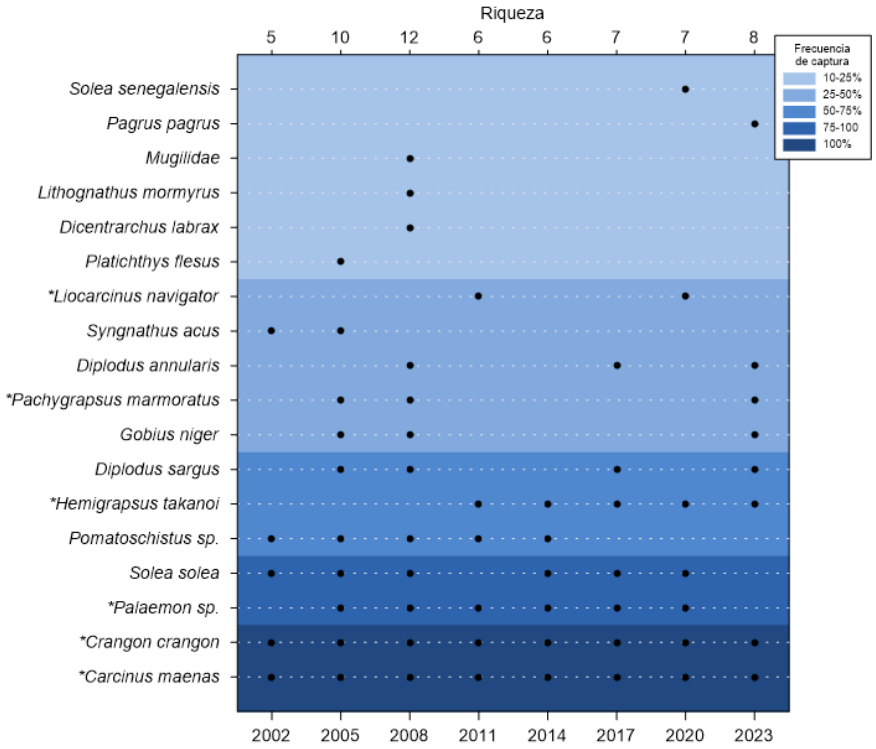


Figura 85 Listado de especies capturadas en la masa de agua de transición del Oka interior (2002-2023). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

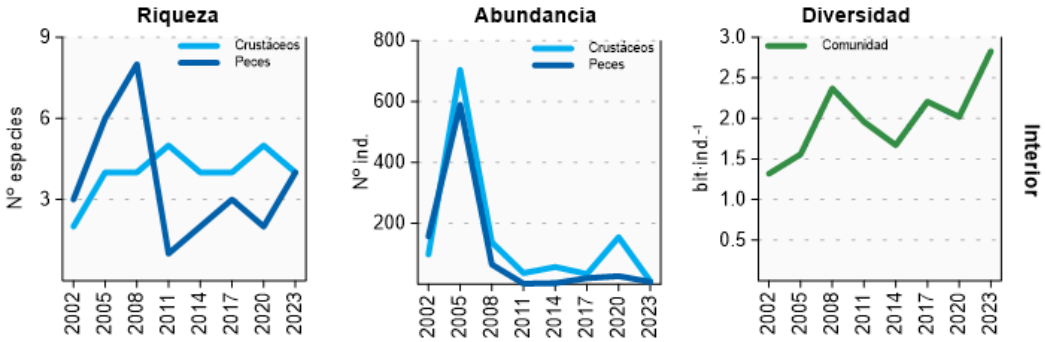


Figura 86 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones de taxones identificados en cada uno de los tramos muestreados de la masa de agua de transición del Oka exterior entre 2002 y 2023.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2023 la masa de agua del Oka Interior se diagnostica en la clase de estado **Bueno**, con un valor similar al obtenido en 2020 y en el límite con la clase 'Moderado' (Figura 87).

La Figura 87 muestra la evolución temporal de la calidad biológica a lo largo de toda la serie de datos. La evolución negativa de la calidad biológica en la masa de agua entre 2002 y 2014 coincide con el empeoramiento de la calidad fisicoquímica detectado durante dichos años, probablemente debido a un mal funcionamiento de la depuradora, aunque los últimos años se percibe una mejoría.

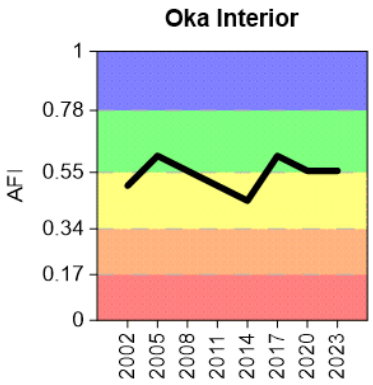


Figura 87 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para toda la masa de agua de transición del Oka interior entre 2002 y 2023. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

Al igual que en el caso de la masa de agua del Oka Exterior, durante estos últimos años hemos comprobado que conforme avanza el saneamiento las aguas son cada vez más claras, provocando un cambio en el comportamiento de la fauna piscícola, que, con el fin de evitar ser vistos por los predadores, se esconden durante el día y no son pescados. Esa podría ser la razón por lo que el método de arrastre en estuarios someros se está viendo como un método con el que no se capturan ejemplares ni especies suficientes para llevar a cabo la evaluación. Esta situación, en años recientes, se va agudizando en los estuarios pequeños y es cada vez más común en los estuarios europeos (por ejemplo, en Francia).

Como posible solución a este problema, se prevé utilizar el método belga (Estuarine Biotic Index, EBI sus siglas en inglés), método ya intercalibrado (European Commission, 2024) y adaptado a las características de Francia. El método belga está basado en el arte de pesca del butrón. Con suficientes resultados y si se considera que son consistentes con el conocimiento de los estuarios y las presiones existentes, se trataa de obtener la autorización de la Comisión para su uso oficial, dejando así de usar AFI en los estuarios en los que el arrastre presente problemas.

7.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2023 no ha habido cambios en los indicadores hidromorfológicos. Debido a las modificaciones existentes y a la canalización, con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica en estado **Moderado**.

Tabla 74 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa de transición del Oka interior
Alteración de la línea de costa 1a	3
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	3
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	3
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,44 Deficiente
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Variación del caudal del río 7a	2
Cambio en el tiempo de residencia 7b	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	1
Cambio en la turbidez 8b	0
Cambio en la estratificación 9a	0
Cambio en la salinidad 9b	1
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,88 Bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,58 Moderado

8.

Masa de transición del Oka exterior

8.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua del Oka exterior se analizan anualmente dos estaciones estuáricas. Por otro lado, trienalmente entre 2002 y 2023 se analizó un total de dos estaciones para vida piscícola y 8 estaciones para macroalgas. Además, desde 2020 se ha analizado una estación para biomonitores (moluscos). La situación de estas estaciones se presenta en la Figura 88.

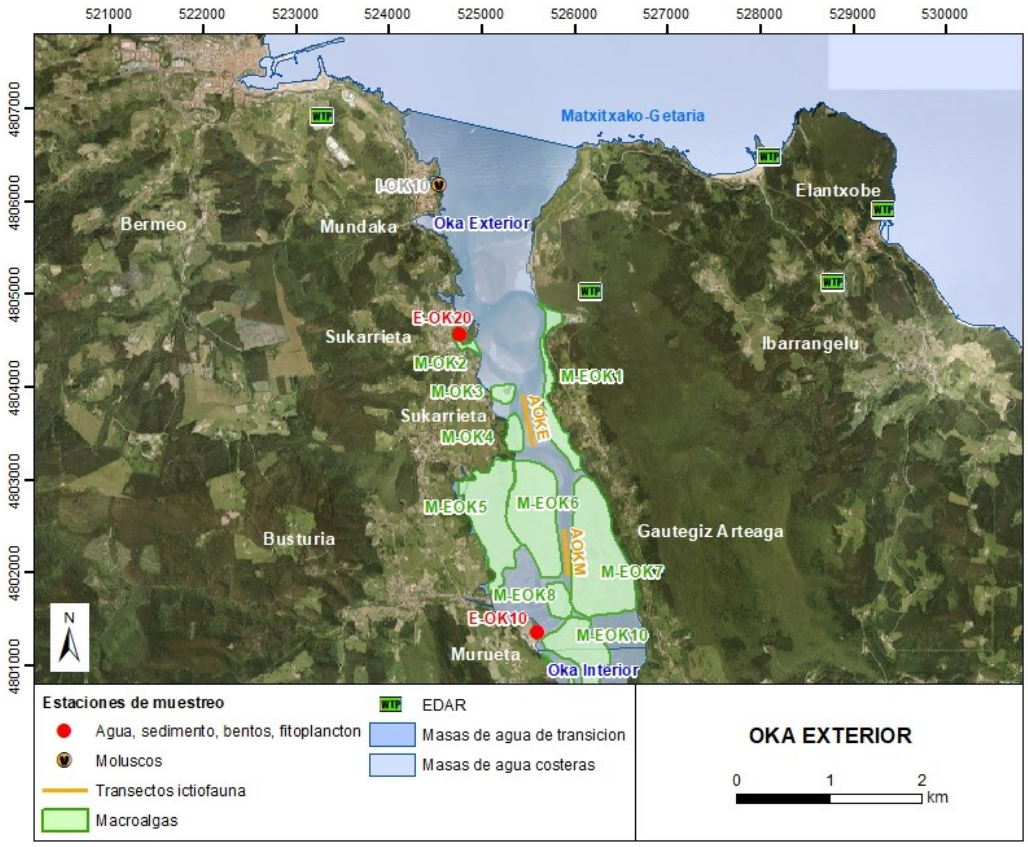


Figura 88 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Oka exterior.

La masa de agua de transición del Oka exterior se diagnostica en la campaña 2023 en un estado **Peor que Bueno**, debido a que ambas estaciones (E-OK10 y E-OK20) presentan un estado ecológico moderado, por macroinvertebrados y peces (Tabla 75 y Figura 89).

Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es la misma que en los últimos seis años analizados (Figura 89), marcada por un incumplimiento de objetivos en cuanto a estado ecológico. En el caso del estado químico la masa ha cumplido entre 2016 y 2023.

Tabla 75 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Oka exterior en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado ecológico	Estado químico	Estado
E-OK10	Murueta (Astillero)	Mo	Mo	B	MB	Mo	B	MB	B	Mo	B	PqB
E-OK20	Sukarrieta (Txatxarramendi)	MB	Mo	B	B	Mo	MB	MB	B	Mo	B	PqB
Oka Exterior Transición		MB	Mo	B	MB	Mo	B	MB	B	Mo	B	PqB

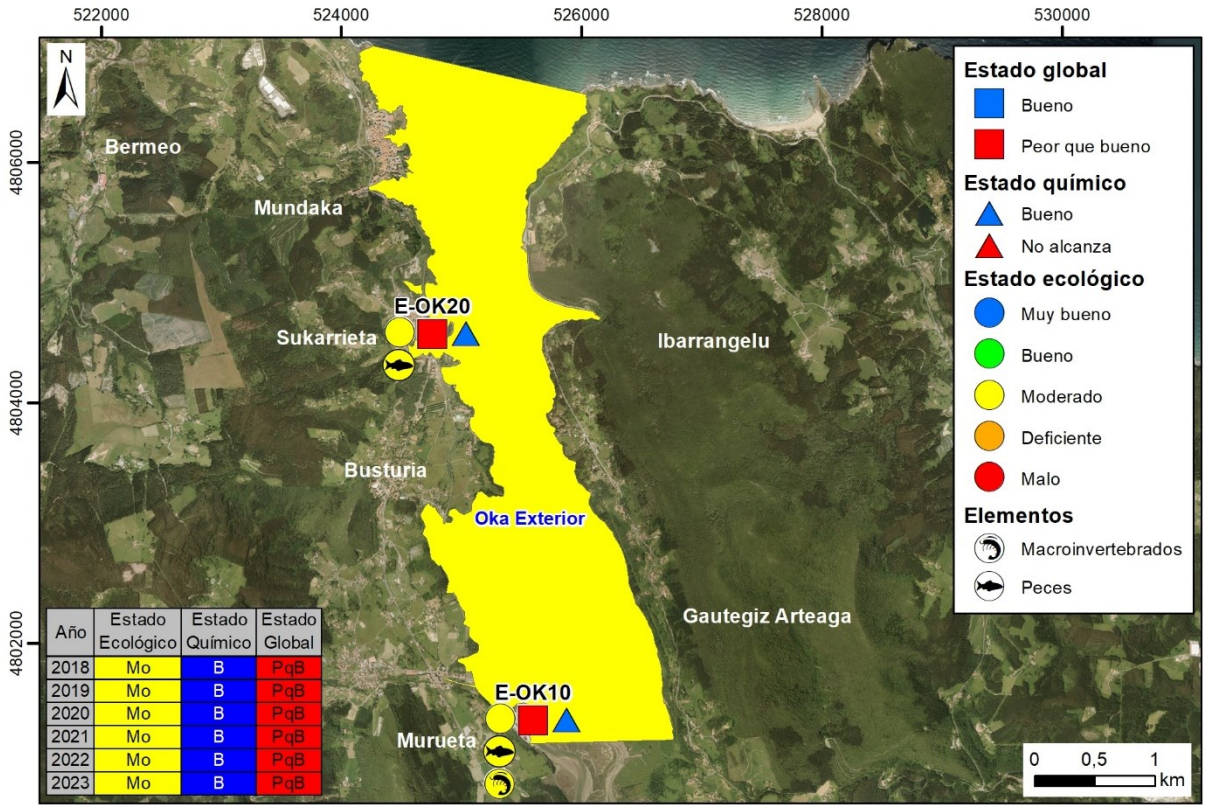


Figura 89 Masa de agua de transición del Oka exterior: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Desde que se realizó en 2004 el primer estudio de presiones e impactos en esta masa de agua, se ha ido avanzado en el saneamiento, dándose actuaciones recientemente en la zona de Sukarrieta y otras entre Gernika y Sukarrieta, que han concluido en julio de 2021. Esto tiene su reflejo en los indicadores fisicoquímicos asociados a aguas y sedimentos. Así, por ejemplo, se han dado incumplimientos en algunos nutrientes y el indicador PCQI ha mostrado algunos años una mala calidad en E-OK10, pero

estos han ido mejorando en años recientes, especialmente en la parte externa, cumpliendo desde 2022.

En cuanto a contaminantes, no se observan tantas reducciones significativas en las concentraciones en las dos matrices estudiadas (como sucede en otras masas de agua con saneamiento), pero tiende a cumplir casi siempre, posiblemente debido a la tasa de renovación del sistema. Esto hace que algunos elementos biológicos, especialmente macroinvertebrados y fitoplancton, hayan presentado o presenten problemas, con mayor frecuencia en la parte más interna (E-OK10), mientras que en la actualidad estos incumplimientos se van reduciendo. Por tanto, se espera que tras la conexión de la depuradora de Gernika a la EDAR de Lamiaran en 2021, el sistema mejorará rápidamente.

8.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

8.2.1. Aguas

8.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Según el valor medio de las variables fisicoquímicas calculado para los últimos seis años, las dos estaciones de esta masa de agua (E-OK10 y E-OK20) cumplen los objetivos de calidad fisicoquímica por presentar las variables en estado Muy Bueno o Bueno (Tabla 76). Por ello, la masa de agua de transición de Oka exterior se encuentra en **Buen** estado fisicoquímico.

Tabla 76 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Oka exterior mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-OK10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		90,79	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤18,6	1,6	13,29	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤52,3	1,6	14,92	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤1,82	0,16	0,58	Muy Bueno
E-OK20	Euhalino estuárico	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	83		104,76	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤9,1	1,6	2,79	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤19,6	1,6	4,50	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,88	0,16	0,24	Muy Bueno

En la Figura 90 se muestra la evolución temporal de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el Oka exterior (E-OK10 y E-OK20) para periodos de seis años entre 1994 y 2023.

En la estación interior (E-OK10) el fosfato es el único nutriente que presenta una tendencia significativa ($p<0,01$) a la mejora ya que desciende progresivamente a lo largo del periodo de estudio. En el resto de los nutrientes predomina un patrón cambiante, con subidas y bajadas (Figura 90). En el caso del oxígeno, en los últimos años se ha cumplido el objetivo de calidad ya que los valores de oxígeno han superado el 79%. El amonio no cumple en casi toda la serie histórica, pero especialmente entre los ciclos de 2002-2007 a 2015-2020, puesto que posteriormente sí cumple. Respecto al nitrato, no se sobrepasa el objetivo de calidad, mostrando un estado bueno en casi todo el periodo de estudio (Figura 90).

En la estación exterior (E-OK20), se cumple el objetivo de calidad del oxígeno prácticamente en todos los ciclos de seis años. En el caso de los nutrientes, salvo algunos valores del inicio del estudio

anteriores al ciclo de 2008-2012, se aprecia un estado bueno para el amonio, nitrato y fosfato siendo el descenso del amonio y del fosfato significativo (p<0,01) en la serie histórica (Figura 90).

El gradiente de dilución de los aportes de origen terrestre, desde la estación E-OK10 hasta la estación E-OK20, se pone de manifiesto en los valores medios de concentración de todos los nutrientes, así como en el oxígeno (Figura 90).

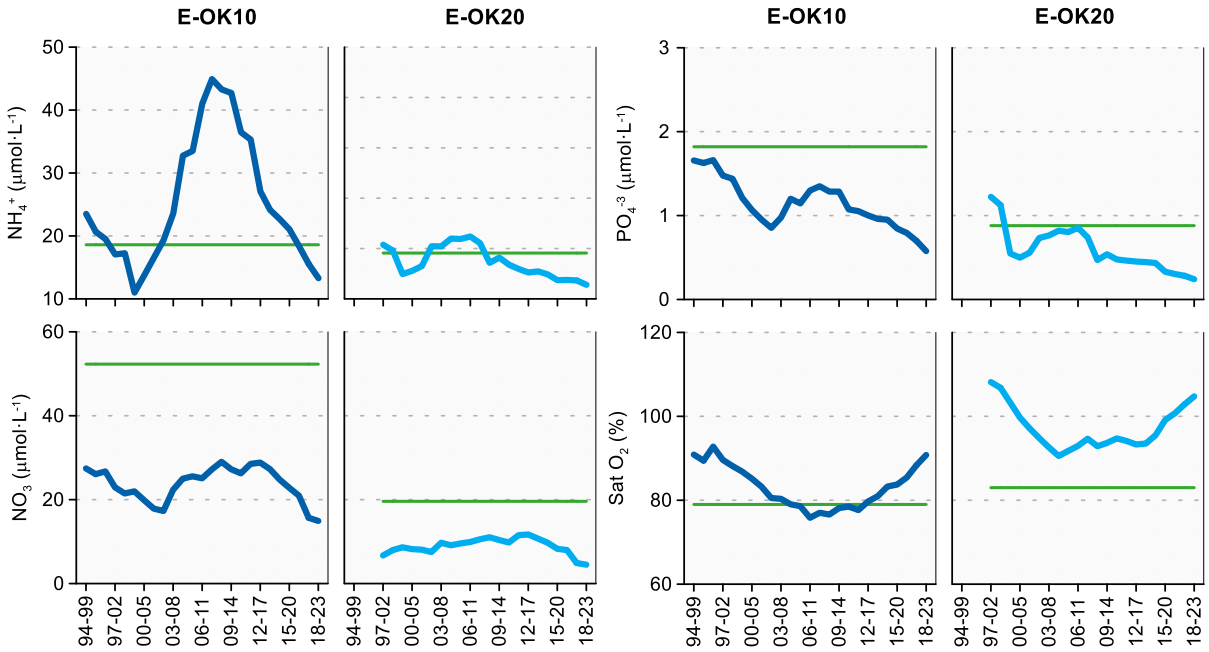


Figura 90 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Oka exterior en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

A medida que se han ido llevando a cabo diferentes actuaciones en el saneamiento de la cuenca, la calidad fisicoquímica del agua ha ido mejorando. En 2015 se puso en marcha la nueva depuradora de Lamiaran en Bermeo y se conectaron las aguas residuales de Mundaka. Los vertidos de la nueva depuradora se vierten a través de un emisario submarino que sale del espigón principal del puerto de Bermeo, en dirección norte, con una longitud de unos 300 m; y el punto de vertido se sitúa en fondos de unos 25 m. En 2018 se conectaron los tramos de colector Busturia- Sukarrieta, Sukarrieta -EDAR Lamiaran. En 2021 se conectó el colector Gernika-Busturia y de esta manera, la EDAR de Lamiaran recoge los vertidos de los municipios de Bermeo, Mundaka, Sukarrieta, Busturia, Gernika, Forua, Murueta, Kortezubi y Gautegiz-Arteaga, que son sometidos a tratamiento terciario. El último tramo del colector general, Muxika-Gernika, está pendiente de ejecutar, con lo que se completaría el saneamiento.

En lo relativo a la evolución del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023, no se observó ninguna tendencia significativa en toda la serie de datos, ni en la estación E-OK10, ni en la estación E-OK20 (Figura 91). Sin embargo, en los últimos años se aprecia un aumento del valor, mostrando una mejoría. La estación E-OK10 presenta la mayor parte de los años un estado entre Deficiente y Bueno mientras que E-OK20 se muestra siempre en estado Bueno o Muy Bueno, presentando en los últimos años los valores más alto de la serie (Figura 91).

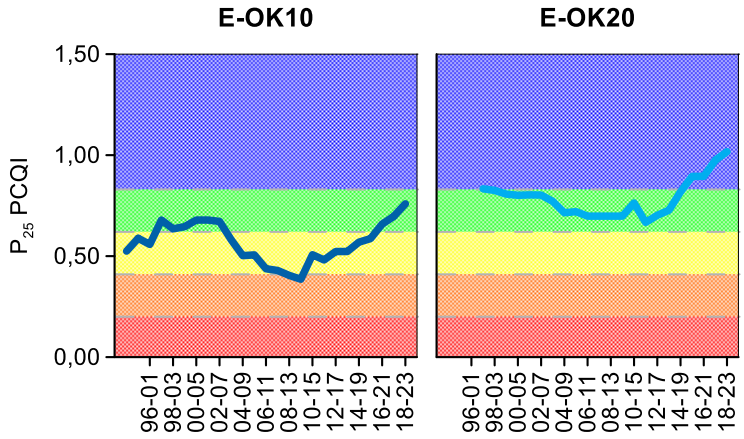


Figura 91 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de las estaciones de muestreo E-OK10 y E-OK20 de la masa de agua de transición del Oka exterior. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

8.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa alcanza el **Muy Buen** estado siendo también muy bueno para las dos estaciones de la masa (Tabla 77), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 77 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Oka exterior en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OK10	E-OK20	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	<LC	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico basada en las sustancias prioritarias en 2023 indica que, en esta masa de agua, de forma global, se **alcanza el buen estado químico** (Tabla 78). Desde 2008, esta masa de agua sólo ha incumplido el estado químico en 2010, por plomo, y en 2012, por el sumatorio de Benzo(g,h,i)perileno e Indeno(1,2,3-cd)pireno. Desde entonces estas sustancias cumplen con el estado químico y la masa de agua ha alcanzado el buen estado en los últimos siete años.

En la Figura 92 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con normas de calidad definidas. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo (E-OK10 y E-OK20) hasta el año 2006; desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

A lo largo de la serie temporal, zinc, cobre y níquel no superan la NCA-MA (Figura 92). Cadmio y plomo han ido reduciendo las concentraciones y, a partir de 2011, cumplen los objetivos de calidad. El mercurio también cumple a partir de 2012 (Figura 92).

Tabla 78 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oka exterior en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OK10	E-OK20	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	0,0008	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	0,0006	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0008	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0015	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	0,02	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	0,05	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	2,98	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	8	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno

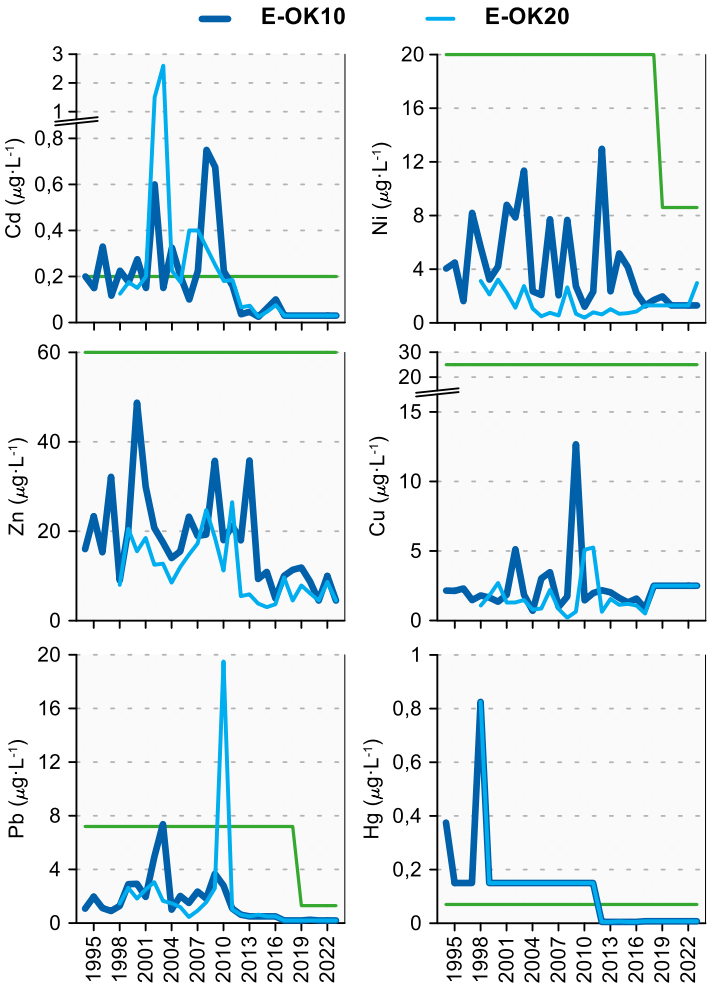


Figura 92 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Oka exterior en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

8.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2023 los sedimentos de este estuario se muestrearon en enero en ambas estaciones. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas están en el rango de los datos registrados en los últimos años (Tabla 79).

Tabla 79 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos de la masa de agua de transición del Oka exterior en la campaña de invierno de 2023.

E-OK10 (Fecha de muestreo: 12/01/2023)					E-OK20 (Fecha de muestreo: 12/01/2023)			
Gravas (%)	0	Cd	0,15		Gravas (%)	0,7	Cd	< 0,05
Arenas (%)	39,5	Cr	43		Arenas (%)	99,2	Cr	16
Limos (%)	60,5	Cu	23		Limos (%)	0,07	Cu	19
MO (%)	3,6	Hg	0,12		MO (%)	0,7	Hg	0,05
Eh (mV)	340	Ni	24		Eh (mV)	361	Ni	13
		Pb	21				Pb	16
		Zn	151				Zn	78

La estación más interna (E-OK10) muestra un sedimento limo-arenoso, con un contenido en materia orgánica relativamente elevado, mientras que la estación más externa (E-OK20) corresponde a un sedimento arenoso y con bajo contenido en materia orgánica (Tabla 79). En cuanto a la evolución temporal del contenido en materia orgánica y del potencial redox, se observa una tendencia decreciente y significativa en el contenido en materia orgánica en ambas estaciones y una tendencia ascendente significativa del potencial redox en la estación más interna E-OK10 (Figura 93). En la estación más externa, E-OK20, que ha mantenido un contenido en materia orgánica en valores inferiores a 1 en los últimos 15 años, resalta el pico de 5,9% registrado en 2022.

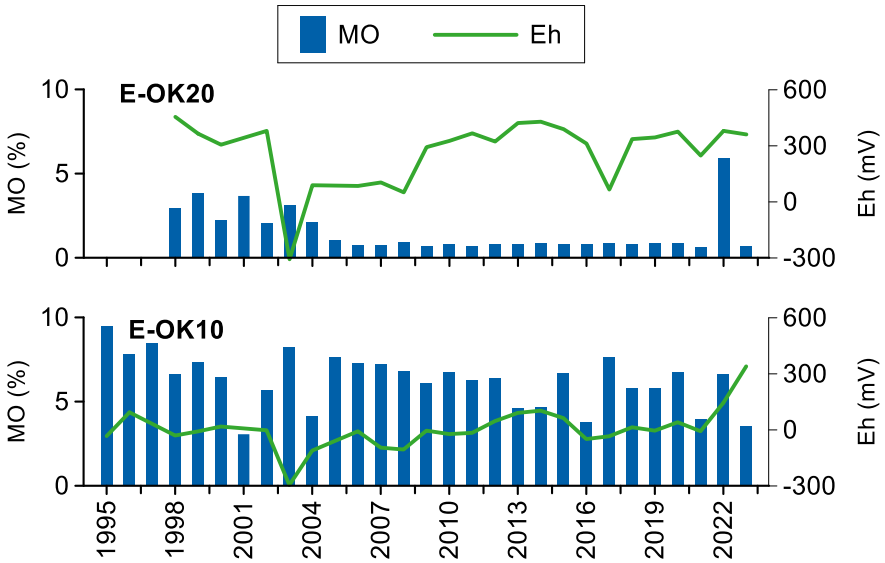


Figura 93 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Oka exterior (muestreos de invierno).

La Figura 94 muestra la evolución temporal de los metales en las campañas de invierno desde 1995, en la estación E-OK10, y desde 1998, en la estación E-OK20. En la estación más interior E-OK10, de sedimento limo-arenoso, se obtienen concentraciones de metales más elevadas que en la estación exterior de sedimento arenoso. A lo largo de los años de estudio, en la estación E-OK10 destacan los picos de concentración máxima de Cd en 1996 y 2003, y de Zn en 2018. En la estación E-OK20 destaca el máximo de Hg en 2008. En relación con el análisis de tendencias a largo plazo, y teniendo en cuenta el período representado en la Figura 94, en la estación E-OK10 se observa una tendencia decreciente

estadísticamente significativa en las concentraciones de Cd, Cu, Hg, Pb y Zn, mientras que la estación E-OK20 tan solo muestra una tendencia estadísticamente significativa en la concentración de Hg.

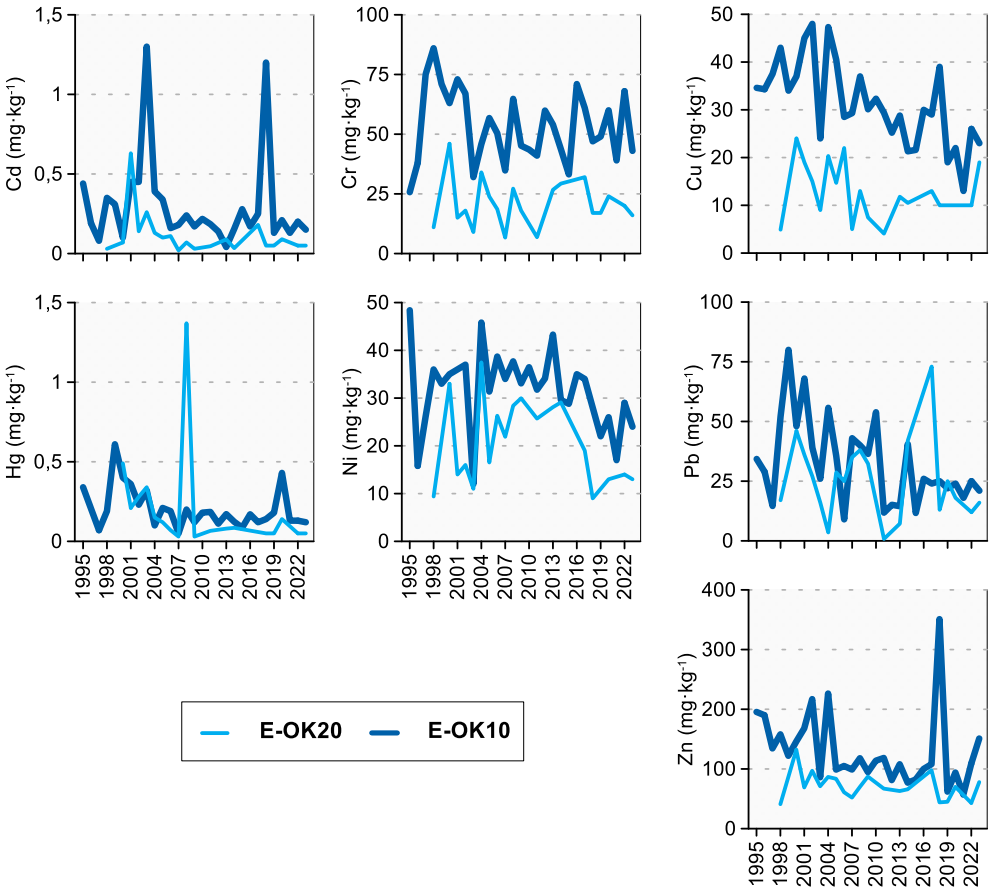


Figura 94 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Oka exterior (muestreos de invierno).

8.2.3. Biomonitores

En 2023, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*) de esta masa de agua se muestrearon en octubre en la estación I-OK10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo, que se presentan en la Tabla 80, se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota). Hay que hacer notar que la norma se aplica en peces, siendo en moluscos solo fluoranteno y benzo(a)pireno, por lo que la evaluación sólo aplica a estos dos.

Tabla 80 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oka Exterior en 2023, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-OK10	Global
Dicofol	NCA biota	33	20	<LC	No aplica
Ácido perfluoro-octanosulfónico y sus derivados (PFOS)	NCA biota	9,1	1	<LC	No aplica
Hexabromociclododecano	NCA biota	167	100	<LC	No aplica
Hexaclorobenceno	NCA biota	10	1	<LC	No aplica
Hexaclorobutadieno	NCA biota	55	50	<LC	No aplica
Mercurio y sus compuestos	NCA biota	20	6	19	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,75	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,10	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Como las ostras son filtradoras, pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. Por ello, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, los resultados en biomonitores prevalecen sobre los resultados en las aguas.

Por lo tanto, teniendo en cuenta conjuntamente los resultados obtenidos en aguas y los obtenidos en biomonitores, la masa de transición del Oka exterior **alcanza el buen estado químico**.

8.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

8.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La concentración de **clorofila-a** en 2023 oscila entre 0,1 y 2,8 $\mu g \cdot L^{-1}$, concentraciones que pueden considerarse bajas para el rango de salinidad observado (Figura 95).

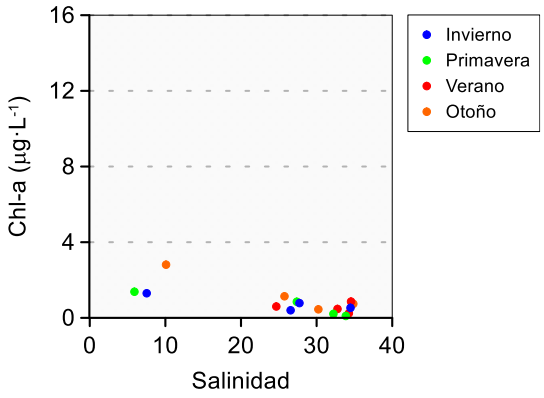


Figura 95 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Oka Exterior en las cuatro épocas de estudio durante 2023. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

La clorofila representa una manera simple e integradora de medir la respuesta de la comunidad fitoplanctónica al enriquecimiento en nutrientes, siempre y cuando las aguas no sean muy turbias o predominen las especies de tamaño muy pequeño (Domingues et al., 2008). Por otra parte, la respuesta del fitoplancton a la presión antrópica estimada como concentración de nutrientes disueltos es difícil de establecer considerando situaciones puntuales, pero se hace más evidente cuando se analiza una serie temporal larga y se integran las variables en periodos de varios años (Revilla et al., 2011, 2014; Garmendia, 2013). Por ello, la **evolución temporal de la biomasa fitoplanctónica** se ha estudiado mediante el cálculo del percentil 90 de la clorofila-a (P_{90}) a lo largo de periodos móviles de seis años, en cada una de las estaciones de muestreo (Figura 96).

En la estación E-OK10 el P_{90} aumenta de manera considerable desde finales de los años 90, hasta mediados de los 2000. Posteriormente se produce un descenso de magnitud similar y desde el periodo 2008-2013 cumple con el objetivo de calidad (Figura 96). Como ya se detalló en el informe de la campaña 2016, es posible que hayan influido en estos cambios tan pronunciados varios factores: el descenso de la turbidez, los cambios en los aportes de nutrientes orgánicos e inorgánicos, y el efecto tóxico que el amonio podría haber tenido sobre el fitoplancton.

En la estación E-OK20 la clorofila es mucho más estable a lo largo del tiempo y cumple con el objetivo de calidad en toda la serie (Figura 96). Esto es debido a la baja susceptibilidad a la eutrofización que presenta la zona exterior del estuario, al estar sometida a una fuerte renovación mareal.

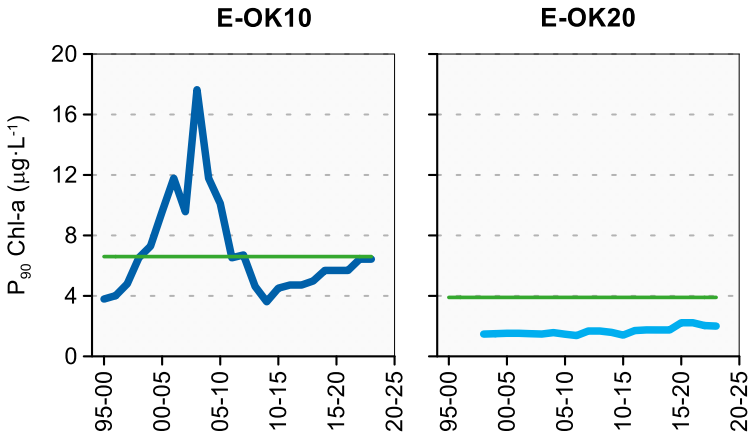


Figura 96 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oka Exterior. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas polihalinas (E-OK10) y euhalinas (E-OK20).

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en la Tabla 81 se muestran las variables que describen de manera general a la comunidad fitoplanctónica, durante cuatro épocas del año en la zona más cercana al mar (E-OK20) y solo para primavera y verano en la zona media de estuario (E-OK10).

Tabla 81 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie, tomadas en pleamar, en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oka Exterior.

		12/01/2023		24/05/2023	
Parámetro	Unidad	E-OK10	E-OK20	E-OK10	E-OK20
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	-	63	244	845
Diversidad	(bit·cel^{-1})	-	2,4	3,2	2,8
Riqueza	(*# taxa*)	-	13	25	39
		04/09/2023		09/11/2023	
Parámetro	Unidad	E-OK10	E-OK20	E-OK10	E-OK20
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	1243	674	-	155
Diversidad	(bit·cel^{-1})	2,0	3,1	-	3,3
Riqueza	(*# taxa*)	28	31	-	24

En cuanto a la zona más cercana al mar, la muestra de enero es pobre, con mínimos en abundancia celular y número de especies. La de noviembre es también relativamente baja en abundancia y riqueza. Las muestras de mayo y agosto de esta zona tienen una densidad celular moderada y no registran ningún bloom aplicando el umbral de $0{,}75 \cdot 10^6$ células·L^{-1} a cada taxón individual. La riqueza puede considerarse alta en la muestra de primavera de E-OK20 y se debe en gran medida a las diatomeas (23 taxa). En este grupo destacaron tres especies por constituir aproximadamente el 80% de la abundancia celular: *Dactyliosolen fragilissimus, Leptocylindrus convexus* y *Leptocylindrus danicus/hargravesii*.

La estación E-OK10 muestra diferencias en abundancia celular con la situada más al exterior (Tabla 81). Por una parte, en primavera la densidad de diatomeas es bastante menor en E-OK10, aunque su composición específica resulte muy similar a la encontrada en E-OK20. Por el contrario, en la muestra de verano las diatomeas destacan en la zona interior, aunque sin llegar a superar el umbral de bloom. Así, las especies con mayor abundancia en septiembre en E-OK10 son *Chaetoceros* sp. (probablemente células solitarias de *C. salsugineus*) y *Minutocellus polymorphus*, con $0{,}68 \cdot 10^6$ y $0{,}34 \cdot 10^6$ células·L^{-1}, respectivamente. Cabe indicar que *M. polymorphus* está siendo recurrente en verano en el estuario del Oka donde ha formado blooms en 2014 – 2018, 2020 y 2022. También lo ha hecho frecuentemente en la masa de transición del Oiartzun durante la época estival.

En relación con el **estado asociado al fitoplancton** (Tabla 82) en el último periodo de evaluación la clorofila alcanza el buen estado en ambas estaciones, aunque el EQR es bastante más bajo en E-OK10. La calificación global de la masa de agua es de **Buen Estado** (**EQR= 0,427**).

Tabla 82 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oka Exterior, así como en su globalidad. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (verde: buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2018-2023	E-OK10	6,43	0,342
	E-OK20	2,00	0,650
	Oka Exterior Transición	3,9935*	0,427

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

En la estación E-OK10, situada a la altura de Murueta, la clorofila está muy cerca del umbral que señala impacto (Figura 96). Sin embargo, se espera que la biomasa del fitoplancton mejore, o al menos, continue cumpliendo objetivos a escala de masa de agua, teniendo en cuenta que siguen reduciéndose las concentraciones de nutrientes (Figura 90).

En cuanto a la tendencia temporal para el conjunto de la masa de agua, el EQR presenta amplias oscilaciones a lo largo del tiempo. Aunque la mayoría han tenido lugar dentro del rango de buen estado, en la década de 2000 se observaron calificaciones inferiores Figura 97).

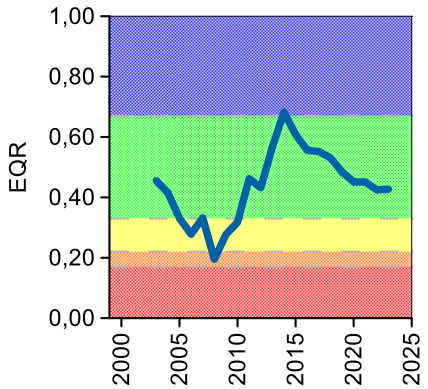


Figura 97 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Oka Exterior a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado).

8.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

En la presente campaña de 2023, la masa de agua de transición del Oka Exterior se dividió en 8 zonas distintas para la evaluación de las macroalgas presentes (Figura 88). La primera, situada en la margen derecha, se extiende desde el embarcadero hasta la ostrera de Kanala. En el intermareal rocoso, de 10 m de anchura, hay dos grandes manchas de clorofíceas filamentosas en el tramo final (de 95 m de largo y 5 m de ancho, y de 12 m de largo y 10 m de ancho), con 70% de cobertura. Frente al camping de Arketas, se observa un tenue cinturón de clorofíceas filamentosas (5 m de ancho), mientras que en el intermareal fangoso crecen ejemplares de *Crassostrea* sp. sobre las piedras sueltas y, sobre el 25% de estos ejemplares, *Caulacanthus ustulatus* (80% de cobertura) y clorofíceas laminares (5% de cobertura). El embarcadero de Arketas ocupa una plataforma arenosa colonizada por una pradera intermareal de *Z. noltei* de 110 m de longitud y 80 m de anchura, con una cobertura del 90%, junto con clorofíceas (5% de cobertura). En la zona rocosa de la ensenada de Arketas se desarrolla un cinturón cespitoso irregular de algas rojas (*G. pusillum* y *C. ustulatus*) sobre piedras y ostras, con una cobertura

del 70%. En las zonas sombrías del intermareal superior se desarrolla *B. scorpioides*. Aguas arriba de Arketas, se observa un promontorio rocoso en un intermareal desnudo, en el que se desarrolla un cinturón de *B. scorpioides* (1 m de anchura y 80% de cobertura), sobre otro de *C. ustulatus* (60% de cobertura). Siguiendo hacia el interior del estuario, se extienden pequeñas playas en las que se desarrollan cinturones irregulares de clorofíceas filamentosas (hasta 60% de cobertura), con alguna mancha de *Vaucheria* sp. En las zonas rocosas con ostras, crecen matas de *B. scorpioides*, *Corallina caespitosa* y *C. acicularis*. También se desarrollan algunas praderas y manchas de *Z. noltei*, y de *B. maritimus*, e incluso matas aisladas de clorofíceas filamentosas del género *Ulva*. Además, se observan matas dispersas de *Gracilaria* sp. y de *F. ceranoides* sobre sustrato duro, así como alguna mancha de *B. scropioides*. Sobre las ostras crece *C. ustulatus*. En la parte más interna, en los tabiques que separan los canales a la altura de la ostrera, se desarrolla vegetación de marisma: *H. portulacoides*, *Juncus* sp., *Limonium* sp. *Salicornia* sp., etc. En la plataforma areno-fangosa que se extiende frente a la ostrera, además de *C. ustulatus* (10% de cobertura), se observan grandes matas laminares de *Ulva* sp., de *Vaucheria* sp., de *Z. noltei* y de algo de *Gracilaria* sp.

La segunda zona corresponde a la isla Txatxarramendi. Al noroeste hay un intermareal rocoso de 4 m sobre una plataforma arenosa desprovista de algas. Sobre las rocas se desarrolla un horizonte de clorofíceas filamentosas y otro de algas rojas (*C. caespitosa* y *C. acicularis*), de 1-2 m de ancho, con 60% de cobertura. También se observan algunos ejemplares de *Crassostrea* sp. Al sudeste de la isla, el intermareal, de 8 m de ancho, es rocoso y está tapizado por *Crassostrea* sp. En la parte central hay un cinturón de clorofíceas filamentosas y rodofitas cespitosas (*B. scorpioides* y *C. caespitosa*).

La tercera zona corresponde a la isla Sandindere. Prácticamente todo el intermareal se encuentra cubierto por arena y tan sólo crecen algunas clorofíceas en la parte más baja de algunas rocas que sobresalen de la superficie arenosa, así como un horizonte irregular de *C. ustulatus* sobre ostras (60% de cobertura) en las rocas más próximas al canal.

La cuarta zona se extiende desde el final de la gran plataforma fangosa de la margen izquierda hasta la playa de San Cristóbal. La parte baja del intermareal queda ocupada por ejemplares de *Crassostrea* sp. creciendo sobre las piedras, y *C. ustulatus* creciendo sobre las ostras. Por encima, se extiende un cinturón de 10 m de longitud y 6 m de ancho, con 90% de cobertura de *Vaucheria* sp. Finalmente, la zona queda coronada por una franja de 1 m de ancho y 70% de cobertura de *B. scorpioides*, *C. caespitosa* y clorofíceas. Hacia el final del tramo, se desarrolla un horizonte de clorofíceas de 2 m de ancho y 80%, con *C. ustulatus* epifitando ostras (60% de cobertura) que crecen sobre las piedras en una zona de 10 m de ancho. También se han observado tres manchas de *Z. noltei* de 4 m, 2 m y 1,5 m de diámetro. En la parte central del intermareal crecen algunas matas pequeñas de *Fucus vesiculosus*, así como grandes manchas de *Z. noltei* (60% de cobertura en un área de 120 m^2) y *Vaucheria* sp. (60% de cobertura) en el tercio final de la zona.

La quinta zona corresponde a una gran área intermareal compuesta por islotes con vegetación de marisma alta (*H. portulacoides*, *Salicornia* sp., *Inula crithmoides* y *Juncus* sp.), divididos por canales fangosos en los que se desarrolla *Vaucheria* sp. Se detectan grandes zonas con Gracilaria sp. en algunos canales (60-80% de cobertura) y matas dispersas de clorofíceas laminares del género *Ulva*. En la plataforma situada en la apertura del antiguo lezón se desarrolla abundante *Z. noltei* (40-80%).

La sexta zona corresponde a una extensa plataforma intermareal, dividida por canales, de sedimentos inestables (predominantemente arenosos en el norte y fangosos al sur) en la margen izquierda. Desde el canal principal y hacia tierra se distinguen: un cinturón de *Z. noltei* y *Gracilaria* sp. (con coberturas variables a lo largo de la zona), y matas dispersas de clorofíceas laminares del género *Ulva*; y una zona de vegetación de marisma, con *Spartina* sp., y manchas de *H. portulacoides* y *Limonium* sp. Bordeando la zona, en su tramo más próximo al mar, se desarrolla un cinturón irregular de 150 m de longitud y

60% de cobertura de *Vaucheria* sp. Además, se ha identificado una pequeña zona con *Crassostrea* sp. epifitada por *C. ustulatus*.

La séptima zona discurre por la margen derecha, desde el final de la ostrera hasta el comienzo de la zona de marisma del interior del estuario. Destacan las grandes praderas de *Spartina* sp. (35-40% de cobertura), con una zona de islotes y canales en los que crecen *H. portulacoides*, *Juncus* sp., etc. En la parte anterior de la plataforma se desarrollan también clorofíceas filamentosas, y clorofíceas laminares en la parte media y posterior, junto con *Gracilaria* sp. Se desarrolla una banda de *Z. noltei* de 2-20 m de ancho y 70-80% de cobertura y de un cinturón de *Vaucheria* sp. de 2 m de ancho y 70% de cobertura. Entre las matas de *Spartina* sp., se observan ejemplares de *F. vesiculosus* y clorofíceas laminares. Además, sobre algunas piedras sueltas, se desarrollan también matas dispersas de *F. ceranoides*. Por último, se han observado algunos cinturones de *Gracilaria* sp. y, en las zonas sombrías de los lezones, zonas de *C. caespitosa* y *B. scorpioides* distribuidas irregularmente. También se observan ostras epifitadas por *C. ustulatus* creciendo sobre algunas rocas.

Por último, en la octava zona se distingue una zona con piedras cubiertas por *Crassostrea* sp. epifitadas, a su vez, por *C. ustulatus* (30% de cobertura). *Z. noltei* se distribuye de forma dispersa sobre el fango. Las partes altas, en cambio, están cubiertas por *Salicornia* sp. y *Vaucheria* sp. Sobre el canal, se desarrolla un cinturón de *Gracilaria* sp. de 40 m de largo y 4 m de ancho (60% de cobertura), y una zona de 80 m de longitud y 20 m de anchura media con distribución irregular de *Z. noltei* (60% de cobertura). Además, se encuentra bordeado por un horizonte irregular de *Vaucheria* sp. En la parte superior se observan algunos islotes de *Spartina* sp., con clorofíceas laminares dispersas.

En la Tabla 83 se muestran los resultados obtenidos en la presente campaña para cada uno de los indicadores de que consta el índice, para cada una de las zonas estudiadas. Además, se muestran los valores de TMI para cada una de dichas zonas, para las estaciones a las que se adscriben y para el global de la masa de agua.

Tabla 83 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las zonas de la masa de agua de transición del Oka Exterior (TMIzona), así como a nivel de estación (TMIestación) y a nivel de estuario (TMIestuario). Se muestran también las calificaciones para cada uno de los indicadores que se consideran en el método: R: riqueza específica; Ct: cobertura de especies tolerantes a la contaminación; Cr: cobertura del resto de especies de algas; V/R: ratio entre la cobertura de clorofíceas y la del resto de algas (amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

	ZONA							
Indicadores	**M-EOK1**	**M-EOK2**	**M-EOK3**	**M-EOK4**	**M-EOK5**	**M-EOK6**	**M-EOK7**	**M-EOK8**
R	5	3	3	5	3	5	5	5
Ct	3	5	5	1	5	3	3	5
Cr	3	1	1	3	3	5	5	3
V/R	5	5	1	5	5	5	5	5
Suma	16	14	10	14	16	18	18	18
TMI_{zona}	0,75	0,63	0,38	0,63	0,75	0,88	0,88	0,88
Superficie (m^2)	92.000	6.250	2.450	3.500	100.000	470.000	525.000	8.000
Superficie relativa (% zona)	0,88	0,06	0,02	0,03	0,09	0,43	0,48	0,01
Estación	**E-OK20**				**E-OK10**			
$TMI_{estación}$	0,729				0,864			
Superficie relativa (% estuario)	0,08	0,01	0,00	0,00	0,08	0,39	0,43	0,01
$TMI_{estuario}$	0,852							

La calificación obtenida en 2023 es de Estado Moderado para la zona M-EOK3, de Muy Buen Estado para las zonas M-EOK6 a, M-EOK8 y de Buen Estado para el resto de las zonas (Tabla 83). Las zonas M-EOK6 a M-EOK8 destacan por las altas puntuaciones obtenidas para todos los indicadores, salvo para uno, destacando la alta riqueza y el bajo ratio de cobertura de clorofíceas respecto al resto de las algas en las tres zonas, lo que le permite alcanzar la calificación máxima. Por el contrario, en la zona M-EOK3, en la que el estado es Moderado, el ratio de algas verdes es alto y la cobertura de especies

no indicadoras de contaminación baja, lo que limita su calificación. Con estos resultados, la estación representativa de la zona más interior presentaría Muy Buen Estado, con Buen Estado para la estación representativa de la zona más exterior. De este modo, y debido a la mayor superficie representada por la estación más interior, la calificación para el global de la masa de agua es también de **Muy Buen Estado**. Sin embargo, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

8.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La fauna identificada en el tramo interno de la masa de agua se aproxima a la considerada típica de los estuarios vascos, con especies características de la 'Comunidad de *Scrobicularia plana-Cerastoderma edule*', como *P. ulvae*, dominante en la presente campaña de 2023. La densidad estimada para la presente campaña es alta en comparación con el promedio de la estación (3.553 ind·m^{-2}), mientras que la riqueza es del orden del promedio histórico (11 *taxa*). En términos de AMBI, domina el GE III, lo que explica que la estación quede calificada como ligeramente alterada (Tabla 84).

Tabla 84 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Oka Exterior. También se muestra la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	E-OK10	E-OK20
Densidad	(ind·m^{-2})	3.553	44
Biomasa	(g·m^{-2})	12,592	0,799
Riqueza	(*# taxa*)	12	13
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	1,46	2,92
Equitabilidad densidad		0,41	0,79
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	1,13	1,13
Equitabilidad biomasa		0,31	0,31
Diversidad máxima	(bit)	3,58	3,70
AMBI		3,030	0,437
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Nula
M-AMBI$_{estación}$		0,525	0,904
M-AMBI$_{global}$		0,880	

La estación muestreada en el tramo más exterior presenta una comunidad pobre en términos de densidad, con riqueza y diversidad más moderados (Tabla 84), probablemente debido al hidrodinamismo de la zona. Según AMBI, la calificación de la estación es de alteración nula (AMBI=0,4), como consecuencia de la dominancia de especies sensibles a la alteración del medio y a la ausencia de especies oportunistas.

Los valores de M-AMBI estimados para 2023 indican Estado Moderado para la estación E-OK10, con Muy Buen Estado para E-OK20, con una calificación global de **Muy Buen Estado** para el global de la masa de agua (Tabla 84).

La estación más interior (E-OK10) no presenta ninguna tendencia temporal clara, con valores que oscilan entre Estado Deficiente y Buen Estado, salvo en la campaña de 2013, en que la calificación bajó hasta el Mal Estado (Figura 98). Sin embargo, merece la pena destacar que, salvo por el valor de 2013, la calificación de la estación se mantiene por encima del Estado Deficiente desde la campaña de 2005. En cambio, la estación más exterior, aunque presenta una variabilidad interanual importante, sí parece presentar cierta tendencia positiva llegando a quedar calificada en Muy Buen Estado en algunas de las campañas a partir de 2006, aunque en 2013 quedó calificada en Estado Deficiente (coincidiendo con un empeoramiento también en la estación anterior), sin que se haya planteado ninguna hipótesis que pueda explicar dicha caída. Del mismo modo, en la pasada campaña de 2022 también redujo su

calificación a Estado Moderado (la tercera peor calificación de la serie histórica), debido, probablemente a la ausencia de fauna de una de las tres réplicas, que contribuiría sin duda a un valor mayor de AMBI para la estación y, posiblemente, también a valores menores de riqueza y de diversidad. De hecho, en la presente campaña de 2023 se observa una evidente recuperación, alcanzándose, una vez más, Muy Buen Estado.

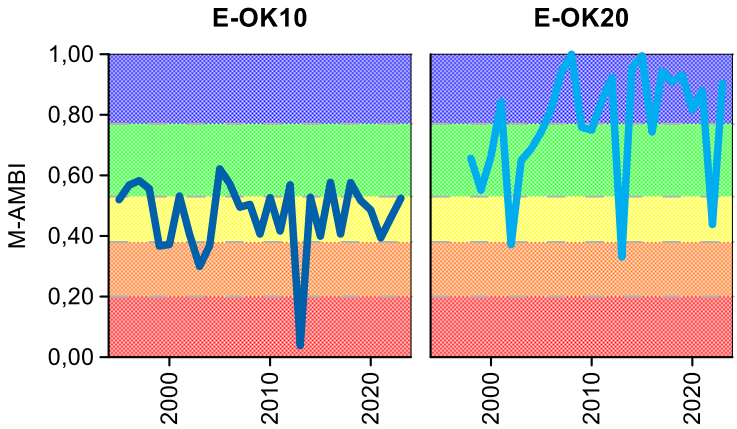


Figura 98 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Oka Exterior a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

8.3.4. Fauna ictiológica

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2023 (muestreos realizados trienalmente desde 2002), analizándose los datos obtenidos mediante la metodología actualizada y explicada en la introducción. Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 88. En estos años han sido identificados 24 taxones, 16 de peces y 8 de crustáceos. Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

En la Figura 99 se observa que la frecuencia de aparición de las especies difiere año a año, presentado un máximo de riqueza en 2005 y un mínimo en 2023. El listado de especies presentado aparece ordenado de acuerdo a su frecuencia de aparición, reflejando que:

- las especies capturadas en la mayoría de las ocasiones son cinco: *Echiichthys vipera* (salvario/sabirón), *Solea solea* (lenguado común) y los crustáceos *Macropodia rostrata* (cangrejo araña), *Crangon crangon* (quisquilla gris) y *Carcinus maenas* (cangrejo verde);
- más de la mitad de los taxones registrados aparecen de forma esporádica (una única aparición a lo largo de toda la serie de datos);
- por primera vez en 2020 se detectó *Pagellus erythrinus* (lamote);
- en 2023, tras casi una década, volvió a ser detectada la especie *Hippocampus hippocampus* (caballito de mar), especie indicadora de buena calidad.

En cuanto a los parámetros estructurales, y tal y como se aprecia en la Figura 100, en 2023 se percibe una disminución de los parámetros en los tres tramos del estuario respecto al año anterior, a excepción de la riqueza de peces que mantiene valores similares.

En líneas generales, el sistema no muestra una tendencia significativamente clara (Figura 100) que

indiquen un incremento o descenso significativo de los parámetros estructurales a lo largo del tiempo, sin embargo, se percibe un empobrecimiento del sistema. En el tramo exterior llama la atención la ausencia de capturas en 2014 (valor más bajo de la serie).

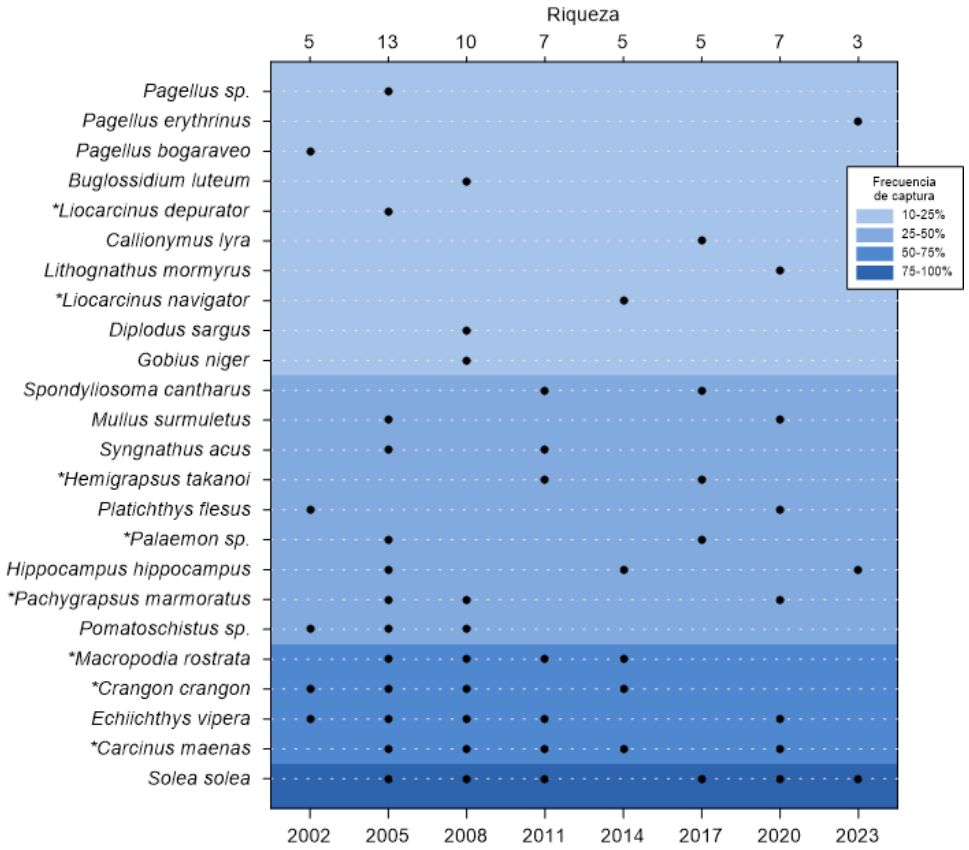


Figura 99 Listado de especies capturadas en la masa de agua de transición del Oka exterior (2002-2023). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (50-75% de las ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

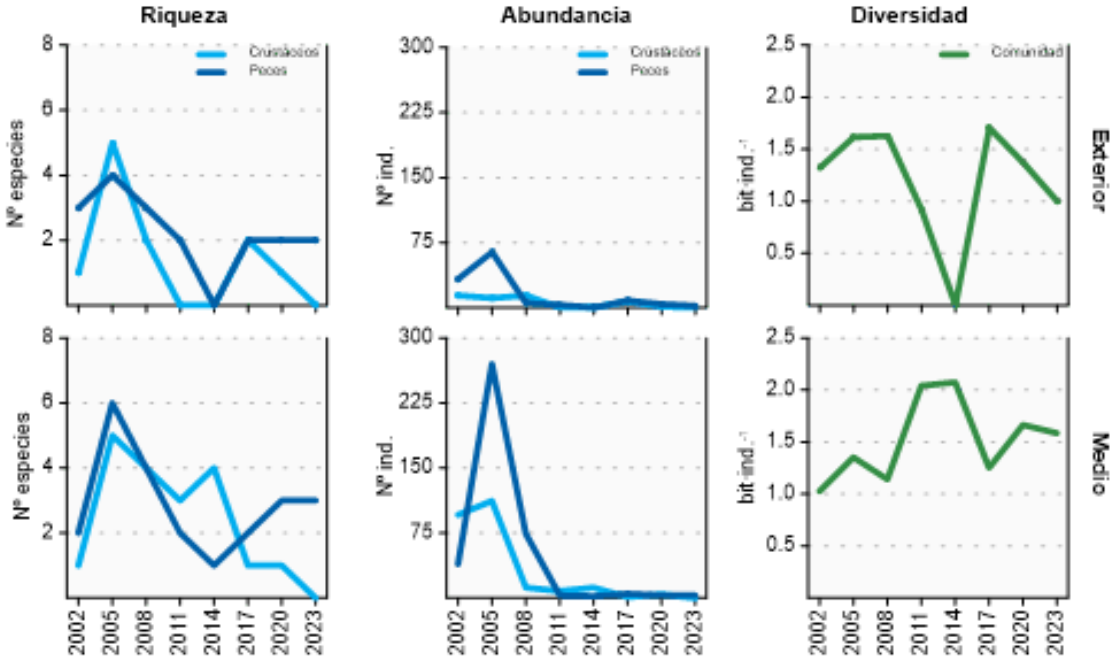


Figura 100 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones de taxones identificados en cada uno de los tramos muestreados de la masa de agua de transición del Oka exterior entre 2002 y 2023.

De acuerdo a los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2023 la valoración global de la masa de agua se diagnostica en la clase de estado **Moderado** (Figura 101), con un valor inferior al obtenido en 2020.

La evolución temporal de la calidad de la masa de agua del Oka exterior se muestra en la Figura 101, figura que muestra que el sistema presenta una progresión hacia al empobrecimiento. De acuerdo a la gráfica, en 2014 se rompe el equilibrio en el sistema, pasando de presentar una calidad buena desde 2005, a obtener el valor más bajo de toda la serie de datos. Posteriormente, tras la gran mejoría detectada en 2017 y 2020, en 2023 el sistema vuelve a perder calidad, alcanzando un valor similar a 2002, años en los que el estuario presentaba peor calidad.

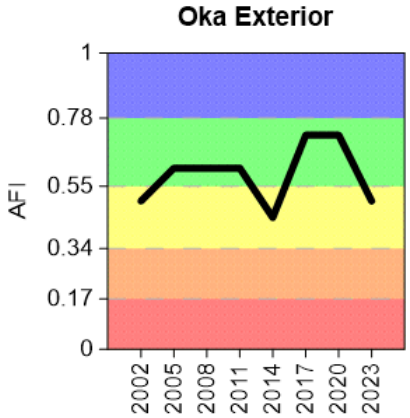


Figura 101 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para toda la masa de agua de transición del Oka exterior entre 2002 y 2023. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

Durante estos últimos años hemos comprobado que conforme avanza el saneamiento las aguas son cada vez más claras, provocando un cambio en el comportamiento de la fauna piscícola, que, con el fin de evitar ser vistos por los predadores, se esconden durante el día y no son pescados. Esa podría ser la razón por lo que el método de arrastre en estuarios parece no permitir que se capturen ejemplares ni especies suficientes para llevar a cabo la evaluación. Esta situación, en años recientes, se va agudizando en los estuarios pequeños y es cada vez más común en los estuarios europeos (por ejemplo, en Francia).

Como posible solución a este problema, se prevé utilizar el método belga (Estuarine Biotic Index, EBI sus siglas en inglés), método ya intercalibrado (European Commission, 2024) y adaptado a las características de Francia. El método belga está basado en el arte de pesca del butrón. Una vez obtenidos suficientes resultados y si se considera que los resultados son consistentes con el conocimiento de los estuarios y las presiones existentes, se trataría de obtener la autorización de la Comisión para su uso oficial, dejando así de usar AFI en los estuarios en los que el arrastre presente problemas.

8.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2023 no ha habido actuaciones que supongan cambios en los indicadores hidromorfológicos y con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica como **Bueno**.

Tabla 85 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa de transición del Oka exterior
Alteración de la línea de costa 1a	2
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	0
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	1
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,81 Bueno
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Variación del caudal del río 7a	2
Cambio en el tiempo de residencia 7b	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	0
Cambio en la turbidez 8b	0
Cambio en la estratificación 9a	0
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,94 Bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,85 Bueno

9.

Masa de transición del Lea

9.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua del Lea se analizan anualmente dos estaciones estuáricas. Por otro lado, trienalmente entre 2002 y 2023 se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 6 estaciones para macroalgas en el estuario. Además, desde 2020 se ha analizado una estación de biomonitores (moluscos). Las posiciones de todas ellas se observan en la Figura 102.

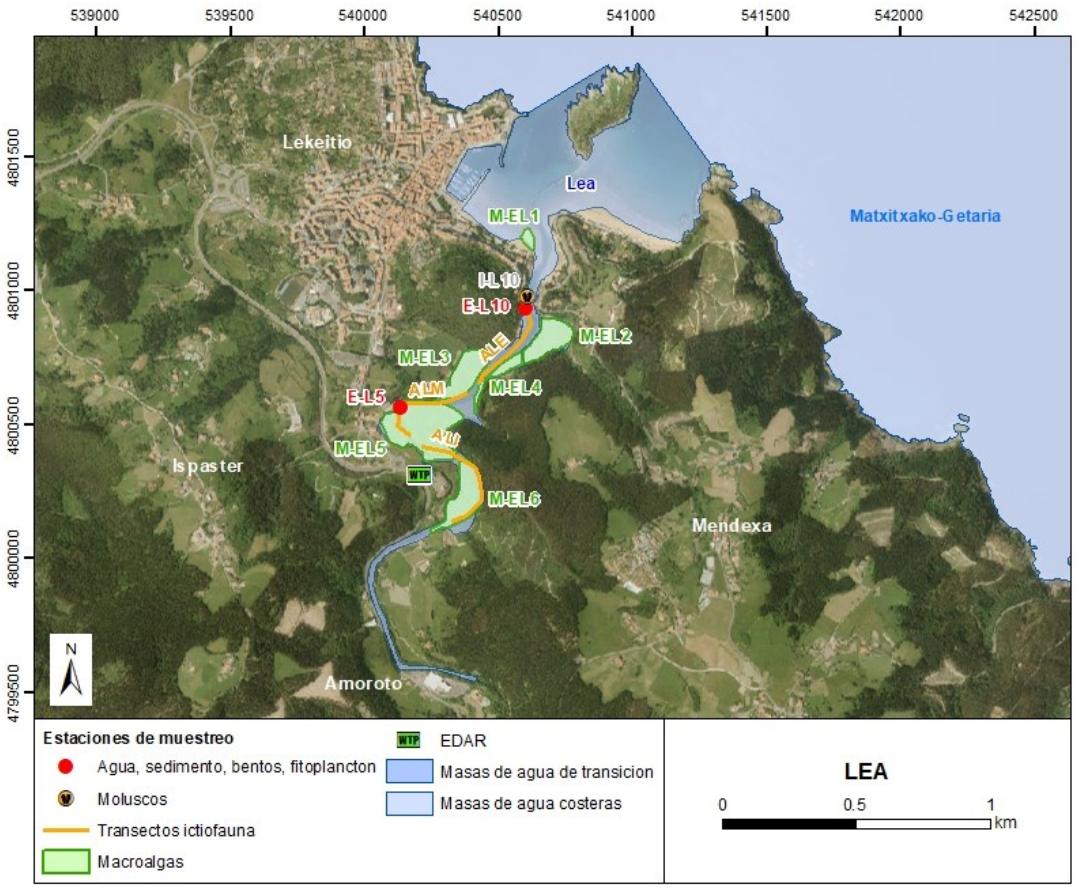


Figura 102 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Lea.

La masa de agua de transición del Lea se diagnostica en la campaña 2023 en un **Estado Bueno**, debido a que el estado ecológico y el químico son buenos (Tabla 86, Figura 103).

Hay que hacer notar que los peces están en estado moderado, sin embargo, en este estuario no se tienen en cuenta en la evaluación, debido a que existe un problema metodológico ligado a su pequeño tamaño y a la transparencia de sus aguas, que hace que la capturabilidad de los peces decrezca, contribuyendo a un estado de los peces que no es el real del estuario.

En los últimos seis años la masa está marcada por un cumplimiento de objetivos del estado ecológico, aunque incumplió en 2021 (Figura 103).

Tabla 86 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Lea en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PB). Nota: los peces no se utilizan en la evaluación en este estuario.

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado Ecológico	Estado químico	Estado
E-L5	Lekeitio (astillero)	B	Mo	MB	B	B	MB	MB	Mo	B	B	B
E-L10	Lekeitio (molino)	MB	Mo	MB	Mo	MB	B	MB	Mo	B	B	B
Lea Transición		MB	Mo	MB	Mo	MB	B	MB	Mo	B	B	B

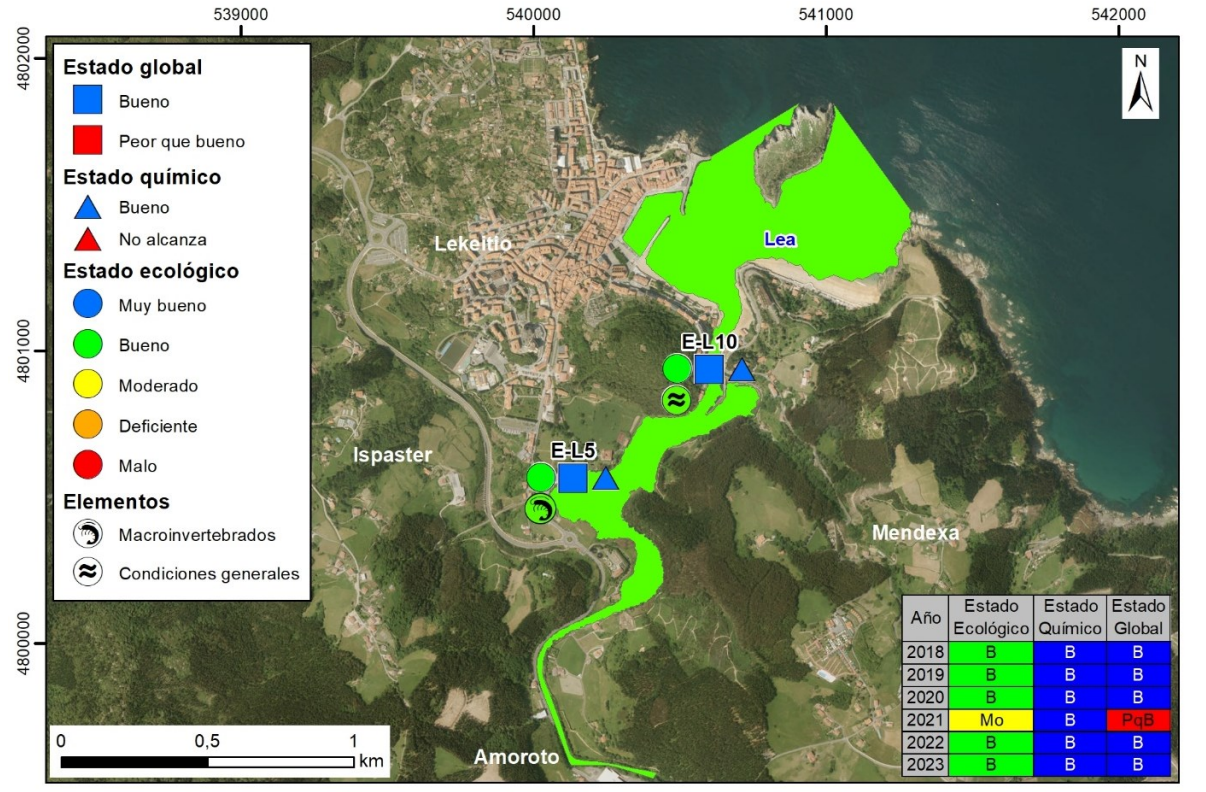


Figura 103 Masa de agua de transición del Lea: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Desde que se realizó en 2004 el primer estudio de presiones e impactos en esta masa de agua, se ha ido avanzando mucho en saneamiento, tanto en la cuenca como en el propio estuario. Así, en abril de 2005 finalizó la obra de remodelación de la EDAR de Lekeitio construida entre 1993 y 1995. En la EDAR de Lekeitio se recogen también las aguas residuales de Amoroto y parte de Mendexa. A su vez, en 2006 finalizó el saneamiento del puerto (sistema propio de control de vertidos urbanos y tanque de laminación para vertidos de las conserveras), y en 2007 terminaron las obras de reposición de las redes

del casco antiguo del municipio.

Esto tiene su reflejo en la mejoría de indicadores fisicoquímicos asociados a aguas (dependiendo de las estaciones, incremento en la saturación de oxígeno, decremento en concentración de nutrientes, concentraciones más bajas de algunos contaminantes en años recientes) y sedimentos, y en la mejoría de los valores asociados a macroinvertebrados, así como en la biomasa fitoplanctónica (clorofila-a) que desciende bruscamente en la segunda mitad de la década del 2000. Incluso las praderas de fanerógamas marinas, como *Zostera noltei*, alcanzaron en 2003 la mayor extensión de la serie.

Sin embargo, como se ha dicho antes, en peces se han dado incumplimientos. Estos cambios, más que con presiones, se deben a problemas metodológicos. Una vez que las aguas son más claras, parece que los peces se ocultan durante el día y son más difíciles de pescar. Quizá en estuarios muy pequeños como éste el elemento biológico peces no sea muy adecuado para la evaluación y, por tanto, se ha eliminado de la evaluación.

En relación con el estado químico, en años anteriores (como 2015) se han dado superaciones de normas de calidad asociadas a determinadas sustancias prioritarias, que no se manifiestan de forma crónica sino con carácter puntual, y no han vuelto a ocurrir desde ese año.

9.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

9.2.1. Aguas

9.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las variables relacionadas con el estado trófico (solo en superficie).

Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, el valor medio de los seis últimos años de las dos estaciones (E-L5 y E-L10) cumple los objetivos de calidad. Todas las variables presentan un estado que se califica como Muy Bueno, excepto el nitrato en la estación E-L10 que se califica como Bueno (Tabla 87). La masa de agua de transición de Lea se encuentra en **Buen** estado fisicoquímico.

Tabla 87 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Lea mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-L5	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		108,37	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤34,3	1,6	1,61	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤121,3	1,6	23,56	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤3,39	0,16	0,27	Muy Bueno
E-L10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		104,09	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤18,6	1,6	1,87	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤52,3	1,6	21,22	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤1,82	0,16	0,29	Muy Bueno

En la Figura 104 se muestra la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el estuario (E-L5 y E-L10) en el periodo de 1994 a 2023.

En las series de datos disponibles, en la estación de cabecera (E-L5) se constata una tendencia significativa ($p<0,05$) a la disminución en la concentración de amonio, nitrato y fosfato y al aumento de

la saturación de oxígeno. En la estación E-L10, también se observa una tendencia significativa a la disminución de la concentración de amonio y fosfato (p<0,01) (Figura 104). A partir del ciclo 2004-2009, tanto la estación del interior (E-L5) como la del exterior (E-L10), no muestran ningún incumplimiento (Figura 104). Hay que tener en cuenta que en la cuenca del Lea y en el estuario se han acometido actuaciones de saneamiento que sin duda tienen que ver con la mejora de la calidad. Durante unos años la depuradora vertía en el interior del estuario, hasta que se desviaron los vertidos al exterior.

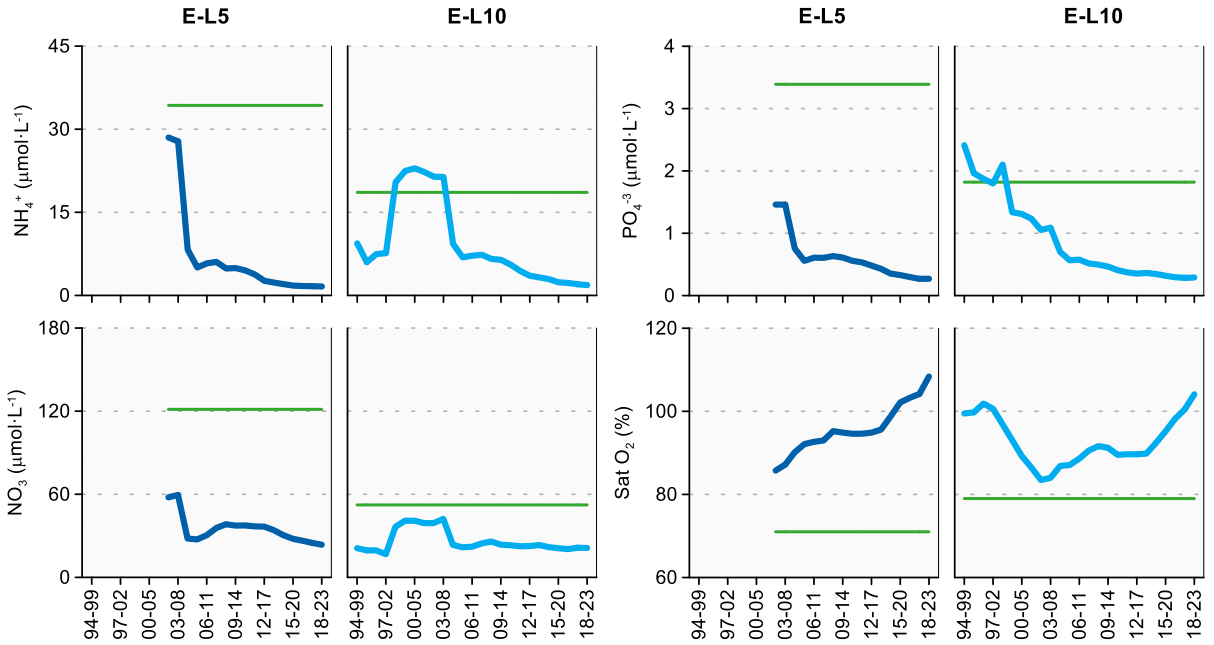


Figura 104 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Lea en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

Las dos estaciones presentan una tendencia significativa y positiva (p<0,05) del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023, habiéndose mantenido durante todo el periodo de seguimiento en niveles de buen o muy buen estado fisicoquímico (Figura 105).

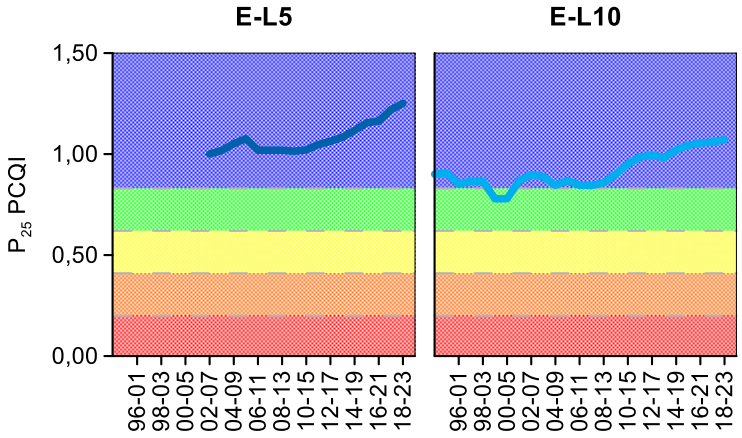


Figura 105 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de las estaciones de muestreo E-L5 y E-L10 de la masa de agua de transición del Lea. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

9.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa presenta **Muy Buen** estado (Tabla 88), como viene ocurriendo desde 2008.

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2023 indica que, en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el **Buen estado químico** (Tabla 89). Desde 2008 se ha cumplido el buen estado químico, si bien en 2012 no lo alcanzó por el sumatorio de Benzo(g,h,i)perileno e Indeno(1,2,3-cd)pireno, y en 2015 volvió a incumplir por la superación de la NCA-CMA asociada a Naftaleno.

Tabla 88 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Lea en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-L5	E-L10	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	10	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 89 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Lea en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-L5	E-L10	Global
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-CMA Agua	0,02	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0005	0,0007	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0010	0,0017	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	0,029	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	0,100	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 106 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con normas de calidad establecidas. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo (E-L5 y E-L10) hasta el año 2006; desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

A lo largo de la serie temporal níquel, zinc y cobre han cumplido siempre las normas, observándose en los dos primeros una tendencia a reducir sus concentraciones. En el caso de cadmio y plomo también se han ido reduciendo sus concentraciones, que cumplen desde 2013 y 2009, respectivamente (Figura 106). El mercurio también cumple desde 2012. Todo ello puede estar en relación con el saneamiento de la cuenca y el estuario.

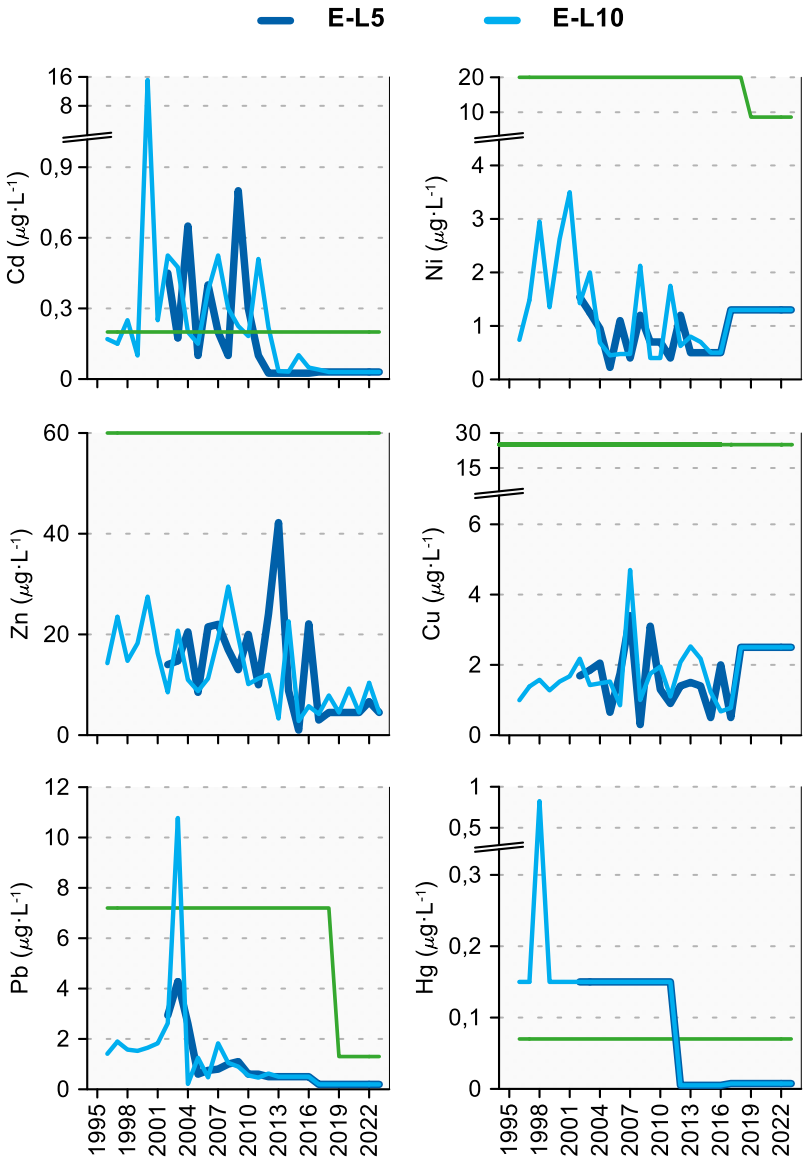


Figura 106 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Lea en el periodo que abarca desde 1996 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

9.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2023, los sedimentos de este estuario se muestrearon en enero, en ambas estaciones. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 90. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años.

La estación más externa (E-L10) muestra un sedimento arenoso, mientras que en la estación más interna (E-L5) el sedimento es areno-limoso (Tabla 90). El estudio de tendencias a largo plazo muestra en la estación E-L5 un descenso estadísticamente significativo en el contenido en materia orgánica desde 2002 (Figura 107), posiblemente asociado al saneamiento. En la estación E-L10 el contenido en materia orgánica no presenta una tendencia temporal clara. En ambas estaciones los valores de potencial redox muestran una gran variabilidad temporal.

Tabla 90 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos de la masa de agua de transición del Lea en la campaña de invierno de 2023.

E-L5 (Fecha de muestreo: 23/01/2023)				E-L10 (Fecha de muestreo: 23/01/2023)			
Gravas (%)	33,2	Cd	0,08	Gravas (%)	1	Cd	0,11
Arenas (%)	43,9	Cr	27	Arenas (%)	98,1	Cr	27
Limos (%)	22,9	Cu	30	Limos (%)	0,8	Cu	22
MO (%)	3,2	Hg	0,20	MO (%)	1,1	Hg	1,00
Eh (mV)	125	Ni	19	Eh (mV)	250	Ni	20
		Pb	28			Pb	37
		Zn	87			Zn	91

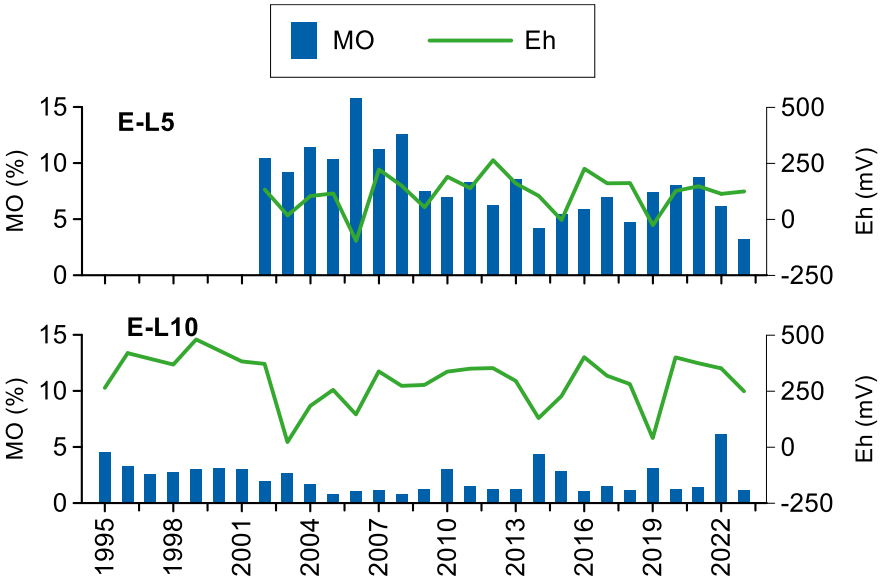


Figura 107 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Lea (muestreos de invierno).

Por otro lado, la Figura 108 representa la evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados desde 1995 en la estación E-L10, y desde 2002, en la estación E-L5. A excepción del significativo aumento del Cr en la estación E-L10 y la tendencia descendente en Cd y Pb en la estación E-L5, no se observa una tendencia temporal clara del contenido en el resto de los metales.

En la estación E-L5 destacan los mínimos históricos de la campaña de 2020 en las concentraciones de Cr, Cu, Ni, Pb y Zn, los máximos de Cu, Pb y Zn en 2006 y el máximo histórico de Hg en 2013.

En la estación E-L10 destaca el máximo de la concentración de Cr en 2001 y de Cd en 2008 y el máximo obtenido en Hg en la presente campaña.

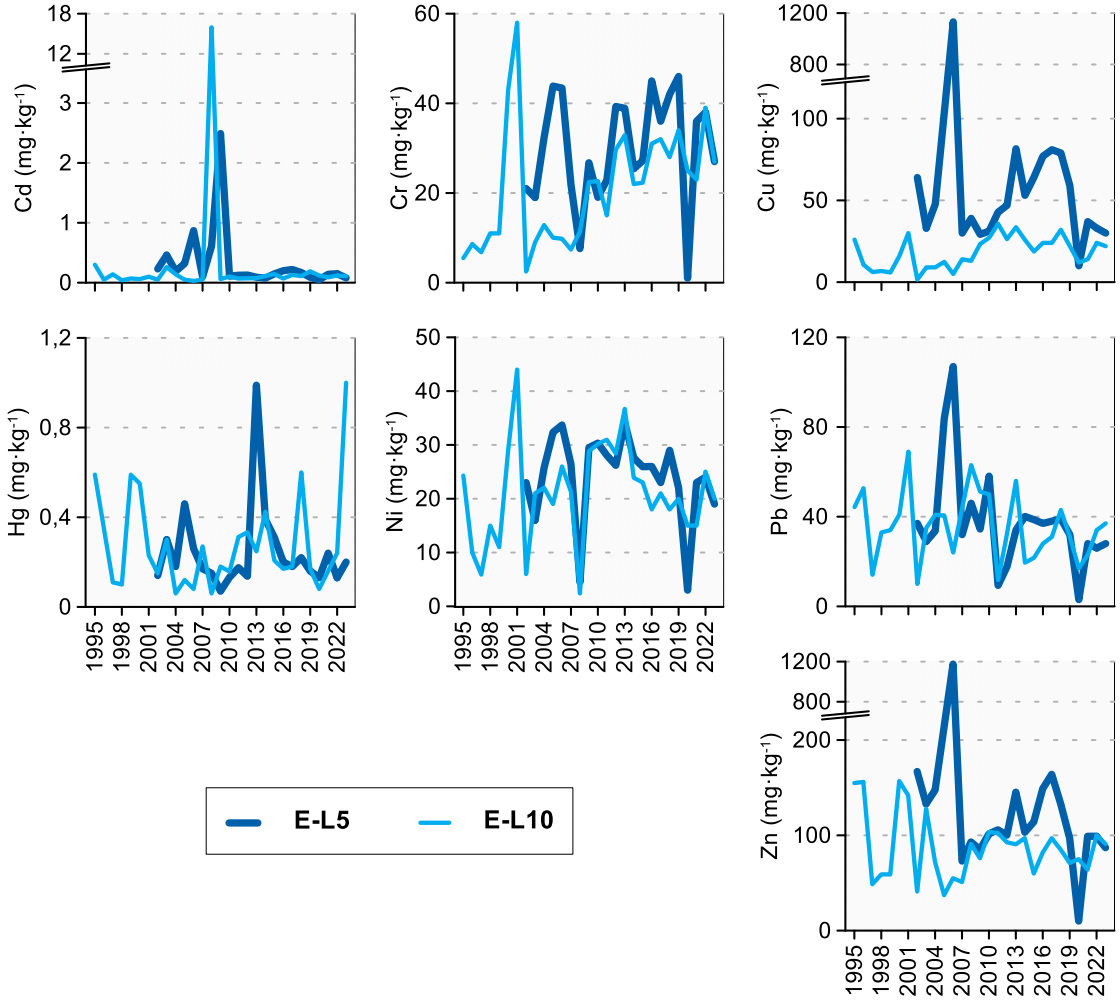


Figura 108 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Lea (muestreos de invierno).

9.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2023, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-L10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo, que se presentan en la Tabla 91, se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota). Hay que hacer notar que la norma se aplica a peces, siendo de aplicación en moluscos solo fluoranteno y benzo(a)pireno, por lo que la evaluación sólo se refiere a estas dos sustancias.

Tabla 91 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Lea en 2023, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA: norma de calidad ambiental; LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-L10	Global
Mercurio y sus compuestos	NCA biota	20	6	13	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,32	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,04	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Las ostras son filtradoras y pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. Por ello, de cara a la evaluación del estado químico sobre la misma sustancia o familia, los resultados en biomonitores prevalecen sobre los resultados en las aguas.

Por lo tanto, teniendo en cuenta conjuntamente los resultados obtenidos en aguas y los obtenidos en biomonitores, la masa de transición del Lea **alcanza el buen estado químico**.

9.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

9.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

El rango de la **clorofila-a** en 2023 es desde valores inferiores al límite de cuantificación (<0,05 µg·L^{-1}) hasta 7,3 µg·L^{-1}. El máximo se mide en verano en la estación E-L10, durante la bajamar, en condiciones polihalinas (23 USP) y alta temperatura del agua (26°C). La salinidad en invierno y en otoño indica importantes descargas del río, pero no así en los muestreos de primavera y verano (Figura 109).

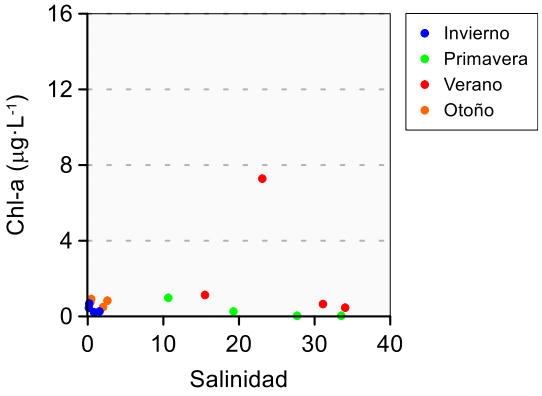


Figura 109 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Lea en las cuatro épocas de estudio durante 2023. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

La **tendencia temporal de la biomasa fitoplanctónica** se ha estudiado con el percentil 90 de la clorofila (P_{90}) en periodos móviles de seis años, que es el indicador utilizado para la evaluación (Figura 110). La zona superior del estuario (E-L5) cumple con el objetivo de calidad desde el primer periodo de la serie (2002-2007). La estación E-L10 también cumple a lo largo de toda la serie temporal, que comienza antes, con el periodo 1995-2000. Sin embargo, el P_{90} en esta estación ha presentado fuertes oscilaciones, llegando a situarse muy cerca del límite bueno/moderado (Figura 110). En la segunda mitad de la década de 2000 desciende bruscamente y desde entonces se mantiene en valores bajos.

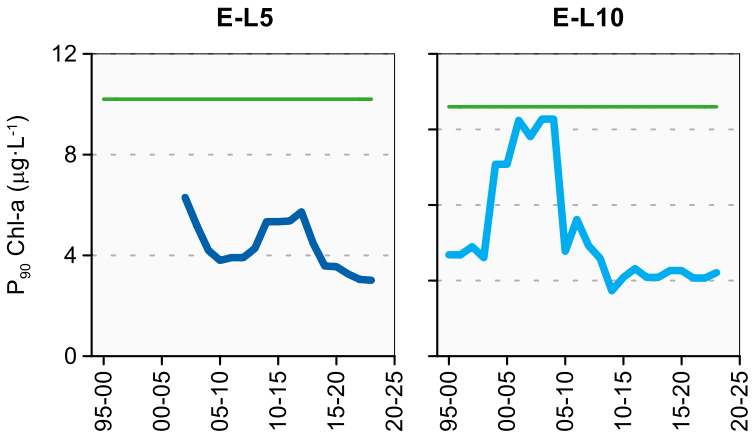


Figura 110 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Lea. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas mesohalinas (E-L5) y polihalinas (E-L10).

La evolución de la clorofila en E-L10 es coherente con la disminución de las cargas de nutrientes procedentes del río. Así, comparando el periodo de 2003-2008 con el de 2008-2013, las cargas de nitrógeno se estima que disminuyeron en unos 1700 kg d^{-1} km^{-2} (Revilla et al., 2014). Además, los picos de amonio, nitrato y fosfato se hicieron mucho menos acusados en el estuario a partir de 2005 (véase

Figura 104). Todo ello refleja las mejoras producidas, tanto en el saneamiento de la cuenca, como en el área más cercana al estuario (Revilla et al., 2017).

El incremento del P_{90} en la estación E-L10 a comienzos de la década de 2000, aunque estuvo a punto de provocar el incumplimiento de su objetivo, podría estar señalando una mejoría en las condiciones lumínicas que habría posibilitado mayores tasas de crecimiento del fitoplancton (Figura 110). Este tipo de dinámica en la clorofila también se observó en la masa de agua de transición del Nerbioi Interior, donde el saneamiento retiró en una primera fase el material particulado y mejoró considerablemente la transparencia del agua, y en una fase posterior redujo las concentraciones de nutrientes.

Las condiciones océano-meteorológicas también han podido ser, en parte, responsables de las oscilaciones observadas en el P_{90} en la estación E-L10. Así, algunas de sus oscilaciones se asemejan a los ciclos que ha presentado el indicador de biomasa fitoplanctónica en las desembocaduras de los estuarios del Butroe, Artibai, Urumea y Bidasoa. Sin embargo, la magnitud de los cambios ha sido distinta según el sistema, lo que apunta a que el factor natural posiblemente no ha sido el único que ha influido en la variabilidad de la clorofila.

En cuanto a la **composición y abundancia del fitoplancton**, entre 2002 y 2020 se disponía de datos de las dos estaciones de muestreo. Estos indicaban que la abundancia celular y la frecuencia de floraciones en la masa de agua de transición del Lea eran normales para este tipo de sistemas.

A partir de 2021 la abundancia y la composición del fitoplancton solo se estudian en la estación E-L5. Los resultados del último año se muestran en la Tabla 92, para las variables que describen de forma general la comunidad.

Tabla 92 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie, tomadas en pleamar, en la masa de agua de transición del Lea.

		10/05/2023	22/08/2023
Parámetro	Unidad	E-L5	E-L5
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	190	598
Diversidad	(bit·cel^{-1})	2,7	3,0
Riqueza	(*# taxa*)	21	30

En las muestras de 2023 no se observan blooms. La abundancia es más del doble en verano que en primavera, pero puede considerarse moderada para esta zona de estuario (Tabla 92). La salinidad es muy similar entre las dos épocas, con un rango de 28–31 USP que indica una alta proporción de agua marina.

En ambas muestras dominan en abundancia diatomeas pennales que no pudieron identificarse y criptofitas. Entre estas últimas destacan *Plagioselmis* spp. en primavera y *Hemiselmis* spp. en verano.

Se observa al dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum*, especie que causa coloraciones pardo-rojizas en el agua, pero en densidad mucho menor que la observada en 2022 cuando llegó a niveles de bloom. Su máximo en 2023, unas 21 000 células·L^{-1}, tiene lugar en agosto.

En relación con el **estado asociado al fitoplancton,** los resultados del último periodo de evaluación se muestran en la Tabla 93. El indicador basado en la clorofila-a indica que es Muy Bueno en las dos estaciones de muestreo, con valores de EQR muy similares. En el global de la masa de agua el estado del fitoplancton es actualmente **Muy Bueno (EQR = 1,013).**

Tabla 93 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Lea, así como en su globalidad. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2018-2023	E-L5	3,01	1,130
	E-L10	2,21	0,995
	Lea Transición	2,2900*	1,013

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

El estado de la masa de agua puede evaluarse con datos de ambas estaciones de muestreo a partir de la campaña de 2007, que integra ya el primer periodo completo de seis años (Figura 111). Desde entonces el EQR ha presentado algunas oscilaciones, pero en ningún caso indica que haya habido un impacto relevante sobre la biomasa del fitoplancton y la tendencia predominante ha sido de mejoría.

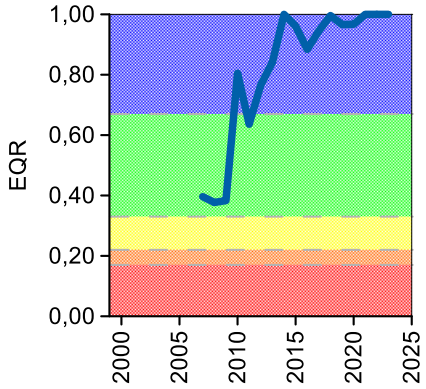


Figura 111 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Lea a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

9.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

En la presente campaña de 2023, la masa de agua de transición del Lea se dividió en 6 zonas distintas para la evaluación de las macroalgas presentes (Figura 102).

La primera, ocupa un muro en la margen izquierda de la desembocadura del estuario, junto a la playa Isuntza. En ella se desarrolla un cinturón continuo de 1 m de ancho y 60% de cobertura de clorofíceas filamentosas del género *Ulva*. En la parte final del muro, se observa un cinturón de *F. spiralis* var. *limitaneus* de 20 m de largo y 0,4 m de ancho, con 60% de cobertura. Por último, se encuentra también una banda de *G. pusillum* y *C. ustulatus*, con 60% de cobertura.

La segunda corresponde a la llanura de inundación de 16.400 m^2 del antiguo molino mareal Maria Errota. En la superficie fangosa de la parte central se desarrolla un tapiz de *Gracilaria* sp. (30-80%), con matas sueltas de clorofíceas del género *Ulva*. Por último, en el talud de piedras que delimita parte del canal y en el muro, se distingue un cinturón de clorofíceas filamentosas con una cobertura del 90%.

La tercera zona está cerca del palacio Zubieta y corresponde a una plataforma limosa sobre la que se asienta una pradera de *Z. noltei* de 4.000 m^2 (80% de cobertura). En la zona más próxima al cauce se observa una mancha de clorofíceas filamentosas del género *Ulva* de 2.500 m^2 (80-90% de cobertura). En el extremo norte de la zona, se eleva un acúmulo fangoso con piedras en el que se ha desarrollado una mancha de *Z. noltei* de unos 700 m^2. También se observa un islote bordeado de una banda rocosa en cuya base se asienta un horizonte de clorofíceas filamentosas del género *Ulva*, con 90% de cobertura, y algunos ejemplares laminares en las charcas de marea.

La cuarta zona discurre a lo largo de 300 m en la margen derecha del estuario, junto al bosque Telleriaburua. En el límite entre la zona de influencia mareal y el bosque se desarrolla una banda de apenas 2 m de ancho formada por *Ulva* sp., *B. scorpioides*, briofitos y líquenes. Adyacente a esta comunidad, se observa un depósito limoso sobre el que se ha extendido una pradera de *Z. noltei*. Junto a la pradera, se desarrolla una banda de clorofíceas laminares del género *Ulva* con gran desarrollo. Por encima, el sustrato se encuentra recubierto mayoritariamente por musgos (75% de cobertura) y, sobre ellos, por *Ulva* sp. (10%). Por el contrario, en las piedras más próximas al cauce, se observan ostras epifitadas por *C. ustulatus*. En la zona de la playa fangosa, en cambio, se observa una gran mancha de *Z. noltei*, con coberturas del 80%, así como un cinturón de clorofíceas filamentosas del género *Ulva* de 5 m de ancho y 90% de cobertura. En la zona más próxima al muro del molino Maria Errota aparecen también algunas manchas de *Vaucheria* sp., aunque, respecto a pasadas campañas se observa que ha sido sustituida en parte por grandes manchas de *Z. noltei*.

La quinta zona corresponde al entorno del astillero. La rampa y los muros adyacentes se encuentran recubiertos por clorofíceas filamentosas (90% de cobertura) hasta 1,5 m de altura. También el sedimento fangoso de las islas de la zona se encuentra cubierto por clorofíceas filamentosas (>90%), y laminares del género *Ulva* en los canales que atraviesan las islas y en las plataformas de fango adyacentes (hasta 90%). Junto al astillero, hacia el sur, se extiende una banda de *Gracilaria* sp. de 2 m^2, junto con unas manchas dispersas, por efecto de la expansión de *Z. noltei*, que ha llegado a formar una pradera de hasta 1.500 m^2, además de otras manchas de diverso tamaño en diferentes tramos.

La última zona corresponde a dos islas de 4.500 m^2 y 5.600 m^2 localizadas junto a la depuradora. Se han encontrado matas sueltas de *F. ceranoides*. En cambio, las clorofíceas filamentosas del género *Ulva* alcanzan coberturas superiores al 90% y, en los canales, se aprecian también ejemplares laminares. También se han encontrado matas sueltas de *B. scorpioides* y una banda, en la parte alta de la isla más interior, de *Bolboschoenus maritimus*.

En la Tabla 94 se muestran los resultados obtenidos en la presente campaña para cada indicador de que consta el índice, para cada zona estudiada. Además, se muestran los valores de TMI para cada una de dichas zonas, para las estaciones a las que se adscriben y para el global de la masa de agua.

Tabla 94 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Lea, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado).

	ZONA					
Indicadores	**M-EL1**	**M-EL2**	**M-EL3**	**M-EL4**	**M-EL5**	**M-EL6**
R	3	3	3	3	3	3
Ct	3	3	1	1	3	5
Cr	5	3	5	5	5	1
V/R	5	3	3	5	3	3
Suma	16	12	12	14	14	12
TMI_{zona}	0,75	0,50	0,50	0,63	0,63	0,50
Superficie (m^2)	120	16.400	19.000	4.500	30.000	11.000
Superficie relativa (% zona)	0,00	0,41	0,47	0,11	0,73	0,27
Estación	**E-L10**				**E-L5**	
$TMI_{estación}$	0,515				0,591	
Superficie relativa (% estuario)	0,00	0,20	0,23	0,06	0,37	0,14
$TMI_{estuario}$	0,554					

La calificación obtenida en 2023 es de Estado Bueno para las zonas M-EL1, M-EL4 y M-EL5, y de Estado Moderado para el resto de las zonas (Tabla 94). Las principales diferencias entre las zonas calificadas en Estado Moderado y en Estado Bueno, se deben a una mayor cobertura de especies no indicadoras de contaminación y a un menor ratio de algas verdes, respecto a la cobertura algal total, en estas últimas zonas. En parte esto se debe a un incremento en las coberturas de la angiosperma *Z.*

noltei en las zonas medias del estuario, tanto respecto al resto de zonas, como respecto a campañas previas. Con estos resultados, el tramo más externo del estuario presentaría Estado Moderado, con Estado Bueno para el tramo interior. Para el global de la masa de agua, por otro lado, la valoración obtenida es de **Estado Moderado**. Sin embargo, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

9.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La fauna identificada en el tramo interno de la masa de agua se aproxima a la considerada típica de los estuarios vascos, con especies características de la 'Comunidad de *Scrobicularia plana-Cerastoderma edule*', con el gasterópodo *P. ulvae*, el isópodo *C. carinata* y el poliqueto *H. diversicolor*, como especies dominantes. Los valores de los parámetros estructurales estimados son entre moderados y altos (Tabla 95) en comparación con los obtenidos a lo largo de su seguimiento. En términos de AMBI, la dominancia de especies tolerantes al enriquecimiento orgánico, que se adscriben al GE III, que son la mayoría de las especies características de la comunidad indicada, permite que la estación quede calificada como ligeramente alterada (Tabla 95).

La estación muestreada en el tramo más exterior presenta una comunidad con densidad y riqueza superiores a los promedios históricos de la estación (163 ind·m^{-2} y 23 *taxa*), alcanzándose incluso la riqueza máxima de la serie histórica de la estación. Por otro lado, según AMBI, la calificación de la estación es de alteración ligera (Tabla 95), con dominancia de especies tolerantes a la alteración (GE III), seguidas por especies sensibles (GE I).

Tabla 95 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las zonas de la masa de agua de transición del Lea (TMIzona), así como a nivel de estación (TMIestación) y a nivel de estuario (TMIestuario). Se muestran también las calificaciones para cada uno de los indicadores que se consideran en el método: R: riqueza específica; Ct: cobertura de especies tolerantes a la contaminación; Cr: cobertura del resto de especies de algas; V/R: ratio entre la cobertura de clorofíceas y la del resto de algas (amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado).

		ESTACIÓN	
Parámetro	Unidad	E-L5	E-L10
Densidad	(ind·m^{-2})	1.765	296
Biomasa	(g·m^{-2})	10,163	0,298
Riqueza	(*# taxa*)	13	23
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	1,42	3,49
Equitabilidad densidad		0,38	0,77
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	0,58	3,43
Equitabilidad biomasa		0,16	0,76
Diversidad máxima	(bit)	3,70	4,52
AMBI		3,116	2,305
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera
M-AMBI$_{estación}$		0,738	1,000
M-AMBI$_{global}$		0,974	

Los valores de M-AMBI en 2023 indican **Muy Buen Estado** para las dos estaciones analizadas y, por tanto, también para el global de la masa de agua (Tabla 95).

La estación más interior (E-L5), que comenzó a muestrearse en la campaña de 2002, parece presentar una evolución positiva, con máximos relativos cada vez mayores, posiblemente en relación con el saneamiento de la cuenca y del estuario, al menos hasta la campaña de 2019. Sin embargo, convendría vigilar su evolución futura, ya que, desde entonces, parece observarse cierta tendencia negativa.

En cambio, en la estación exterior parece observarse un periodo inicial con valores de M-AMBI con una variabilidad relativamente alta, pero sin tendencias a medio-largo plazo, y un segundo periodo, a partir

del mínimo absoluto correspondiente a la campaña de 2005, en el que parece detectarse una tendencia positiva (Figura 112). Esta recuperación a partir de 2005 también parece estar en relación con el saneamiento. Sin embargo, en la pasada campaña de 2021 se observó un importante empeoramiento del valor de M-AMBI, sin que se tuviera constancia de cambios en las presiones de la zona. La recuperación observada en las dos últimas campañas (2022 y 2023), parece indicar que dicho mínimo pudo deberse bien a algún problema en el muestreo o bien a algún impacto puntual que no ha podido determinarse. Por lo que será importante mantener la vigilancia sobre la estación para descartar que se repitan episodios similares.

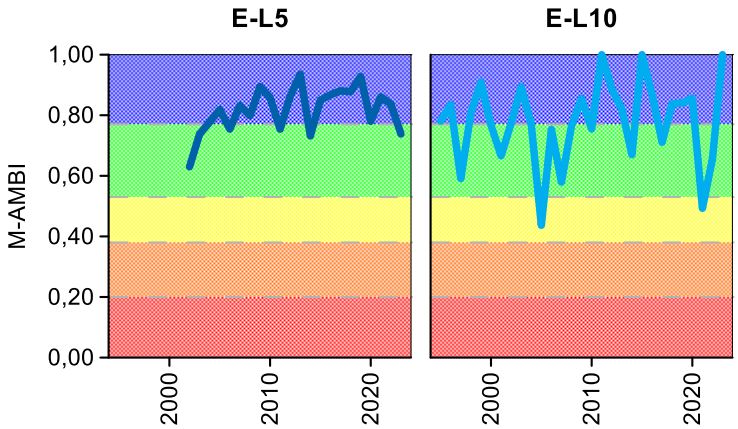


Figura 112 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Lea a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

9.3.4. Fauna ictiológica

Las muestras de fauna demersal se han recogido durante la campaña de 2023 (muestreos realizados trienalmente desde 2002), analizándose los datos obtenidos mediante la metodología actualizada y explicada en la introducción. Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 102.

En todos estos años han sido identificados 23 taxones, 13 peces y 10 crustáceos. Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

Tal y como se muestra en la Figura 113, la frecuencia de aparición de todas las especies difiere año a año, presentado un máximo de riqueza en 2005 y un mínimo en 2012 (campaña llevada a cabo para comprobar que los resultados obtenidos en 2011 fueron correctos o resultado de un artefacto de muestreo). El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo a la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- las especies capturadas en la mayoría de las ocasiones son cuatro: *Gobius niger* (chaparrudo), *Pachygrapsus marmoratus* (cangrejo cuadrado), *Palaemon* sp. (quisquillas comunes) y *Carcinus maenas* (cangrejo verde);

- más de la mitad de los taxones registrados aparecen de forma ocasional (1-2 apariciones a lo largo de toda la serie de datos);

- la especie alóctona e invasora *Hemigrapsus takanoi* (cangrejo japonés) (Asakura y Watanabe, 2005; Martinez y Adarraga, 2005, 2006; Dauvin, et al., 2009) viene siendo detectada de forma continuada desde 2014;

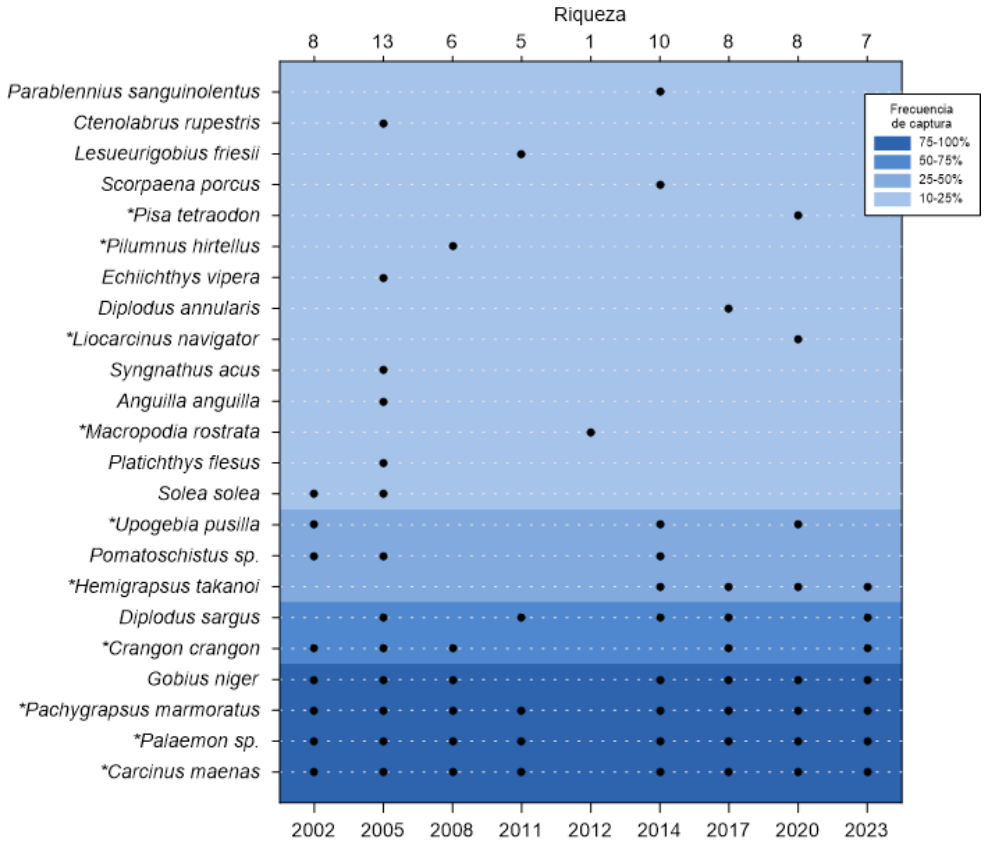


Figura 113 Listado de especies capturadas en el estuario del Lea (2002-2023). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

En cuanto a los parámetros estructurales, y tal y como se aprecia en la Figura 114, en 2023 destacan la estación interior que mejora los resultados obtenidos en 2020 y la estación media que empeora los datos obtenidos en 2020. Este último año se produce un descenso de la diversidad en el tramo exterior y medio, así como una ligera mejoría en el tramo interior respecto al año anterior.

Respecto a la evolución temporal, en líneas generales no se observa ninguna tendencia estadísticamente significativa que indiquen un incremento o descenso significativo de los parámetros estructurales a lo largo del tiempo, aunque parece que el estuario del Lea muestra una tendencia hacia el empobrecimiento. Los picos de abundancia detectados en las tres estaciones en la década del 2000 corresponden a la captura máxima de cangrejos verdes (*Carcinus maenas*), quisquillas grises (*Crangon crangon*), quisquilas del género Palaemon y cabuxinos del género *Pomatochistus*.

De acuerdo a los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2023 la valoración global para el estuario alcanza la calificación de **Moderado** (Figura 115), con un valor inferior al obtenido en 2020, pero con la misma calificación.

La Figura 115 muestra la evolución temporal de la calidad biológica a lo largo de toda la serie de datos. En líneas generales, la evolución de la calidad de la masa de agua del Lea muestra una tendencia al empobrecimiento. Tras la mejora de calidad detectada en 2005, el sistema pierde calidad progresivamente hasta la actualidad.

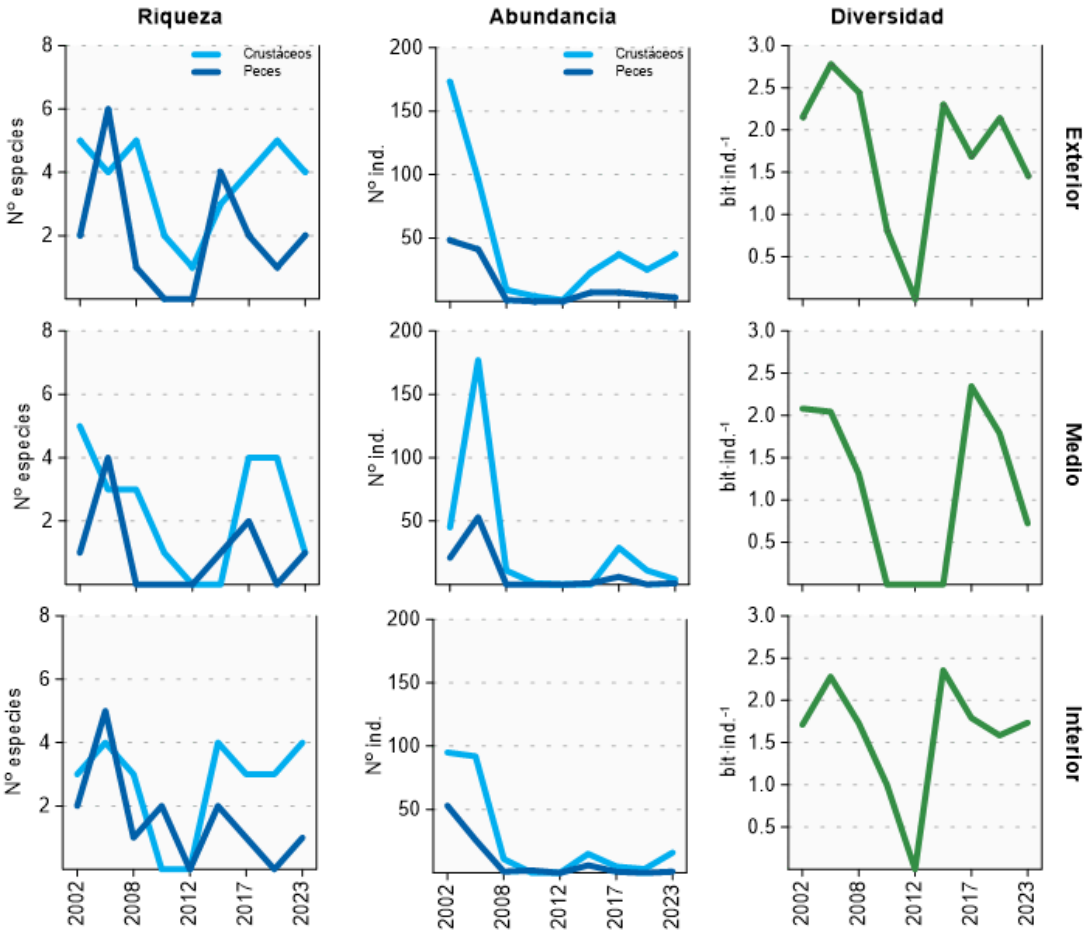


Figura 114 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones de taxones identificados en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Lea entre 2002 y 2023.

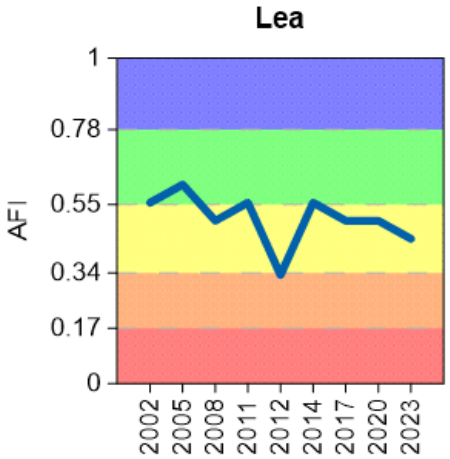


Figura 115 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Lea entre 2002 y 2023. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17. Interna (ALI), media (ALM) y externa (ALE). AFI: AZTI's Fish Index.

La mejora detectada en 2005 (Figura 115) se debe posiblemente a las mejoras dadas en el saneamiento y depuración de aguas residuales. Por el contrario, los resultados obtenidos a partir de 2011 no están en consonancia con la evolución de la calidad en el estuario (que presenta una tendencia progresiva de mejora, excepto en macroalgas), por lo que esta evaluación podría estar influenciada por factores naturales o factores ligados al muestreo. En 2016 se hizo un dragado de 10.000 m^3 de arenas en el acceso al puerto, pero no se cree que esta sea la causa de la caída en el valor de AFI, puesto

que el muestreo está relativamente lejos de la zona de dragado y éste se hizo casi un año y medio antes.

Las posibles causas de estos resultados podrían estar relacionadas con la gran transparencia y poca profundidad de las aguas que permitirían que peces de cierto tamaño pudieran ver la red de arrastre y así evitar ser capturados (hecho observable desde la embarcación); y que los organismos (principalmente aquellos de pequeño tamaño) durante el día permanezcan escondidos para evitar ser capturados por peces más grandes y aves, y empiecen a nadar libremente tan pronto como oscurezca. Esta situación, en años recientes, se va agudizando en los estuarios pequeños y es cada vez más común en los estuarios europeos (por ejemplo, en Francia).

Como posible solución a este problema, se prevé utilizar el método belga (Estuarine Biotic Index, EBI sus siglas en inglés), método ya intercalibrado (European Commission, 2024) y adaptado a las características de Francia. El método belga está basado en el arte de pesca del butrón. Una vez obtenidos suficientes resultados y si se considera que los resultados son consistentes con el conocimiento de los estuarios y las presiones existentes, se trataría de obtener la autorización de la Comisión para su uso oficial, dejando así de usar AFI en los estuarios en los que el arrastre presente problemas.

9.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Durante 2023 no se han dado cambios en los indicadores hidromorfológicos. Con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica de **Moderado**, debido a la canalización de los márgenes.

Tabla 96 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa de transición del Lea
Alteración de la línea de costa 1a	3
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	1
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	2
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,63 Moderado
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Variación del caudal del río 7a	2
Cambio en el tiempo de residencia 7b	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	0
Cambio en la turbidez 8b	0
Cambio en la estratificación 9a	0
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,94 Bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,73 Moderado

10.

Masa de transición del Artibai

10.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua de transición del Artibai se analizan anualmente dos estaciones estuáricas. Por otro lado, trianualmente entre 2002 y 2023, se han analizado tres estaciones para vida piscícola y 7 estaciones para macroalgas. Además, desde 2020 se ha analizado una estación para biomonitores (moluscos). Las posiciones de todas las estaciones se observan en la Figura 116.

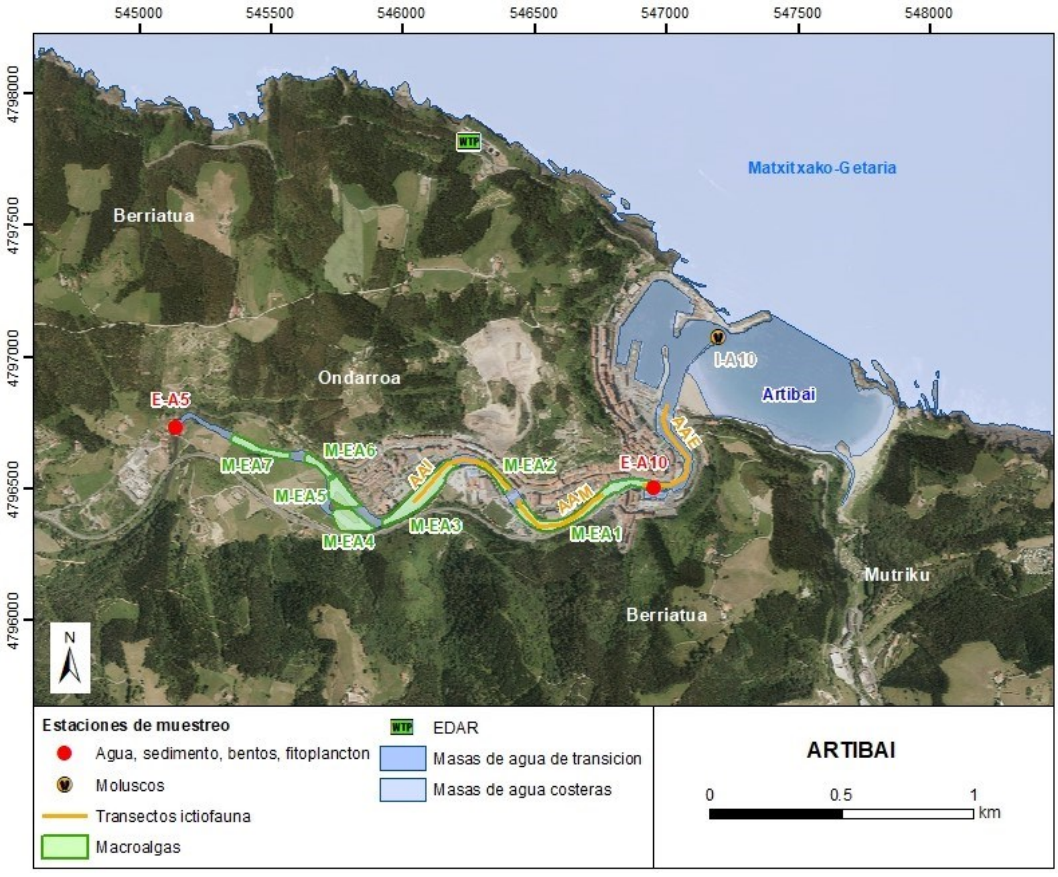


Figura 116 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Artibai.

La masa de agua de transición del Artibai se diagnostica en 2023 en un **Estado Peor que Bueno**, ya que, aunque el estado químico es bueno, el ecológico es moderado, debido a la fauna piscícola (Tabla 97 y Figura 117).

En esta masa se da una situación alternante de cumplimiento-incumplimiento de objetivos medioambientales, debido al estado ecológico, mientras que el estado químico incumplió por última vez en 2015 (Figura 117). Sin embargo, el estado ecológico ha ido mejorando desde deficiente a moderado-bueno, especialmente en los años más recientes. Esto se debe a la mejora en el saneamiento, que ha hecho que aumente mucho el oxígeno desde 2015, bajando también la concentración de nutrientes (especialmente, amonio y fosfato). Es destacable que desde 2018 el estado del fitoplancton en la estación E-A5 (evaluado según la concentración de clorofila) se mantenga en buen estado, cuando antes esto solo se había visto en algunos años alternos.

Tabla 97 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Artibai en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado Ecológico	Estado químico	Estado
E-A5	Ondarroa (Errenteria)(Artibai)	MB	Mo	B	M	Mo	MB	MB	Mo	Mo	B	PqB
E-A10	Ondarroa (embarcadero)	MB	Mo	MB	Mo	Mo	B	MB	Mo	Mo	B	PqB
	Artibai Transición	MB	Mo	MB	D	Mo	B	MB	Mo	Mo	B	PqB

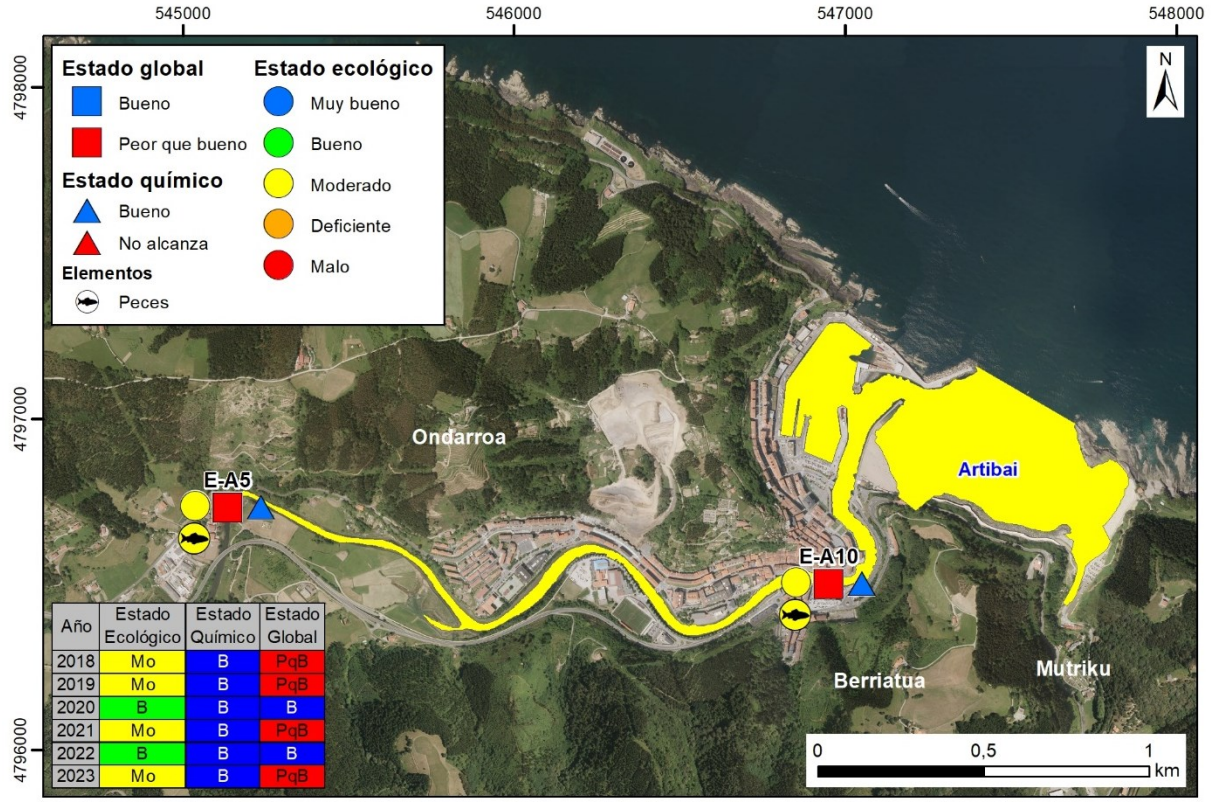


Figura 117 Masa de agua de transición del Artibai: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Algo similar ha sucedido con el estado químico, que en el periodo 2014-2015 no alcanzó el buen estado por niveles elevados de contaminantes que han ido bajando de concentración, haciendo que desde 2016 se alcance el buen estado químico, y que esto haya repercutido también en los elementos biológicos. Las superaciones de normas de calidad de sustancias prioritarias se dieron puntualmente (naftaleno en 2015, y en 2014 cadmio, Benzo(g,h,i)perileno e Indeno(1,2,3-cd)pireno). En general, la tendencia es positiva en todas las matrices estudiadas (aguas y sedimentos).

Aunque las conserveras que vertían al río se han ido conectando a la red de saneamiento, aguas arriba de la estación E-A5 (en el polígono de Gardotza, Berriatua) todavía en 2017 quedaban algunas que vertían directamente. Los vertidos más importantes se efectúan en octubre y noviembre (campaña del bonito). La progresiva conexión de estos vertidos a la EDAR de Ondarroa ha podido influir en la mejoría observada en la calidad biológica del elemento fitoplancton en esta zona. A medida que se obtengan más datos en los años siguientes se podrá comprobar si esta situación de cumplimiento se mantiene, en coherencia con las acciones correctoras llevadas a cabo en la zona superior del estuario o si todavía tienen influencia puntual en aspectos como el estado del bentos o los peces, si bien en este último caso el problema podría ser de método de muestreo.

10.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

10.2.1. Aguas

10.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a los datos de bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las relacionadas con el estado trófico (sólo en superficie).

Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, calculados mediante la media de los últimos seis años de seguimiento, las dos estaciones (E-A5 y E-A10) cumplen los objetivos de calidad mostrando un estado Bueno o Muy Bueno en todas las variables (Tabla 98). La masa de agua de transición de Artibai se encuentra en **Buen** estado fisicoquímico.

Tabla 98 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Artibai mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-A5	Oligohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	66		106,69	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤51,6	1,6	1,54	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤212,5	1,6	34,38	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤5,13	0,16	0,42	Muy Bueno
E-A10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		98,54	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤18,6	1,6	3,27	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤52,3	1,6	19,29	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤1,82	0,16	0,35	Muy Bueno

En las series de datos de ciclos de seis años disponibles, en la estación E-A5 las concentraciones de amonio, nitrato y fosfato descienden significativamente ($p<0,05$), mientras que la saturación de oxígeno asciende significativamente ($p<0,05$). En la estación E-A5, se cumplen los objetivos de calidad del oxígeno, amonio, nitrato y fosfato en todo el periodo de estudio (Figura 118).

En la estación E-A10, las concentraciones de fosfato también descienden significativamente ($p<0,05$) a lo largo del tiempo (Figura 118). El resto de las variables de tipo general y de las relacionadas con el

estado trófico no muestran tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo.

En E-A10, la serie temporal consta de 24 años de ciclos de seis años. El objetivo de calidad del amonio se superó en varios ciclos (de 2009-14 a 2011-2016), pero posteriormente ha venido cumpliéndose. Por otro lado, el nitrato y el fosfato cumplen con sus objetivos de calidad en casi toda la serie histórica. En cuanto a la saturación de oxígeno, la mayoría de los incumplimientos del objetivo de calidad se producen entre 2001-2006 y 2013-2018. A partir de entonces se alcanza el objetivo de calidad, lo que indica una mejora continuada y muy notable (Figura 118).

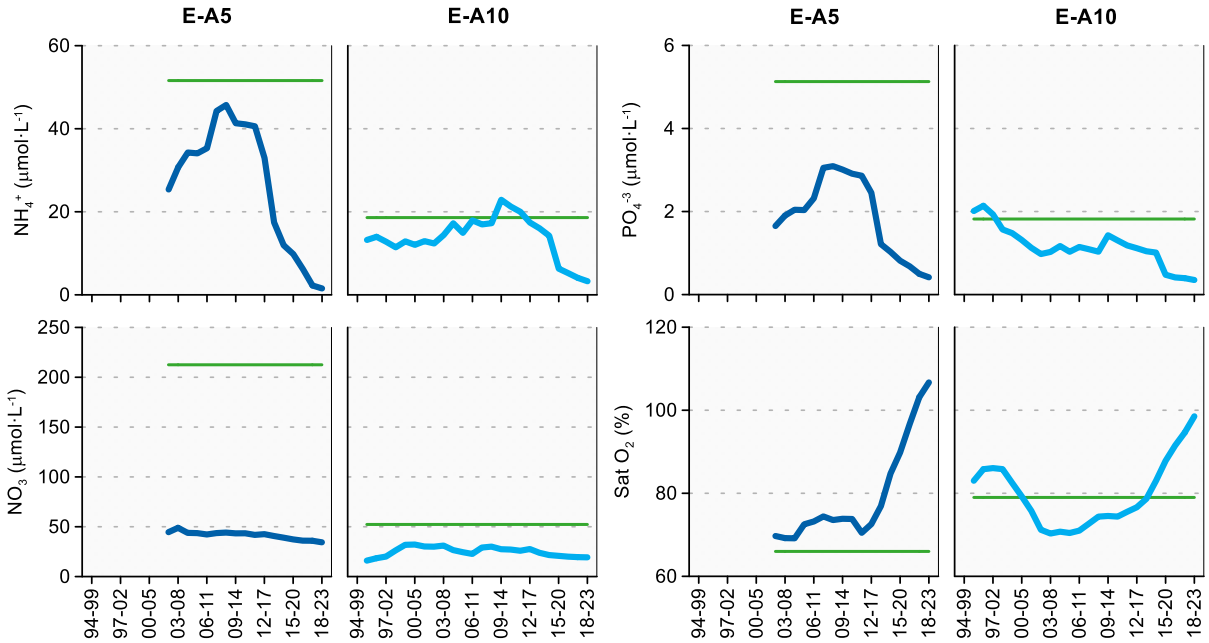


Figura 118 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Artibai en el periodo que abarca desde 1995 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

En cuanto a la evolución temporal del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 (Figura 119), se observa una tendencia significativa y positiva ($p<0,05$) tanto en la estación E-A5 como en la estación E-A10. Esto indica que en las dos estaciones de la masa de agua de Artibai hay una mejora progresiva.

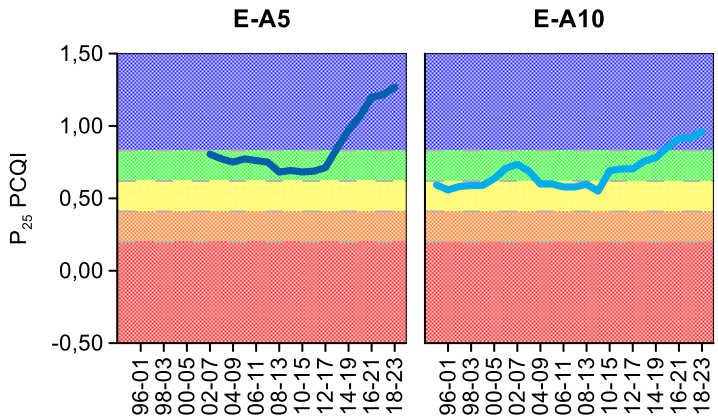


Figura 119 Evolución temporal del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de las estaciones de muestreo E-A10 y E-A5 de la masa de agua de transición del Artibai. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

10.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa alcanza el **Muy Buen** estado, siendo también muy bueno para las dos estaciones de la masa (Tabla 99), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 99 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Artibai en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-A5	E-A10	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	<LC	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2023 indica que, en esta masa de agua, de forma global, alcanza el **Buen estado químico** (Tabla 100). En la campaña de 2023, las concentraciones promedio anuales de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivas normas de calidad. En 2023, en el caso del Benzo(g,h,i)perileno, el maximo anual supera la NCA-CMA, siendo un único dato el que supera el límite de cuantificación y además la NCA-CMA, en la estación E-A5. Como ya se ha explicado en la introducción y se verá en la sección de biomoniotores, los resultados de Benzo(a)pireno en biomonitores prevalece respecto a los datos de PAHs en aguas, con lo que la masa de agua alcanza el buen estado químico.

Tabla 100 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Artibai en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-A5	E-A10	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	0,0023	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	0,0007	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0008	0,0017	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0012	0,0050	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	0,0002	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno

Desde 2016, esta masa de agua cumple con el buen estado químico. Sin embargo, incumplió en 2014 por cadmio, y por el sumatorio de Benzo(g,h,i)perileno e Indeno(1,2,3-cd)pireno, en la estación E-A10. En 2015 tampoco alcanzó el buen estado químico por superación de la NCA-CMA asociada a Naftaleno. Esto parece indicar que no hay una contaminación crónica de una o varias sustancias, sino que los incumplimientos se dan puntualmente por diferentes sustancias.

En la Figura 120 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con normas de calidad. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo (E-A5 y E-A10) hasta el año 2006; desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

A lo largo de la serie temporal níquel, zinc y cobre han cumplido siempre las normas, observándose en el zinc una tendencia a reducir sus concentraciones. En el caso del cadmio y plomo también se ha ido reduciendo sus concentraciones y cumplen siempre desde 2015 y 2010, respectivamente (Figura 120). El mercurio también cumple desde 2012. Todo ello puede estar en relación con el saneamiento de la cuenca y el estuario.

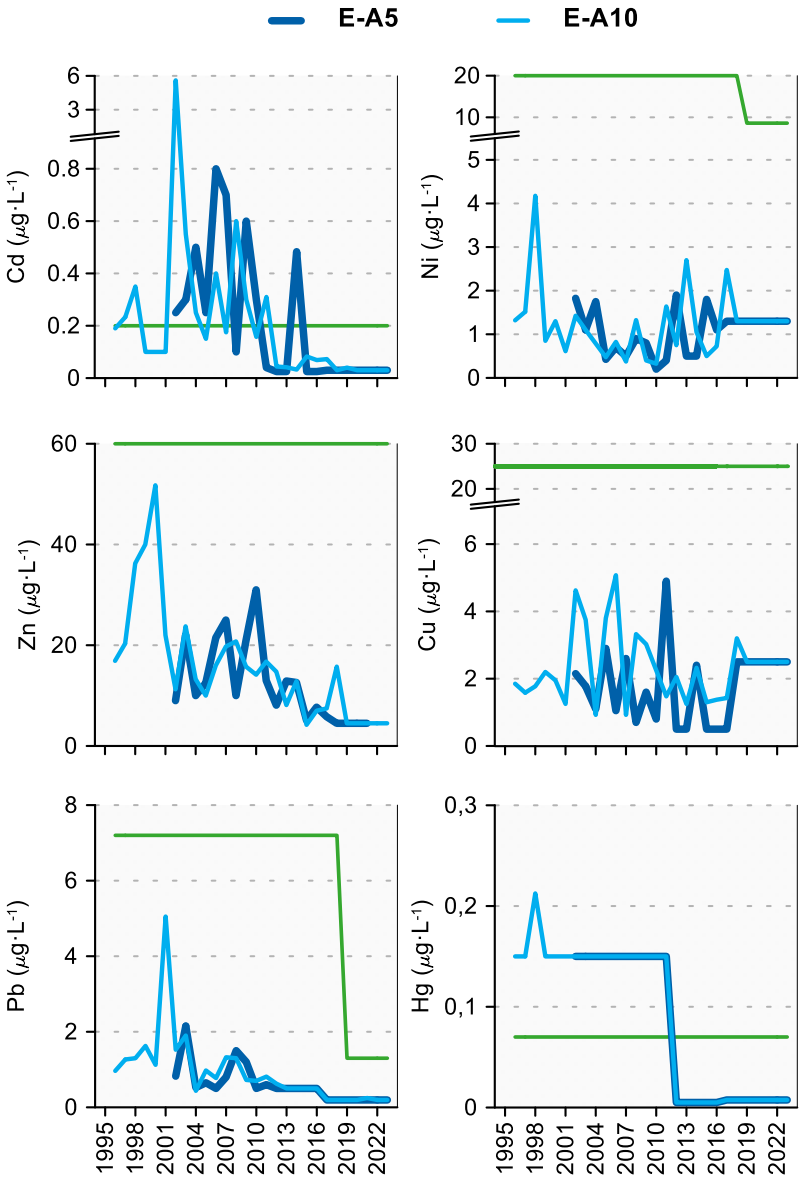


Figura 120 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Artibai en el periodo que abarca desde 1995 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

10.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2023, los sedimentos de este estuario se muestrearon en enero. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 101. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años.

En la presente campaña, la estación más interna (E-A5) muestra un sedimento predominantemente arenoso y la estación más externa (E-A10) un sedimento con mayor contenido de limos que de arenas (limo-arenoso) (Tabla 101). En la estación E-A5 destacan los bajos valores de contenido en materia

orgánica en los años más recientes, acordes a elevados valores de potencial redox (Figura 121). El análisis de tendencias a largo plazo para estos dos parámetros no muestra una tendencia temporal clara en la estación externa E-A10, mientras que en la estación interna E-A5 se observa una tendencia significativamente decreciente de la materia orgánica y, paralelamente, una tendencia creciente estadísticamente significativa del potencial redox.

Tabla 101 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Artibai en la campaña de invierno de 2023.

E-A5 (Fecha de muestreo: 23/01/2023)				E-A10 (Fecha de muestreo: 23/01/2023)			
Gravas (%)	7,4	Cd	0,15	Gravas (%)	0	Cd	0,21
Arenas (%)	91,9	Cr	32	Arenas (%)	33,8	Cr	39
Limos (%)	0,8	Cu	46	Limos (%)	66,2	Cu	59
MO (%)	2,8	Hg	0,07	MO (%)	6,58	Hg	0,11
Eh (mV)	403	Ni	27	Eh (mV)	64	Ni	28
		Pb	29			Pb	32
		Zn	124			Zn	181

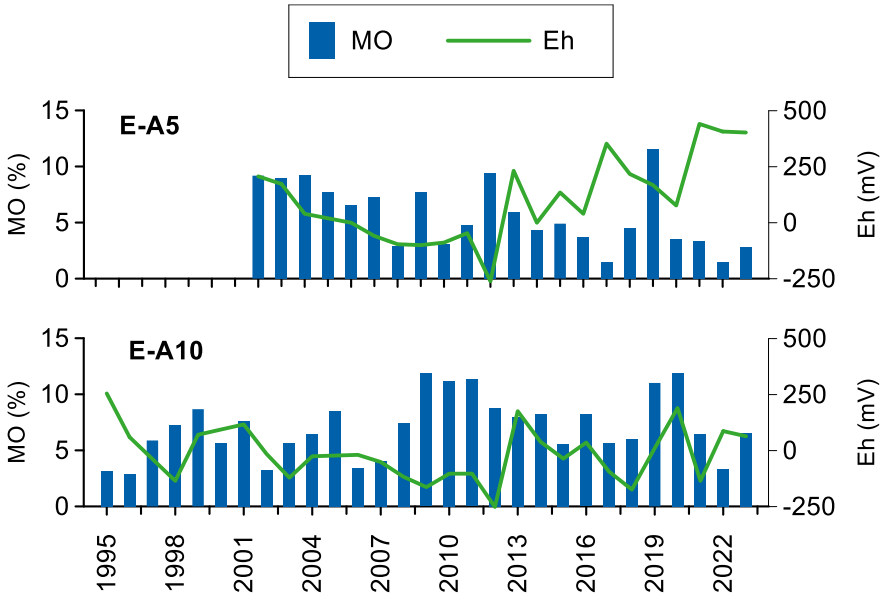


Figura 121 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Artibai (muestreos de invierno).

En lo que respecta a metales, en la campaña de invierno de 2023, las dos estaciones de este estuario presentan concentraciones muy similares (Tabla 101). La Figura 122 muestra la evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados en las campañas de invierno desde 1995, en la estación E-A10, y desde 2002, en la estación E-A5. En las campañas más recientes se observa una disminución discontinua generalizada en el contenido de metales en ambas estaciones, excepto para el cromo.

En relación con el análisis de tendencias a largo plazo, y teniendo en cuenta el período representado en la Figura 122, en la estación E-A5 se observa una tendencia decreciente estadísticamente significativa ($p<0,05$) en las concentraciones de Cu, Pb y Zn y una tendencia creciente estadísticamente significativa en las concentraciones de Cr.

En la estación E-A10 se observa una tendencia decreciente significativa en las concentraciones de todos los metales, excepto para el Cr que muestra una tendencia creciente significativa y el Ni que no muestra ninguna tendencia estadísticamente significativa.

Como ya se ha comentado en informes anteriores, esta situación refuerza la idea de que el saneamiento está teniendo un efecto positivo en los sedimentos a largo plazo, si bien no se comprende el incremento de cromo en el estuario.

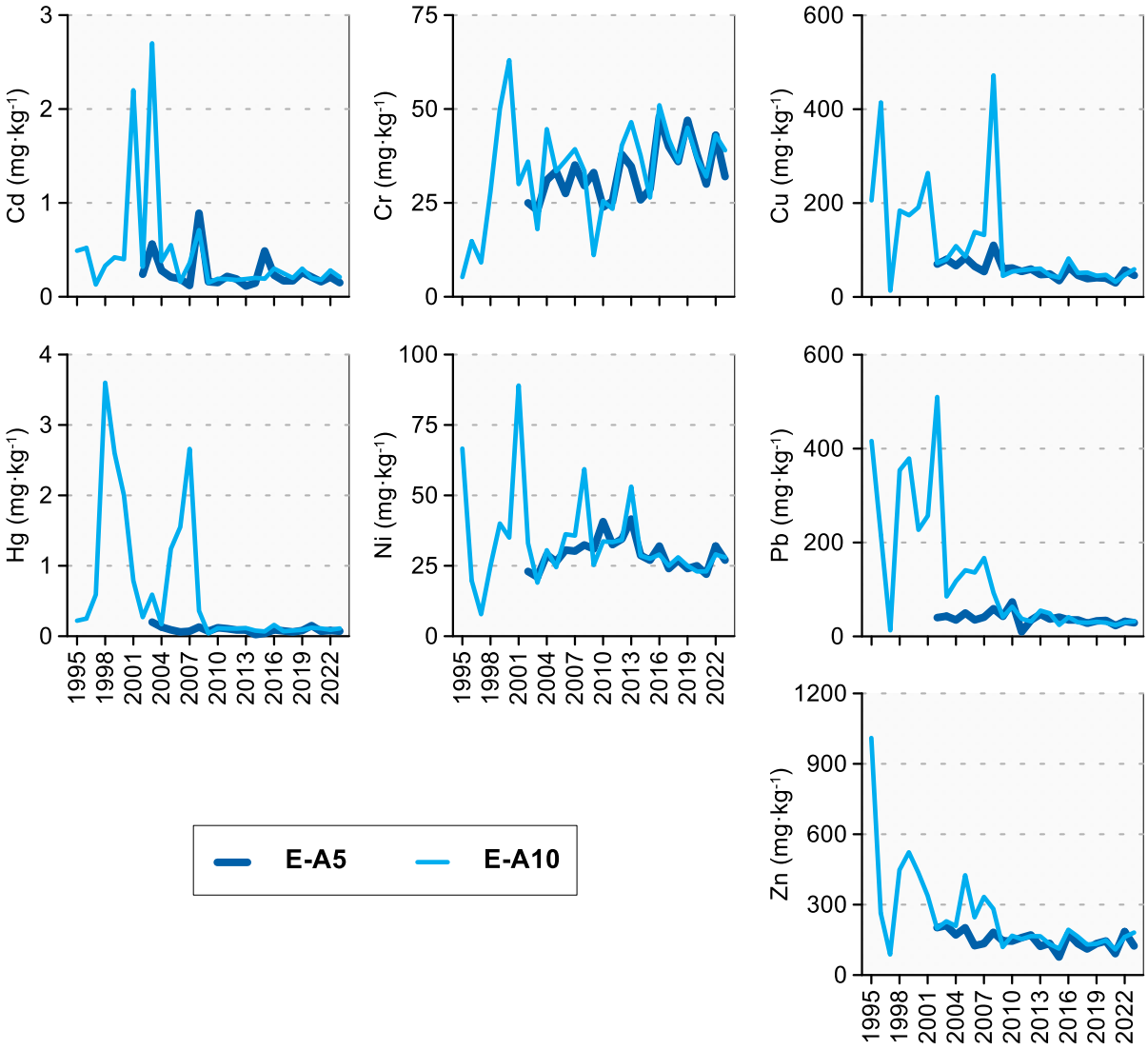


Figura 122 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Artibai (muestreos de invierno).

10.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2023, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-A10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo, que se presentan en la Tabla 102, se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota).

Tabla 102 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Artibai en 2023, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-A10	Global
Mercurio y sus compuestos	NCA biota	20	6	17	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,26	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Las ostras son filtradoras que pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. De esta manera, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, los resultados en biomonitores prevalecen sobre los resultados en las aguas, como en este caso, en el que el Benzo(g,h,i)perileno en aguas supuestamente no alcanza el buen estado, pero en biomonitores el Benzo(a)pireno no supera la NCA-biota. Por lo tanto, teniendo en cuenta conjuntamente los resultados obtenidos en aguas y los obtenidos en biomonitores, la masa de transición del Artibai se determina que se alcanza el **Buen estado químico**.

10.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

10.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a** en 2023 no presenta picos fuertes, oscila entre 0,2 y 14,3 $\mu g \cdot L^{-1}$. El máximo se observa en primavera, seguido de otro valor muy similar en verano. Ambos se miden en la cabecera del estuario (E-A5) durante la bajamar. Estas concentraciones entran en el rango de la variabilidad natural de los estuarios intermareales del País Vasco, que suelen presentar concentraciones relativamente más altas en aguas de baja salinidad (Figura 123).

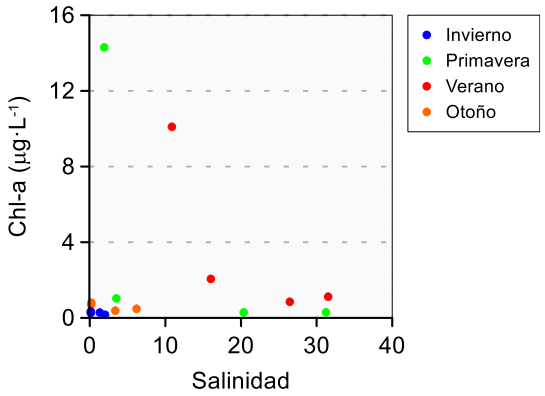


Figura 123 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Artibai en las cuatro épocas de estudio durante 2023. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

La **evolución temporal de la biomasa fitoplanctónica** como variable indicadora de eutrofización se ha estudiado mediante el cálculo del percentil 90 de la clorofila a lo largo de periodos móviles de seis años (Figura 124). En la estación E-A5, oligohalina, hasta el periodo 2013-2018 solo se cumplía el objetivo de calidad de forma esporádica, pero posteriormente valores del P_{90} cada vez menores han hecho que no vuelta a incumplir. En la zona inferior (E-A10), aunque a largo plazo haya habido oscilaciones, la clorofila hasta ahora ha cumplido con el objetivo establecido para aguas polihalinas.

El descenso del P_{90} en E-A5 coincide con el de las concentraciones de amonio y fosfato (véase Figura 118). Aunque en años recientes todavía se hayan medido fuertes picos de clorofila, como el máximo absoluto en primavera de 2019 (63,8 $\mu g \cdot L^{-1}$), ello no ha impedido que bajara el valor del percentil. Ello se debe a que ha disminuido la frecuencia de los picos. Las mejoras en la depuración de las aguas residuales se han traducido en un descenso del nitrógeno y el fósforo inorgánicos y, posiblemente, también de ciertas sustancias orgánicas que algunas especies de fitoplancton son capaces de utilizar.

En las zonas de cabecera de los estuarios rara vez escasean los nutrientes y, por ello, son propicias para el desarrollo y acumulación de la biomasa fitoplanctónica en épocas en las que el caudal fluvial se reduce y la disponibilidad de luz resulta suficiente para permitir el crecimiento de las microalgas. Esto hace que los estuarios formados por ríos de tipo torrencial, como el Artibai, muestren una variabilidad temporal muy alta en la clorofila, en función de las condiciones meteorológicas e hidrográficas.

Las mejoras en el tratamiento de los residuos de las conserveras situadas en Berriatua en los años 2017-2018 parecen haber producido una estabilización del percentil en niveles que ya no indican impacto antrópico. Aunque esporádicamente se observen concentraciones de clorofila elevadas en la cabecera del estuario, se espera que estos picos no se traduzcan en casos de incumplimiento o que dichos casos sean menos frecuentes que antes.

En cuanto a las oscilaciones observadas en la estación E-A10, en las desembocaduras de otros estuarios del País Vasco (por ejemplo, en el Butroe y en el Bidasoa) también se aprecian variaciones a largo plazo en el percentil 90 de la clorofila, dentro de un rango de valores que no indica un impacto significativo sobre las comunidades biológicas (es decir, en la franja que cumple con el objetivo de calidad). Dichas oscilaciones probablemente no respondan, o no lo hagan únicamente, a cambios en la presión antrópica. Así, la dinámica de la clorofila en las zonas estuáricas de mayor influencia marina podría estar relacionada con variaciones en las condiciones océano-meteorológicas a amplia escala espacial, de manera similar a lo que se ha observado en la plataforma costera. Entre las causas que podrían provocarlas se citan factores naturales como insolación, pluviosidad, estratificación frente a mezcla vertical, y balance entre afloramiento y hundimiento (Revilla et al., 2012).

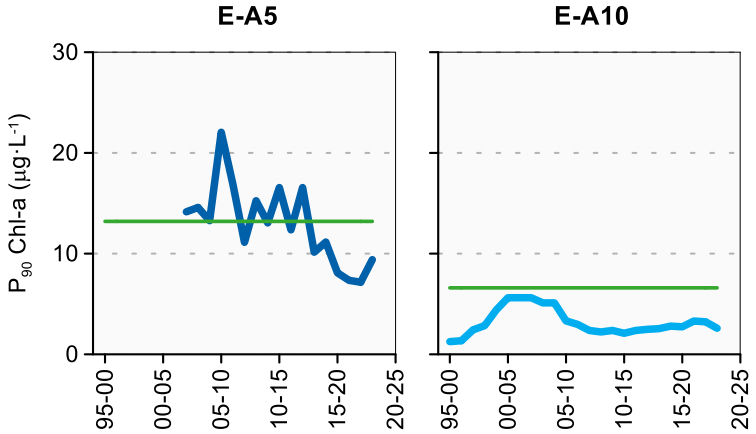


Figura 124 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Artibai. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-ha calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas oligohalinas (E-A5) y polihalinas (E-A10).

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, teniendo en cuenta los informes previos, puede afirmarse que la frecuencia de floraciones fue disminuyendo a lo largo de la década de 2010 en las dos zonas del estuario. Actualmente estas variables se miden solo en la estación E-A5. En esta zona de cabecera se han observado con frecuencia dos especies que pueden contribuir bastante a la concentración de clorofila y, también, dar lugar a coloraciones rojizas en el agua: el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum* y la criptofita *Urgorri complanatus*. Además, en años recientes (2019 y 2021) se han encontrado en verano altas concentraciones celulares formadas principalmente por euglenofíceas y, a veces, también por pequeñas diatomeas del género *Skeletonema*, taxones que algunos autores indican que tienen preferencia por aguas ricas en nutrientes (Nincevic-Gladan *et al*., 2015). En verano de 2022 hubo una floración de pequeñas diatomeas centrales.

Los resultados obtenidos en muestras de pleamar durante las campañas de primavera y verano del último año se muestran en la Tabla 103. La muestra de primavera de 2023 presenta baja abundancia y riqueza. Su salinidad en pleamar, 4, indica que el río estaba ejerciendo una fuerte influencia. En la muestra de verano, con una salinidad de 16, aumenta moderadamente la densidad celular y se identifica un mayor número de especies (Tabla 103). En esta muestra dominan en abundancia las diatomeas, muchas de ellas pequeñas pennales que podrían ser bentónicas, junto con pequeños

flagelados (clorofíceas, criptofitas y euglenofíceas).

Respecto a floraciones que pudieran ocasionar coloración del agua, de manera similar a 2022, en 2023 no se detecta *Urgorri complanatus* y, además, *Kryptoperidinium foliaceum* se mantiene en niveles moderados (su máximo este último año se observó en mayo, unas 8000 células·L^{-1}).

Ningún taxón en 2023 supera $750 \cdot 10^3$ células·L^{-1}, umbral que se aplica como aproximación para detectar blooms en aguas de transición.

Tabla 103 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie, tomadas en pleamar, en la masa de agua de transición del Artibai.

		10/05/2023	22/08/2023
Parámetro	Unidad	E-A5	E-A5
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	177	648
Diversidad	(bit·cel^{-1})	2,8	3,3
Riqueza	(*# taxa*)	16	29

En relación con el **estado asociado al fitoplancton** (Tabla 104) en el último periodo de evaluación, ambas estaciones cumplen el objetivo según el indicador basado en la clorofila. En el global de la masa de agua la calificación es de **Muy bueno (EQR = 0,701).**

Tabla 104 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Artibai, así como en su globalidad. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (verde: buen estado; azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a (µg·L^{-1})	Chl-a
2018-2023	E-A5	9,40	0,468
	E-A10	2,59	0,849
	Artibai Transición	3,6115*	0,701

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

En la Figura 125 se muestra la evolución temporal del EQR para el promedio de la masa de agua. La mejoría en lo que a biomasa fitoplanctónica se refiere es notable: a mediados de la década de 2000 el EQR, aunque estaba en la categoría de Bueno, se situaba cerca de Moderado.

Como muestra la anterior (Figura 124), en la estación E-A5 la clorofila ha descendido mucho desde 2018. Sin embargo, esto no se manifiesta tanto en el EQR de la masa de agua, debido a que dicha estación representa solo el 15% de su superficie. De hecho, el incremento más acentuado del EQR a escala de masa de agua se produce bastante antes, a comienzos de la década de 2010, como resultado de la tendencia de descenso de la clorofila en la zona inferior del estuario (E-A10).

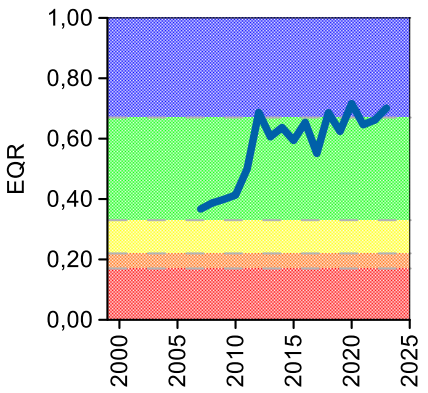


Figura 125 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Artibai a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado).

10.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

En la presente campaña de 2023, la masa de agua de transición del Artibai se dividió en 7 zonas distintas para la evaluación de las macroalgas presentes (Figura 116).

En la primera zona, las dos márgenes del estuario presentan un intermareal similar en cuanto a cobertura biológica: un cinturón de 0,5-2 m de ancho y 60-90% de cobertura, de *C. ustulatus* y *G. pusillum* (con cobertura decreciente de esta última hacia el interior del estuario); y, por encima, un cinturón de clorofíceas filamentosas del género *Ulva*, de 1-2,5 m de ancho (en la playa de cantos de la margen derecha del tramo más alto de la zona, alcanza los 15 m de ancho) y 60-90% de cobertura. En el tramo final de la zona, en la margen derecha, se observa una playa de cantos de 15 m de anchura media, con un 90% de cobertura de clorofíceas filamentosas, y matas dispersas de *C. ustulatus*. En la margen izquierda, en cambio, se desarrolla una plataforma de fango y cantos en la que estos últimos se encuentran recubiertos por clorofíceas filamentosas del género *Ulva* (50% de cobertura en la parte más externa y hasta un 90% en la más interna) y manchas aisladas de *C. ustulatus*. Además, al final de la zona se observan matas aisladas de *B. scorpioides* sobre el muro.

En la segunda zona, en la margen derecha se extiende una plataforma intermareal fangosa de 10 m de ancho, con piedras colonizadas por clorofíceas filamentosas del género *Ulva* (90% de cobertura), por manchas aisladas de *C. ustulatus* y por ejemplares dispersos de *F. ceranoides*. En el tramo final de la zona se desarrolla un cinturón mixto de rodofíceas (*B. scorpioides* y *C. caespitosa*) de 50 m de largo y 0,4 m de ancho, con 80% de cobertura. En la margen izquierda el cinturón de *Ulva* sp., de 2 m de ancho y 80% de cobertura, se extiende sobre el talud y la pared vertical que le sigue, con ejemplares aislados de *F. ceranoides* y, por primera vez desde que se iniciara el estudio, matas dispersas de *B. scorpioides* en la parte superior. Además, en algunos canales de desagüe se identifican manchas de clorofíceas laminares del género *Ulva*.

En la margen derecha de la tercera zona se desarrolla un cinturón de clorofíceas filamentosas (90% de cobertura) de 300 m de longitud y 2 m de anchura, mientras que en la margen izquierda se extiende una plataforma arenoso-fangosa de 9.000 m^2, recubierta de cantos, adyacente a un talud rocoso. Sobre dicho talud, crecen clorofíceas filamentosas del género *Ulva* (80% de cobertura), con matas dispersas de *F. ceranoides*. A continuación, en una franja arenosa de unos 10 m de ancho, se observan cantos recubiertos por clorofíceas filamentosas del género *Ulva* (80% de cobertura) y manchas de *Vaucheria* sp. Más cerca del cauce, se desarrolla una franja de clorofíceas laminares del género *Ulva* y, a continuación, clorofíceas filamentosas con hasta un 100% de cobertura. También se observan matas de *C. ustulatus* en los cantos más próximos al cauce.

La cuarta zona corresponde a las marismas de Arrabeta. Las clorofíceas filamentosas forman una gran mancha (80% de cobertura) que ocupa gran parte de la marisma. Las clorofíceas laminares del género *Ulva* alcanzan coberturas del 80% en algunas zonas. También se han localizado matas aisladas de *F. ceranoides*. Cerca del cauce, se distinguen manchas aisladas de *Vaucheria* sp. (40% de cobertura).

La quinta zona se sitúa frente a las marismas de Arrabeta y corresponde a un intermareal de unos 140 m de longitud y 15 m de anchura, donde crecen matas aisladas de *F. ceranoides*, clorofíceas filamentosas del género *Ulva* (80% de cobertura) y ejemplares laminares del mismo género *Ulva*.

En la margen izquierda de la sexta zona, clorofíceas filamentosas del género *Ulva* colonizan troncos y rocas que se acumulan en una zona de 30 m de largo y 3 m de ancho (80% de cobertura). También se observan manchas de *Vaucheria* sp. en la zona más alta, y matas de *B. scorpioides*. En la margen derecha hay una plataforma pedregosa de 70 m de longitud y 6 m de anchura, con una cobertura del 90% de clorofíceas filamentosas. También se han observado algunas manchas de *Vaucheria* sp.

En la última zona se extienden sendas plataformas intermareales en ambas márgenes, colonizadas por clorofíceas filamentosas del género *Ulva* (90% de cobertura). Además, se han identificado manchas dispersas de *B. scorpioides* y una mancha de *B. maritimus* de 15 m^2.

En la Tabla 105 se muestran los resultados obtenidos en la presente campaña para cada uno de los indicadores de que consta el índice, para cada una de las zonas estudiadas. Además, se muestran los valores de TMI para cada una de dichas zonas, para las estaciones a las que se adscriben y para el global de la masa de agua.

Tabla 105 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las zonas de la masa de agua de transición del Artibai (TMIzona), así como a nivel de estación (TMIestación) y a nivel de estuario (TMIestuario). Se muestran también las calificaciones para cada uno de los indicadores que se consideran en el método: R: riqueza específica; Ct: cobertura de especies tolerantes a la contaminación; Cr: cobertura del resto de especies de algas; V/R: ratio entre la cobertura de clorofíceas y la del resto de algas (rojo: Estado Malo; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado).

	ZONA						
Indicadores	**M-EA1**	**M-EA2**	**M-EA3**	**M-EA4**	**M-EA5**	**M-EA6**	**M-EA7**
R	3	3	3	3	3	3	3
Ct	1	1	1	1	1	1	3
Cr	5	1	1	1	1	1	1
V/R	3	5	3	1	1	1	3
Suma	12	10	8	6	6	6	10
TMI_{zona}	0,50	0,38	0,25	0,13	0,13	0,13	0,38
Superficie (m^2)	12.000	3.000	10.000	6.000	2.100	1.000	1.300
Superficie relativa (% zona)	0,48	0,12	0,40	0,58	0,20	0,10	0,13
Estación	**E-A10**			**E-A5**			
$TMI_{estación}$	0,385			0,156			
Superficie relativa (% estuario)	0,34	0,08	0,28	0,17	0,06	0,03	0,04
$TMI_{estuario}$	0,318						

La calificación obtenida en 2023 es de Estado Malo para las zonas M-EA4 a M-EA6, de Estado Deficiente para la zona M-EA3, y de Estado Moderado para las zonas M-EA1, M-EA2 y M-EA7 (Tabla 105). La riqueza específica es moderada en las 7 zonas analizadas. Sin embargo, la cobertura de especies indicadoras de contaminación es alta, con una cobertura de especies no indicadoras baja en todas las zonas, salvo en M-EA7 (donde es moderada), y una ratio de algas verdes, respecto a la cobertura total, moderado o bajo en las zonas en Estado Deficiente y en Estado Moderado, y alto en las zonas en Estado Malo.

Con estos resultados, la estación E-A5 (la más interna) presentaría Estado Malo, con Estado Moderado para la estación E-A10, y **Estado Deficiente** para el global de la masa de agua. Sin embargo, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello por lo que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

10.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La estación más interior del estuario presenta una comunidad de macroinvertebrados con una abundancia inferior al promedio histórico (1.952 ind·m^{-2}), con la máxima riqueza de la estación desde que se iniciara su seguimiento (9 *taxa* en promedio) y una biomasa próxima al promedio (0,84 g·m^{-2}) (Tabla 106). Destaca la presencia, por primera vez, del tanaidáceo alóctono *Sinelobus vanhaareni* cuya primera introducción en Europa se registró en Holanda en 2006. Los valores de AMBI indican alteración ligera (AMBI=2,2), con dominancia de las especies tolerantes y sensibles a la alteración.

En la estación más exterior, situada junto al puerto deportivo de Ondarroa, domina el anfípodo de origen asiático *G. japonica*, que apareció por primera vez en esta estación en la campaña de 2021, seguido

por *C. carinata* y *H. diversicolor*. El valor de densidad determinado en 2023 es inferior al promedio histórico de la estación (1.370 ind·m^{-2}), con una riqueza específica y una diversidad superiores a los respectivos promedios (12 *taxa* y 1,47 bit·ind^{-1}). En términos de AMBI, la estación presenta alteración ligera (AMBI=3,1), con codominancia del GE V.

Tabla 106 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Artibai. También se muestra la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	E-A5	E-A10
Densidad	(ind·m-2)	327	557
Biomasa	(g·m-2)	0,939	2,238
Riqueza	(# *taxa*)	34	18
Diversidad densidad	(bit·ind-1)	3,99	3,42
Equitabilidad densidad		0,78	0,82
Diversidad biomasa	(bit·g-1)	3,15	1,05
Equitabilidad biomasa		0,62	0,25
Diversidad máxima	(bit)	5,09	4,17
AMBI		2,185	3,106
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera
M-AMBI$_{estación}$		1,000	0,781
M-AMBI$_{global}$		0,814	

Los valores de M-AMBI estimados para 2023 indican **Muy Buen Estado** para las dos estaciones analizadas (Figura 126) y, por tanto, para el global de la masa de agua.

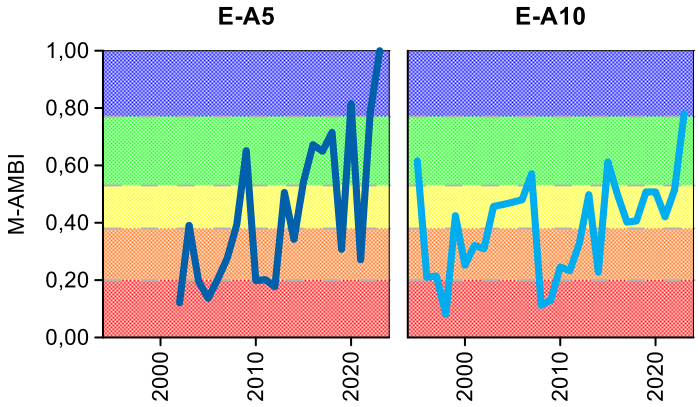


Figura 126 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Artibai a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

La estación más interior (E-A5), que comenzó a muestrearse en la campaña de 2002, parece presentar una evolución positiva (aunque en forma de grandes dientes de sierra), con mínimos relativos cada vez mayores, lo que posiblemente está relacionado con el saneamiento. De hecho, en las secciones anteriores se ha visto una reducción de contaminantes en aguas y sedimentos y de nutrientes y aumento del oxígeno en aguas, que sin duda tiene un reflejo en la mejoría de la comunidad de macroinvertebrados.

Cabe recordar que en el informe de la campaña de 2019 se planteó la posibilidad de que el mínimo detectado podía deberse al incremento en materia orgánica (por ser la única variable fisicoquímica o presión específica que pudiera explicarlo) y que habría que observar a la evolución en próximas campañas. En efecto, recientemente se observa un incremento en M-AMBI, que viene acompañado de una reducción en la concentración de materia orgánica y un incremento del potencial redox en sedimento desde 2019 a la actualidad.

En la estación exterior los valores más altos de M-AMBI correspondían a las campañas de 1995, 2006 y 2015, con los mínimos en 1998, 2008, 2014 y 2017-2018, sin una tendencia temporal clara. El mínimo de 2008 coincidió precisamente con el dragado del canal de acceso al puerto y consolidación de márgenes desde el puente de Calatrava hasta el puerto viejo, lo que produjo uno de los dos mínimos de calidad de la serie, con una brusca caída desde Buen Estado a Mal Estado. A partir de dicha campaña se observa una tendencia positiva, con mínimos relativos crecientes y con un perfil similar al de la estación interior, lo que estaría indicando que las mejoras en el saneamiento están contribuyendo a una recuperación en la calidad de los macroinvertebrados. Además, en la presente campaña de 2023 se obtiene el valor máximo de M-AMBI de la serie histórica, alcanzando, por primera vez, la calificación de Muy Buen Estado. Sin embargo, no sería descartable un nuevo retroceso en próximas campañas, aun cuando se mantenga la tendencia positiva con un patrón de dientes de sierra, lo cual no estaría indicando una regresión en las condiciones ambientales de la zona, sino la inestabilidad en la que se encuentra el sistema en su proceso de recuperación.

10.3.4. Fauna ictiológica

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2023 (muestreos realizados trienalmente desde 2002), analizándose los datos obtenidos mediante la metodología actualizada y explicada en la introducción. Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 116.

En todos estos años han sido identificados 20 taxones, 11 de peces y 9 de crustáceos. Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

Tal y como se muestra en la Figura 127, la frecuencia de aparición de todos ellos difiere año a año, presentando un máximo de riqueza en 2008 y 2017, alcanzando el valor más bajo en 2023. El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo con la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- los taxones capturados el 100% de las ocasiones son tres: *Carcinus maenas* (cangrejo verde) *Gobius niger* (chaparrudo) y las quisquillas del género *Palaemon* sp.
- más de la mitad de los taxones registrados aparecen de forma ocasional (1-2 apariciones a lo largo de toda la serie de datos).
- en 2023 no ha sido detectada ninguna especie nueva.

En cuanto a los parámetros estructurales, la Figura 128 presenta la evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones encontrada entre 2002 y 2023 por estación. En 2023 se percibe una disminución de los parámetros en los tres tramos del estuario.

En líneas generales, se aprecia una tendencia al empobrecimiento generalizado tanto de peces como de crustáceos a lo largo de todo el estuario, volviendo a alcanzar en 2023 valores mínimos en el caso de taxones de peces en la estación media e interior. El aumento de efectivos de peces en el tramo exterior se debe a la presencia masiva de *Gobius niger* (chaparrudo). En cuanto a la diversidad, el descenso en las tres estaciones es generalizado, apreciándose una tendencia al empobrecimiento en el tramo más interno y parte media del estuario.

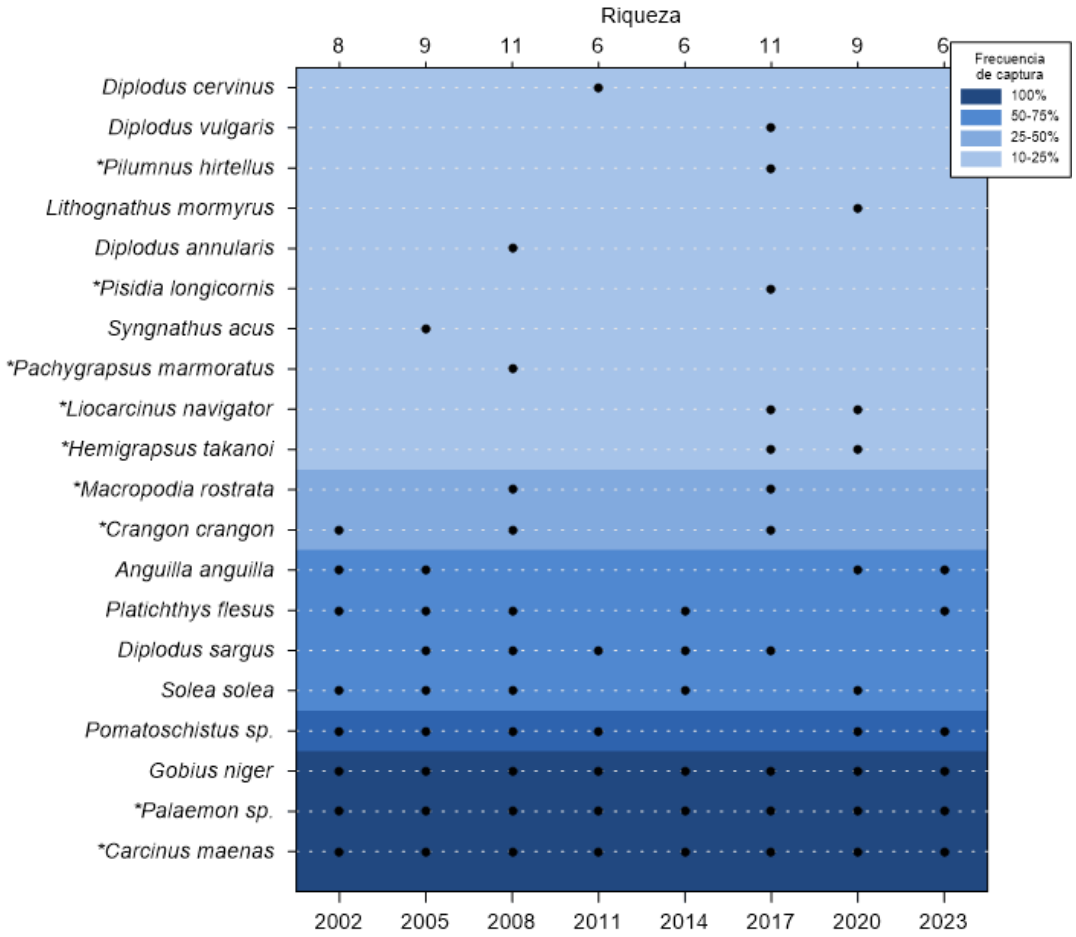


Figura 127 Listado de especies capturadas en la masa de agua de transición del Artibai (2002-2023). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

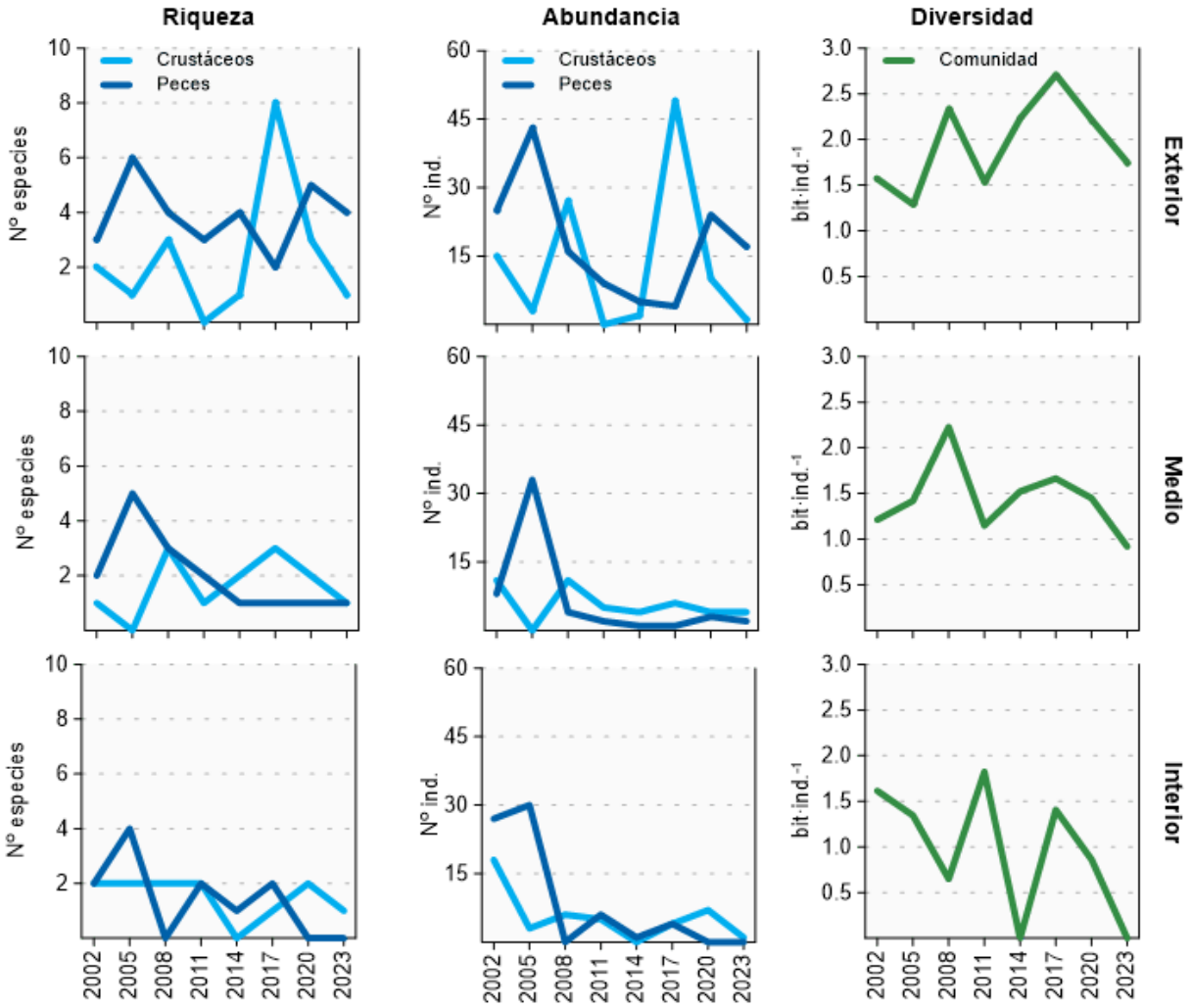


Figura 128 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones de taxones identificados en cada uno de los tramos de la masa de agua de transición del Artibai entre 2002 y 2023.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2023 la valoración global de la masa de agua alcanza la calificación de **Moderado** (Figura 129), con un valor de AFI inferior al obtenido el muestreo anterior.

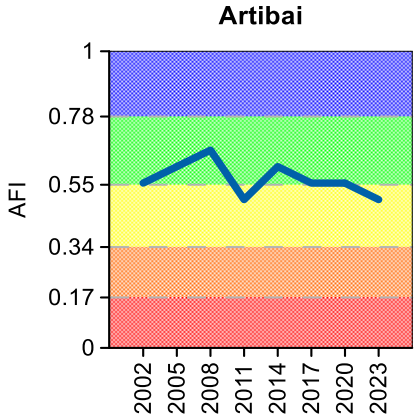


Figura 129 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para estuario del Artibai entre 2002 y 2023. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

La mejora progresiva mostrada por el sistema desde inicios de la década de 2000 alcanza su valor máximo en 2008, para posteriormente, en 2011 romper con dicha tendencia positiva y alcanzar la calidad de moderado y el valor más bajo de toda la serie de datos. Tras la mejoría detectada a mediados de la década de 2010, el sistema vuelve a perder calidad de forma progresiva hasta volver a alcanzar la calidad de moderado y el valor más bajo de toda la serie de datos.

Los dragados realizados en 2008-2009 (dragados que incluían mejoras del puerto deportivo y de los muelles del canal), podrían ser la causa de la pérdida de calidad en 2011. No obstante, conforme avanza el saneamiento las aguas son cada vez más claras, provocando un cambio en el comportamiento de la fauna piscícola: se cree que, a fin de evitar ser vistos por los predadores, los peces se esconden durante el día y no son pescados, por lo que el método de arrastre en estuarios someros parece que no permite capturar ejemplares ni especies suficientes para llevar a cabo la evaluación. Esta situación, en años recientes, se va agudizando en los estuarios pequeños, como ya sucedió en el Lea, y es cada vez más común en los estuarios europeos (por ejemplo, en Francia).

Como posible solución a este problema se prevé utilizar el método belga (Estuarine Biotic Index, EBI sus siglas en inglés), método ya intercalibrado (European Commission, 2024) y adaptado a las características de Francia. El método belga está basado en el arte de pesca del butrón. Una vez obtenidos suficientes resultados, y si se considera que éstos son consistentes con el conocimiento de los estuarios y las presiones existentes, se trataría de obtener la autorización de la Comisión para su uso oficial, dejando así de usar AFI en los estuarios en los que el arrastre presente problemas.

10.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En octubre de 2021 comenzó el dragado del canal de acceso al puerto de Ondarroa, pero esta actividad no ha modificado significativamente los indicadores hidromorfológicos (como la batimetría o la distribución de fondos), ni parece haber afectado a las muestras de bentos en 2022 y 2023. Sin embargo, con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica de **Moderado**, porque la presencia de infraestructuras altera la circulación de manera patente y condicionan la geomorfología del área en el entorno de las estaciones de muestreo.

Tabla 107 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa de transición del Artibai
Alteración de la línea de costa 1a	4
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	1
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	3
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,50 Deficiente
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Variación del caudal del río 7a	1
Cambio en el tiempo de residencia 7b	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	1
Cambio en la turbidez 8b	0
Cambio en la estratificación 9a	1
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,88 Bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,63 Moderado

11.

Masa de transición del Deba

11.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua del Deba, la Red de Vigilancia cuenta con dos estaciones estuáricas. Entre 2003 y 2021, trienalmente, se analizaron 3 estaciones para vida piscícola y 7 tramos para el análisis de macroalgas (Figura 130). Pero, en 2018 no se pudo muestrear los peces, debido al hundimiento del puente de Deba, lo que impidió el paso de la embarcación de muestreo. Por lo tanto, este muestreo se llevó a cabo en 2019. Además, desde 2020 se ha analizado una estación de biomonitores (moluscos).

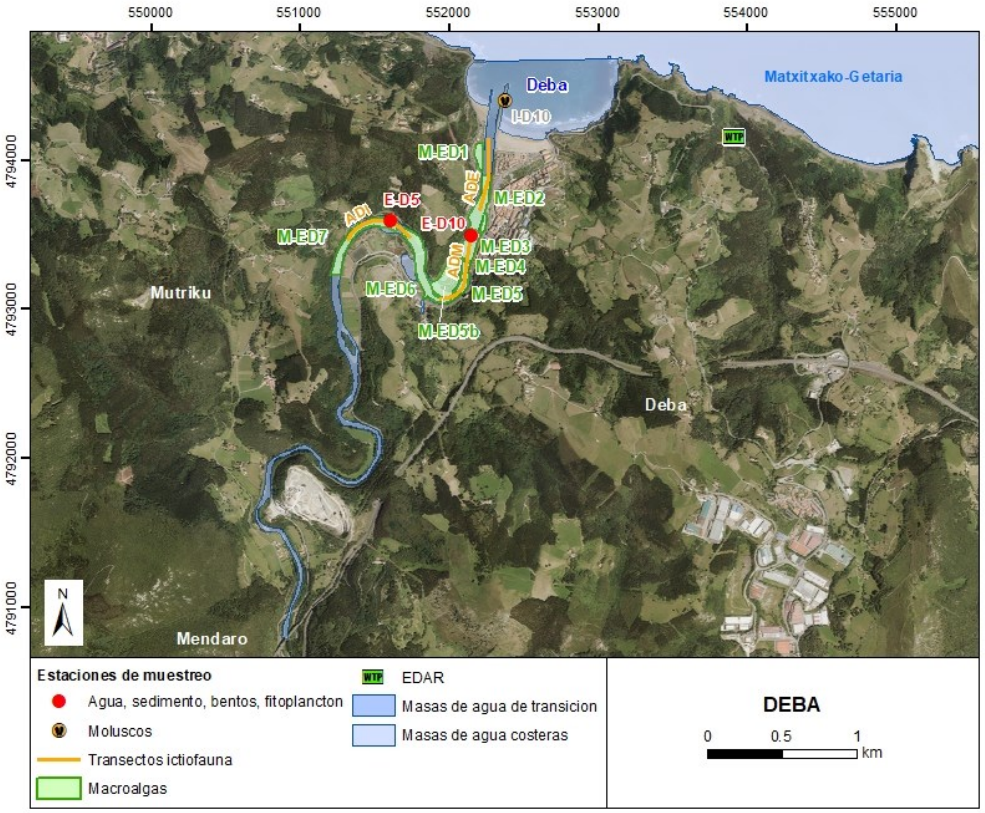


Figura 130 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Deba.

La masa de agua de transición del Deba, en la campaña 2023, se diagnostica con un **Buen estado**, puesto que el estado ecológico y el químico son buenos (Tabla 108 y Figura 131). En los últimos seis años se han cumplido de objetivos medioambientales.

Tabla 108 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Deba en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado Ecológico	Estado químico	Estado
E-D5	Deba (campo de fútbol)	B	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
E-D10	Deba (puente)	MB	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
Deba Transición		MB	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B

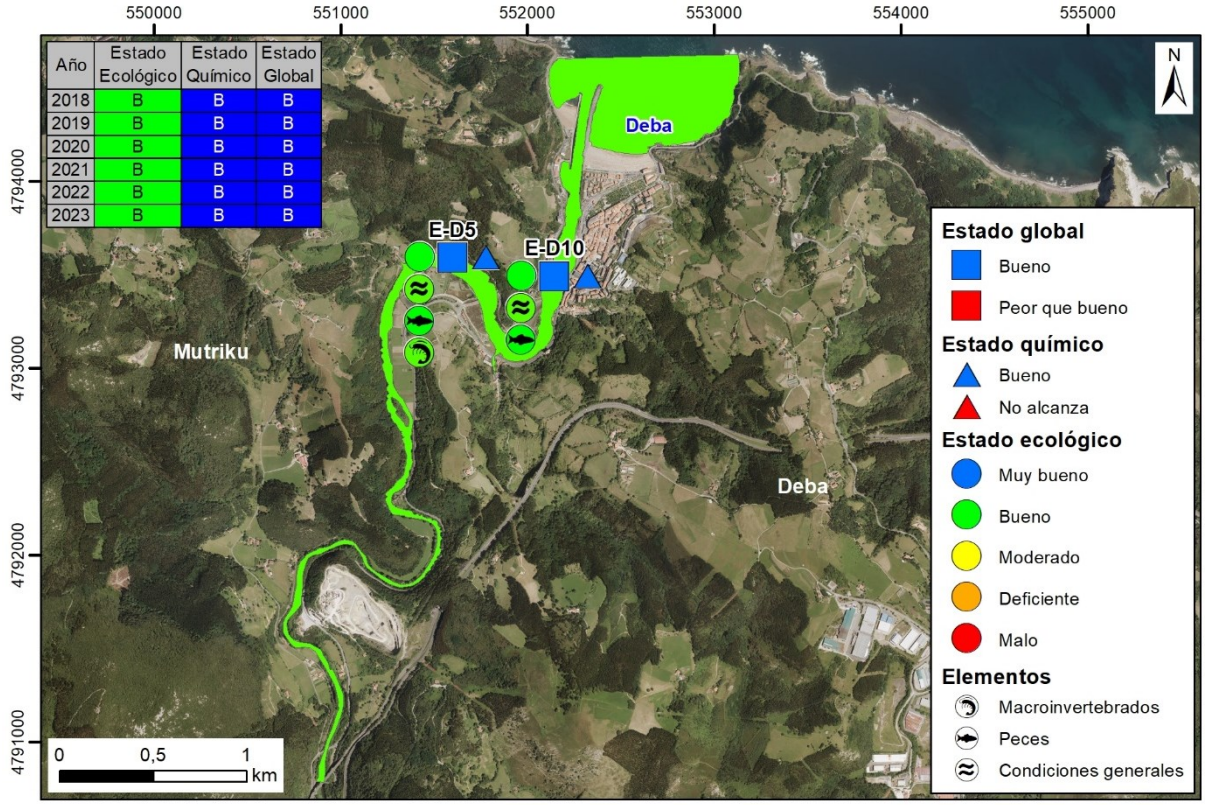


Figura 131 Masa de agua de transición del Deba: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

El río Deba ha sido históricamente uno de los más contaminados del País Vasco, especialmente por metales procedentes de las empresas de tratamientos superficiales de la cuenca (niquelados, cincados, cromados). Sin embargo, desde que se realizó en 2004 el primer estudio de presiones e impactos, se ha ido avanzando mucho en saneamiento de aguas residuales urbanas, tanto en la cuenca como en el propio estuario. Además, en los últimos 20-25 años las empresas de tratamientos superficiales han introducido cambios en los sistemas productivos para reducir, depurar o eliminar los vertidos de aguas residuales, lo que ha disminuido la carga de metales en el río y el estuario.

Esto se refleja en la mejora de indicadores fisicoquímicos de aguas y sedimentos, y en los valores asociados a los indicadores de fitoplancton, macroinvertebrados y peces. Otra actuación positiva que ha podido influir en los indicadores biológicos es la recuperación de las marismas de Casacampo. A partir del estudio de los datos del programa RID-OSPAR recopilados entre 2003 y 2013, se observó un

descenso importante en las cargas indirectas de amonio y de nitrógeno total al estuario, así como un aumento moderado en las de nitrato (Revilla et al., 2014). Lo primero está en consonancia con la puesta en marcha de importantes actuaciones de saneamiento y depuración en la cuenca vertiente (sistemas de saneamiento asociados a EDAR Epele, EDAR Apraiz y EDAR Mekolalde). En cuanto al nitrato, es un nutriente que en los estuarios del País Vasco deriva mayoritariamente del lixiviado de las cuencas y cuya variabilidad está muy condicionada el régimen pluvial (Borja et al., 2016a).

La clorofila oscila entre buen y muy buen estado, y no parece haber respondido a la reducción en la carga de nitrógeno total. Hay que tener en cuenta que en el Deba las descargas fluviales tienen una gran influencia (masa de agua tipo 8), tanto en lo que se refiere al aporte de nutrientes, como al tiempo de residencia del agua que va a determinar el mantenimiento en el estuario de la biomasa fitoplanctónica. En este sentido, las variaciones naturales en pluviosidad y caudal fluvial podrían ser tanto o más determinantes que la influencia antrópica para la dinámica del fitoplancton en este estuario.

En relación con el estado químico, sólo se han superado las normas de calidad asociadas a sustancias prioritarias en 2016, por lo que parece que la contaminación crónica que sufría la cuenca en los años 90 ha pasado a ser de carácter puntual en los últimos años, siendo en general la tendencia de mejora en todas las matrices estudiadas y en la mayor parte de las variables. Es de destacar el progresivo descenso, en aguas y sedimentos, de las concentraciones de metales asociados a los tratamientos superficiales (Ni, Zn y Cr).

11.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

11.2.1. Aguas

11.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las relacionadas con el estado trófico (sólo en superficie).

Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, las dos estaciones (E-D5 y E-D10) cumplen con los objetivos de calidad fisicoquímica según el valor medio calculado para los últimos seis años, presentando una calificación de “Muy Bueno” para la concentración de amonio y fosfato y la saturación de oxígeno, y “Bueno” para nitrato (Tabla 109). La masa de agua de transición de Deba se encuentra en **Buen** estado fisicoquímico.

Tabla 109 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Deba mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-D5	Oligohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	66		98,62	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤51,6	1,6	3,50	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤212,5	1,6	58,86	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤5,13	0,16	1,39	Muy Bueno
E-D10	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		95,94	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤34,3	1,6	3,68	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤121,3	1,6	40,70	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤3,39	0,16	1,02	Muy Bueno

En la Figura 132 se muestra la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el estuario (E-D5 y E-D10) en el periodo de 1994 a 2023.

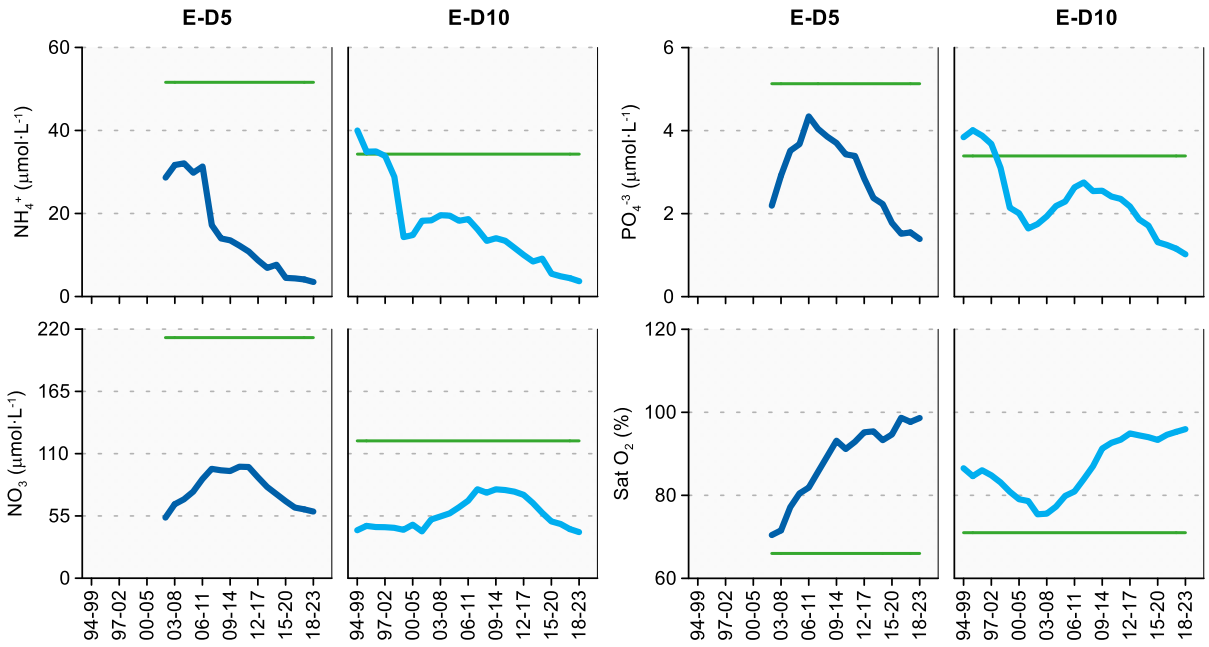


Figura 132 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones E-D5 y E-D10 de la masa de agua de transición del Deba en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

En cuanto a tendencias temporales, se observa una disminución significativa de la concentración de amonio y fosfato ($p<0,05$) y un incremento significativo de la saturación de oxígeno ($p<0,05$) en las dos estaciones (E-D5 y E-D10) (Figura 132). Por el contrario, la concentración de nitrato no muestra un patrón claro en ninguna de las estaciones (Figura 132).

Respecto al grado de cumplimiento de los objetivos de calidad a lo largo de la serie, se aprecia una mejoría en ambas estaciones, especialmente en la estación E-D10, puesto que el número de incumplimientos desciende progresivamente, dándose los incumplimientos de amonio y fosfato al comienzo de la serie (Figura 132).

La mejoría de la calidad de las aguas del Deba es debida a que las medidas de saneamiento que se han tomado en la cuenca y el estuario para reducir el impacto de aguas residuales están siendo efectivas.
En relación con la evolución de las condiciones fisicoquímicas generales determinadas mediante el cálculo del percentil 25 (P_{25}) del PCQI para periodos de seis años entre 1995 y 2023, se aprecia un incremento significativo de la calidad ($p<0,05$) en ambas estaciones (Figura 133).

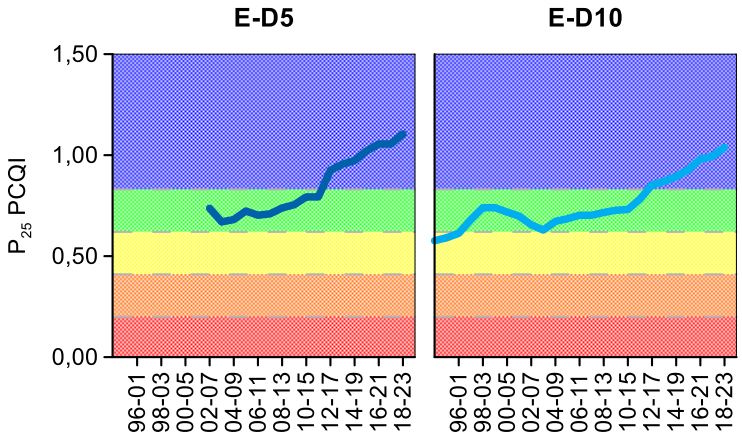


Figura 133 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de las estaciones de muestreo E-D5 y E-D10 de la masa de agua de transición del Deba. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

11.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa presenta un **Muy Buen** estado (Tabla 110), como viene ocurriendo desde 2008. La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2023 indica que, en esta masa de agua se alcanza el **Buen estado químico** (Tabla 111).

Tabla 110 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Deba en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-D5	E-D10	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	<LC	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 111 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Deba en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}."-": no determinado.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-D5	E-D10	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0009	0,0006	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0019	0,0010	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	9	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 134 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con normas de calidad. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo (E-D5 y E-D10) hasta el año 2006; desde 2007 solamente se han

muestreado las estaciones en bajamar.

El río Deba ha sido históricamente uno de los más contaminados por metales del País Vasco, debido a las empresas de tratamientos superficiales de la cuenca. A lo largo de la serie temporal, cadmio, níquel, zinc y plomo han superado puntualmente las NCA-MA correspondientes establecidas, pero la tendencia de esos metales en estos años ha sido decreciente, presentando varios de ellos las concentraciones más bajas en años recientes (Figura 134). Así, el cadmio cumple desde 2013 (excepto en 2016 en E-D10), el níquel cumple prácticamente desde 2007, el zinc desde 2001, el plomo desde 2015 y el mercurio desde 2012.

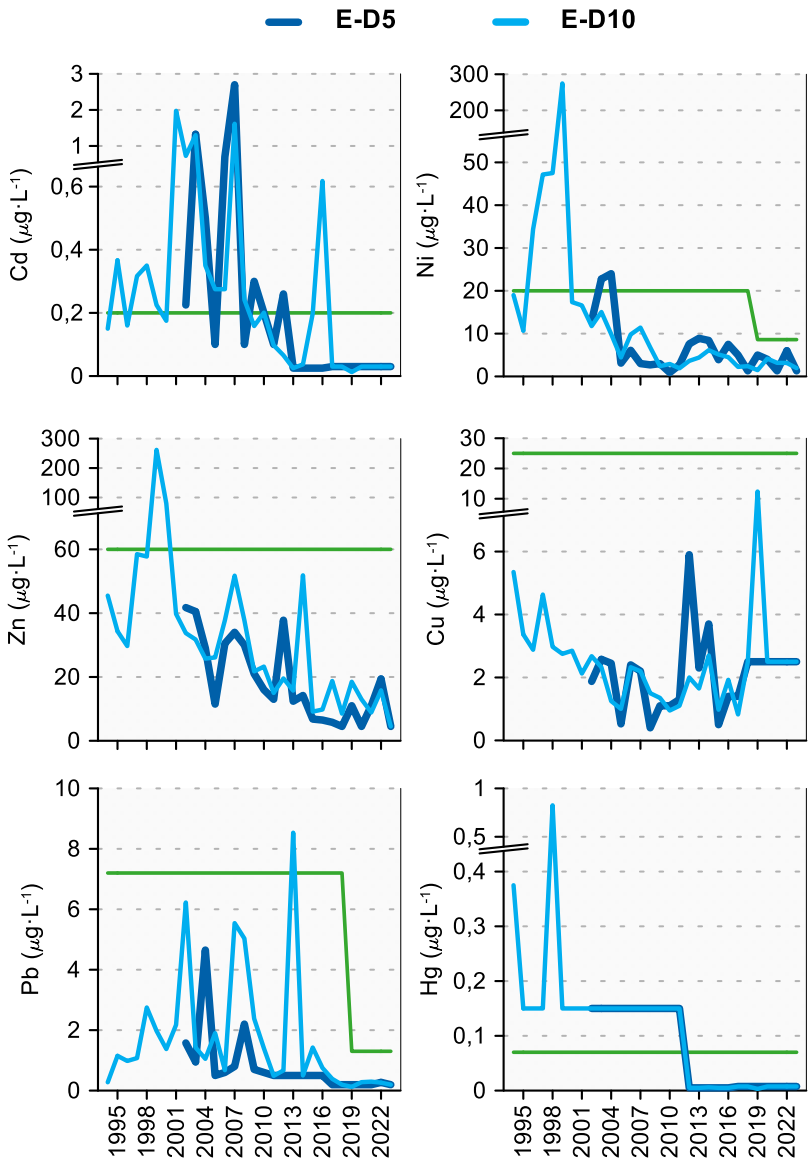


Figura 134 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Deba en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

11.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2023, los sedimentos de este estuario se muestrearon en enero, en ambas estaciones. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años, a excepción del elevado contenido en materia orgánica en la estación

E-D10 (Tabla 112).

En la presente campaña, la fracción arenosa es mayoritaria en la estación más externa (E-D10). La estación más interna (E-D5) presenta mayor contenido en finos (Tabla 112). El potencial redox muestra una tendencia temporal creciente en ambas estaciones, siendo estadísticamente significativa en E-D5. El contenido en materia orgánica presenta una tendencia descendente significativa en E-D10, aunque en 2023 presenta un importante pico (Figura 135).

La Figura 136 muestra la evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados desde 1995 en la estación E-D10 y, desde 2002, en la estación E-D5. Destaca la elevada variabilidad temporal en la concentración de la mayoría de los metales en ambas estaciones.

Tabla 112 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Deba en la campaña de invierno de 2023.

E-D5 (Fecha de muestreo: 25/01/2023)				E-D10 (Fecha de muestreo: 25/01/2023)			
Gravas (%)	0	Cd	0,28	Gravas (%)	9	Cd	0,17
Arenas (%)	42,1	Cr	63	Arenas (%)	88,3	Cr	48
Limos (%)	57,9	Cu	57	Limos (%)	2,7	Cu	40
MO (%)	6,8	Hg	0,08	MO (%)	8,6	Hg	0,21
Eh (mV)	128	Ni	47	Eh (mV)	299	Ni	39
		Pb	46			Pb	29
		Zn	330			Zn	210

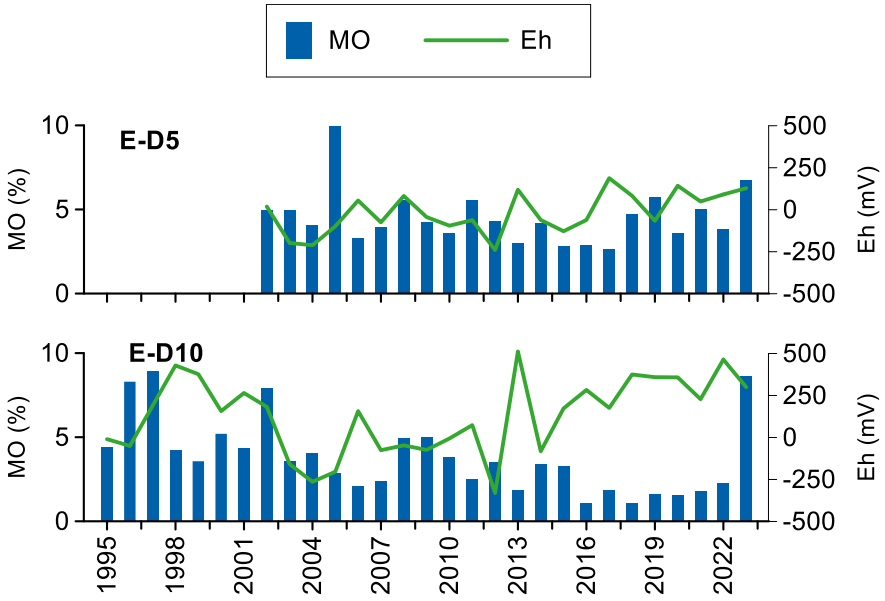


Figura 135 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Deba (muestreos de invierno).

En relación con el análisis de tendencias a largo plazo, y teniendo en cuenta el período representado en la Figura 136, en ambas estaciones se mantiene una tendencia descendente estadísticamente significativa en las concentraciones de Cd, Cu, Ni, Pb y Zn y también en la concentración de Cr en la estación E-D10.

Como ya se ha comentado en informes anteriores, este descenso en el contenido de algunos metales se relaciona con los cambios realizados en las empresas de tratamientos superficiales para reducir, depurar o eliminar los vertidos de aguas residuales, lo que ha disminuido la carga de ciertos metales en el río y el estuario y, por tanto, la presencia de éstos en los sedimentos.

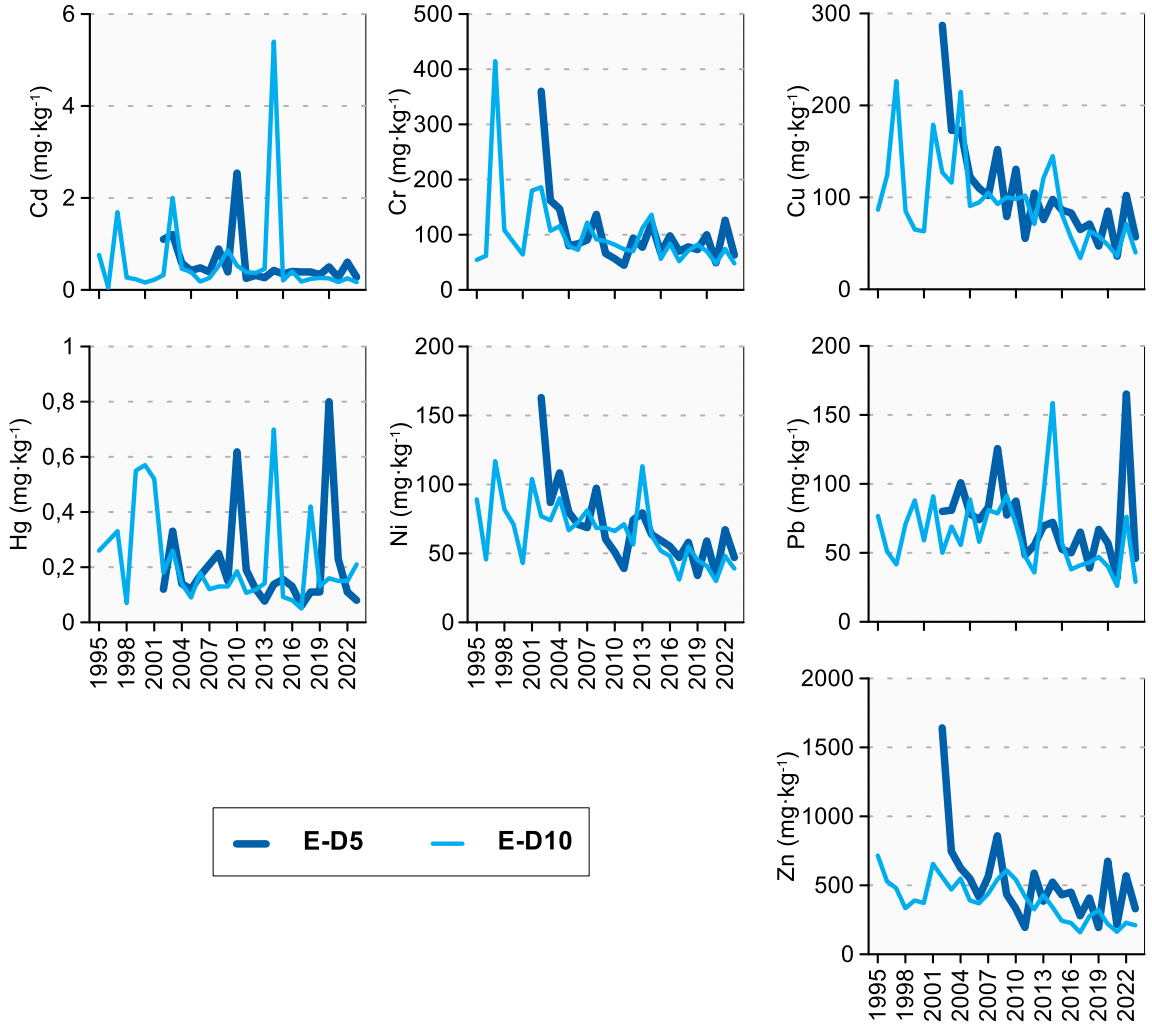


Figura 136 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Deba (muestreos de invierno).

11.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2023, los biomonitores (ostras, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-D10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo, que se presentan en la Tabla 113, se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota).

Tabla 113 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Deba en 2023, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-D10	Global
Dicofol	NCA biota	33	20	<LC	No aplica
Ácido perfluoro-octanosulfónico y sus derivados (PFOS)	NCA biota	9,1	1	<LC	No aplica
Hexabromociclododecano	NCA biota	167	100	<LC	No aplica
Hexaclorobenceno	NCA biota	10	1	<LC	No aplica
Hexaclorobutadieno	NCA biota	55	50	<LC	No aplica
Mercurio y sus compuestos	NCA biota	20	6	10	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,361	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Las ostras son filtradoras y pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. Por tanto, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, los resultados en biomonitores prevalecen sobre los resultados en las aguas.

Por lo tanto, teniendo en cuenta conjuntamente los resultados obtenidos en aguas y los obtenidos en biomonitores, la masa de transición del Deba alcanza el **Buen estado químico**.

11.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

11.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a** en 2023 se mantiene en un rango bajo, desde 0,2 hasta 11,7 $\mu g \cdot L^{-1}$. El máximo se ha medido en primavera, en la cabecera del estuario (E-D5), durante la bajamar (Figura 137).

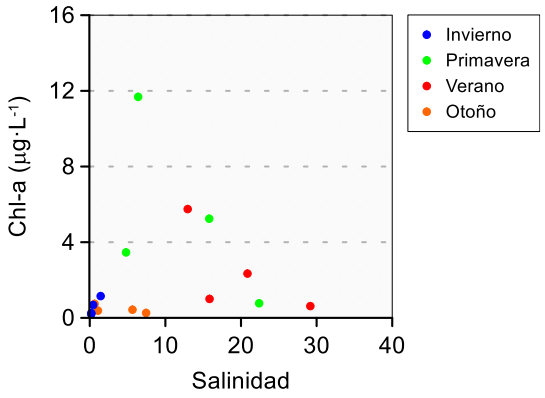


Figura 137 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Deba en las cuatro épocas de estudio durante 2023. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

No es frecuente encontrar altas concentraciones de clorofila en masas de transición de Tipo 8, debido a su corto tiempo de residencia del agua, del orden de horas. Pero, esto cambia en situaciones de baja descarga fluvial.

Durante la década de 2000 lo habitual en este estuario era que los picos de clorofila tuvieran lugar en verano. Pero, posteriormente se han ido encontrando con mayor frecuencia en primavera. Así, el máximo histórico (~99 $\mu g \cdot L^{-1}$) se registra en verano de 2004 en la estación E-D5. También, se encuentran picos de 25–50 $\mu g \cdot L^{-1}$ en esta zona durante verano de 2005, primavera de 2010, otoño de 2013 y primavera de 2022. En la zona inferior del estuario, estación E-D10, concentraciones de ese orden solo se han observado en las primaveras de 2015 y de 2022. De hecho, en mayo de 2022 dicha estación presentaba una coloración marrón-rojiza.

La **evolución de la biomasa fitoplanctónica a largo plazo** se ha estudiado mediante el valor del percentil 90 de la clorofila (P_{90}) en periodos móviles de seis años (Figura 138). En ambas estaciones presenta oscilaciones, pero cumple el objetivo de calidad a lo largo del seguimiento.

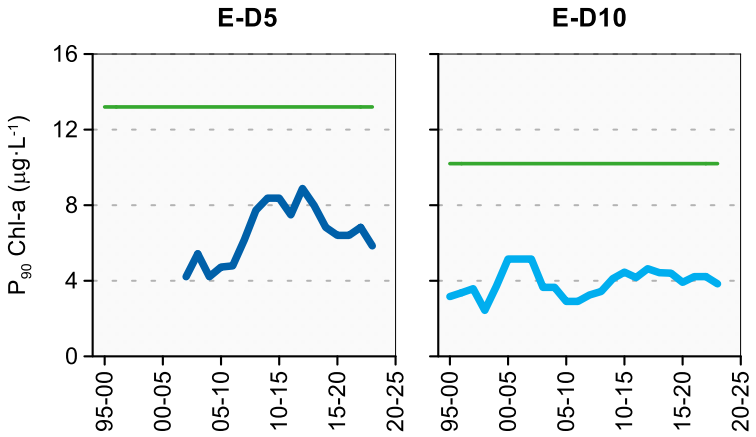


Figura 138 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Deba. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas oligohalinas (E-D5) y mesohalinas (E-D10).

La concentración de clorofila en el estuario del Deba, además de estar ligada a la meteorología, parece tener cierta respuesta a las cargas de nutrientes de origen antrópico. Como reflejo de las mejoras que se han realizado en el saneamiento de la cuenca, las concentraciones de amonio y fosfato han seguido una tendencia de disminución que las sitúa en niveles bastante más bajos desde 2015 (Figura 132).

En el caso del nitrato, llama la atención su tendencia de aumento durante la década del 2000, que lo situó algunos años cerca de incumplir su objetivo en la estación E-D10 (Figura 132). Desde hace unos 10 años, aproximadamente, la tendencia es la contraria. Estas oscilaciones podrían responder, en cierta manera, a causas climáticas, ya que el nitrato, al igual que el silicato, es un nutriente cuya concentración en los ríos del País Vasco está muy ligada a los procesos de lixiviado de las cuencas y, por tanto, a la pluviosidad (Borja et al., 2016b). Su estímulo sobre el crecimiento fitoplanctónico es poco probable que fuera efectivo en un estuario de Tipo 8, dado que, las comunidades de fitoplancton se verían transportadas rápidamente al mar en situaciones de aumento de caudal.

En cuanto a la **composición y abundancia del fitoplancton**, desde 2020 ya no se toman muestras para esto en el estuario del Deba. En informes anteriores se vio que presentaba una baja frecuencia de floraciones, incluso en la zona superior.

En relación con el **estado asociado al fitoplancton** (Tabla 114), en el último periodo de evaluación el indicador basado en la clorofila no señala impacto significativo en ninguna de las dos estaciones de muestreo. En la masa de agua el estado del fitoplancton actualmente es **Muy Bueno** (**EQR = 0,800**).

Tabla 114 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Deba, así como en su globalidad. Se indica el valor de las métricas, así como el ratio de calidad ecológica (EQRs) y la clasificación correspondiente (azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a (µg·L^{-1})	Chl-a
2018-2023	E-D5	5,85	0,752
	E-D10	3,84	0,885
	Deba Transición	4,9254*	0,800

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

Tal y como muestra la Figura 139, desde el primer periodo de evaluación (2002-2007) el fitoplancton cumple con el objetivo de calidad en el global de la masa de agua. Aunque el EQR muestra oscilaciones, los valores más bajos hasta la fecha han estado muy lejos del límite entre los estados bueno y moderado.

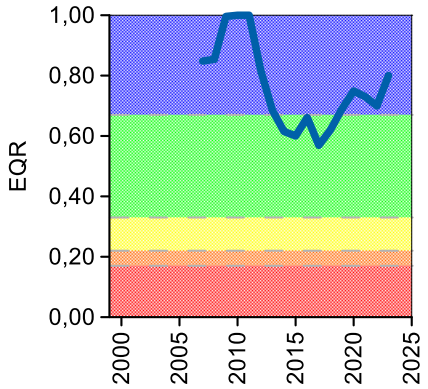


Figura 139 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Deba a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

11.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2003 y 2021, por lo que la evaluación de 2023 corresponde a la campaña de 2021. En la Tabla 115 se muestran los resultados obtenidos en dichas campañas para cada una de las estaciones a las que se adscriben las zonas estudiadas y para el global de la masa de agua.

La calificación obtenida en 2021 fue de **Estado Moderado** para las dos estaciones de la Red y, por tanto, también para el conjunto de la masa de agua (Tabla 115). Este resultado vino determinado, básicamente, por los moderados valores de los parámetros que contempla el TMI, a excepción de la cobertura de algas no indicadoras de contaminación que presentan valores entre moderados y bajos. No se observa evolución temporal alguna, pues la calificación viene manteniéndose campaña tras campaña, con la excepción de las correspondientes a 2006 y a 2009, en las que se obtuvo la calificación de Estado Deficiente. Sin embargo, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello por lo que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

Tabla 115 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Deba, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado).

Campaña	Estación		Global
	E-D5	**E-D10**	
2003	0,500	0,333	0,453
2006	0,394	0,265	0,289
2009	0,276	0,316	0,286
2012	0,329	0,316	0,326
2015	0,422	0,437	0,426
2018	0,422	0,379	0,412
2021	0,521	0,379	0,488

11.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un tramo interno en el que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se encuentra dominada por el isópodo *C. carinata* y el bivalvo *S. plana*. Estos taxones son comunes en los tramos medios e interiores de muchos de los estuarios vascos y son característicos de la 'Comunidad de *Cerastoderma edule-Scrobicularia plana*'. La comunidad presenta densidad, riqueza y diversidad para las densidades (Tabla 116) próximas a los promedios para la estación a lo largo del seguimiento (1.406 ind·m^{-2}, 8 *taxa* y 1,49 bit·ind^{-1}, respectivamente). Destaca también la ausencia de individuos del anfípodo de origen asiático *G. japonica*, que se identificaron por primera vez en el estuario

del Deba en la campaña de 2019, pero que no se han vuelto a encontrar. En términos de AMBI, la dominancia de especies tolerantes al enriquecimiento orgánico, que se adscriben al GE III, hace que la estación quede calificada como ligeramente alterada (AMBI=3,1) (Tabla 116).

Tabla 116 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Deba. También se muestra la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	E-D5	E-D10
Densidad	(ind·m^{-2})	1.720	600
Biomasa	(g·m^{-2})	2,412	3,559
Riqueza	(*# taxa*)	9	16
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	1,80	2,88
Equitabilidad densidad		0,57	0,72
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	1,44	0,91
Equitabilidad biomasa		0,45	0,23
Diversidad máxima	(bit)	3,17	4,00
AMBI		3,131	3,539
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Moderada
M-AMBI$_{estación}$		0,739	1,000
M-AMBI$_{global}$		0,859	

En el tramo más exterior, dominan los anélidos poliquetos *Streblospio eunateae* y *Capitella capitata*, el gasterópodo *P. ulvae*, y el bivalvo *S. plana*. Nuevamente, se trata de especies características de la 'Comunidad de *Cerastoderma edule-Scrobicularia plana*'. La densidad estimada en 2023 (Tabla 116) es del orden del promedio de la serie histórica de la estación (464 ind·m^{-2}), con riqueza y diversidad para las densidades altas en comparación con los promedios históricos (8 *taxa* y 1,73 bit·ind^{-1}, respectivamente), alcanzándose incluso el valor máximo en el caso de la riqueza. La calificación de la estación, en función de AMBI, es de alteración moderada (AMBI=3,5) (Tabla 116), con dominancia de especies adscritas al GE III y densidad relativa moderada de oportunistas de primer orden.

Los valores de M-AMBI estimados para 2023 indican Buen Estado para la estación más interior y Muy Buen Estado para la más exterior (Tabla 116). Con estas calificaciones, la calificación global de la masa de agua es de **Muy Buen Estado**. Además, ambas estaciones parecen presentar una evolución positiva desde que se iniciara el seguimiento, aunque la variabilidad interanual es grande (Figura 140).

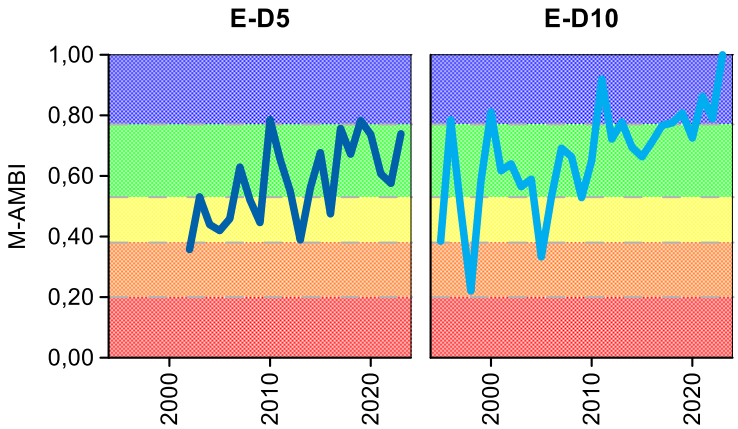


Figura 140 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Deba a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

11.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2021. Los muestreos se han realizado trienalmente desde 2003. Además de los datos propios de la "Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV" entre 2003 y 2021, también se dispone de los datos pertenecientes a los estudios realizados para la Gipuzkoako Foru Aldundia - Diputación Foral de Gipuzkoa en 1996.

En todos estos años han sido identificados 24 taxones, 12 de peces y 12 de crustáceos. Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

Tal y como se muestra en la Figura 141, la frecuencia de aparición de todas ellas difiere año a año, presentando un máximo de riqueza los últimos años y un mínimo a mediados de la década de los noventa. El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo con la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- las especies capturadas el 100% de las ocasiones son tres: *Gobius niger* (chaparrudo) y los crustáceos *C. maenas* (cangrejo verde) y quisquillas del género *Palaemon*;
- más de la mitad de los taxones registrados aparecen de forma esporádica (1-2 apariciones a lo largo de toda la serie de datos);
- por primera vez en 2021 se detectaron un pez plano *Arnoglossus thori* (soldado) y los crustáceos *Hemigrapsus takanoi* y *Liocarcinus zariquieyi.*

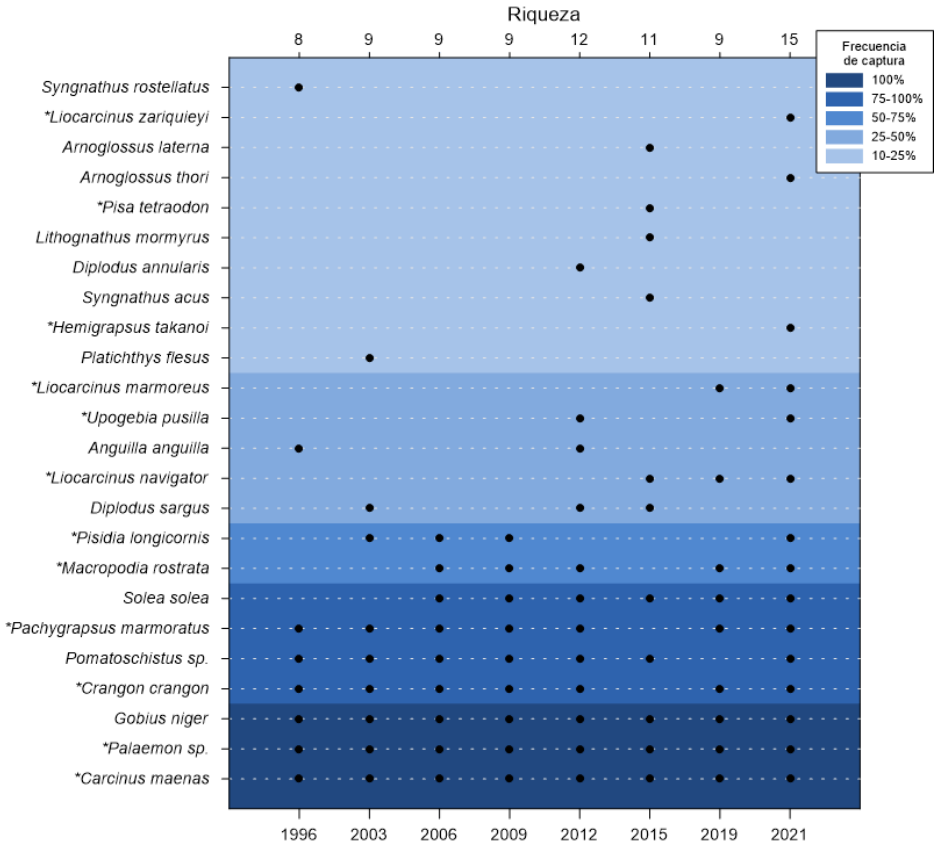


Figura 141 Listado de especies capturadas en el estuario del Deba (1996-2021). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

En cuanto a los parámetros estructurales, la Figura 142, en 2021 destacan la estación exterior y media, estaciones que mejoran los resultados obtenidos en 2018 y, en el caso de la estación exterior, alcanzando valores máximos de diversidad. Este último año se produce un aumento acusado de la riqueza en el tramo exterior y medio, así como una ligera mejoría de la abundancia respecto al año anterior en todos los tramos. Se aprecia un gradiente positivo hacia el exterior del estuario en casi todos los parámetros.

En líneas generales, se observa una fuerte variabilidad interanual, debido tanto a factores ambientales como a los inherentes al propio muestreo (condiciones de marea, cantidad de material en la red de arrastre…) por lo que no se aprecia un modelo de distribución concluyente en ninguna de las estaciones. Los grandes picos de abundancias detectados en las tres estaciones corresponden a la captura máxima de quisquillas grises (*Crangon crangon*) y cabuxinos del género Palaemon.

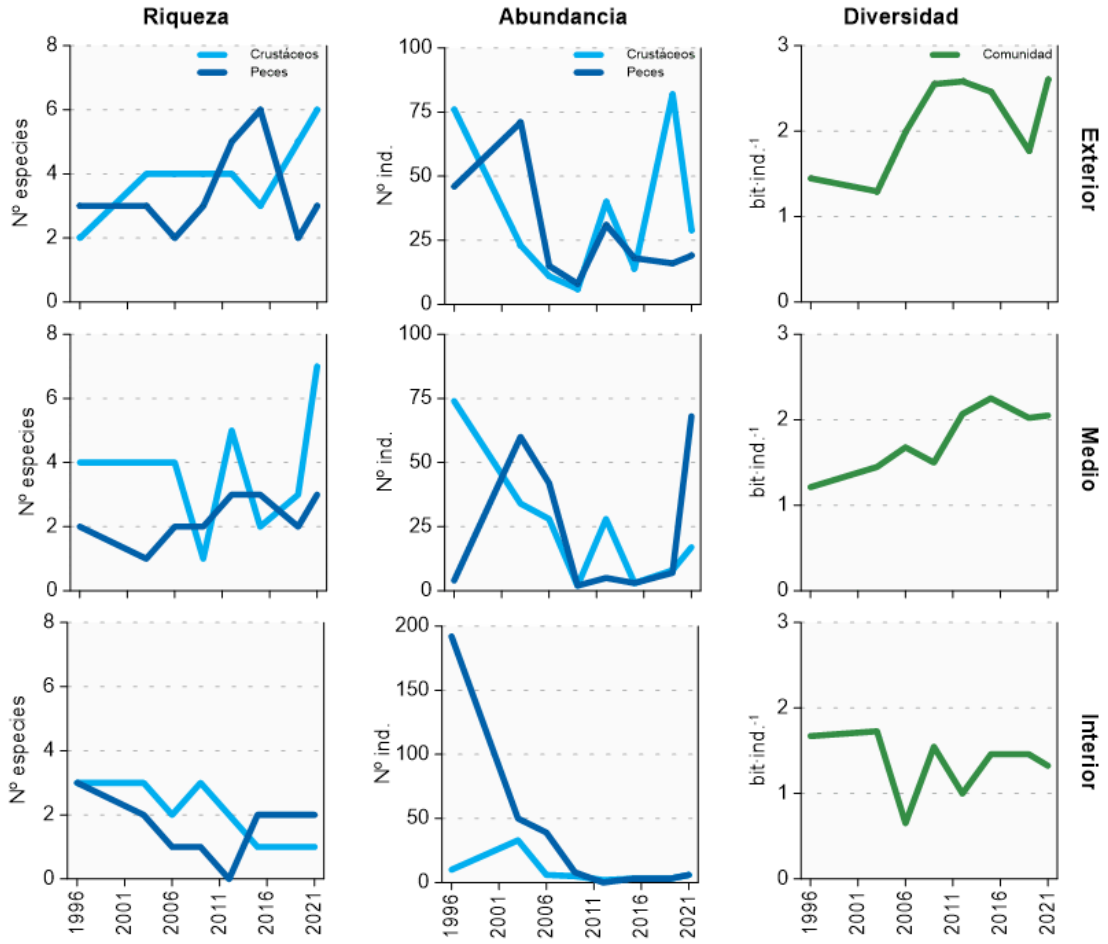


Figura 142 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Deba entre 1996 y 2021.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2021 la valoración global de la masa de agua alcanzó la calificación de **Bueno** (Figura 143), aunque con un valor de AFI inferior a los obtenidos años atrás. La evolución de la calidad de la masa de agua del Deba muestra una tendencia general positiva.

Tras un estado inicial con una calidad moderada, a principios de la década de 2000 la calidad de la masa de agua asciende, manteniéndose en estado bueno hasta mediados de dicha década. Es a partir de entonces cuando el sistema empieza a ganar calidad, mostrando los últimos años una tendencia clara de mejora, aunque haya bajado algo en 2021.

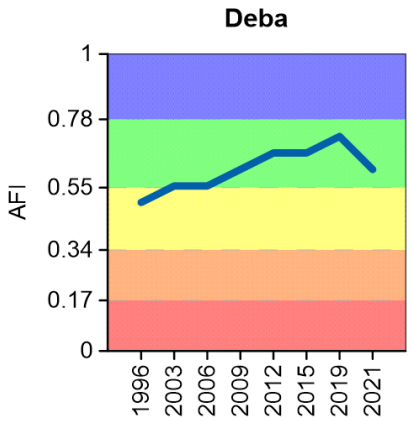


Figura 143 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Deba entre 1996 y 2021. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17). AFI: AZTI's Fish Index.

Durante estos últimos años hemos comprobado que conforme avanza el saneamiento las aguas son cada vez más claras, provocando un cambio en el comportamiento de la fauna piscícola, que, con el fin de evitar ser vistos por los predadores, se esconden durante el día y no son pescados. Esa podría ser la razón por la que el método de arrastre en estuarios someros parece que no permite que se capturen ejemplares ni especies suficientes para llevar a cabo la evaluación. Esta situación, en años recientes, se va agudizando en los estuarios pequeños y es cada vez más común en los estuarios europeos (por ejemplo, en Francia).

Como posible solución a este problema, se prevé utilizar el método belga (Estuarine Biotic Index, EBI sus siglas en inglés), método ya intercalibrado (European Commission, 2024) y adaptado a las características de Francia. El método belga está basado en el arte de pesca del butrón. Con suficientes resultados y si son consistentes con el conocimiento de los estuarios y las presiones existentes, se tratara de obtener la autorización de la Comisión para su uso oficial, dejando así de usar AFI en los estuarios en los que el arrastre presente problemas.

11.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2023 no ha habido actuaciones que supongan una modificación significativa en los indicadores hidromorfológicos, como la topografía del fondo o las corrientes. Con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica de **Bueno**.

Tabla 117 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa de transición del Deba
Alteración de la línea de costa 1a	3
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	0
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	2
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,69 Moderado
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Variación del caudal del río 7a	1
Cambio en el tiempo de residencia 7b	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	1
Cambio en la turbidez 8b	0
Cambio en la estratificación 9a	0
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,94 Bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,77 Bueno

12.

Masa de transición del Urola

12.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua del Urola se cuenta con tres estaciones estuáricas. Por otro lado, trienalmente entre 2004 y 2022 se han analizado tres estaciones para vida piscícola y 6 estaciones para macroalgas. Además, desde 2020 se ha analizado una estación para biomonitores (moluscos). Las posiciones se pueden observar en la Figura 144.

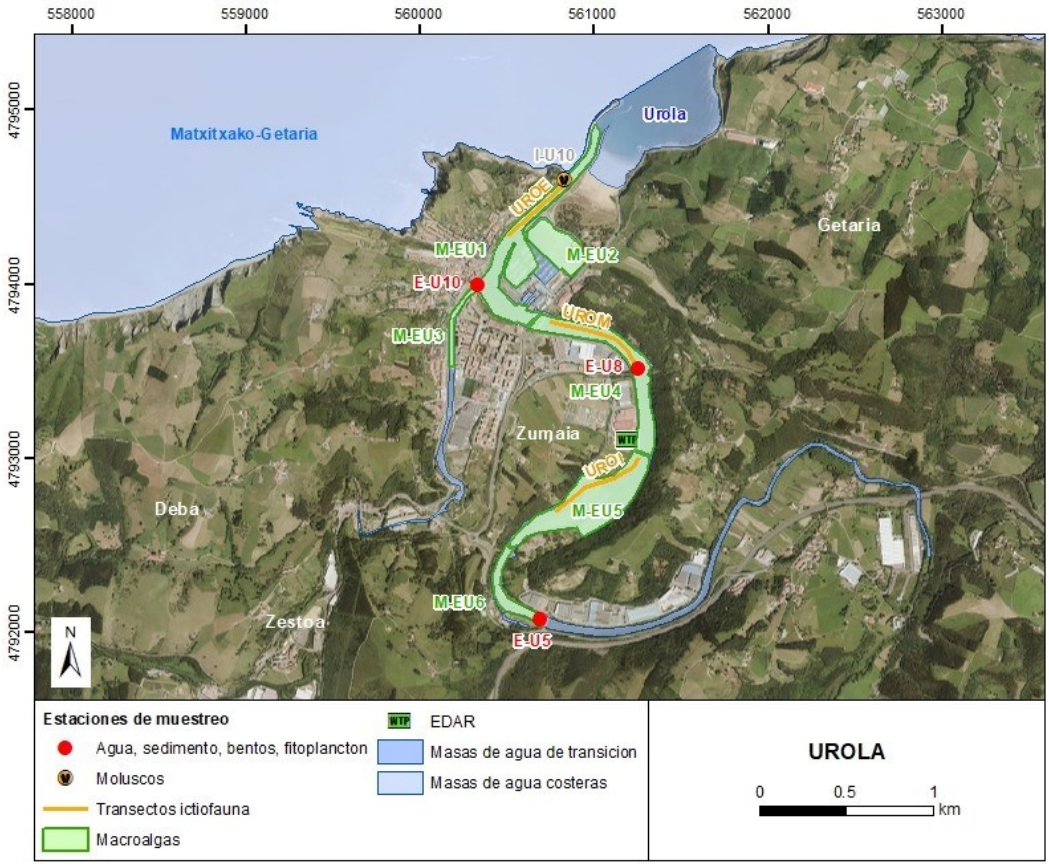


Figura 144 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Urola.

La masa de agua de transición del Urola se diagnostica en la campaña 2023 en un **Estado Bueno**, puesto que tanto el estado ecológico como el químico se diagnostican en buen estado (Tabla 118 y Figura 145). Al analizar los últimos seis años se observa que entre 2018 y 2019 se incumplieron los

objetivos medioambientales, debido al estado ecológico, y posteriormente se cumplen (Figura 145).

Tabla 118 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Urola en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado Ecológico	Estado químico	Estado
E-U5	Zumaia (Bedua)	MB	MB	B	B	B	B	MB	Mo	B	B	B
E-U8	Zumaia (puente del ferrocarril)	MB	MB	MB	B	MB	B	MB	Mo	B	B	B
E-U10	Zumaia (puente Narrondo)	B	MB	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	B
Urola Transición		B	MB	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	B

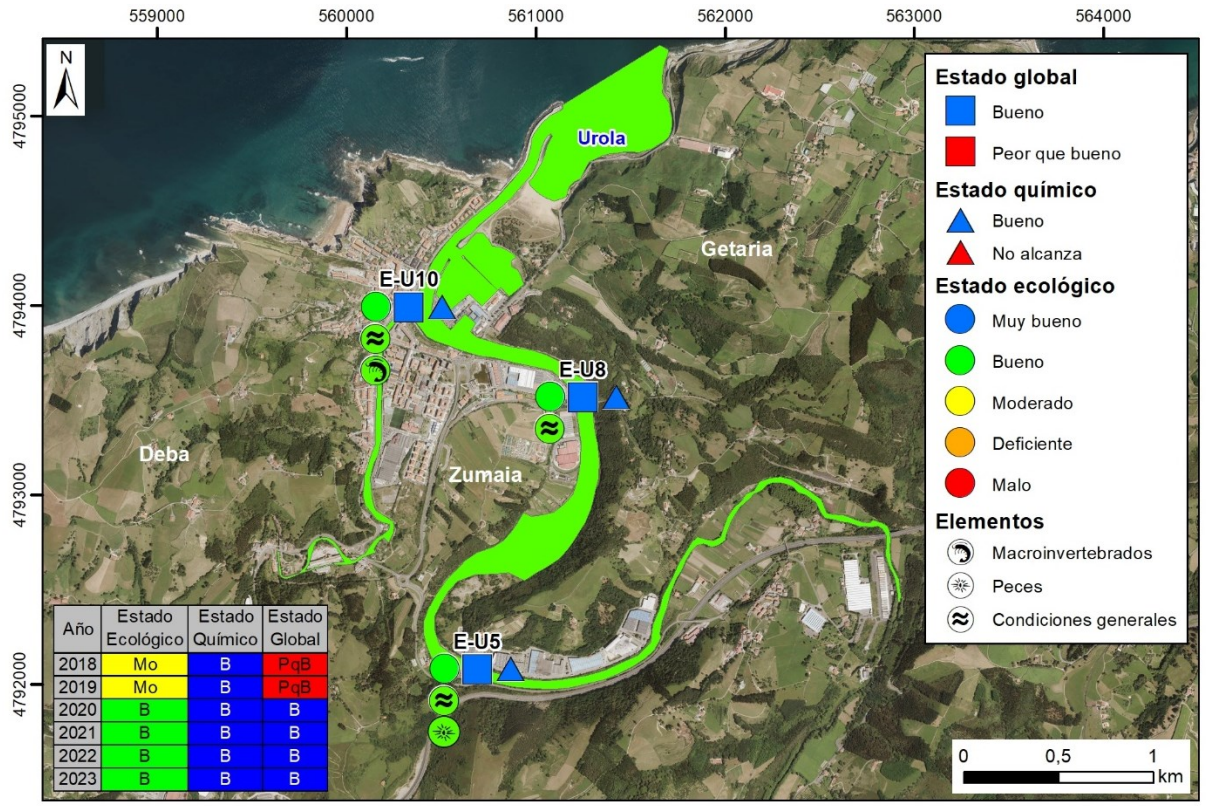


Figura 145 Masa de agua de transición del Urola: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Los avances en el saneamiento en la cuenca y el estuario (EDAR completada en 2007) explican la mejoría en diferentes elementos, si bien algunas acciones puntuales han podido afectar temporalmente a la calidad del medio, como la construcción del puerto deportivo entre 1997 y 1998, y algunos dragados realizados desde astilleros Balenciaga hasta la bocana (por ejemplo, 42.000 m^3 de sedimento extraído entre octubre de 2017 y abril de 2018, o los trasvases de arena que se hacen entre la bocana del estuario y la playa todas las primaveras, de hasta 24.000 m^3 en 2022), que podrían estar en el origen de que los macroinvertebrados en la parte externa estén en un estado entre moderado y bueno a lo largo de la serie de datos.

A pesar del saneamiento, la parte externa empeoró en términos de nitrato, lo que le llevó a no alcanzar

el buen estado fisicoquímico desde 2008 hasta 2018. Además, en la parte interna, el fitoplancton tampoco alcanzó el buen estado desde 2014 hasta 2019 por un incremento importante de clorofila, que coincidió con cierto aumento del nitrato y el fosfato. Aunque en la zona interna puede haber pequeños vertidos, el incremento de dichos nutrientes y de la clorofila en la década anterior parece explicarse más por vertidos insuficientemente depurados situados aguas arriba.

Sin embargo, entre 2020 y 2023 el fitoplancton mejora considerablemente en la parte interna, a la vez que las concentraciones de nutrientes en esa zona se sitúan en niveles más bajos que en periodos precedentes. También, varios metales en aguas y sedimentos presentan sus concentraciones más bajas en los años más recientes, lo que indica una mejora en las condiciones químicas, reflejado en el cumplimiento del estado químico en la última década.

12.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

12.2.1. Aguas

12.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, las tres estaciones (E-U5, E-U8 y E-U10) cumplen los objetivos de calidad, tal y como revela la media calculada para cada variable en los últimos seis años (Tabla 119). Las tres estaciones presentan un estado fisicoquímico que se califica como **Bueno**, al igual que la masa de agua.

Tabla 119 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Urola mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-U5	Oligohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	66		99,99	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤51,6	1,6	2,67	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤212,5	1,6	81,90	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤5,13	0,16	1,21	Muy Bueno
E-U8	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		95,26	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤34,3	1,6	3,66	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤121,3	1,6	48,17	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤3,39	0,16	0,89	Muy Bueno
E-U10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		97,24	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤18,6	1,6	3,29	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤52,3	1,6	40,19	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤1,82	0,16	0,73	Bueno

En la Figura 146 se muestra la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el estuario (E-U5, E-U8 y E-U10) en el periodo de 1994 a 2023.

Se observa una tendencia a una mejoría estadísticamente significativa ($p<0,05$) para los valores medios de la saturación de oxígeno y la concentración de amonio en las tres estaciones. Además, en la estación E-U10 también se detecta un aumento significativo en la concentración de nitrato y un descenso significativo en la concentración de fosfato (Figura 146). Para el resto de variables, no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso de los valores en las estaciones E-U5 y E-U8.

En cuanto a los niveles, las concentraciones de amonio, nitrato y fosfato se han mantenido por debajo del objetivo de calidad en casi toda la serie histórica, cumpliendo con el objetivo de calidad en las estaciones E-U5 y E-U8 (Figura 146). La estación E-U10 muestra más incumplimientos que las estaciones del interior debido, principalmente, a que se ha superado el objetivo de calidad del fosfato puntualmente al inicio del periodo de estudio y el objetivo de calidad del nitrato en los últimos años (Figura 146). Respecto a la saturación de oxígeno, a lo largo de la serie histórica las tres estaciones del Urola cumplen con el objetivo de calidad establecido (Figura 146).

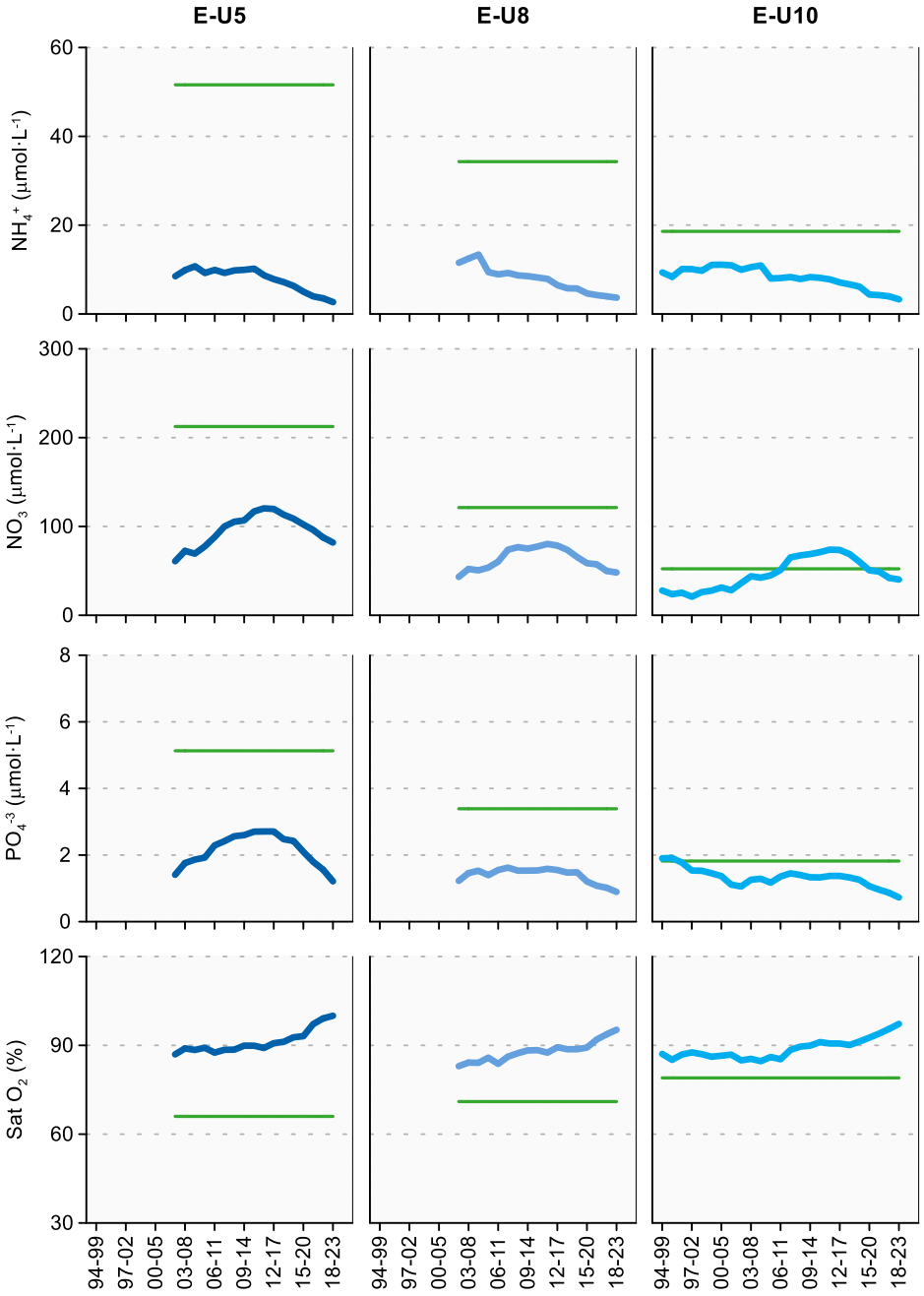


Figura 146 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Urola en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

En relación con la evolución temporal del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023, se observa una tendencia significativa ($p<0,05$) a la mejoría en las estaciones E-U10 y E-U8. En la estación E-U5, en los años más recientes, se aprecia también una mejora. En

cuanto a los valores del P_{25} del PCQI, éstos se mantienen en niveles entre estado Bueno y Muy Bueno en las estaciones E-U8 y E-U10 y en estado Muy Bueno en la estación E-U5. (Figura 147).

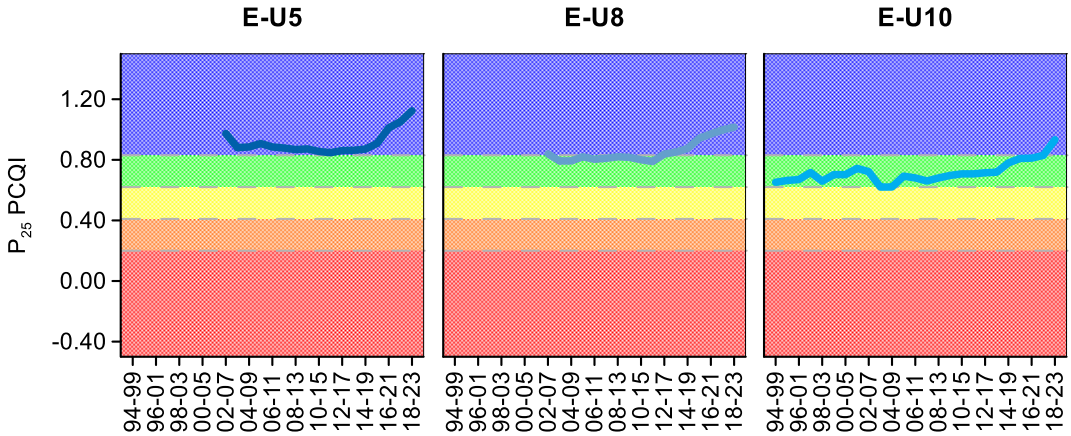


Figura 147 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de las estaciones de muestreo E-U5, E-U8 y E-U10 de la masa de agua de transición del Urola. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

12.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa y las tres estaciones presentan un **Muy Buen** estado (Tabla 120), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 120 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Urola en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-U5	E-U8	E-U10	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L-1)	60	9	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L-1)	25	5	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2023 indica que, esta masa de agua, de forma global, **alcanza el buen estado químico** (Tabla 121). Desde 2008, esta masa ha cumplido con el estado químico, excepto en 2014 debido a la presencia del sumatorio de Benzo(g,h,i)perileno e Indeno(1,2,3-cd)pireno.

Tabla 121 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Urola en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-U5	E-U8	E-U10	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	0,0018	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0006	0,0007	0,0008	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0014	0,0013	0,0010	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	0,0005	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	<LC	Cumple
Pb y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	<LC	<LC	Cumple

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-U5	E-U8	E-U10	Global
Pb y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 148 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con normas de calidad. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las tres estaciones de muestreo (E-U5, E-U8 y E-U10) hasta el año 2006; desde 2007 solamente se han muestreado en bajamar. A lo largo de la serie temporal cobre y níquel han cumplido los objetivos de calidad, mientras que plomo y zinc han mostrado superaciones puntuales de la norma. Cadmio y mercurio superaron la norma correspondiente al comienzo de la serie, pero desde 2011-2013 presentan las concentraciones más bajas de la serie y cumplen con las normas de calidad.

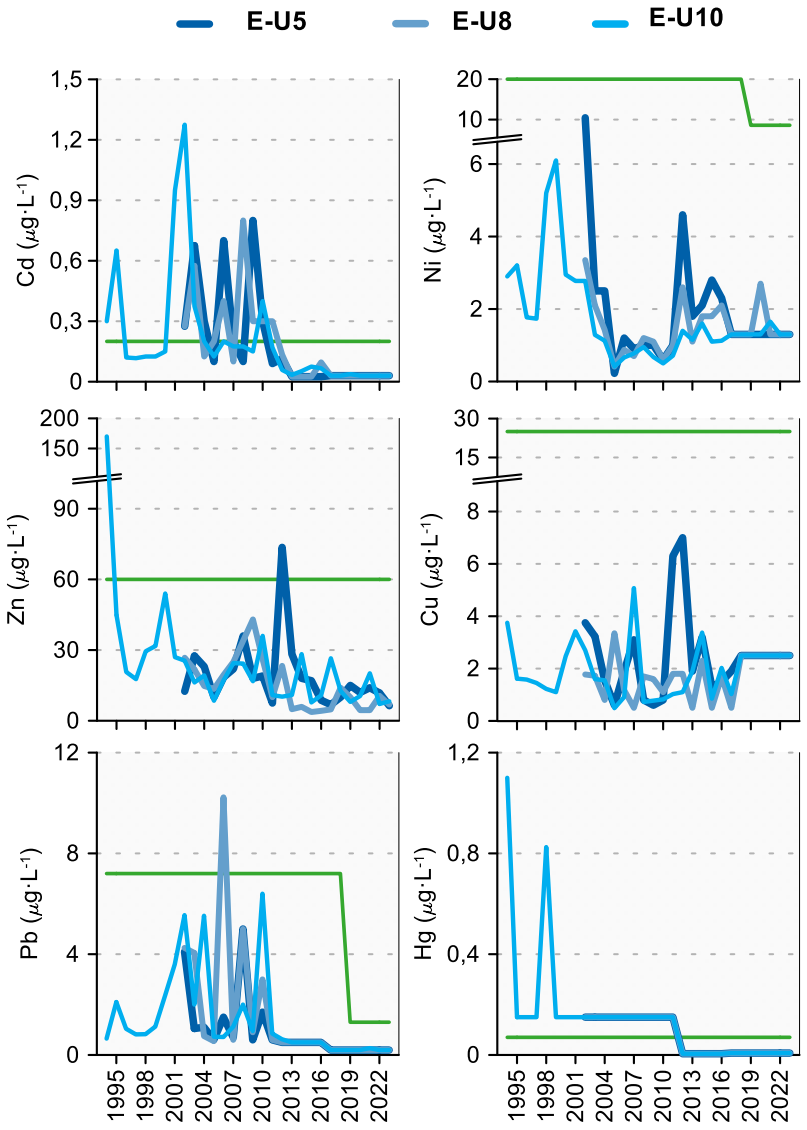


Figura 148 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Urola en el periodo que abarca desde 1996 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

12.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de este estuario se muestrearon en enero de 2023. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años (Tabla 122). En 2023, los sedimentos de las tres estaciones son limo-arenosos. El contenido en materia orgánica es elevado en la estación más interior (E-U5), disminuyendo hacia el exterior del estuario (Tabla 122). El potencial redox y el contenido en materia orgánica presentan gran variabilidad temporal (Figura 149). Sin embargo, el estudio de tendencias a largo plazo muestra un patrón ascendente significativo en el potencial redox, en E-U5, y un patrón descendente y significativo en el contenido de materia orgánica en E-U8 y E-U10.

Tabla 122 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Urola en la campaña de invierno de 2023.

E-U5 (Fecha de muestreo: 25/01/2023)			
Gravas (%)	0	Cd	0,30
Arenas (%)	41,9	Cr	75
Limos (%)	58,1	Cu	45
MO (%)	8,2	Hg	0,13
Eh (mV)	124	Ni	42
		Pb	55
		Zn	215

E-U10 (Fecha de muestreo: 25/01/2023)			
Gravas (%)	2,4	Cd	0,29
Arenas (%)	33,6	Cr	59
Limos (%)	64	Cu	43
MO (%)	1,9	Hg	0,15
Eh (mV)	81	Ni	33
		Pb	67
		Zn	295

E-U8 (Fecha de muestreo: 25/01/2023)			
Gravas (%)	2,4	Cd	0,50
Arenas (%)	42	Cr	67
Limos (%)	55,6	Cu	60
MO (%)	3,2	Hg	0,29
Eh (mV)	4	Ni	37
		Pb	66
		Zn	330

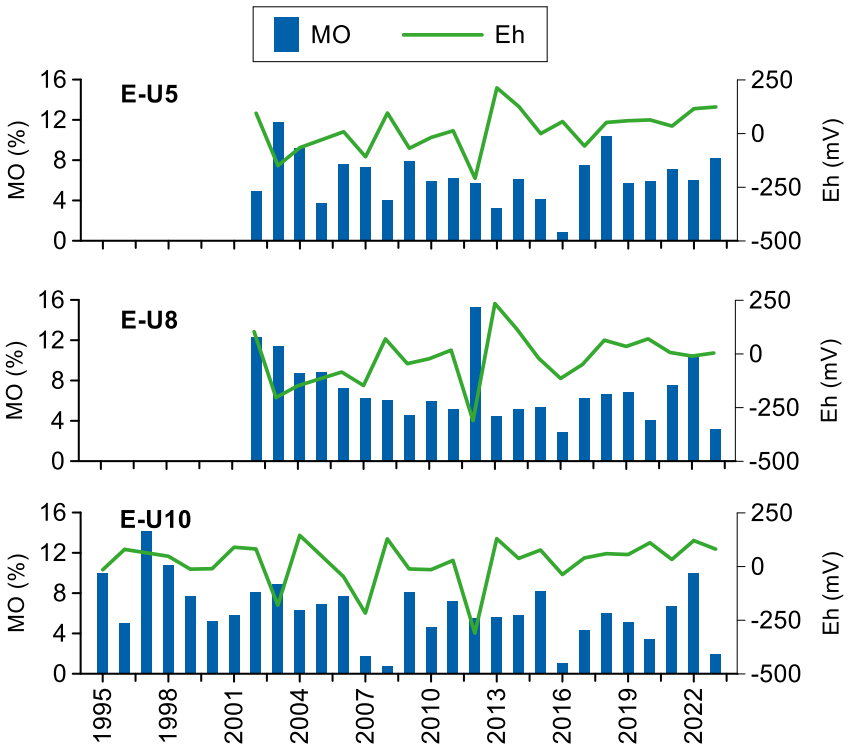


Figura 149 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Urola (muestreos de invierno).

Se aprecia una disminución de la concentración de algunos metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados en las campañas de invierno (Figura 150), desde 1995 en la estación más externa (E-U10) y desde 2002 en las estaciones E-U8 y E-U5. Así, al analizar las tendencias a largo plazo, y teniendo en cuenta el período representado en la Figura 150, se observa una tendencia decreciente estadísticamente significativa en la concentración de Cd, Cu, Ni, Pb y Zn en E-U5, en la concentración de Ni y Pb en E-U8 y en las concentraciones de Cd, Cu, Hg, Ni, Pb y Zn en la estación E-U10.

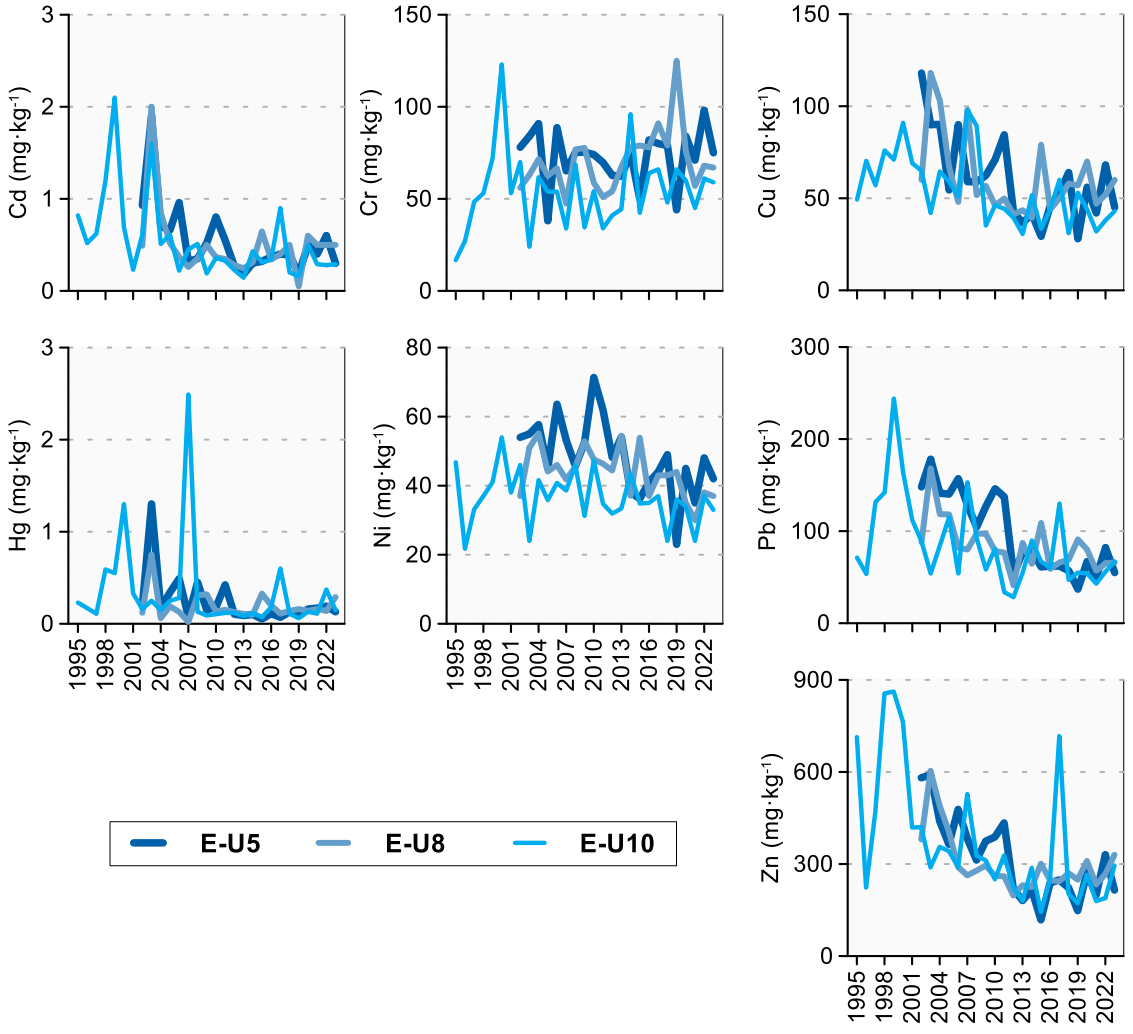


Figura 150 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Urola (muestreos de invierno).

12.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2023, los biomonitores (ostras, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-U10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo (Tabla 123) se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota).

Las ostras son filtradoras y pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. Por ello, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, los resultados en biomonitores prevalecen sobre los resultados en las aguas. Por lo tanto, teniendo en cuenta conjuntamente los resultados obtenidos en aguas y los obtenidos en biomonitores, la masa de transición del Urola alcanza el **Buen estado químico**.

Tabla 123 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Urola en 2023, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-U10	Global
Dicofol	NCA biota	33	20	<LC	No aplica
Ácido perfluoro-octanosulfónico y sus derivados (PFOS)	NCA biota	9,1	1	<LC	No aplica
Hexabromociclododecano	NCA biota	167	100	<LC	No aplica
Hexaclorobenceno	NCA biota	10	1	<LC	No aplica
Hexaclorobutadieno	NCA biota	55	50	<LC	No aplica
Mercurio y sus compuestos	NCA biota	20	6	11	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,14	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

12.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

12.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a** en 2023 oscila entre 0,1 y 136,7 µg·L^{-1}. El máximo se observa en primavera, en aguas oligohalinas muestreadas en la zona superior del estuario (E-U5) durante la bajamar. Exceptuando ese fuerte pico, el resto de los valores se encuentran en el rango normal de los estuarios del País Vasco (Figura 151). Es llamativa la gran diferencia en la concentración de clorofila entre la muestra del máximo de primavera (tomada a primera hora de la mañana) y la recogida ese día en pleamar (al comienzo de la tarde) en el mismo punto, a pesar de que la salinidad fue prácticamente idéntica en ambos casos. Como ya se vio en 2022, esto señala la fuerte variabilidad a corta escala temporal que puede presentar el fitoplancton en esa zona del estuario.

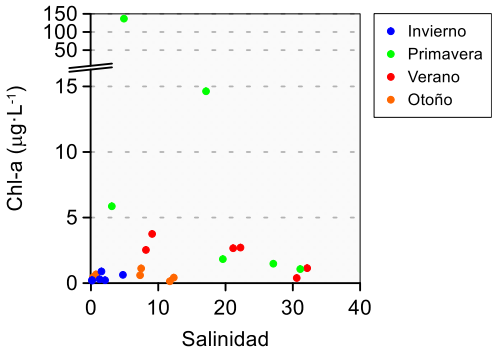


Figura 151 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Urola en las cuatro épocas de estudio durante 2023. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

La **evolución temporal de la biomasa fitoplanctónica** se ha estudiado mediante el cálculo del percentil 90 de la concentración de clorofila-a (P_{90}) en periodos móviles de seis años (Figura 152).

En las zonas media e inferior del estuario (E-U8 y E-U10) el P_{90} cumple con el objetivo de calidad para aguas mesohalinas y polihalinas, respectivamente, a lo largo de toda la serie temporal. Aunque se observan oscilaciones y en algunos periodos el P_{90} llegó a situarse muy cerca del límite de incumplimiento en la estación E-U10, desde la década de 2010 se ha dado un descenso neto (Figura 152).

En la cabecera del estuario (E-U5) el P_{90} muestra oscilaciones de gran amplitud. En el periodo 2009−2014 aumentó bruscamente y durante seis periodos consecutivos no cumplió el objetivo de calidad para aguas oligohalinas. A ello le siguió una tendencia de mejoría y en los últimos cuatro

periodos se encuentra estable en valores moderados (Figura 152).

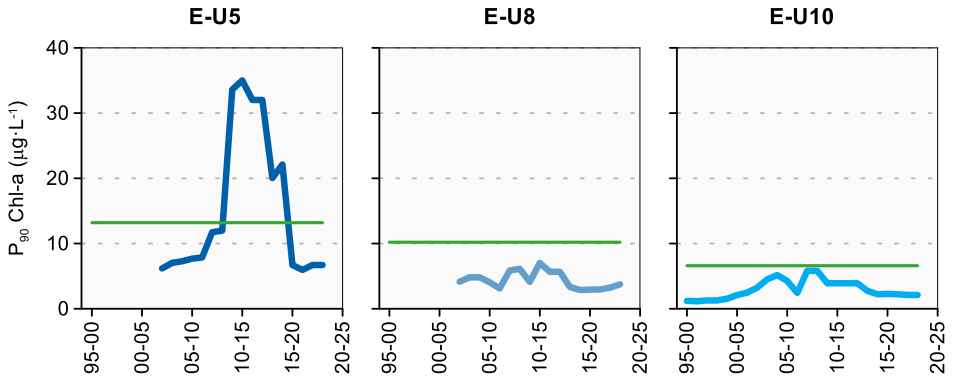


Figura 152 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Urola. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas oligohalinas (E-U5), mesohalinas (E-U8) y polihalinas (E-U10).

La tendencia de aumento del P_{90} en E-U5 fue consecuencia del aumento de la frecuencia e intensidad de los picos de clorofila durante la década de 2010. Así, las concentraciones más altas se registraron en los años 2010 (70-80 µg·L^{-1}), 2014 (46 µg·L^{-1}), 2015 (~300 µg·L^{-1}) y 2017 (114 µg·L^{-1}). Además, durante esa década se detectaron varios picos secundarios de unos 30−40 µg·L^{-1}, cuando previamente en ese rango solo había un registro (año 2002). Ello podría señalar que hubo vertidos de aguas insuficientemente depuradas en esa zona o bien aguas arriba. En la sección sobre fisicoquímica puede verse cómo las concentraciones de nitrato y fosfato también presentaron los máximos en la década de 2010, aunque cumplieran sus objetivos (Figura 146). Sobre esto último, cabe la posibilidad de que la fracción disuelta medida en esa zona, al ser asimilada por el fitoplancton, no representara totalmente la presión por nutrientes.

Por otro lado, en el seguimiento llevado a cabo por la Diputación Foral de Gipuzkoa desde 1999, muchos de los máximos de clorofila en los estuarios (incluido el Urola) se han registrado desde mediados de la década de 2010 y en primavera (Revilla et al., 2022b). En el Urola, concretamente, el máximo absoluto se ha medido en mayo de 2016 (156 µg·L^{-1}) y el siguiente valor más alto en mayo de 2021 (108 µg·L^{-1}). **En la serie de datos de E-U5 valores superiores a 100 µg·L^{-1} solo se han registrado en primavera (2015, 2017 y 2023)**. En el estudio de la Diputación se analizan también varias décadas de datos de precipitación y caudal de la cuenca del Urola, concluyéndose que la duración del estiaje se ha incrementado desde 2014. En base a ello, se señala la posible influencia de los factores climáticos sobre la biomasa del fitoplancton: básicamente, un incremento general de la insolación y, además, en la cabecera de los estuarios, del tiempo de residencia del agua.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en 2023 se dispone de datos de la estación E-U5 obtenidos en pleamar durante las campañas de primavera y verano (Tabla 124).

Tabla 124 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie, tomadas en pleamar, en la masa de agua de transición del Urola.

		10/05/2023	22/08/2023
Parámetro	Unidad	E-U5	E-U5
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	1014	1400
Diversidad	(bit·cel^{-1})	1,2	3,4
Riqueza	(*# taxa*)	15	20

El análisis de las comunidades de fitoplancton realizado en años anteriores en E-U5 mostró floraciones de criptofíceas (generalmente, *Urgorri complanatus*), dinoflagelados o euglenofíceas. En la muestra de

mayo de 2023 de nuevo *Urgorri complanatus* fue causante de un bloom ($812 \cdot 10^3$ células·L^{-1}).

La muestra de agosto muestra una abundancia celular aún más alta si consideramos el total, pero no hay un taxón que de por sí superase el umbral de bloom. Es una comunidad con mayor riqueza y diversidad que la encontrada en primavera. El taxón más abundante son unas diatomeas centrales de tamaño muy pequeño ($287 \cdot 10^3$ células·L^{-1}), seguidas de cerca por las criptofíceas *Teleaulax* spp., *Teleaulax amphioxeia* y *Hemiselmis* spp. *Urgorri complanatus* presentó $53 \cdot 10^3$ células·L^{-1}.

En la muestra de agosto la salinidad medida en superficie es ~8, bastante similar a la de mayo (~3). Esto indica que la influencia del río es muy parecida. Las condiciones en verano, sin embargo, han sido de mayor temperatura y mayores concentraciones de amonio y fosfato. En ambas muestras se observa al dinoflagelado que puede producir coloración del agua, *Kryptoperidinium foliaceum*, siendo este más abundante en la de verano ($21 \cdot 10^3$ células·L^{-1}), que en la de primavera ($0{,}2 \cdot 10^3$ células·L^{-1}). En ninguna de dichas muestras (tomadas en pleamar) la concentración de clorofila reveló el efecto de una marea roja.

En relación con el **estado asociado al fitoplancton** (Tabla 125), en el último periodo de evaluación según la clorofila para el global de la masa de agua es **Muy Bueno (EQR = 0,901).**

Tabla 125 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Urola, así como en su globalidad. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (verde: buen estado; azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a (µg·L^{-1})	Chl-a
2018-2023	E-U5	6,71	0,656
	E-U8	3,74	0,909
	E-U10	2,12	1,038
	Urola Transición	3,0272*	0,901

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

La estación E-U5 es la única que presenta periodos en los que el fitoplancton no ha alcanzado el buen estado, como puede verse en la anterior Figura 152, pero esta estación representa el 12% de la superficie del estuario y, por tanto, tiene poco peso en la clasificación global.

En el conjunto de la masa de agua el EQR del fitoplancton ha mostrado generalmente buen estado, aunque con oscilaciones que le llevaron a estado moderado en la evaluación realizada en 2015 (periodo 2010−2015). A partir de entonces presentó una tendencia de mejoría, que parece haberse estabilizado recientemente en valores altos de calidad (Figura 153).

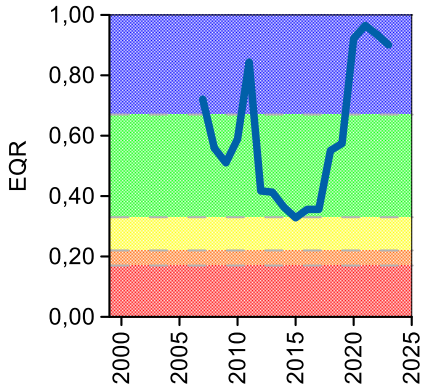


Figura 153 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Urola a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado).

12.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2004 y 2022, por lo que la evaluación de 2023 corresponde a la campaña de 2022. En la Tabla 126 se muestran los resultados obtenidos en dichas campañas para cada una de las estaciones a las que se adscriben las zonas estudiadas y para el global de la masa de agua.

La calificación obtenida en 2022 fue de **Buen Estado** para las tres estaciones que representan la masa de agua y, por tanto, también para el global (Tabla 126). Este resultado responde, básicamente, al bajo ratio de cobertura de clorofíceas, respecto a la cobertura vegetal total, y a los valores entre moderados y altos de riqueza específica, y entre moderados y bajos de algas indicadoras de contaminación, con valores más variables de coberturas del resto de algas.

Tabla 126 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Urola, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

Campaña	Estación			Global
	E-U5	**E-U8**	**E-U10**	
2004	0,250	0,546	0,336	0,443
2007	0,250	0,461	0,336	0,399
2010	0,500	0,627	0,594	0,608
2013	0,500	0,875	0,639	0,757
2016	0,500	0,750	0,705	0,721
2019	0,750	0,750	0,758	0,753
2022	0,750	0,750	0,769	0,758

La calificación obtenida es igual a las de las cuatro campañas previas, mejor que la correspondiente a las dos primeras campañas completadas en el estuario, en que se obtuvo una calificación de Estado Moderado, confirmando la mejora detectada entre las campañas de 2007 y de 2010. En cualquier caso, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello por lo que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

12.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un tramo interno en el que la comunidad de macroinvertebrados se encuentra dominada por el isópodo *C. carinata*, los moluscos *S. plana* y *P. ulvae*, y el poliqueto *S. eunateae*. Se trata de taxones habituales en la 'Comunidad de *Scrobicularia plana-Cerastoderma edule*', común en los estuarios vascos. La densidad estimada para la presente campaña de 2023, así como la biomasa y la diversidad específica (Tabla 127), se consideran moderadas en relación con los promedios históricos de la estación (1.719 ind·m^{-2}, 2,36 g·m^{-2} y 1,96 bit·ind^{-1}, respectivamente), mientras que riqueza específica es de las más altas de las registradas en la estación (en promedio, 9 *taxa*). Dominan las especies que se adscriben al GE III y entre las que se encuentran muchas de las especies características de medios estuáricos, lo que hace que la calificación de la comunidad presente en la estación sea de ligeramente alterada (AMBI=3,1).

La segunda de las estaciones muestreadas en el estuario presenta una composición específica similar a la de las pasadas campañas, con dominancia de los oligoquetos, del bivalvo *S. plana*, el poliqueto *H. diversicolor*, el gasterópodo *P. ulvae* y el poliqueto *S. eunateae*. Cabe resaltar que se ha vuelto a identificar en la estación el anfípodo de origen asiático *G. japonica*, que apareció por primera en esta estación en la campaña de 2016, y que no se registró en la pasada campaña de 2022. El valor estimado de densidad (Tabla 127) es bajo en comparación con el promedio histórico (3.353 ind·m^{-2}), con un valor de riqueza moderado (promedio histórico de 14 *taxa*). También en este caso, dominan las especies

adscritas al GE III, aunque la presencia también importante de especies oportunistas de primer orden hace que la calificación de la estación en función de AMBI sea de alteración moderada (AMBI=4,1).

Tabla 127 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Urola, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

		ESTACIÓN		
Parámetro	Unidad	E-U5	E-U8	E-U10
Densidad	(ind·m^{-2})	1.452	2.563	1.489
Biomasa	(g·m^{-2})	2,359	1,751	1,074
Riqueza	(*# taxa*)	12	16	19
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	2,66	2,18	2,70
Equitabilidad densidad		0,74	0,55	0,64
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	1,92	1,57	2,21
Equitabilidad biomasa		0,54	0,39	0,52
Diversidad máxima	(bit)	3,58	4,00	4,25
AMBI		3,090	4,092	3,139
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Moderada	Alteración Ligera
M-AMBI$_{estación}$		0,940	0,848	0,699
M-AMBI$_{global}$		0,760		

Por último, en el tramo exterior la composición específica de la comunidad muestreada es similar a la de las estaciones anteriores. Así, las especies dominantes son *S. plana*, *G. japonica* y *S. eunateae*. En este punto, cabe destacar que el anfípodo *G. japonica* se encuentra entre las especies dominantes. La densidad y la diversidad estimadas para la estación (Tabla 127) son moderadas en comparación con los promedios históricos (1.960 ind·m^{-2} y 2,11 bit·ind^{-1}), con un valor de riqueza superior al promedio (14 *taxa*) y biomasa baja. Como en las dos estaciones anteriores, dominan las especies adscritas al GE III, con una calificación de la estación en función de AMBI de alteración ligera (AMBI=3,1).

Los valores de M-AMBI estimados para 2023 indican Muy Buen Estado para las dos estaciones más interiores, con **Buen Estado** en la zona exterior (Tabla 127) y, debido a la mayor superficie relativa de la que es representativa la estación E-U10, para el global de la masa de agua.

La estación más interior (E-U5), que comenzó a muestrearse en la campaña de 2002, parece presentar una tendencia positiva. Del mismo modo, también en el tramo medio parece observarse una ligera tendencia positiva con una fuerte variabilidad interanual que llevó a que, en la campaña de 2012, la estación presentara el menor valor de EQR del seguimiento, con una calificación de Estado Moderado.

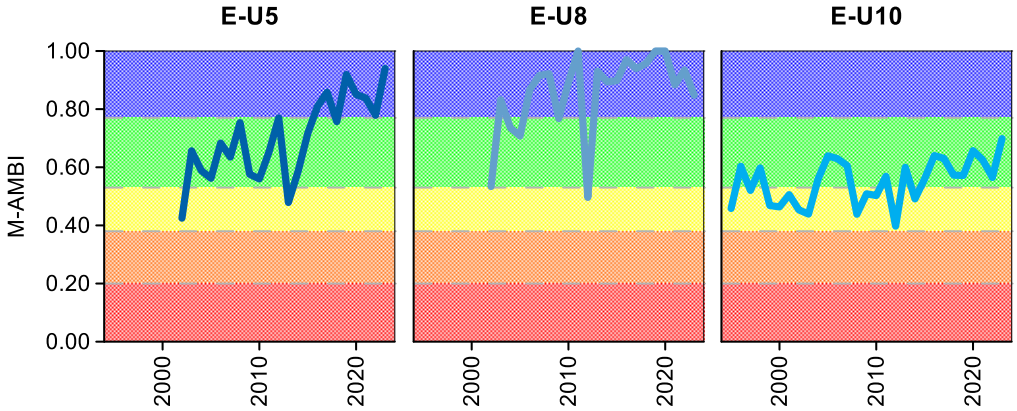


Figura 154 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Urola a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

En cambio, en la zona exterior (E-U10) no se observa ninguna tendencia a largo plazo y los valores de

M-AMBI oscilan de modo que la calificación de la zona varía, a lo largo del seguimiento, entre el Estado Moderado y el Buen Estado. (Figura 154), aunque sí parece detectarse cierta tendencia positiva a partir del mínimo registrado en la campaña de 2012. En este último caso, hay que hacer notar que la parte externa, desde astilleros Balenciaga hasta la bocana, se ha dragado repetidas veces, pudiendo verse afectado el estado de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos. Además, casi todas las primaveras se trasvasan las arenas de la bocana (unos 24.000 m^3 en 2022) a la playa adyacente.

12.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2021. Los muestreos se han realizado trienalmente desde 2004. Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 144. Además de los datos de la "Red de Seguimiento", disponemos también de los datos obtenidos en 1996 e incluidos en el informe "Estudio de la calidad biológica de los sedimentos de los estuarios interiores de los ríos Oria y Urola" (Borja et al., 1996), realizado para la Diputación Foral de Gipuzkoa.

En todos estos años han sido identificados 33 taxones, 17 de peces y 15 de crustáceos. Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

Tal y como se muestra en la Figura 155, la frecuencia de aparición de todas ellas difiere año a año, presentando un mínimo de riqueza en 2013, y un máximo en 2016 y 2019.

El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo con la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- los taxones capturados el 100% de las ocasiones son dos: *Carcinus maenas* (cangrejo verde) y *Solea solea* (lenguado común).
- la mitad de los taxones registrados aparecen de forma ocasional (1-2 apariciones a lo largo de toda la serie de datos).
- la especie *Raja undulata* (raya mosaico) aparece por primera vez en el Urola en 2022.
- Desde 2016, es continua la presencia de la especie alóctona e invasora *Hemigrapsus takanoi* (cangrejo japonés) (Asakura y Watanabe, 2005; Martinez y Adarraga, 2005, 2006; Dauvin, et al., 2009).

En cuanto a los parámetros estructurales, la Figura 156 presenta su evolución por estación entre 1995 y 2022. En 2022 se percibe una ligera disminución en la mayoría de los parámetros, excepto la estación interna, estación donde la diversidad incrementa su valor alcanzando el máximo histórico.

En líneas generales, no se observan tendencias significativas que indiquen un incremento o descenso significativo de la riqueza, abundancia y diversidad a lo largo del tiempo. Los grandes picos de abundancias detectados en las tres estaciones corresponden a la captura máxima de *Carcinus maenas* (cangrejo verde), quisquillas del género Palaemon y cabuxinos del género Pomatoschistus. El análisis de la serie histórica indica un empobrecimiento general del sistema, donde predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo "dientes de sierra".

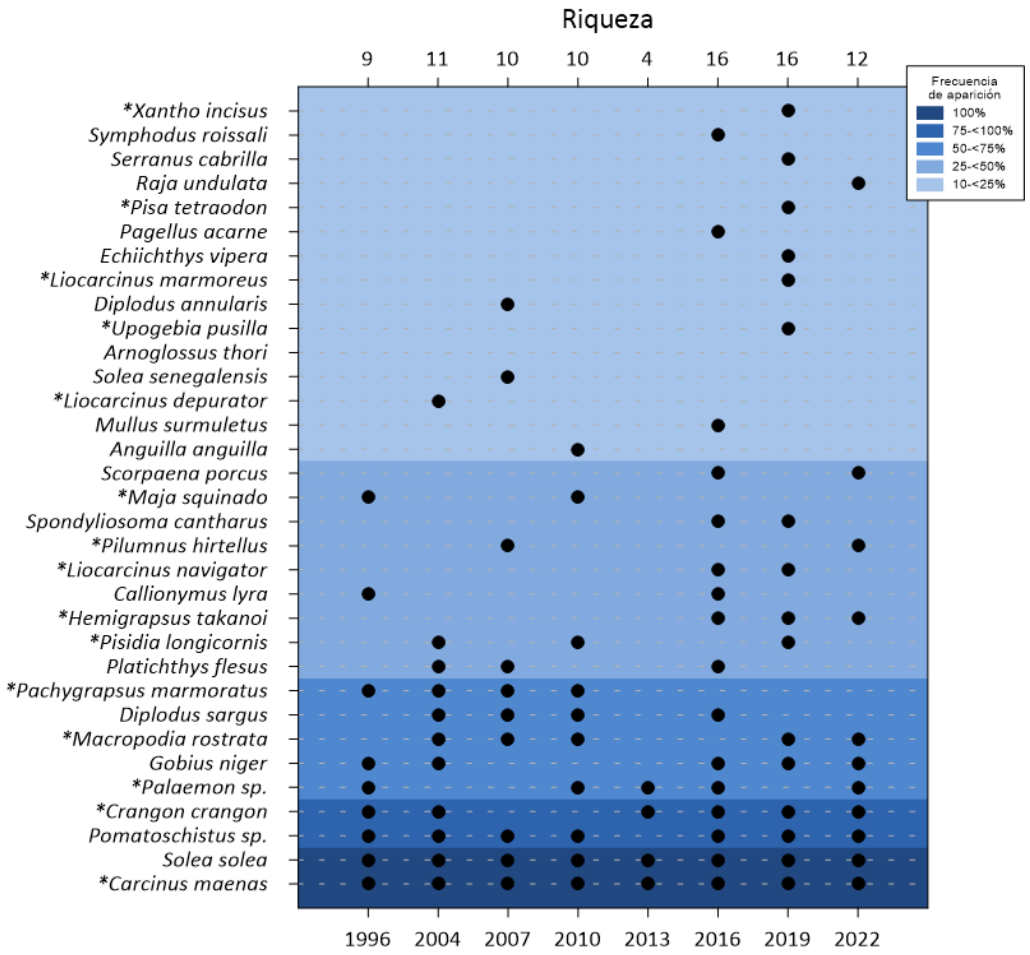


Figura 155 Listado de especies capturadas en el estuario del Urola (1996-2022). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

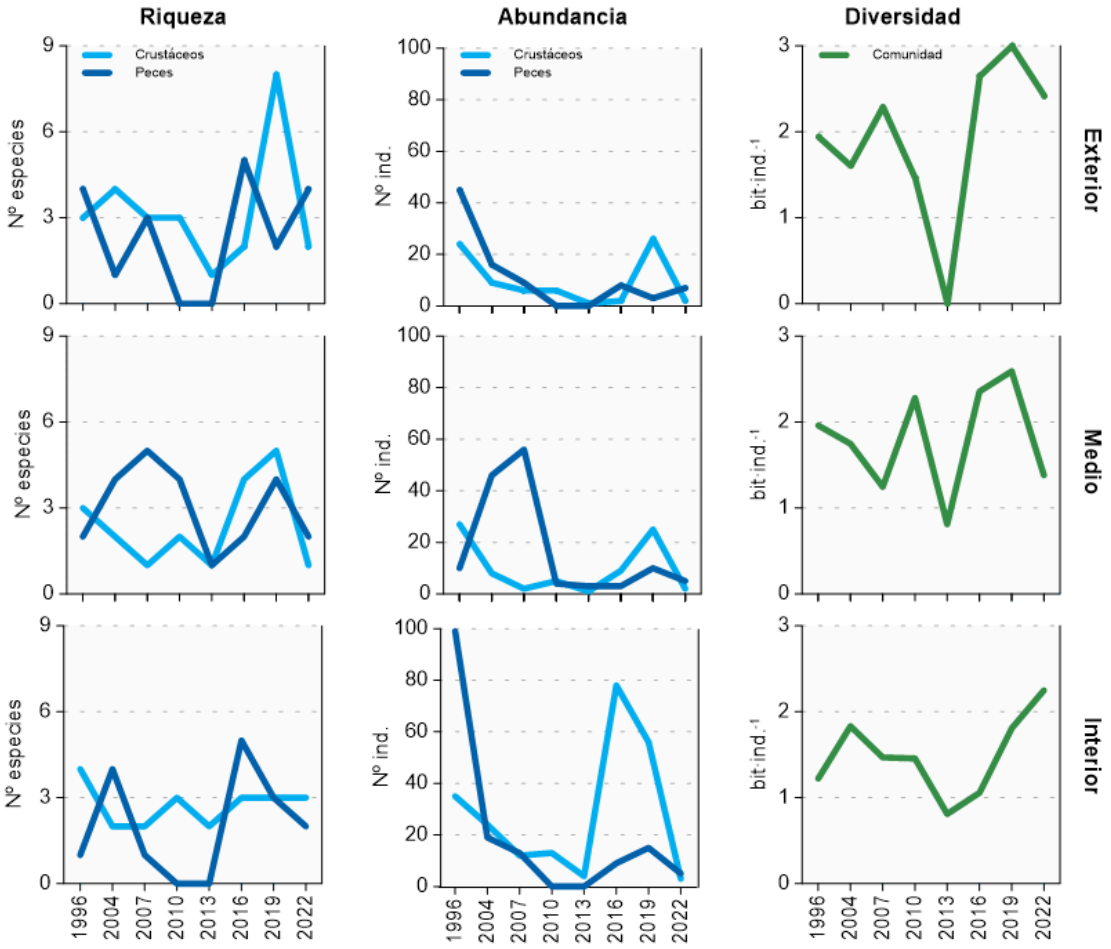


Figura 156 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Urola entre 1996 y 2022.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2022 la valoración global de la masa de agua alcanza la calificación de **Muy Bueno** (Figura 157), con un valor de AFI superior al obtenido el año anterior.

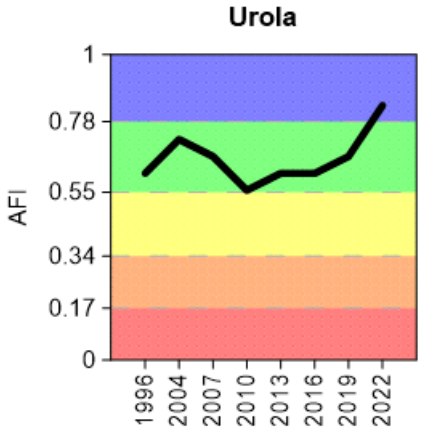


Figura 157 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Urola entre 1996 y 2022. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17). AFI: AZTI's Fish Index.

La Figura 157 muestra la evolución temporal de la calidad biológica a lo largo de toda la serie de datos, donde, tras el empeoramiento progresivo de la calidad experimentado durante la década de 2000 (alcanzando en 2010 los valores más bajos de toda la serie de datos), los últimos años el sistema

recupera calidad progresivamente, mostrando una ligera tendencia positiva. Entre las acciones que pudieran haber afectado a la calidad del estuario en dicha década, están la construcción del puerto deportivo, los dragados realizados algunos años (que se siguen haciendo en años recientes), así como los vertidos residuales e industriales habidos hasta antes de la entrada en funcionamiento de la EDAR en febrero de 2007.

Con el fin de comprobar si los datos obtenidos en 2022 (Borja et al., 2023) fueron correctos o resultado de un artefacto de muestreo, en 2024 se prevé utilizar el método AFI y el método belga (Estuarine Biotic Index, EBI sus siglas en inglés), método ya intercalibrado (European Commission, 2024) y adaptado a las características de Francia. El método belga está basado en el arte de pesca del butrón. Una vez obtenidos suficientes resultados y si se considera que los resultados son consistentes con el conocimiento de los estuarios y las presiones existentes, se trataría de obtener la autorización de la Comisión para su uso oficial, dejando así de usar AFI en los estuarios en los que el arrastre presente problemas.

12.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica de **Moderado**, debido a algunas alteraciones en los márgenes.

Tabla 128 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa de transición del Urola
Alteración de la línea de costa 1a	3
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	1
Alteración del lecho 3a	1
Cambio de hábitat 3b	3
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,50 Deficiente
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Variación del caudal del río 7a	1
Cambio en el tiempo de residencia 7b	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	0
Cambio en la turbidez 8b	0
Cambio en la estratificación 9a	0
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,97 Muy bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,66 Moderado

13.

Masa de transición del Oria

13.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua del Oria, la Red de Vigilancia cuenta con dos estaciones estuáricas. Por otro lado, trienalmente entre 2003 y 2021 se muestrearon 11 estaciones para el estudio de macroalgas y tres estaciones para el estudio de vida piscícola en el estuario. Además, desde 2021 se ha considerado una estación de biomonitores (moluscos). Las posiciones de todas ellas se pueden ver en la Figura 158.

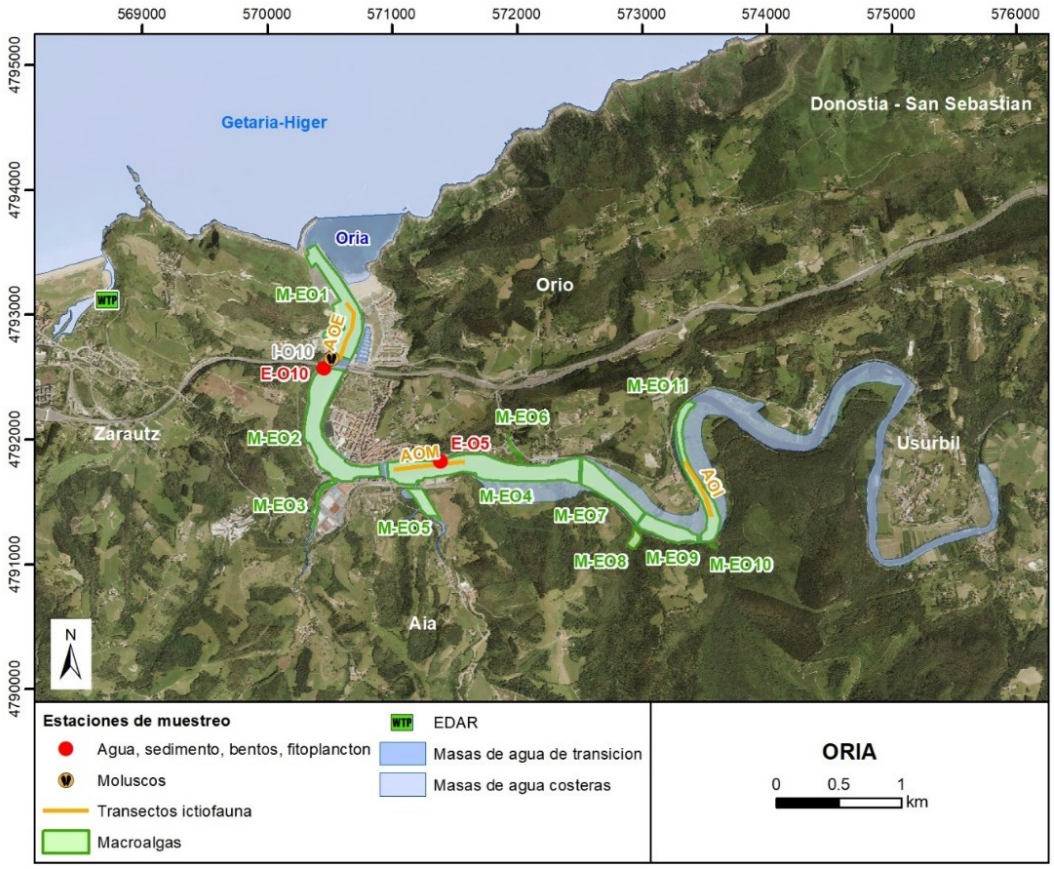


Figura 158 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Oria.

La masa de agua de transición del Oria se diagnostica en la campaña 2023 en un **Estado Bueno**, puesto que tanto el estado ecológico como el químico se diagnostican en buen estado (Tabla 129 y Figura 159). Esta situación de cumplimiento de objetivos medioambientales se ha dado los últimos seis

años (Figura 159), habiéndose dado el último incumplimiento del estado ecológico en 2017.

Tabla 129 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Oria en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado Ecológico	Estado químico	Estado
E-O5	Orio (rampa)	MB	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B
E-O10	Orio (puente de la autopista)	B	B	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	B
Oria Transición		MB	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B

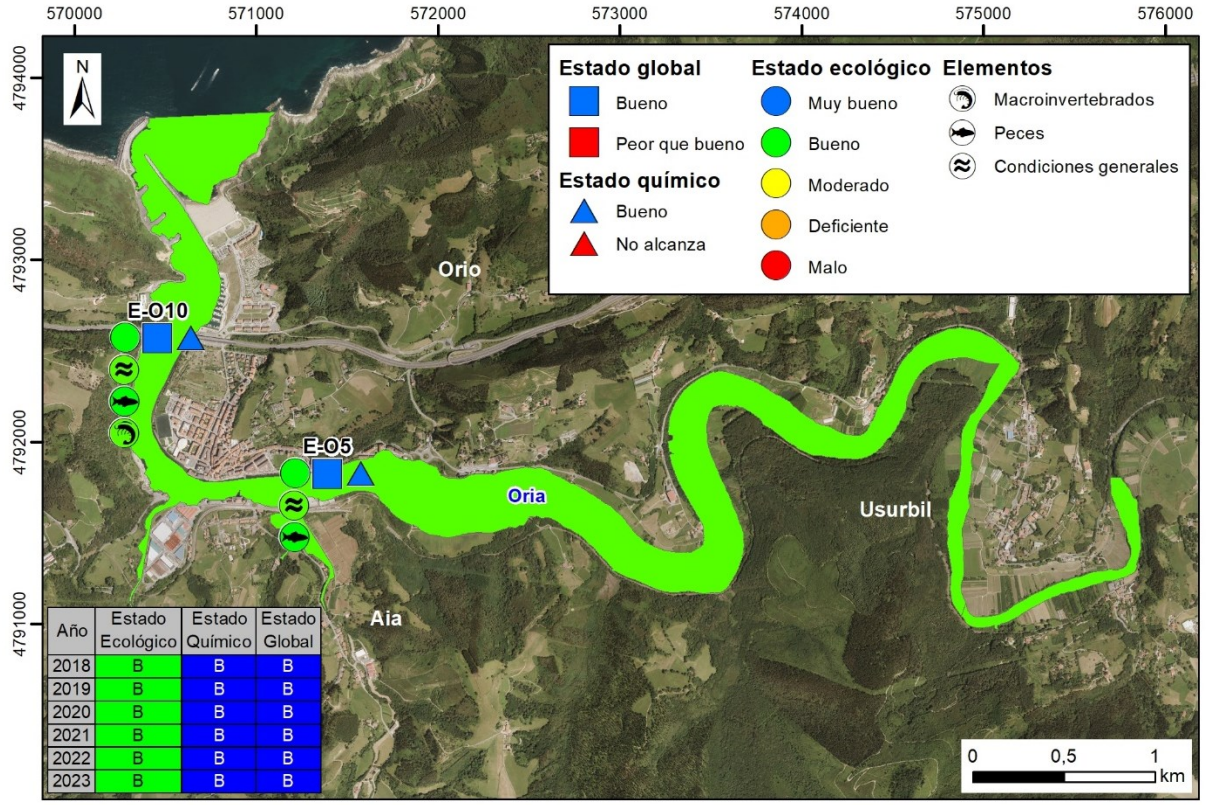


Figura 159 Masa de agua de transición del Oria: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Desde que se realizó en 2004 el primer estudio de presiones e impactos en esta masa de agua, se ha ido avanzando mucho en saneamiento, tanto en la cuenca como en el propio estuario. Esto tiene su reflejo en la mejoría de indicadores fisicoquímicos asociados a aguas, especialmente en la parte interna, que es la que recibe en primer lugar la influencia del río. Así, en la zona interna se observa una bajada de la concentración de amonio y un incremento de oxígeno. En toda la masa, en años recientes, se observan las concentraciones más bajas de la serie en cadmio, zinc, plomo o mercurio disueltos. En sedimentos, en la parte externa, disminuye la materia orgánica y aumenta el potencial redox.

La mejora en la fisicoquímica en el interior del estuario se refleja en el aumento de la calidad de los elementos biológicos. Sin embargo, a la par del avance en el saneamiento, se han dado algunas actuaciones, como la consolidación de márgenes y dragados en el cauce (por ejemplo, entre abril y julio de 2018 se extrajeron 100.000 m^3 de sedimento), que podrían explicar por qué los

macroinvertebrados en la parte externa a veces están en estado moderado. Entre finales de 2021 y principios de 2022 se ha llevado a cabo el dragado del muelle de tablestacas y del fondeadero interior, extrayendo aproximadamente 100.000 m^3 de sedimento.

13.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

13.2.1. Aguas

13.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica (nutrientes, oxígeno) de las masas de agua superficial naturales, las estaciones E-O5 y E-O10 cumplen los objetivos de calidad. En ambas estaciones la media calculada para cada variable en los últimos seis años se califica como en estado Muy Bueno para la saturación de oxígeno y la concentración de amonio y fosfato, y Bueno para el nitrato (Tabla 130). La masa de agua de transición de Oria se encuentra en un estado fisicoquímico **Bueno**.

Tabla 130 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Oria mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-O5	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		101,38	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤34,3	1,6	3,83	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤121,3	1,6	37,67	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤3,39	0,16	0,59	Muy Bueno
E-O10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		103,15	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤18,6	1,6	3,30	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤52,3	1,6	30,74	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤1,82	0,16	0,45	Muy Bueno

En la Figura 160 se muestra la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las dos estaciones del estuario (E-O5 y E-O10), en el periodo de 1994 a 2023.

En las series de datos disponibles, se observa una tendencia significativa ($p<0,05$) al aumento de la saturación de oxígeno y un descenso significativo ($p<0,05$) de la concentración de amonio y fosfato. Además, en la estación E-O10 también se detecta un descenso significativo ($p<0,01$), en la concentración de nitrato a lo largo de la serie histórica (Figura 160). El nitrato no presenta ninguna tendencia que indique un incremento o descenso significativo en la estación E-O5 (Figura 160).

En general, se observa que se cumplen los objetivos de calidad en su totalidad a lo largo del periodo de estudio. Esta mejora podría estar relacionada con la eliminación progresiva de algunas presiones y con que se ha ido completando el saneamiento en la cuenca y el estuario.

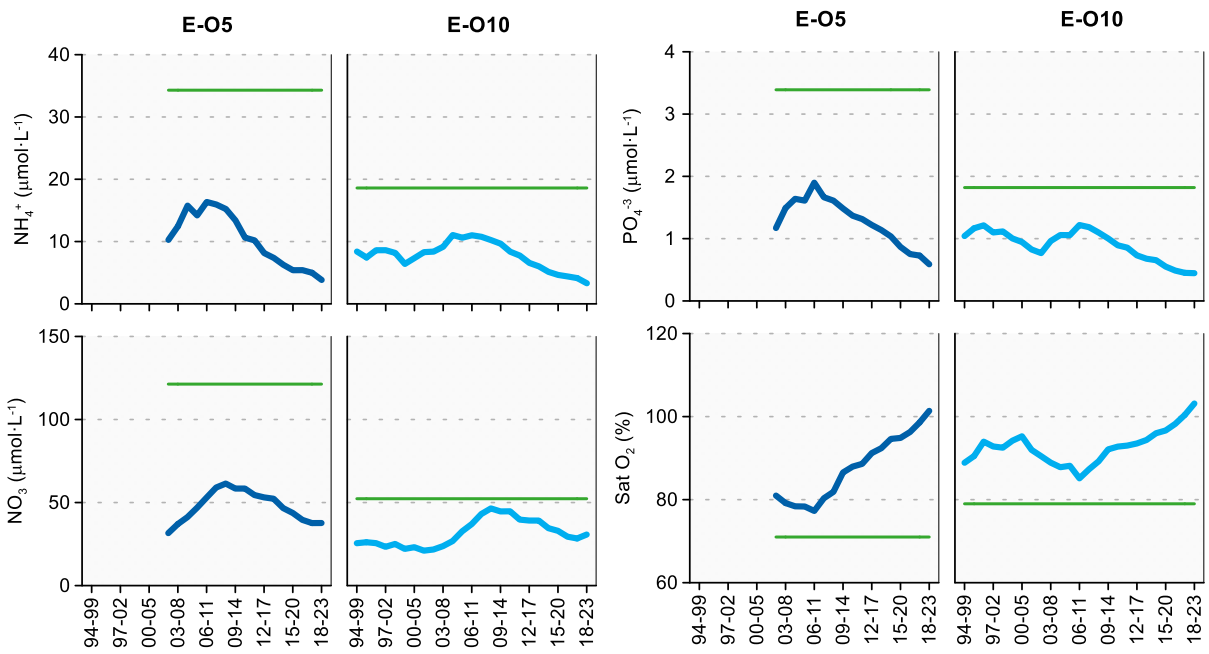


Figura 160 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones E-O5 y E-O10 de la masa de agua de transición del Oria en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

En cuanto a la evolución temporal del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años, la estación E-O5 muestra una tendencia significativa ($p<0,05$) al aumento a lo largo del tiempo, lo que indica una mejoría. Sin embargo, la estación E-O10 no presenta una tendencia temporal significativa, aunque va aumentando desde 2011 (Figura 161). En los últimos años las dos estaciones presentan un estado fisicoquímico muy bueno.

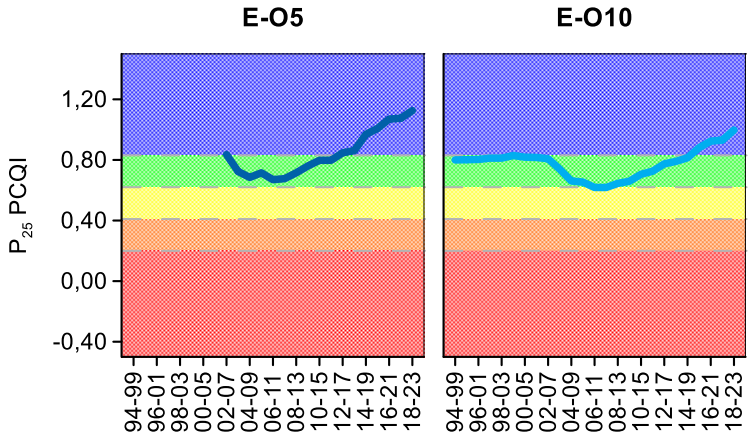


Figura 161 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de las estaciones de muestreo E-O5 y E-O10 de la masa de agua de transición del Oria. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

13.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa presenta **Muy Buen Estado**, siendo también muy bueno para las dos estaciones de la masa (Tabla 131), como viene ocurriendo desde 2008.

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2023 indica que, en esta masa de agua, de forma global, se **alcanza el buen estado químico** (Tabla 132).

Desde 2008, esta masa viene cumpliendo el estado químico, excepto en 2011, año en el que no se alcanzó por la superación de la norma correspondiente al sumatorio de Benzo(g,h,i)perileno e Indeno(1,2,3-cd)pireno en la estación E-O10.

Tabla 131 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua de transición del Oria en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-O5	E-O10	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	10,0	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 132 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oria en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-O5	E-O10	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0007	0,0008	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 162 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con normas de calidad establecidas. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo (E-O5 y E-O10) hasta el año 2006; desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

A lo largo de la serie temporal níquel, zinc y cobre han cumplido siempre las normas de calidad (excepto puntualmente el níquel, en E-O10). En cambio, cadmio y plomo, que incumplían al comienzo de la serie, cumplen desde 2011-2012 (también lo hace el mercurio desde 2012). Las tendencias a la reducción de la concentración se aprecian en cadmio, zinc y plomo (Figura 162).

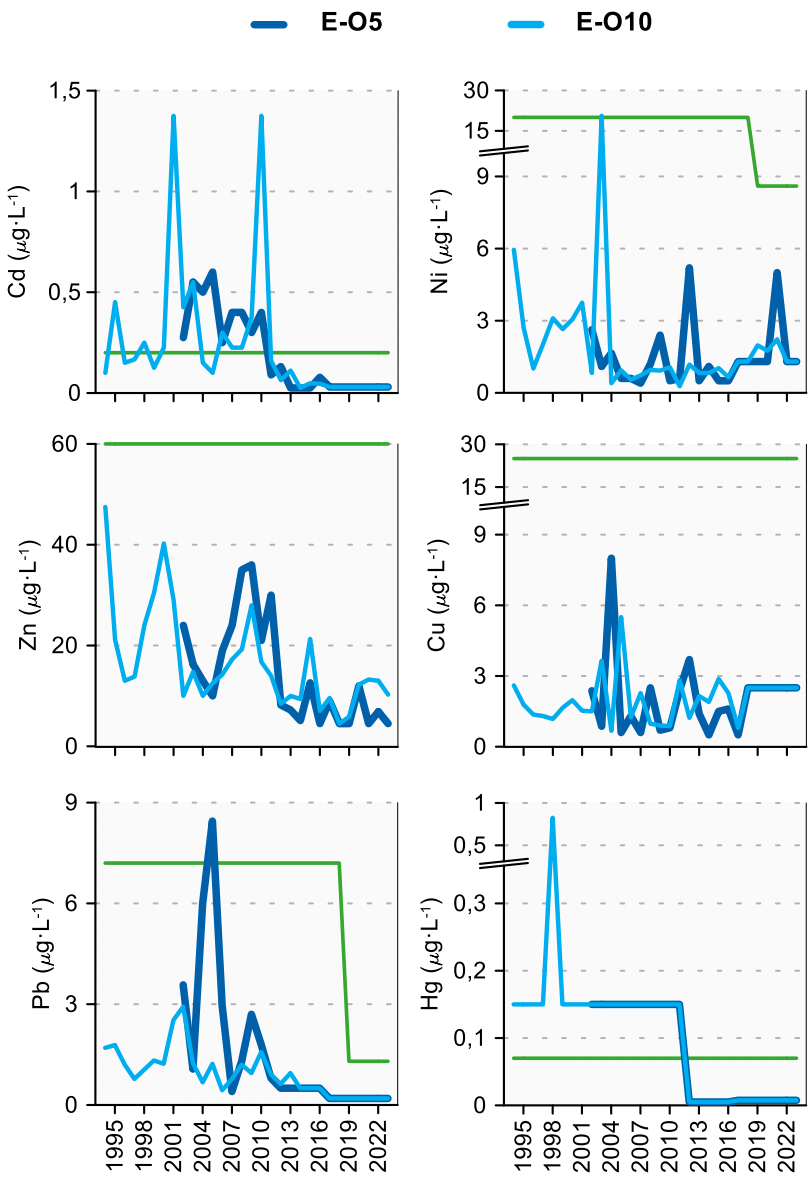


Figura 162 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Oria en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

13.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de este estuario se muestrearon en enero de 2023 en ambas estaciones. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años.

En la presente campaña, la estación más interna (E-O5), con mayor contenido en materia orgánica, muestra un sedimento limo-arenoso, mientras que en la estación más externa (E-O10) es arenoso (Tabla 133). En lo que refiere a la evolución temporal, el potencial redox en la estación E-O10 presenta un incremento discontinuo desde la campaña de 2008, acorde con un descenso estadísticamente significativo en el contenido en materia orgánica (Figura 163). No se observan tendencias claras en estos parámetros en la estación interior E-O5.

En relación con el contenido en metales, en la campaña de 2023 se obtiene una concentración similar en metales en ambas estaciones (Tabla 133).

Tabla 133 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Oria en la campaña de invierno de 2023.

E-O5 (Fecha de muestreo: 24/01/2023)				E-O10 (Fecha de muestreo: 24/01/2023)			
Gravas (%)	0	Cd	0,19	Gravas (%)	6,2	Cd	0,13
Arenas (%)	35,8	Cr	46	Arenas (%)	93,8	Cr	76
Limos (%)	64,2	Cu	44	Limos (%)	0,1	Cu	30
MO (%)	6,0	Hg	0,14	MO (%)	0,8	Hg	0,14
Eh (mV)	-9	Ni	27	Eh (mV)	348	Ni	35
		Pb	42			Pb	42
		Zn	180			Zn	187

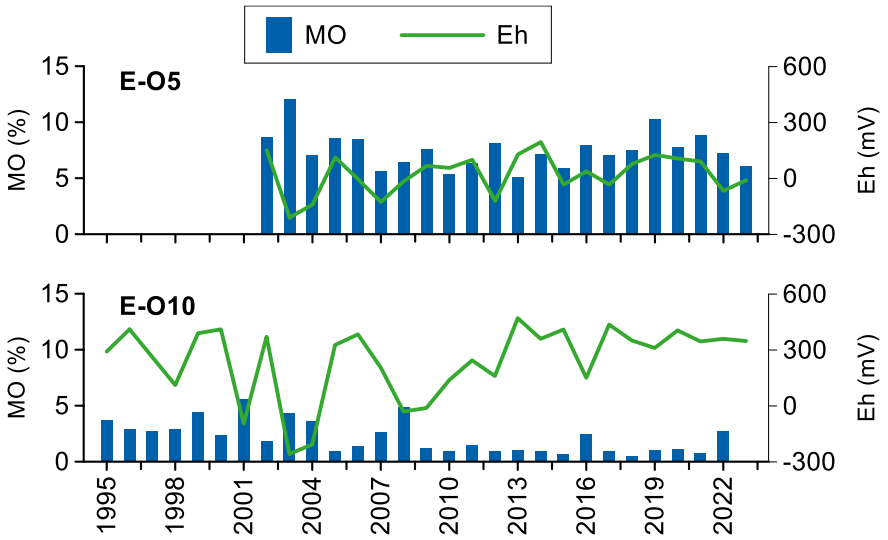


Figura 163 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Oria (muestreos de invierno).

La Figura 164 muestra la evolución temporal en la concentración de metales desde 1995, en la estación E-O10, y desde 2002, en la estación E-O5.

Destacan los valores máximos observados en 2018 en E-O10 en las concentraciones de Cr, Cu, Hg y Ni. En E-O5 destacan los máximos de Cd, en 2003, y de Zn, en 2011. Se observa una tendencia ascendente significativa en la concentración de Ni en la estación E-O10. Por el contrario, la estación más interior, E-O5, muestra una tendencia descendente significativa en Cu y Zn.

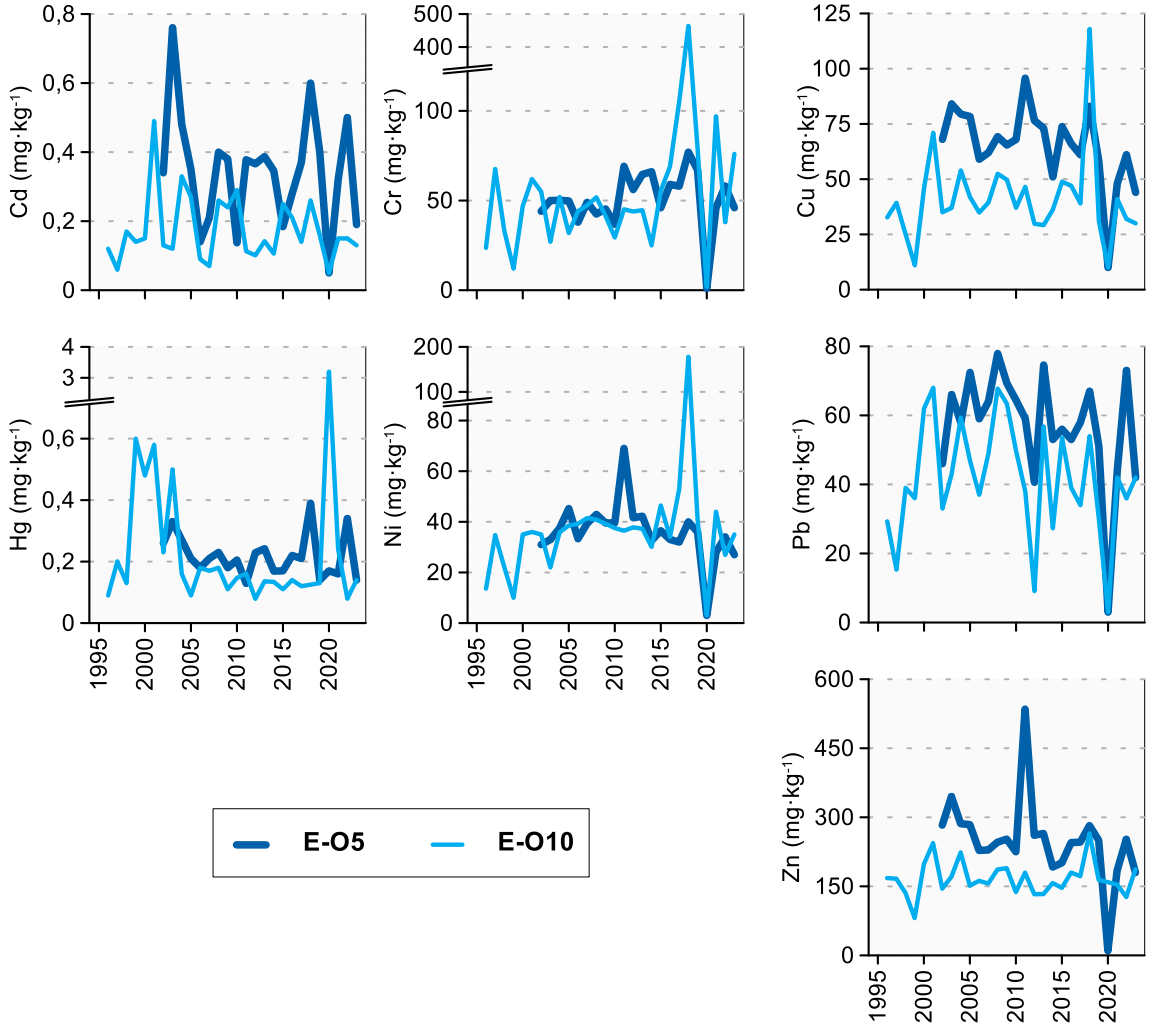


Figura 164 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Oria (muestreos de invierno).

13.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2023, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-O10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo, que se presentan en la Tabla 134, se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota).

Tabla 134 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oria en 2023, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA: norma de calidad ambiental; LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-O10	Global
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,21	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Las ostras son filtradoras y pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. Por ello, de cara a la evaluación del estado químico sobre la misma sustancia o familia, los resultados en biomonitores prevalecen sobre los resultados en las aguas. Por lo tanto, teniendo en cuenta conjuntamente los resultados obtenidos en aguas y en biomonitores, la masa de transición del Oria alcanza el buen estado químico.

13.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

13.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La concentración de **clorofila-a** en 2023 oscila entre valores cercanos al límite de cuantificación y un pequeño pico de 2,3 $\mu g \cdot L^{-1}$, medido en primavera en la estación más interna y durante la bajamar. El gradiente salino observado es estrecho, ya que no recoge ni condiciones polihalinas, ni euhalinas (Figura 165).

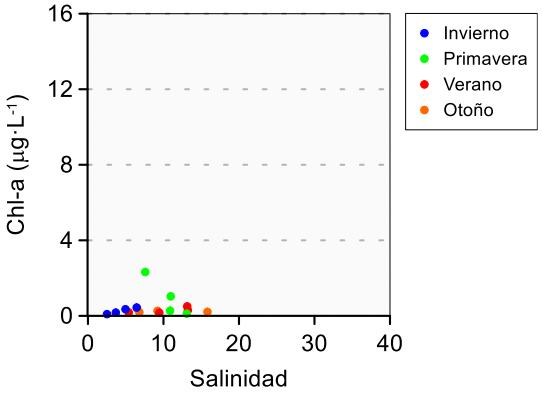


Figura 165 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Oria en las cuatro épocas de estudio durante 2023. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

En 2023, exceptuando una floración registrada en mayo, los valores de clorofila también son bajos, algo habitual en este estuario y coherente con el corto tiempo de residencia del agua. La cuenca del Oria es una de las más extensas de la CAPV y el volumen medio de aportación de agua desde los tributarios es también alto. Los sistemas como éste, donde la relación del volumen total del estuario frente al caudal fluvial es muy baja, funcionan más como exportadores de nutrientes a las áreas costeras adyacentes, que como zonas de producción fitoplanctónica "in situ" (Valencia et al., 2004b).

Con el fin de estudiar **la evolución de la biomasa fitoplanctónica a largo plazo**, se ha calculado el valor del percentil 90 de la clorofila-a (P_{90}) en periodos móviles de seis años. Tal y como muestra la Figura 166, ambas estaciones cumplen con el objetivo de calidad a lo largo de la serie temporal, aunque en la zona superior del estuario (E-O5, mesohalina) se observan oscilaciones de mayor amplitud.

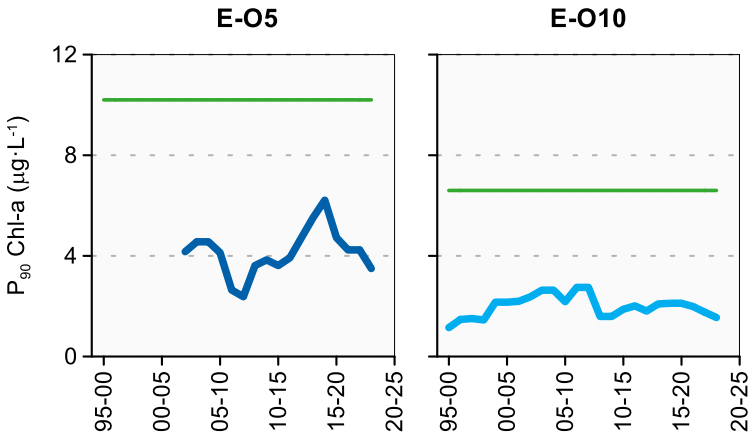


Figura 166 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oria. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas mesohalinas (E-O5) y polihalinas (E-O10).

En la zona inferior del estuario (E-O10, polihalina), donde la serie es más larga, las oscilaciones del P_{90} son muy leves (entre aproximadamente 1 y 3 $\mu g \cdot L^{-1}$). En las desembocaduras de otros estuarios del País Vasco también se aprecian variaciones a largo plazo en el P_{90}, dentro de un rango de valores que no indica un impacto significativo sobre las comunidades biológicas (por ejemplo, en el Butroe, en el Deba y en el Bidasoa). Dichas oscilaciones probablemente no respondan, o no lo hagan únicamente, a cambios en la presión antrópica. Entre las causas que podrían provocarlas se puede apuntar a factores naturales, meteorológicos y oceanográficos, como insolación, pluviosidad, grado de estratificación y mezcla, procesos de afloramiento y hundimiento, etc., que actúan a escalas espaciales más amplias y afectan también a zonas más exteriores de la plataforma costera (Revilla et al., 2012).

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en 2023 no se tomaron muestras para la caracterización de estas variables en el estuario del Oria (al igual que desde 2020). Sin embargo, en los informes de 2002 a 2019 se dispone de datos de primavera y verano, para las aguas de superficie en condiciones de pleamar. Con ellos, se ha visto que presenta una baja frecuencia de floraciones a lo largo de toda la serie temporal y que los máximos de densidad celular son relativamente bajos en comparación con los de la mayoría de los estuarios intermareales del País Vasco. Todo ello es coherente con el corto tiempo de residencia del agua de este estuario, lo que le confiere una baja susceptibilidad a la eutrofización.

En la Tabla 135 se muestra el **estado asociado al fitoplancton** que resulta de la evaluación realizada con el indicador de biomasa (la clorofila-a). La estación de cabecera presenta un EQR algo más bajo, pero ambas alcanzan la máxima categoría, **Muy Bueno.** Esta calificación le corresponde también al global de la masa de agua, con **EQR = 1,064.**

Tabla 135 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oria, así como en su globalidad. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (azul: muy buen estado).

Periodo	Estación	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2018-2023	E-O5	3,50	0,971
	E-O10	1,55	1,419
	Oria Transición	2,7785*	1,064

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

Como puede verse en la Figura 167, la clorofila-a indica que el estado del fitoplancton en el global de la masa de agua presenta a largo plazo cierta variabilidad. Sin embargo, ha alcanzado la máxima categoría en la mayoría de las evaluaciones, únicamente en la de 2019 (periodo 2014-2019) quedó clasificado en buen estado.

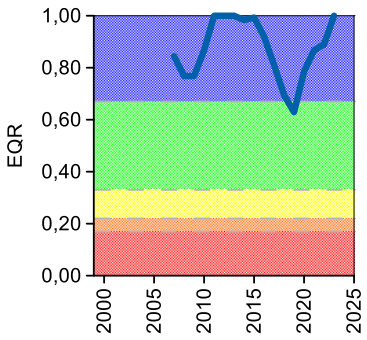


Figura 167 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Oria a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

13.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2003 y 2021, por lo que la evaluación de 2023 corresponde a la campaña de 2021. En la Tabla 136 se muestran los resultados obtenidos en dichas campañas para cada una de las estaciones a las que se adscriben las zonas estudiadas y para el global de la masa de agua.

Tabla 136 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oria, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado).

Campaña	Estación			Global
	-	E-O5	E-O10	
2003	0,473	0,622	0,350	0,526
2006	0,575	0,459	0,250	0,450
2009	0,501	0,497	0,307	0,460
2012	0,594	0,526	0,391	0,518
2015	0,510	0,487	0,375	0,471
2018	0,589	0,594	0,404	0,554
2021	0,584	0,511	0,571	0,544

La calificación obtenida en 2021 fue de estado moderado para la estación más interna, buen estado para el tramo exterior, y para el tramo más interior del estuario, no representado por ninguna estación. Sin embargo, la mayor superficie relativa representada por la estación E-O5 limitó la calificación para el global de la masa de agua a **Estado Moderado** (Tabla 136), manteniéndose la misma calificación de toda la serie histórica. Esta calificación viene determinada por los altos valores para la cobertura de especies tolerantes a la contaminación, y por la baja a moderada cobertura de especies no tolerantes.

Los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello por lo que, se evalúa el estado, pero no se utiliza en la evaluación final.

13.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un tramo interno en el que la comunidad de macroinvertebrados se encuentra dominada por el isópodo *C. carinata*, por los moluscos *S. plana* y *P. ulvae*, y por el poliqueto *A. romijni*, todas ellas especies características de la 'Comunidad de *Scrobicularia plana-Cerastoderma edule*'. El valor de densidad estimado para la presente campaña de 2023 (Tabla 137) es inferior al promedio histórico para la estación (3.087 ind·m^{-2}), con una riqueza específica mayor que el promedio histórico (12 *taxa*). La dominancia de especies tolerantes a la alteración, que se adscriben al GE III, hace que la estación quede calificada como moderadamente alterada, en términos de AMBI (3,3).

Tabla 137 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Oria. También se muestra la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	E-O5	E-O10
Densidad	(ind·m^{-2})	2.171	55
Biomasa	(g·m^{-2})	3,768	0,151
Riqueza	(# *taxa*)	14	7
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	2,93	2,66
Equitabilidad densidad		0,77	0,95
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	1,92	1,85
Equitabilidad biomasa		0,50	0,66
Diversidad máxima	(bit)	3,81	2,81
AMBI		3,331	0,838
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Nula
M-AMBI$_{estación}$		1,000	0,612
M-AMBI$_{global}$		0,856	

En el tramo más exterior, en cambio, a pesar de que las especies presentes se consideran características de la 'Comunidad de *Scrobicularia plana-Cerastoderma edule*', en la presente campaña, como en algunas de las previas, faltan algunas de las habituales (*H. diversicolor* o *Streblospio shrubsolii*). La baja densidad estimada (Tabla 137), previene de hablar de especies dominantes. Del mismo modo, la riqueza específica es la menor de entre las registradas históricamente en la estación. Por último, las dos especies identificadas se adscriben al GE I y al GE III, lo que hace que la estación quede calificada, según AMBI como no alterada (Tabla 137).

Los valores de M-AMBI para 2023 indican Muy Buen Estado para la estación más interior y Buen Estado para la exterior, con **Muy Buen Estado** global para el conjunto de la masa de agua (Tabla 137).

La estación más interior (E-O5), que comenzó a muestrearse en la campaña de 2002, parece presentar una evolución positiva, con máximos y mínimos relativos cada vez mayores, al menos hasta la campaña de 2015 (Figura 168). Esta evolución positiva posiblemente esté relacionada con el saneamiento en la cuenca y el estuario. Aunque es importante destacar la fuerte reducción que se registró en las pasadas campañas de 2021 y de 2022, en las que la calificación pasó de buena a moderada, en la actual campaña se produce una recuperación hasta el máximo valor de M-AMBI (1,000). Sería importante comprobar en próximas campañas, si, como en las pasadas campañas de 2011 y 2016, se trata de valores extremos puntuales.

En la estación exterior, en cambio, M-AMBI presenta una variabilidad importante, sin claras tendencias. Hasta la campaña de 2002, la tendencia era negativa, pero le siguió una notable mejora entre 2002 y 2005. Posteriormente, coincidiendo con una serie de dragados realizados en la parte externa del estuario, se produjo una nueva regresión en 2009. De hecho, en este estuario, en su parte externa, se ha dragado arena para construcción, de manera regular entre 1983 y 2010. Además, para mantenimiento de calados y obras portuarias, se ha dragado en el canal de acceso (2003), fondeadero interior (2004, 2006, 2011, 2021-2022), y muelle de tablestacas (1998, 2005, 2011, 2021-2022). Así, en el muelle de tablestacas, el puerto deportivo y el puerto pesquero se dragaron 100.000 m^3 de arena, fango y grava, entre abril y julio de 2018, y la misma cantidad entre 2021 y 2022, lo que podría explicar la caída de calidad en el estuario en esos años (Figura 168).

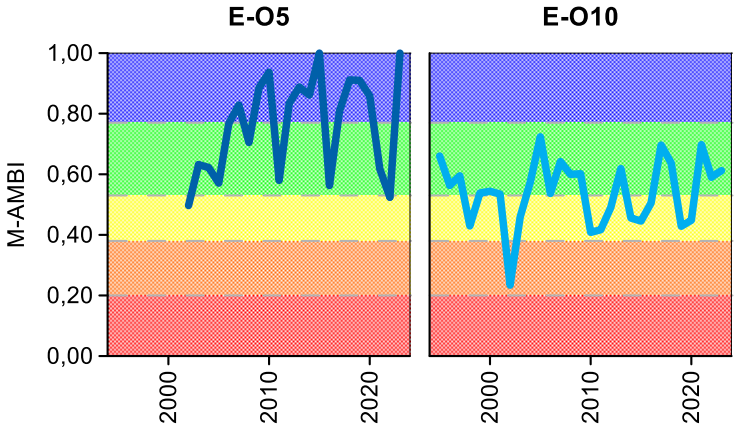


Figura 168 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Oria a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

13.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2021. Los muestreos se han realizado trienalmente desde 2004. Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en

la Figura 158. Además de los datos propios de la "Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV" entre 2003 y 2021, también se dispone de los datos pertenecientes a los estudios realizados para la Gipuzkoako Foru Aldundia - Diputación Foral de Gipuzkoa en 1996.

En los muestreos realizados entre 2003 y 2021 han sido identificados 23 taxones, 15 de peces y 8 de crustáceos); en los realizados previamente para la Diputación Foral de Gipuzkoa, un total de 18 (12 peces y 6 crustáceos). Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición. Tal y como se muestra en la Figura 169, la frecuencia de aparición de todas las especies difiere año a año, presentado un máximo de riqueza los últimos años y un mínimo a mediados de la década de los noventa.

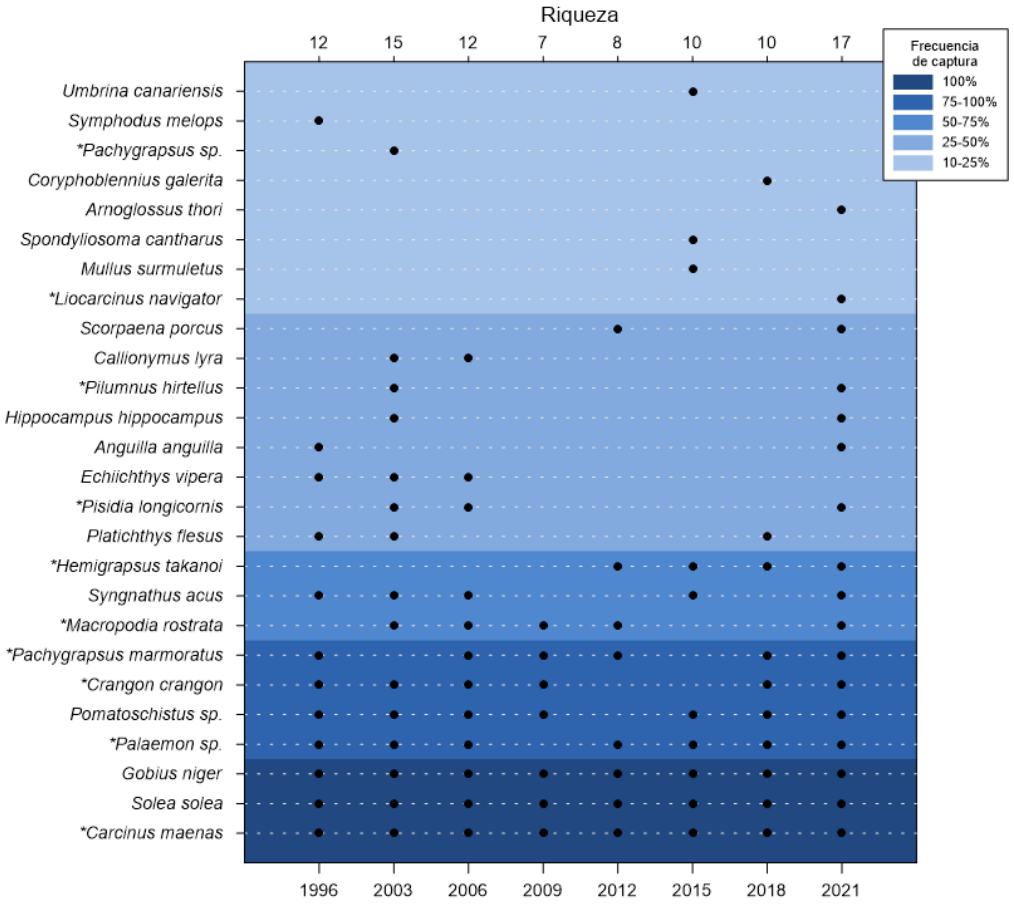


Figura 169 Listado de especies capturadas en el estuario del Oria (1996-2021). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

En la última campaña realizada el aumento de la riqueza obtenida ha sido destacado. El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo con la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- las especies capturadas el 100% de las ocasiones son tres: *Solea solea* (lenguado común), *Gobius niger* (chaparrudo) y el crustáceo *Carcinus maenas* (cangrejo verde);
- más de la mitad de los taxones registrados aparecen de forma esporádica (1-2 apariciones a lo largo de toda la serie de datos).

- En 2018 se capturó por primera en esta masa de agua el caballito de mar (*Hippocampus hippocampus),* que es indicador de calidad.

- Desde 2012, es continua la presencia de la especie alóctona e invasora *Hemigrapsus takanoi* (cangrejo japonés) (Asakura y Watanabe, 2005; Martinez y Adarraga, 2005, 2006; Dauvin et al., 2009).

La Figura 170 presenta evolución de los parámetros estructurales entre 1996 y 2021. Este último año destaca la recuperación generalizada de la riqueza, la abundancia y la diversidad en los tres tramos de la masa de agua, y en el caso de la estación exterior, alcanzando valores máximos de diversidad. Sin embargo, en líneas generales, se observa una fuerte variabilidad interanual, mostrando una serie alterna de valores máximos y mínimos desde finales de la década de los 90. Los grandes picos de abundancias detectados en las tres estaciones corresponden a la captura máxima de cangrejos verdes, quisquillas comunes y cabuxinos.

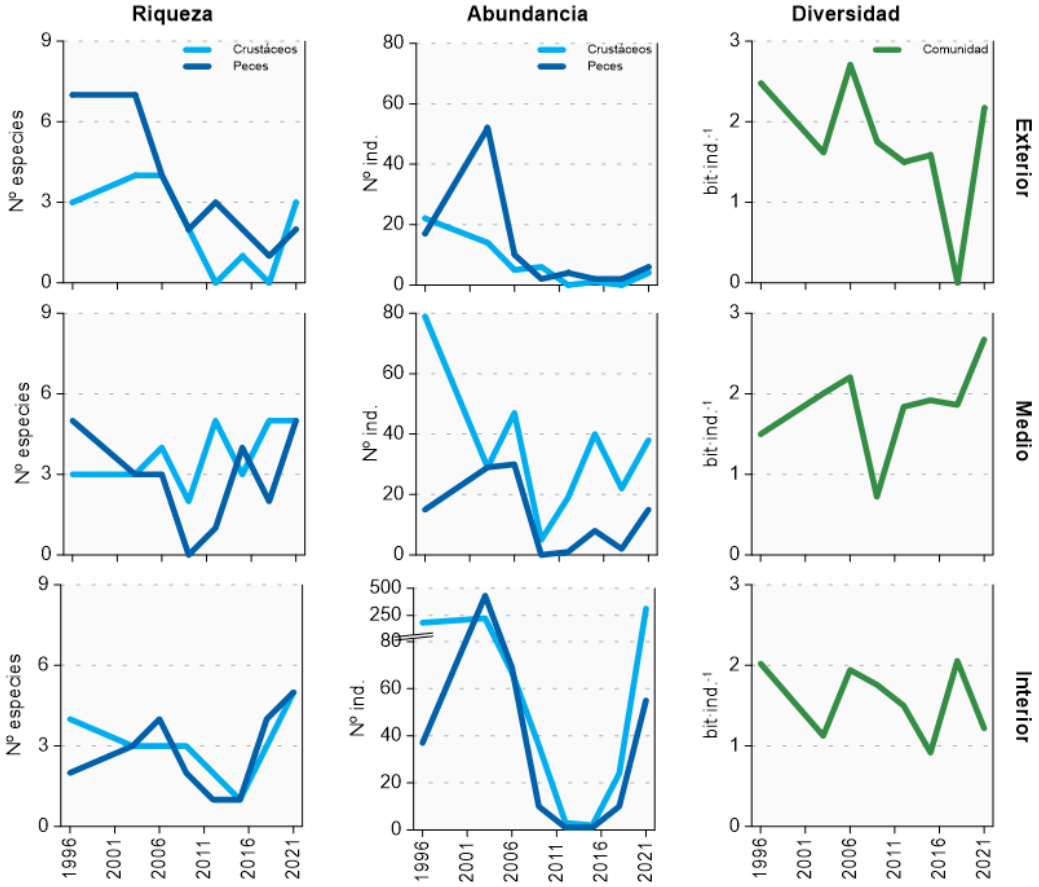


Figura 170 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Oria entre 1996 y 2021.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2021 la valoración global de la masa de agua alcanza la calificación de **Bueno** (Figura 171), algo menor al obtenido en 2018 y en el límite con Moderado. En líneas generales, la evolución de la calidad no muestra una tendencia clara. Tras un estado inicial con una calidad buena, pero con un valor AFI muy cercano al límite con moderado, la calidad de la masa de agua asciende y desciende alternativamente, alcanzando el valor más alto de toda la serie de nuevo en 2018, a pesar del dragado realizado ese año. Se desconocen las causas que hayan podido ocasionar el empeoramiento mostrado en 2015.

Durante estos últimos años hemos comprobado que conforme avanza el saneamiento las aguas son

cada vez más claras, provocando un cambio en el comportamiento de la fauna piscícola, que, con el fin de evitar ser vistos por los predadores, se esconden durante el día y no son pescados. Esa podría ser la razón por lo que el método de arrastre en estuarios someros se está viendo como un método con el que no se capturan ejemplares ni especies suficientes para llevar a cabo la evaluación. Esta situación, en años recientes, se va agudizando en los estuarios pequeños y es cada vez más común en los estuarios europeos (por ejemplo, en Francia).

Como posible solución a este problema, se prevé utilizar el método belga (Estuarine Biotic Index, EBI sus siglas en inglés), método ya intercalibrado (European Commission, 2024) y adaptado a las características de Francia. El método belga está basado en el arte de pesca del butrón. Una vez obtenidos suficientes resultados y si se considera que los resultados son consistentes con el conocimiento de los estuarios y las presiones existentes, se trataría de obtener la autorización de la Comisión para su uso oficial, dejando así de usar AFI en los estuarios en los que el arrastre presente problemas.

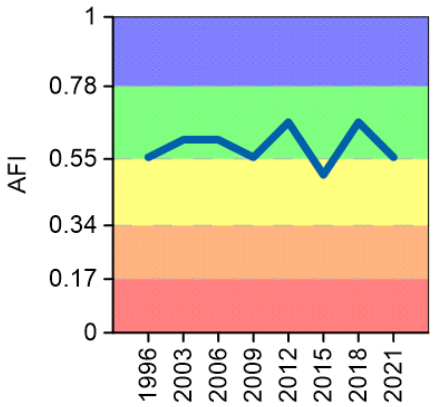


Figura 171 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Oria entre 1996 y 2021. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17). AFI: AZTI's Fish Index.

13.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

A finales de 2021 y en 2022 se realizó el dragado del canal de acceso al puerto de Orio, del fondeadero interior y muelle de tablestacas, produciendo cambios en los indicadores hidromorfológicos. Con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica de **Moderado**, debido a la canalización del estuario en su parte media y externa, y a las infraestructuras existentes.

Tabla 138 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa de transición del Oria
Alteración de la línea de costa 1a	3
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	0
Alteración del lecho 3a	1
Cambio de hábitat 3b	3
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,56 Moderado
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Variación del caudal del río 7a	1
Cambio en el tiempo de residencia 7b	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	1
Cambio en la turbidez 8b	0
Cambio en la estratificación 9a	1
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,91 Bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,68 Moderado

14.

Masa de transición del Urumea

14.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua de transición muy modificada del Urumea, la Red de Vigilancia cuenta con dos estaciones estuáricas. Por otro lado, trienalmente entre 2004 y 2022 se analizaron 3 estaciones para vida piscícola y 7 estaciones para macroalgas. Sus posiciones pueden verse en la Figura 172. En 2019 no se muestreó para peces ya que, aunque según la frecuencia trienal no le correspondía, en 2018 se muestreó aprovechando que no se pudo muestrear el Deba por la imposibilidad de acceso a la embarcación a dicho estuario. Además, desde 2021 se ha analizado una estación de biomonitores (moluscos).

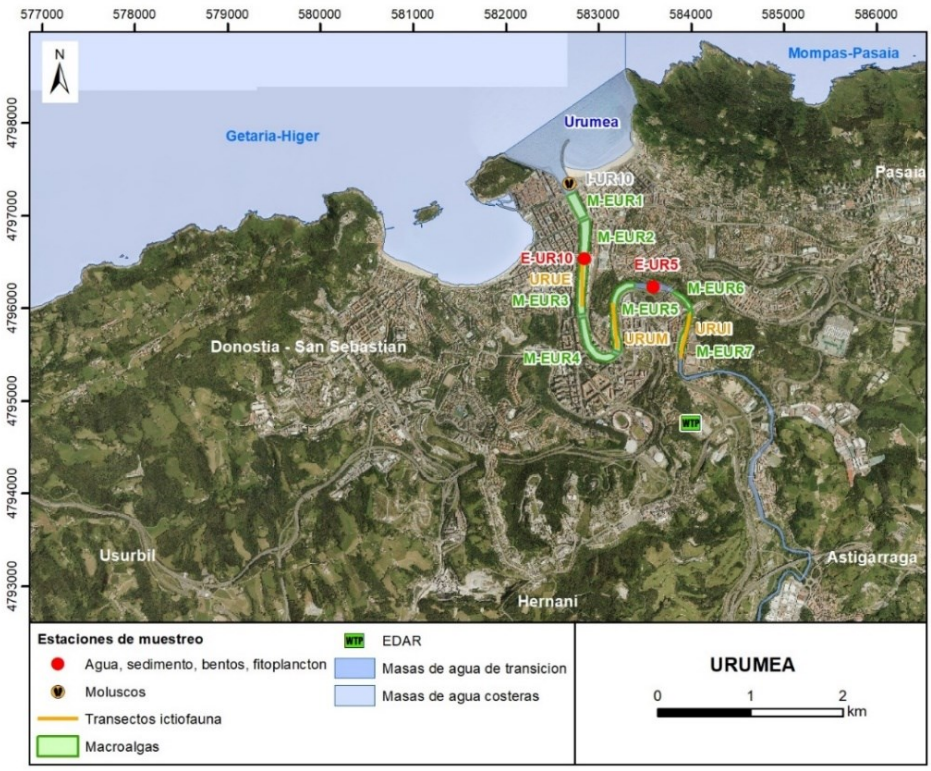
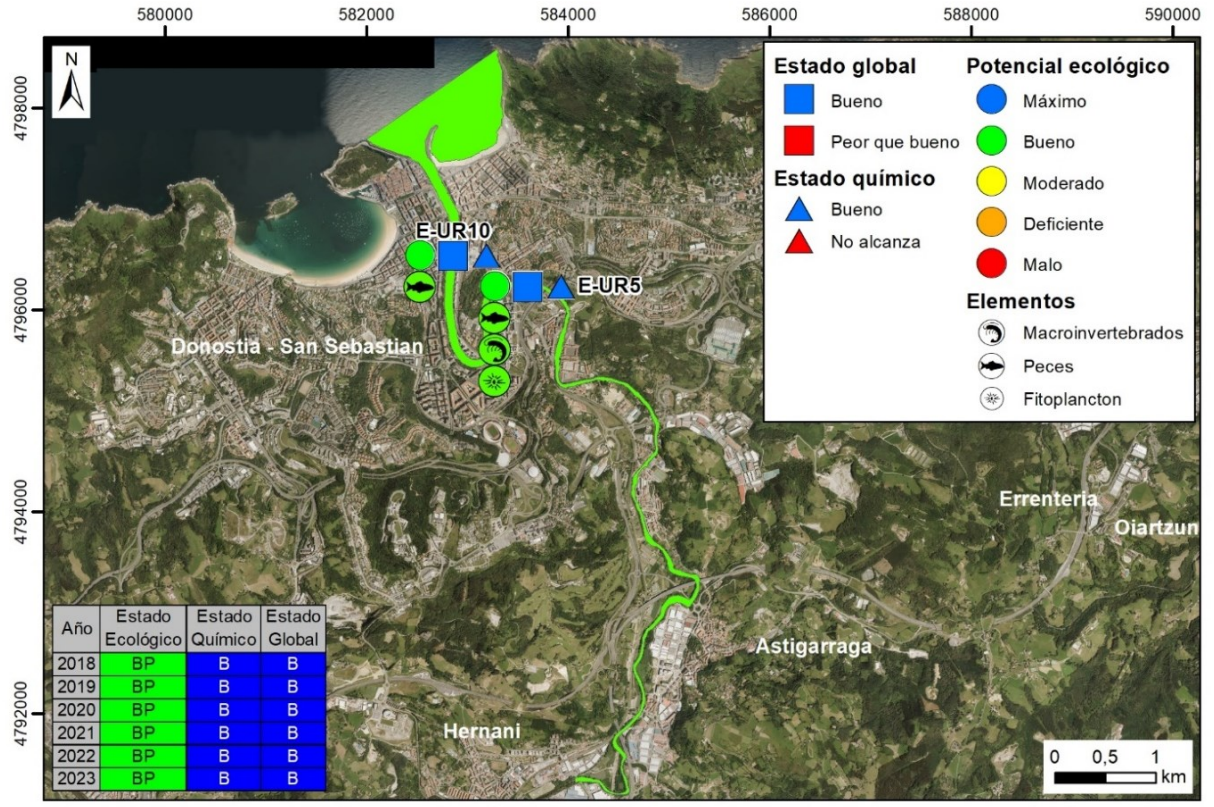


Figura 172 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Urumea.

La masa de agua de transición muy modificada del Urumea se diagnostica en la campaña 2023 en un **Estado Bueno**, puesto que alcanza tanto el buen estado químico como el buen potencial ecológico (Tabla 139 y Figura 173). Esta situación de cumplimiento de objetivos medioambientales se ha dado en los últimos seis años analizados (Figura 173).

Tabla 139 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Urumea en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), y potencial ecológico: muy bueno/máximo potencial (MB/MP), bueno/buen potencial (B/BP), moderado/potencial moderado (Mo/PMo), deficiente/potencial deficiente (D/PD) y malo/potencial malo (M/PM). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Potencial Ecológico	Estado químico	Estado
E-UR5	Donostia (Loiola)	BP	BP	BP	PMo	BP	MB	MB	Mo	BP	B	B
E-UR10	Donostia (puente de Santa Catalina)	MP	BP	MP	PMo	BP	MB	MB	Mo	BP	B	B
Urumea Transición		MP	BP	MP	PMo	BP	MB	MB	Mo	BP	B	B



Año	Estado Ecológico	Estado Químico	Estado Global
2018	BP	B	B
2019	BP	B	B
2020	BP	B	B
2021	BP	B	B
2022	BP	B	B
2023	BP	B	B

Figura 173 Masa de agua de transición muy modificada del Urumea: Calificación del Potencial Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Desde que se realizó en 2004 el primer estudio de presiones e impactos en esta masa de agua, se ha ido avanzando mucho en saneamiento, tanto en la cuenca como en el propio estuario. Esto tiene su reflejo en la mejoría de indicadores fisicoquímicos asociados a aguas (ligero incremento en el indicador PCQI, incremento de oxígeno disuelto, bajas concentraciones de metales disueltos en años recientes: cadmio, zinc, plomo, mercurio), y sedimentos (muchos metales presentan tendencias significativas a la reducción de la concentración).

Esto se refleja en los componentes biológicos. Así, los macroinvertebrados han mejorado mucho, especialmente en la parte externa del estuario, y los peces han ido mejorando desde 2007. Algunas obras en puentes, márgenes y estructuras en el interior del estuario han podido influir en el estado de los macroinvertebrados de esa zona. Por otro lado, el fitoplancton presenta una tendencia de empeoramiento en la parte interna, que no puede explicarse por vertidos directos al estuario. Como hipótesis, se plantea que quizá hayan influido las obras de ensanchamiento y canalización del cauce del río, efectuadas en los últimos años, con desarrollo de floraciones que acabasen llegando a E-UR5.

14.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

14.2.1. Aguas

14.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie). Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, las dos estaciones (E-UR5 y E-UR10) cumplen los objetivos de calidad, tal y como revela la media calculada para cada variable en los últimos seis años (Tabla 140). La masa de agua de transición de Urumea se encuentra en un estado fisicoquímico **Muy Bueno** (Tabla 140).

Tabla 140 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Urumea mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-UR5	Oligohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	66		99,84	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤51,6	1,6	2,80	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤212,5	1,6	30,31	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤5,13	0,16	0,40	Muy Bueno
E-UR10	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		101,75	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤34,3	1,6	3,23	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤121,3	1,6	19,32	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤3,39	0,16	0,30	Muy Bueno

En la Figura 174 se muestra la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el estuario del Urumea para el periodo de 1994 a 2023.

Tanto en la estación E-UR5 como en la estación E-UR10, la saturación de oxígeno aumenta significativamente ($p<0,01$) junto con el descenso significativo ($p<0,01$) de la concentración de amonio y fosfato a lo largo del periodo de estudio (Figura 174). El nitrato no muestra tendencias significativas que indiquen un incremento o descenso a lo largo del tiempo.

Respecto a las concentraciones de amonio, nitrato y fosfato y los valores de saturación de oxígeno, se aprecia un cumplimiento de objetivos de calidad en la serie temporal en ambas estaciones.

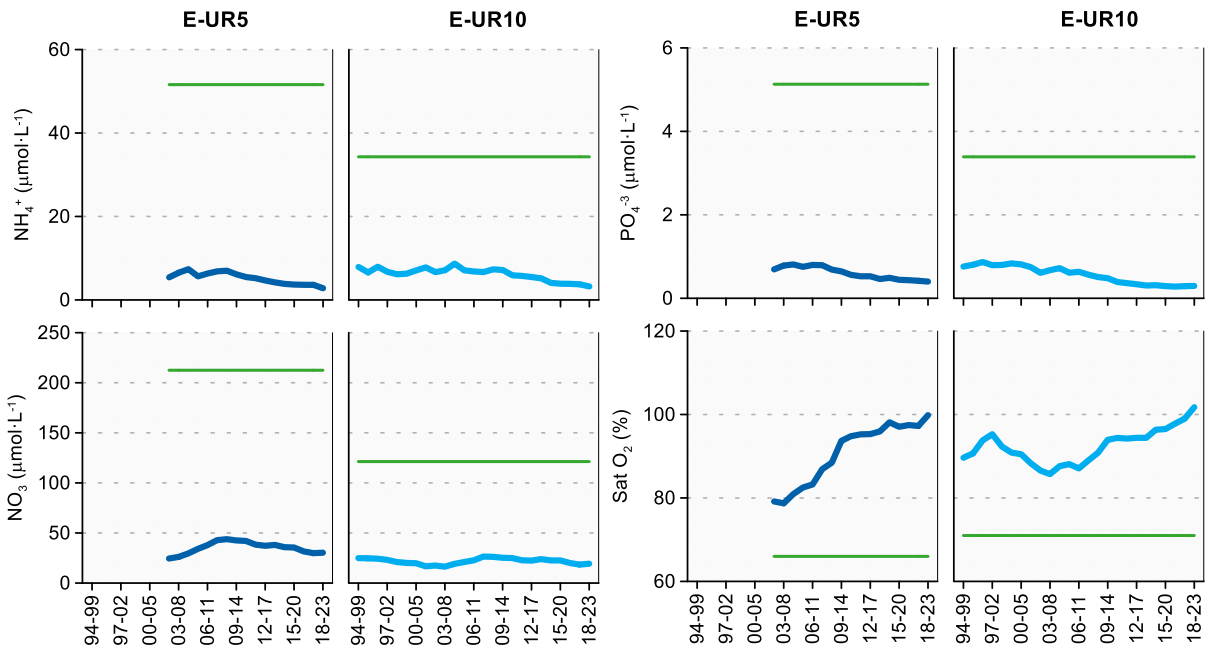


Figura 174 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

Tanto la estación E-UR5, como la estación E-UR10, presentan una tendencia estadísticamente significativa ($p<0.05$) del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años, mostrando una mejoría en la serie temporal. Ambas estaciones se mantienen en un estado fisicoquímico Muy Bueno a lo largo de los años (Figura 175).

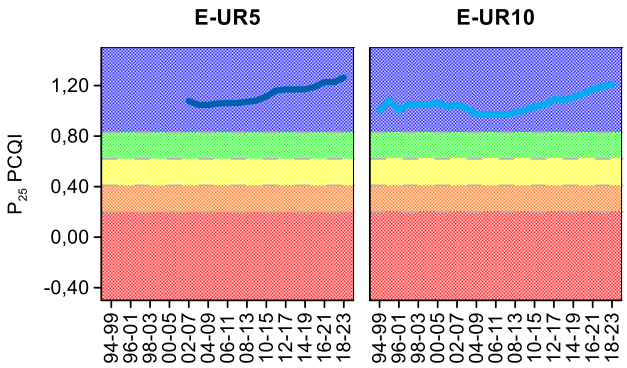


Figura 175 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de las estaciones de muestreo E-UR5 y E-UR10 de la masa de agua de transición del Urumea. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

14.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa presenta un **Muy Buen estado**, siendo también muy bueno para las dos estaciones de la masa (Tabla 141), como viene ocurriendo desde 2008.

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias indica que, en esta masa de agua, de forma global, se **alcanza el buen estado químico** en 2023 (Tabla 142). Desde que en 2008 esta masa de agua no alcanzó el buen estado químico, debido al sumatorio de Benzo(g,h,i)perileno e Indeno(1,2,3-cd)pireno, la masa no ha vuelto a incumplir el buen estado.

Tabla 141 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua de transición del Urumea en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-UR5	E-UR10	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	<LC	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 142 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Urumea en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-UR5	E-UR10	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	<LC	0,0007	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	0,043	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	0,11	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 176 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con normas de calidad establecidas. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las dos estaciones de muestreo (E-UR5 y E-UR10) hasta el año 2006; desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

Se puede observar que níquel, zinc y cobre siempre han cumplido las normas de calidad. Cadmio y plomo, que al comienzo de la serie incumplían, en los años más recientes (desde 2010-2012) presentan las concentraciones más bajas, cumpliendo los objetivos. El mercurio también lo hace desde 2012 (Figura 176).

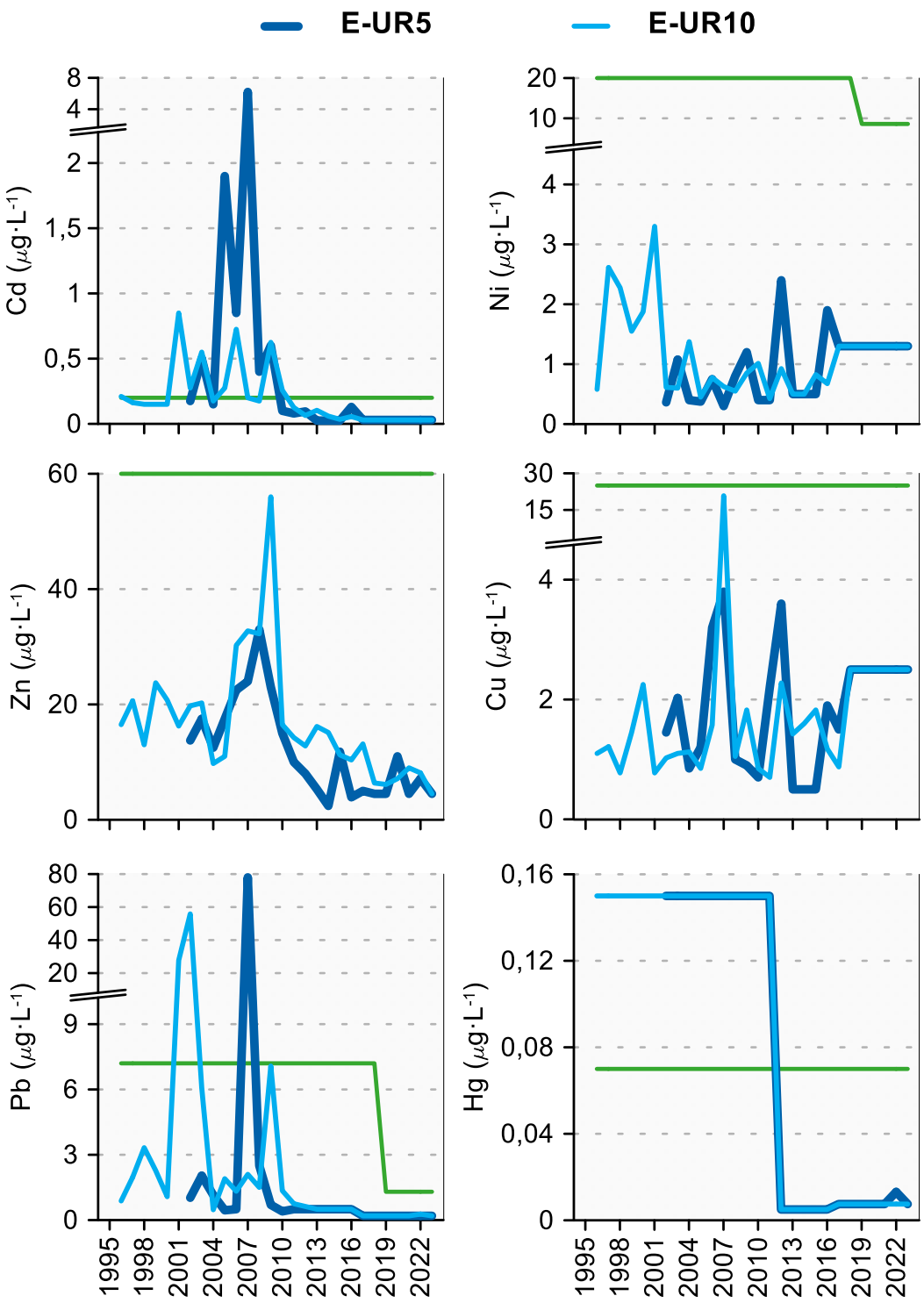


Figura 176 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Urumea en el periodo que abarca desde 1995 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

14.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de este estuario se muestrearon en enero de 2023 en ambas estaciones. En la presente campaña, tanto la estación interna (E-UR5) como la más externa (E-UR10) presentan un sedimento mayoritariamente arenoso, con un porcentaje en finos y un contenido en materia orgánica mayor en la estación interna (Tabla 143).

Tabla 143 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en mg·kg^{-1}, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Urumea en la campaña de invierno de 2023.

E-UR5 (Fecha de muestreo: 24/01/2023)				E-UR10 (Fecha de muestreo: 24/01/2023)			
Gravas (%)	0	Cd	0,40	Gravas (%)	15,1	Cd	0,18
Arenas (%)	64,2	Cr	55	Arenas (%)	84,8	Cr	58
Limos (%)	35,8	Cu	39	Limos (%)	0,1	Cu	46
MO (%)	9,0	Hg	0,33	MO (%)	0,6	Hg	0,20
Eh (mV)	329	Ni	30	Eh (mV)	354	Ni	24
		Pb	145			Pb	77
		Zn	343			Zn	239

El potencial redox y el contenido en materia orgánica no presentan una tendencia temporal clara en la estación interna E-UR5, si bien destacan los máximos de materia orgánica en 2006, 2016 y 2019 (Figura 177). En la estación externa E-UR10 sí se observa una tendencia ascendente y significativa del potencial redox y, paralelamente, un descenso significativo en el contenido de materia orgánica.

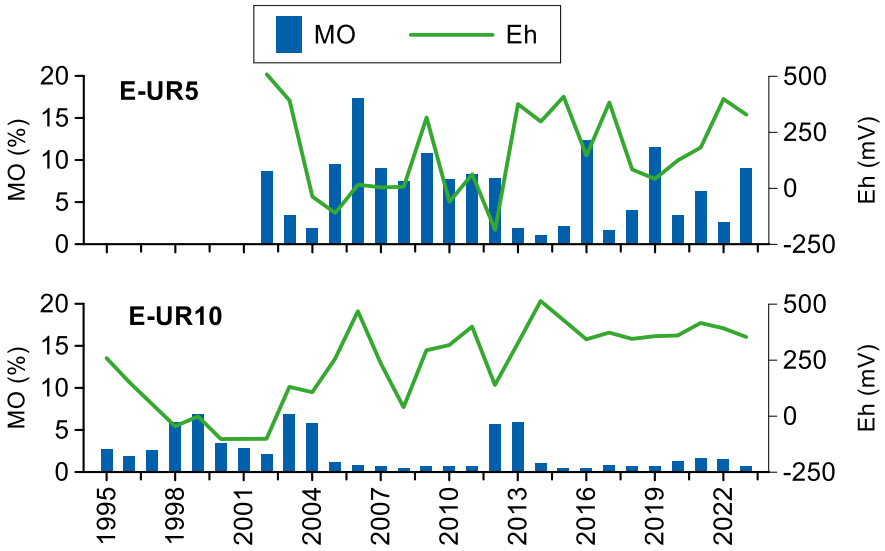


Figura 177 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Urumea (muestreos de invierno).

En relación con el contenido en metales, la estación más interna (E-UR5) presenta, en general, mayores concentraciones en todos los metales, excepto en Cr y Cu (Tabla 143).

La Figura 178 muestra la evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados en las campañas de invierno desde 1995, en la estación E-UR10, y desde 2002, en la estación E-UR5, observándose los máximos valores al comienzo de la serie (Cr, Cu, Ni, Hg, Zn). Destaca también el máximo de Cd en 2008 en la estación externa E-UR10.

En relación con el análisis de tendencias a largo plazo, en la estación interna E-UR5 se observa una tendencia decreciente significativa en la concentración de Cu, Hg, Ni y Zn y una tendencia decreciente

significativa en la concentración de Ni en la estación externa E-UR10.

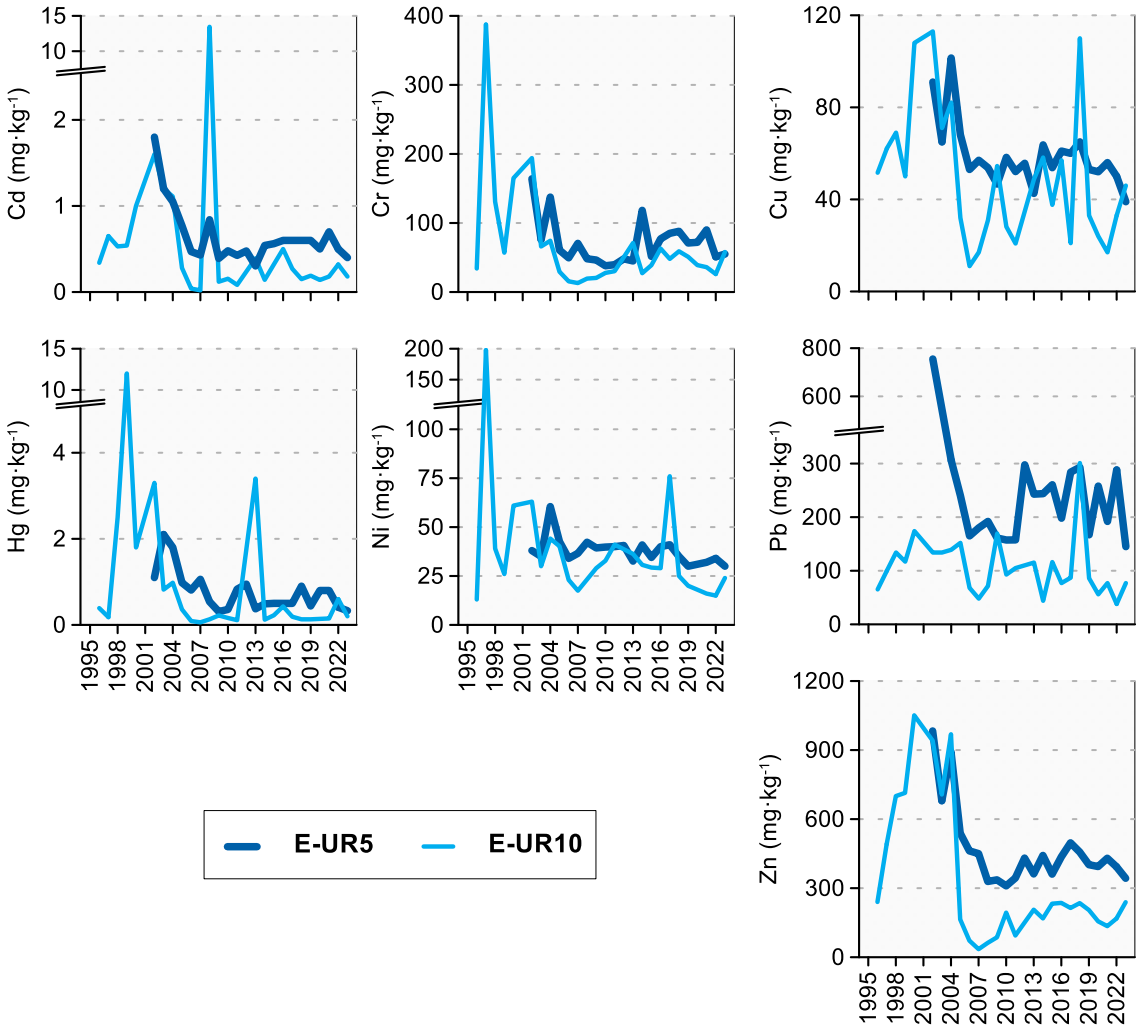


Figura 178 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Urumea (muestreos de invierno).

14.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2023, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-UR10. Los resultados obtenidos (Tabla 144) se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota).

Las ostras son filtradoras y pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. Por ello, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, los resultados en biomonitores prevalecen sobre los resultados en las aguas. Por lo tanto, teniendo en cuenta conjuntamente los resultados obtenidos en aguas y los obtenidos en biomonitores, la masa de transición del Urumea alcanza el **Buen estado químico**.

Tabla 144 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Urumea en 2023, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-UR10	Global
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,57	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,16	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

14.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

14.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a** en las campañas trimestrales de 2023 se encuentra en niveles muy bajos, oscilando entre valores inferiores al límite de cuantificación (<0,05 $\mu g \cdot L^{-1}$) y 1,2 $\mu g \cdot L^{-1}$. Por tanto, la biomasa fitoplanctónica apenas presenta variabilidad en las muestras tomadas este año. Aunque la salinidad cubre un amplio rango en las cuatro campañas, no se encuentran valores entre 10 y 21 (Figura 179). El hecho de no detectar concentraciones de clorofila más altas podría deberse a que las mayores densidades fitoplanctónicas hubieran estado asociadas a aguas de esas características, que en las dos condiciones de marea en las que tiene lugar el muestreo (pleamar y bajamar) no se pudieron obtener.

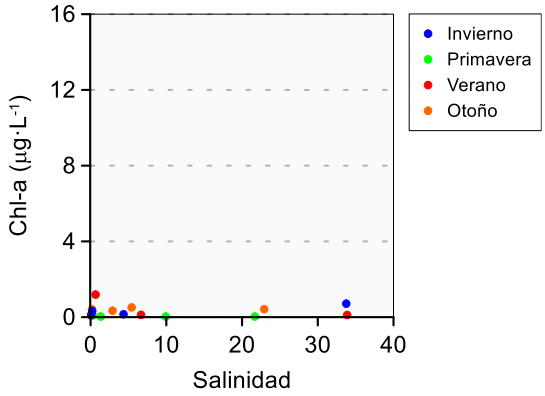


Figura 179 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Urumea en las cuatro épocas de estudio durante 2023. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

En 2022 también la clorofila había sido muy baja en el Urumea (exceptuando un pico estival de ~18 $\mu g \cdot L^{-1}$ asociado a 10 de salinidad). Para estudiar la **evolución de la biomasa fitoplanctónica** a más largo plazo, en la Figura 180 se presenta el percentil 90 de la clorofila-a (P_{90}) a lo largo de periodos móviles de seis años.

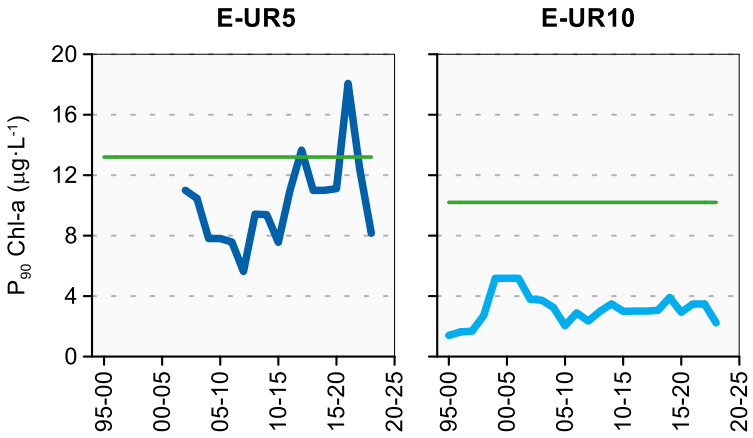


Figura 180 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas oligohalinas (E-UR5) y mesohalinas (E-UR10).

La estación E-UR5 muestra amplias oscilaciones, lo que hace que esporádicamente haya incumplido su objetivo. Es difícil achacar esto a vertidos, ya que desde 2005, aproximadamente, las concentraciones de nutrientes son características de muy buen estado fisicoquímico (véase Figura 174

y Tabla 140). Las oscilaciones del P_{90} en la cabecera de los estuarios del País Vasco pueden ser muy acusadas. Estas zonas son proclives en épocas de bajo caudal a presentar floraciones fitoplanctónicas, aun cuando la presión antrópica no sea elevada, debido a procesos de acumulación de partículas. Por el contrario, en épocas lluviosas las células son arrastradas hacia el mar. Sin embargo, en la estación E-UR5 se observa una tendencia de aumento del P_{90} mantenida durante varios años, lo que podría estar señalando la existencia de aportes de nutrientes aguas arriba y una rápida asimilación de estos por el fitoplancton. Quizá las obras de ensanchamiento y canalización del cauce que tuvieron lugar durante seis años en Martutene (concluidas en marzo de 2021) pudieron haber afectado, al remover nutrientes del sedimento y de las orillas. En los dos últimos periodos, al incluir los datos de 2022 y 2023, el P_{90} ha descendido bruscamente, encontrándose de nuevo dentro de la franja de cumplimiento.

La zona exterior del estuario (E-UR10), donde la serie es más larga, presenta oscilaciones en el P_{90} que podrían deberse al proceso de saneamiento de la cuenca, junto con procesos océano-meteorológicos a mayor escala (Figura 180). Los niveles más elevados que se aprecian en el P_{90} a comienzos de la década de 2000 podrían estar señalando una mejoría en las condiciones lumínicas debida al saneamiento, que habría posibilitado mayores tasas de crecimiento del fitoplancton. Este tipo de dinámica de la clorofila también se observa en la masa de agua de transición del Nerbioi Interior, donde el saneamiento retiró en una primera fase el material particulado y mejoró considerablemente la transparencia del agua, y en una fase posterior redujo las concentraciones de nutrientes.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, la última vez que se analizaron estas variables fue en 2019. Los datos obtenidos hasta entonces mostraban una frecuencia de floraciones muy baja en este estuario cuando se trataba de aguas de salinidad alta. Por el contrario, era frecuente observar picos de densidad celular en aguas oligohalinas o mesohalinas que, por otra parte, es algo que ocurre de manera natural en los estuarios durante las épocas en las que aumenta el tiempo de residencia y no hay limitación por luz. En la estación E-UR5 se hicieron frecuentes en la década de 2010 las floraciones de pequeñas diatomeas centrales en verano (esto puede consultarse con más detalle en los informes de las campañas de 2013, 2016, 2017 y 2019).

En relación con el **estado asociado al fitoplancton** (Tabla 145), como suele ser habitual en este estuario, en el último periodo de evaluación la clorofila-a indica bastante mejor calidad en la zona inferior (E-UR10), que en la cabecera (E-UR5). En el global de la masa de agua el fitoplancton actualmente se clasifica con **Potencial Máximo (EQR = 0,861)**.

Tabla 145 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea, así como en su globalidad. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (verde: potencial bueno; azul: máximo potencial).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2018-2023	E-UR5	8,16	0,539
	E-UR10	2,23	1,525
	Urumea Transición	4,3648*	0,861

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

Como puede verse en la Figura 181, desde el primer periodo de evaluación (2002-2007) hasta el actual el EQR del conjunto de la masa de agua presenta oscilaciones, pero siempre en la franja de cumplimiento. Durante la década anterior tendió a disminuir y, como se ha señalado antes, este empeoramiento afectó a la zona de cabecera (que representa el 36% de la masa de agua). Las razones no están claras, pero podrían tener que ver con las obras realizadas en el cauce aguas arriba. Al haber concluido en 2021 dichas obras, posteriormente se comprobará si su cese conlleva una mejoría en el fitoplancton. En los dos últimos periodos de evaluación, que ya incluyen los años 2022 y 2023, sí se observa mejoría, pero aún es pronto para afirmar que está consolidada.

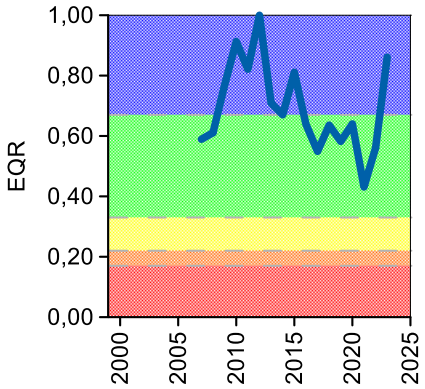


Figura 181 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Urumea a lo largo del seguimiento (rojo: potencial malo; naranja: potencial deficiente; amarillo: potencial moderado; verde: buen potencial; azul: máximo potencial). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

14.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2004 y 2022, por lo que la evaluación de 2023 corresponde a la campaña de 2022. En la Tabla 146 se muestran los resultados obtenidos en dichas campañas para cada una de las estaciones a las que se adscriben las zonas estudiadas y para el global de la masa de agua.

Tabla 146 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado).

Campaña	Estación		Global
	E-UR5	**E-UR10**	
2004	0,389	0,375	0,379
2007	0,382	0,367	0,371
2010	0,473	0,421	0,436
2013	0,501	0,383	0,416
2016	0,453	0,330	0,365
2019	0,527	0,318	0,377
2022	0,527	0,353	0,402

La calificación obtenida en 2022 fue de **Estado Moderado** para los dos tramos analizados y, por tanto, para el global de la masa de agua (Tabla 146). Por tanto, se produce una recuperación del tramo exterior respecto a la pasada campaña de 2019, en las que la calificación quedó limitada a un Estado Deficiente, recuperándose la calificación de campañas previas. Esta recuperación se debió, principalmente, a una disminución del ratio cobertura de clorofíceas respecto a la cobertura total en la zona más exterior del estuario.

En este punto, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello por lo que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

14.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un tramo interno dominado el grupo de los oligoquetos, dominantes habitualmente en la estación, ya que se trata de un grupo que, en general, es habitual en medios de baja salinidad, aunque también es cierto que existen numerosos estudios que hacen referencia a poblaciones importantes de oligoquetos en medios contaminados o con valores altos de materia orgánica (Pearson, 1975; Planas y Mora, 1987; Junoy, 1988; Sola, 1994). Por otro lado, los valores estimados para los

parámetros estructurales indican la presencia de una comunidad relativamente pobre (Tabla 147), como es habitual en la estación. Con esto, la dominancia de especies oportunistas de primer orden (GE V), como son los oligoquetos, y la presencia moderada de especies tolerantes (GE III), habituales en ámbitos estuáricos, explica que la calificación de la estación E-UR5 sea, en términos de AMBI, de fuertemente alterada (AMBI=5,2).

En el tramo exterior del estuario, la comunidad presente muestra un valor de densidad inferior al promedio histórico (113 ind·m^{-2}), con una riqueza del orden del promedio (7 *taxa*), pero una diversidad específica superior (en promedio, 1,81 bit·ind^{-1}) (Tabla 147). A pesar de ello, dominan las especies tolerantes (GE III), lo que permite que la estación quede calificada, según AMBI, como ligeramente alterada (AMBI=3,1).

En términos de M-AMBI, la estación E-UR5 presenta Potencial Bueno, con **Potencial Máximo** para la estación más exterior (E-UR10) (Tabla 147), y para el global de la masa de agua.

Tabla 147 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua muy modificada del Urumea. También se muestra la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	E-UR5	E-UR10
Densidad	(ind·m^{-2})	813	55
Biomasa	(g·m^{-2})	0,140	0,151
Riqueza	(*# taxa*)	10	7
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	1,41	2,66
Equitabilidad densidad		0,42	0,95
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	2,36	1,85
Equitabilidad biomasa		0,71	0,66
Diversidad máxima	(bit)	3,32	2,81
AMBI		5,196	3,115
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Ligera
M-AMBI$_{estación}$		0,500	0,838
M-AMBI$_{global}$		0,716	

A pesar de que la cuenca del Urumea ha pasado por un proceso de saneamiento, esto no se ve reflejado en la estación más interior, al menos en lo que a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se refiere, pues no se observa tendencia alguna a lo largo del seguimiento (la calificación varía entre el Mal Potencial y el Potencial Moderado), al menos hasta la campaña de 2010. A partir de entonces, sí parece observarse cierta tendencia, con máximos y mínimos relativos en ascenso hasta la campaña de 2021, en la que se alcanzó el máximo valor de M-AMBI de la serie histórica, calificándose por primera vez desde que se iniciara el seguimiento, en Buen Potencial. En este sentido, la regresión detectada en la pasada campaña de 2022 no puede considerarse como una interrupción de esta tendencia, pues mantenía la secuencia de mínimos relativos crecientes. De hecho, en la presente campaña de 2023 se observa una recuperación, aunque no se supera el valor de M-AMBI de 2021.

En cambio, en el tramo exterior se produjo una importante mejora entre el año 2003 y 2005, pasando la calificación de Mal Potencial a Máximo potencial. Este cambio, pudo estar relacionado con la progresiva recogida de los diferentes vertidos y su desviación a la EDAR Loiola. En el informe correspondiente a la campaña de 2015 se indicaba que había que destacar que, desde la campaña de 2005, parecía detectarse cierta tendencia negativa, aunque la calificación se mantenía, salvo en las campañas de 2010 y 2011, en que se pasó a Buen Potencial. En la campaña de 2016, en cambio, se observó un nuevo incremento hasta el valor máximo de M-AMBI, lo que, a pesar del empeoramiento en las campañas de 2017 y 2018, podría indicar el fin de dicha tendencia, hipótesis que se vería apoyada por el nuevo incremento detectado en la campaña de 2019, y que no se puede descartar a pesar del empeoramiento detectado en la campaña de 2020, que se mantuvo en 2021. De hecho, en

la pasada campaña de 2022 se observaba un nuevo incremento de M-AMBI, con un valor similar en la presente campaña de 2023 (Figura 182). Como ya se indicó en los informes correspondientes a las campañas 2017-2022, sería importante observar su evolución en próximas campañas.

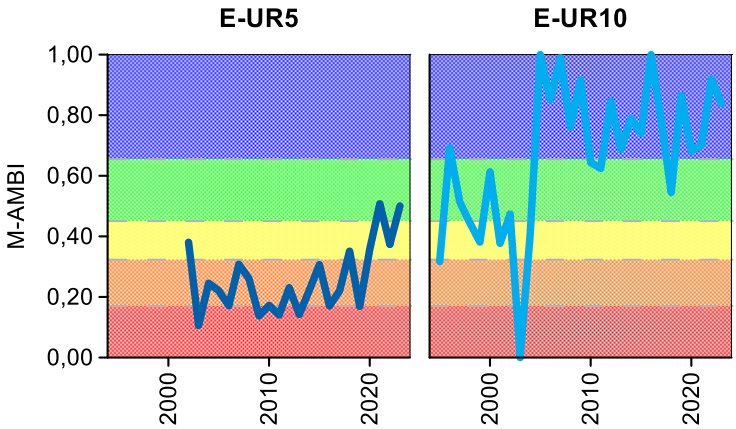


Figura 182 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua muy modificada del Urumea a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Potencial; naranja: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado; verde: Buen Potencial; azul: Máximo Potencial).

14.3.4. Fauna ictiológica

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2022. Los muestreos se han realizado trienalmente desde 2004. Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 172. Además de los datos de la "Red de Seguimiento", disponemos también de los datos obtenidos en 1996 e incluidos en el informe "Estudio de la calidad biológica de los sedimentos de los estuarios interiores de los ríos Bidasoa, Oiartzun y Urumea". Existen también datos anteriores (1987 y 1988) que no hemos utilizado puesto que los transectos y metodología utilizada no es equiparable al utilizado actualmente.

En estos años han sido identificados 18 taxones, 11 de peces y 7 de crustáceos. Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

Tal y como se muestra en la Figura 183, la frecuencia de aparición de todas las especies difiere año a año, presentando un máximo de riqueza en 2004 y un mínimo en 2007, 2016 y 2022. El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo con la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- la especie capturada el 100% de las ocasiones es el crustáceo *Crangon crangon* (quisquilla gris);
- la especie alóctona e invasora *Hemigrapsus takanoi* (cangrejo japonés) se volvió a detectar en 2022 (Asakura y Watanabe, 2005; Martinez y Adarraga, 2005, 2006; Dauvin et al., 2009),
- más de la mitad de los taxones registrados aparecen de forma ocasional (una aparición a lo largo de toda la serie de datos).

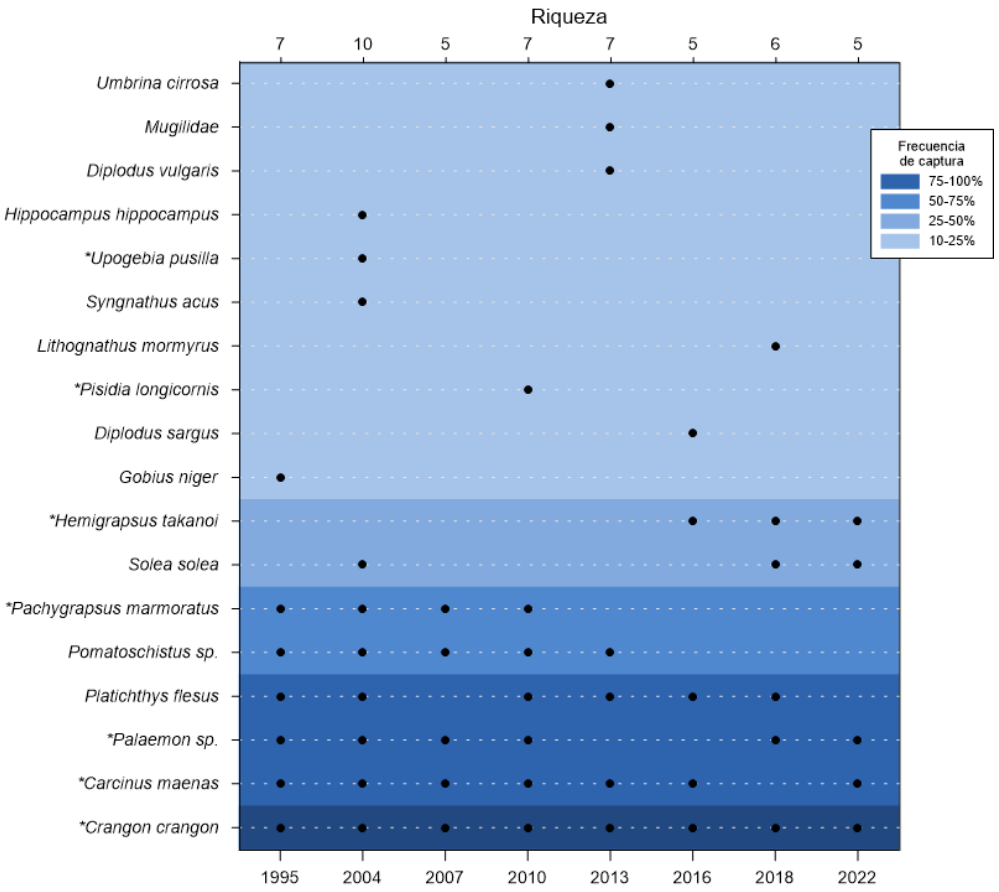


Figura 183 Listado de especies capturadas en el estuario del Urumea (1995-2022). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

La Figura 184 presenta la evolución de los parámetros estructurales por estación entre 1995 y 2022. En 2022 se percibe una disminución generalizada de los tres parámetros en la estación externa e interna. En la estación media, por el contrario, los tres parámetros se incrementan, alcanzando además la diversidad el máximo histórico.

En líneas generales, se aprecia un descenso progresivo de la riqueza y la abundancia de peces y crustáceos de ejemplares en el tramo exterior e interior del estuario; en el tramo medio, por el contrario, la riqueza y la abundancia muestran valores superiores al año anterior. Los picos de abundancias detectados en las tres estaciones corresponden a la captura máxima de cangrejos verdes, quisquillas comunes y cabuxinos. En cuanto a la diversidad, el descenso en la estación externa e interna es acusado (alcanzando el valor mínimo), apreciándose una tendencia positiva en la parte media del estuario.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2022 la valoración global de la masa de agua alcanza la calificación de **Buen Potencial** (Figura 185), en el límite con Potencial/ Moderado.

La Figura 185 muestra la evolución temporal de la calidad biológica a lo largo de toda la serie de datos. En líneas generales, la evolución de la calidad de la masa de agua del Urumea muestra una tendencia al empobrecimiento. Tras la pérdida de calidad de mediados de la década de 2000, el sistema mantiene su progresión positiva iniciada en 2010, alcanzando en 2013 su valor máximo, para posteriormente perder calidad progresivamente (hasta la actualidad).

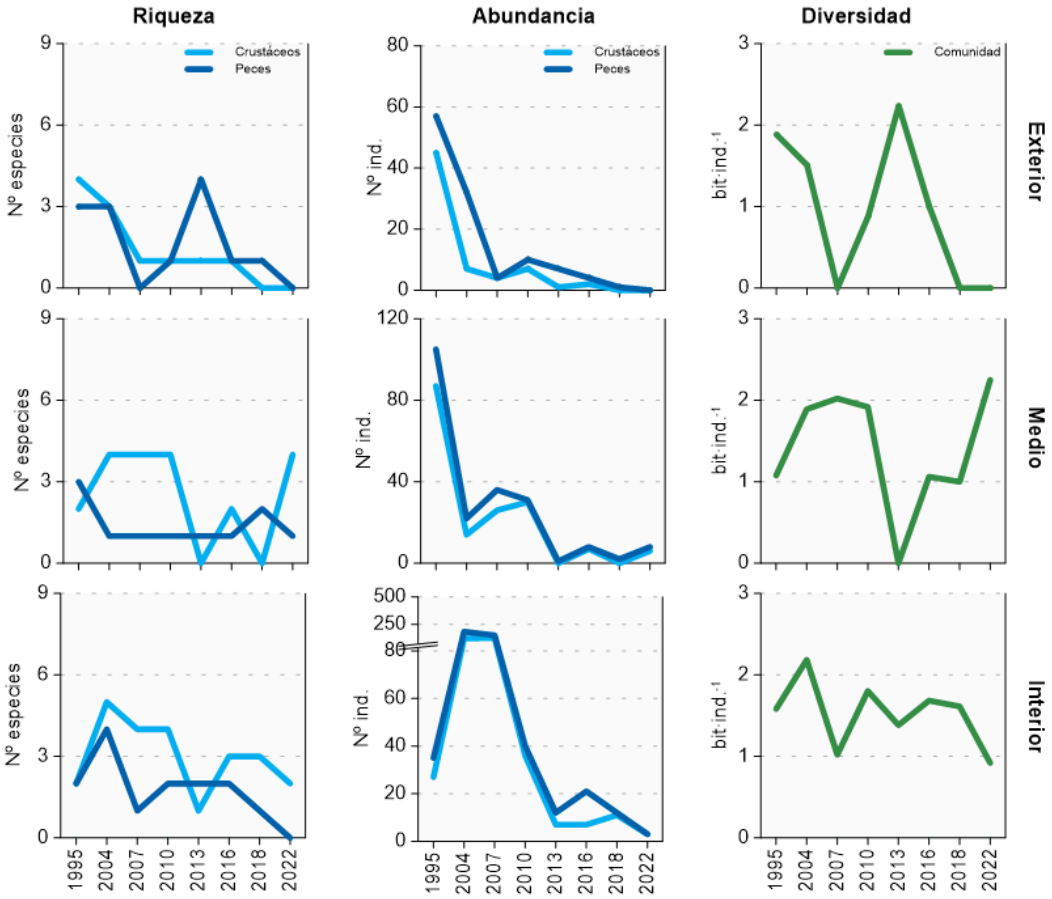


Figura 184 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Urumea entre 1995 y 2022.

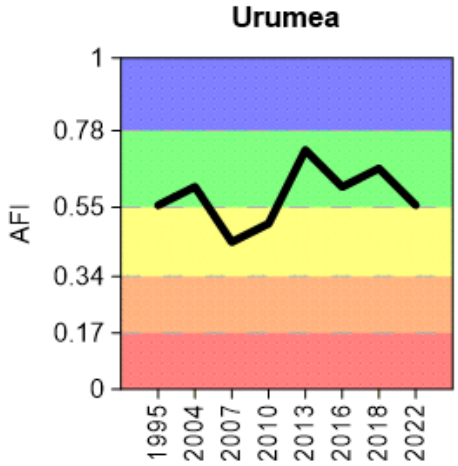


Figura 185 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para todo el estuario del Urumea entre 1995 y 2022. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,467-0,663; Moderado: 0,289-0,467; Deficiente: 0,145-0,289 Malo: ≤ 0,145. AFI: AZTI's Fish Index.

Conforme avanza el saneamiento las aguas son cada vez más claras, provocando un cambio en el comportamiento de la fauna piscícola: se cree que, a fin de evitar ser vistos por los predadores, los peces se esconden durante el día y no son pescados por lo que el método de arrastre en estuarios someros se está viendo como un método con el que no se capturan ejemplares ni especies suficientes para llevar a cabo la evaluación. Esta situación, en años recientes, se va agudizando en los estuarios pequeños y es cada vez más común en los estuarios europeos (por ejemplo, en Francia).

Como posible solución a este problema, se prevé utilizar el método belga (Estuarine Biotic Index, EBI sus siglas en inglés), método ya intercalibrado (European Commission, 2024) y adaptado a las características de Francia. El método belga está basado en el arte de pesca del butrón. Una vez obtenidos suficientes resultados y si se considera que los resultados son consistentes con el conocimiento de los estuarios y las presiones existentes, se trataría de obtener la autorización de la Comisión para su uso oficial, dejando así de usar AFI en los estuarios en los que el arrastre presente problemas.

14.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica de **Moderado**, ya que se halla en gran parte encauzada.

Tabla 148 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa de transición del Urumea
Alteración de la línea de costa 1a	4
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	0
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	4
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,50 Deficiente
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Variación del caudal del río 7a	1
Cambio en el tiempo de residencia 7b	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	1
Cambio en la turbidez 8b	0
Cambio en la estratificación 9a	0
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,94 Bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,65 Moderado

15.

Masa de transición del Oiartzun

15.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua de transición muy modificada del Oiartzun existen tres estaciones estuáricas. Por otro lado, trienalmente entre 2004 y 2022, se analizaron cuatro estaciones para vida piscícola y cinco estaciones para macroalgas en estuarios. Además, desde 2020 se ha analizado una estación para biomonitores (moluscos). Las posiciones se pueden observar en la Figura 186.

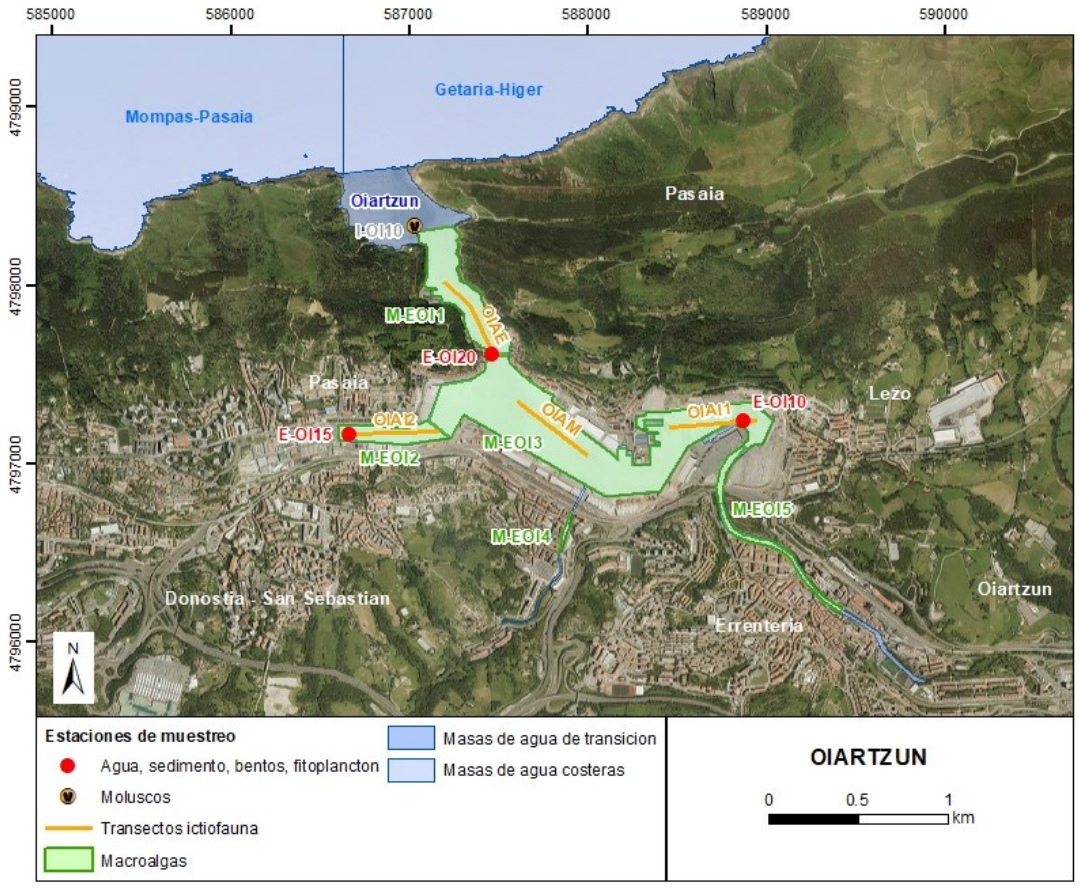


Figura 186 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Oiartzun.

La masa de agua de transición muy modificada del Oiartzun se diagnostica en la campaña 2023 en un **Estado Peor que Bueno**, puesto que el potencial ecológico se diagnostica como deficiente, fundamentalmente por peces, aunque macroinvertebrados, fitoplancton y condiciones generales tienen problemas (Tabla 149 y Figura 187). La situación en cuanto a potencial ecológico es diferente en cada estación, estando en un peor estado la Herrera (E-OI15), que la parte interna (E-OI10) y la parte media y externa (E-OI20). Por el contrario, se alcanza el buen estado químico en toda la masa de agua.

Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales es estable en los últimos seis años analizados (Figura 187), marcada por un incumplimiento de objetivos en cuanto a potencial ecológico, mientras que el estado químico ha cumplido estos años.

Tabla 149 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Oiartzun en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y potencial ecológico: muy bueno/máximo potencial (MB/MP), bueno/buen potencial (B/BP), moderado/potencial moderado (Mo/PMo), deficiente/potencial deficiente (D/PD) y malo/potencial malo (M/PM). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Potencial ecológico	Estado químico	Estado
E-OI10	Lezo	PB	PMo	PD	BP	PD	<B	MB	Mo	PD	B	PqB
E-OI15	Pasaia San Pedro (Dársena de Herrera)	PM	PMo	PD	BP	PM	<B	MB	Mo	PM	B	PqB
E-OI20	Pasaia San Pedro	MP	PMo	PD	MP	PD	<B	MB	Mo	PD	B	PqB
Oiartzun Transición		BP	PMo	PD	BP	PD	<B	MB	Mo	PD	B	PqB

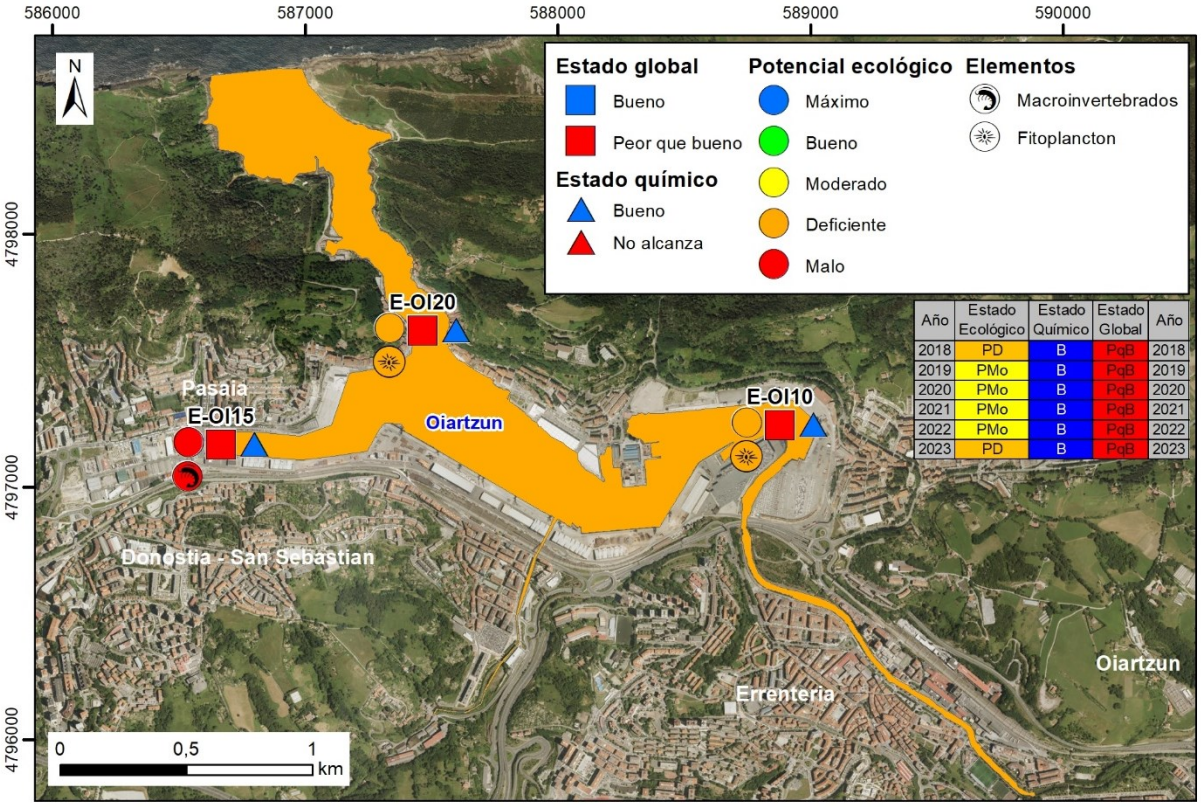


Figura 187 Masa de agua de transición muy modificada del Oiartzun: Calificación del Potencial Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

El estuario ha estado históricamente muy contaminado por vertidos, actividad industrial (papeleras, minería) y actividad portuaria. A pesar de su estado general en estos últimos seis años, la mejora en las condiciones ha sido muy ostensible. Esta mejora tiene que ver con el saneamiento del estuario, ya que en 1996 se desviaron casi todos los vertidos a la zona costera adyacente (cala Murgita), lo que provocó un inicio de la recuperación (comenzando por el oxígeno disuelto).

Esta mejora en las condiciones fisicoquímicas se vio seguida por la reducción en los contaminantes en aguas y sedimentos, de manera que muchos de ellos presentan en años recientes las concentraciones más bajas desde el inicio de la serie en 1995.

Esta reducción de la contaminación se ha visto seguida por una recuperación de los elementos biológicos, en algunos casos desde una situación azoica, como los macroinvertebrados de la estación E-OI10 (también se recuperan en la estación externa E-OI20), aunque a veces presenten retrocesos. Los peces también se han ido recuperando de manera notoria, aunque empeoran en años recientes.

En cambio, el fitoplancton desde hace varios años se mantiene en potencial moderado, posiblemente debido a los largos tiempos de renovación de este estuario, que lo hacen más vulnerable ante la eutrofización, así como a los aportes de aguas ricas en nutrientes de origen antrópico que se producen todavía en algunas zonas. En concreto, en la dársena de la Herrera (E-OI15) la presencia de una regata aún introduce vertidos. Si bien la calidad fisicoquímica en la estación E-OI15 mejoró considerablemente entre los años 2005 y 2014, en los últimos años las concentraciones de nutrientes todavía indican un fuerte impacto en esta zona. Hay que tener en cuenta que los aportes de nutrientes disueltos que tienen lugar en la estación E-OI15 podrían dispersarse a otras zonas del estuario (especialmente a la estación E-OI20), por efecto de la marea u otros procesos de transporte, y ser aprovechados allí por el fitoplancton.

Hay que añadir la falta de saneamiento y depuración de Pasajes San Juan, y que puntualmente se dan actuaciones portuarias (dragados, trabajos de instalación de pantalanes), que producen episodios de retroceso en la calidad del medio. Un dragado se realizó en Lezo a finales de 2017, extrayendo 25.000 m^3, y en marzo de 2021 y marzo de 2022 se hicieron sendos dragados cerca de la estación E-OI10, de unos 5.000 m^3.

15.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

15.2.1. Aguas

15.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, las tres estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun incumplen varios de los objetivos de calidad, tal y como revela la media calculada para cada variable en los últimos seis años (Tabla 150).

Las estaciones E-OI10 y E-OI20 no cumplen por las concentraciones de nitrato, mientras que la estación E-OI15 no cumple por las concentraciones de amonio, nitrato y fosfato.

La masa de agua de transición de Oiartzun se encuentra en un estado fisicoquímico **Peor que Bueno**.

Tabla 150 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Oiartzun mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-OI10	Euhalino estuárico	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	83		91,07	Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤9,1	1,6	5,78	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤19,6	1,6	29,84	Peor que Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,88	0,16	0,67	Bueno
E-OI15	Euhalino estuárico	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	83		90,40	Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤9,1	1,6	15,25	Peor que Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤19,6	1,6	31,60	Peor que Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,88	0,16	1,52	Peor que Bueno
E-OI20	Euhalino estuárico	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	83		101,40	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤9,1	1,6	4,50	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤19,6	1,6	20,82	Peor que Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,88	0,16	0,53	Bueno

En la Figura 188 se muestra la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el estuario (E-OI10, E-OI15 y E-OI20) en el periodo de 1994 a 2023.

Las series de datos correspondientes a las estaciones (E-OI10, E-OI15 y E-OI20) reflejan una tendencia significativa ($p<0,05$) a la mejora del estado del oxígeno, del amonio, del nitrato y del fosfato (salvo el nitrato de la estación E-OI10 que no muestra tendencia alguna). Como se puede apreciar en la Figura 188, el “salto” en la mejoría de las condiciones de oxigenación se produjo tras el desvío de vertidos a cala Murgita en el verano de 1996. Sin embargo, se observa una ralentización de la mejora en los últimos años de la serie, pero, de nuevo, puede destacarse una reducción de la frecuencia y la intensidad de las situaciones de hipoxia. Este aumento en la oxigenación ha ido acompañado de una reducción en la carga de amonio y fosfato, que sitúa los valores de estos nutrientes por debajo de dichos objetivos, es decir, cumpliendo (Figura 188).

La estación media (E-OI15) del estuario, caracterizada por una baja tasa de renovación de las aguas, presenta una tendencia a la mejora, aunque todavía en el ciclo 2018-2023 no ha cumplido los objetivos de calidad para ninguno de los nutrientes (Figura 188). Esto indica que la influencia de los vertidos de la regata Txingurri ha disminuido y tiene su reflejo en la mejora de la calidad del agua. Las concentraciones más bajas de nitrato registradas en las últimas series de muestreo aparecen más relacionadas con la reducción de los aportes y la dilución general en función de las condiciones hidrológicas que con los procesos de desnitrificación.

Las tendencias de mejoría han sido también observadas en otros trabajos y, como se ha dicho, se relaciona con el desvío, primero a cala Murgita, y posteriormente a la depuradora y al emisario submarino, de la mayor parte de los vertidos que se realizaban directamente al estuario.

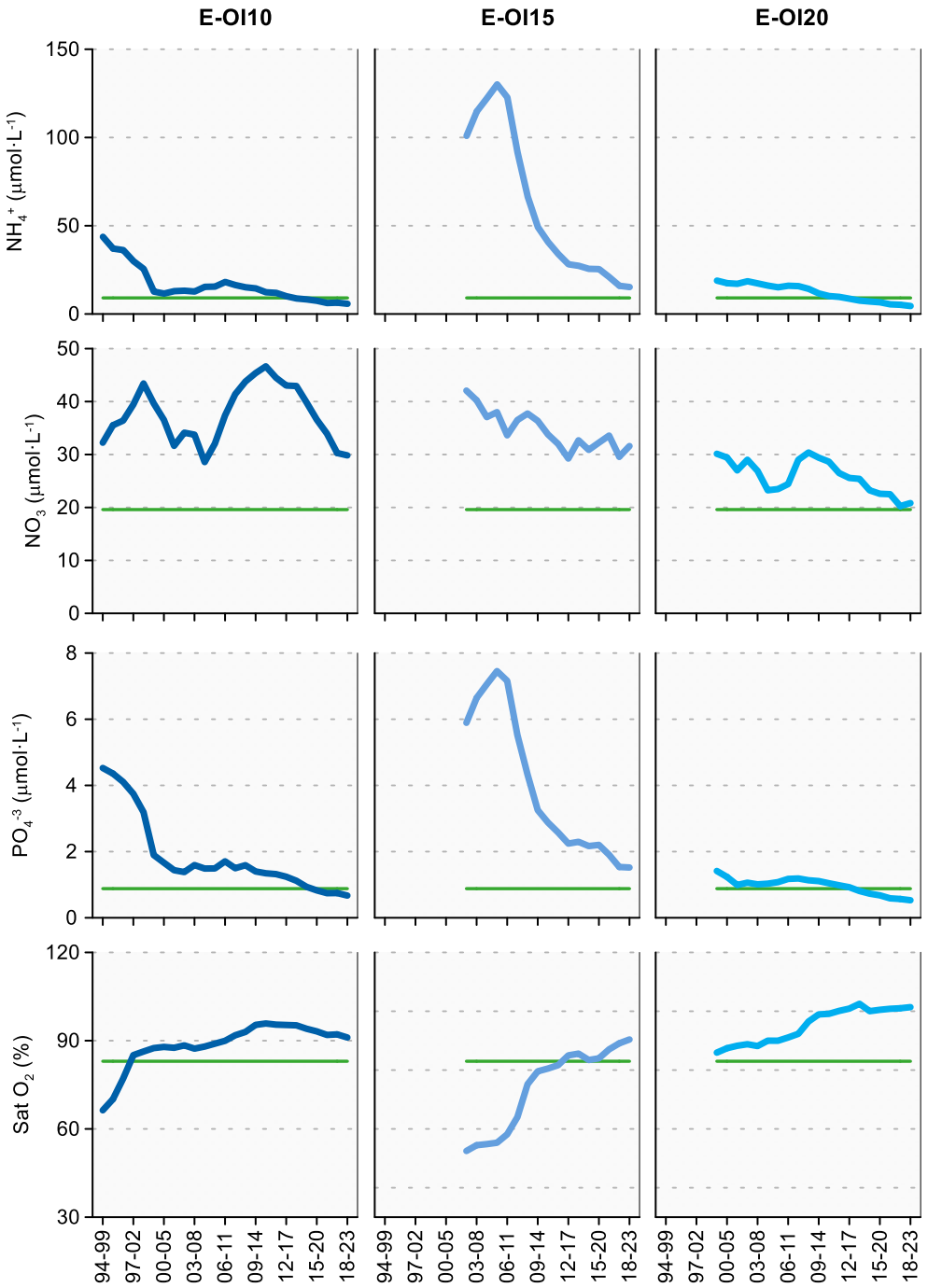


Figura 188 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

En las estaciones E-OI10, E-OI15 y E-OI20, la tendencia a la mejora del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1994 y 2023, es estadísticamente significativa ($p<0,05$). No obstante, en toda la serie, la estación E-OI15 sólo alcanza un estado entre malo y deficiente (cercano al límite entre deficiente y moderado), mientras que las otras dos estaciones llegan en los últimos años al estado bueno (Figura 189).

Estos cambios tienen que ver con el saneamiento del estuario. En 1996 se desviaron casi todos los vertidos a la zona costera adyacente (cala Murgita), lo que provocó un inicio de la recuperación (comenzando por el oxígeno disuelto). Sin embargo, en la estación E-OI15, muy confinada, todavía

existe una regata que aporta vertidos. Además, durante un tiempo se estuvieron haciendo dragados y obras para pantalanes deportivos en las inmediaciones de esta estación (2005, 2009-2010), que hicieron caer la calidad fisicoquímica.

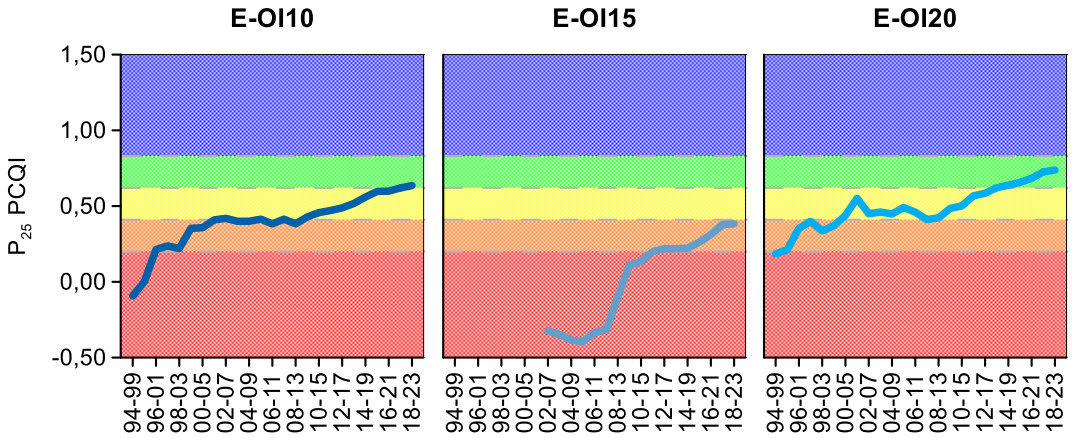


Figura 189 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1994 y 2023 de las estaciones de muestreo E-OI10, E-OI15 y E-OI20 de la masa de agua de transición del Oiartzun. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

15.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa alcanza el **Muy Buen estado**, siendo también muy bueno para las tres estaciones de la masa (Tabla 151), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 151 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Oiartzun en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OI10	E-OI15	E-OI20	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	19,8	16	15,8	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2023 indica que, en esta masa de agua, se **alcanza el buen estado químico** (Tabla 152). Desde 2008, la masa de agua no alcanzó el buen estado químico en 2010 por cadmio, en 2014 por el sumatorio de Benzo(g,h,i)perileno e Indeno(1,2,3-cd)pireno y en 2015 por TBT. En 2023, alcanza el buen estado químico.

Tabla 152 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oiartzun en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. "-": no se ha determinado. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OI10	E-OI15	E-OI20	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	0,0011	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0005	0,0013	0,0006	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0013	0,0025	0,0011	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	0,02	0,01	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	0,083	<LC	<LC	Cumple

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OI10	E-OI15	E-OI20	Global
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	0,150	0,150	0,160	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	0,45	<LC	0,50	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	1,20	2,20	2,90	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 190 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con normas de calidad. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las tres estaciones de muestreo (E-OI10, E-OI15 y E-OI20) hasta el año 2006; desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar. A lo largo de la serie temporal, níquel (con una clara tendencia a disminuir las concentraciones) y cobre han cumplido siempre las normas. Por su parte, cadmio, zinc y plomo presentan tendencias claramente decrecientes. En años recientes no se superan las normas establecidas (Figura 190) para cadmio y mercurio (desde 2012), zinc (desde 2000) y plomo (desde 2012, si bien en algunas estaciones desde mucho antes).

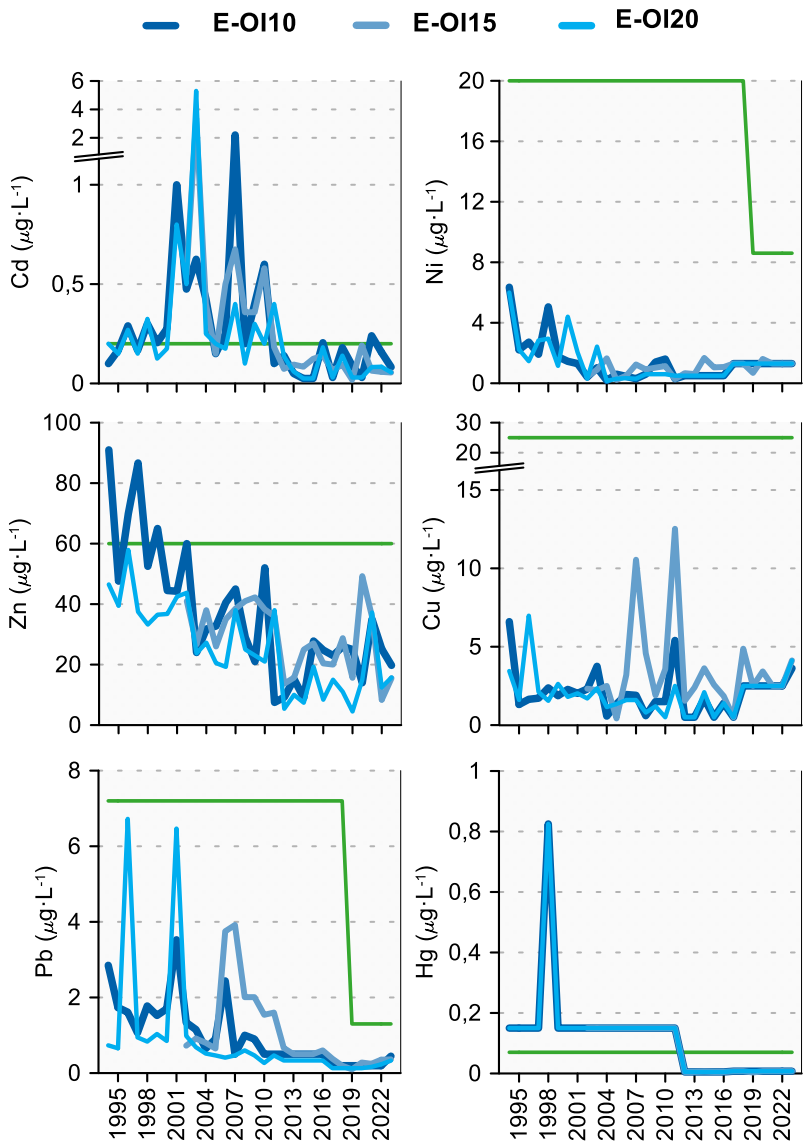


Figura 190 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

15.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero de 2023 en las tres estaciones. En general, las concentraciones de sustancias analizadas están dentro del rango de lo observado en los últimos años (Tabla 153). En el caso de los PCB se superan los límites de detección en la mayoría de los congéneres analizados, mientras que los PAH se encuentran en su mayoría por debajo de los límites de detección para estos compuestos. El resto de los compuestos orgánicos considerados se encuentran en concentraciones inferiores a los límites de cuantificación en las tres estaciones.

Tabla 153 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox), concentraciones de metales (mg·kg^{-1}, peso seco) y compuestos orgánicos (µg·kg^{-1}, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos de la masa de agua de transición del Oiartzun en la campaña de invierno de 2023.

E-OI10 (Fecha de muestreo: 09/02/2023)							
Gravas (%)	0	PCB 28	3	Aldrín	<1	Pireno	11
Arenas (%)	35,3	PCB 52	17	Dieldrín	<1	Criseno	<10
Limos (%)	64,8	PCB 101	3	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	<10
MO (%)	14,3	PCB 105	4	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	<10
Eh (mV)	-55	PCB 118	2	Fenantreno	<10	Fluoranteno	13
Cd	2,4	PCB 138	2	Indeno[1,2,3-cd]pireno	<10	Benzo[a]antraceno	<10
Cr	84	PCB 153	4	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	<10
Cu	120	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	<10
Hg	0,80	PCB 180	2	Acenafteno	<10		
Ni	38	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	348	p,p-DDD	<1	Antraceno	<10		
Zn	2001	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	<10		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	<10		
		gHCH	<1	Perileno	<10		
E-OI15 (Fecha de muestreo: 09/02/2023)							
Gravas (%)	0	PCB 28	<1	Aldrín	<1	Pireno	210
Arenas (%)	43,8	PCB 52	2	Dieldrín	<1	Criseno	11
Limos (%)	56,2	PCB 101	3	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	11
MO (%)	13,9	PCB 105	9,0	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	<10
Eh (mV)	-8	PCB 118	1,0	Fenantreno	<10	Fluoranteno	25
Cd	1,4	PCB 138	4	Indeno[1,2,3-cd]pireno	<10	Benzo[a]antraceno	12
Cr	124	PCB 153	8	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	19
Cu	155	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	11
Hg	0,60	PCB 180	6	Acenafteno	<10		
Ni	33	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	170	p,p-DDD	<1	Antraceno	<10		
Zn	888	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	<10		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	<10		
		gHCH	<1	Perileno	<10		
E-OI20 (Fecha de muestreo: 09/02/2023)							
Gravas (%)	0,2	PCB 28	<1	Aldrín	<1	Pireno	23
Arenas (%)	43,7	PCB 52	<1	Dieldrín	<1	Criseno	19
Limos (%)	56,1	PCB 101	2	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	10
MO (%)	7,4	PCB 105	8	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	<10
Eh (mV)	-26	PCB 118	<1	Fenantreno	16	Fluoranteno	30
Cd	0,3	PCB 138	3	Indeno[1,2,3-cd]pireno	<10	Benzo[a]antraceno	21
Cr	60	PCB 153	6	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	17
Cu	39	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	14
Hg	0,27	PCB 180	7	Acenafteno	<10		
Ni	25	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	84	p,p-DDD	<1	Antraceno	<10		
Zn	231	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	<10		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	<10		
		gHCH	<1	Perileno	<10		

En la campaña de 2023, las tres estaciones presentan un sedimento limo-arenoso (Tabla 153). En el estudio estadístico de tendencias a largo plazo se obtiene una tendencia significativa creciente del potencial redox en las estaciones internas E-OI10 y E-OI15 y, por el contrario, una tendencia decreciente en el contenido de materia orgánica en E-OI10 (Figura 191).

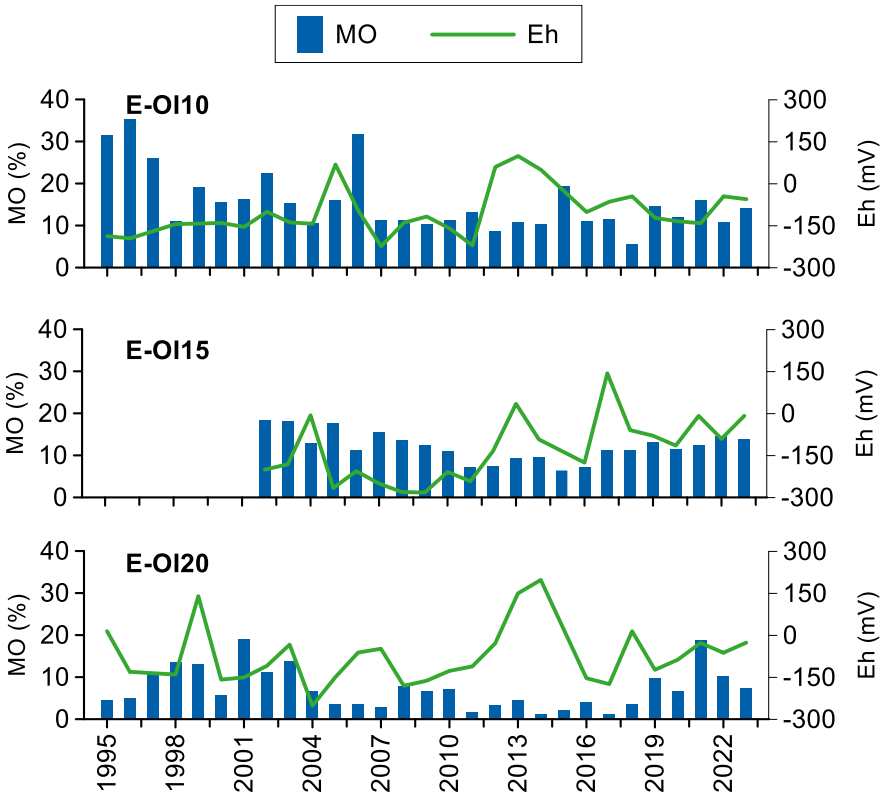


Figura 191 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Oiartzun (muestreos de invierno).

En relación con los metales, la estación E-OI10 es la que presenta concentraciones más elevadas de metales (excepto en Cr y Cu), seguida de la estación E-OI15. La estación E-OI10 tiene un mayor contenido de sedimento fino y de materia orgánica con respecto a las otras dos estaciones (Tabla 153). En cuanto a la evolución temporal del contenido en metales, destaca la concentración de Cr en la estación E-OI10 en 2019 y en la estación E-OI15 en 2020, así como las concentraciones máximas de Cd, Hg, Pb y Zn en la estación E-OI10 en 2020 (Figura 192).

Respecto al análisis de tendencias a largo plazo, y teniendo en cuenta el período representado en la Figura 192, se observa una tendencia ascendente estadísticamente significativa en las concentraciones de Cr en las estaciones E OI10 y E OI15. De hecho, estas dos estaciones presentan en años recientes los valores más altos de la serie para todos los metales. En la estación E-OI20 se observa una tendencia decreciente significativa en las concentraciones de Cd, Cu, Hg, Pb y Zn.

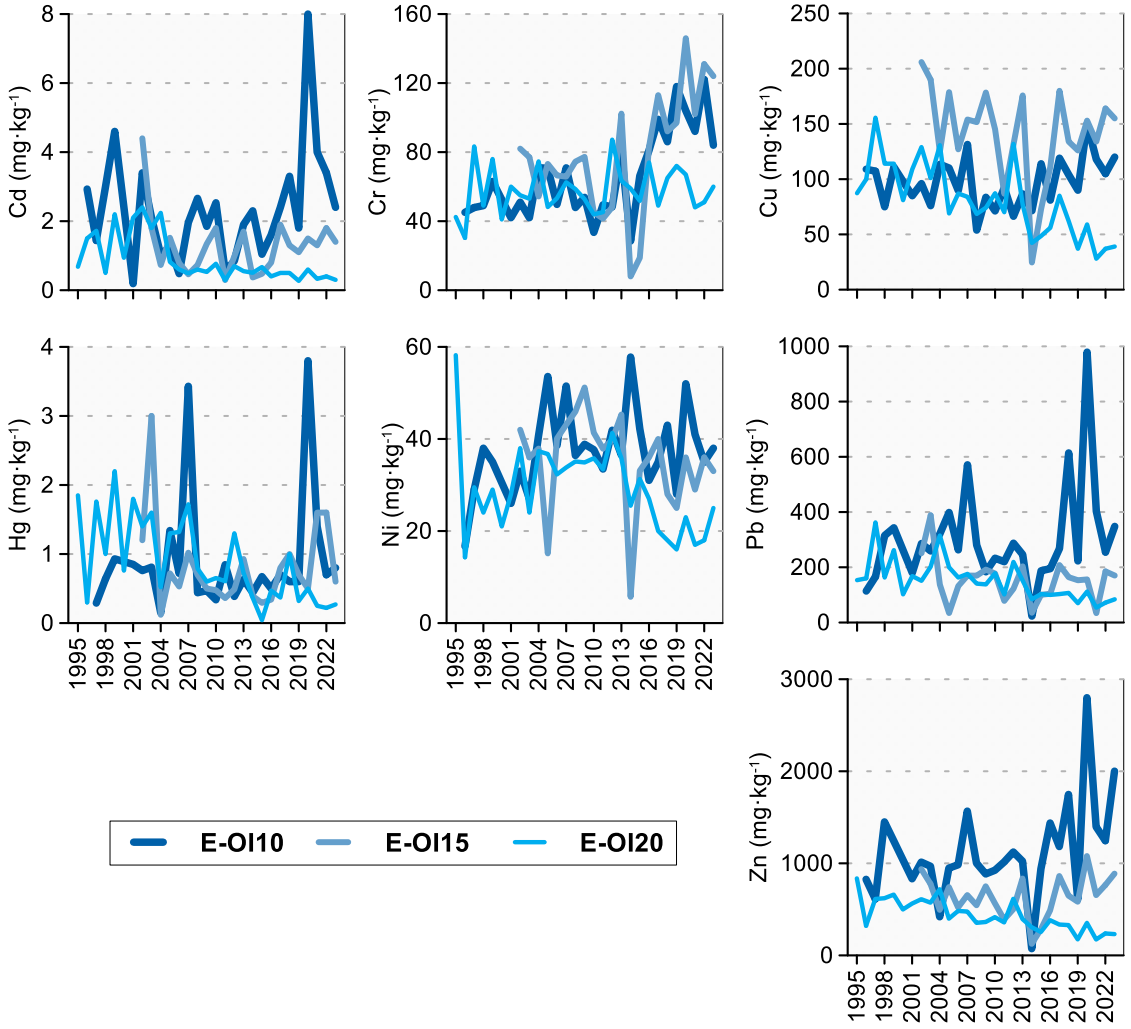


Figura 192 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Oiartzun (muestreos de invierno).

15.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2023, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-OI10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 154, donde los valores registrados se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota).

Tabla 154 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oiartzun en 2023, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-OI10	Global
Dicofol	NCA biota	33	20	<LC	No aplica
Ácido perfluoro-octanosulfónico y sus derivados (PFOS)	NCA biota	9,1	1	<LC	No aplica
Hexabromociclododecano	NCA biota	167	100	<LC	No aplica
Hexaclorobenceno	NCA biota	10	1	<LC	No aplica
Hexaclorobutadieno	NCA biota	55	50	<LC	No aplica
Mercurio y sus compuestos	NCA biota	20	6	20	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0059	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,99	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,07	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Las ostras son filtradoras y pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. Por ello, de cara a la evaluación del estado químico sobre la misma sustancia o familia, los resultados en biomonitores prevalecen sobre los resultados en las aguas. Por lo tanto, teniendo en cuenta conjuntamente los resultados obtenidos en aguas y los obtenidos en biomonitores, la masa de transición del Oiartzun alcanza el **Buen estado químico**.

15.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

15.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

Teniendo en cuenta las medidas de superficie y fondo, la concentración de **clorofila-a** en las campañas trimestrales de 2023 presenta una fuerte variabilidad temporal, con bajos valores en febrero y en noviembre (como máximo ~1 µg·L^{-1}), un rango moderado en mayo (2−7 µg·L^{-1}) y picos en agosto de hasta ~14 µg·L^{-1}. Los máximos de primavera y verano se miden en aguas de superficie euhalinas (Figura 193). La fracción de agua dulce en superficie durante dichos máximos es de 7−8%.

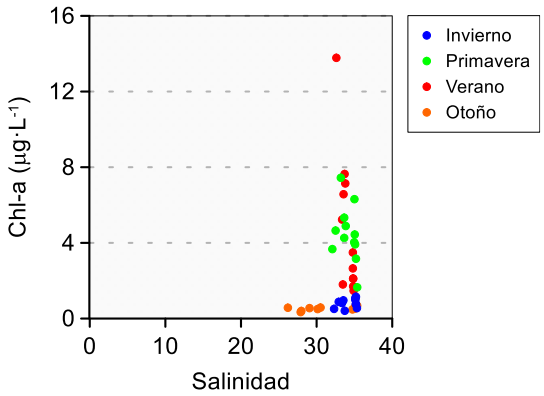


Figura 193 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Oiartzun en las cuatro épocas de estudio durante 2023. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

Para comparar la clorofila del Oiartzun con la de otras masas de transición Tipo 10 (estuarios submareales) similares en cuanto a sus condiciones de salinidad (euhalinas) hay que recurrir al Nerbioi Exterior. Aunque las comparaciones en cada año deben interpretarse con precaución, ya que normalmente las campañas no se realizan simultáneamente, se observan patrones comunes. Así, hasta ahora ambas masas han solido presentar los máximos anuales en verano. En 2023 los máximos estivales del Nerbioi Exterior han sido ligeramente más bajos (12 µg·L^{-1}), pero la campaña ha tenido lugar con 6 días de diferencia. En agosto de 2022 la estación E-N20 mostró un pico de gran magnitud (17 µg·L^{-1}), superando a la masa del Oiartzun (9 µg·L^{-1}), pero esta fue muestreada 8 días más tarde. En 2021 y en 2020 las concentraciones del Oiartzun fueron algo mayores que las del Nerbioi Exterior. En el verano de 2019 las diferencias fueron inapreciables, con concentraciones cercanas a 4 µg·L^{-1}. Por el contrario, en agosto de 2018 se encontraron diferencias muy amplias: en el Oiartzun se llegaron a medir unos 20 µg·L^{-1} y en el Nerbioi, muestreado solo dos días más tarde, unos 4 µg·L^{-1}.

La respuesta del fitoplancton a la presión antrópica, cuando ésta es estimada como concentración de nutrientes disueltos, no puede percibirse siempre de manera directa en cada una de las campañas. Pero esta relación se hace más evidente cuando se analiza una serie temporal larga y se integran los datos en periodos de varios años (Revilla et al., 2011, 2014; Garmendia, 2013). Por ello, la **evolución temporal de la biomasa fitoplanctónica** se ha estudiado mediante el cálculo del percentil 90 de la clorofila-a (P_{90}) a lo largo de periodos móviles de seis años (Figura 194).

En la estación **E-OI10** el P_{90} a finales de la década de los 90 se encontraba en valores muy bajos, posiblemente porque el fitoplancton estaba limitado por la turbidez. Posteriormente ha seguido una tendencia de aumento, con algunas oscilaciones. Ello ha hecho que dejara de cumplirse el objetivo desde el periodo 2012−2017 (Figura 194). En esta zona, al estar próxima al río, cobran importancia sobre el fitoplancton los factores meteorológicos e hidrográficos (pluviosidad y caudal fluvial), **factores naturales** que podrían ocasionarle ciertas oscilaciones al modificar el tiempo de residencia del agua. Por otra parte, como se discute más adelante, ha podido influir también la presión antrópica (como hipótesis, los dragados efectuados en 2017) sobre el actual valor de P_{90}.

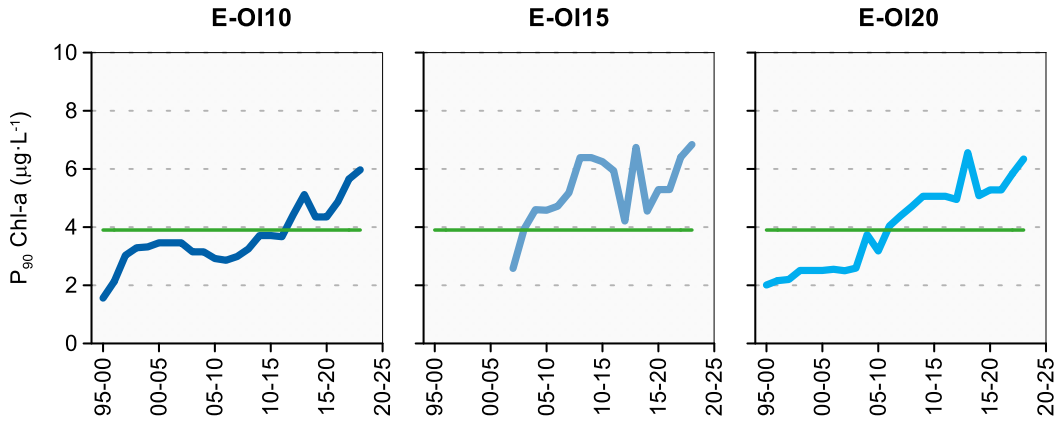


Figura 194 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas euhalinas (E-OI10, E-OI15 y E-OI20).

En la estación **E-OI15** la serie temporal es de menor longitud (Figura 194). El objetivo de calidad de la clorofila no se cumple desde casi el principio de la serie, concretamente desde el periodo 2003−2008. Aunque se haya producido un descenso importante en las concentraciones de amonio y fosfato, respecto a las que se observaban en la década de 2000 (Figura 188), estos nutrientes no cumplen todavía su objetivo de calidad (Tabla 150). Aunque con menos frecuencia ahora, en los últimos años han seguido llegando algunos **vertidos de aguas residuales**, a través de la regata Txingurri, a esta zona donde la renovación del agua en ocasiones es muy lenta (se trata de una dársena).

Como se observa en la Figura 194, en la zona media del estuario (**E-OI20**) el P_{90} presenta una tendencia de aumento, lo que ha hecho que no alcance el objetivo de calidad desde el periodo 2006−2011. La estación E-OI20 ha mejorado en cuanto a concentración de amonio y fosfato, y estos nutrientes recientemente han empezado a cumplir los objetivos de calidad (Figura 188; Tabla 150). Sin embargo, la clorofila señala que esta estación todavía está sometida a una presión de eutrofización importante. Parte de la carga de nutrientes que recibe la dársena de la Herrera (E-OI15) seguirá en la misma una vía de transformación química (por ejemplo, nitrificación) o biológica (por ejemplo, producción fitoplanctónica). Pero, otra parte se dispersará a otras zonas del estuario, principalmente a la estación E-OI20, la más próxima, donde podrá transformarse allí también en biomasa fitoplanctónica. La dispersión, que tiene lugar en este estuario diariamente con la marea llenante y vaciante y con el viento, también transportará células fitoplanctónicas. Teniendo en cuenta todo lo anterior, podría ser interesante aplicar modelos hidrodinámicos y de transporte para evaluar el efecto de la **dispersión tanto de sustancias disueltas (nutrientes), como de partículas (fitoplancton), entre distintas zonas del estuario**.

Otro factor que debería considerarse son los aportes difusos de nutrientes, que tienen que ser importantes en este pequeño estuario, dada su densidad de población y actividad portuaria e industrial.

Por ejemplo, es interesante que poco después del **dragado que tuvo lugar en Lezo en otoño de 2017**, en mayo de 2018 la clorofila alcanzara en las tres estaciones el máximo de los valores de primavera de las series temporales de esta masa de agua. Además, en agosto de 2018 los picos de clorofila fueron de una magnitud sorprendente para aguas euhalinas, como también lo fue el bloom de la diatomea *Pseudo-nitzschia galaxiae* en E-OI20 (47 millones de células por litro). Una hipótesis es que las capas del sedimento que quedaron en contacto con la columna de agua tras el dragado fueran más ricas en nutrientes que las que éste eliminó, y que estos nutrientes se fueran transfiriendo a la columna de agua en los meses siguientes. Por otro lado, algunas especies se enquistan en el sedimento a la espera de condiciones propicias para pasar a la columna de agua. Es el caso de *Heterosigma akashiwo*, una rafidofícea que germina a partir de cierta temperatura y que, a mediados de junio de 2022, tras unos días de mucho calor se observó cerca de la estación E-OI15 formando manchas pardo-rojizas en el agua que contenían aproximadamente 200 millones de células por litro.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton durante las campañas de 2023**, en la Tabla 155 se muestran las variables que describen de manera general a la comunidad durante diferentes épocas del año, en condiciones de pleamar. En la estación más cercana al río (E-OI10) sólo se toman muestras en primavera y verano; esto se hace así con el fin de evitar las campañas en las que el aporte fluvial suele ser mayor, teniendo en cuenta que el material particulado interfiere con la técnica de microscopía.

Tabla 155 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie, tomadas en pleamar, en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun.

		09/02/2023			09/05/2023		
Parámetro	Unidad	E-OI10	E-OI15	E-OI20	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	-	201	209	8134	23161	21526
Diversidad	(bit·cel^{-1})	-	3,0	3,0	1,9	1,4	1,8
Riqueza	(*# taxa*)	-	25	22	42	36	43
		17/08/2023			23/11/2023		
Parámetro	Unidad	E-OI10	E-OI15	E-OI20	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	26186	13591	21265	-	183	119
Diversidad	(bit·cel^{-1})	3,1	2,7	3,0	-	2,3	3,4
Riqueza	(*# taxa*)	50	48	55	-	15	22

La abundancia celular en 2023 presenta fuertes diferencias entre épocas de muestreo, encontrándose valores muy altos en primavera y verano. En cuanto a la riqueza, también puede considerarse muy alta en dichas épocas del año.

El patrón de la densidad celular en el estuario del Oiartzun suele ser de bajos valores en invierno y en otoño, aunque de forma esporádica se han observado valores moderados en noviembre (2007, 2014, 2016 y 2022). Aunque los máximos han solido darse en verano, en este último año los picos primaverales son del mismo orden.

Respecto a la composición taxonómica, en las muestras de invierno y otoño ningún taxón supera el umbral de bloom que, de manera orientativa, se sitúa en $0{,}75 \cdot 10^6$ células·L^{-1} para aguas estuáricas. La mayoría de las células en estas muestras son pequeños flagelados.

Por el contrario, el resto de las muestras presentan todas ellas blooms. En mayo, producidos por dos especies de diatomeas del género *Skeletonema* que afectan especialmente a las estaciones más cercanas al mar (E-OI20 y E-OI15).

En agosto se encuentran millones de pequeñas células no identificables en los tres puntos de muestreo. A estas células se les suman floraciones de diferentes diatomeas cuya abundancia máxima se encuentra en E-OI20: *Skeletonema* sp. 5-10 µm (hasta $7 \cdot 10^6$ células·L^{-1}), *Pseudo-nitzschia galaxiae*

(hasta $3,5 \cdot 10^6$ células·L^{-1}), *Leptocylindrus minimus* (hasta $2,6 \cdot 10^6$ células·L^{-1}) y pequeñas diatomeas centrales (hasta $2,1 \cdot 10^6$ células·L^{-1}). En agosto la estación E-OI10 presenta, además, blooms de las criptofíceas *Plagioselmis* spp. ($1,9 \cdot 10^6$ células·L^{-1}) y de las clorofíceas *Chlamydomonas* spp. ($1,5 \cdot 10^6$ células·L^{-1}). Hay que indicar que las floraciones de *Leptocylindrus minimus* se consideran nocivas para los ecosistemas al poder dañar las agallas de los peces.

Por tanto, en verano se repite el mismo patrón que otros años, con abundancias muy altas de pequeñas diatomeas. Hay que indicar que en 2021 y 2022 la especie identificada como *Skeletonema* sp. 5-10 µm no superó el umbral de bloom, algo que llevaba haciendo todos los veranos desde 2016. Esto podría interpretarse como un síntoma de recuperación, dado que las diatomeas del género *Skeletonema* prosperan en medios ricos en nutrientes y sus floraciones se consideran indicadoras de eutrofización (Nincevic-Gladan et al., 2015). No obstante, habrá que esperar unos años para comprobar si se trata de una tendencia, ya que en agosto de 2020 este taxón presentó un fuerte bloom en E-OI15 ($23 \cdot 10^6$ células·L^{-1}) y en 2023 ha vuelto a ser muy numeroso no solo en verano, sino también en primavera (hasta $9,8 \cdot 10^6$ células·L^{-1}).

Cabe citar también la presencia en las tres muestras de primavera del dinoflagelado *Dinophysis acuminata*, con una abundancia muy destacable en la estación E-OI20 (1700 células·L^{-1}). Este dinoflagelado tóxico se considera que produce el síndrome diarreico por consumo de marisco a partir de unas 100 – 500 células·L^{-1}. En la misma muestra se observa presencia del ciliado kleptoplastidial *Mesodinium rubrum* (300 células·L^{-1}) y un máximo de las criptofíceas *Plagioselmis* spp. ($0,59 \cdot 10^6$ células·L^{-1}). La cadena trófica que enlaza *D. acuminata* – *Mesodinium* – criptofíceas es necesaria para la generación de los blooms de este dinoflagelado tóxico (p.ej., Moita *et al.*, 2016).

Como puede verse en la Tabla 156, en cuanto al estado del fitoplancton, en el último periodo de evaluación las tres estaciones presentan impacto significativo. El global de la masa de agua se clasifica en **Potencial Deficiente** (**EQR = 0,208**).

Tabla 156 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun, así como en su globalidad. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (naranja: potencial deficiente).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a (µg·L^{-1})	Chl-a
2018-2023	E-OI10	5,97	0,218
	E-OI15	6,84	0,190
	E-OI20	6,34	0,205
	Oiartzun Transición	6,2374*	0,208

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

Como puede verse en la Figura 195, el EQR del fitoplancton en el global de la masa de agua indica una tendencia de empeoramiento con el tiempo. Esta tendencia condujo a que dejara de alcanzar el buen potencial en la evaluación del año 2013 (esto es, la realizada con los datos de clorofila superficial del periodo 2008−2013).

Como ya se ha comentado, hay varias hipótesis que podrían explicar el que esta masa de agua no alcance el buen potencial para el fitoplancton. En zonas profundas, como son los puertos, el tiempo de renovación del agua es más lento. Considerando únicamente el efecto de la marea, hay modelos que indican que requiere 22 días en la estación E-OI10, 73 días en E-OI15 y 2 días en E-OI20 (Belzunce et al., 2010). Esto indica que, en situaciones prolongadas de baja descarga fluvial, las estaciones E-OI10 y E-OI15 son muy vulnerables a la eutrofización. Los vertidos de aguas urbanas se han ido haciendo con el tiempo menos intensos y frecuentes. Esto se manifiesta en las concentraciones de amonio y fosfato, que respecto a las de la década de 1990 y de 2000 se han reducido considerablemente (Figura

188). Sin embargo, en periodos recientes dichos nutrientes todavía no cumplen sus objetivos en E-OI15, ni tampoco el nitrato (especialmente, en E-OI10 y E-OI15) (Tabla 150).

Además, los dragados podrían aumentar el intercambio de nutrientes entre la columna de agua y el sedimento. Aunque esta presión antrópica no es fácil de mitigar, ya que está ligada a la actividad portuaria, sería recomendable hacer un seguimiento de esta y estudiar su influencia sobre el fitoplancton.

Por último, hay factores océano-meteorológicos que influyen en la clorofila de las aguas más cercanas al medio marino, las euhalinas, y harán oscilar el EQR (véase la variabilidad del P_{90} en la estación oceánica más cercana, L-RF10). Aunque estas oscilaciones no fueran muy amplias, también podrían haberse visto sumadas a la presión antrópica en los últimos años. También ligado a factores climáticos, hay que mencionar que algunas especies requieren temperaturas altas en el sedimento para abandonar su fase de resistencia y pasar a la columna de agua, lo que podría originar una mayor frecuencia de blooms asociada a olas de calor, como pudo ocurrir en junio de 2022 con la marea roja de *Heterosigma akashiwo* (https://www.marinespecies.org/hab/aphia.php?p=taxdetails&id=160585#notes).

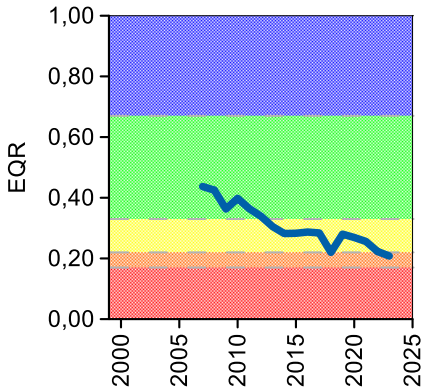


Figura 195 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Oiartzun a lo largo del seguimiento (rojo: potencial malo; naranja: potencial deficiente; amarillo: potencial moderado; verde: buen potencial; azul: máximo potencial).

15.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2004 y 2022, por lo que la evaluación de 2023 corresponde a la campaña de 2022. En la Tabla 157 se muestran los resultados obtenidos en dichas campañas para cada una de las estaciones a las que se adscriben las zonas estudiadas y para el global de la masa de agua.

Tabla 157 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la masa de agua muy modificada del Oiartzun, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

Campaña	Estación			Global
	E-OI10	E-OI15	E-OI20	
2004	0,250	0,375	0,625	0,447
2007	0,250	0,375	0,375	0,346
2010	0,276	0,487	0,750	0,537
2013	0,276	0,712	0,750	0,621
2016	0,447	0,750	0,750	0,677
2019	0,750	0,750	0,875	0,798
2022	0,651	0,750	0,875	0,774

La calificación obtenida en 2022 fue de Buen Estado para los tramos medio e interior del estuario, y de Muy Buen Estado para el tramo exterior. Con estos resultados la masa de agua quedaría calificada en

Buen Estado (Tabla 157). Por tanto, se mantiene la calificación de las tres campañas anteriores, mejorando los resultados obtenidos en las tres primeras campañas completadas en el estuario, en las que se obtuvo una calificación de Estado Moderado para el global de la masa de agua. La mejora observada se debe a que los valores para las diferentes métricas que se incluyen en la herramienta TMI van mejorando desde el exterior del estuario hacia el interior, sobre todo en lo que se refiere a riqueza específica y a cobertura de algas no indicadoras de contaminación.

En este punto, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello por lo que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

15.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un tramo interno (E-OI10) en el que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se encuentra claramente dominada por el poliqueto *C. capitata*. También cabe destacar el bivalvo *Theora lubrica* (especie invasora de origen asiático), aunque no presenta una densidad relativa importante. Los parámetros estructurales determinados presentan valores relativamente altos, a excepción de la diversidad (Tabla 158), por encima incluso de los promedios históricos. Sin embargo, la alta abundancia de *C. capitata* explica la clara dominancia de especies oportunistas de primer orden (GE V), lo que hace que, según AMBI, la estación quede calificada como fuertemente alterada (AMBI=5,3).

Tabla 158 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua muy modificada del Oiartzun. También se muestra la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Densidad	(ind·m^{-2})	8.210	2.757	8.030
Biomasa	(g·m^{-2})	3,400	6,803	8,383
Riqueza	(*# taxa*)	29	11	53
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	1,95	0,31	3,53
Equitabilidad densidad		0,40	0,09	0,62
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	2,90	0,79	2,94
Equitabilidad biomasa		0,60	0,23	0,51
Diversidad máxima	(bit)	4,86	3,46	5,73
AMBI		5,346	5,923	3,356
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Fuerte	Alteración Moderada
M-AMBI$_{estación}$		0,452	0,106	0,937
M-AMBI$_{global}$		0,580		

La zona de la dársena de La Herrera (E-OI15) presenta una densidad alta, una riqueza específica que superior al promedio de la serie histórica (7 *taxa*), y diversidad y equitabilidad bajas. Domina el poliqueto *C. capitata*, que se adscribe al GE V, lo que hace que esta estación quede calificada, en términos de AMBI, como fuertemente alterada (AMBI=5,9) (Tabla 158).

Por último, en la estación E-OI20, que presenta una clara influencia marina, se han determinado valores altos para los parámetros estructurales estimados (Tabla 158), comparados incluso con los valores determinados en la presente campaña de 2023 en el resto de las estaciones estuáricas. Debido precisamente a la influencia marina, las principales especies identificadas son características de zonas de transición. Así, dominan poliquetos *Galathowenia oculata*, *Pseudopolydora paucibranchiata* y *C. capitata*, los nematodos, el grupo de los oligoquetos, y el bivalvo *Varicorbula gibba*. Cabe destacar también la presencia, una vez más, de las especies asiáticas invasoras *T. lubrica* y *X. securis*. En relación con AMBI, dominan las especies indiferentes a la alteración, a las que, con densidades relativas similares, siguen las especies tolerantes, y los oportunistas de segundo y de primer orden, lo

que limita la calificación de la estación a moderadamente alterada (AMBI=3,4) (Tabla 158).

Los valores de M-AMBI estimados para 2023 indican Potencial Malo para la dársena de La Herrera, con Potencial Máximo para la zona de Lezo y Buen Potencial para la más exterior, lo que da una calificación global de la masa de agua de **Buen Potencial** (Tabla 158).

Destaca que, mientras los tramos interior y exterior de la masa de agua presentan una clara tendencia positiva (sin duda relacionada con el saneamiento), aunque en la zona de Lezo se ha dado una fuerte regresión en las últimas campañas (2021-2023) (Figura 196). En marzo de 2021 y marzo de 2022 se hicieron sendos dragados cerca de la estación E-OI10, de unos 5.000 m^3. El muestreo de 2022 fue antes del dragado, pero no hay que descartar que el dragado de 2021 haya ejercido alguna influencia en los datos de 2022. De hecho, en 2023 parece darse cierta recuperación. Hay que hacer notar que está previsto hacer un gran dragado en esta zona en un futuro inmediato, para dar más calado a los barcos porta-coches. Por otro lado, en la dársena de La Herrera no se observa tendencia a lo largo del seguimiento.

Cabe señalar que hasta la campaña de 2008 parecía detectarse cierta mejora progresiva en la E-OI15, aunque con avances y retrocesos, pero en 2011 se produjo un retroceso importante, coincidiendo con los dragados y trabajos de instalación de pantalanes en la zona. A partir de 2012 se iniciaron unas obras en la avenida Alcalde José Elosegi de la que llegaban materiales de escorrentía que incrementaban la turbidez del agua (efecto que se apreciaba a simple vista). Acabados los trabajos que pudieran tener algún efecto sobre las comunidades de la zona en 2014, en la campaña de 2017 finalmente se detectó cierto incremento en el valor de M-AMBI, pero en 2018 se detectó un nuevo retroceso que no ha revertido, al menos por completo, entre 2019 y 2023. Será importante mantener la vigilancia de la estación en próximas campañas para analizar su evolución a medio plazo.

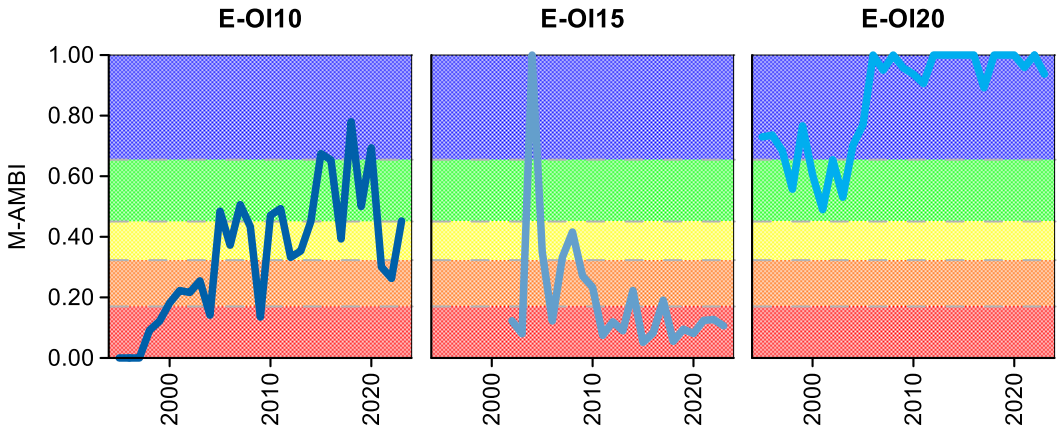


Figura 196 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua muy modificada del Oiartzun a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Potencial; naranja: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado; verde: Buen Potencial; azul: Máximo Potencial).

15.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2022. Los muestreos se han realizado trienalmente desde 2004. Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 186.

Además de los datos propios de la “Red de Seguimiento” entre los años 2004 y 2019, se dispone también de los datos obtenidos en 1996 e incluidos en el informe “Estudio de la calidad biológica de los sedimentos de los estuarios interiores de los ríos Bidasoa, Oiartzun y Urumea”, así como de los datos

de 2001 pertenecientes al informe “Estudio de las comunidades de fauna demersal en los estuarios de Oiartzun y Bidasoa”.

Este estuario se clasifica en el tipo T10, o estuario atlántico submareal. Esto significa que para el elemento peces, aunque se muestrean tanto peces como crustáceos, sólo se tienen en cuenta los peces en la evaluación. En estos años han sido identificados 16 taxones de peces, siendo todos ellos especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

Tal y como se muestra en la Figura 197, la frecuencia de aparición de todas las especies difiere año a año, presentando un máximo de riqueza en 2016 y un mínimo en 1995. El total de taxones de peces identificados es de 25. El listado de especies presentado en la Figura 197 aparece ordenado de acuerdo con la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- el único taxón capturado en todas las campañas (100% de las ocasiones) han sido los cabuxinos del género *Pomatoschistus*;

- más de la mitad de los taxones registrados aparecen de forma esporádica (una a lo largo de toda la serie de datos); y en la mayoría de las ocasiones, durante los últimos tres muestreos realizados.

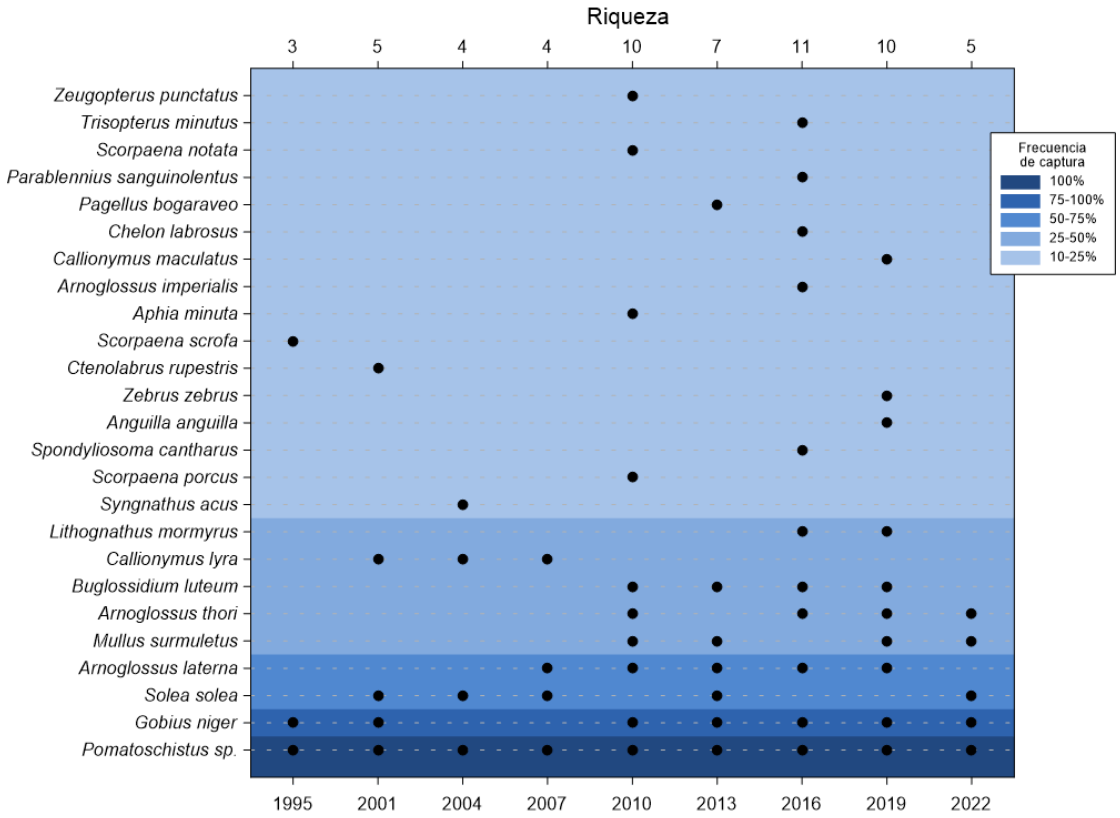


Figura 197 Listado de especies capturadas en el estuario del Oiartzun (1995-2022). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado.

En cuanto a los parámetros estructurales, la Figura 198 muestra la evolución de los parámetros estructurales (riqueza, abundancia y diversidad) entre 1995 y 2022 por estación. En 2022 se observa una disminución de todos los parámetros respecto a 2019, excepto en el caso de la abundancia en la estación interior 2 donde se produce un aumento.

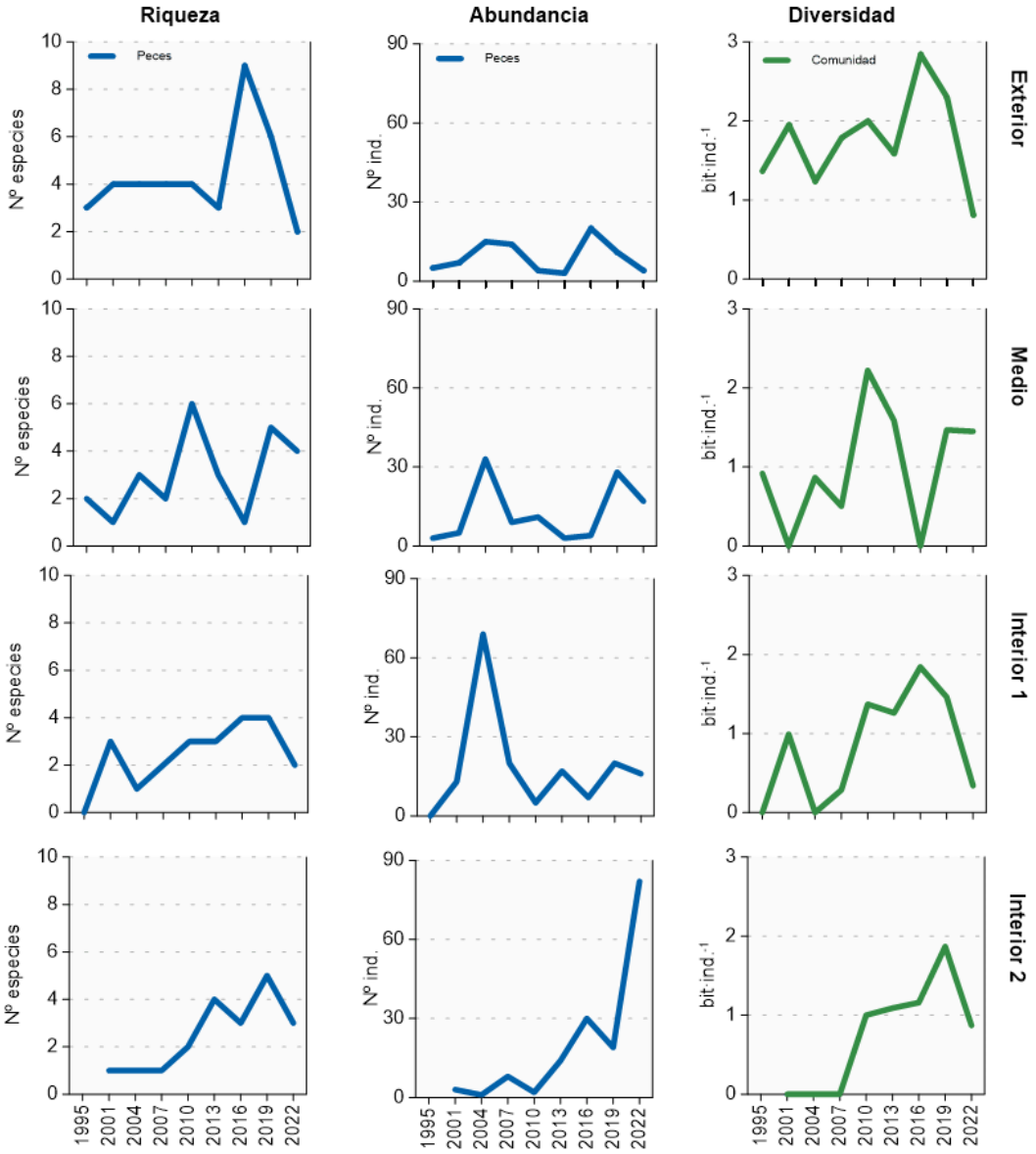


Figura 198 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Oiartzun entre 1995 y 2022.

En líneas generales, en 2022 se rompe con la evolución positiva de la riqueza, abundancia y diversidad mostrada en las estaciones internas mientras que, en el resto de las estaciones, no se aprecia un modelo de distribución concluyente. Los grandes picos de abundancias detectados en la estación media y las dos estaciones internas corresponden a la captura masiva de cabuxinos. No se observa ninguna tendencia estadísticamente significativa, aunque parece que el estuario del Oiartzun muestra una tendencia hacia el empobrecimiento.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2022 la valoración global de la masa de agua alcanzó el **Potencial Moderado** (Figura 199), con un valor inferior al obtenido en 2019 y similar al obtenido en 2004.

La Figura 199 muestra la evolución temporal de la calidad biológica a lo largo de toda la serie de datos. Tras un estado inicial con una calidad moderada, la evolución de la calidad de la masa de agua del Oiartzun mantiene una progresión positiva, con una mejoría gradual a lo largo de todo el estuario hasta

2016, año en el que alcanza el valor más alto de toda la serie (Potencial máximo). Es a partir de entonces cuando el sistema empieza a perder calidad, mostrando los últimos años una tendencia clara al empobrecimiento, y alcanzando en 2022 el más bajo de toda la serie (y similar al alcanzado en 2004).

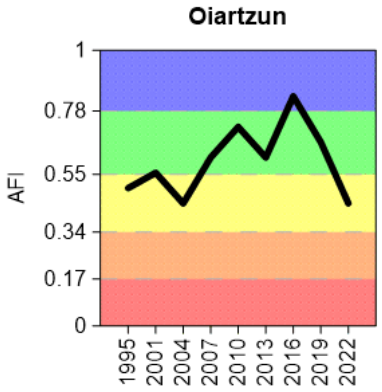


Figura 199 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para todo el estuario del Oiartzun entre 1995 y 2022. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,667; Bueno: 0,467-0,667; Moderado: 0,289-0,467; Deficiente: 0,145-0,289 Malo: ≤ 0,145. AFI: AZTI's Fish Index.

15.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En marzo de 2023 se hizo un pequeño dragado cerca de la estación E-OI10. Con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica de **Moderado**, debido a que toda la masa de agua es un puerto.

Tabla 159 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa de transición del Oiartzun
Alteración de la línea de costa 1a	4
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	3
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	3
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,38 Deficiente
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Variación del caudal del río 7a	1
Cambio en el tiempo de residencia 7b	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	0
Cambio en la turbidez 8b	0
Cambio en la estratificación 9a	0
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,97 Muy bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,57 Moderado

16.

Masa de transición del Bidasoa

16.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua del Bidasoa, la Red de Vigilancia cuenta con tres estaciones estuáricas. Por otro lado, entre 2004 y 2023, trienalmente se muestrearon también las macroalgas y los peces (Figura 200). En el caso de los peces se dispone además de datos previos de trabajos realizados para la Diputación Foral de Gipuzkoa y de datos de INRAE (Francia) para algunos años alternos en el periodo mencionado anteriormente. Además, desde 2021 se ha analizado una estación para biomonitores (moluscos).

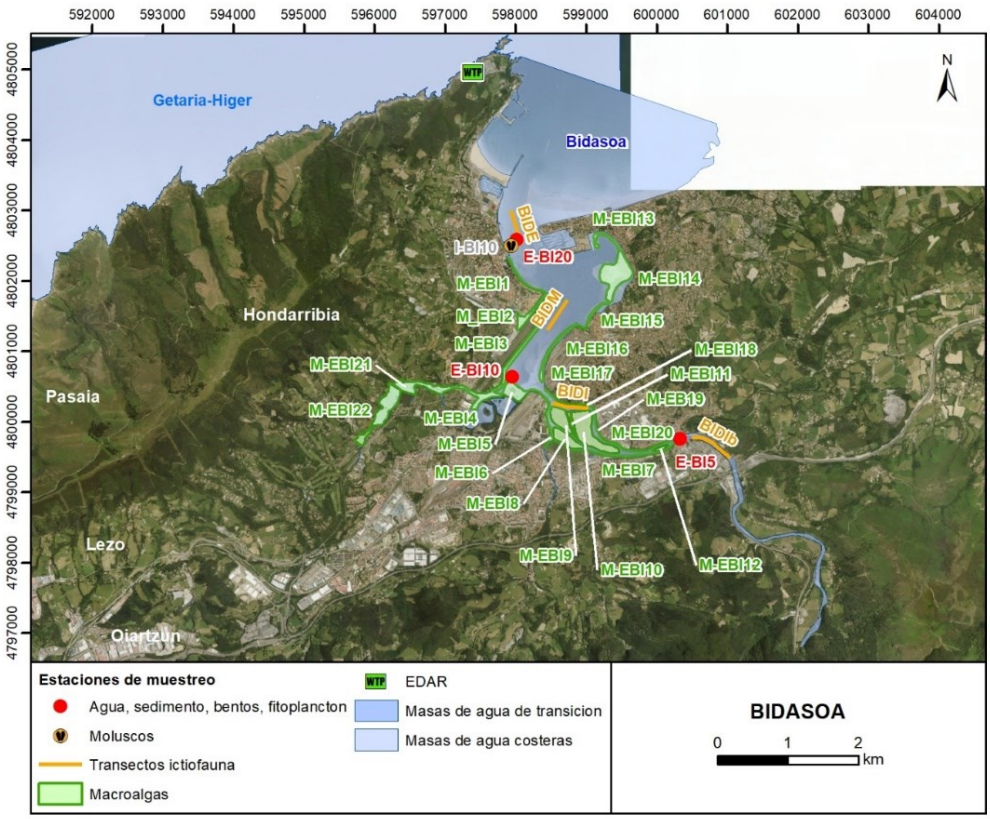


Figura 200 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Bidasoa.

La masa de agua de transición del Bidasoa se diagnostica, en la campaña 2023, en **Buen Estado**, ya que tanto el estado químico como el ecológico alcanzan el buen estado, aunque la parte media está en estado moderado, debido a los macroinvertebrados (Tabla 160 y Figura 201). Esta situación de cumplimiento de objetivos medioambientales se había dado en los cinco años precedentes, excepto en 2022 (Figura 201).

Tabla 160 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Bidasoa en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado Ecológico	Estado químico	Estado
E-BI5	Irun (Behobia)	B	B	MB	Mo	B	MB	MB	Mo	B	B	B
E-BI10	Irun (Amute)	Mo	B	MB	B	Mo	MB	MB	Mo	Mo	B	PqB
E-BI20	Hondarribia (Txingudi)	B	B	MB	B	B	MB	MB	Mo	B	B	B
Bidasoa Transición		B	B	MB	B	B	MB	MB	Mo	B	B	B

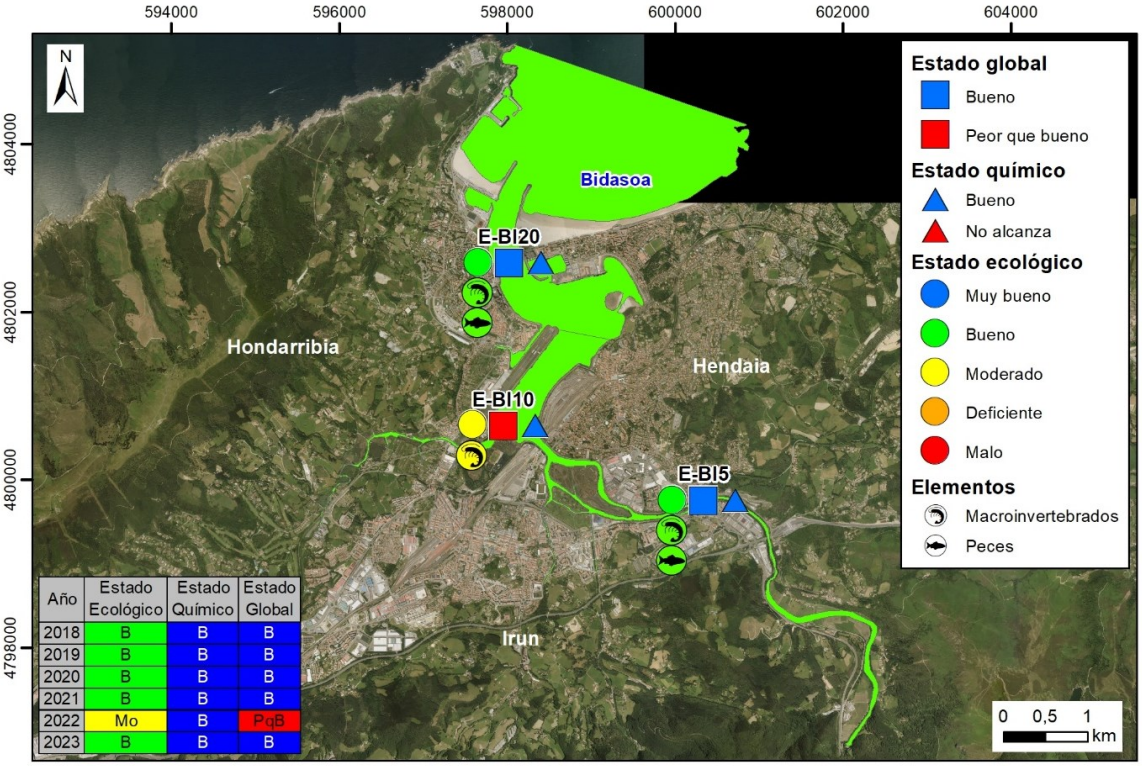


Figura 201 Masa de agua de transición del Bidasoa: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Desde que se realizó en 2004 el primer estudio de presiones e impactos en esta masa de agua, se ha ido avanzando mucho en saneamiento, tanto en la cuenca como en el propio estuario. Esto tiene su reflejo en la mejoría de indicadores fisicoquímicos asociados a aguas y sedimentos. Sin embargo, se han observado valores relativamente altos del índice de clorofila en la zona interior (E-BI5) que dieron lugar al incumplimiento del fitoplancton en esa zona en 2019 y 2020. En todo caso, el empeoramiento del fitoplancton en la estación E-BI5 no ha llegado a penalizar a la masa de agua en su conjunto (salvo por el cambio de estado de este elemento de muy bueno a bueno) y, además, parece estar frenándose.

Además, en la zona media (E-BI10) la frecuencia de floraciones fue haciéndose más alta a partir de 2015 y, aunque la abundancia celular ya no interviene en la evaluación, podría ser otro indicio de cambio en las comunidades. Estos cambios podrían tener que ver con el hecho de que el saneamiento, aunque en la parte española haya avanzado, en la parte francesa todavía pueden existir vertidos a la parte media del estuario. Además, hay que hacer notar que esta zona media es un lugar de atrapamiento de materiales, lo que favorecería la acumulación de células fitoplanctónicas en la zona de la E-BI10. El hecho de que los peces no cumplieran en 2022 no tenía una explicación clara, puesto que no ha habido presiones nuevas que lo expliquen y el estuario sigue mejorando, por lo que emerge la posibilidad de un problema metodológico, así que en 2023 se repitió el muestreo y la calidad de los peces ha mejorado.

16.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

16.2.1. Aguas

16.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a los datos de bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie). Según los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, tal y como revela la media calculada para cada variable en los últimos seis años, las tres estaciones (E-BI5, E-BI10 y E-BI20) cumplen con los objetivos de calidad (Tabla 161). La masa de agua de transición del Bidasoa presenta un estado fisicoquímico **Muy Bueno**.

Tabla 161 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Bidasoa mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-BI5	Oligohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	66		101,20	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤51,6	1,6	2,02	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤212,5	1,6	35,23	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤5,13	0,16	0,52	Muy Bueno
E-BI10	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		94,70	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤34,3	1,6	4,97	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤121,3	1,6	28,90	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤3,39	0,16	0,74	Muy Bueno
E-BI20	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		100,20	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤18,6	1,6	2,21	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤52,3	1,6	13,87	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤1,82	0,16	0,34	Muy Bueno

En la Figura 202 se muestra la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones del estuario (E-BI5, E-BI10 y E-BI20) en el periodo de 1994 a 2023. En las series de datos disponibles se observa un descenso significativo ($p<0,05$) de la concentración de amonio y un aumento significativo ($p<0,05$) de la saturación de oxígeno en las tres estaciones (Figura 202). Además, en las estaciones E-BI5 y E-BI20 el fosfato disminuye significativamente ($p<0,05$) a lo largo del tiempo y aumenta significativamente la concentración de nitrato en la estación E-BI10. Sin embargo, el nitrato no muestra ninguna tendencia temporal en las estaciones E.BI5 y E-BI20 (Figura 202).

Salvo un incumplimiento esporádico en la concentración de amonio en la estación E-BI10 entre los ciclos 2002-2007 y 2004-2009, todas las estaciones del estuario cumplen los objetivos de calidad para todas las variables en toda la serie temporal (Figura 202).

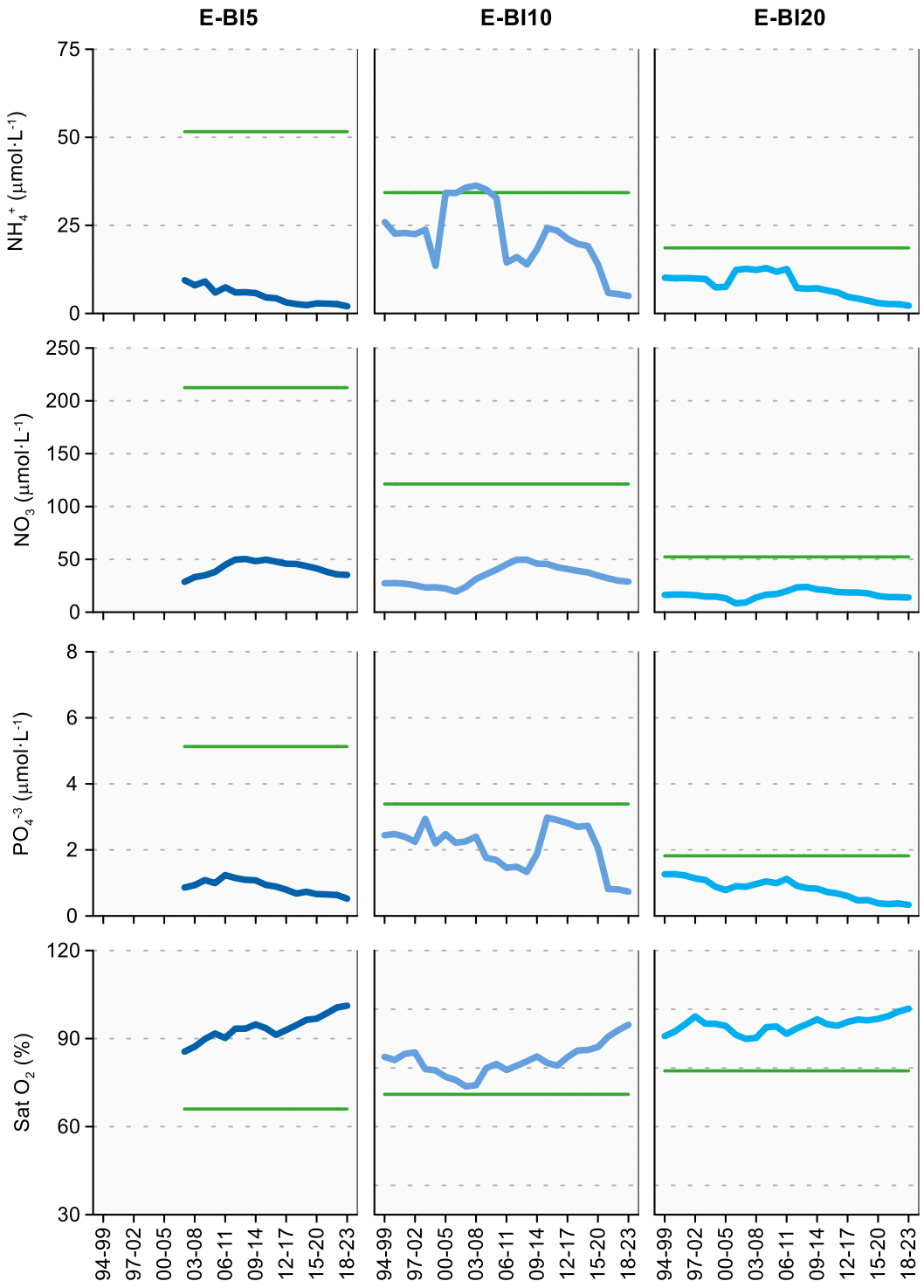


Figura 202 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

En relación con la evolución del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023, las tres estaciones E-BI5, E-BI10 y E-BI20 presentan una tendencia significativa a la mejora ($p<0,05$) en toda la serie. En general, las estaciones están en muy buen estado fisicoquímico (Figura 203).

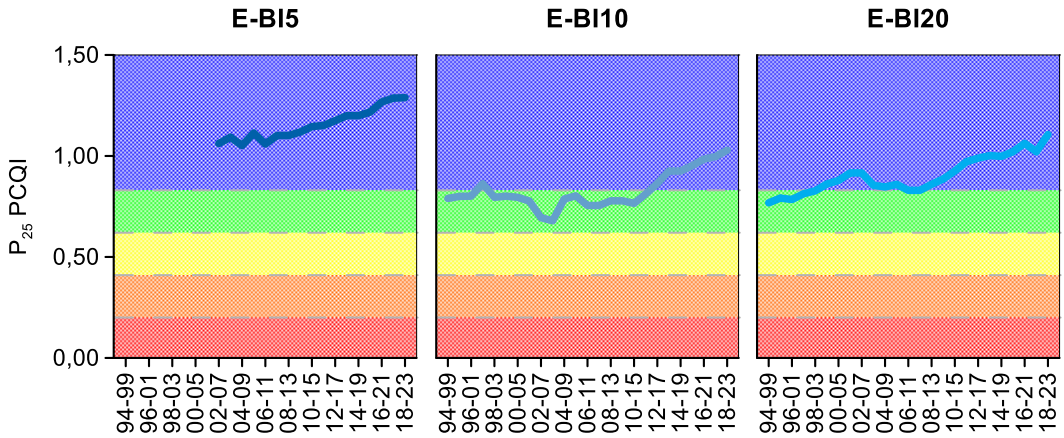


Figura 203 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de las estaciones de muestreo E-BI5, E-BI10 y E-BI20 de la masa de agua de transición del Bidasoa. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

16.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa alcanza el **Muy buen** estado, siendo también muy bueno para las tres estaciones de la masa (Tabla 162), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 162 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Bidasoa en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-BI5	E-BI10	E-BI20	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	10,0	33,0	<LC	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias indica que esta masa de agua alcanza el **Buen estado químico** en 2023 (Tabla 163). En la campaña de 2023, las concentraciones promedio anuales de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivas normas de calidad. En el caso del Benzo(g,h,i)perileno, el máximo anual supera la NCA-CMA, siendo un único dato el que supera el límite de cuantificación y la NCA-CMA, en la estación E-BI5. Como ya se ha explicado en la introducción y se verá en la sección de biomoniotores, los resultados de Benzo(a)pireno en biomonitores prevalecen respecto a los datos de PAHs en aguas, con lo que la masa de agua alcanza el buen estado químico.

A la hora de evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del TBT, también se han tenido en cuenta el trabajo "*Estudio de la contaminación por TBT (tributilo de estaño) en la masa de agua de transición del Bidasoa*", realizado para URA a lo largo de 2023, en el que se hicieron muestreos trimestrales de agua (Larreta et al., 2024). Los resultados muestran que el promedio de la concentración en cada una de las estaciones muestreadas no supera el límite de cuantificación correspondiente (0,0002 µg·L^{-1}), por lo que la masa de agua alcanza el buen estado químico para TBT.

Tabla 163 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Bidasoa en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-BI5	E-BI10	E-BI20	Global
Tributilo de estaño	NCA-MA Agua	0,0002	0,0002	<LC	<LC	<LC	Cumple
Tributilo de estaño	NCA-CMA Agua	0,0015	0,0002	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	0,0009	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	0,0009	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	0,0011	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0008	0,0012	0,0008	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0012	0,0020	0,0013	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	0,03	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	<LC	0,09	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	0,0005	0,0003	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	0,100	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	0,80	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	1,40	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	5,0	5,0	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Aun así, hay que destacar las limitaciones del método analítico para TBT en agua (límite de cuantificación de 0,0002 µg·l^{-1}, coincidente con la NCA-MA, y una incertidumbre analítica del 25%), en combinación con el número limitado de análisis realizado (4 al año) por punto de control, y el rango de los resultados obtenidos, lo que provoca que la evaluación de estado químico por TBT tenga un nivel de confianza relativamente bajo, al menos para los valores promedios anuales, y por tanto para la evaluación de cumplimiento de NCA-MA (Larreta et al., 2024).

- En la serie analítica del periodo 2015-2021, solo en dos casos se supera el valor NCA-CMA (0,004 y 0,0016 µg L^{-1}, en 2015 y 2018, respectivamente), siendo uno de ellos muy cercano al valor NCA-CMA (0,0015 µg·L^{-1}).

- En el trabajo de investigación que se está llevando a cabo en la masa de transición del Bidasoa (Larreta et al., 2024) se observa un descenso progresivo en la concentración de TBT, lo que supone que en los años más recientes prácticamente todas las estaciones cumplen el buen estado por TBT.

- En los estudios de bioacumulación llevados a cabo por Francia en ostras, se observa que en entre 2019 y 2022 los valores se encuentran por debajo de los límites de calidad recomendados por OSPAR (Gouriou et al., 2018; OSPAR, 2004), aunque en 2023 se supera dicha norma. El descenso en la concentración de TBT en biota de la estación “Hendaye-Chingoudy 2” se ha observado desde finales de 2008 hasta 2022.

Por todo lo anterior, se considera que se dan las circunstancias necesarias para diagnosticar que la masa de transición del Bidasoa se encuentra en buen estado químico en 2023.

En la Figura 204 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con normas de calidad establecidas. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las tres estaciones de muestreo (E-BI5, E-BI10 y E-BI20) hasta el año 2006; desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

A lo largo de la serie temporal, zinc y cobre han cumplido prácticamente siempre, mientras que cadmio, níquel, plomo y mercurio cumplen desde 2011, 2007, 2008 y 2012, respectivamente.

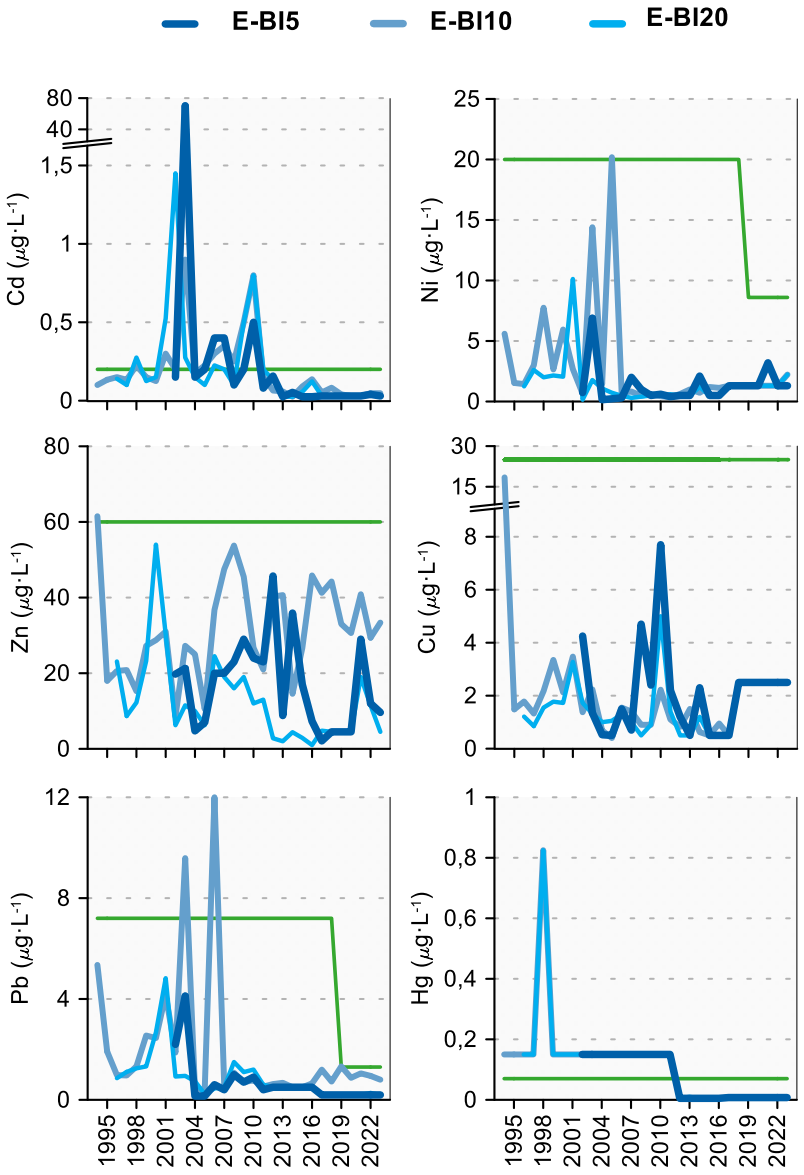


Figura 204 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa en el periodo que abarca desde 1996 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

16.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2023, los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero, en las tres estaciones. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 164. Las estaciones E-BI20 y E-BI5 presentan sedimentos arenosos con más del 97% de arenas. La estación intermedia E-BI10 presenta sedimento areno-fangoso, con mayor contenido en materia orgánica y menor potencial redox (Tabla 164). Se observa una tendencia temporal decreciente y significativa en el contenido de materia orgánica en la estación E-BI20 (Figura 205).

En relación con la concentración de metales, en la campaña de invierno de 2023, la estación intermedia (E-BI10), con mayor contenido en limos, presenta mayor concentración para todos los metales (Tabla 164).

Tabla 164 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Bidasoa en la campaña de invierno de 2023.

E-BI5 (Fecha de muestreo: 22/02/2023)				E-BI10 (Fecha de muestreo: 22/02/2023)				E-BI20 (Fecha de muestreo: 22/02/2023)			
Gravas (%)	0	Cd	0,21	Gravas (%)	0,5	Cd	1,00	Gravas (%)	0,2	Cd	0,10
Arenas (%)	97	Cr	46	Arenas (%)	43,6	Cr	93	Arenas (%)	99,4	Cr	24
Limos (%)	3	Cu	39	Limos (%)	56	Cu	123	Limos (%)	0,4	Cu	23
MO (%)	3,9	Hg	0,09	MO (%)	11,9	Hg	0,24	MO (%)	0,8	Hg	< 0,05
Eh (mV)	311	Ni	35	Eh (mV)	21	Ni	52	Eh (mV)	328	Ni	15
		Pb	52			Pb	497			Pb	31
		Zn	178			Zn	893			Zn	191

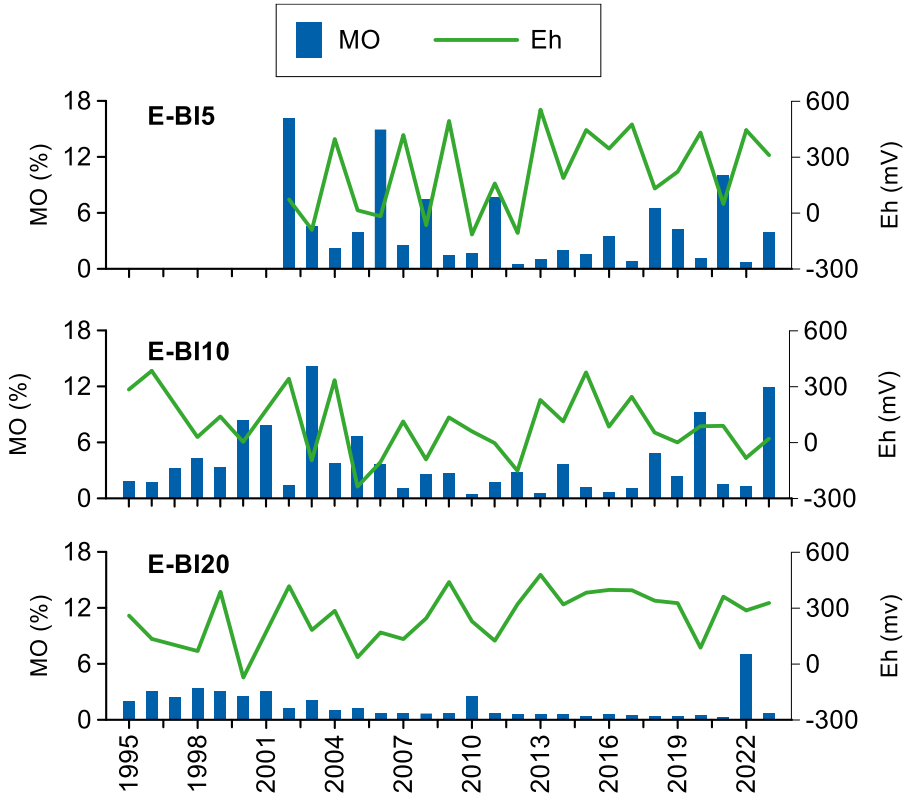


Figura 205 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Bidasoa (muestreos de invierno).

La Figura 206 muestra la evolución temporal de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados en las campañas de invierno. Teniendo en cuenta el período representado, en la estación E BI5 se mantiene la tendencia decreciente estadísticamente significativa en las concentraciones de Cu, Zn y Hg. Se da también una tendencia creciente significativa en Cr.

En la estación E-BI10 se mantiene la tendencia creciente significativa en las concentraciones de todos los metales, excepto el Hg (Figura 206). Como ya se ha comentado en informes anteriores, estas tendencias crecientes podrían estar en relación con la localización de dicha estación en la parte central del estuario, una zona considerada de acúmulo de materiales, lo que explicaría unos valores algo más elevados de contaminantes. Además, como se ha comentado en el apartado de fisicoquímica, este lugar es el más cercano, aguas abajo, a algunos puntos de vertido en la margen francesa.

Por último, en la estación E-BI20 se mantiene una tendencia decreciente significativa en las concentraciones de Cd y Hg (Figura 206).

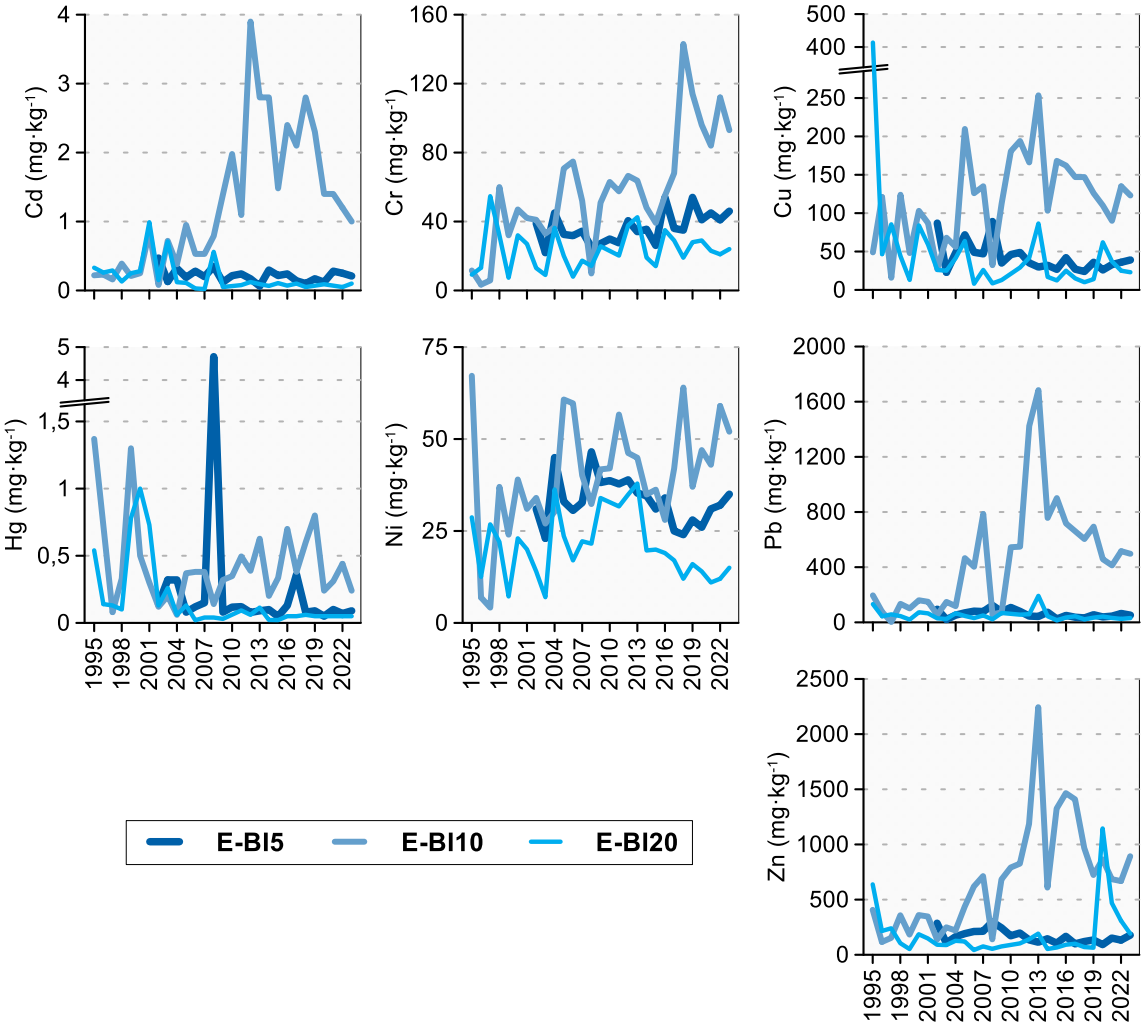


Figura 206 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Bidasoa (muestreos de invierno).

16.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2023, los biomonitores (ostras, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-BI10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo, que se presentan en la Tabla 165, se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota).

Tabla 165 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Bidasoa en 2022, basada en las sustancias prioritarias en biota (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA: norma de calidad ambiental; LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-BI10	Global
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,63	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Las ostras son filtradoras y pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. Por ello, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, los resultados en biomonitores prevalecen sobre los resultados en las aguas, como en este caso en el que el Benzo(g,h,i)perileno en aguas supuestamente no alcanza el buen estado, pero en biomonitores el Benzo(a)pireno no supera la NCA-biota. Por lo tanto, teniendo en cuenta conjuntamente

los resultados obtenidos en aguas y los obtenidos en biomonitores, la masa de transición del Bidasoa alcanza el buen estado químico.

16.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

16.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a** en las campañas de 2023 oscila entre valores inferiores al límite de cuantificación (<0,05 $\mu g \cdot L^{-1}$) y 7,0 $\mu g \cdot L^{-1}$, valores que se sitúan en la parte baja del rango normal de este tipo de masas de agua. No se encuentran picos destacables, ni siquiera en las épocas más propicias para el crecimiento fitoplanctónico. De hecho, las concentraciones medidas en invierno son similares o superiores a las del resto del año. El máximo tiene lugar en la zona media del estuario, E-BI10, durante la pleamar y coincide con aguas de salinidad relativamente alta (Figura 207).

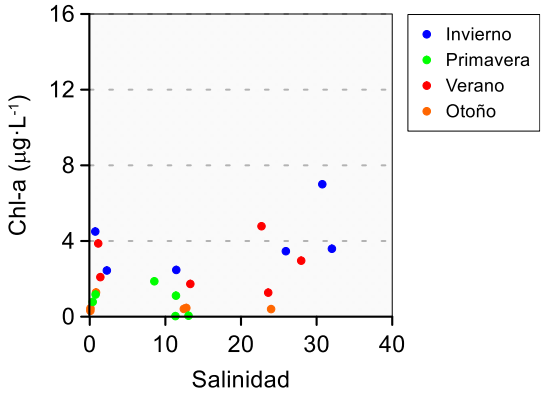


Figura 207 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Bidasoa en las cuatro épocas de estudio durante 2023. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

En comparación con otras masas de agua de transición del mismo tipo (T10, estuarios submareales), los picos de clorofila observados en 2023 en el estuario del Bidasoa son inferiores a los del Oiartzun y el Nerbioi (12–14 $\mu g \cdot L^{-1}$). Además, en aquellos los máximos se miden en verano.

La respuesta del fitoplancton a la presión estimada como concentración de nutrientes disueltos se hace más evidente cuando se integran varios años de datos (p. ej., Revilla et al., 2011, 2014; Garmendia, 2013). Para ello, en la Figura 208 se muestra la **evolución temporal de la biomasa fitoplanctónica** mediante el cálculo del percentil 90 de la clorofila a lo largo de periodos móviles de seis años.

En la cabecera del estuario (E-BI5), desde el comienzo de la serie hasta recientemente, se ha venido observando una tendencia de aumento en el P_{90}. Esto ha coincidido con el aumento en primavera de la frecuencia de los picos de clorofila de intensidad moderada y alta. De hecho, las concentraciones más altas de la serie histórica (unos 30−60 $\mu g \cdot L^{-1}$) se han registrado en mayo de 2017 y 2019. Aunque en ciertos periodos la estación E-BI5 no ha cumplido su objetivo, posteriormente se aprecia un brusco descenso (Figura 208). Las fuertes oscilaciones del indicador de biomasa fitoplanctónica no guardan relación con las concentraciones de nutrientes en esta zona, que durante décadas han sido muy bajas, como puede verse en el apartado de fisicoquímica (Figura 202).

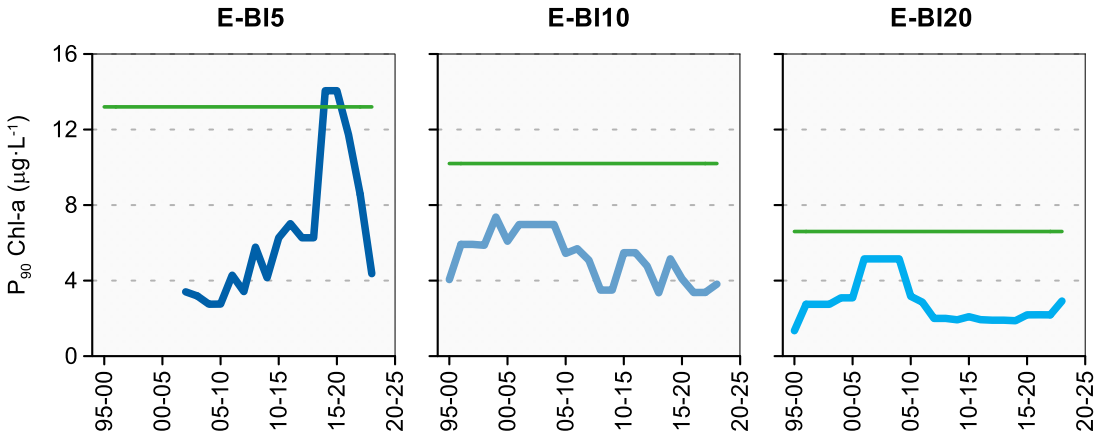


Figura 208 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas oligohalinas (E-BI5), mesohalinas (E-BI10) y polihalinas (E-BI20).

En la estación E-BI10 el P_{90} de la clorofila también muestra oscilaciones, pero cumple su objetivo a lo largo de toda la serie. Al contrario que en la cabecera del estuario, ha disminuido de forma neta desde finales de la década de 2000 (Figura 208). Las variaciones siguen en cierta manera la evolución del amonio y el fosfato, que hasta el año 2015 inclusive presentaban picos que incumplían los objetivos de calidad en esta estación (Figura 202). Esto indica que los aportes antrópicos habían sido muy fuertes hasta ese año y habrían llevado consigo un riesgo de eutrofización. Por lo que se espera que, manteniendo un saneamiento adecuado en la parte media del estuario, la clorofila seguirá cumpliendo los objetivos en esta estación y también aguas abajo.

El P_{90} en la zona inferior del estuario (E-BI20), al igual que en la zona media, ha seguido una tendencia neta de disminución desde finales de la década de 2000 (Figura 208). Por tanto, parece responder a las medidas de saneamiento. Sin embargo, por su localización más cercana al mar, esta zona es muy probable que se vea, además, influida por las condiciones océano-meteorológicas regionales. Entre estos factores se pueden citar: insolación, turbiedad, pluviosidad, caudal fluvial, estratificación-mezcla, afloramiento-hundimiento, etc. Estos procesos naturales se ha visto que tienen una influencia importante sobre la clorofila en la plataforma costera del País Vasco (Revilla et al., 2012).

En cuanto a la **composición y abundancia del fitoplancton**, en la Tabla 166 se presentan las variables que describen de manera general a la comunidad, en muestras de primavera y verano tomadas en pleamar a lo largo del estuario.

La zona media del estuario, estación E-BI10, es la que presenta mayor abundancia celular en pleamar. Entre la campaña de primavera y la de verano se observa un aumento de la abundancia, lo cual es un fenómeno habitual en los estuarios del Cantábrico y responde a procesos naturales. Sin embargo, el aumento registrado en agosto en la zona media es mucho mayor que en el resto del estuario y puede considerarse fuera del rango habitual (Tabla 166).

Tabla 166 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie, tomadas en pleamar, en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa.

		26/04/2023			10/08/2023		
Parámetro	Unidad	E-BI5	E-BI10	E-BI20	E-BI5	E-BI10	E-BI20
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	177	651	113	2554	26700	4344
Diversidad	(bit·cel^{-1})	1,5	3,1	3,3	0,6	3,0	2,9
Riqueza	(*# taxa*)	10	21	17	11	46	48

En las muestras de primavera no se observan blooms, pero sí en cada una de las de agosto. A pesar de ello, la clorofila no es elevada en la campaña de verano, manteniéndose por debajo de 5 $\mu g \cdot L^{-1}$.

En la zona superior del estuario (E-BI5) la muestra de agosto está dominada por la criptofícea *Teleaulax amphioxeia*, que forma un bloom casi monoespecífico con $2{,}3 \cdot 10^6$ células$\cdot L^{-1}$. En esa misma muestra, aunque en menor abundancia, hay que señalar la presencia de dos especies que suelen causar coloración del agua: la criptofícea *Urgorri complanatus* (~150 000 células$\cdot L^{-1}$) y el dinoflagelado de tamaño grande *Kryptoperidinium foliaceum* (~55 000 células$\cdot L^{-1}$).

La zona media del estuario en agosto, aunque también presenta floraciones, tiene una comunidad muy diversa. En la muestra destacan las criptofíceas *Teleaulax amphioxeia, Plagioselmis* spp. y *Hemiselmis* spp., con alrededor de 5–6 millones de células por litro cada una. A estas les siguen dinoflagelados (*Heterocapsa* spp.) y clorofíceas (*Tetraselmis* spp. y *Pyramimonas* spp.), con 1–3 millones de células por litro cada una. La euglenofícea *Eutreptiella eupharyngea* también supera el umbral de bloom ($0{,}8 \cdot 10^6$ células$\cdot L^{-1}$).

La muestra de agosto de la zona inferior, E-BI20, presenta blooms de criptofíceas y clorofíceas. Concretamente, *Plagioselmis* spp. y *Tetraselmis* spp., que aportan cada una $1{,}4 \cdot 10^6$ células$\cdot L^{-1}$.

Respecto al **estado asociado al fitoplancton** en el último periodo de evaluación, el EQR varía según la zona del estuario (Tabla 167). Así, disminuye entre la zona de cabecera, la zona media y la inferior, pero en todas las estaciones de muestreo el estado se clasifica Muy Bueno.

En el global de la masa de agua el estado del fitoplancton actualmente se clasifica, según la clorofila, como **Muy Bueno** (**EQR = 0,888**).

Tabla 167 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa, así como en su globalidad. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2018-2023	E-BI5	4,37	1,007
	E-BI10	3,81	0,892
	E-BI20	2,92	0,753
	Bidasoa Transición	3,5943*	0,888

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

A largo plazo, el estado de la masa de agua según la clorofila-a ha presentado oscilaciones, pero siempre en la franja de cumplimiento (Figura 209). En 2019 se observó un brusco descenso en el EQR, lo que dio lugar a que la calificación pasara de muy buen a buen estado. Este cambio se debió, sobre todo, a los picos de clorofila que tuvieron lugar en primavera en la cabecera del estuario. Aunque no se descartan factores antrópicos, la acumulación de biomasa en la zona superior es un fenómeno que también se está observando en otros estuarios. Por ejemplo, en primavera de 2019, cuando se midió el máximo absoluto de la serie de datos de la estación E-BI5 (61 $\mu g \cdot L^{-1}$) también se observaron fuertes picos de clorofila en las cabeceras del Artibai y del Barbadun. En este sentido, las condiciones meteorológicas y de caudal en esa época podrían haber sido una causa natural que interfiriese con el indicador de biomasa fitoplanctónica en los tramos oligohalinos de los estuarios.

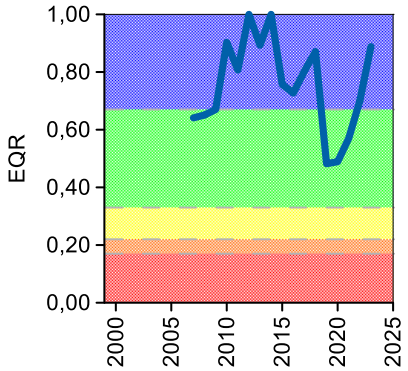


Figura 209 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Bidasoa a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

Por otra parte, aunque la abundancia celular no se utilice actualmente para la evaluación del estado del fitoplancton, se sigue estudiando al haberse observado su aumento en la estación E-BI10 durante la década de 2010. Los vertidos esporádicos de nutrientes de origen antrópico que ha soportado la zona media del estuario hasta el año 2015 habrían sido una de las causas de la alta incidencia de floraciones, junto con la hidrodinámica de esta zona (que tiende a la retención de material). El hecho de que estos blooms no deriven en picos de clorofila destacables podría explicarse por un tamaño relativamente pequeño de las células o por su naturaleza mixótrofa o heterótrofa, en algunos casos.

16.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2004 y 2022, por lo que la evaluación de 2023 corresponde a la campaña de 2022. En la Tabla 168 se muestran los resultados obtenidos en dichas campañas para cada una de las estaciones a las que se adscriben las zonas estudiadas y para el global de la masa de agua.

Tabla 168 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

Campaña	Estación				Global
	Jaizubia	**E-BI5**	**E-BI10**	**E-BI20**	
2004	-	0,299	0,592	0,797	0,669
2007	0,750	0,339	0,605	0,769	0,696
2010	0,750	0,375	0,663	0,849	0,736
2013	0,750	0,529	0,659	0,851	0,743
2016	0,625	0,505	0,694	0,851	0,705
2019	0,688	0,541	0,751	0,754	0,720
2022	0,688	0,536	0,718	0,757	0,710

La calificación obtenida en 2022 fue de Estado Moderado para el tramo interior del estuario (dejando de lado las marismas de Jaizubia), y de Buen Estado para las marismas de Jaizubia y para el resto del estuario. Con estos resultados, la calificación para el global de la masa de agua fue de **Buen Estado** (Tabla 168). Por tanto, se mantiene la valoración de las campañas anteriores. Sin embargo, hay que resaltar que el tramo exterior pasó de Muy Buen Estado en 2010-2016 a Buen Estado en 2019-2022. Este empeoramiento se debió, principalmente, a un incremento en la cobertura de especies indicadoras de contaminación y a una reducción de la cobertura total en algunas de las zonas analizadas en dicho transecto.

En este punto, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello por lo que, aunque se evalúa el

estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

16.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un tramo interno en el que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos presenta un valor de densidad (Tabla 169) inferior al promedio de la estación (1.163 ind·m^{-2}), con una riqueza específica que coincide con el promedio histórico (10 *taxa*). Destaca la presencia de dos especies originarias del Pacífico Sur, como son los bivalvos *A. senhousia* y *X. securis*. Las especies más abundantes se adscriben al GE III (tolerantes), calificándose la estación, en términos de AMBI, como ligeramente alterada (AMBI=3,3).

Por otro lado, la estación próxima a la desembocadura de la regata de Jaizubia presenta una comunidad empobrecida (Tabla 169), con valores de los parámetros estructurales inferiores a los promedios de la serie histórica (1.273 ind·m^{-2} y 10 *taxa*), e incluso alcanzándose el valor mínimo en el caso de la biomasa. Respecto a la composición faunística, domina el poliqueto indicador de alteración *C. capitata* que representa el 83% del total de individuos de la estación. Por grupos ecológicos, dominan las especies oportunistas de primer orden (como es el caso de *C. capitata*) lo que explica que la estación quede calificada, en términos de AMBI, como fuertemente alterada (AMBI=5,6).

Tabla 169 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Bidasoa. También se muestra la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	E-BI5	E-BI10	E-BI20
Densidad	(ind·m^{-2})	643	507	104
Biomasa	(g·m^{-2})	0,349	0,221	1,916
Riqueza	(# *taxa*)	10	10	18
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	1,23	1,09	2,72
Equitabilidad densidad		0,37	0,33	0,65
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	2,32	1,23	1,63
Equitabilidad biomasa		0,70	0,37	0,39
Diversidad máxima	(bit)	3,32	3,32	4,17
AMBI		3,280	5,640	2,700
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Fuerte	Alteración Ligera
M-AMBI$_{estación}$		0,654	0,407	0,738
M-AMBI$_{global}$		0,637		

En el tramo exterior, como viene siendo habitual, se ha encontrado una comunidad pobre en términos de densidad (Tabla 169), aunque con valores superiores al promedio histórico (65 ind·m^{-2}). Por el contrario, la riqueza específica se sitúa por encima del promedio de la estación (11 *taxa*). En este caso, domina el GE III, pero con abundancia relativa también importante tanto de especies sensibles a la alteración (GE I), como de oportunistas de primer orden, lo que permite que la estación quede calificada como ligeramente alterada en términos de AMBI (2,7).

En cuanto a los valores de M-AMBI estimados para 2023, indican Estado Moderado para la estación próxima a la desembocadura de la regata de Jaizubia (E-BI10), con Buen Estado para las estaciones de los tramos interior y exterior. Con estos resultados, el global de la masa de agua se encontraría en **Buen Estado** (Figura 210).

La estación más interior (E-BI5), que comenzó a muestrearse en la campaña de 2002, no parece presentar tendencia alguna, aunque destaca el fuerte descenso de las campañas de 2021 y 2022. En la campaña de 2021, la reducción se debió a la fuerte dominancia de los oligoquetos, que afectó tanto al valor de diversidad de la estación (reduciéndolo), como al valor de AMBI (aumentándolo). Probablemente, este incremento se debió al aumento importante detectado en la concentración de

materia orgánica en el sedimento (de 1,2% en 2020 a 10% en 2021). En la pasada campaña, la situación, en términos de M-AMBI mejoró, pero no se ha alcanzado el Buen Estado determinado para campañas anteriores, hasta la presente campaña de 2023, ya que en 2022 se mantenían una baja riqueza y un alto valor de AMBI. En el informe correspondiente a la pasada campaña de 2022 (Borja *et al.*, 2023) se indicó que, probablemente, el empobrecimiento pudo deberse a un efecto de arrastre como consecuencia de crecidas en días previos al muestreo, aunque también podía ser que la estación se estuviera recuperando de algún proceso de impacto que sufriera en 2021, pero que no hemos conseguido identificar. La recuperación observada en la presente campaña de 2023 parece indicar, precisamente que en 2021 pudo haberse producido un impacto no identificado, al que se sumó el efecto de la crecida de 2022. En cualquier caso, será importante mantener la vigilancia sobre la zona para confirmar la recuperación.

En el tramo medio la tendencia positiva que se observaba al inicio del seguimiento se vio truncada en la campaña de 2005, aunque, posteriormente se está produciendo una nueva mejora progresiva, que se ve interrumpida a partir del máximo absoluto alcanzado en la campaña de 2013. En el informe correspondiente a la campaña de 2020, se indicaba que la estación se situaba en una zona con atrapamiento de materiales y contaminantes, cerca de algunos vertidos de la zona francesa, que, como se vio en la parte fisicoquímica, podría haber influido en algunos años (incluido 2020) en el estado de esta área. En la campaña de 2021, en cambio, se observó una recuperación, pero vuelve a detectarse una regresión tanto en la pasada campaña de 2022, como en la actual campaña de 2023. Es importante, por tanto, mantener la vigilancia en la zona para detectar posibles cambios que resulten más permanentes.

Por último, en la zona exterior (E-BI20) parece detectarse una tendencia positiva hasta 2005, que luego se invierte, con mínimos y máximos relativos decrecientes desde entonces, al menos hasta la campaña de 2014, aunque la variabilidad interanual es importante. Además, en las nueve últimas campañas se han detectado valores de EQR mayores que en 2014, y con tendencia positiva.

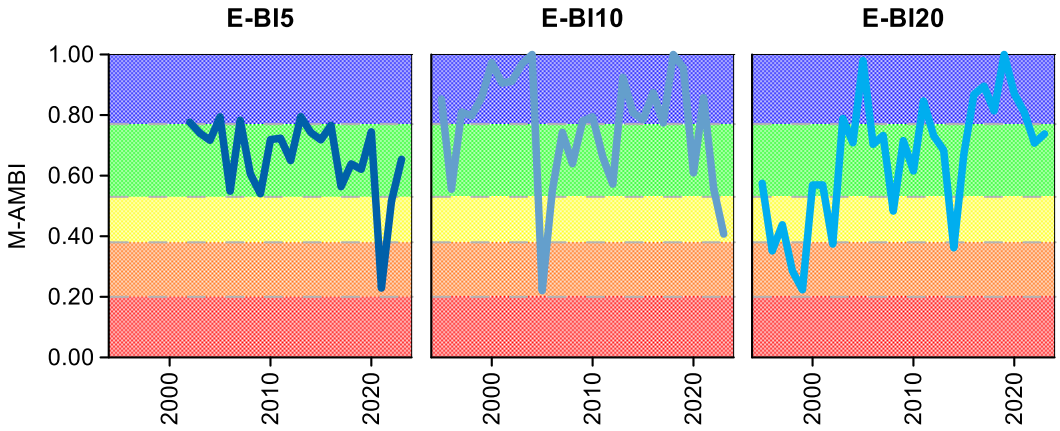


Figura 210 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Bidasoa a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

16.3.4. Fauna ictiológica

El muestreo de 2023 fue llevado a cabo para comprobar si los datos obtenidos en 2022 (Borja et al., 2023) fueron correctos o resultado de un artefacto de muestreo, analizándose los datos obtenidos mediante la metodología actualizada y explicada en la introducción. Las estaciones o transectos muestreados se pueden ver en la Figura 200.

Además de los datos propios de la "Red de Seguimiento" entre los años 2004 y 2022 (muestreos realizados trienalmente desde 2004), se dispone también de los datos obtenidos en 1996 e incluidos en el informe "Estudio de la calidad biológica de los sedimentos de los estuarios interiores de los ríos Bidasoa, Oiartzun y Urumea" (Borja et al., 1996) y, de los datos de 2001 pertenecientes al informe "Estudio de las comunidades de fauna demersal en los estuarios de Oiartzun y Bidasoa" (ambos realizados para la Diputación Foral de Gipuzkoa). La serie de datos se completa a su vez con los registros de los años 2005, 2006 y 2009 correspondientes a los estudios realizados por el instituto de investigación francés INRAE (https://www.inrae.fr/en), antes llamado IRSTEA. La metodología empleada en dichos estudios se asemeja bastante a la empleada en los estudios de la Red de Seguimiento del Estado Ecológico, por lo que se han sumado dichos datos para disponer de una serie más larga de información.

Este estuario se clasifica en el tipo T10, o estuario atlántico submareal. Esto significa que, aunque se muestrean tanto peces como crustáceos, sólo se tienen en cuenta los peces en la evaluación de la calidad.

En estos años, en los muestreos realizados para la Diputación Foral de Gipuzkoa y la Red de Seguimiento (1995 a 2023) han sido identificados 20 taxones de peces; en los realizados en 2005, 2006 y 2009 por el INRAE un total de 21 (de los cuales 9 no han sido detectados en los muestreos de la Red de seguimiento). Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

Tal y como se muestra en la Figura 211, la frecuencia de aparición de todas ellas difiere año a año, presentando un máximo de riqueza de peces en 2009 y un mínimo en 2004 y 2013. El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo con la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- el único taxón capturado en todos los muestreos (100% de las ocasiones) han sido los cabuxinos del género *Pomatoschistus*;
- más de la mitad de los taxones registrados aparecen de forma esporádica (1 o 2 apariciones a lo largo de toda la serie de datos);
- en 2010 fue detectada la especie alóctona *Zebrus zebrus* (gobio cebra), especie propia del Mediterráneo;
- en 2023 la riqueza ha aumentado ligeramente respecto a 2022 pero, sin embargo, los resultados siguen siendo pobres.

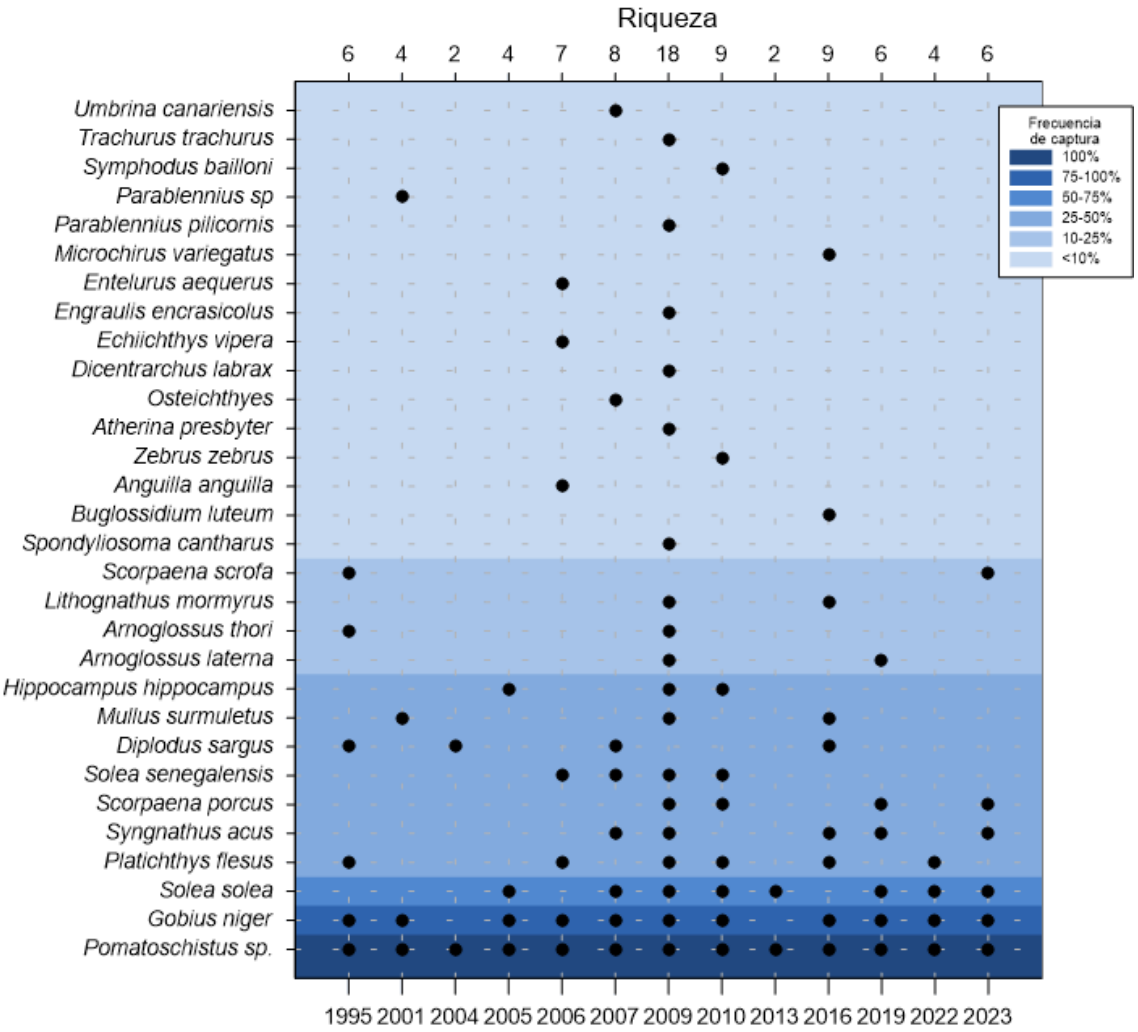


Figura 211 Listado de especies capturadas en el estuario del Bidasoa (1995-2023). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. Origen de los datos: GFA - DFG 1995 y 2001, IRSTEA 2005, 2006 y 2009, resto de los años URA.

En cuanto a los parámetros estructurales (riqueza, abundancia y diversidad), la Figura 212 muestra su evolución entre 1995 y 2023, por estación. En 2023 todas las estaciones muestran valores ligeramente superiores o similares a los obtenidos en 2022, excepto la estación más interna del estuario, estación donde todos los parámetros muestran valores inferiores a los obtenidos en 2022.

En líneas generales, no se observan tendencias significativas que indiquen un incremento o descenso significativo de los parámetros estructurales a lo largo del tiempo. El análisis de la serie histórica indica un empobrecimiento general del sistema, donde predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra”.

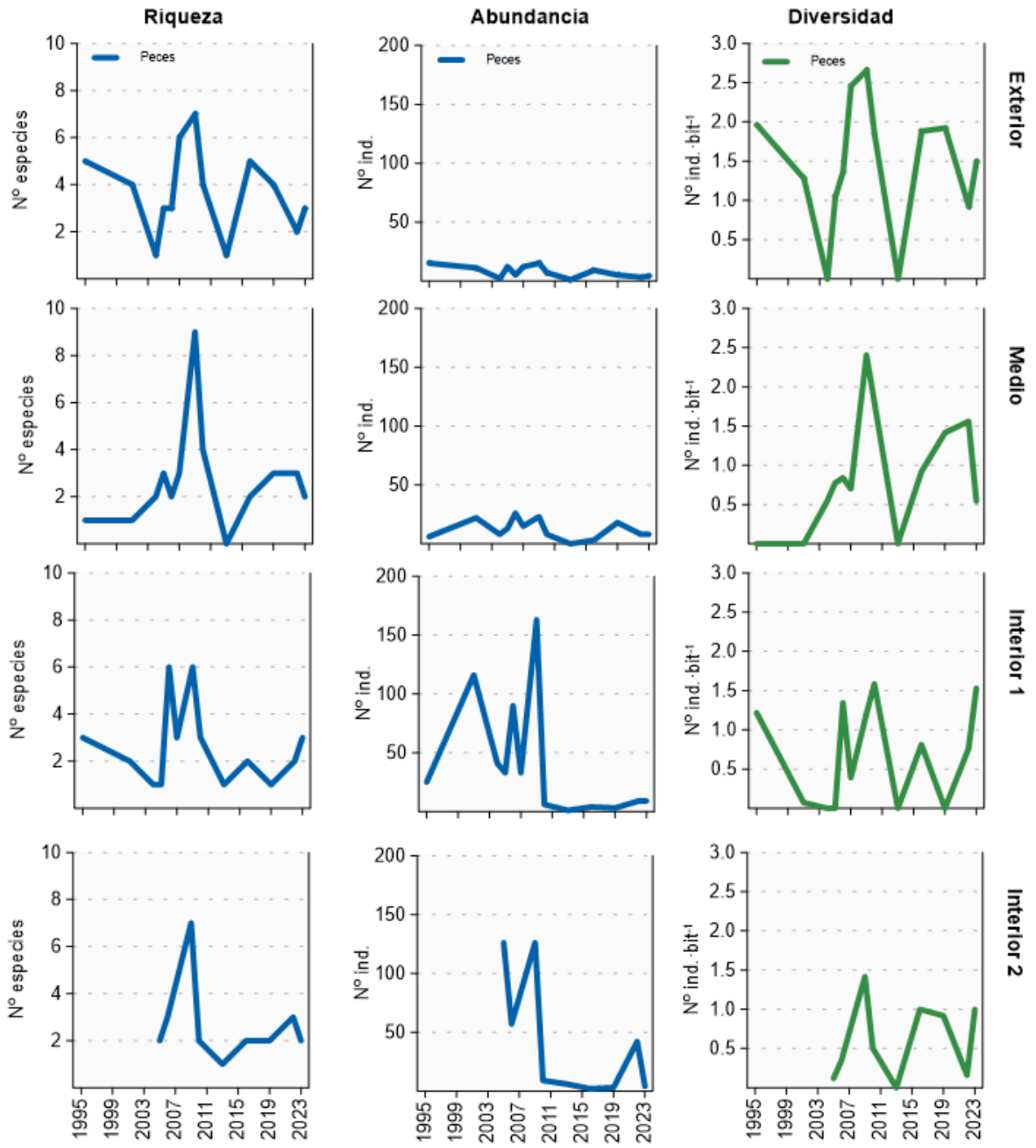


Figura 212 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Bidasoa entre 1995 y 2023. En 1995, 2001, 2004 y 2007 la estación interior 2 no fue muestreada. Origen de los datos: GFA - DFG 1995 y 2001, IRSTEA 2005, 2006 y 2009, resto de los años URA.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2023 la valoración global de la masa de agua alcanza la calificación de **Bueno**, valor superior al obtenido en 2019 (Figura 213).

La Figura 213 muestra la evolución temporal de la calidad biológica a lo largo de toda la serie de datos. Tras un estado inicial con una calidad buena, la calidad de la masa de agua asciende y desciende alternativamente, alcanzando el valor más alto de toda la serie en 2016 si bien, en 2022 se produce un empeoramiento acusado similar al sufrido en 2013, mostrando una calidad similar al obtenido a mediados de la década de 2000. En líneas generales, la evolución de la calidad de la masa de agua del Bidasoa no muestra una tendencia clara, predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra”.

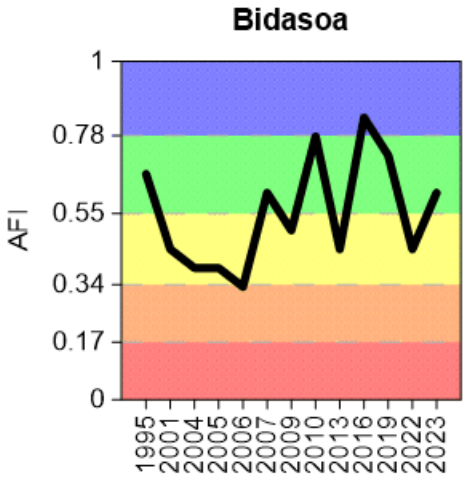


Figura 213 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para todo el estuario del Bidasoa entre 1995 y 2023. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,667; Bueno: 0,467-0,667; Moderado: 0,289-0,467; Deficiente: 0,145-0,289 Malo: ≤ 0,145. AFI: AZTI's Fish Index.

Se ha comentado a lo largo de este informe que la masa de agua del Bidasoa presenta algunas calificaciones de estado por debajo de bueno, en determinados elementos, que podrían verse explicadas por los vertidos de la parte francesa. Sin embargo, la calificación de los peces como estado moderado en dicha zona en 2013 podría deberse a la construcción de una pasarela peatonal, a lo largo de toda la margen francesa en la zona media del estuario, que fue construida entre 2013 y 2014. Dicha pasarela se sustenta sobre pilotes metálicos, que fueron clavados mediante martillos pilones instalados en una plataforma flotante que, en marea baja, quedaba ocupando esta zona central. El ruido provocado por la actividad de hincado, unido a todas las obras realizadas, podrían explicar el mal estado de esta zona en otoño de 2013. En cuanto a 2022, se desconoce qué actividad o presión ha podido provocar la caída de la calidad en el componente peces.

Una hipótesis es que la progresiva mejora del estuario conlleve que los peces se oculten en los márgenes, para evitar depredadores y empiecen a nadar libremente tan pronto como oscurezca. Esta situación, en años recientes, se va agudizando en los estuarios pequeños y es cada vez más común en los estuarios europeos (por ejemplo, en Francia).

Como posible solución a este problema, se prevé utilizar el método belga (Estuarine Biotic Index, EBI sus siglas en inglés), método ya intercalibrado (European Commission, 2024) y adaptado a las características de Francia. El método belga está basado en el arte de pesca del butrón. Una vez obtenidos suficientes resultados y si se considera que los resultados son consistentes con el conocimiento de los estuarios y las presiones existentes, se trataría de obtener la autorización de la Comisión para su uso oficial, dejando así de usar AFI en los estuarios en los que el arrastre presente problemas.

16.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2023 no se han llevado a cabo actuaciones que supongan una alteración significativa de los indicadores hidromorfológicos. Con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica de **Moderado**, por las alteraciones antiguas, como los encauzamientos, el aeropuerto o los puertos.

Tabla 170 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa de transición del Bidasoa
Alteración de la línea de costa 1a	3
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	0
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	3
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,63 Moderado
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Variación del caudal del río 7a	0
Cambio en el tiempo de residencia 7b	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	1
Cambio en la turbidez 8b	1
Cambio en la estratificación 9a	0
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,94 Bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,69 Moderado

17.

Masa costera Cantabria-Matxitxako

17.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua de costera de Cantabria-Matxitxako se controlan anualmente 4 estaciones litorales. Aunque fuera de la masa de agua, en esta zona se encuentra también, sobre fondos de 100-110 m, una estación de referencia (L-RF30). Por otro lado, entre 2003 y 2023, cada tres años, se muestrean 6 estaciones para macroalgas litorales. Sus posiciones se observan en la Figura 214.

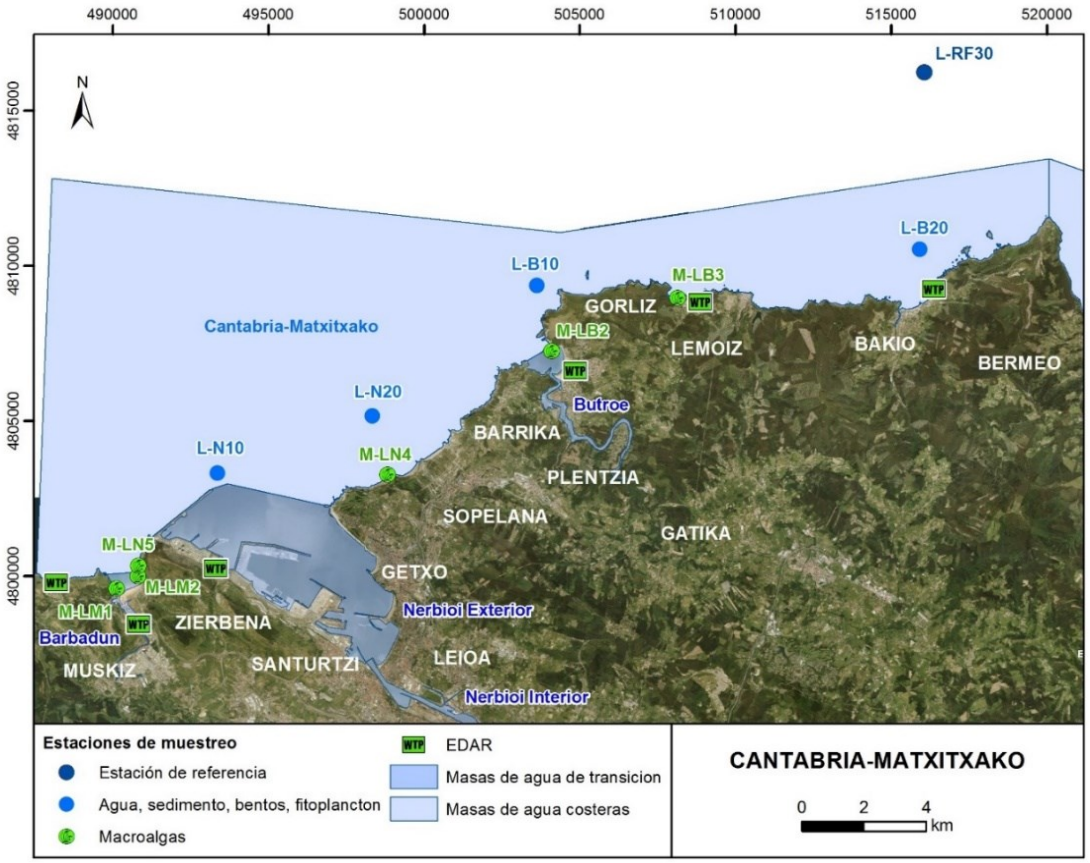


Figura 214 Ubicación de estaciones en la masa de agua Cantabria-Matxitxako.

La masa de agua costera Cantabria-Matxitxako se diagnostica en la campaña 2023 en un **Buen Estado**, puesto que tanto el estado ecológico como el estado químico se diagnostican en buen estado. Esto viene determinado, fundamentalmente, por las condiciones generales y la hidromorfología (Tabla 171 y Figura 215). Esta situación de cumplimiento de objetivos medioambientales se ha dado en los últimos seis años (Figura 215), aunque pueden darse incumplimientos de objetivos puntualmente en alguna estación y para algún elemento.

Tabla 171 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado Ecológico	Estado Químico	Estado
L-N10	Litoral del Abra (frente al superpuerto)	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
L-N20	Litoral de Sopelana (Ibaizabal)	MB	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B
L-B10	Litoral de Gorliz (cabo Villano)	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B
L-B20	Litoral de Bakio (Butroe)	MB	MB		MB	MB	MB	MB	MB	B	B
Cantabria-Matxitxako		MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
L-RF30	Litoral Butroe - plataforma	B	MB		B	MB	MB		B	B	B

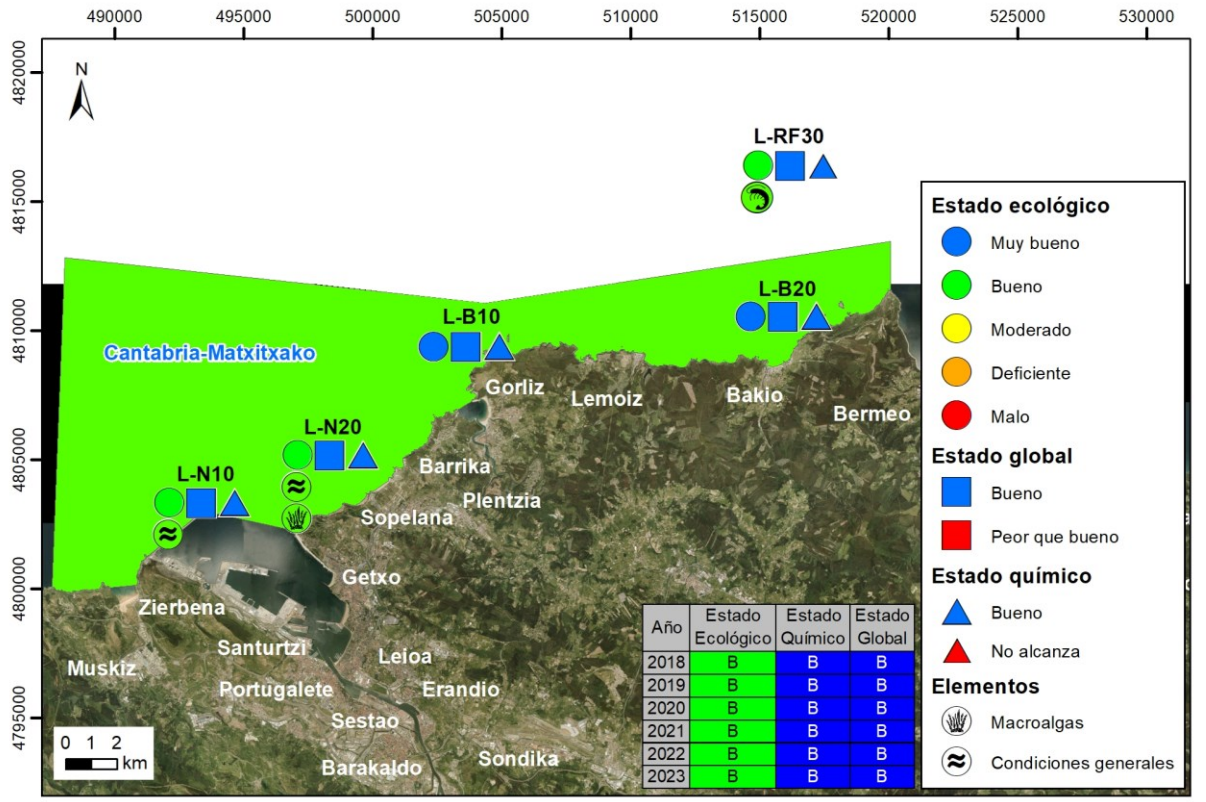


Figura 215 Masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Las principales fuentes de presión de esta masa de agua provienen de algunos vertidos depurados que se descargan en superficie o a poca profundidad (Gorliz, cerca de L-B10; Bakio, cerca de L-B20), de la zona de antiguos vertidos de escorias de Altos Hornos (cerca de L-N20, vertiéndose hasta 1995), de la

descarga del Nerbioi (cerca de L-N10), del vertido de sedimentos dragados en el puerto de Bilbao (cerca de L-N10) o del dragado de arenas para relleno de playas y de instalaciones portuarias del puerto de Bilbao (cerca de L-B20 y L-N10, respectivamente). El dragado de arenas más reciente se realizó en 2022-2023, con unos 1.500.000 m^3 de sedimento extraídos en las proximidades de L-N10.

En los últimos años (especialmente tras entrar en funcionamiento la depuración biológica en Galindo), la situación de las aguas, sedimentos y elementos biológicos ha mejorado paulatinamente. Así, a la mejora de la concentración de amonio en las cercanías de la desembocadura del Nerbioi, debida al saneamiento, ha sucedido una mejora en los indicadores de fitoplancton, que se ha extendido incluso más allá de la L-N10. Sin embargo, hay que hacer notar que esta masa de agua está sometida a una intensa energía del oleaje, lo que podría hacer que algunos cambios detectados en algunos elementos biológicos, como por ejemplo las macroalgas y los macroinvertebrados, estuvieran más en relación con factores naturales puntuales, como grandes tormentas.

17.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

17.2.1. Aguas

17.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a los muestreos de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, todas las estaciones cumplen los objetivos de calidad, tal y como revela la media calculada para cada variable en los últimos seis años (Tabla 172). La masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako se califica en estado fisicoquímico **Bueno**.

Tabla 172 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
L-N10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,01	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤6,7	1,6	2,03	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤12,9	1,6	3,44	Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,65	0,16	0,27	Bueno
L-N20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		104,62	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤6,7	1,6	2,03	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤12,9	1,6	4,64	Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,65	0,16	0,37	Bueno
L-B10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,85	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤6,7	1,6	1,62	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤12,9	1,6	2,83	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,65	0,16	0,23	Muy Bueno
L-B20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,13	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤6,7	1,6	1,54	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤12,9	1,6	2,02	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,65	0,16	0,20	Muy Bueno
L-RF30	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		102,96	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤6,7	1,6	1,95	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤12,9	1,6	1,92	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,65	0,16	0,20	Muy Bueno

En la Figura 216 y en la Figura 217 se presenta la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y de la saturación de oxígeno en las estaciones de esta masa de agua, en el periodo de 1994 a 2023.

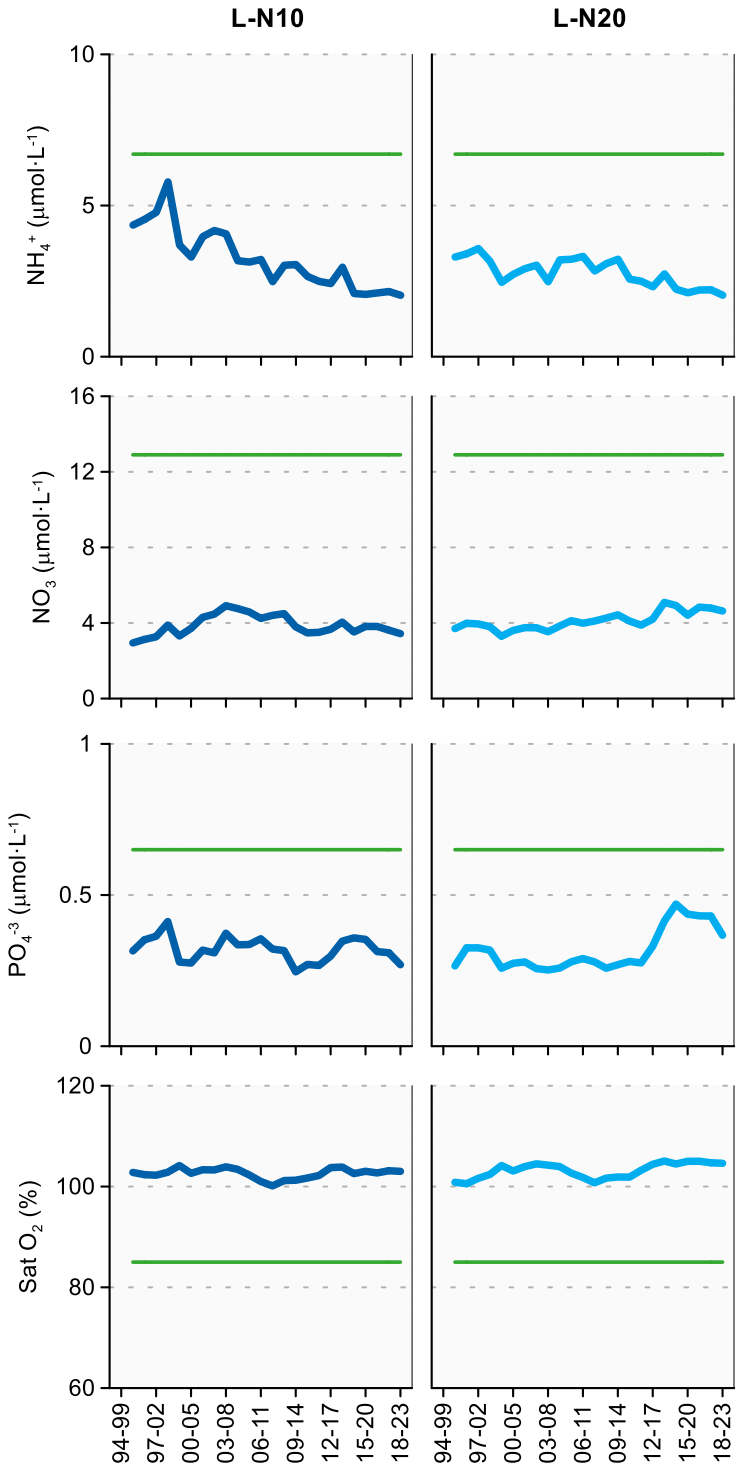


Figura 216 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

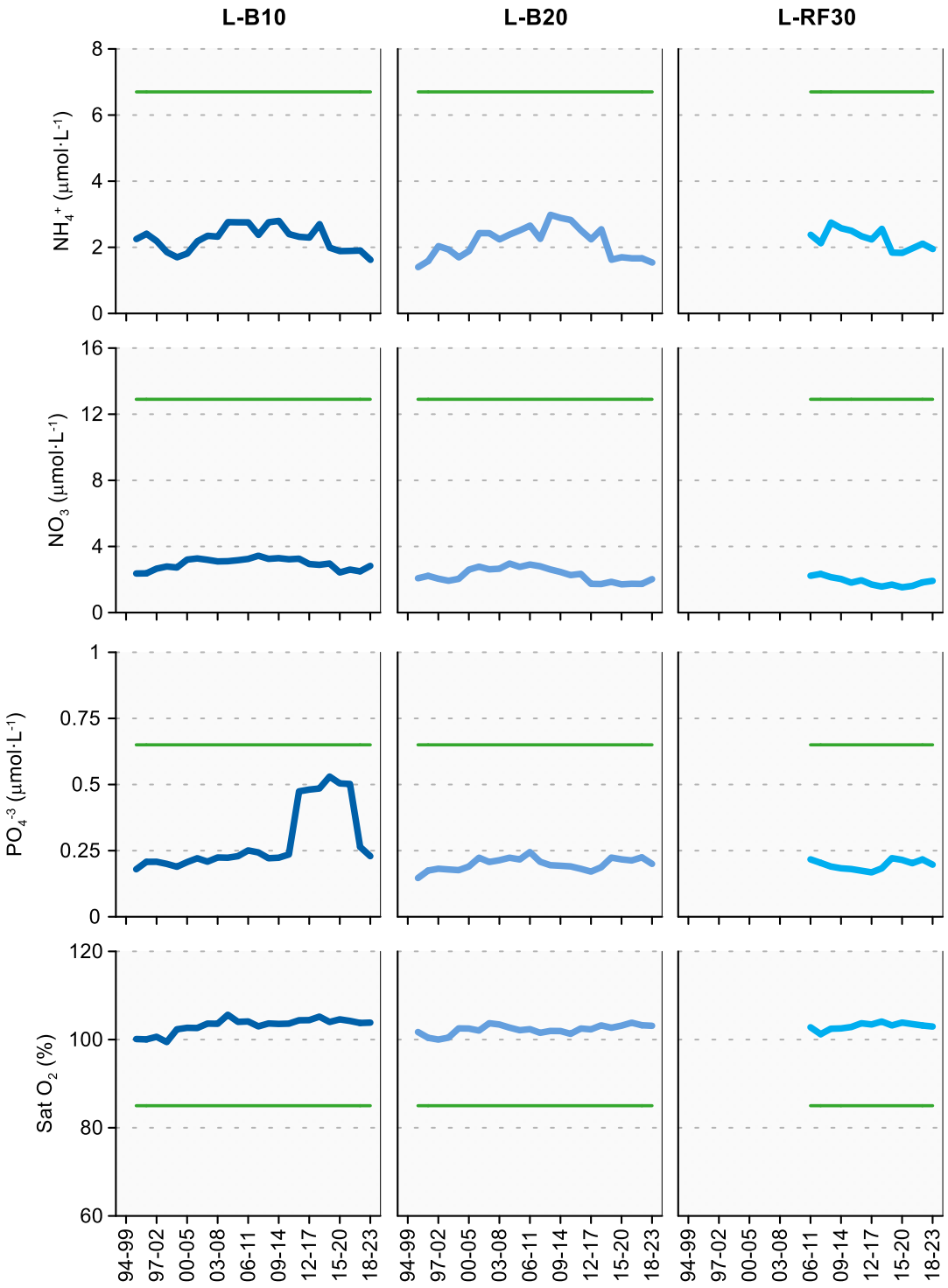


Figura 217 Evolución temporal de ciclos de seis años la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako en el periodo que abarca desde 1994 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

En la serie de datos disponibles, se observa un aumento significativo ($p<0,01$) de la saturación de oxígeno en todas las estaciones salvo en L-N10. Por otra parte, la concentración de fosfato aumenta significativamente ($p<0,05$) en las estaciones L-B10, L-B20 y L-N20.

Asimismo, el nitrato también sube significativamente ($p<0,01$) en la estación L-N20, pero baja significativamente ($p<0,05$) en las estaciones L-B20 y L-RF30. La concentración de amonio desciende significativamente ($p<0,05$) en las estaciones L-N10, L-N20 y L-FR30. En el resto no se observan tendencias significativas que indiquen una mejoría o empeoramiento de la calidad. Predominan las situaciones alternantes con una distribución de tipo “dientes de sierra” en algunos casos (Figura 216 y Figura 217). Además, todas las estaciones cumplen los objetivos de calidad fisicoquímica a lo largo de toda la serie temporal.

En cuanto a la evolución temporal de las condiciones fisicoquímicas, se observa un aumento significativo ($p<0,05$) del percentil 25 (P_{25}) de los valores de PCQI a lo largo de la serie temporal en la estación L-RF30, pero en el resto de las estaciones no se observa ninguna tendencia significativa. Todas las estaciones se mantienen en niveles de estado muy bueno a lo largo de toda la serie disponible (Figura 218).

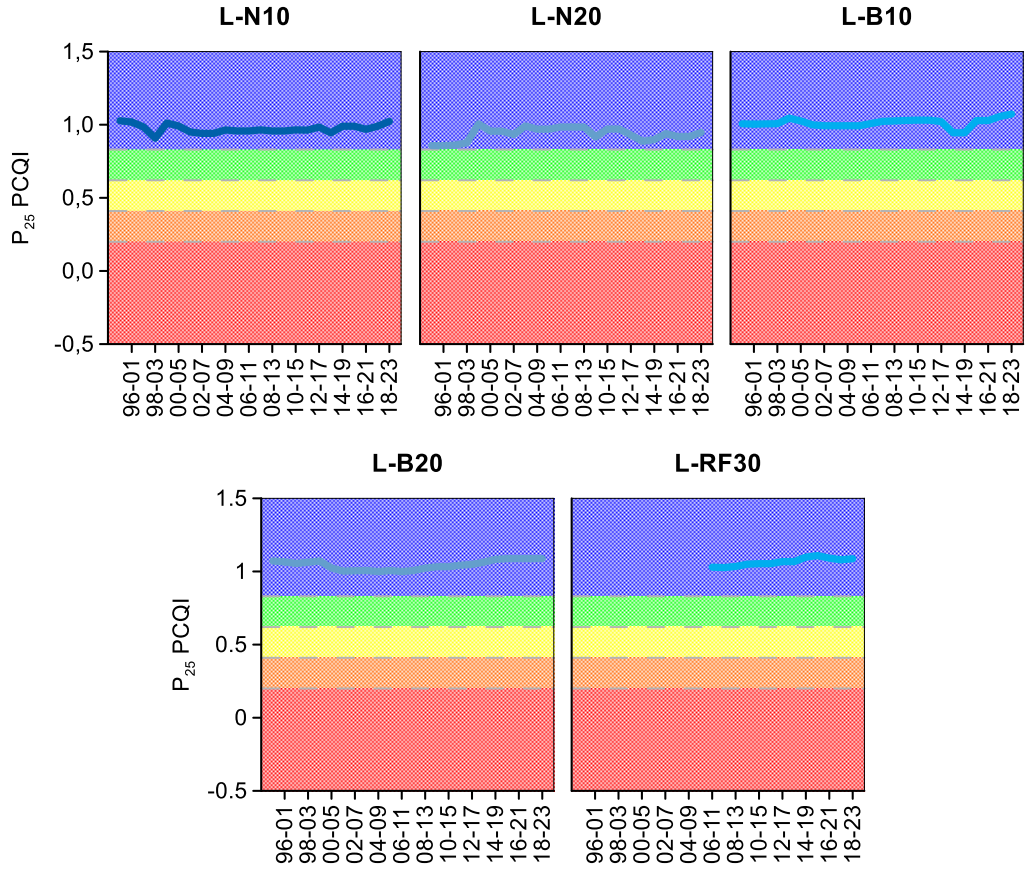


Figura 218 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de las estaciones de muestreo L-N10, L-N20, L-B10, L-B20 y L-RF30 de la masa de agua de agua costera Cantabria-Matxitxako. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

17.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa alcanza el **Muy Buen** estado, siendo también muy bueno para las cuatro estaciones de la masa (Tabla 173). Para la estación de referencia también es de **Muy Bueno**, como viene ocurriendo desde 2008.

La evaluación del estado químico por las sustancias prioritarias indica que, en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el **Buen estado químico** en 2023 (Tabla 174). En la estación L-B10 hay un único dato de cuatro para la estación, y de 20 para todas las estaciones litorales, de Benzo(g,h,i)perileno que supera la norma (NCA-CMA), lo que supondría que la masa no alcanzase el buen estado. Sin embargo, teniendo en cuenta la incertidumbre del dato y el bajo nivel de confianza de la información, no se ha considerado vinculante en la evaluación del estado químico. Desde 2008, sólo en 2011 no se alcanzó el buen estado químico, por presencia de plomo.

Tabla 173 Evaluación del Estado Fisicoquímico (contaminantes específicos) en la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20	Global	L-RF30
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno	<LC
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	0%		0%
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno	<LC
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	33%		0%
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 174 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}. "-": no determinado.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20	Global	L-RF30
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0005	<LC	-	-	-	Cumple	-
Hexaclorociclohexano	NCA-CMA Agua	0,02	0,0005	<LC	-	-	-	Cumple	-
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	0,00	0,0013	<LC	Cumple	<LC
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	0,0009	<LC	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	0,0006	<LC	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	0,0011	0,0017	<LC	Cumple	<LC
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0010	0,0027	0,0019	0,0006	Cumple	0,0008
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0020	0,0050	0,0060	0,0013	Cumple	<LC
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	0,016	<LC	Cumple	0,026
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	0,0150	0,040	0,016	Cumple	0,080
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	0,0006	0,0008	<LC	Cumple	<LC
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 219 se recoge la evolución de la concentración media anual de los metales para el periodo comprendido entre 1995 y 2023. A lo largo de la serie temporal, excepto el cadmio y puntualmente zinc y plomo, el resto de los metales estudiados no superan las NCA-MA establecidas correspondientes (Tabla 174 y Figura 219). En general, las concentraciones más bajas para todos los metales se observan en los años más recientes, especialmente a partir de 2013. En la estación de referencia, excepto el cadmio que superó la NCA-MA en varios años entre 2007 y 2011, y el plomo en 2017, el resto de los metales no superan la NCA actual establecida (Figura 219).

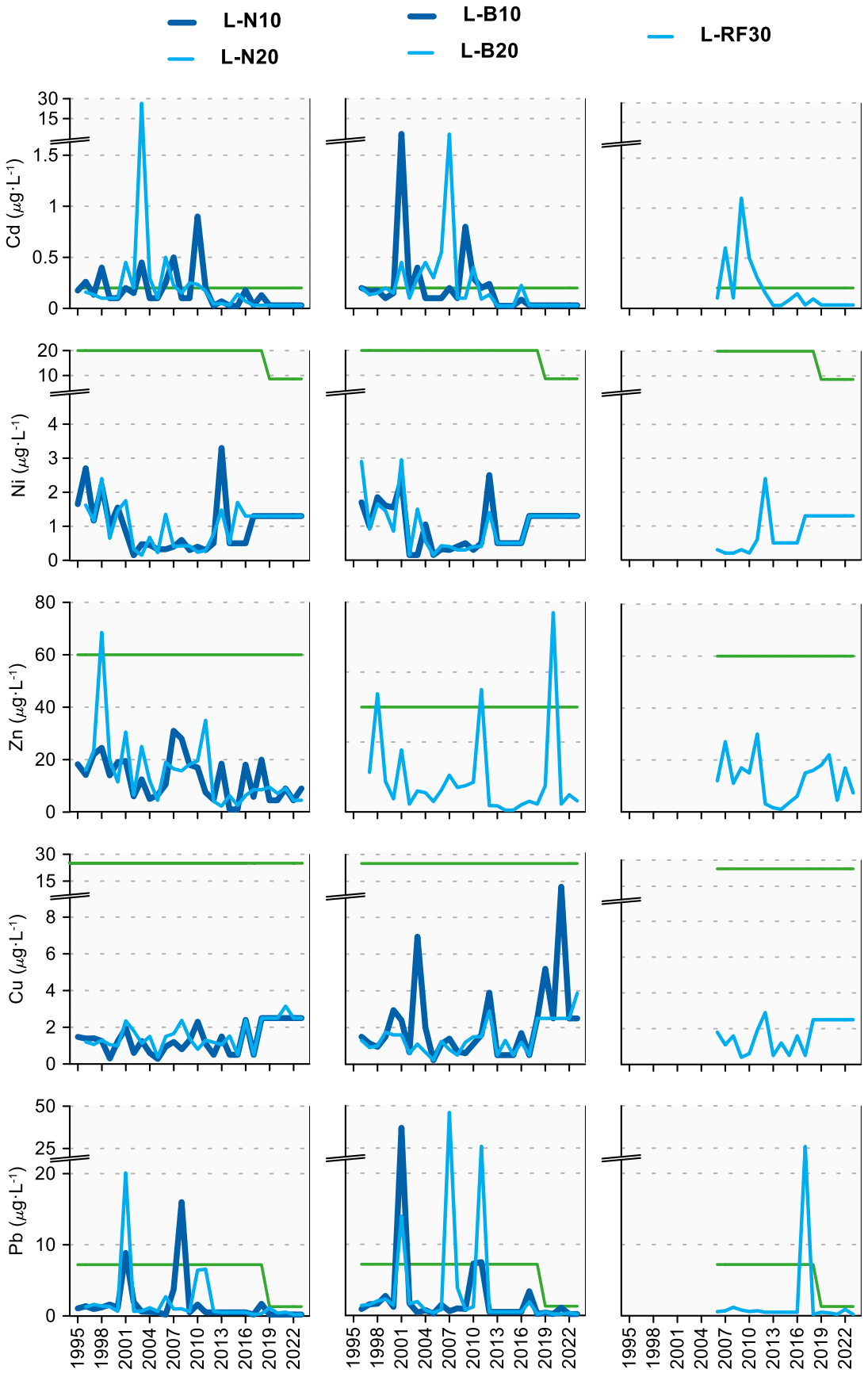


Figura 219 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako en el periodo que abarca desde 1995 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

17.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa de agua y de la estación L-RF30 se muestrearon en marzo de 2023. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años (Tabla 175). En la estación L-N10 las concentraciones de Cd, Cu y Hg son más bajas que en años anteriores, encontrándose por debajo del límite de detección (Tabla 159).

Tabla 175 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y en la estación L-RF30 en la campaña de invierno de 2023.

L-N10 (Fecha de muestreo: 02/03/2023)			
Gravas (%)	0,1	Cd	<0,05
Arenas (%)	90,7	Cr	10
Limos (%)	9,2	Cu	<10
MO (%)	0,7	Hg	<0,05
Eh (mV)	640	Ni	6
		Pb	9
		Zn	30

L-B20 (Fecha de muestreo: 06/03/2023)			
Gravas (%)	0	Cd	0,17
Arenas (%)	99,4	Cr	24
Limos (%)	0,6	Cu	28
MO (%)	1,1	Hg	0,10
Eh (mV)	415	Ni	12
		Pb	51
		Zn	153

L-N20 (Fecha de muestreo: 06/03/2023)			
Gravas (%)	0	Cd	0,08
Arenas (%)	98,6	Cr	36
Limos (%)	1,4	Cu	35
MO (%)	1,1	Hg	0,13
Eh (mV)	432	Ni	15
		Pb	38
		Zn	113

L-RF30 (Fecha de muestreo: 06/03/2023)			
Gravas (%)	8,5	Cd	0,26
Arenas (%)	90,5	Cr	33
Limos (%)	1,1	Cu	19
MO (%)	2,1	Hg	0,90
Eh (mV)	402	Ni	17
		Pb	62
		Zn	149

L-B10 (Fecha de muestreo: 06/03/2023)			
Gravas (%)	0,1	Cd	0,24
Arenas (%)	99,6	Cr	44
Limos (%)	0,3	Cu	70
MO (%)	1,2	Hg	0,16
Eh (mV)	477	Ni	24
		Pb	78
		Zn	270

Tanto las estaciones de esta masa de agua, así como la estación L-RF30, presentan un sedimento arenoso (Tabla 175), con un contenido en materia orgánica relativamente bajo y valores altos de potencial redox.

En lo que refiere a la variación temporal, el análisis estadístico muestra, en las cuatro estaciones de la masa de agua, una tendencia decreciente significativa en el contenido en materia orgánica que no se acompaña con ninguna tendencia ascendente en el potencial redox, salvo en la estación L-B20 (Figura 220). En el caso de la materia orgánica, el descenso observado en las cercanías del Nerbioi y a partir del 2003, podría deberse a la positiva evolución del saneamiento. En la estación L-RF30, con datos desde 2006, no hay una tendencia significativa ni en el contenido en materia orgánica ni en el potencial redox (Figura 220).

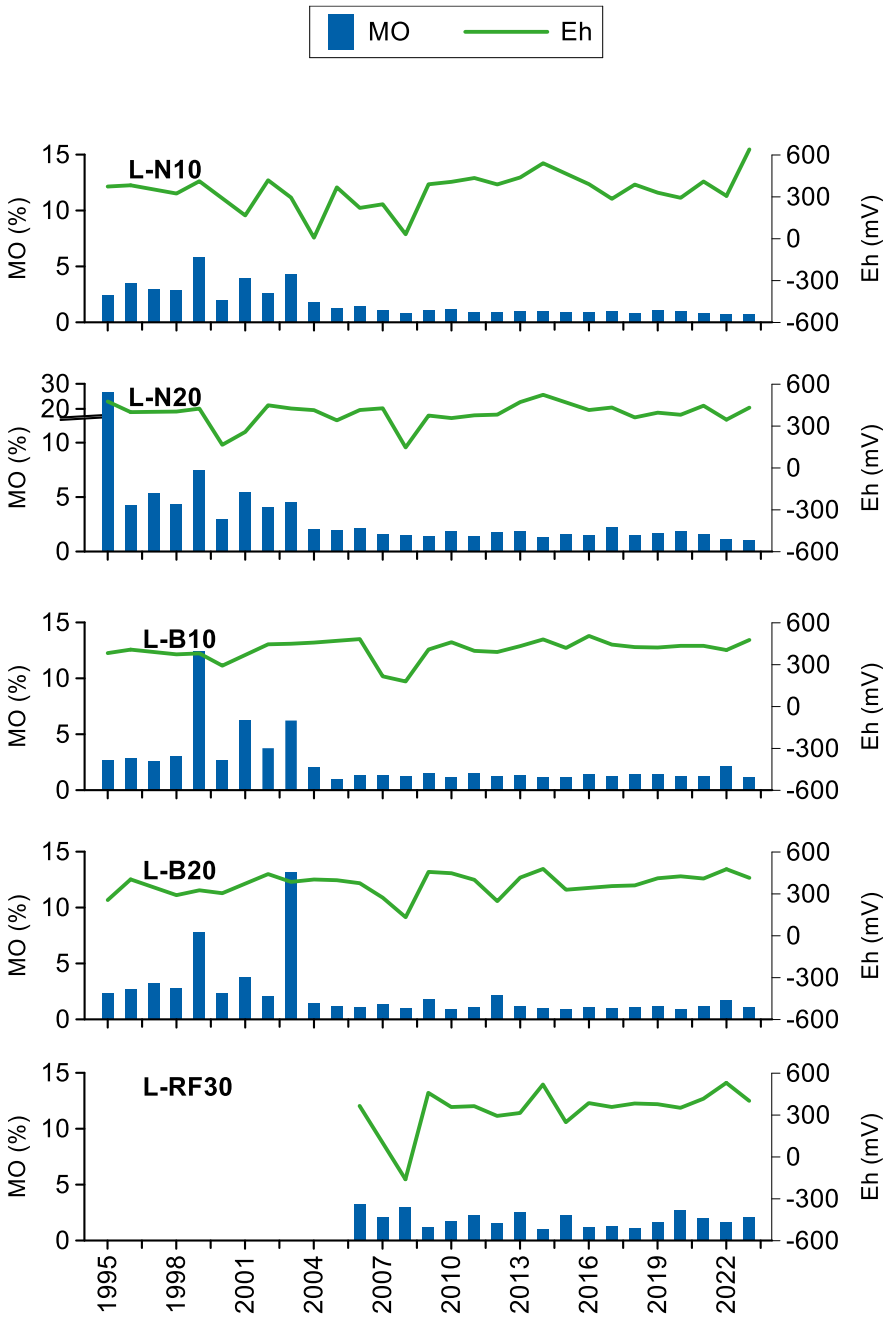


Figura 220 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y en la estación L-RF30 (muestreos de invierno).

En relación con la concentración de metales en 2023, las mayores concentraciones se observan en las estaciones L-RF30 (máximos de Cd y Hg) y L-B10 (Cr, Cu, Ni, Pb y Zn) (Tabla 175). En todo caso, sus valores no son problemáticos. En la estación L-N10 se encuentran las concentraciones más bajas de los metales analizados en 2023 en esta masa de agua.

La Figura 221 y la Figura 222 muestran la evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados. En relación con el análisis de tendencias a largo plazo, y teniendo en cuenta el período representado en dicha figura, en la estación L-N10 se observa un incremento significativo en las concentraciones de Cr y un descenso significativo de Hg, Pb y Zn. El descenso en Hg se observa en todas las estaciones a excepción de L-RF30, y el descenso en Pb

también se muestra en todas las estaciones salvo en L-B10. En L-B10, además del descenso en Hg, se observa un ascenso significativo en Cr. En las estaciones L-N20 y L-B20 se observa además un descenso significativo en las concentraciones de Cu y Zn, y también de Ni en L-N20. En L-RF30 se da un descenso significativo en las concentraciones de Ni y Pb.

Como ya se ha comentado en informes anteriores, los descensos en la concentración posiblemente estén en relación con el saneamiento de las cuencas adyacentes, mientras que la ausencia de tendencias en diversos metales posiblemente se deba a que no son metales que se viertan en la zona y que presenten una variabilidad natural.

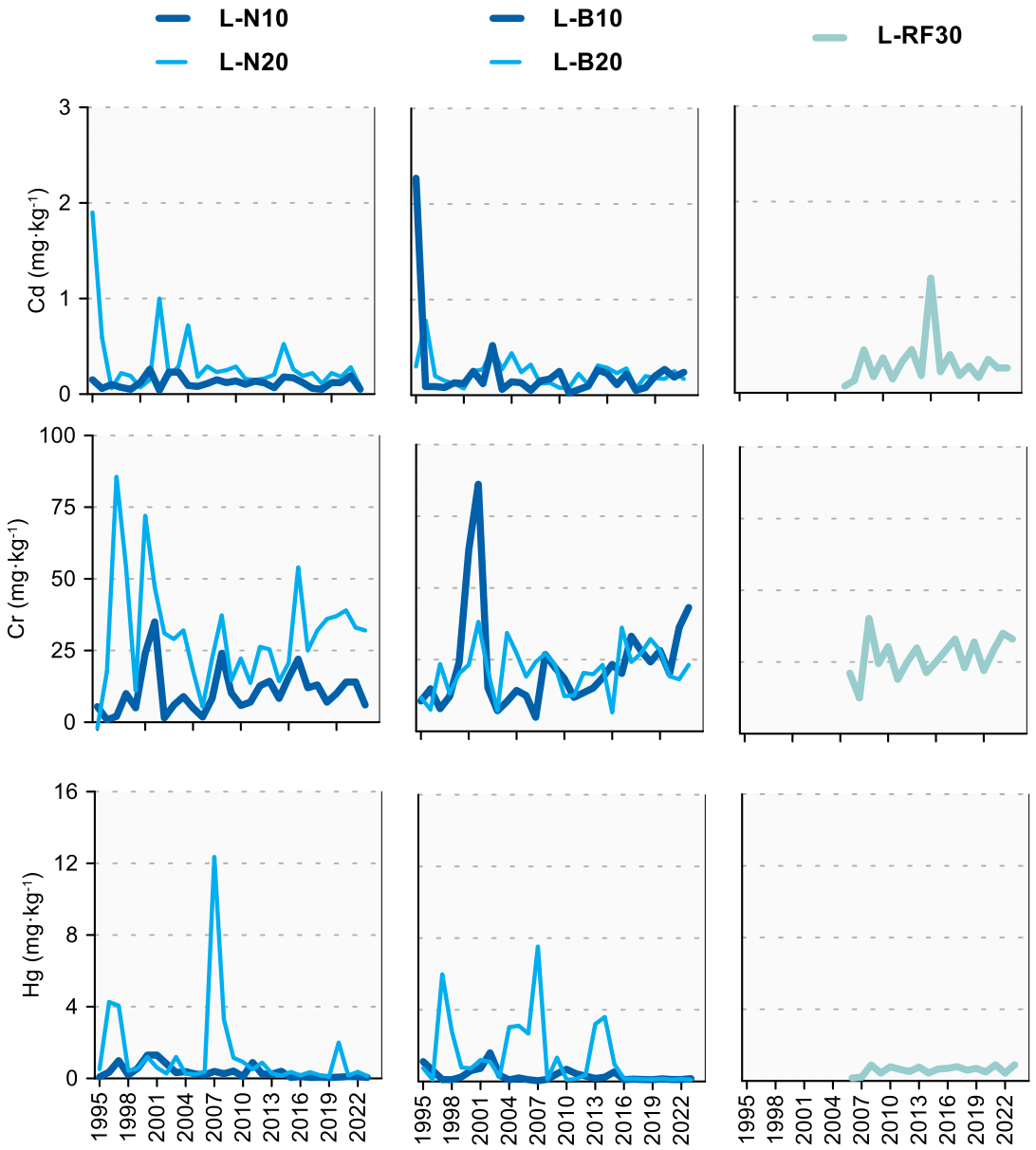


Figura 221 Evolución temporal de la concentración de Cd, Cr y Hg (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y en la estación L-RF30 (muestreos de invierno).

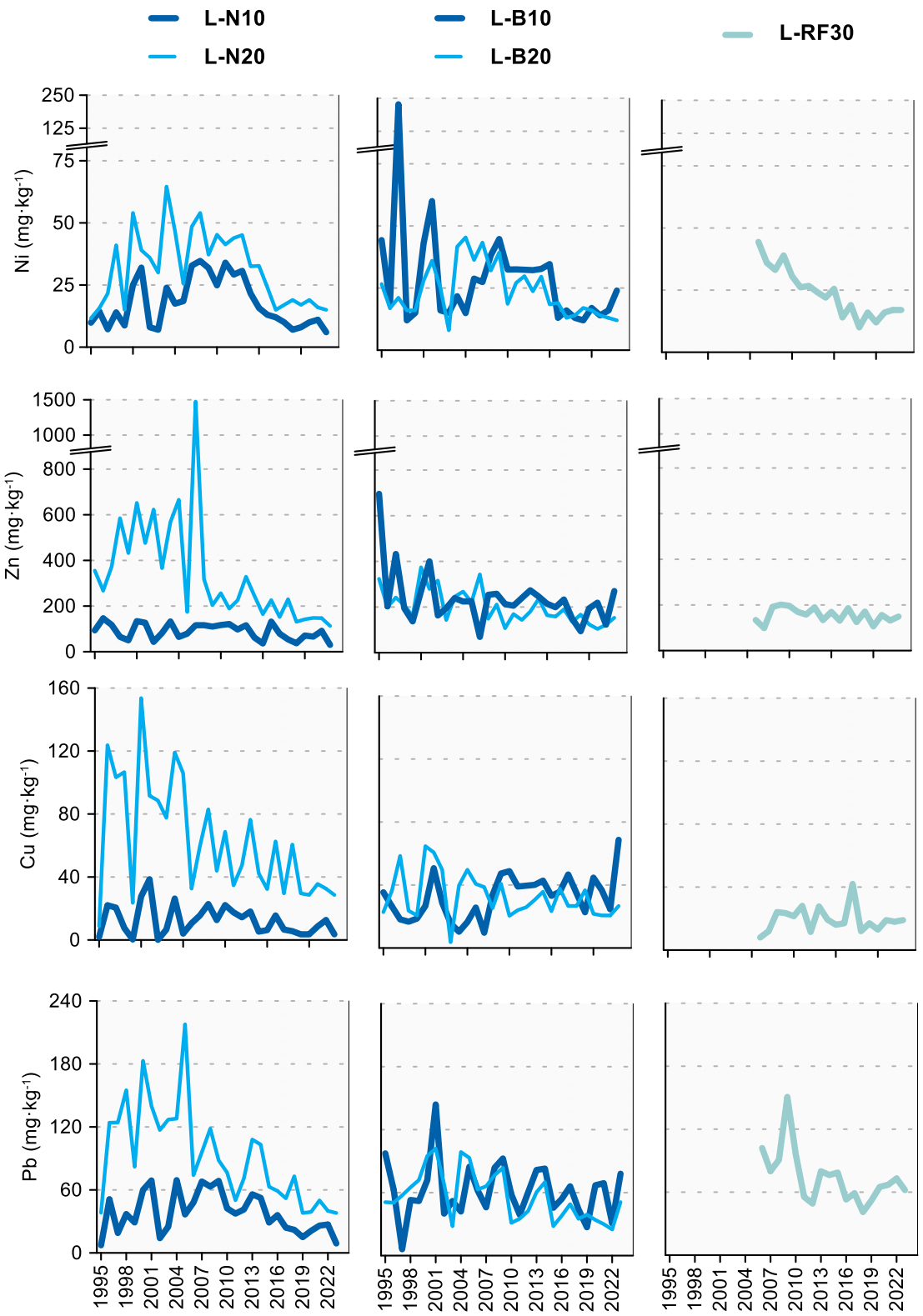


Figura 222 Evolución temporal de la concentración de Ni, Zn, Cu y Pb (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y en la estación L-RF30 (muestreos de invierno).

17.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

17.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

El rango de la **clorofila-a superficial** durante las campañas trimestrales de 2023 va desde 0,09 hasta 2,50 µg·L^{-1}. La campaña de primavera se caracteriza por concentraciones mínimas. Por el contrario, los valores más altos se han medido en invierno, con el máximo en L-N20. El contenido medio de agua dulce de las aguas de superficie también presenta su máximo en invierno (7%).

Los valores de clorofila-a medidos en fondo, considerando el promedio anual, han sido muy similares a los de superficie (0,69 frente a 0,83 µg·L^{-1}).

En la estación de referencia más cercana (L-RF30) los valores de clorofila-a medidos en superficie van desde un mínimo de 0,07 µg·L^{-1} (registrado en verano), hasta 1,37 µg·L^{-1} (invierno). En las aguas de fondo de la estación L-RF30 la clorofila ha sido siempre más baja, lo cual es esperable, ya que la capa fótica ocupa aproximadamente 50 m y la profundidad de esta estación es aproximadamente el doble.

La evolución a largo plazo de la biomasa fitoplanctónica en las aguas de superficie se ha estudiado mediante el cálculo del percentil 90 de la clorofila-a (P_{90}) en periodos móviles de seis años, comenzando por el primero para el cual puede calcularse: 1995-2000 en las estaciones de la masa de agua costera y 2006-2011 en la estación offshore (Figura 223).

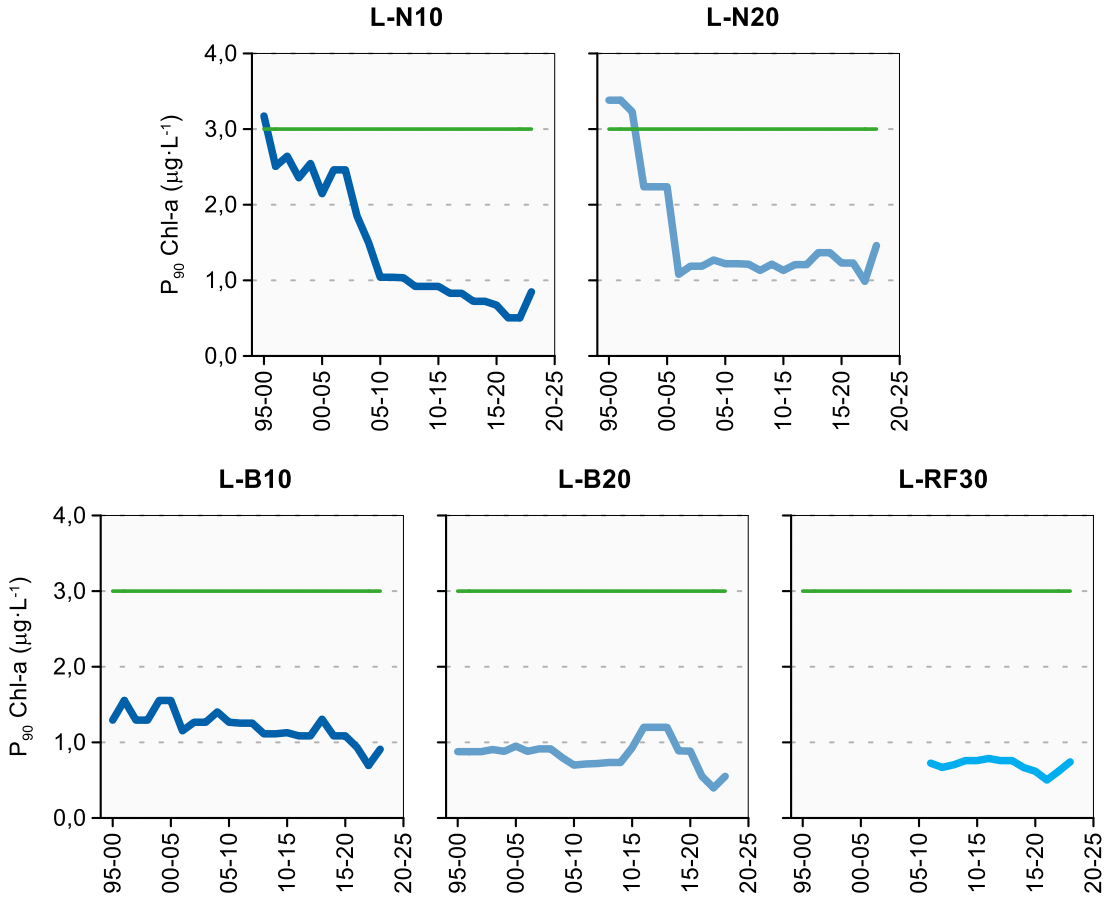


Figura 223 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako (ordenadas de oeste a este) y en la estación offshore utilizada como referencia (L-RF30). Líneas azules: percentil 90 de clorofila-ha calculado para periodos de seis años con datos obtenidos "in situ" en superficie, en cuatro épocas del año. Línea verde: objetivo de calidad para aguas costeras Tipo 12.

Como puede verse en la Figura 223, al comienzo de la serie hubo un notable descenso del P_{90} en las estaciones próximas a la desembocadura del estuario del Nervión-Ibaizabal, L-N10 y L-N20. En estas estaciones la clorofila incumplía el objetivo de calidad a finales de los años 90, pero descendió de forma acusada durante la década de 2000, a medida que mejoraba el saneamiento del área metropolitana de Bilbao y disminuía la carga de nitrógeno disuelto (amonio, principalmente) al estuario. El amonio es un nutriente que puede fomentar el crecimiento de especies fitoplanctónicas oportunistas. El tratamiento biológico de las aguas residuales en la EDAR de Galindo, que da servicio a unos 800 000 habitantes, se puso en marcha a comienzos de la década de 2000. Previamente la carga de amonio en el estuario había sido muy alta (~5000 t año^{-1}) y el tratamiento logró reducirla en un 70% (García-Barcina et al., 2006).

Frente a la desembocadura del Butroe (L-B10) y en la costa de Bakio (L-B20), después de presentar algunas oscilaciones, el P_{90} se sitúa en los tres últimos periodos en valores mínimos. En la estación L-RF30 es donde es más estable el P_{90} (Figura 223).

De forma complementaria, se han utilizado datos de teledetección para determinar con una mayor cobertura espacial y temporal la concentración de clorofila-a en las aguas superficiales. En la Figura 224 se presenta el mapa del P_{90} para el periodo más reciente. A lo largo de la costa, los valores más altos se sitúan en las desembocaduras del Nervión-Ibaizabal, del Oria y del Bidasoa. Además, en las aguas exteriores los valores son más bajos que en el interior de la plataforma costera.

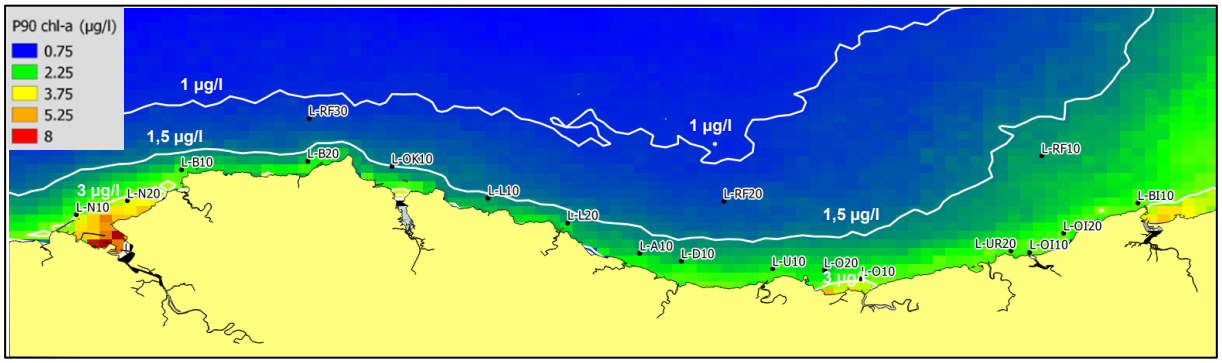


Figura 224 Percentil 90 de clorofila-a (µg L^{-1}) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, entre 2018 y 2023.

En las zonas más cercanas a los ríos los valores obtenidos con el método de teledetección (Figura 224) son superiores a los resultantes de medidas “in situ” (Figura 223). Esto, en parte, se debe a que la turbidez originada por sustancias disueltas y sólidos en suspensión interfiere con la señal que mide el satélite, sobrestimando la concentración de clorofila. Pero, por otra parte, la frecuencia de adquisición de datos con satélite es muy superior a la que aporta el muestreo trimestral “in situ”, lo que aumenta la probabilidad de detectar picos de clorofila causados por floraciones fitoplanctónicas que tienen lugar de manera brusca y esporádica (Revilla et al., 2012).

La evolución del P_{90} calculado con datos diarios de satélite para el total de la masa de agua Cantabria-Matxitxako se muestra en la Figura 225. Para ello, se ha promediado el valor de P_{90} de todos los pixeles en periodos de 6 años móviles. El primer periodo para el cual se dispone de datos es 2003-2008. Como puede verse, si se aplicasen los mismos límites de clase que los utilizados para la clorofila medida “in situ” trimestralmente, la masa de agua cumpliría el objetivo de calidad a lo largo de toda la serie, con una calificación de estado bueno.

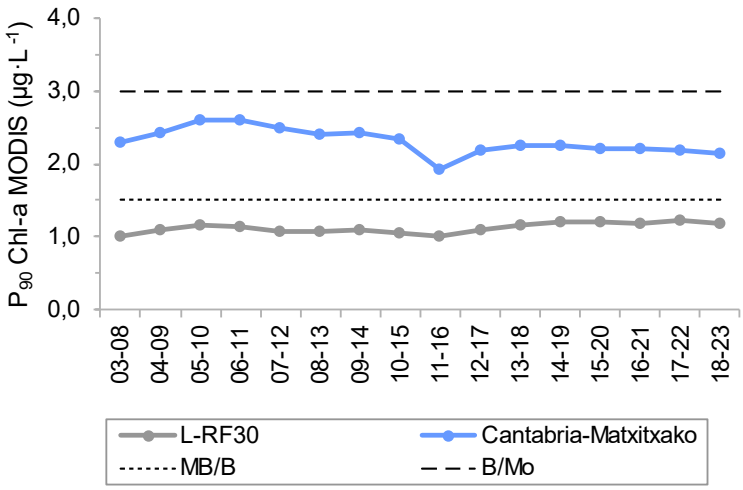


Figura 225 Percentil 90 de clorofila-a (µg L^{-1}) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en la masa de agua y en la estación de referencia. Se muestran los límites de clase entre los estados Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado.

El P_{90} calculado con datos diarios de satélite para el conjunto de la masa de agua presenta oscilaciones a largo plazo, dentro de un rango aproximado de 1,9 – 2,6 µg·L^{-1} (Figura 225). En la primera mitad de la serie predominan valores relativamente altos, hasta el periodo 2010-2015. Este patrón coincide con la tendencia general de descenso del P_{90} calculado con la clorofila medida "in situ" trimestralmente en la estación L-N10 (Figura 223).

El P_{90} de la estación L-RF30 en todo momento es menor que el de la masa de agua costera (Figura 225). Su rango de variación es muy estrecho, con un rango entre ~ 1,0 y 1,3 µg·L^{-1}.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, desde 2020 las comunidades se estudian con microscopía sólo en la estación L-N20, que se localiza al nordeste del Abra exterior. En informes previos, donde se contaba con muestras de todos los puntos, se había visto que era donde se producían con mayor frecuencia las floraciones. Además, esta zona suele presentar los máximos de concentración de clorofila y es donde generalmente la influencia de la pluma fluvial es más destacable.

Como puede verse en la Tabla 176, durante las campañas de 2023 la abundancia del fitoplancton en las aguas de superficie presenta valores bajos o moderados. El máximo se encuentra en verano, lo que suele ser habitual en este punto de muestreo.

Tabla 176 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie de la estación situada frente al estuario del Nervión-Ibaizabal.

	L-N20	L-N20	L-N20	L-N20
	01/02/2023	25/04/2023	08/08/2023	20/11/2023
Abundancia (10^3 cél·L^{-1})	284	125	506	182
Diversidad (bit·cel^{-1})	3,1	3,1	3,1	3,5
Riqueza (*# taxa*)	30	23	37	49

El umbral de 400·10^3 células·L^{-1} que se aplica a cada taxón por individual como aproximación para detectar blooms en aguas costeras no se supera en 2023. La especie más abundante en cada una de las muestras es la criptofita *Plagioselmis* sp., su máximo se observa en agosto (166·10^3 células·L^{-1}).

En todas las muestras de 2023 predominan las células de pequeño tamaño, siendo las criptofitas las que más aportan a la abundancia total (40–50%). Las diatomeas contribuyen muy poco, como mucho un 7% (primavera). Los dinoflagelados muestran una contribución relativamente mayor en la muestra de verano (14%) y en la de otoño (28%).

Nincevic-Gladan et al. (2015) señalaron algunos *taxa* que pueden ser indicadores de eutrofización en el medio marino: *Skeletonema marinoii, Scrippsiella trochoidea, Guinardia flaccida, Leptocylindrus* spp., *Prorocentrum* spp., *Proboscia alata, Eutreptiella* spp. y *Pseudo-nitzschia* spp. La mayoría de ellos se han observado en L-N20, pero su abundancia es muy baja comparada con la de otras especies.

Por tanto, las comunidades de fitoplancton presentan una estructura coherente con las bajas concentraciones de clorofila (Figura 223) y de nutrientes (Figura 216) observadas en los últimos años. En cuanto al **estado del fitoplancton**, en el último periodo de evaluación no hay evidencia de impacto relevante en ninguna de las estaciones de muestreo (Tabla 177). En el global de la masa de agua el estado del fitoplancton es **Muy Bueno (EQR = 1,061),** aunque inferior al de la estación *offshore* L-RF30 (EQR = 1,351).

Tabla 177 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako, así como en su globalidad, y en la estación de referencia. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2018-2023	L-N10	0,85	1,176
	L-N20	1,46	0,685
	L-B10	0,91	1,099
	L-B20	0,55	1,818
	Costera Cantabria-Matxitxako	0,9425*	1,061
	L-RF30	0,74	1,351

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

Como se observa en la Figura 226, considerando la masa de agua globalmente, el estado del fitoplancton fue mejorando de forma progresiva entre la primera evaluación (realizada con los datos del periodo 1995−2000) y la del periodo 2008−2013. El aumento del EQR al comienzo de la serie se debe a la fuerte disminución de la clorofila en el litoral del Nervión-Ibaizabal (Figura 223). Desde entonces, se mantiene en niveles altos.

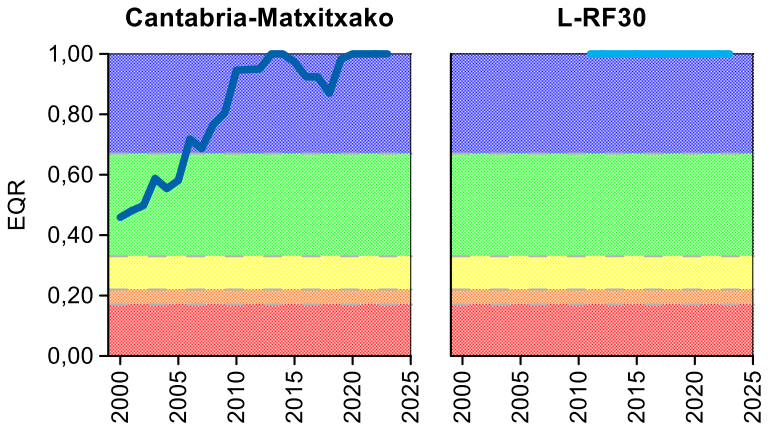


Figura 226 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y para la estación de referencia a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

Cabe mencionar que, en las tres evaluaciones más recientes, el EQR obtenido con la clorofila para esta masa de agua ha superado el máximo teórico (1,000). Sin embargo, los P_{90} obtenidos con datos diarios de satélite están siendo bastante estables en los últimos años (Figura 225), lo que indica que la disminución de la clorofila se habría producido en alguna de las campañas trimestrales, pero que, a lo largo del año, el valor del percentil se compensaría bastante con aumentos que se dieran en otras épocas. Por lo tanto, se puede tratar más de un cambio fenológico en los picos de clorofila, que de una

disminución neta anual. De hecho, a mayor detalle se observa que desde finales de la década de 2010 han disminuido los picos de clorofila superficial en la campaña trimestral de primavera (realizada casi siempre en mayo). En las muestras de fitoplancton también se percibe en estos últimos años un descenso de la abundancia celular durante la campaña de primavera. Este mismo patrón se está observando en otros puntos de muestreo a lo largo del litoral vasco, sobre todo en la zona occidental.

17.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Para el estudio de las macroalgas (y los macroinvertebrados que definen comunidades de sustrato duro) en esta masa de agua, en la campaña de 2023 se analizaron un transecto próximo a la desembocadura del Butroe y otro localizado en la ensenada de Armintza (Figura 214), y se combinaron con los datos de la campaña de 2021 (correspondientes a dos transectos próximos a la desembocadura del Barbadun y a otros dos próximos a la desembocadura del Nerbioi), abarcando así la totalidad de la masa de agua.

El transecto M-LB2 se sitúa en Plentzia, en la punta de Astondo. Situada detrás del dique que cierra la playa de Gorliz por su margen derecho, consiste en una sucesión de estratos prácticamente verticales, muy erosionados por la acción del oleaje, dando lugar a una plataforma de abrasión de apenas 10º de inclinación, en orientación de 170º N.

En la franja infralitoral del transecto, la comunidad se encuentra dominada por *Stypocaulon scoparium* (30-35%), *Lithophyllum incrustans* (20-30%), las coralináceas *Ellisolandia elongata* y *C. caespitosa* (20-30% de cobertura, en conjunto) e *Hypnea musciformis* (15-25%). En este transecto, respecto a la pasada campaña de 2020, se observan coberturas menores de *Corallina* sp. y *H. musciformis*. Como únicos representantes faunísticos, sólo cabe señalar la presencia de la anémona *Anemonia sulcata* y de una especie de esponja de la familia Demospongiae.

En el mediolitoral inferior, las comunidades presentes son similares a las de la zona anterior, dominando *C. caespitosa* y *E. elongata* (coberturas conjuntas de 50-60%), seguidas por *L. incrustans* (40-50%), *S. scoparium* (20-25%), y *Dictyota dichotoma*, *H. musciformis* y *Centroceras gasparrinii* (las tres con 10% de cobertura). En cuanto a la fauna, destaca la lapa *Patella ulyssiponensis* (10-20 ind·m^{-2}), a la que acompañan el cangrejo ermitaño *Clibanarius erythropus*, la lapa *Patella intermedia*, el mejillón *Mytilus galloprovincialis* y la anémona *Actinia fragacea*.

En el mediolitoral medio sigue reduciéndose la cobertura algal. En las lajas del primer segmento de la zona destacan, una vez más, *C. caespitosa* y *E. elongata* (30-40% de cobertura, en conjunto) y *L. incrustans* (20-30%), acompañadas por *C. gasparrinii* (15-20%), *C. ustulatus* (10%) y, en los tramos más desnudos, *Codium adhaerens* (10%). En cambio, aumentan respecto a la zona previa, las densidades de las lapas *P. ulyssiponensis* (50-75 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (25-50 ind·m^{-2}), alcanzando importantes abundancias los cirrípedos del género *Chthamalus* (100-1.000 ind·m^{-2}). En el siguiente tramo de esta misma zona (aunque incluye también parte del mediolitoral superior), las algas se distribuyen en manchas, sobre todo de *E. elongata* y *C. officinalis* (10-15% de cobertura conjunta), y de *L. incrustans* (10-15%), y les acompañan poblaciones de los cirrípedos *Chthamalus* sp. (2.500-5.000 ind·m^{-2}) y *Perforatus perforatus* (1-5 ind·m^{-2}), de las lapas *P. intermedia* (50-75 ind·m^{-2}), *P. ulyssiponensis* (50-75 ind·m^{-2}) y *Patella vulgata* (1-5 ind·m^{-2}), del caracolillo *Melarhaphe neritoides* (5-15 ind·m^{-2}) y del mejillón *M. galloprovincialis*.

A mayor distancia del mar, pero en la misma zona mareal, se observa una amplia cubeta entre lajas con coberturas apreciables de *E. elongata* y *C. officinalis* (25-35%), *L. incrustans* (20-30%) y *Ulva rigida* (10-15%). La fauna no es especialmente abundante, pero destaca la lapa *P. intermedia* (5-10 ind·m^{-2}). En las lajas que siguen a esta cubeta, destacan las algas *C. ustulatus* (15-25%), y *E. elongata* y *C.*

caespitosa (coberturas conjuntas del 10-15%), además de los cirrípedos del género *Chthamalus* (100-1.000 ind·m^{-2}), las lapas *P. intermedia* (15-30 ind·m^{-2}), *P. ulyssiponensis* (10-25 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (1-5 ind·m^{-2}), el mejillón *M. galloprovincialis*, y los cangrejos *C. erythropus* y *Pachygrapsus marmoratus*. Tras las lajas, se extienden numerosas cubetas que albergan comunidades pobres, pero heterogéneas en cuanto a las poblaciones que albergan, y en las que, en conjunto cabe destacar la clorofícea *U. rigida* (10-20%).

En el nivel mediolitoral superior, destacan las amplias coberturas de las clorofíceas filamentosas *Ulva compressa* y *Blidingia minima* (50-60% en conjunto). La comunidad faunística, en cambio, quedaría representada, sobre todo, por las lapas *P. vulgata* (10-20 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (1-5 ind·m^{-2}).

La franja supralitoral corresponde a una pequeña playa de cantos con apenas cobertura biológica. A continuación, se extendería la zona supralitoral, en la que únicamente se observan dos manchas aisladas del liquen *Verrucaria maura*.

Tanto la cobertura de las poblaciones de macroalgas características, como, sobre todo, su riqueza, son relativamente altas en el transecto M-LB2. Pero la fracción de especies oportunistas también moderada hace que la clasificación de la zona en términos de CFR sea Buena (Tabla 178). En cambio, el índice RICQI califica la zona como Muy Buena, a pesar de que la cobertura de algas morfológicamente complejas es moderada y la cobertura de herbívoros es baja.

Tabla 178 Calificación de cada indicador de macroalgas y valor de CFR para cada uno de los transectos analizados ($CFR_{transecto}$) en la masa de agua Cantabria-Matxitxako en las campañas de 2021 (M-LM3, M-LM2, M-LN5 y M-LN4) y 2023 (M-LB2 y M-LB3). Se muestran también las estaciones a las que se adscribe cada uno de los transectos y el CFR correspondiente ($CFR_{estación}$), así como el CFR global para la masa de agua (CFR_{global}). C=cobertura de las poblaciones de macroalgas características; R=riqueza de poblaciones de macroalgas características; F=fracción de oportunistas.

Transecto	M-LM3	M-LM2	M-LN5	M-LN4	M-LB2	M-LB3
C (%)	79,9	84,5	77,2	59,8	72,2	71,8
R (nº de taxones)	13	9	10	5	9	10
F (%)	4,5	2,0	3,8	15,5	14,7	2,0
$CFR_{transecto}$	0,950	1,000	1,000	0,644	0,794	1,000
Estación	-	-	L-N10	L-N20	L-B10	
$CFR_{estación}$	0,975		1,000	0,644	0,897	
CFR_{global}	0,910					

El transecto M-LB3 se sitúa en la ensenada de Armintza, entre la punta de Kauko y el peñón de Gaztelu, y consiste en una extensión de lajas al abrigo del dique de la margen izquierda del puerto.

En la franja infralitoral del transecto, la cobertura biológica es muy compacta y la diversidad específica alta, destacando las coberturas de *E. elongata* y *C. caespitosa* (30-35% en conjunto), *L. incrustans* (25-35%), *Mesophyllum lichenoides* (15-20%), *Jania rubens* y *J. rubens* var. *corniculata* (10-15% en conjunto), y *Cystoseira tamariscifolia* (10-15%). En cuanto a la fauna, únicamente cabe destacar la presencia de algunos ejemplares del erizo *Paracentrotus lividus* y de la anémona *A. sulcata*. Respecto a la pasada campaña de 2020, destaca el incremento de las coberturas de *M. lichenoides*, y el descenso de *L. incrustans* y *Jania* sp. En el tramo final de la franja infralitoral las coberturas varían, dominando *E. elongata* y *C. caespitosa* (25-30%), *M. lichenoides* (15-20%), *J. rubens* y *J. rubens* var. *corniculata* (15-20%), *L. incrustans* (15-20%) y *S. scoparium* (10-15%).

En la zona mediolitoral inferior el sustrato se encuentra recubierto por un tapiz del alga incrustante *L. incrustans* (30-40%) y matas de escasa altura de las algas calcáreas *E. elongata* y *C. caespitosa* (30-40% en conjunto). Por encima, destacan los frondes de la feofícea *Bifurcaria bifurcata* (25-35%), así como *Sphacelaria* sp. (10-15%), *S. scoparium* (10-15%), y *J. rubens* y *J. rubens* var. *corniculata* (10-

15% en conjunto). El tramo final de la zona presenta una pendiente más acusada, con dominancia de *E. elongata* y *C. caespitosa* (60% en conjunto), *L. incrustans* (30%) y *Sphacelaria* sp. (10-15%), junto con la feofícea incrustante *Ralfsia verrucosa* (10%) en las zonas desprovistas de calcáreas. Además, las comunidades faunísticas se incrementan en este tramo final, destacando el cirrípedo *Chthamalus montagui* (100-1.000 ind·m^{-2}), las lapas *P. intermedia* (25-50 ind·m^{-2}) y *P. ulyssiponensis* (20-30 ind·m^{-2}), así como el mejillón *M. galloprovincialis* (en pequeñas piñas de ejemplares juveniles) y algunos ejemplares del cangrejo ermitaño *C. erythropus*.

En la zona mediolitoral media se observa una sucesión de lajas con leve inclinación y considerable grado de exposición al oleaje, donde dominan *E. elongata* y *C. caespitosa* (con una cobertura conjunta del 60%) y *L. incrustans* (25-35%). En cuanto a la fauna, en las áreas no ocupadas por algas se desarrollan poblaciones de *Chthamalus* sp. (500-1.000 ind·m^{-2}), y de las lapas *P. ulyssiponensis* (40-50 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (30-40 ind·m^{-2}), así como piñas de *M. galloprovincialis*, y ejemplares aislados del caracolillo *M. neritoides*, la lapa *P. vulgata* y la anémona *Actinia equina*.

A continuación, se observa un tramo más escarpado, con oquedades en las que se asientan especies que no toleran la insolación directa. En este tramo destacan las algas *R. verrucosa* (10-15%), *L. incrustans* (10-15%), y *E. elongata* y *C. caespitosa* (10-15% en conjunto). Pero, sobre todo, destacan las poblaciones de cirrípedos del género *Chthamalus* (7.500-10.000 ind·m^{-2}). También cabe citar las lapas *P. intermedia* (50-75 ind·m^{-2}), *P. ulyssiponensis* (15-25 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (10-20 ind·m^{-2}), así como la anémona *A. equina*, ejemplares aislados del mejillón *M. galloprovincialis*, y los caracoles *M. neritoides* (100-1.000 ind·m^{-2}) y *Gibbula umbilicalis*.

En un tramo más alejado del mar de esta zona mediolitoral media, la erosión de los estratos ha formado un amplio corredor con pequeñas crestas, pasillos y cubetas. En las crestas son más abundantes las comunidades faunísticas, mientras que en las zonas más protegidas las comunidades algales tienen mayor desarrollo. En la zona con crestas más altas, dominan los cirrípedos del género *Chthamalus* (5.000-10.000 ind·m^{-2}), las lapas *P. intermedia* (50-75 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (20-40 ind·m^{-2}), el erizo *P. lividus* (15-30 ind·m^{-2}), el caracolillo *M. neritoides* (25-50 ind·m^{-2}), y el alga *L. incrustans* (10-15% de cobertura). Donde las lajas se encuentran más erosionadas, hay pozas mayores (aunque menos profundas) y, aunque siguen dominando los cirrípedos *Chthamalus* sp. (5.000-10.000 ind·m^{-2}), las lapas *P. intermedia* (50-75 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (20-40 ind·m^{-2}), y los caracolillos *M. neritoides* (100-1.000 ind·m^{-2}), aumenta la cobertura del alga *L. incrustans* (30-35%). En este punto, también aparecen, en una de las crestas más expuestas, matas aisladas del liquen *L. pygmaea*.

El tramo más alejado del mar de la zona mediolitoral media consiste en un extraplomo en el que destacan, una vez más, las poblaciones de *Chthamalus* sp. (30.000-50.000 ind·m^{-2}), *M. neritoides* (2.500-5.000 ind·m^{-2}), *P. intermedia* (25-50 ind·m^{-2}), *Patella rustica* (1-5 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (1-5 ind·m^{-2}), *Phorcus lineatus*, *G. umbilicalis*, *M. galloprovincialis* y *A. equina*, así como *R. verrucosa* (10-20%).

En el mediolitoral superior, las coberturas de algas frondosas se limitan a pequeñas cubetas entre lajas y las incrustantes muestran un radical descenso en su cobertura. En cambio, la fauna presenta importantes densidades, destacando los cirrípedos *Chthamalus* sp. (10.000-30.000 ind·m^{-2}), los caracoles *M. neritoides* (100-1.000 ind·m^{-2}) y lapa *P. vulgata* (1-5 ind·m^{-2}). En las crestas, se observan numerosas manchas del liquen *L. pygmaea*, acompañadas frecuentemente por colonias semicirculares del alga *Rivularia bullata*.

Tanto la cobertura de las poblaciones de macroalgas características, como su riqueza, son altos en el transecto M-LB3. Además, la fracción de especies oportunistas es baja. Todo esto permite que la clasificación de la zona en términos de CFR sea Muy Buena (Tabla 178). Por otro lado, la composición de la comunidad presenta un grado de similaridad alto respecto a una comunidad de referencia, con

presencia de *Cystoseira baccata*, lo que permite que la calificación de la zona según RICQI sea también de Muy Buen Estado.

Con estas calificaciones, sumadas a las de los transectos muestreados en la campaña de 2021, la valoración global de las poblaciones de macroalgas intermareales de la masa de agua costera Getaria-Higer sería de **Muy Buen Estado** (Tabla 178).

17.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La estación L-N10 (la más próxima a la desembocadura del Nerbioi), presenta valores de los parámetros estructurales muy variables en el tiempo, con densidad moderada y riqueza alta en la campaña de 2023 (Tabla 179). En términos de AMBI, la dominancia de especies sensibles a la alteración del medio (GE I), con densidades relativas relativamente altas de especies tolerantes a la alteración (GE III) califica a la estación como ligeramente alterada (AMBI=1,4).

Tabla 179 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako. También se muestran la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20	L-RF30
Densidad	(ind·m^{-2})	463	923	127	543	1.890
Biomasa	(g·m^{-2})	0,407	12,094	6,537	4,614	19,302
Riqueza	(*# taxa*)	40	35	12	44	59
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	4,32	3,35	3,11	4,26	4,81
Equitabilidad densidad		0,82	0,65	0,87	0,78	0,82
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	4,34	1,14	0,31	1,26	1,18
Equitabilidad biomasa		0,82	0,22	0,09	0,23	0,20
Diversidad máxima	(bit)	5,32	5,13	3,58	5,46	5,88
AMBI		1,390	0,645	0,658	1,160	2,089
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Nula	Alteración Nula	Alteración Ligera
M-AMBI$_{estación}$		0,972	0,951	0,845	1,000	0,705
M-AMBI$_{global}$		0,942				

Por otro lado, la estación L-N20, situada en la zona de Sopelana, presenta los mayores valores de densidad de la serie histórica para la estación (923 ind·m^{-2}, frente a un promedio de 484 ind·m^{-2}), y de riqueza específica (35 *taxa*, frente a un promedio de 28 *taxa*). En cambio, aunque alta para la estación, la diversidad de Shannon estimada es la menor del ámbito litoral, debido a la dominancia de *D. curvimanus* y *Spiochaetopterus costarum*, que suponen el 59% de la densidad de la estación. La dominancia de *D. curvimanus*, así como la ausencia prácticamente de moluscos, parecen responder al fuerte hidrodinamismo de la zona. La dominancia de especies sensibles a la alteración del medio permite que esta estación quede calificada como no alterada según AMBI (0,6).

En las proximidades de la desembocadura del Butroe se sitúa la estación L-B10. La población de macroinvertebrados presenta valores de densidad y de riqueza bajos (Tabla 179) en comparación con los promedios de la serie histórica de la estación (378 ind·m^{-2} y 17 *taxa*, respectivamente). La composición específica permite caracterizar la comunidad presente como 'Comunidad empobrecida de arenas limpias infralitorales' (Martínez *et al.*, 2007), caracterizada por especies *como Bathyporeia elegans*, *Eurydice spinigera* y *N. cirrosa*. Domina el GE I, con densidad relativa moderada del GE II, por lo que la estación queda calificada como no alterada (AMBI=0,7).

En cuanto a la estación L-B20, el valor de densidad (Tabla 179) es el segundo mayor de la serie histórica, sólo superado por los 1.483 ind·m^{-2} de 2009. Además, en 2023 se alcanza la mayor riqueza del seguimiento de la estación, también con la diversidad más alta (para las densidades) de entre las registradas para esta estación a lo largo de su seguimiento. Como en campañas anteriores, la

comunidad en la estación se caracteriza por los poliquetos *Spiophanes convexus*, *S. costarum*, *Magelona johnstoni* y *N. cirrosa*, que, junto con otras especies típicas de sedimentos arenosos del circalitoral (como los anfípodos *B. elegans* y *Urothoe grimaldii*), caracterizan la estación como 'Biocenosis de arenas finas bien calibradas'. En términos de AMBI, la dominancia de especies adscritas al GE I permite que la estación quede calificada como no alterada (AMBI=1,2).

Por último, la estación L-RF30, situada a unos 120 m de profundidad, frente al litoral de Bakio, presenta un valor de densidad (Tabla 179) superior al promedio para la estación desde que se iniciara su seguimiento en 2006, pero una riqueza menor (1.674 ind·m^{-2} y 64 *taxa*, respectivamente). Presenta una comunidad bentónica asimilable a una 'Biocenosis de arenas gruesas heterogéneas con *Mediomastus*' (Martínez *et al.*, 2007), con algunas especies características como *Mediomastus* sp., *Glycera lapidum* y *Polygordius appendiculatus*. Dominan las especies tolerantes a la alteración, con abundancia relativa moderada de especies sensibles e indiferentes, lo que hace que, según AMBI, la estación quede calificada como ligeramente alterada (AMBI=2,1).

Los valores de M-AMBI estimados para 2023 apoyan la calificación obtenida a partir del índice AMBI. Así, todas las estaciones analizadas presentarían Muy Buen Estado, salvo la estación L-RF30, con Buen Estado (Tabla 179). Con estos resultados, y sin tener en cuenta la estación L-RF30, por encontrarse fuera del ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua, la valoración global para la masa de agua sería también de **Muy Buen Estado**.

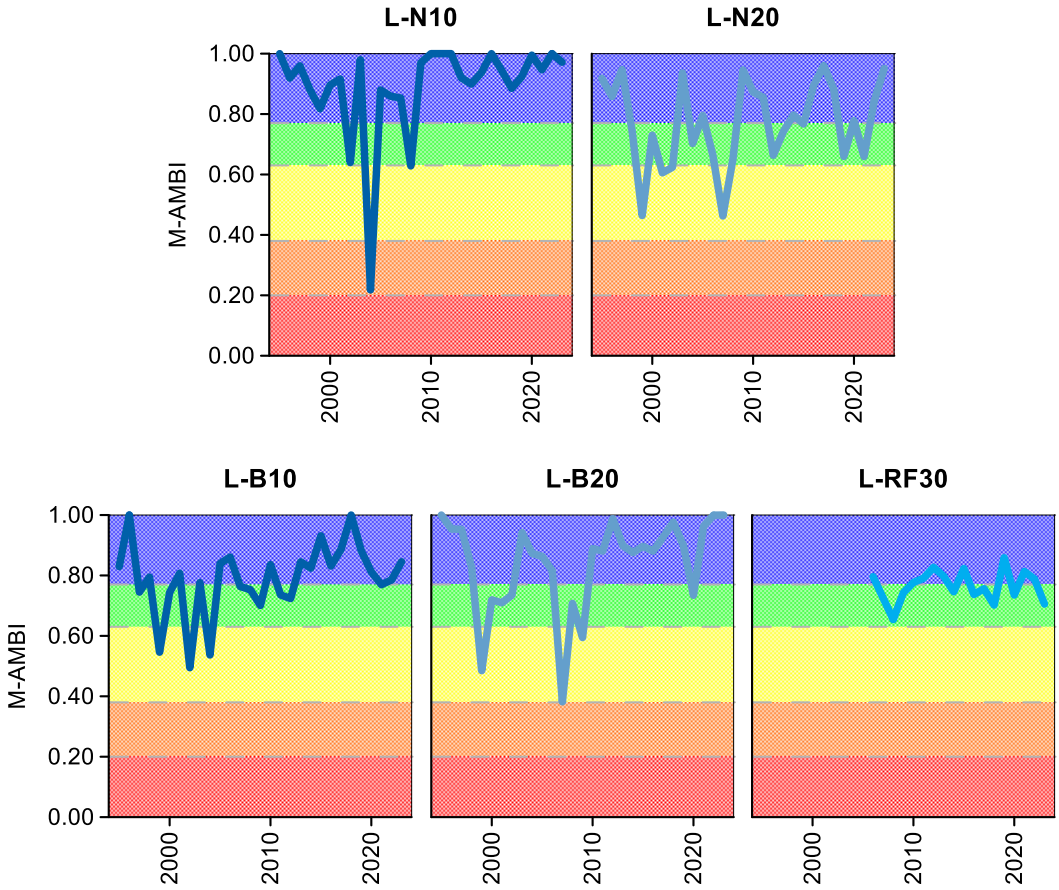


Figura 227 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las cuatro estaciones muestreadas en la masa de agua de costera Cantabria-Matxitxako, y en la estación L-RF30 (frente al litoral de Bakio, aunque más allá del ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua), a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

Respecto a la evolución temporal de M-AMBI (Figura 227) todas las estaciones analizadas presentan

un estado entre Bueno y Muy Bueno a lo largo del seguimiento, salvo por algunos mínimos puntuales que hicieron que la calificación de las estaciones L-N10, L-N20, L-B10 y L-B20 fuese de Estado Moderado en algunas campañas (incluso Deficiente, en el caso de L-N10 en la campaña de 2004). Únicamente la estación L-B10 parece mostrar cierta tendencia positiva a partir del valor mínimo de la serie obtenido en la campaña de 2002 (0,49), al menos hasta 2018.

17.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2022-2023 se dragaron cerca de 1.500.000 m^3 de la zona de influencia del puerto (cerca de la L-N10), pero no se ha detectado impacto que haya modificado las condiciones hidromorfológicas. Con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica de **Muy bueno**.

Tabla 180 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa costera Cantabria-Matxitxako
Alteración de la línea de costa 1a	1
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	0
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	0
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,94 Bueno
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	0
Cambio en la turbidez 8b	0
Cambio en la estratificación 9a	0
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	1,00 Muy bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,96 Muy bueno

18.

Masa costera Matxitxako-Getaria

18.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua litoral de Matxitxako-Getaria se analizan anualmente seis estaciones litorales, y una estación de referencia (fuera de la masa). Por otro lado, cada tres años, entre 2002 y 2023, se muestrearon 12 zonas de macroalgas (cada año hay algún transecto, pero no se muestrean todos a la vez, sino cada tres años). Sus posiciones se observan en la Figura 228.

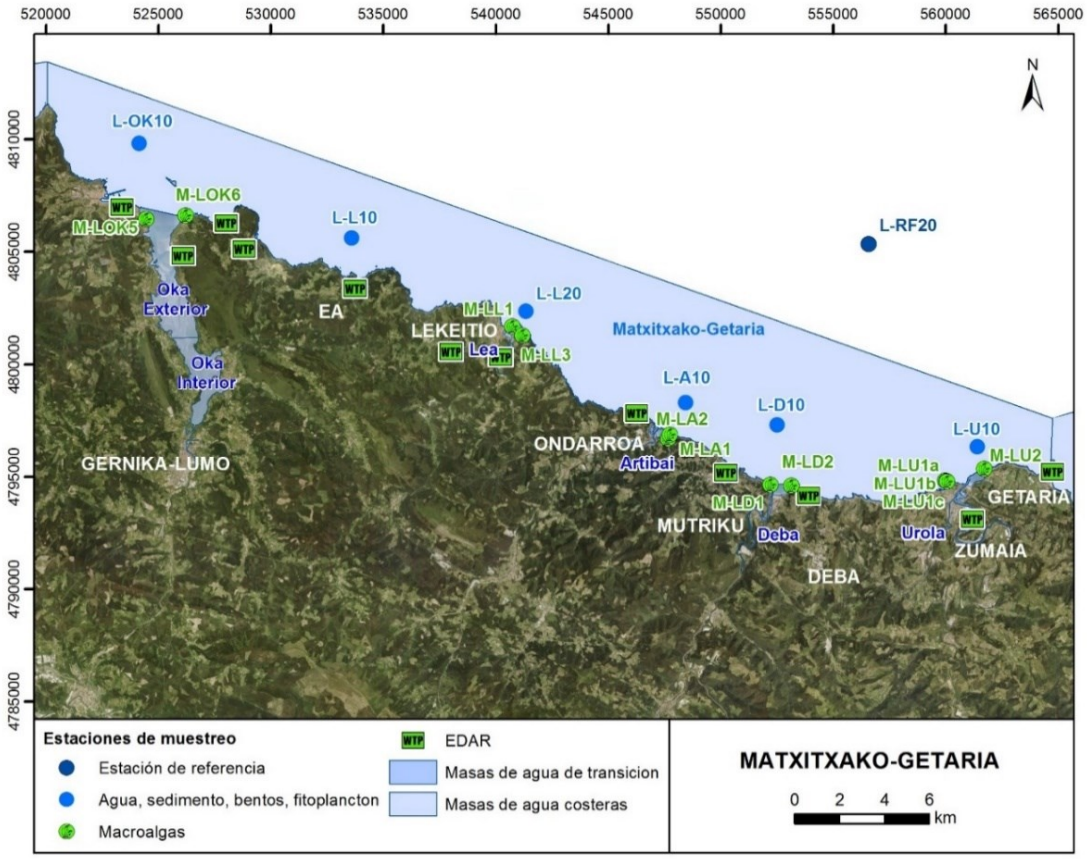


Figura 228 Ubicación de estaciones en la masa de agua Matxitxako-Getaria.

La masa de agua costera Matxitxako-Getaria se diagnostica en la campaña 2023 en **Buen Estado**, puesto que tanto el estado ecológico como el químico están en buen estado (Tabla 181 y Figura 229). Esto viene determinado fundamentalmente por las condiciones generales y por algún punto para macroalgas. Esta situación de cumplimiento de objetivos medioambientales es la misma de los últimos seis años analizados para el estado ecológico (Figura 229).

Tabla 181 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado Ecológico	Estado químico	Estado
L-OK10	Litoral de Mundaka (Oka)	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B
L-L10	Litoral de Elantxobe (Kai Arri) (Lea)	MB	MB	B	B	MB	MB	B	B	B	B
L-L20	Litoral de Lekeitio (Lea)	MB	MB		MB	MB	MB	B	B	B	B
L-A10	Litoral de Ondarroa (Artibai)	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B
L-D10	Litoral de Deba (Deba)	MB	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
L-U10	Litoral de Zumaia (Urola)	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	B
Matxitxako-Getaria		MB	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	B
L-RF20	Litoral Deba - plataforma	MB	MB		MB	MB	MB		MB	B	B

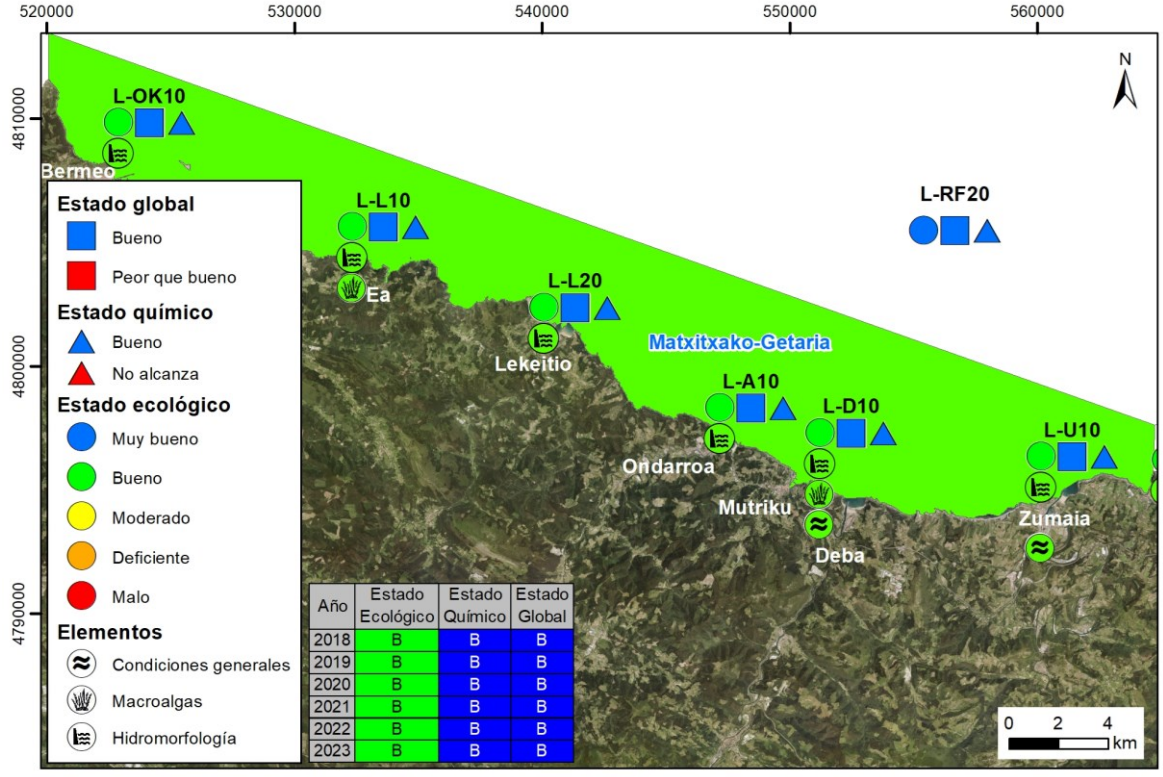


Figura 229 Masa de agua costera de Matxitxako-Getaria: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Algunas de las cuencas asociada a esta masa de agua, como la del Deba, Urola o Artibai, han estado históricamente muy industrializadas y, en algunos casos, muy contaminadas. Sin embargo, en las últimas dos décadas se ha ido avanzando mucho en el saneamiento, que se ha completado en la mayoría de las cuencas y ha avanzado sustancialmente en el Oka. Esto ha supuesto la construcción

de depuradoras en Ondarroa, Lekeitio y otros lugares, que realizan vertidos depurados a costa. En general, se ha observado un descenso en los contaminantes que llegan a esta masa de agua, especialmente metales disueltos, y también se detectan descensos en la concentración de materia orgánica en los sedimentos. Aunque en algunas estaciones se ha visto un incremento en amonio o nitrato a lo largo de los años, su concentración ha cumplido los objetivos de calidad. Todo esto tiene su reflejo en la mejoría de indicadores fisicoquímicos asociados a aguas y sedimentos, y en la mejoría o cumplimiento de los valores asociados a fitoplancton o macroinvertebrados.

En relación con el estado químico, cuando se han dado superaciones de NCA no han sido de forma crónica sino con carácter puntual (por ejemplo, naftaleno en 2015), y con efectos limitados debido al valor muy cercano al objetivo de calidad. Como se ha dicho antes, en general se observa un decremento en las concentraciones de contaminantes en la masa de agua.

18.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

18.2.1. Aguas

18.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie). Al aplicar los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, todas las estaciones cumplen los objetivos de calidad, tal y como revela la media calculada para cada variable en los últimos seis años (Tabla 182). La masa de agua costera de Matxitxako-Getaria se califica en estado **Bueno.**

En la Figura 230, Figura 231 y Figura 232 se muestra la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en la masa costera Matxitxako-Getaria en el periodo de 1995 a 2023.

En las series de datos disponibles, se observa una tendencia significativa ($p<0,05$) a la mejora en la saturación de oxígeno en todas las estaciones salvo en la estación L-L20.

La concentración de amonio desciende significativamente ($p< 0,01$) en las estaciones L-L20 y L-RF20.

Respecto a la concentración de fosfato, ésta desciende significativamente ($p<0,01$) en la estación L-D10, pero aumenta significativamente ($p< 0,01$) en la estación L-L10 en la serie temporal. En el resto de las estaciones no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico. Predominan las situaciones alternantes (Figura 230, Figura 231 y Figura 232).

En cualquier caso, todas las estaciones cumplen los objetivos de calidad fisicoquímica a lo largo de toda la serie histórica disponible, lo que indica que las pocas presiones que hay en la zona, como los vertidos de las depuradoras de Ondarroa, Lekeitio o Deba, por ejemplo, no ejercen un impacto significativo.

Tabla 182 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua costera de Matxitxako-Getaria que muestra la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
L-OK10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		102,57	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,15	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	2,13	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,20	Muy Bueno
L-L10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		102,46	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	1,83	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	1,93	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,18	Muy Bueno
L-L20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		101,39	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	1,58	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	2,34	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,19	Muy Bueno
L-A10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,57	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	1,76	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	2,06	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,18	Muy Bueno
L-D10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,25	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	1,71	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	3,82	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,21	Muy Bueno
L-U10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,35	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	1,73	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	3,23	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,18	Muy Bueno
L-RF20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,19	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	1,91	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	1,86	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,17	Muy Bueno

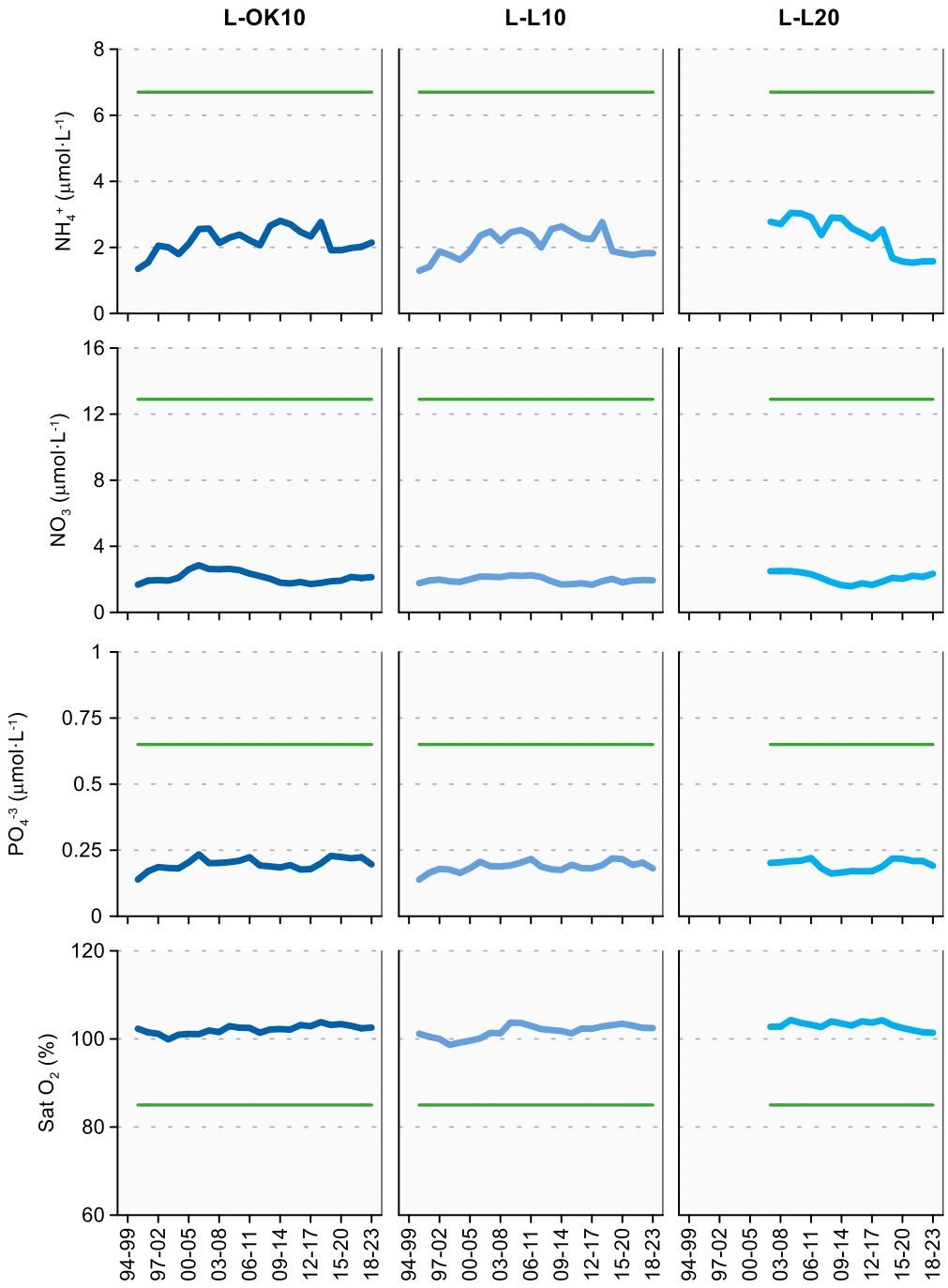


Figura 230 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en el periodo que abarca desde 1995 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

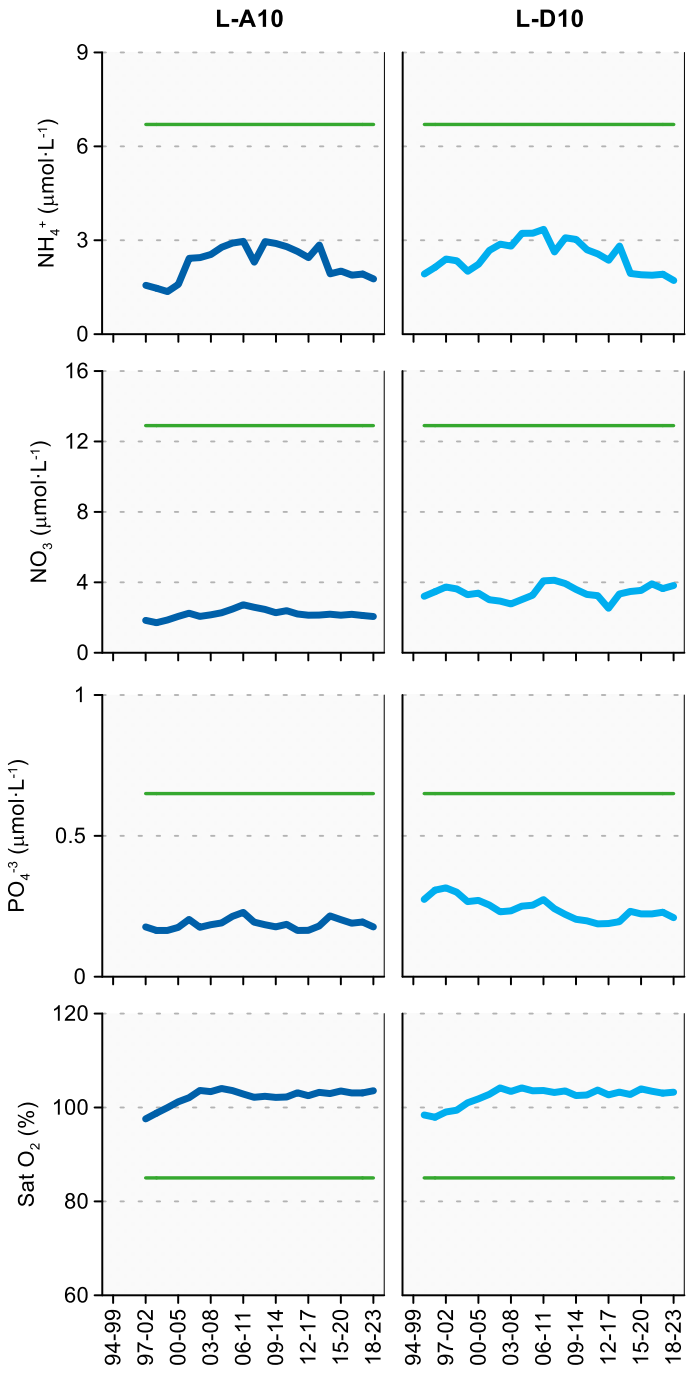


Figura 231 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en el periodo que abarca desde 1995 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

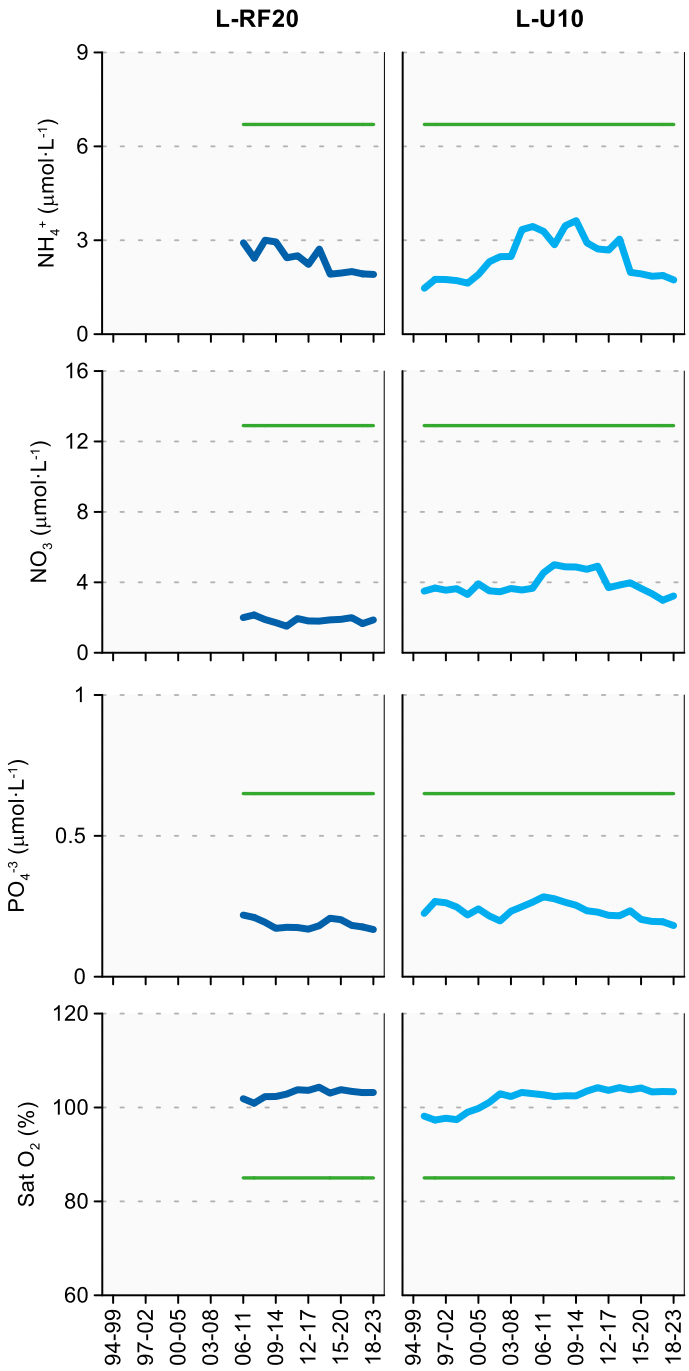


Figura 232 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en el periodo que abarca desde 1995 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

Según el percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años, todas las estaciones están en muy buen estado a lo largo de la serie histórica disponible (Figura 233); las estaciones L-L20 y L-RF20 presentan una tendencia estadísticamente significativa ($p<0,05$) al incremento de los valores del P_{25} del PCQI entre 1995 y 2023. El resto de las estaciones no muestra ninguna tendencia. Esta zona de la costa vasca tiene ríos con poco caudal, lo que se corresponde con ese muy buen estado de las condiciones fisicoquímicas, al no haber una fuente de introducción de materia orgánica y nutrientes de manera significativa.

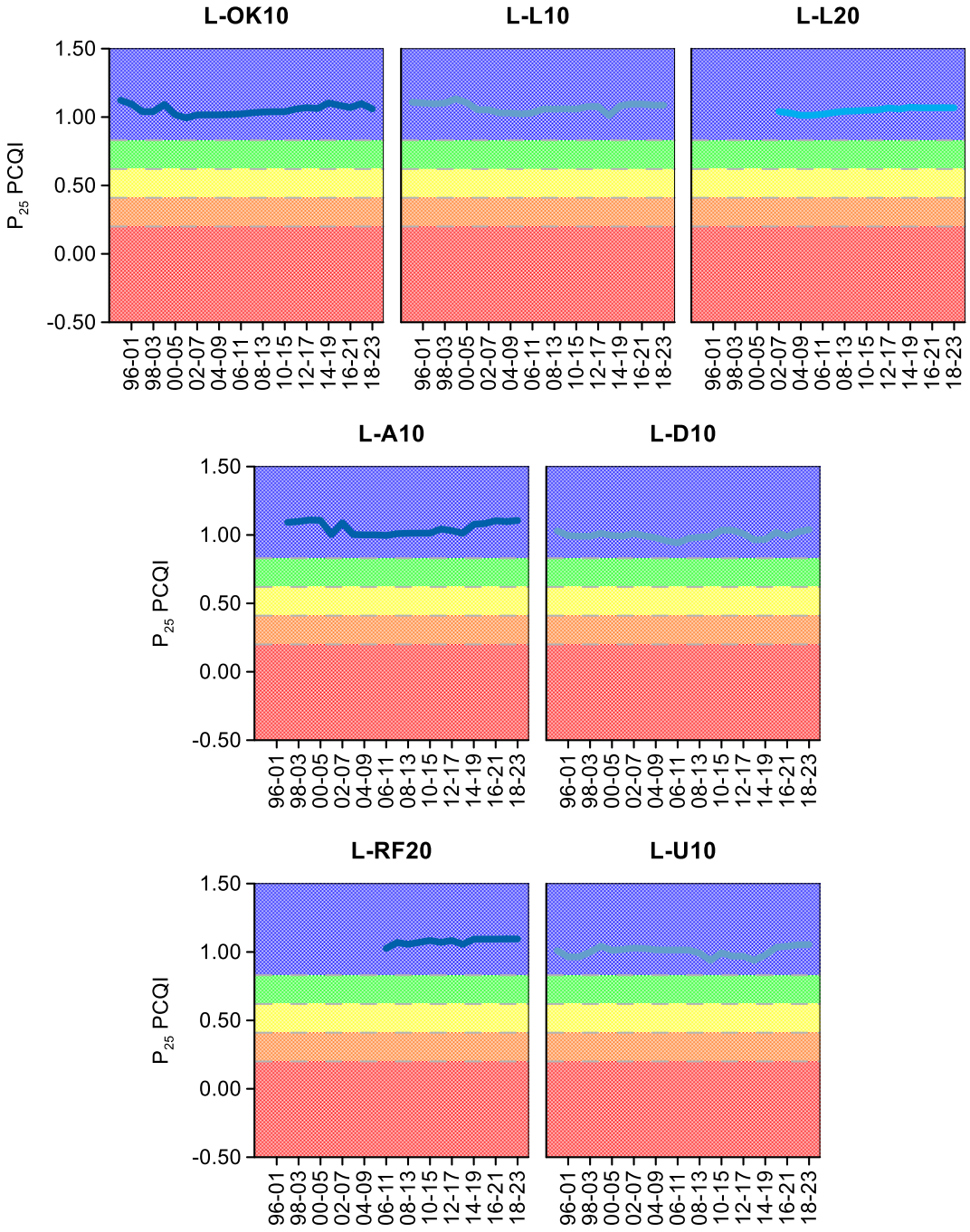


Figura 233 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de las estaciones de muestreo L-OK10, L-L10, L-L20, L-A10, L-D10, L-RF20 y L-U10 de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

18.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa alcanza el **Muy Buen** estado siendo también muy bueno para todas las estaciones (Tabla 183) y para la estación de referencia. Como ya se ha comentado en informes anteriores, parece que la masa no soporta vertidos que causen problemas en las condiciones fisicoquímicas referidas a sustancias preferentes.

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2023 indica que, en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el **Buen estado químico** (Tabla 184), como viene observándose desde 2008.

Tabla 183 Evaluación del Estado Fisicoquímico (contaminantes específicos) en la masa de agua costera de Matxitxako-Getaria en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10	Global	L-RF20
Zinc	Concentración Promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno	<LC
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%
Cobre	Concentración Promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno	<LC
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 184 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua costera de Matxitxako-Getaria en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10	Global	L-RF20
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	0,0012	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,0013
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,0013
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	0,0008	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	0,0007	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,0005
	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	0,0019	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,0013
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	<LC	0,0016	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,0005
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0007	0,0050	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,0013
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	0,0238	0,0313	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,0100
	NCA-CMA Agua	130	0,01	0,0800	0,1100	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,0250
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	0,00110	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,0005
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	0,67	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,57
	NCA-CMA Agua	14	0,39	2,30	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	1,70
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 234 se recoge la evolución de la concentración media de los metales para el periodo comprendido entre 1995 y 2023 para las estaciones que comprenden la zona costera entre Matxitxako y Getaria (L-OK10, L-L10, L-L20, L-A10, L-D10, L-U10 y L-RF20). A lo largo de la serie temporal níquel, zinc y cobre han cumplido prácticamente siempre las normas de calidad. Sin embargo, cadmio y plomo, que al comienzo de la serie presentaban más incumplimientos, cumplen casi siempre a partir de 2013 (Figura 234).

En la estación de referencia, excepto el cadmio, que superó la NCA-MA establecida en 2003, 2007, 2009 y en 2016, el resto de los metales no superan las NCA establecidas.

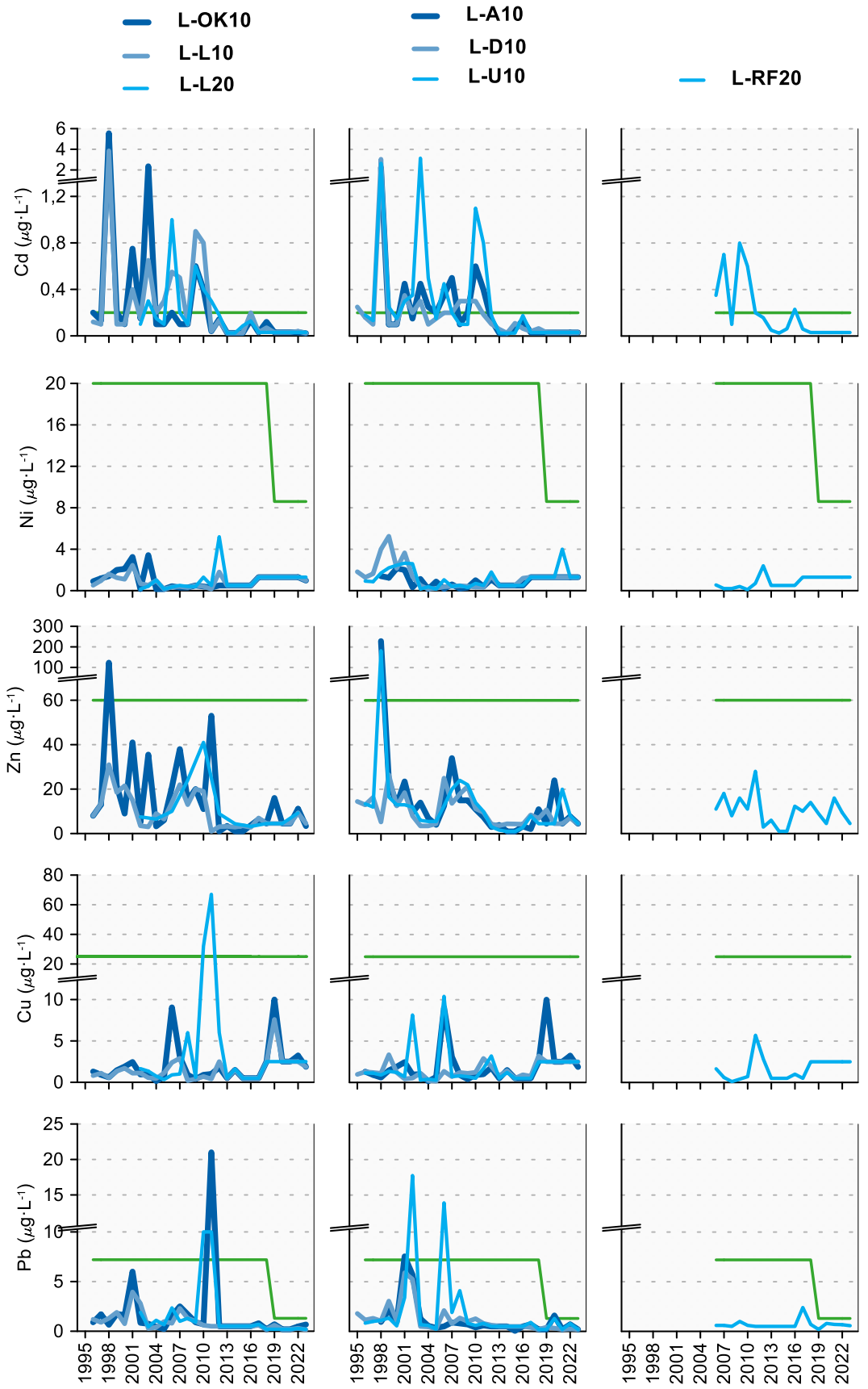


Figura 234 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua costera de Matxitxako-Getaria en el periodo que abarca desde 1995 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

18.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa de agua y de la estación L-RF20 se muestrearon en marzo de 2023. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años (Tabla 185). En la estación L-L10 no se ha encontrado sedimento fino y no se han podido analizar los metales.

Tabla 185 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y estación L-RF20 en la campaña de invierno de 2023.

L-OK10 (Fecha de muestreo: 01/03/2023)			
Gravas (%)	0,1	Cd	0,09
Arenas (%)	99,1	Cr	19
Limos (%)	0,8	Cu	13
MO (%)	1,1	Hg	0,07
Eh (mV)	403	Ni	10
		Pb	32
		Zn	90
L-L10 (Fecha de muestreo: 01/03/2023)			
Gravas (%)	14,7		
Arenas (%)	85,3		
Limos (%)	0,0		
MO (%)	1,1		
Eh (mV)	400		
L-L20 (Fecha de muestreo: 01/03/2023)			
Gravas (%)	0,6	Cd	0,06
Arenas (%)	98,7	Cr	19
Limos (%)	0,7	Cu	<10
MO (%)	1,2	Hg	0,10
Eh (mV)	403	Ni	12
		Pb	22
		Zn	53
L-A10 (Fecha de muestreo: 01/03/2023)			
Gravas (%)	0,3	Cd	0,06
Arenas (%)	98,9	Cr	19
Limos (%)	0,8	Cu	< 10
MO (%)	0,8	Hg	0,10
Eh (mV)	397	Ni	13
		Pb	23
		Zn	76

L-D10 (Fecha de muestreo: 01/03/2023)			
Gravas (%)	6,0	Cd	0,22
Arenas (%)	93,8	Cr	30
Limos (%)	0,3	Cu	16
MO (%)	2,3	Hg	0,22
Eh (mV)	407	Ni	17
		Pb	35
		Zn	84
L-U10 (Fecha de muestreo: 01/03/2023)			
Gravas (%)	0,5	Cd	0,07
Arenas (%)	97,7	Cr	43
Limos (%)	1,8	Cu	17
MO (%)	1,2	Hg	<0,05
Eh (mV)	403	Ni	24
		Pb	23
		Zn	86
L-RF20 (Fecha de muestreo: 01/03/2023)			
Gravas (%)	0,0	Cd	0,21
Arenas (%)	48,6	Cr	25
Limos (%)	51,4	Cu	16
MO (%)	1,1	Hg	0,60
Eh (mV)	161	Ni	13
		Pb	58
		Zn	130

En la presente campaña, las estaciones de la masa de agua presentan un sedimento predominantemente arenoso, mientras que la estación L-RF20 presenta un sedimento limo-arenoso (Tabla 185).

En lo que se refiere a la variación temporal, el análisis estadístico de tendencias a largo plazo en potencial redox y en el contenido de materia orgánica muestra una disminución significativa del contenido en materia orgánica en todas las estaciones de la masa de agua, a excepción de las estaciones L-L20 y L-RF20. Esta disminución podría estar en relación con el saneamiento en las cuencas asociadas a la masa de Matxitxako-Getaria o en las cuencas cercanas. Esto no se ha visto acompañado de un incremento estadísticamente significativo del potencial redox (Figura 235).

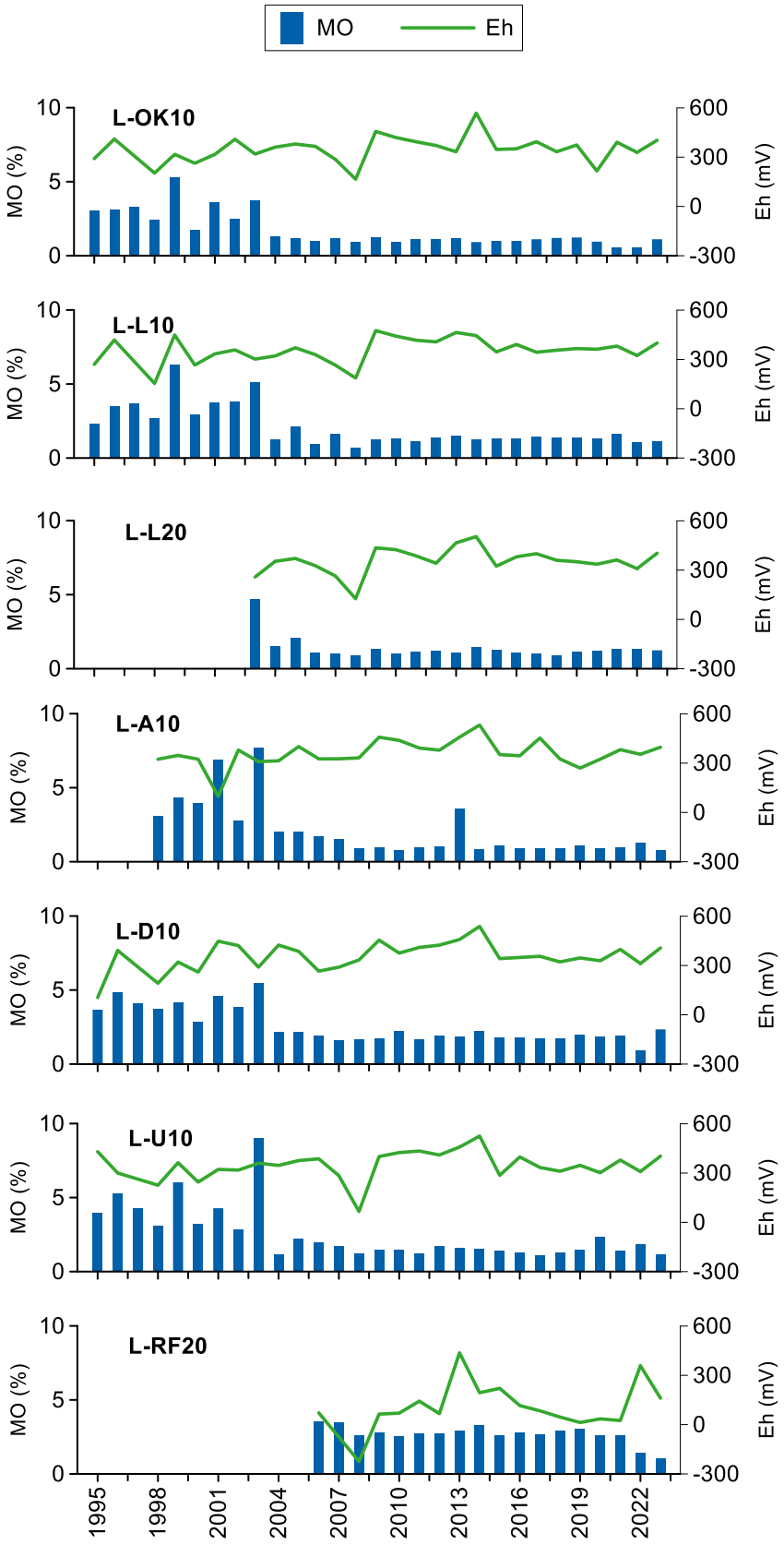


Figura 235 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y en la estación L-RF20 (muestreos de invierno).

La Figura 236 y la Figura 237 muestran la evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados, destacando la elevada variabilidad temporal en la

concentración de la mayoría de los metales.

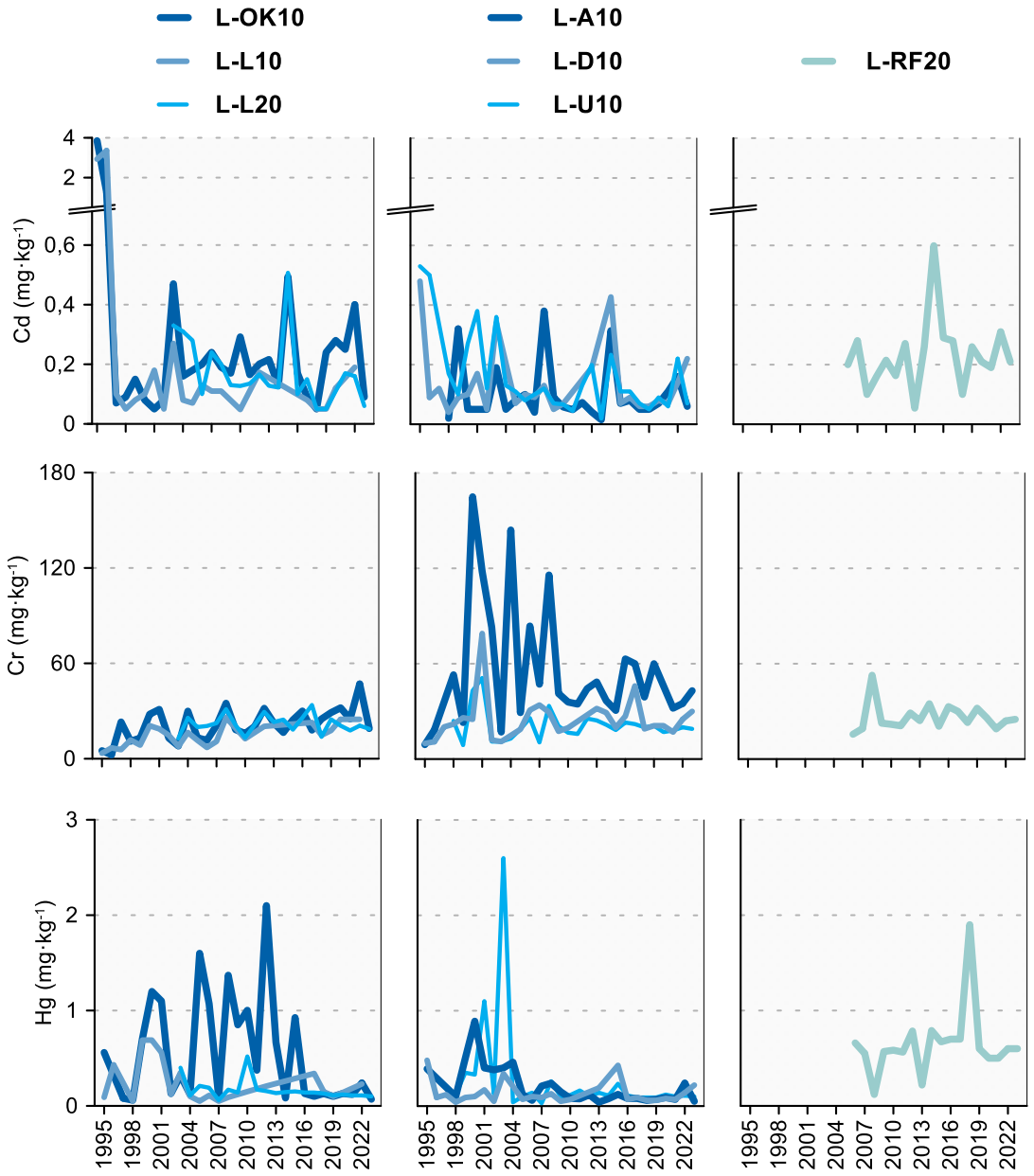


Figura 236 Evolución temporal de la concentración de Cd, Cr y Hg (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y estación L-RF20 (muestreos de invierno).

En relación con el análisis de tendencias a largo plazo, y teniendo en cuenta el período representado en la Figura 236, en las estaciones L-OK10 y L-L10 se observa un incremento significativo en las concentraciones de Cr.

En la estación L-RF20 se registra un máximo de Hg (entre octubre de 2017 y abril de 2018 se vertieron, en una zona autorizada no lejos de este punto, 85.000 m^3 de sedimentos dragados, aunque esta variable es la única anomalía ese año). En la estación L-U10 se observa un descenso significativo en las concentraciones de todos los metales analizados, excepto en Cr. En la estación L-L20 se observa un descenso significativo en las concentraciones de Cd, Hg, Ni, Pb y Zn, y en la estación L-A10 un descenso de Hg, Ni y de Pb, en la L-D10 de Ni y Zn y en la L-RF20 de Ni y Pb. Esta diferencia de tendencias entre estaciones y metales puede estar indicando que hay zonas donde el saneamiento se ha notado más inmediatamente y otras en las que todavía hay deposición (sumideros de materiales).

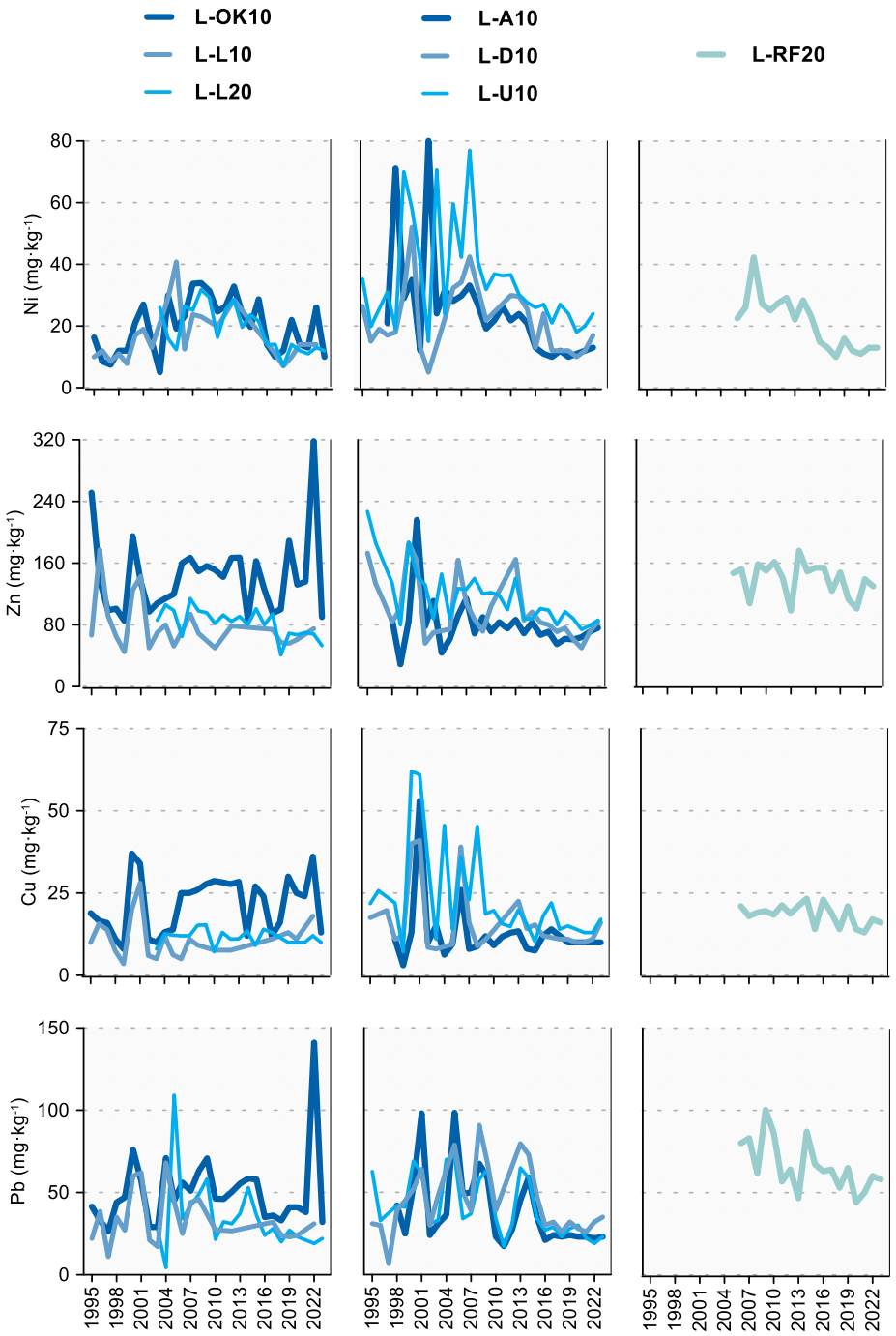


Figura 237 Evolución temporal de la concentración de Ni, Zn, Cu y Pb (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y estación L-RF20 (muestreos de invierno).

18.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

18.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a superficial** en 2023 oscila entre 0,09 y 1,77 µg·L^{-1}. El máximo se ha medido en noviembre en L-L20. Cabe destacar que en primavera todas las estaciones de muestreo de esta masa de agua muestran valores mínimos de clorofila (~0,1 µg·L^{-1}) y de contenido de agua dulce (1%). En fondo la masa costera muestra una concentración media anual de clorofila muy similar a la de superficie, aunque los valores de primavera en fondo son relativamente altos (hasta 1,34 µg·L^{-1}).

En la estación de referencia (L-RF20) la clorofila superficial muestra un patrón estacional muy similar al de la masa de agua, oscilando entre 0,13 $\mu g \cdot L^{-1}$ (primavera) y 2,82 $\mu g \cdot L^{-1}$ (otoño). El mínimo de superficie también coincide en la estación *offshore* con un contenido de agua dulce muy bajo (<1%). En fondo la estación L-RF20 muestra siempre valores de clorofila más bajos que en superficie, como cabe esperar por su profundidad (unos 100 m) y la consiguiente limitación de la fotosíntesis por escasez de luz.

La evolución a largo plazo de la biomasa fitoplanctónica en las aguas de superficie se ha estudiado mediante el cálculo del percentil 90 (P_{90}) de la clorofila-a en periodos móviles de seis años (Figura 238). Todas las estaciones han cumplido con el objetivo de calidad (<3 $\mu g \cdot L^{-1}$) a lo largo del seguimiento. Aunque se observan oscilaciones a lo largo del tiempo, en los tres últimos periodos la mayoría de las estaciones muestran valores mínimos. Los bajos valores de P_{90} de estos años recientes son especialmente marcados en la estación L-OK10.

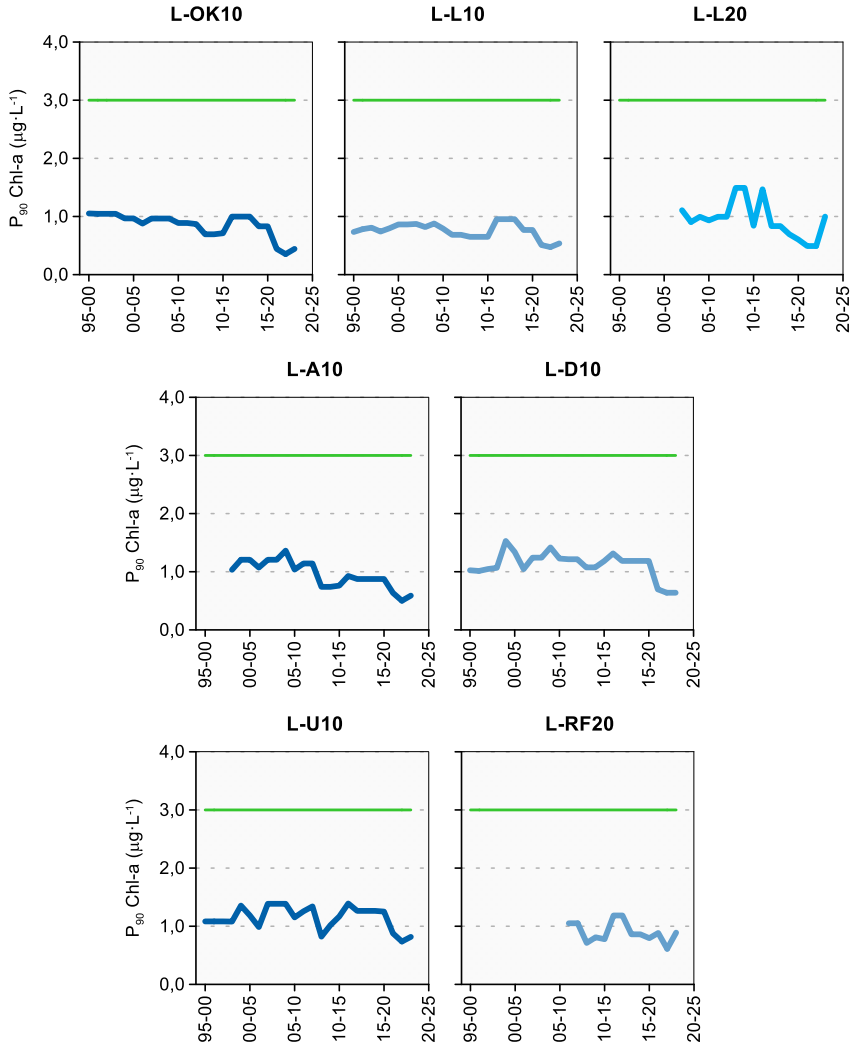


Figura 238 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria (ordenadas de Oeste a Este) y en la estación offshore utilizada como referencia (L-RF20). Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado para periodos de seis años con datos obtenidos "in situ" en superficie, en cuatro épocas del año. Línea verde: objetivo de calidad para aguas costeras Tipo 12.

De forma complementaria, se han utilizado datos diarios de satélite. En el capítulo sobre la masa costera Cantabria-Matxitxako se presenta el mapa de P_{90} en la costa vasca y zonas cercanas del golfo de Vizcaya, para el periodo más reciente. Como puede verse allí, la zona de la costa con menor

concentración de clorofila-a es la parte central, esto es, la masa Matxitxako-Getaria. Esta masa recibe menor carga de nutrientes que el resto, dado que la presión antrópica que soporta en este sentido es menor. Los núcleos de población en las unidades hidrológicas relacionadas con Matxitxako-Getaria son relativamente pequeños y, en relación con su menor población, las EDAR que vierten a estas aguas tienen caudales de emisión más bajos (Revilla et al., 2014). Además, en cuanto a las fuentes naturales de nutrientes, los ríos, salvo el Deba y el Urola, presentan caudales medios que pueden considerarse bajos en comparación con el resto de los que vierten a la costa del País Vasco (Valencia et al., 2004a). La menor presión de eutrofización que soporta esta masa de agua en comparación con las otras se aprecia en el valor medio del P_{90} calculado con datos diarios de satélite (Figura 239).

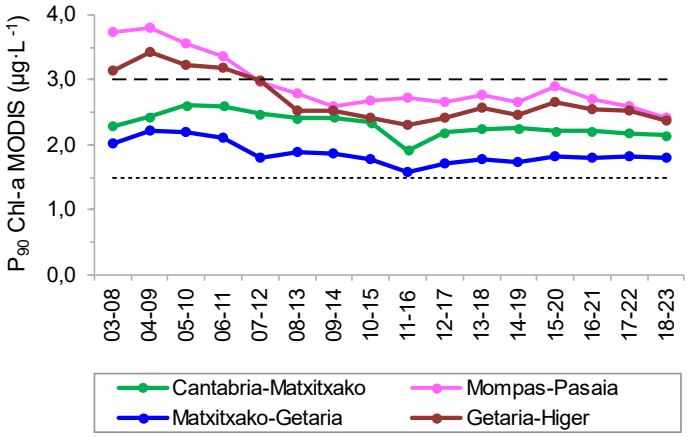


Figura 239 Percentil 90 de clorofila-a (µg L^{-1}) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en las masas de agua costeras del País Vasco. El valor mostrado es la media aritmética de los P_{90} obtenidos en todos los pixeles. A modo orientativo, se muestran los límites de clase entre los estados Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado (límites intercalibrados para clorofila-a "in situ", pero no para datos de satélite).

El P_{90} de Matxitxako-Getaria obtenido con datos de clorofila satélite presenta leves oscilaciones, pero desde el periodo 2012-2017 es más estable, situándose entre ~1,7 y 1,8 µg·L^{-1} (Figura 240). Por tanto, no se observa un descenso en los dos últimos periodos, al contrario de lo que ocurre en la mayoría de las estaciones con el P_{90} calculado con datos "in situ" de campañas trimestrales (Figura 238). Estas tendencias son muy similares a las observadas en la masa de agua Cantabria-Matxitxako, como se explica en el capítulo correspondiente. Al igual que en aquella, parece ser consecuencia de un descenso de las concentraciones de clorofila superficial en la campaña trimestral de primavera, que se refleja también en la abundancia celular del fitoplancton.

La estación L-RF20 hasta ahora siempre ha presentado un P_{90} más bajo que la masa de agua, pero con el transcurso de los años la diferencia entre ambos se ha acortado. Si se aplicaran los límites que están en vigor para la clorofila "in situ", con datos de satélite esta masa habría cumplido el objetivo a lo largo de toda la serie, con una calificación de "Bueno" (Figura 240).

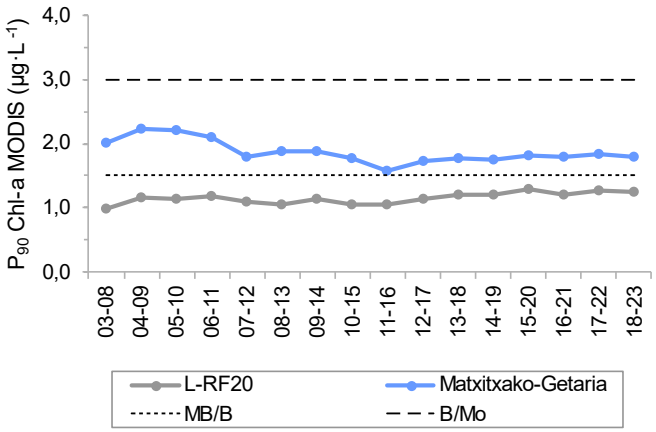


Figura 240 Percentil 90 de clorofila-a (µg L^{-1}) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en la masa de agua y en la estación de referencia. Se muestran los límites de clase entre los estados Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en la Tabla 186 se muestran los resultados obtenidos en L-OK10 (superficie). Desde 2020 esta es la única estación de la masa de agua donde se analizan las comunidades de fitoplancton.

Tabla 186 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie de la estación costera situada frente al estuario del Oka.

	L-OK10	L-OK10	L-OK10	L-OK10
	30/01/2023	04/05/2023	08/08/2023	11/12/2023
Abundancia (10^3 cél·L^{-1})	146	120	117	158
Diversidad (bit·cel^{-1})	3,0	2,2	2,9	3,4
Riqueza (# *taxa*)	21	15	32	43

En las campañas de 2023 la abundancia celular se ha mantenido en valores bajos en la estación L-OK10, sin apenas variabilidad temporal (Tabla 186). Ningún taxón individual supera el umbral de bloom ($400 \cdot 10^3$ células·L^{-1}). Dominan los taxones de pequeño tamaño, como las criptofitas *Plagioselmis* spp., las haptofitas *Chrysochromulina/Imantonia/Phaeocystis* y las clorofitas *Tetraselmis* spp.

La abundancia de dinoflagelados aumenta en verano y otoño, destacando en este grupo pequeñas formas gymnodiniales, *Heterocapsa* spp. y *Gyrodinium* cf. *flagellare*.

El porcentaje de contribución de las diatomeas a la abundancia celular es muy bajo en todas las muestras (< 5%). Sin embargo, contribuyen de manera importante a la riqueza de la muestra de otoño, con 23 *taxa*.

En la Tabla 187 se realiza la evaluación del **estado del fitoplancton** utilizando los datos de concentración de clorofila medida “in situ” del periodo que comprende los últimos seis años. Como resultado, el indicador Chl-a clasifica en muy buen estado a todas las estaciones de la masa de agua, así como a la de referencia, con valores de EQR en general bastante por encima del máximo teórico. En el global de la masa de agua el estado del fitoplancton actualmente es **Muy Bueno (EQR = 1,487)**.

Tal y como se muestra en la Figura 241, el fitoplancton se ha mantenido a lo largo de la serie temporal dentro de la franja de muy buen estado, lo que significa que este elemento biológico no ha sufrido un impacto significativo, al menos desde la evaluación realizada en 2007 (que integra los años del periodo 2002-2007). Para periodos previos no ha sido posible calcular el EQR de la masa de agua, ya que en algunas estaciones de muestreo no había comenzado a medirse todavía la clorofila. En comparación con la estación de referencia, la tendencia del EQR presenta bastante similitud.

Tabla 187 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria, así como en su globalidad, y en la estación de referencia. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2018-2023	L-OK10	0,44	2,273
	L-L10	0,54	1,852
	L-L20	1,00	1,000
	L-A10	0,59	1,695
	L-D10	0,64	1,563
	L-U10	0,82	1,220
	Costera Matxitxako-Getaria	0,6725*	1,487
	L-RF20	0,89	1,124

(*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

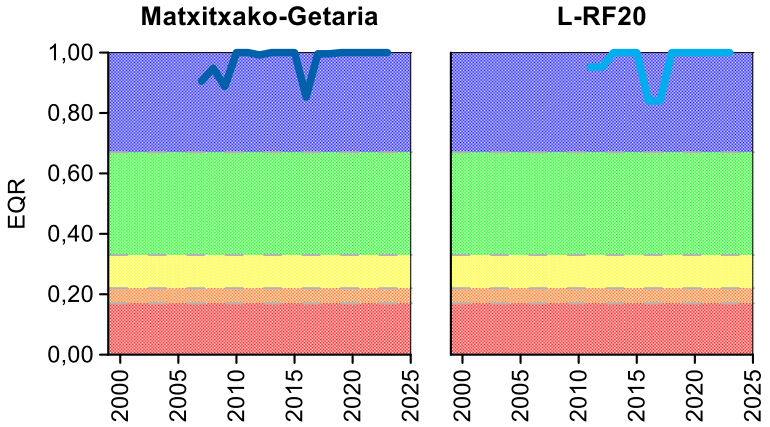


Figura 241 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y para la estación de referencia a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

18.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Para el estudio de las macroalgas (y los macroinvertebrados que definen comunidades de sustrato duro) de la Masa de Agua Costera Matxitxako-Getaria, en la campaña de 2023 se analizaron dos transectos próximos a la desembocadura del Artibai, dos próximos a la desembocadura del Lea y otros dos próximos a la desembocadura del Oka (Figura 228). La evaluación de la calidad biológica de la masa de agua se llevó a cabo combinando los datos de la presente campaña de 2023 con los de las campañas de 2021 (correspondientes a dos transectos próximos a la desembocadura del Deba) y de 2022 (correspondientes a dos transectos próximos a la desembocadura del Urola), abarcando así la totalidad de la masa.

El transecto M-LOK5 discurre a lo largo de unos bloques rocosos de moderada pendiente al pie del monte Betrokolomendi. Presenta un primer tramo de suave pendiente, al que sigue un gran bloque prácticamente vertical y una serie de bloques menores con inclinación moderada. La franja infralitoral presenta un horizonte en el que dominan las algas calcáreas *E. elongata* y *C. caespitosa* (60-70% de cobertura conjunta), *L. incrustans* (50-60%) y *J. rubens* var. *corniculata* (10%).

La comunidad del nivel mediolitoral inferior es diferente de la de la franja infralitoral. Aunque *L. incrustans*, y *E. elongata* y *C. caespitosa*, siguen estando entre las algas dominantes (25-35%), se les suma *Gelidium spinosum* (15-25%), que sustituye a *Gelidium corneum*, especie que llegó a alcanzar coberturas del 60% en las campañas de 2008 y de 2011. Además, cabe destacar la cobertura de la

rodofita *Acrosorium ciliolatum* (10-15%). En el mismo nivel mareal, pero a una altura mayor, *E. elongata* y *C. caespitosa*, y *L. incrustans* incrementan sus coberturas (75-85% y 50-60%, respectivamente), desapareciendo las algas gelidiáceas. También aparecen especies animales, como es el caso de la lapa *P. ulyssiponensis*, de los cirrípedos del género *Chthamalus* y del mejillón *M. galloprovincialis*.

En el nivel mediolitoral medio las coberturas algales disminuyen progresivamente, en favor de las especies animales. Destacan, una vez más, *L. incrustans* (35-45%), y *E. elongata* y, en menor medida, *C. caespitosa* (50-60% de cobertura conjunta). En cuanto a la fauna, se observa una distribución más o menos regular de cirrípedos del género *Chthamalus* (1.000 ind·m^{-2}) en las superficies desprovistas de algas frondosas. También se observan ejemplares de las lapas *P. ulyssiponensis* (50-75 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (15-25 ind·m^{-2}), así como algunos ejemplares juveniles del mejillón *M. galloprovincialis*.

En el mediolitoral superior las coberturas de las algas frondosas quedan reducidas a áreas que permiten mantener un cierto grado de humedad (cubetas, fisuras, grietas…). En cambio, destacan las coberturas de los cirrípedos del género *Chthamalus* (5.000-10.000 ind·m^{-2}), con densidades también reseñables del caracolillo *M. neritoides*, y de las lapas *P. intermedia* (25-50 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (10-15 ind·m^{-2}).

En la franja supralitoral, como en el mediolitoral superior, las algas se encuentran confinadas en las pequeñas pozas y fisuras de la roca. En las zonas más expuestas se observan colonias de *Chthamalus* sp., poblaciones del caracolillo *M. neritoides* y algunos ejemplares de lapas del género *Patella*, así como numerosas matas del liquen *L. pygmaea* y manchas dispersas del liquen incrustante *V. maura*. Finalmente, la zona supralitoral se caracteriza por la presencia de ejemplares de *Chthamalus* sp., *M. neritoides*, *P. rustica* y *P. vulgata*, y por abundantes manchas del liquen *V. maura* (10% de cobertura).

Los altos valores de cobertura y de riqueza de poblaciones de algas características, así como la fracción baja de especies oportunistas, permite que la zona alcance Muy Buen Estado en función del CFR (Tabla 188). En cambio, la cobertura moderada de algas morfológicamente complejas limita la clasificación según el índice RICQI a Buen Estado.

El segundo transecto analizado en la campaña de 2023 en la zona litoral próxima a la cuenca del Oka (M-LOK6) se sitúa en la margen oriental de la playa de Laida. El transecto discurre a lo largo de una serie de bloques de grandes dimensiones, en una pequeña playa virgen, con cierto grado de protección frente al oleaje, al pie del monte Kaiotontorra.

La franja infralitoral discurre a lo largo de una zona de arenas gruesas en la que sobresalen bloques rocosos de pequeño y mediano tamaño. Sobre estos bloques se asienta una comunidad algal relativamente diversa, similar a la descrita en la campaña de 2011 y en años anteriores, ya que posteriormente los bloques estuvieron sepultados bajo la arena. En la actualidad, el sustrato rocoso muestra amplias coberturas de *L. incrustans* (20-25%), *E. elongata* y *C. caespitosa* (15-25% en conjunto), y *H. musciformis* (10-15%). El segundo tramo se extiende ya sobre una formación rocosa, donde destaca el horizonte definido por la feofícea *B. bifurcata* (50% de cobertura). Entre sus frondes, se extiende un tapiz cespitoso compuesto por algas de menor porte, de las que destacan: *L. incrustans* (10-15% de cobertura), y *E. elongata* y *C. caespitosa* (10-15%). De entre la fauna, destaca la presencia de algunos ejemplares del ermitaño *C. erythropus* y de la anémona *A. sulcata*.

La zona mediolitoral inferior se caracteriza por un tapiz de algas de pequeña talla, parcialmente sepultado por sedimento. Este cinturón queda compuesto por las algas *L. reptabunda* (30-40%) y *Ulva clathrata* (10%). De entre la fauna, cabe destacar la presencia de pequeñas colonias de *A. sulcata* (5 ind·m^{-2}), junto con especies menos visibles, como las lapas *P. ulyssiponensis* y *P. intermedia*, el mejillón *M. galloprovincialis* y el ermitaño *C. erythropus*.

El inicio de la zona mediolitoral media discurre a través de una sucesión de estratos, donde domina una comunidad biológica caracterizada por la clorofícea *C. adhaerens* (40-50%). Sobre ella, crecen otras algas, entre las que destaca *L. reptabunda* (15% de cobertura). A medida que la cobertura algal se reduce se incrementa la faunística destacando las lapas *P. ulyssiponensis* (25-50 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (10-20 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (1-5 ind·m^{-2}), así como la anémona *A. sulcata* (10-25 ind·m^{-2}), los cirrípedos *Chthamalus* sp. (50-100 ind·m^{-2}) y el mejillón *M. galloprovincialis*. El segundo tramo de la zona mediolitoral media presenta fisuras, grietas y pozas que permiten el desarrollo de un mayor número de especies algales. En la protección frente a la insolación directa que dichos ambientes ofrecen, se desarrollan especies frondosas. En las zonas más expuestas destacan las manchas del alga *R. verrucosa* (15-20% de cobertura). Por otro lado, la fauna queda representada por los cirrípedos del género *Chthamalus* (2.500-5.000 ind·m^{-2}), las lapas *P. intermedia* (40-50 ind·m^{-2}), *P. vulgata* (20-40 ind·m^{-2}) y *P. ulyssiponensis* (10-20 ind·m^{-2}), y el caracolillo *M. neritoides*. También se han observado ejemplares del caracol *P. lineatus* y *Stramonita haemastoma*, del mejillón *M. galloprovincialis* y del cangrejo ermitaño *C. erythropus*.

Por último, en la zona mediolitoral superior la diversidad biológica se reduce de forma considerable respecto a los niveles mareales anteriores. Destacan los cirrípedos del género *Chthamalus* (2.500-5.000 ind·m^{-2}), el caracolillo *M. neritoides* (500-1.000 ind·m^{-2}), y las lapas *P. intermedia* (20-30 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (5-10 ind·m^{-2}). También se observan manchas dispersas del alga *R. verrucosa*, y de los líquenes *V. maura* y *L. pygmaea*, así como pequeñas coberturas de la cianobacteria *R. bullata*.

Las poblaciones características presentes en el transecto presentan una cobertura moderada, con riqueza alta y baja fracción de especies oportunistas, por lo que la calificación del transecto M-LOK6 a partir del índice CFR es de Buena (Tabla 188). Por otro lado, la presencia de algas de la especie *C. baccata*, así como un grado de similaridad alto respecto a una comunidad de referencia para la zona, permiten que la calificación según el índice RICQI sea de Muy Buen Estado.

El transecto M-LL1 se sitúa en una barra rocosa situada en la parte oriental de la isla de San Nicolás, formada por bloques de mediano tamaño desperdigados en la base del islote. En la franja infralitoral y en un primer tramo de la zona mediolitoral inferior destacan la rodofícea *L. incrustans* (20-25% de cobertura), la feofícea *S. scoparium* (15-20% de cobertura), las coralinas *E. elongata* y *C. caespitosa* (10-15% de cobertura conjunta), *H. musciformis* (10-15%) y *C. tamariscifolia* (10%), cuya cobertura se ha incrementado a costa de *B. bifurcata* (feofícea que caracterizaba la zona hasta 2014 y cuya presencia se ha ido reduciendo progresivamente hasta quedar representada en la presente campaña por matas dispersas y escasamente desarrolladas). En cuanto a la fauna, únicamente se han identificado algunos ejemplares de la anémona *A. sulcata*.

Entre el mediolitoral inferior y el comienzo del nivel mediolitoral medio destaca la importante reducción de coberturas de algas de mediano y pequeño porte, en favor de especies cespitosas. Destaca *C. gasparrinii* (30%), pero le acompañan *E. elongata* y *C. caespitosa* (20-30% en conjunto), *H. musciformis* (15-20%) y *L. incrustans* (10%). En cuanto a la fauna, destaca la presencia (menor que en campañas previas) de algún arrecife del poliqueto *Sabellaria spinulosa*, así como ejemplares de las lapas *P. ulyssiponensis* y *P. intermedia*, del ermitaño *C. erythropus*, del mejillón *M. galloprovincialis* y de la anémona *A. sulcata*. También se han identificado un ejemplar del cangrejo *P. marmoratus*, así como numerosas colonias del briozoo *Amathia verticillata*. Al aumentar la altura, disminuye la cobertura de especies de morfología compleja, destacando las coberturas de *U. compressa* (15-20%), de *L. reptabunda* (15% de cobertura) y de *C. gasparrinii* (15%). Les acompañan algunos ejemplares del poliqueto *Sabellaria alveolata*, del ermitaño *C. erythropus*, las lapas *P. ulyssiponensis* y *P. intermedia*, el cirrípedo *C. montagui*, el mejillón *M. galloprovincialis* y el cangrejo corredor *P. marmoratus*.

La zona mediolitoral superior se sitúa en la base de una estrecha y alta roca, en la que se observa un

incremento de las coberturas algales respecto a campañas previas. Destacan las coberturas de *L. reptabunda* (10-15%) y *E. elongata* (10-15%). Las poblaciones animales adquieren mayor diversidad, destacando el cirrípedo *C. montagui* (500-1.000 ind·m^{-2}) y el caracolillo *M. neritoides*, así como las lapas *P. intermedia* (10-20 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (5-10 ind·m^{-2}), y, en menor medida, *P. ulyssiponensis* y el mejillón *M. galloprovincialis*.

La franja supralitoral se sitúa en la parte alta de la misma roca arriba indicada. En ella, la cobertura algal es mínima. En cambio, destacan los cirrípedos del género *Chthamalus* (1.000-10.000 ind·m^{-2}) y el liquen *L. pygmaea* (15-20% de cobertura). También destacan las lapas *P. vulgata* (10-20 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (5-15 ind·m^{-2}). Finalmente, la zona supralitoral queda caracterizada por la menor presencia del líquen *L. pygmaea*, que va siendo sustituida por otro liquen: *V. maura* (5-10% de cobertura). También se observan, aunque en bajas densidades, pequeñas colonias y ejemplares dispersos de *M. neritoides*, *P. vulgata* y *C. montagui*.

A pesar de la alta riqueza de poblaciones de algas características, su cobertura es moderada y la fracción de oportunistas relativamente alta, lo que limita la calificación de la zona, según el índice CFR a Estado Moderado (Tabla 188). Por el contrario, la presencia de *C. baccata* y el alto grado de similaridad respecto a una comunidad que podría considerarse de Muy Buen Estado para la zona, a pesar de la cobertura moderada de algas morfológicamente complejas, la clasificación según el índice RICQI es de Muy Buen Estado.

El segundo transecto analizado en la campaña de 2023 en la costa de Lekeitio (M-LL3) se sitúa en la margen derecha de la playa de Karraspio. El transecto discurre a lo largo de una serie de estratos subhorizontales dispuestos en paralelo a la línea de costa. La franja infralitoral se caracteriza por un cinturón de *G. spinosum*, *G. corneum* y *Pterocladiella capillacea*. Según sus coberturas globales, destacan *S. scoparium* (15-20% de cobertura), *J. rubens* (15-20%), las coralináceas *E. elongata*, *Corallina officinalis* y *C. caespitosa* (coberturas conjuntas del 15-20%), y *G. spinosum* y *L. incrustans* (ambas con 10-15%). Respecto a campañas previas, destaca la tendencia descendente de las coberturas de *G. corneum*, que llegó a alcanzar el 15-30% de cobertura y en la presente campaña no llega al 5%. La fauna es escasa, habiéndose identificado únicamente colonias del briozoo *Electra pilosa* creciendo sobre las ramas de *Gelidium* sp. y de la esponja *Hymeniacidon perlevis*.

En la zona de transición entre la franja infralitoral y la zona mediolitoral inferior, destacan las coberturas de *J. rubens* (25-35%), *E. elongata* y *C. caespitosa* (coberturas conjuntas del 20-30%), *S. scoparium* (15-25%), *L. incrustans* (20-30%) e *H. musciformis* (10-20%). En cuanto a la fauna, cabe señalar la presencia de los cirrípedos del género *Chthamalus*, las lapas *P. ulyssiponensis* y *P. intermedia*, el mejillón *M. galloprovincialis* y la esponja *H. perlevis*.

La zona mediolitoral inferior queda caracterizada por un tapiz compuesto por las algas *E. elongata* y *C. caespitosa* (50-60% en conjunto), *L. incrustans* (40-50%) e *H. musciformis* (20-25%), acompañadas por *J. rubens* (15-20%) y *C. gasparrinii* (10%). A su vez, la presencia de animales se hace más evidente, destacando las poblaciones del cirrípedo *C. montagui* y de la lapa *P. ulyssiponensis* (10-20 ind·m^{-2}), además de *P. intermedia* (1-5 ind·m^{-2}), el mejillón *M. galloprovincialis* y el ermitaño *C. erythropus*.

En la zona mediolitoral media, la cobertura algal se reduce respecto a la zona anterior y sigue haciéndolo a medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar. Las algas más características son las calcáreas *E. elongata* y *L. incrustans* (ambas con 5-10% de cobertura). A medida que la cobertura algal se reduce se incrementa la faunística destacando los cirrípedos del género *Chthamalus* (1.000-10.000 ind·m^{-2}), el caracolillo *M. neritoides* (25-50 ind·m^{-2}), y las lapas *P. intermedia* y *P. ulyssiponensis* (ambas con 30-50 ind·m^{-2}). También se han identificado pequeñas piñas y ejemplares aislados del mejillón *M. galloprovincialis*, el cangrejo ermitaño *C. erythropus* y la lapa *P. vulgata*.

En la zona mediolitoral superior el cinturón de *Chthamalus* sp. (10.000 ind·m^{-2}) se hace más evidente. También se observan numerosos ejemplares de *M. neritoides* (100-1.000 ind·m^{-2}), así como poblaciones destacables de las lapas *P. intermedia* (20-40 ind·m^{-2}), *P, vulgata* (5-10 ind·m^{-2}) y *P. rustica*. Por último, se han identificado ejemplares dispersos del mejillón *M. galloprovincialis*. No se han observado algas de morfología compleja, quedando la cobertura vegetal reducida a formas incrustantes y especies epizoicas. En los tramos superiores de la zona se establecen algunas matas del liquen *L. pygmaea*. En los huecos entre lajas, pozas y pequeñas cubetas, se observa una mayor diversidad tanto vegetal como animal, pero las coberturas medias son bajas.

En la franja supralitoral, las colonias de cirrípedos del género *Chthamalus* se distribuyen de forma regular por toda la superficie (2.500-10.000 ind·m^{-2}). Como principales especies acompañantes, se pueden destacar el bígaro *M. neritoides* (500-1.000 ind·m^{-2}), las lapas *P. rustica* (20-30 ind·m^{-2}), *P. vulgata* (10-20 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (5-15 ind·m^{-2}), y algún ejemplar aislado del mejillón *M. galloprovincialis*. En la parte superior de la franja, se observan también manchas de los líquenes *L. pygmaea* (5-10% de cobertura) y *V. maura* (manchas espaciadas).

La zona supralitoral presenta un primer tramo prácticamente horizontal que consiste en una sucesión escalonada de estratos subhorizontales. Se observa prácticamente la misma composición que en la zona anterior, aunque las abundancias disminuyen. Únicamente se incrementa la cobertura del liquen *V. maura* (5-10%). En las charcas intermareales y pequeñas pozas presentes en la zona se observan especies más características de zonas más próximas al mar (*L. incrustans*, *C. ustulatus*, etc.). El segundo tramo de la zona consiste en una pared casi vertical, donde únicamente se han identificado colonias de cirrípedos del género *Chthamalus* (25-50 ind·m^{-2}) y ejemplares de la lapa *P. vulgata* (1-5 ind·m^{-2}) en su parte baja, y algunas manchas del liquen *V. maura* (5-10%), y pequeñas colonias y ejemplares aislados del caracolillo *M. neritoides* (100-1.000 ind·m^{-2}) en la parte alta.

Las poblaciones características presentes en el transecto presentan una cobertura y riqueza altas, y la fracción de algas oportunistas presente es relativamente baja, lo que permite que la calificación del transecto M-LL3 a partir del índice CFR sea Muy Buena (Tabla 188). Del mismo modo, la presencia de algas de la especie *C. baccata*, así como un grado de similaridad alto respecto a una comunidad de referencia para la zona, a pesar de una cobertura moderada de algas de morfología compleja, permite que la calificación según el índice RICQI sea también de Muy Buen Estado.

El transecto M-LA1 se sitúa en la parte central de la playa de Saturraran. Consiste en una serie de formaciones rocosas situadas sobe la arena de la playa y con una pendiente moderada. La franja infralitoral y el mediolitoral inferior quedan relativamente protegidos del oleaje por grandes bloques situados al pie del transecto. A pesar de la ubicación del transecto y de su grado de exposición, la diversidad biológica es relativamente alta y el recubrimiento del sustrato rocoso es denso, aunque dominan las especies de pequeña talla o morfología incrustante. Destacan las coberturas de *L. incrustans* (80-90%) en un primer estrato basal, con un segundo estrato por encima compuesto por las rodofíceas *E. elongata* y *C. caespitosa* (coberturas conjuntas del 60-70%), *Pterosiphonia complanata* y *Pterosiphonia pennata* (15-25% en conjunto), y *Ceramium echionotum* (10-15%). Respecto a campañas previas, destaca la estabilización de la cobertura de *L. incrustans*, y de *E. elongata* y *C. caespitosa*, y la gradual reducción de las poblaciones de *P. complanata* y *P. pennata*. En cuanto a la fauna, cabe resaltar la presencia de cirrípedos del género *Chthamalus* (50-100 ind·m^{-2}), de piñas de ejemplares juveniles del mejillón *M. galloprovincialis*, así como de ejemplares de *P. ulyssiponensis* (10-20 ind·m^{-2}) y *P. intermecdia* (5-10 ind·m^{-2}), y de alguna colonia de esponjas de la clase Demospongiae.

En la zona mediolitoral media disminuyen las coberturas algales, en favor de las faunísticas. Entre las algas, dominan *L. incrustans* (45-55%), *E. elongata* y *C. caespitosa* (20-25% en conjunto), y *R. verrucosa* (10-15%). En fauna destacan las poblaciones de *Chthamalus* sp. (5.000-10.000 ind·m^{-2}).

Además, los mejillones *M. galloprovincialis* forman piñas compactas en fisuras y entre los caparazones de los cirrípedos, o en pequeñas pozas. Las lapas constituyen el taxón faunístico más característico de la zona, con grandes coberturas de *P. ulyssiponensis* (50-75 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (40-50 ind·m^{-2}). También se han observado ejemplares del bígaro *M. neritoides* y de la ostra *Crassostrea gigas*.

La zona mediolitoral superior y la franja supralitoral presentan también composiciones biológicas similares entre sí. Quedan caracterizadas por los cirrípedos del género *Chthamalus* (30.000-50.000 ind·m^{-2}), que llegan a cubrir el 90% de la superficie rocosa. También abundan, en la parte más alta, los bígaros *M. neritoides*. No se pueden obviar las poblaciones de las lapas *P. vulgata* (40-50 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (30-40 ind·m^{-2}), y aparecen también ejemplares de *P. ulyssiponensis* y de *P. rustica*. También es abundante el mejillón, *M. galloprovincialis*, sobre todo en grietas y pozas, donde se identifican ejemplares de la anémona *A. equina* y el erizo *P. lividus*. En cuanto a las algas, las mayores coberturas corresponden a la rodofícea incrustante *L. incrustans* (10-15%).

En la zona supralitoral las poblaciones de *C. montagui* disminuyen drásticamente (500-1.000 ind·m^{-2}), en favor de los líquenes *L. pygmaea* (1-2%, preferentemente en la parte más baja de la zona) y *V. maura* (10-15% en el tramo superior). También se han identificado ejemplares del caracolillo *M neritoides* (20-40 ind·m^{-2}), y de las lapas *P. rustica* (10-20 ind·m^{-2}) y *P. vulgata* (1-5 ind·m^{-2}).

A pesar de la alta cobertura de poblaciones de algas características, su riqueza es moderada. Sin embargo, la fracción de oportunistas es relativamente baja, lo que permite que la calificación de la zona, según el índice CFR sea de Muy Buen Estado (Tabla 188). En cambio, la ausencia de *C. baccata* y el hecho de que la composición de la muestra presenta un grado de similaridad mayor respecto a una comunidad que podría considerarse de Buen Estado para la zona que de Muy Buen Estado, así como una cobertura moderadamente baja de algas morfológicamente complejas, limita la clasificación según el índice RICQI a Buen Estado.

El segundo transecto analizado en la campaña de 2023 en la costa de Ondarroa (M-LA2) se sitúa en la margen derecha de la playa de Saturraran, en la punta del mismo nombre. El transecto discurre a lo largo de una serie de estratos inclinados, con grandes bloques desprendidos en la base.

Debido a la complejidad morfológica del inicio del transecto, la franja infralitoral se representa hasta en seis zonas diferenciadas. Las dos primeras corresponden a los dos lados de un bloque desprendido del bloque principal de estratos. En su cara más expuesta destacan las coberturas de *E. elongata* y *C. caespitosa* (coberturas conjuntas del 60-70%), *L. incrustans* (30%) y *Pterosiphonia* sp. (10-15%). En cuanto a la fauna, en la cara expuesta destacan la lapa *P. ulyssiponensis*, el erizo *P. lividus* y pequeñas colonias de esponjas de la clase Demospongiae. En cambio, en la cara protegida, las coberturas son menores, con dominancia también de *L. incrustans* (35-40%), y *E. elongata* y *C. caespitosa* (15-25%), pero acompañadas por G. corneum (25-35%). Esto puede venir explicado por la diferencia entre las fechas de muestreo (abril en 2017; septiembre en 2020). En cuanto a la fauna, dominan el cirrípedo *P. perforatus*, el mejillón *M. galloprovincialis*, así como *E. pilosa* y las Demospongiae.

Por encima de la primera zona, se distingue un segundo cinturón que también queda conformado por las rodofíceas *L. incrustans* (80-90%), y *E. elongata* y *C. caespitosa* (25-30%). Además, en la presente campaña *Ceramium ciliatum* (10-15%) llega a ser localmente muy abundante. En cuanto a la fauna, destaca la lapa *P. ulyssiponensis* (30-50 ind·m^{-2}), pero también se han observado ejemplares de los cirrípedos *Chthamalus* sp. y *P. perforatus*, de la lapa *P. intermedia*, de las ostras *C. gigas* y *Ostrea edulis*, del mejillón *M. galloprovincialis*, así como de algún ejemplar del cnidario *A. equina* y del ermitaño *C. erythropus*. A la misma altura, pero en la cara protegida de la roca, se desarrolla un cinturón similar al descrito para la parte alta de la cara expuesta del bloque. Sin embargo, debido a las diferencias en las características del sustrato las coberturas varían: 40-50% para *L. incrustans* y 30-35% para *E.*

elongata y *C. caespitosa*, con escasos ejemplares de los cirrípedos *P. perforatus* y *Chthamalus* sp., ejemplares aislados del mejillón *M. galloprovincialis*, y de las lapas *P. intermedia* y *P. ulyssiponensis*, y un ejemplar de la ostra *O. edulis* así como pequeñas colonias de esponjas Demospongiae.

Siguiendo con la franja infralitoral, en los estratos situados detrás del bloque arriba descrito, destacan *E. elongata* y *C. caespitosa* (45-55%) y *L. incrustans* (30-40%), acompañadas por el mejillón *M. galloprovincialis*. Por encima de este cinturón, se encuentra otro en el que también dominan *L. incrustans* (70-80%), y *E. elongata* y *C. caespitosa* (25-35%), junto con *Nitophyllum punctatum* (10%), pero en el que la principal especie animal sería la lapa *P. ulyssiponensis* (5-10 ind·m^{-2}), seguidas por el mejillón *M. galloprovincialis*, el cirrípedo *P. perforatus* y la lapa *P. intermedia*.

Volviendo al bloque arriba descrito, la parte más alta del mismo representa, en su lado expuesto, la zona mediolitoral inferior. Dicha zona presenta menores coberturas algales (15-20% de *L. incrustans* y 10% de *E. elongata* y *C. caespitosa*), pero una mayor cobertura relativa de especies animales. Entre ellas, destacan las lapas *P. intermedia* y *P. ulyssiponensis* (50-75 ind·m^{-2}), el cirrípedo *P. perforatus* (50-100 ind·m^{-2}), y las ostras *C. gigas* (30-40 ind·m^{-2}) y, en menor medida, *O. edulis* (5-10 ind·m^{-2}). En su parte más alta, destacan las colonias de cirrípedos del género *Chthamalus* (5.000-10.000 ind·m^{-2}), junto con algunos ejemplares de *M. neritoides* en los caparazones vacíos de *Chthamalus* sp. y, en grietas y pozas, piñas de *M. galloprovincialis*, y ejemplares *P. lividus* y del poliqueto carnívoro *Eulalia clavigera*. En la cara protegida, también se desarrolla la zona mediolitoral inferior, aunque, en este caso, la comunidad presente queda caracterizada por las poblaciones de *Chthamalus* sp. (sobre todo en los tramos superiores) y, en menor medida, *P. perforatus*, las lapas *P. ulyssiponensis* y *P. intermedia*, las ostras *C. gigas* y *O. edulis*.

La última zona en la que se desarrolla el nivel mediolitoral inferior corresponde a las crestas de los estratos situados detrás del bloque. Las comunidades se encuentran dominadas por *L. incrustans* (15-20%), y *E. elongata* y *C. caespitosa* (10-15%), en los pasillos y zonas encharcadas, y por las lapas *P. ulyssiponensis* (50-75 ind·m^{-2}) y *P. intermedia* (40-50 ind·m^{-2}), los cirrípedos del género *Chthamalus* (5.000-7.500 ind·m^{-2}), las ostras *C. gigas* y *O. edulis*, en las áreas más expuestas.

En la zona mediolitoral media, las colonias de *Chthamalus* (5.000-7.500 ind·m^{-2}) ocupan gran parte de la superficie de estratos desprovista de pozas. También se observan numerosos ejemplares del gasterópodo *M. neritoides* en sus caparazones vacíos, así como juveniles del mejillón *M. galloprovincialis*. Destacan también las ostras *C. gigas* (5-10 ind·m^{-2}) y *O. edulis*, y las lapas *P. intermedia* (50-75 ind·m^{-2}), *P. vulgata* (10-20 ind·m^{-2}) y *P. ulyssiponensis* (5-10 ind·m^{-2}). En cambio, en las pozas y en los pasillos entre los estratos destaca la cobertura de *L. incrustans* (90%), junto el cual también se observan las lapas *P. intermedia* (75-100 ind·m^{-2}) y *P. ulyssiponensis*, pequeñas piñas y ejemplares aislados de *M. galloprovincialis*, el cnidario *A. equina*, el cirrípedo *P. perforatus*, el erizo *P. lividus* y el poliqueto *E. clavigera*.

Las zonas mediolitoral media y mediolitoral superior, así como la franja supralitoral, quedan caracterizadas por el horizonte definido por los cirrípedos del género *Chthamalus*, que cubre el 90% de la superficie disponible. También destacan el pequeño caracol *M. neritoides* (>200 ind·m^{-2}), las lapas *P. intermedia* (50-75 ind·m^{-2}), *P. vulgata* (15-25 ind·m^{-2}), *P. ulyssiponensis* y *P. rustica*, la ostra *C. gigas* (1 ind·m^{-2}) y el mejillón *M. galloprovincialis*. Al final de la zona, aparecen las primeras manchas del liquen *L. pygmaea*. En las cubetas, domina la rodofícea incrustante *L. incrustans* y, fuera de ellas, sobre lapas, aparecen frodes de *G. pusillum* y *U. compressa*.

La zona supralitoral se caracteriza por marcar el final del cinturón de *Chthamalus*. Este cirrípedo se observa en forma de pequeñas colonias y ejemplares dispersos en las anfractuosidades del terreno, donde los acompañan pequeñas colonias del caracolillo *M. neritoides*. Se observan también coberturas

del liquen *V. maura* que se incrementan hacia el final del transecto.

Tabla 188 Calificación de cada indicador de macroalgas y valor de CFR para cada uno de los transectos analizados ($CFR_{transecto}$) en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en las campañas de 2021 (M-LD1 y M-LD2), de 2022 (M-LU1a, M-LU1b, M-LU1c y M-LU2) y de 2023 (M-LOK5, M-LOK6, M-LL1, M-LL3, M-LA1 y M-LA2). Se muestran también las estaciones a las que se adscribe cada uno de los transectos y el CFR correspondiente ($CFR_{estación}$), así como el CFR global para la masa de agua (CFR_{global}). C=cobertura de las poblaciones de macroalgas características; R=riqueza de poblaciones de macroalgas características; F=fracción de oportunistas.

Transecto	M-LOK5	M-LOK6	M-LL1	M-LL3	M-LA1	M-LA2
C (%)	78,6	52,6	41,5	81,1	79,3	71,2
R (nº de taxones)	8	9	9	7	3	7
F (%)	6,2	7,6	29,6	6,6	11,4	8,6
$CFR_{transecto}$	0,988	0,767	0,491	0,985	0,822	0,964
Estación	L-OK10		L-L10		L-A10	
$CFR_{estación}$	0,878		0,738		0,893	
Transecto	M-LD1	M-LD2	M-LU1a	M-LU1b	M-LU1c	M-LU2
C (%)	58,6	65,5	95,5	79,4	81,5	51,2
R (nº de taxones)	4	7	11	7	10	8
F (%)	7,2	21,3	3,2	1,8	2,6	10,2
$CFR_{transecto}$	0,701	0,654	1,000	1,000	1,000	0,714
Estación	LD10		L-U10			
$CFR_{estación}$	0,678		0,929			
CFR_{global}	0,841					

Las poblaciones características presentes en el transecto presentan una cobertura y riqueza altas, y la fracción de algas oportunistas presente es baja, lo que permite que la calificación del transecto M-LA2 a partir del índice CFR sea Muy Buena (Tabla 188). En cambio, el grado de similaridad respecto a una comunidad de referencia para la zona no es especialmente alto y la cobertura de algas de morfología compleja es moderada, lo que, unido a la ausencia del alga *C. baccata*, limita la calificación según el índice RICQI a Buen Estado.

Combinados estos resultados con los obtenidos en las campañas de 2021 y de 2022, se obtiene una calificación global de las macroalgas de la masa de agua de **Muy Buen Estado** (Tabla 188).

18.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La estación L-OK10 (desembocadura del Oka) presenta una densidad (Tabla 189) superior al valor promedio de la estación para su seguimiento (538 ind·m^{-2}), incluso contando con el efecto sobre dicho promedio del valor extremo de la campaña de 2015 (6.453 ind·m^{-2}), en la que se recolectó un gran número de ejemplares juveniles del bivalvo *Mactra stultorum* (5.727 ind·m^{-2}), debido a que, probablemente, en aquella ocasión el muestreo coincidió con la época de reclutamiento de la especie. Del mismo modo, también la riqueza (Tabla 189) es superior al valor promedio (27 *taxa*). Por el contrario, la diversidad estimada a partir de los datos de biomasa destaca por ser de las más bajas de entre las estaciones litorales en la presente campaña de 2023 (Tabla 189), como consecuencia de la dominancia de los moluscos *Chamelea striatula* y *Fabulina fabula*, que alcanzan el 95% de la biomasa total de la estación. Como en campañas anteriores, la dominancia de especies como los crustáceos *Ampelisca cavicoxa* y *Urothoe pulchella*, y los poliquetos *P. armata* y *M. johnstoni* parece indicar que la estación alberga una 'Comunidad de *Tellina-Venus*', característica de los fondos arenosos a 10-70 m de profundidad en el SE del Golfo de Vizcaya (Borja *et al.*, 2004d). La comunidad está dominada por especies sensibles a la alteración del medio (GE I), lo que permite que la estación quede calificada como no alterada (AMBI=1,0).

La estación L-L10 (frente a Ea), presenta una densidad superior al promedio histórico (1.623 ind·m^{-2}), con un valor de riqueza específica en torno al promedio (34 *taxa*) (Tabla 189). En cambio, el valor de biomasa es de los más bajos de la estación desde que se iniciara el seguimiento (Tabla 189). La

composición faunística, con dominancia de los poliquetos *Pisione remota* y *P. appendiculatus*, como viene siendo habitual, indica la presencia de una 'Comunidad de arenas de *Amphioxus*'. Dominan las especies adscritas al GE III (especies tolerantes a la alteración del medio, respectivamente), con densidad relativa también reseñable de los GEs I y II (especies sensibles e indiferentes a la alteración, respectivamente), calificando la estación como ligeramente alterada (AMBI=1,6).

Tabla 189 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria. También se muestran la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10	L-RF20
Densidad	(ind·m^{-2})	873	2.193	733	240	4.460	597	3.917
Biomasa	(g·m^{-2})	17,613	0,446	1,145	0,301	0,805	1,485	16,953
Riqueza	(# *taxa*)	41	32	54	33	59	44	115
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	3,95	3,40	4,57	4,62	4,31	4,86	4,35
Equitabilidad densidad		0,74	0,68	0,79	0,92	0,73	0,89	0,64
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	1,46	3,62	4,15	4,24	5,01	2,62	2,69
Equitabilidad biomasa		0,27	0,72	0,72	0,84	0,85	0,48	0,39
Diversidad máxima	(bit)	5,36	5,00	5,75	5,04	5,88	5,46	6,85
AMBI		1,016	1,596	1,514	0,956	1,605	1,147	1,214
Clasificación AMBI		Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Ligera
M-AMBI$_{estación}$		0,983	0,858	1,000	1,000	1,000	1,000	0,867
M-AMBI$_{global}$		0,968						

La estación L-L20 (frente a la desembocadura del Lea), presenta una densidad (Tabla 189) cercana al promedio de la estación (721 ind·m^{-2}). En cambio, la riqueza específica (Tabla 189), es superior promedio de la estación (40 *taxa*), con una diversidad para las densidades también cercana al promedio histórico (4,57 bit·ind^{-1}) y un valor de diversidad para las biomasas de los más altos de la serie histórica de la estación (promedio de 1,85 bit·g^{-1}). Dominan las especies del GE I, con densidad relativa también reseñable de los GE III y II, calificando la estación como ligeramente alterada (AMBI=1,5).

La estación L-A10 (frente a la desembocadura del Artibai) presenta densidad inferior al promedio de la serie histórica de la estación (451 ind·m^{-2}) y de las más bajas de la actual campaña, con una riqueza específica cercana al promedio de la estación (Tabla 189). En cambio, la diversidad es de las mayores del seguimiento de la estación. Atendiendo a la composición específica, la estación parece albergar una 'Facies de arenas limpias circalitorales de *Echinocardium cordatum*', con especies como *Prionospio cristaventralis* y *B. elegans*, entre otros. Dominan las especies adscritas al GE I, con densidad relativa moderada de especies indiferentes a la alteración (GE II), por lo que la calificación de la estación, según AMBI, es de no alterada (AMBI=1,0).

La estación L-D10 (frente a la desembocadura del Deba) presenta valores de densidad y riqueza (Tabla 189) superiores a los promedios para la serie histórica (1.830 ind·m^{-2} y 41 *taxa*, respectivamente), confirmando la progresiva mejora que se viene observando desde 2006. Del mismo modo, también el valor de diversidad (Tabla 189) es superior al promedio (3,98 bit·ind^{-1}). La composición específica permite caracterizar la población de invertebrados bentónicos como 'Comunidad de arenas de *Amphioxus*', habiéndose capturado incluso ejemplares de *Branchiostoma lanceolatum*, especie que da nombre a la comunidad, ausentes en campañas previas. Además, alcanzan densidades relativas altas otras especies características, como los poliquetos *P. appendiculatus* (que, además, es dominante), *P. remota* y *Sphaerosyllis* sp. Respecto al reparto de especies según su sensibilidad/tolerancia a la alteración del medio, dominan las especies del GE III (tolerantes a la alteración), aunque también presentan densidades relativas moderadas las especies adscritas a los GE I y II, lo que motiva que la estación quede calificada como ligeramente alterada (AMBI=1,6).

En la estación L-U10 (frente a la desembocadura del Urola), el valor de densidad (Tabla 189) es próximo al promedio desde que se iniciara el seguimiento (565 ind·m^{-2}). En cambio, el valor de riqueza específica (Tabla 189) es superior al promedio histórico (35 *taxa*). Los datos faunísticos (y granulométricos) registrados en las diferentes campañas, parecen indicar que se trata de una zona heterogénea, en la que se observan alternancias entre comunidades como la 'Comunidad lusitánico-boreal de *Tellina tenuis*' (Stephen, 1930) y la 'Comunidad de arenas de *Amphioxus*' En términos de AMBI, la estación queda calificada como no alterada (AMBI=1,1), debido a la dominancia de especies sensibles a la alteración del medio y a una densidad moderada de especies indiferentes y tolerantes.

Por último, se ha muestreado una estación situada más allá del ámbito de aplicación de la DMA (L-RF20), sobre 100 m de profundidad frente al litoral de Zumaia. En ella se han determinado en 2023 valores de densidad y de riqueza específica (Tabla 189) claramente superiores a los valores promediados para la estación desde que se iniciara su seguimiento en 2006, alcanzándose incluso la riqueza máxima de la estación. En cambio, la diversidad específica es del orden del promedio del seguimiento de la estación (4,94 bit·ind^{-1}). Las especies identificadas permiten caracterizar la zona como de transición entre una 'Comunidad de *Amphiura*' y una 'Comunidad de *Auchenoplax crinita-Paradiopatra bihanica-Ditrupa arietina*'. Esta transición entre comunidades ha sido descrita en la plataforma guipuzcoana a mayor profundidad (160-225 m) (Martínez y Adarraga, 2001). En cuanto al reparto de grupos ecológicos, dominan las especies sensibles a la alteración (GE I), con densidad relativa moderada de especies indiferentes a la alteración, así como de oportunistas de segundo orden. La estación se califica como ligeramente alterada (AMBI=1,2).

Los valores de M-AMBI en 2023 apoyan la calificación obtenida a partir del índice AMBI. Así, todas las estaciones analizadas presentarían **Muy Buen Estado** (Tabla 189). Obviando el valor de M-AMBI de L-RF20, al estar fuera del ámbito de aplicación de la DMA, la valoración global para la masa de agua, por tanto, es también de **Muy Buen Estado**.

Respecto a la evolución temporal de M-AMBI, todas las estaciones analizadas presentan un estado entre Bueno y Muy Bueno a lo largo del seguimiento, salvo por algunos mínimos puntuales que hicieron que la calificación de las estaciones L-OK10, L-A10 y L-D10 fuese de Estado Moderado en 2001-2002 (Figura 242).

No se observan tendencias temporales claras en ninguna de las estaciones, a pesar de que se ha dado un decremento en la concentración de materia orgánica en muchas de las estaciones desde 2003, salvo en la estación L-RF20, en la que sí parece observarse una tendencia positiva desde el inicio de su seguimiento. También podrían destacarse los mínimos crecientes de las estaciones L-OK10 y L-U10, al menos a partir de la campaña de 2002.

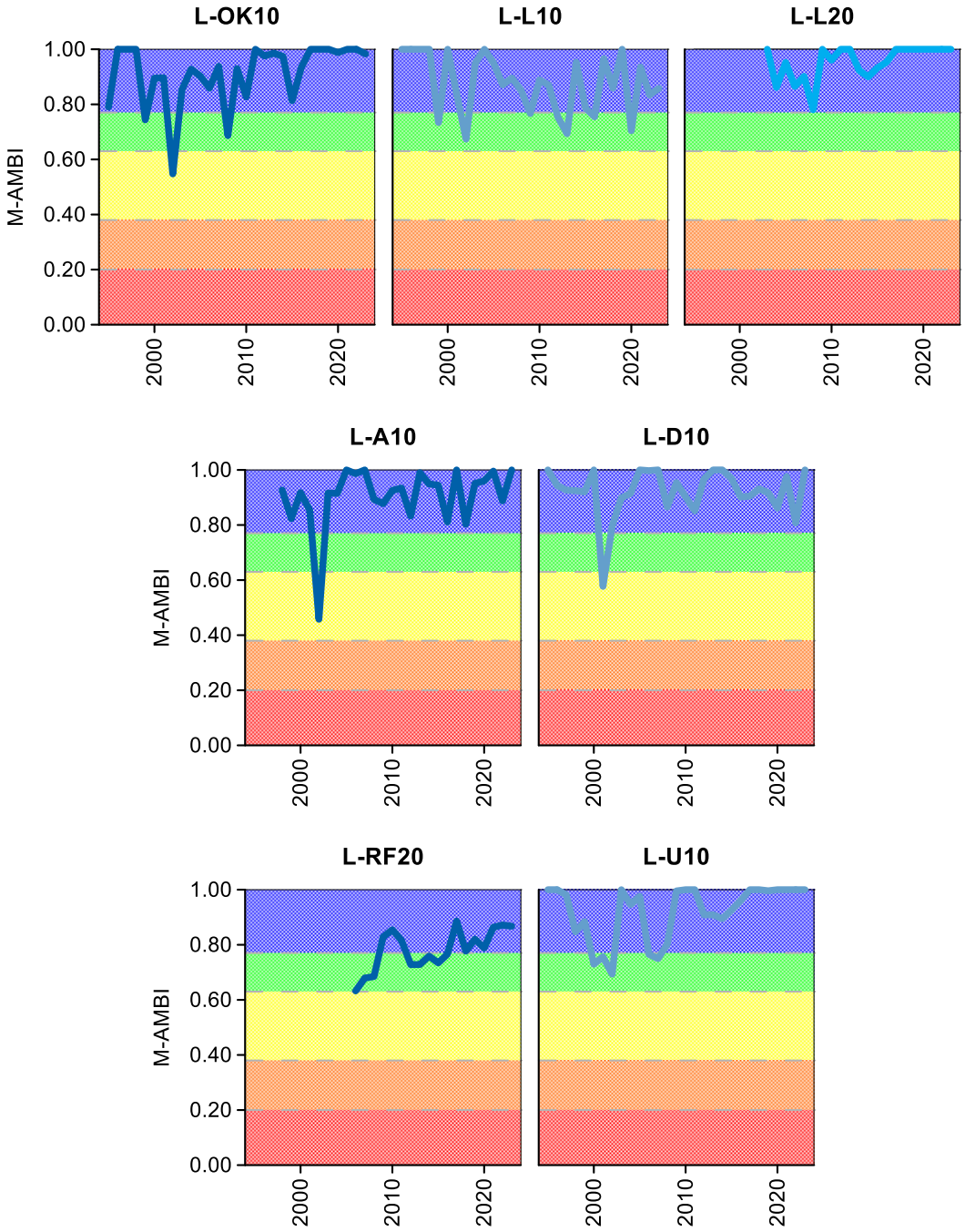


Figura 242 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las cinco estaciones muestreadas en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria, y en la estación L-RF20 (frente al litoral de Zumaia, aunque más allá del ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua), a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

18.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2023 no ha habido alteraciones hidromorfológicas en la zona. Con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica de **Bueno**.

Tabla 190 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa costera Matxitxako-Getaria
Alteración de la línea de costa 1a	2
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	0
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	0
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,88 Bueno
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	0
Cambio en la turbidez 8b	1
Cambio en la estratificación 9a	1
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,92 Bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,89 Bueno

19.

Masa costera Getaria-Higer

19.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua costera de Getaria-Higer se analizan anualmente cinco estaciones litorales y una estación de referencia (L-RF10) (Figura 243). Cada año se analizan varias estaciones para macroalgas litorales, y en el período 2003-2022 se tienen datos de todas ellas para hacer las valoraciones.

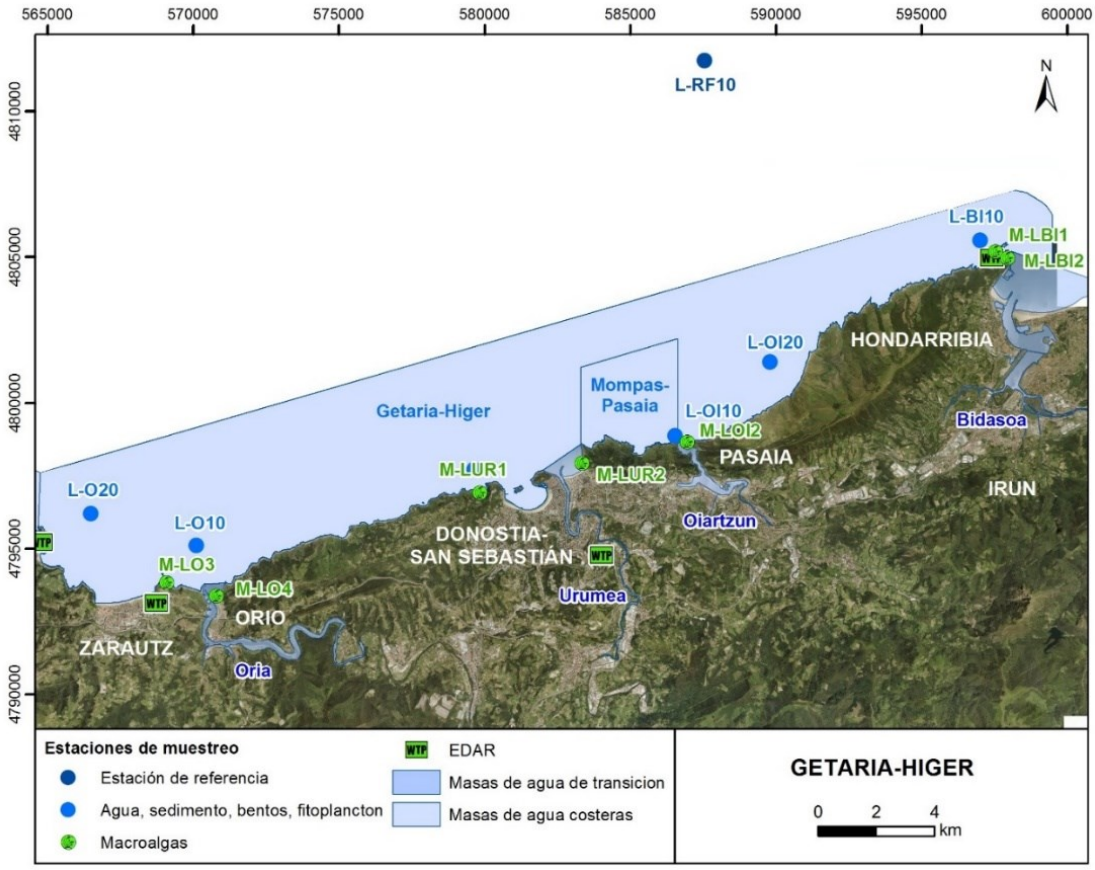


Figura 243 Ubicación de estaciones en la masa de agua Getaria-Higer.

La masa de agua costera Getaria-Higer se diagnostica en 2023 con un **Buen Estado**, alcanzando tanto el buen estado químico como el buen estado ecológico (Tabla 191 y Figura 244). Esta situación de cumplimiento de objetivos medioambientales es estable en los últimos seis años analizados (Figura 244), marcada por un buen estado ecológico y un cumplimiento en el químico.

Tabla 191 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua costera Getaria-Higer, en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B) y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B) y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado Ecológico	Estado químico	Estado
L-O10	Litoral de Oria (Oria)	MB	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
L-O20	Litoral de Getaria (Oria)	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B
L-OI10	Litoral de Pasaia (Oiartzun)	MB	MB	-	MB	B	MB	B	B	B	B
L-OI20	Litoral de Pasaia (Asabaratza)(Oiartzun)	MB	MB	-	MB	MB	MB	B	B	B	B
L-BI10	Litoral de Hondarribia (Bidasoa)	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	B
	Getaria-Higer	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	B
L-RF10	Litoral Oiartzun - plataforma	B	MB		B	MB	MB		B	B	B

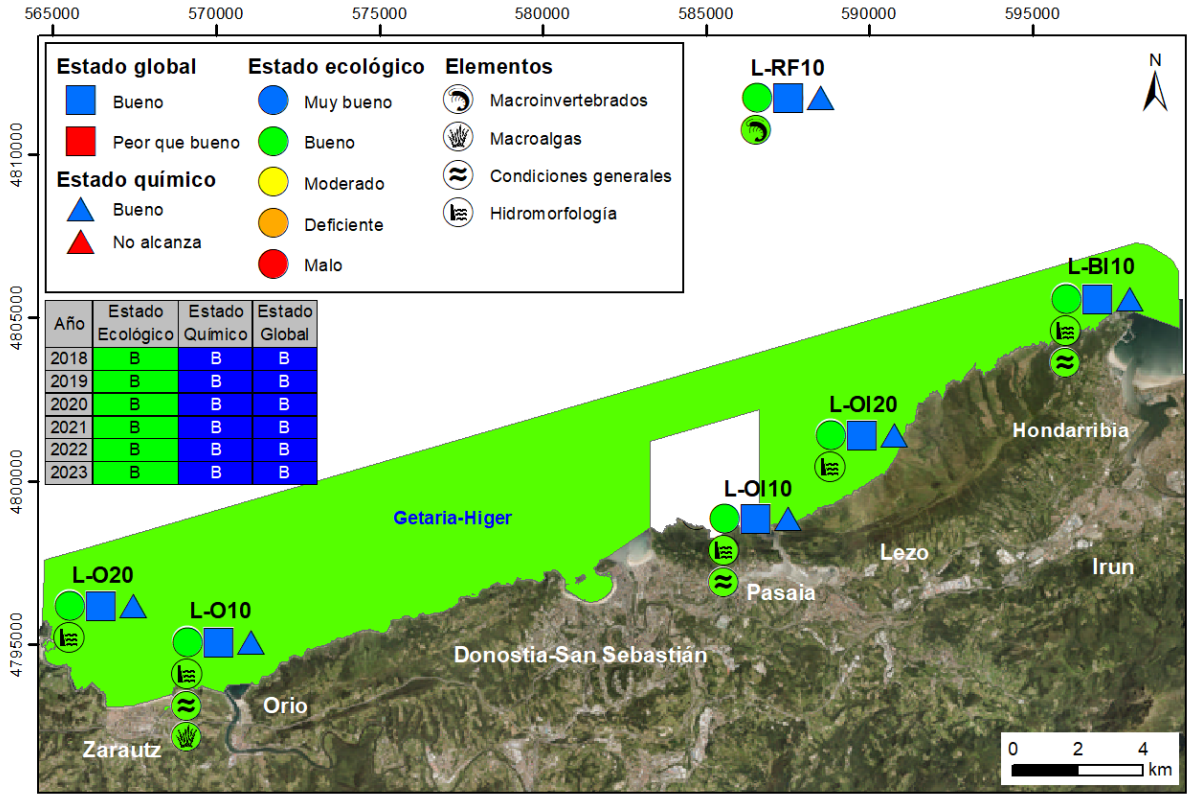


Figura 244 Masa de agua costera de Getaria-Higer: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Las principales fuentes de presión en esta masa de agua han sido los vertidos a través de los emisarios submarinos de Zarautz (cerca de L-O10) y el de Atalerreka (cerca de L-BI10), con posibilidad de verse influenciada también por los del emisario submarino de Mompas, que se halla en la masa de agua incluida en su interior, Mompás-Pasaia (ver Figura 244), si bien en años recientes esta masa ha coincidido con el estado con la de Getaria-Higer.

Además, en determinados momentos, cerca de las estaciones L-OI10 y L-OI20, se han producido vertidos de sedimentos dragados que han podido rebajar puntualmente la calidad de los macroinvertebrados en L-OI20. Por ejemplo, entre abril y julio de 2018 se vertieron 100.000 m^3 procedentes de Orio (aunque en este caso no se observa una disminución de la calidad), y entre octubre

y diciembre de 2017 se vertieron 25.000 m^3 dragados en los muelles del puerto de Pasaia (el bentos bajó a buen estado). Por otro lado, en las inmediaciones de esta última estación se han solido extraer arenas para alimentar algunas playas guipuzcoanas (en 2001 y 2014).

Sin embargo, el saneamiento emprendido a lo largo de las dos últimas décadas en las cuencas adyacentes se ha reflejado en la mejoría de indicadores fisicoquímicos asociados a aguas y sedimentos, y en la mejoría de los valores asociados a los indicadores biológicos (ver secciones correspondientes). Es a partir de 2000-2005, cuando la depuración biológica se establece y muchos de esos indicadores presentan tendencias significativas de mejora. Así, en el período de 6 años de 2018 a 2023, se da un cumplimiento de las normas de calidad química y biológica en la masa de agua.

19.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

19.2.1. Aguas

19.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a los datos de las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie). Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, todas las estaciones (L-O10, L-O20, L-OI10, L-RF10, L-OI20 y L-BI10) cumplen con los objetivos de calidad, tal y como revela la media calculada para cada variable en los últimos seis años (Tabla 192). La masa de agua costera Getaria-Higer se califica como en estado **Bueno**.

Tabla 192 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua costera de Getaria-Higer mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
L-O10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		104,12	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	1,80	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	3,25	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,18	Muy Bueno
L-O20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,73	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,06	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	2,11	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,16	Muy Bueno
L-OI10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		102,42	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,51	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	4,26	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,25	Bueno
L-RF10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		102,83	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	1,78	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	2,47	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,20	Muy Bueno
L-OI20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,56	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,24	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	2,38	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,22	Muy Bueno
L-BI10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		102,29	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,35	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	4,25	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,23	Muy Bueno

En la Figura 245 y Figura 246 se muestra la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en Getaria-Higer, en el periodo de 1995 a 2023.

En las series de datos disponibles se observan algunas tendencias temporales significativas en las variables fisicoquímicas.

- La saturación de oxígeno aumenta significativamente ($p<0,05$) en todas las estaciones excepto en la estación L-RF10.
- La concentración de amonio desciende significativamente ($p<0,05$) en las estaciones L-O20, L-OI10, L-OI20 y L-RF10.
- la concentración de fosfato también disminuye en las estaciones L-O20, L-OI10, L-OI20, L-RF10 y L-U10 a lo largo del tiempo.
- la concentración de nitrato aumenta significativamente ($p<0,01$) en las estaciones L-BI10, L-OI10 y L-RF10 y desciende significativamente ($p<0,01$) en las estaciones L-O20 y L-OI20.

En el resto de las estaciones no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo y mantenido de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico.

En general, predominan las situaciones alternantes (Figura 245 y Figura 246), cumpliéndose los objetivos de calidad fisicoquímica a lo largo de la serie histórica en todas las estaciones salvo en la estación L-O10.

Excepto el pico de fosfato de la estación L-OI10 que abarca el periodo de 2000-2005 a 2005-2010, las estaciones no muestran un impacto significativo de las presiones identificadas en la masa de agua (vertidos a través de los emisarios submarinos de Zarautz y Atalerreka, y vertidos de sedimentos dragados).

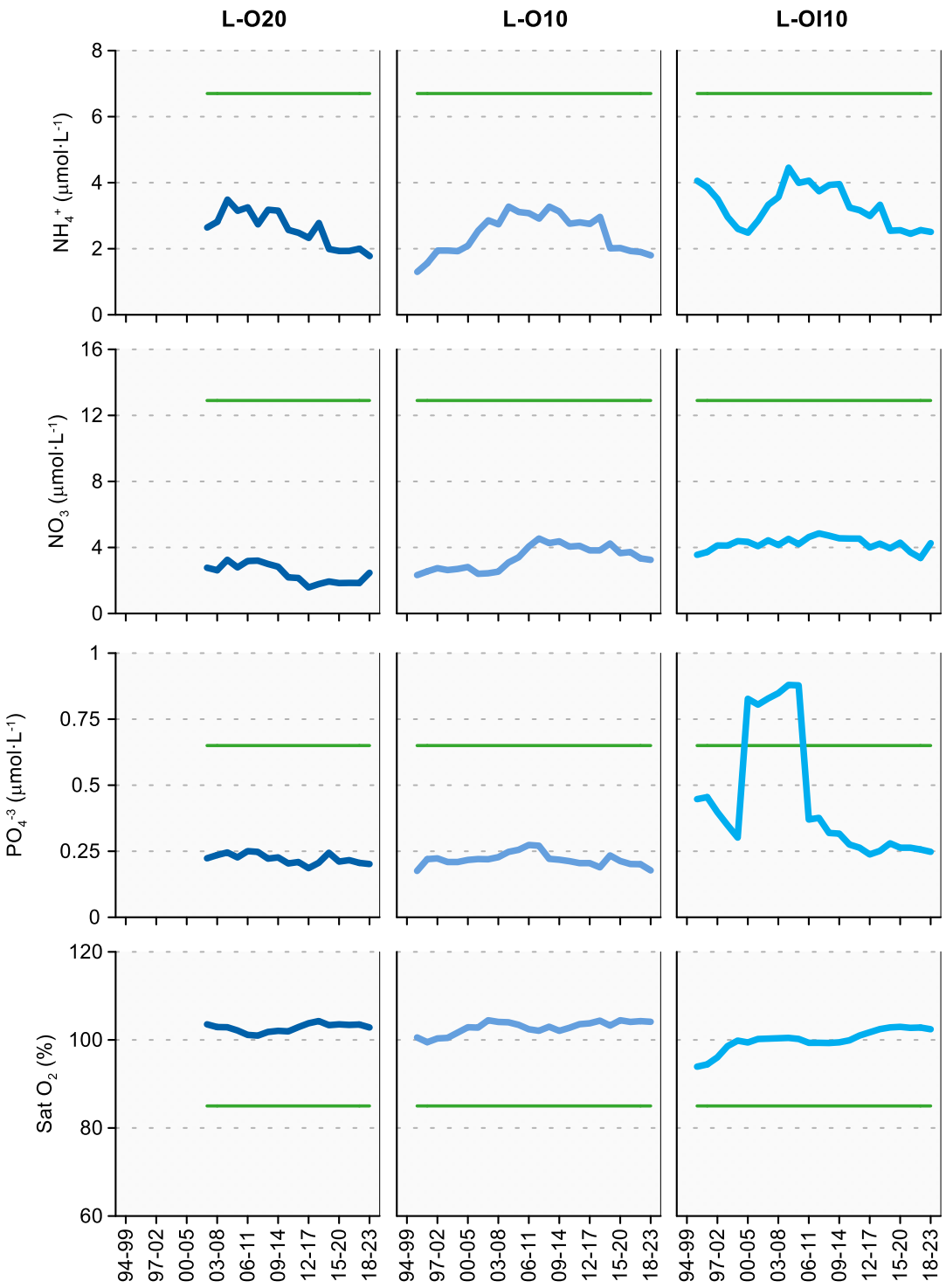


Figura 245 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer en el periodo que abarca desde 1995 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

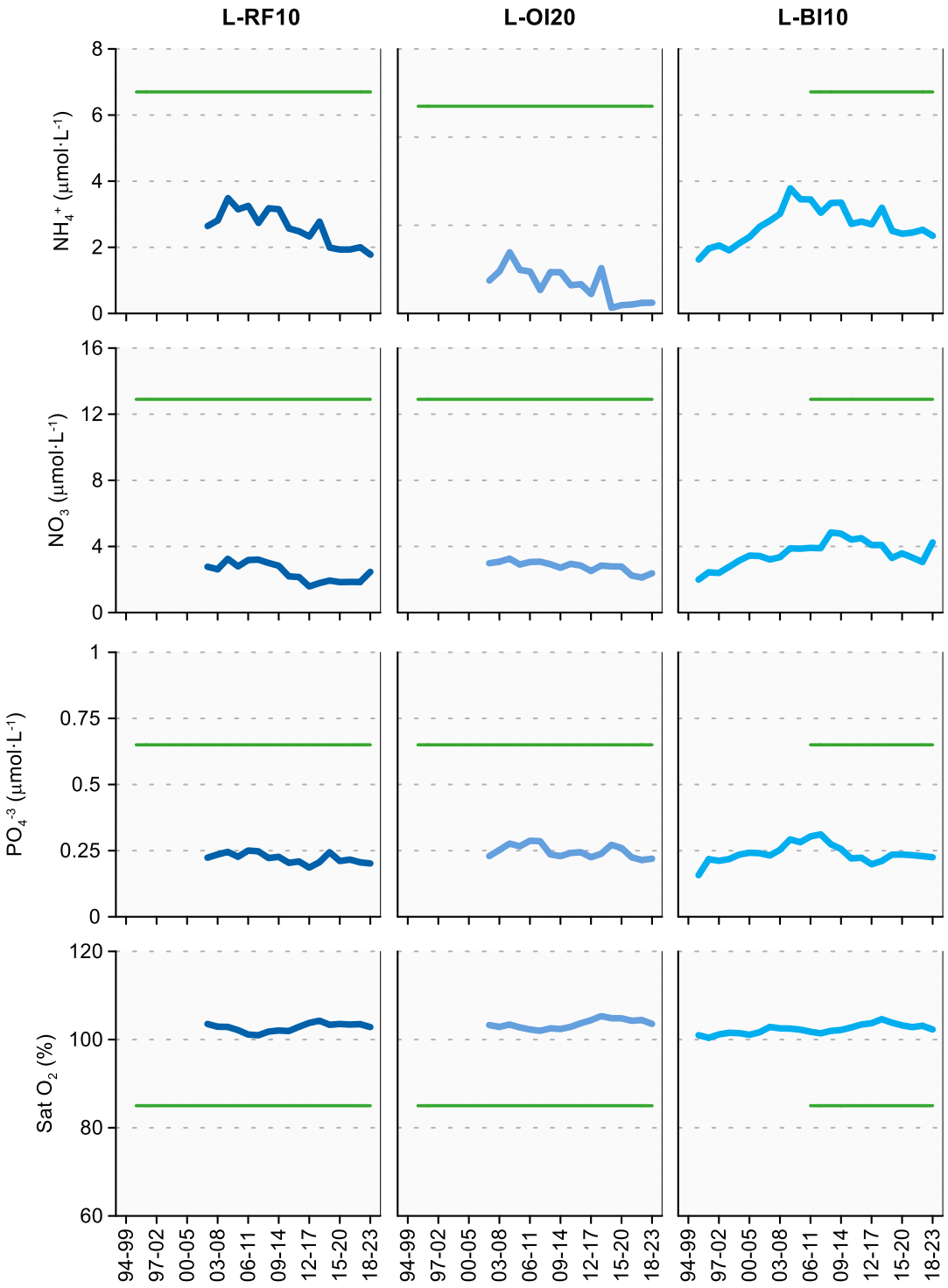


Figura 246 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer en el periodo que abarca desde 1995 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

La única estación de esta masa de agua litoral en presentar una tendencia estadísticamente significativa (p<0,05) a disminuir los valores del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años, entre 1995 y 2023, es la estación L-BI10. Las estaciones L-O20, L-OI10, L-OI20 y L-RF10 muestran una tendencia temporal significativa (p<0,05) a la mejora mostrando valores del P_{25} del PCQI en aumento. La estación L-O10 no presenta ninguna tendencia temporal significativa en el valor del P_{25} del PCQI. En general todas las estaciones (salvo la estación L-OI10 en alguna ocasión) se mantienen en niveles de Muy Buen estado a lo largo de toda la serie histórica disponible (Figura 247).

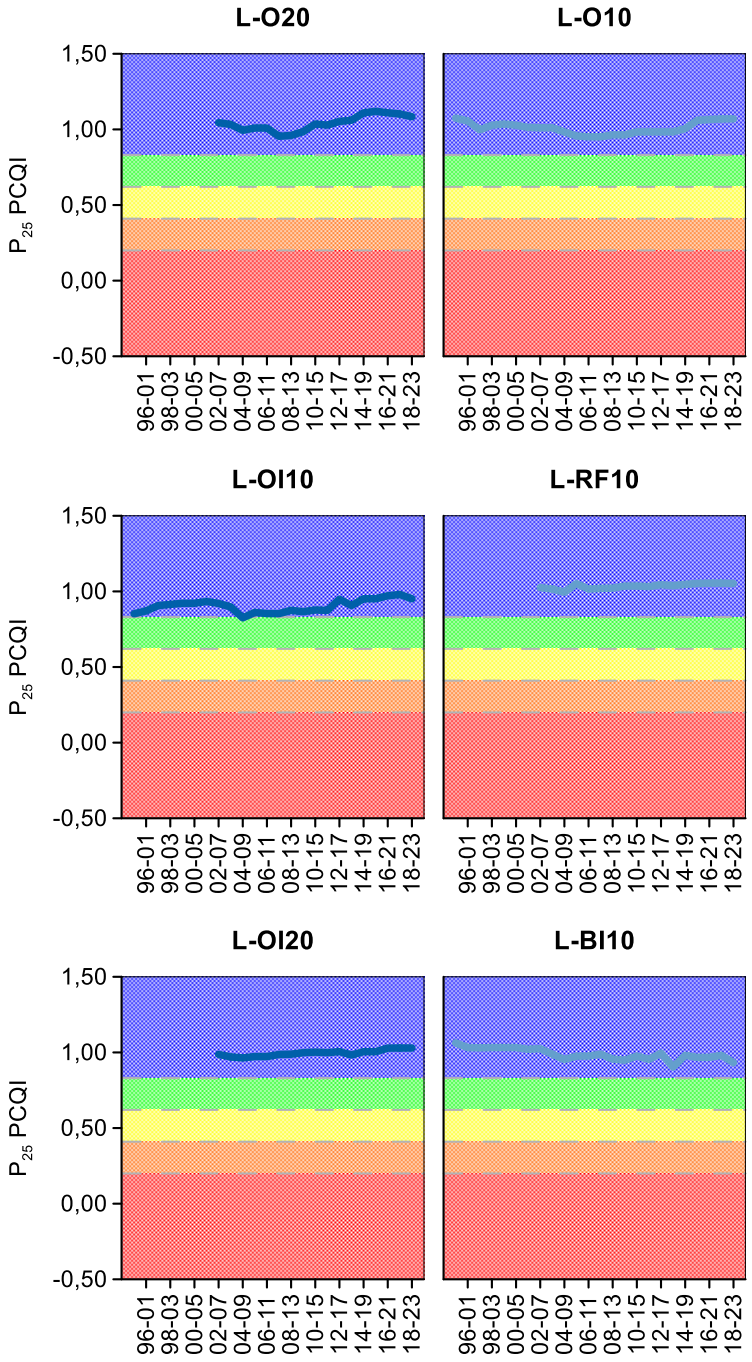


Figura 247 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de las estaciones de muestreo L-O20, L-O10, L-OI10, L-RF10, L-OI20 y L-BI10 de la masa de agua costera Getaria-Higer. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

19.2.1.2. Sustancias preferentes y sustancias prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa alcanza el **Muy Buen** estado, siendo también muy bueno para todas las estaciones de la masa (Tabla 193) y para la estación de referencia, como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 193 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua costera de Getaria-Higer en 2023. LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10	Global	L-RF10
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	<LC	16,1	11,9	<LC	Muy bueno	<LC
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	25%	0%	0%		0%
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Muy bueno	<LC
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	0%	0%		0%
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2023 en esta masa de agua indica que, de forma global, alcanza el **Buen estado químico** (Tabla 194), situación en la que se encuentra desde 2012.

Tabla 194 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua costera de Getaria-Higer en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10	Global	L-RF10
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	0,00	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	<LC	0,0007	0,0006	0,0009	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	<LC	0,0020	0,0007	0,0018	<LC	Cumple	0,0007
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	0,0	<LC	0,0220	<LC	Cumple	<LC
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	0,00	<LC	0,0004	<LC	Cumple	<LC
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	0,50	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	1,40	0,90	0,80	<LC	Cumple	0,80
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	<LC	3,0	<LC	Cumple	<LC
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 248 se recoge la evolución de la concentración media de los metales para el periodo comprendido entre 1995 y 2023, para las estaciones de la zona costera entre Getaria-Higer (L-O10, L-O20, L-OI10, L-OI20, L-BI10 y L-RF10).

A lo largo de la serie temporal, excepto el cadmio y el plomo, el resto de los metales no superan las NCA-MA establecidas, aunque esos dos metales cumplen a partir de 2010-2013. En la estación de referencia (L-RF10), excepto el cadmio, que superó la NCA-MA establecida en 2003, 2007 y 2009, el resto de los metales no superan las NCA establecidas.

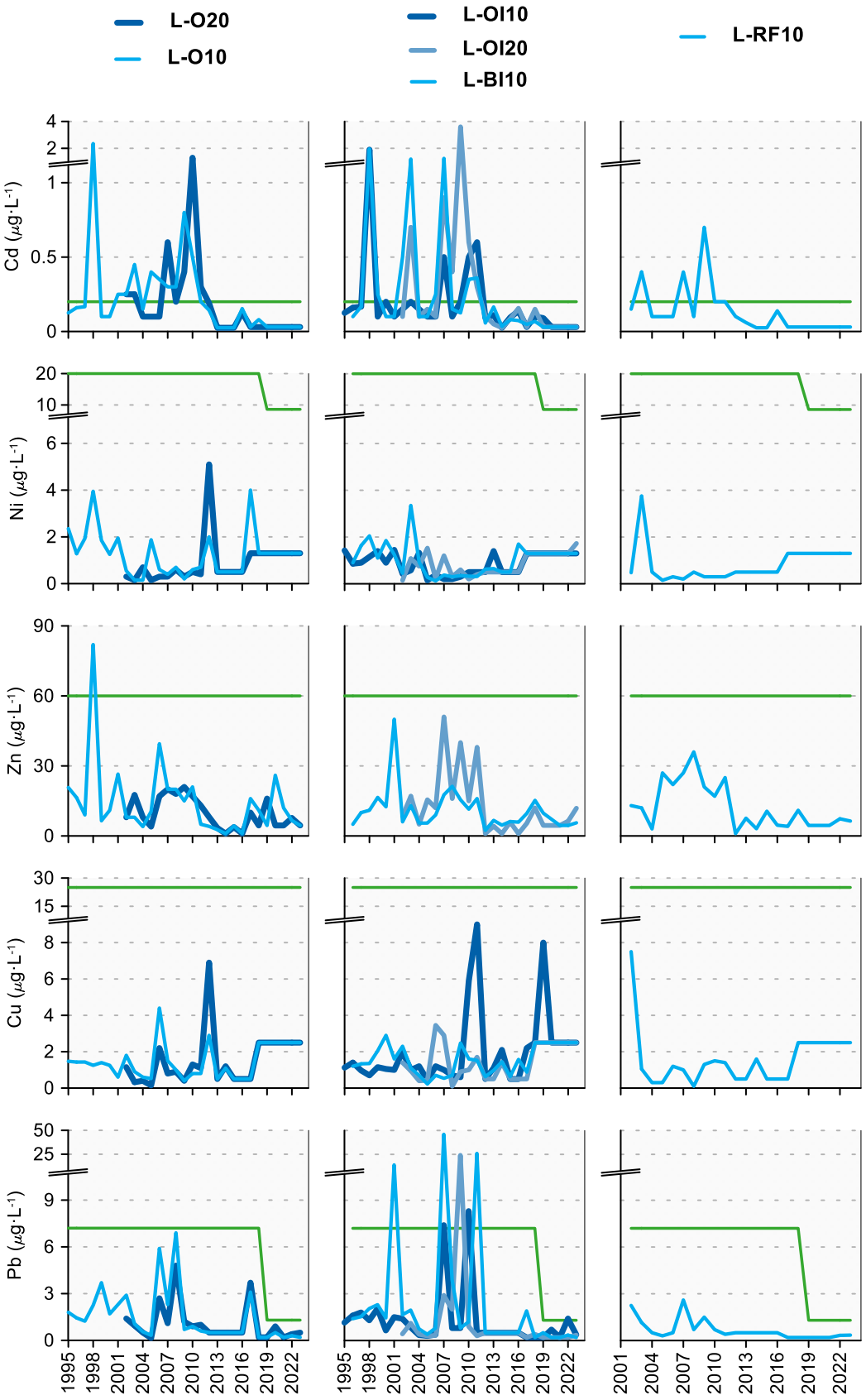


Figura 248 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua costera de Getaria-Higer en el periodo que abarca desde 1995 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

19.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa de agua y de la estación L-RF10 se muestrearon entre febrero y marzo de 2023. Al igual que en la campaña anterior, en la estación L-BI10 no ha sido posible el análisis de metales debido al escaso porcentaje de finos de la muestra de sedimento. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años (Tabla 195).

En 2023, las estaciones de la masa de agua presentan, un sedimento arenoso, mientras que la estación L-RF10 muestra un sedimento limo-arenoso con un 65% de limos (Tabla 195). Como ya se ha explicado en informes anteriores, esta estación se encuentra en la zona sudeste del golfo de Bizkaia, que se caracteriza por ser un lugar de acúmulo de materia fina debido a las corrientes predominantes en la zona. Estas corrientes cambian de dirección dependiendo de la época del año y en verano establecen una estabilidad de la columna de agua que facilita la deposición y acúmulo de finos y sustancias asociadas.

Tabla 195 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua costera Getaria-Higer y en la estación L-RF10, en la campaña de invierno de 2023.

L-O20 (Fecha de muestreo: 01/03/2023)					L-OI20 (Fecha de muestreo: 07/02/2023)			
Gravas (%)	0,1	Cd	0,08		Gravas (%)	0,1	Cd	0,06
Arenas (%)	98	Cr	58		Arenas (%)	99,9	Cr	16
Limos (%)	2	Cu	17		Limos (%)	0	Cu	<10
MO (%)	1,2	Hg	0,05		MO (%)	3,4	Hg	<0,05
Eh (mV)	399	Ni	29		Eh (mV)	448	Ni	7
		Pb	26				Pb	16
		Zn	110				Zn	71
L-O10 (Fecha de muestreo: 01/03/2023)					**L-BI10 (Fecha de muestreo: 07/02/2023)**			
Gravas (%)	0	Cd	0,12		Gravas (%)	0,4		
Arenas (%)	97,7	Cr	46		Arenas (%)	99,5		
Limos (%)	2,3	Cu	19		Limos (%)	0,1		
MO (%)	2,9	Hg	0,08		MO (%)	1,5		
Eh (mV)	390	Ni	26		Eh (mV)	474		
		Pb	32					
		Zn	123					
L-OI10 (Fecha de muestreo: 09/02/2023)					**L-RF10 (Fecha de muestreo: 07/02/2023)**			
Gravas (%)	0,3	Cd	0,11		Gravas (%)	0	Cd	0,14
Arenas (%)	88,3	Cr	29		Arenas (%)	35,4	Cr	29
Limos (%)	11,4	Cu	15		Limos (%)	64,6	Cu	18
MO (%)	2,4	Hg	0,09		MO (%)	3,4	Hg	0,7
Eh (mV)	284	Ni	16		Eh (mV)	63	Ni	18
		Pb	28				Pb	60
		Zn	103				Zn	144

En cuanto a la variación temporal, el análisis de tendencias muestra una evolución ascendente significativa del potencial redox en L-O10 y un descenso significativo en el contenido de materia orgánica en L-O10, L-OI10 y L-BI10 (Figura 249). La estación L-RF10, a excepción de 2021 y 2023, presenta mayor contenido de materia orgánica que las estaciones de la masa de agua (Figura 249).

En relación con la concentración de metales, en 2023 las concentraciones de Hg y de Pb en la estación L-RF10 continúan superando a las de la masa de agua Getaria-Higer (Tabla 195), posiblemente debido a las características de 'sumidero' de materiales finos y sustancias asociadas que presenta esta zona y que ha sido determinada en estudios científicos realizados en la zona. En 2023, al igual que se observó en 2022, la concentración de Zn también es mayor en L-RF10.

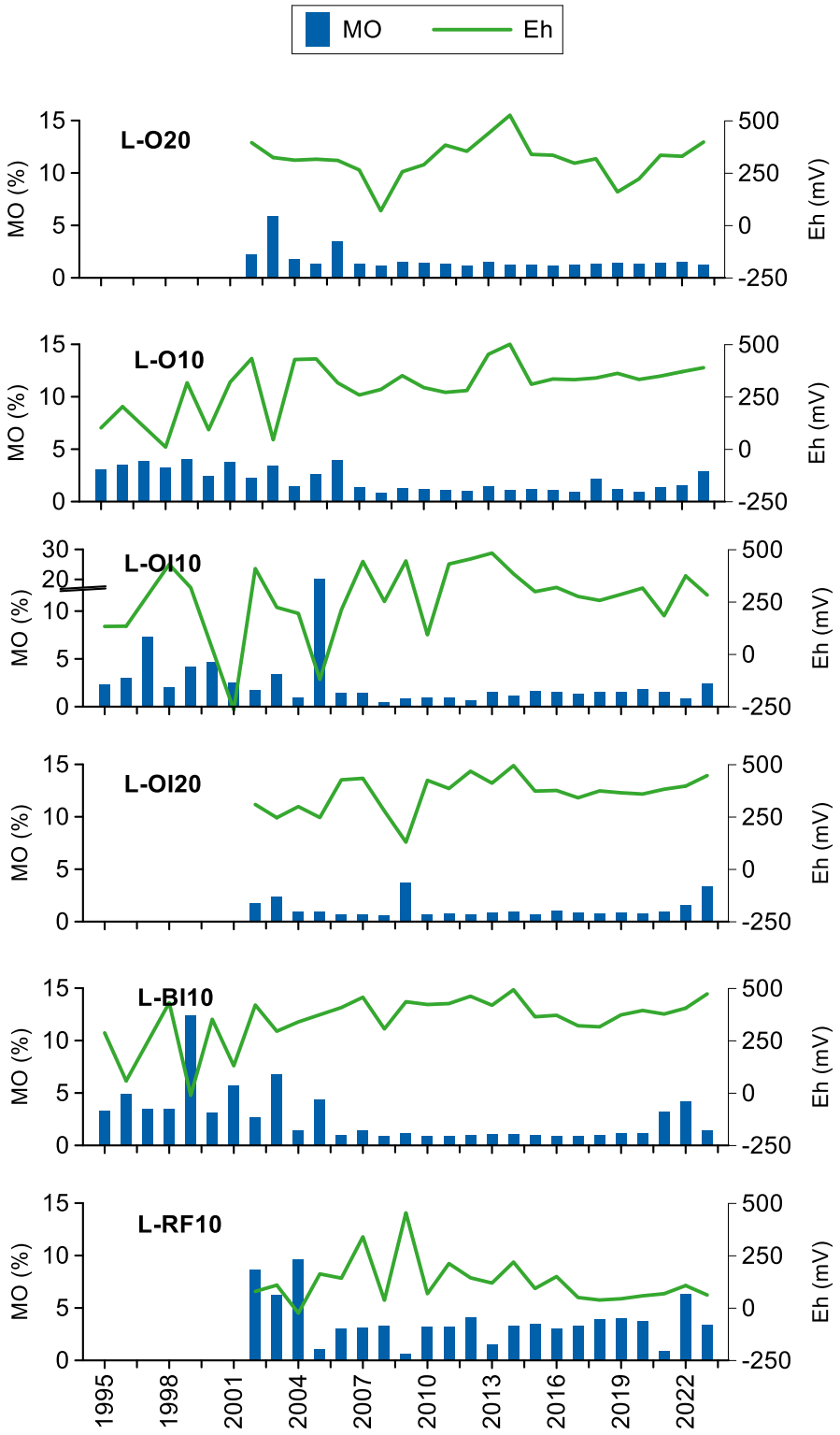


Figura 249 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua costera Getaria-Higer y estación L-RF10 (muestreos de invierno).

La Figura 250 y la Figura 251 muestran la evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados. En relación con el análisis de tendencias a largo plazo, y teniendo en cuenta el período representado en las figuras, en la estación L-OI10 se obtiene un descenso estadísticamente significativo en las concentraciones de Cd, Cu, Hg, Pb y Zn. En la estación L-BI10, en el periodo entre 1995 y 2020, se obtiene un descenso significativo en las concentraciones de Cd, Hg y Zn (posiblemente en relación con el saneamiento, con la puesta en marcha de la

depuradora y el emisario de Atalerreka). En las estaciones L-O10 y L-O20 se observa un incremento estadísticamente significativo en Cr y un descenso significativo en la concentración de Zn, y también de Hg en L-O10 y de Pb en L-O20. En las estaciones L-OI20 y L-RF10 se observa un descenso significativo en las concentraciones de Ni y en la estación L-OI20 también de Zn y Pb.

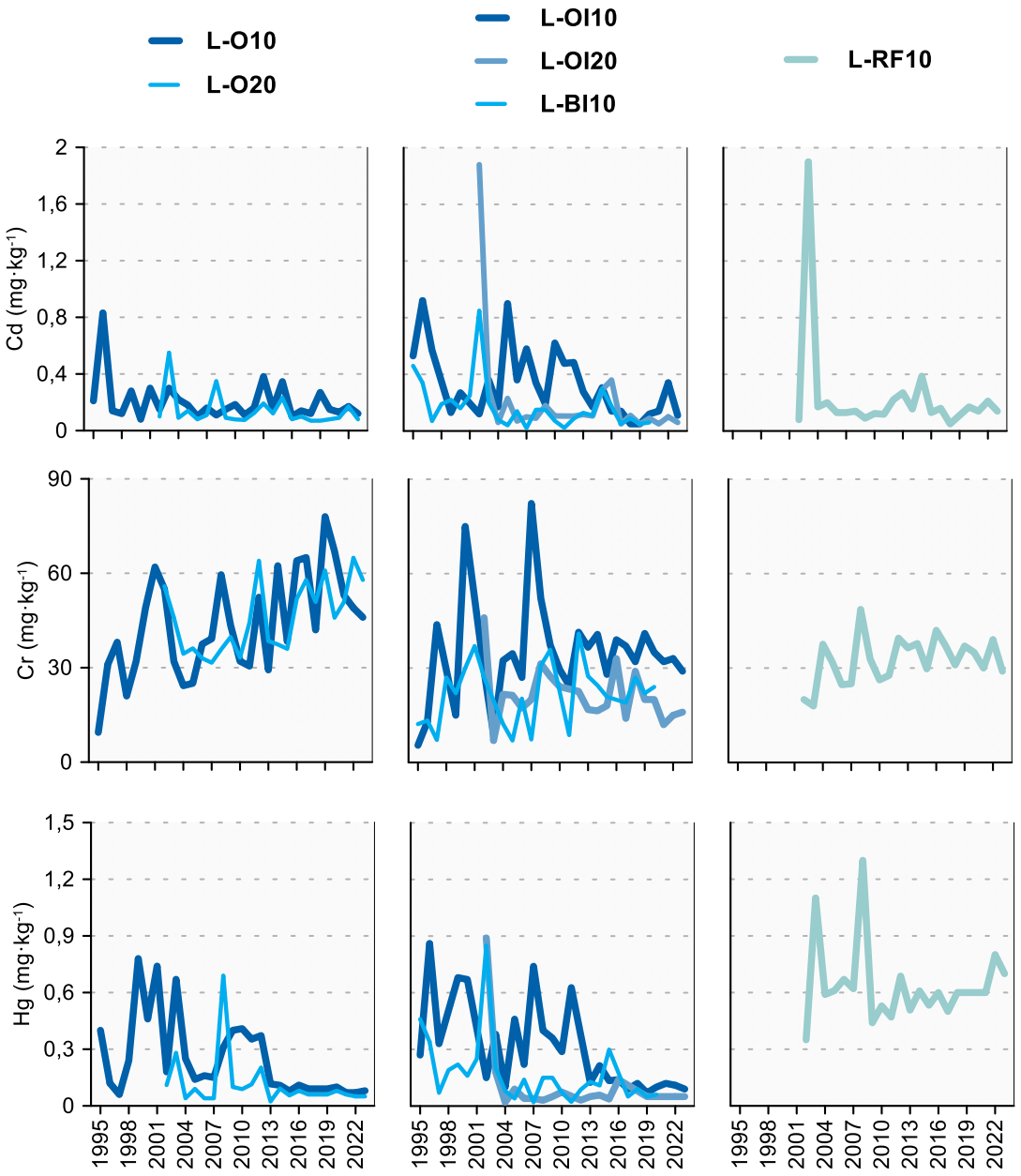


Figura 250 Evolución temporal de la concentración de Cd, Cr y Hg (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Getaria-Higer y estación L-RF10 (muestreos de invierno).

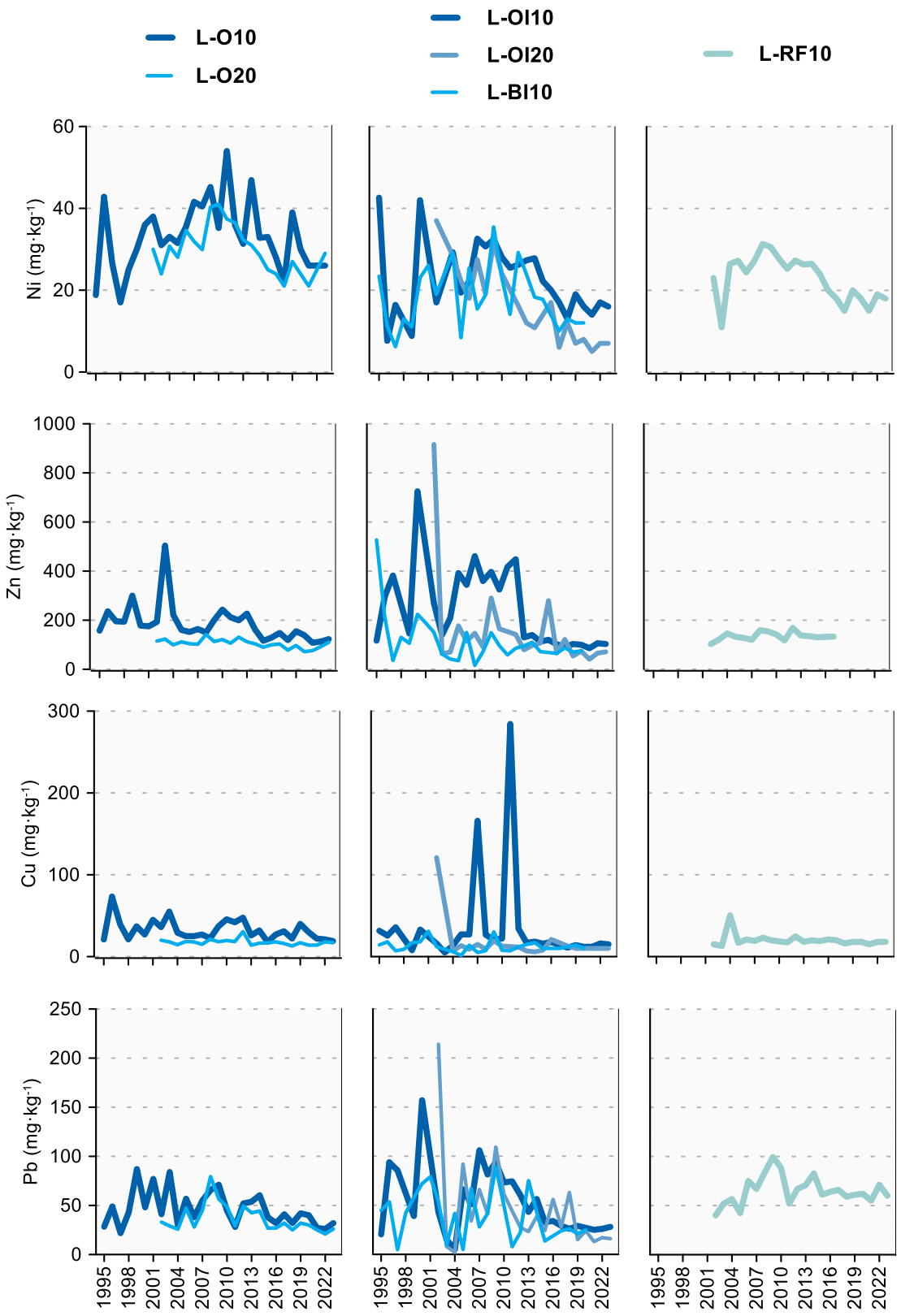


Figura 251 Evolución temporal de la concentración de Ni, Zn, Cu y Pb (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Getaria-Higer y estación L-RF10 (muestreos de invierno).

19.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

19.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a superficial** durante las campañas trimestrales de 2023 oscila en un rango desde 0,27 hasta 1,52 µg·L^{-1}. La variabilidad temporal de la clorofila no sigue un patrón a lo largo de la masa de agua, de hecho, en algunas estaciones de muestreo se mantiene muy estable. El máximo se ha medido en primavera en L-BI10 y coincide con el contenido de agua dulce más alto de todas las medidas anuales (7%).

En la estación de referencia (L-RF10) la concentración de clorofila en superficie varía en un rango muy similar: entre 0,13 µg·L^{-1} (verano) y 1,62 µg·L^{-1} (primavera). En promedio anual, esta estación presenta un contenido de agua dulce ligeramente superior al de la masa costera, lo que indica una influencia importante del río Adour sobre las aguas *offshore* de esta zona.

En el nivel de fondo de las estaciones costeras la concentración de clorofila es bastante similar a la observada en superficie. Otros años se han detectado picos subsuperficiales asociados a condiciones de estratificación termohalina (Broullon et al., 2020). Por el contrario, en las aguas de fondo de L-RF10 la concentración de clorofila es muy baja, como cabe esperar por su profundidad (unos 100 m) y la consiguiente limitación por luz.

La evolución a largo plazo de la biomasa fitoplanctónica en las aguas de superficie se ha estudiado mediante el cálculo del percentil 90 de la clorofila-a (P_{90}) en periodos móviles de seis años, para cada estación de muestreo (Figura 252).

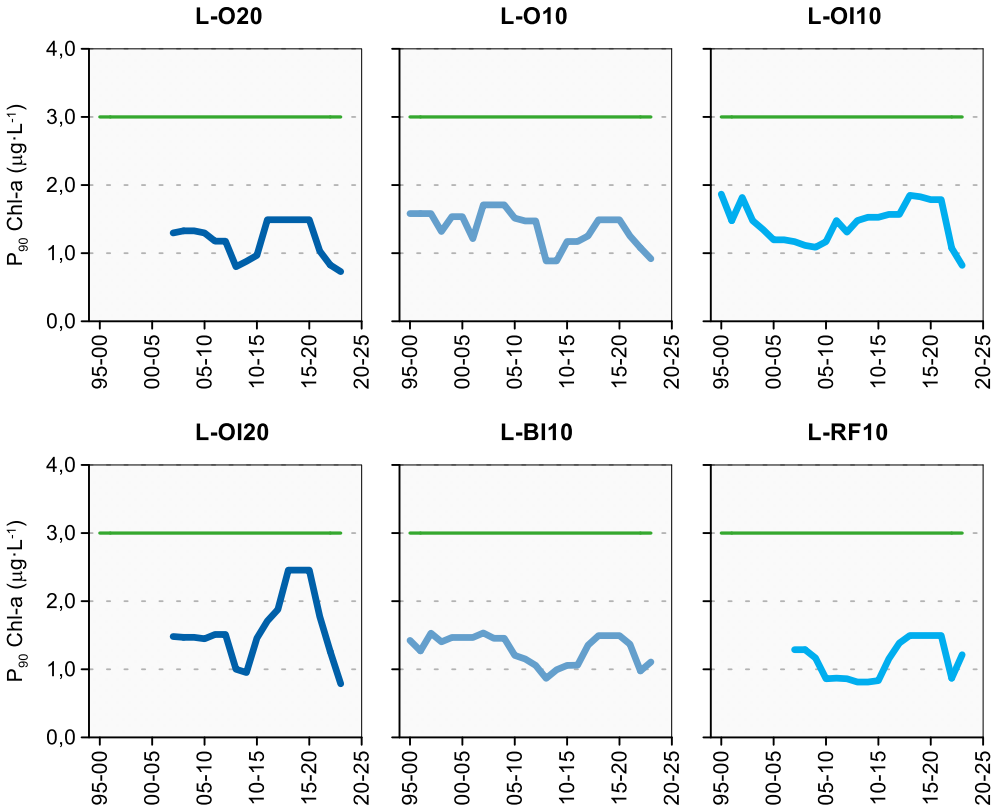


Figura 252 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer (ordenadas de Oeste a Este) y en la estación en mar abierto, utilizada como referencia (L-RF10). Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado para periodos de seis años con datos obtenidos "in situ" en superficie, en cuatro épocas del año. Línea verde: objetivo de calidad para aguas costeras Tipo 12.

En la estación cercana a la desembocadura del Oiartzun (L-OI10), la evolución del P_{90} al comienzo de la serie temporal podría reflejar la respuesta del fitoplancton a las acciones correctoras que redujeron los aportes antrópicos de nutrientes. Como puede verse en la Figura 252, el P_{90} fue en descenso en esa estación hasta el periodo 2004-2009. Esto puede relacionarse con la depuración de las aguas residuales urbanas en la cuenca del Oiartzun, ya que en 1996 comienza a desviarse el vertido del estuario a Cala Murgita. En el año 2001 el emisario submarino de Mompas comienza a recoger parte del vertido de Cala Murgita y, finalmente, en el año 2006, el emisario recoge ya prácticamente todas las aguas residuales de Cala Murgita, salvo en situaciones de rebose, y las vierte tras depuración biológica.

Posteriormente, el P_{90} muestra amplias oscilaciones en todas las estaciones de la masa de agua costera y también en la de referencia, lo que apunta a que está respondiendo a factores no relacionados con la presión antrópica. En este sentido se podría pensar en factores océano-meteorológicos (p.ej., Valencia et al., 2019). Aunque todavía se observan altas concentraciones de nutrientes de origen antropogénico en algunas zonas del estuario del Oiartzun y estos aportes podrían ser utilizados por el fitoplancton en las aguas litorales cercanas, los picos en esas aguas de transición son mucho más moderados en años recientes.

De forma complementaria, se han utilizado datos de clorofila-a obtenidos mediante teledetección. En los capítulos sobre las masas Cantabria-Matxitxako y Matxitxako-Getaria se hacen algunos apuntes sobre la variabilidad espacial del P_{90} obtenido con estos datos a lo largo de la costa vasca. Tal y como se ha explicado antes, algunos de los máximos se observan frente a las desembocaduras del Oria y del Bidasoa. Dichos ríos tienen caudales relativamente altos y, por tanto, la fertilización derivada de sus descargas podría explicar una concentración de clorofila más alta en esta masa de agua que en el resto. Por otra parte, los datos de satélite tienden a sobrestimar la clorofila cuando hay presencia de plumas fluviales que causan turbidez (Revilla et al., 2012).

En la masa Getaria-Higer la evolución del P_{90} calculado con datos de satélite se muestra en la Figura 253. Para ello se ha promediado el valor de P_{90} de todos los pixeles. La serie comienza en el periodo 2003-2008, el primero con seis años completos de datos. Hasta el periodo 2011-2016 se aprecia una tendencia de descenso y, después, ligeras oscilaciones. La masa de agua habría incumplido el objetivo de calidad en los primeros años de la serie, cosa que no sucede con el P_{90} calculado con datos “in situ”. En este sentido, sería importante analizar posibles efectos de sobreestimación y realizar un estudio de validación de límites de clase para el P_{90} obtenido con datos de satélite.

En la estación L-RF10 el P_{90} calculado con datos de satélite ha sido en todo momento menor que el de la masa costera y en los primeros periodos bastante más estable. En los últimos años es cuando más se acortan las diferencias entre el P_{90} de la masa de agua y el de la estación de referencia, y cuando ambos evolucionan de manera más similar (Figura 253). Esto indica que los vertidos locales ya no influyen tanto sobre la clorofila del conjunto de la masa de agua, sino que esta variable está más controlada por factores océano-meteorológicos que actúan a mayor escala espacial.

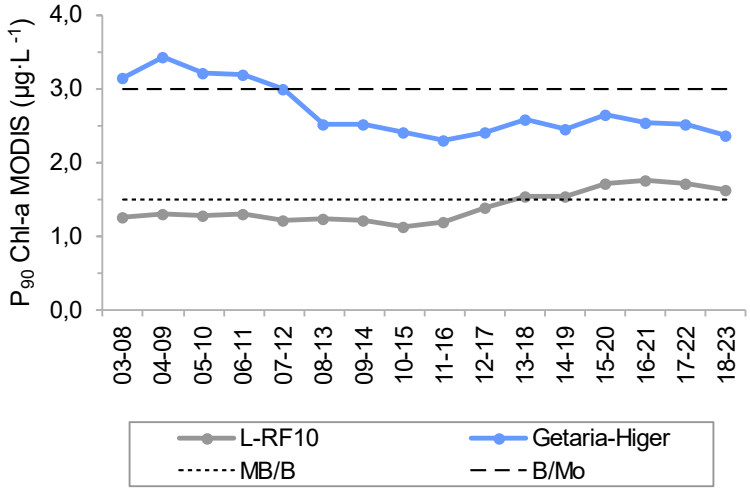


Figura 253 Percentil 90 de clorofila-a (µg L^{-1}) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en la masa de agua y en la estación de referencia. Se muestran los límites de clase entre los estados Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en la Tabla 196 se muestran las variables que describen de manera general a la comunidad fitoplanctónica en la estación L-OI10, que es la que se asume soporta mayor presión antrópica y la que se había visto en años previos que solía presentar las mayores densidades celulares en esta masa de agua.

Tabla 196 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie de la estación costera situada frente al estuario del Oiartzun.

	L-OI10	L-OI10	L-OI10	L-OI10
	02/02/2023	18/05/2023	07/08/2023	23/11/2023
Abundancia (10^3 cél·L^{-1})	160	64	415	60
Diversidad (bit·cel^{-1})	3,5	3,3	3,8	3,7
Riqueza (# *taxa*)	33	35	53	47

Salvo en verano, la abundancia celular de las muestras de superficie de 2023 puede considerarse muy baja. En verano el grupo que más aportó fue el de las diatomeas (40%). Ningún taxón superó el umbral que se utiliza para detectar blooms en las aguas del Cantábrico Oriental (400·10^3 células·L^{-1}).

La comunidad fue en general distinta a la de la estación offshore L-RF10, a pesar de que ambas se muestrearan en el mismo día. Así, las muestras de invierno y primavera de L-RF10 presentaron una abundancia mucho mayor, incluso un bloom de diatomeas en mayo. Además, al contrario que la estación costera, la de referencia mostró su mínimo en verano y en esta la contribución de las diatomeas fue especialmente baja. En otoño las comunidades fueron más similares, con baja abundancia en ambas zonas, aunque los dinoflagelados aportaron más en la de referencia.

En cuanto al **estado asociado al indicador fitoplancton**, en la Tabla 197 se presenta su clasificación para el último periodo de evaluación. Según la clorofila, el estado del fitoplancton en el global de la masa de agua actualmente es **Muy Bueno (EQR = 1,156).** La estación de referencia también presenta muy buen estado, aunque su EQR es inferior al de las estaciones de la masa de agua.

Tabla 197 Calidad biológica del fitoplancton en cada una de las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer, así como en su globalidad, y en la estación de referencia. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (azul: muy buen estado). (*) Media ponderada considerando la representatividad espacial de las estaciones en la superficie de la masa de agua.

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2018-2023	L-O20	0,73	1,370
	L-O10	0,92	1,087
	L-OI10	0,82	1,220
	L-OI20	0,79	1,266
	L-BI10	1,11	0,901
	Costera Getaria-Higer	0,8653*	1,156
	L-RF10	1,21	0,826

La evolución a largo plazo del estado del fitoplancton se muestra en la Figura 254. La primera evaluación de la masa de agua se puede realizar en 2007 (periodo 2002-2007), cuando ya hay datos de clorofila de todas las estaciones de muestreo. En las primeras evaluaciones se observa una tendencia de aumento del EQR, a la cual sigue un descenso acusado que le ha hecho situarse en algunos periodos en la categoría de buen estado. Sin embargo, en los tres últimos ha vuelto a aumentar de manera muy pronunciada.

La estación de referencia presenta con el tiempo patrones similares a la masa costera. Esto indica que hay variaciones que afectan a la clorofila en la zona oriental de la costa vasca y cuya causa no es la presión antrópica. Por ello, aunque pueda haber cierta presión de eutrofización en Getaria-Higer, el fitoplancton está respondiendo en esta masa a procesos que tienen lugar a más amplia escala espacial y cuyo origen sería, posiblemente, de índole océano-meteorológica.

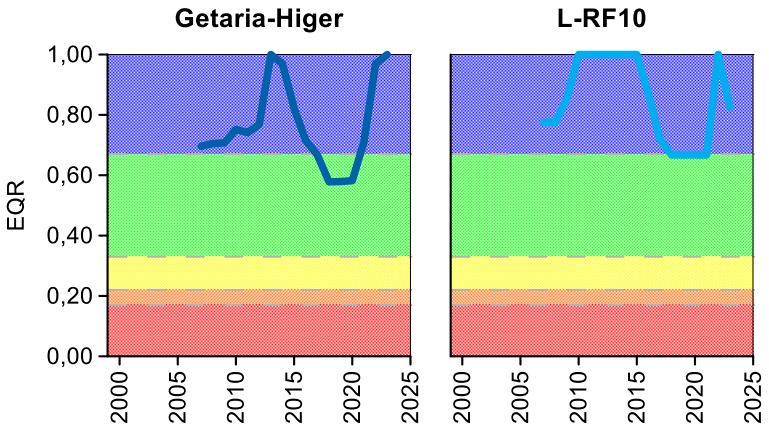


Figura 254 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua costera Getaria-Higer y para la estación de referencia a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

19.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Para el estudio de las macroalgas (y los macroinvertebrados que definen comunidades de sustrato duro) en esta masa de agua, en la campaña de 2023, no se analizó ningún transecto. En cambio, se han tenido en cuenta dos transectos próximos a la desembocadura del Oria analizados en la campaña de 2021, así como los dos transectos próximos a la desembocadura del Urumea y dos transectos próximos a la desembocadura del Bidasoa analizados en 2022. Estos seis transectos abarcan la totalidad de la masa de agua (Figura 243).

En general, todos los transectos presentan valores moderados a altos tanto de riqueza como de

cobertura de poblaciones de macroalgas características, destacando los menores valores de cobertura de las estaciones M-LO5, M-LBI1 y M-LBI2. Precisamente los transectos M-LO5 y M-LBI2 presentan una fracción de algas oportunistas moderadamente alta, en comparación con los bajos valores del resto de transectos. Esto hace que dichos transectos queden calificados en Buen Estado, con el resto de transectos en Muy Buen Estado. Por último, la calificación para las macroalgas de la masa de agua sería de **Estado Muy Bueno** (Tabla 198).

Tabla 198 Calificación de cada indicador de macroalgas y valor de CFR para cada uno de los transectos analizados ($CFR_{transecto}$) en la masa de agua Getaria-Higer en las campañas de 2021 (M-LO3 y M-LO4) y de 2022 (M-LUR3, M-LUR2, M-LOI2, M-LBI1 y M-LBI2). Se muestran también las estaciones a las que se adscribe cada uno de los transectos y el CFR correspondiente ($CFR_{estación}$), así como el CFR global para la masa de agua (CFR_{global}). C=cobertura de las poblaciones de macroalgas características; R=riqueza de poblaciones de macroalgas características; F=fracción de oportunistas. Nota: la estación L-UR10, localizada en Tximistarri, no se muestrea para aguas desde hace años, pero se le asocian estos dos transectos de macroalgas para el cálculo.

Transecto	M-LO3	M-LO5	M-LUR3	M-LUR2	M-LBI1	M-LBI2
C (%)	88,0	68,2	93,6	91,6	68,5	70,3
R (nº de taxones)	7	6	4	7	4	6
F (%)	9,8	21,4	5,2	5,6	3,0	19,6
$CFR_{transecto}$	0,952	0,647	0,912	0,994	0,905	0,676
Estación	L-O20	L-O10	L-UR10*		L-BI10	
$CFR_{estación}$	0,952	0,647	0,953		0,905	
CFR_{global}	0,848					

Si se tiene en cuenta el índice RICQI, salvo el transecto M-LO5 (Estado Moderado), el resto presentarían Buen Estado. Esto es debido a que las comunidades presentes no presentan un grado de similaridad especialmente alto respecto a la comunidad de referencia de Muy Buen Estado y a que no se encontró *C. baccata* (salvo en los transectos M-LBI2 y M-LO3). Además, las coberturas de macroalgas morfológicamente complejas fueron moderadas a bajas. Posiblemente, el fuerte grado de exposición de la costa dificulta el desarrollo de comunidades más complejas y las hace más sensibles a presiones, tanto naturales (p.e., periodos de condiciones océano-meteorológicas especialmente adversas) como antrópicas.

19.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La estación L-O20, situada frente a Zarautz, presenta unos valores de densidad y de riqueza específica (Tabla 199) superiores a los de la pasada campaña de 2022 (630 ind·m^{-2} y 48 *taxa*), con valores de diversidades superiores a los promedios de la serie histórica de la estación (4,39 bit·ind^{-1} para los datos de densidad y 4,10 bit·g^{-1} para los de biomasa) (Tabla 199). Las especies dominantes (*P. armata*, *S. convexus*, *Magelona* sp., *Ampelisca* sp. y *U. pulchella*) caracterizan la comunidad como 'Biocenosis de arenas finas bien calibradas' y son las habituales para la estación. La comunidad presente se encuentra dominada por especies sensibles a la alteración del medio, adscritas al GE I, con densidades relativas importantes también de especies tolerantes e indiferentes a la alteración, lo que permite calificar la estación como no alterada (AMBI=1,2) (Tabla 199).

La estación L-O10 (frente a la desembocadura del Oria), también presenta una densidad en 2023 (Tabla 199) superior a la de la pasada campaña de 2022 (520 ind·m^{-2}), con riqueza específica de las más altas del seguimiento de la estación (39 *taxa* en promedio). Las especies identificadas permiten caracterizar esta comunidad, como la presente en la estación anterior, como 'Biocenosis de arenas finas bien calibradas', destacando los poliquetos *P. armata* y *M. johnstoni*, y el crustáceo *Ampelisca brevicornis*. Domina el GE I, aunque con densidades relativas moderadas de especies tolerantes e indiferentes a la alteración del medio (GEs III y II, respectivamente), calificándose la estación como ligeramente alterada (AMBI=1,2).

Tabla 199 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en las estaciones muestreadas en la masa de agua costera Getaria-Higer. También se muestran la calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	L-O20	L-O10	L-OI10	L-OI20	L-BI10	L-RF10
Densidad	(ind·m^{-2})	1.113	660	1.027	80	337	2.873
Biomasa	(g·m^{-2})	1,136	5,327	12,393	1,944	0,480	3,831
Riqueza	(*# taxa*)	52	52	62	13	31	80
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	4,39	4,92	4,92	3,47	4,31	3,14
Equitabilidad densidad		0,77	0,86	0,83	0,94	0,87	0,50
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	4,10	1,45	1,23	0,93	2,46	4,28
Equitabilidad biomasa		0,72	0,25	0,21	0,25	0,50	0,68
Diversidad máxima	(bit)	5,70	5,70	5,95	3,70	4,95	4,32
AMBI		1,160	1,238	1,532	1,375	1,285	0,987
Clasificación AMBI		Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Nula
M-AMBI$_{estación}$		1,000	1,000	1,000	0,811	0,960	0,729
M-AMBI$_{global}$		0,959					

La estación L-OI10 (frente a la desembocadura del Oiartzun) tiene gran heterogeneidad temporal. La densidad estimada para 2023 es la menor desde la campaña de 2014. En cambio, la riqueza es de las más altas del circalitoral costero en la presente campaña y muestra una tendencia ascendente a lo largo del tiempo (Tabla 199), superando, al igual que la diversidad para las densidades, el promedio del histórico de la estación (39 *taxa* y 3,55 bit·ind^{-1}). Como en las estaciones descritas más arriba, en L-OI10 dominan las especies adscritas al GE I, con abundancia relativa también importante de las especies tolerantes e indiferentes a la alteración (GE III y GE II, respectivamente), lo que explica que la estación quede calificada como ligeramente alterada (AMBI=1,5).

La estación L-OI20 (frente a la cala Asabaratza) presenta valores de densidad y de riqueza específica de entre los menores de las estaciones litorales (Tabla 199). En cualquier caso, la composición faunística de la estación y su heterogeneidad temporal, indican un fuerte hidrodinamismo en la zona. Dominan las especies indiferentes a la alteración (GE II), con una densidad relativa moderada del GE I y del GE III, lo que resulta en un valor de AMBI de 1,4, correspondiente a alteración ligera.

La estación L-BI10 (frente a la desembocadura del Bidasoa) presenta en 2023 un valor de densidad inferior al promedio del seguimiento (568 ind·m^{-2}), pero riqueza y diversidades, para las densidades y para las biomasas, mayores que los respectivos promedios (26 *taxa*, 3,54 bit·ind^{-1} y 1,60 bit·g^{-1}, respectivamente) (Tabla 199). La variabilidad faunística observada a lo largo del seguimiento parece indicar que se trata de una zona inestable, con fuerte hidrodinamismo, lo que evita que se detecte algún patrón regular en la distribución de especies. Respecto al reparto de especies según su sensibilidad/tolerancia a la alteración, dominan las especies del GE II, con densidad relativa moderada de especies sensibles a la alteración (GE I), calificando la estación como ligeramente alterada (AMBI=1,3).

Por último, se ha muestreado también una estación situada fuera del ámbito de aplicación de la DMA (L-RF10) en fondos de 120 m de profundidad, a unas 7 millas frente al litoral de Jaizkibel. En dicha estación se han registrado valores de densidad y de riqueza específica (Tabla 199), por encima de los promedios históricos (990 ind·m^{-2} y 59 *taxa*, respectivamente). Por el contrario, el valor de diversidad específica es el menor del seguimiento de la estación (en promedio, 4,67 bit·ind^{-1}), debido a que una única especie de poliqueto (*Paradiopatra calliopae*) supone el 54% de la abundancia de la estación. Las especies identificadas, que mantienen una gran homogeneidad temporal, permiten caracterizar la zona como de transición entre una 'Comunidad de *Amphiura*' y una 'Comunidad de *Auchenoplax crinita-Paradiopatra bihanica-Ditrupa arietina*'. Esta transición entre comunidades ha sido descrita en la plataforma guipuzcoana a mayor profundidad (160-225 m) (Martínez y Adarraga, 2001). En cuanto al

reparto de grupos ecológicos, dominan las especies sensibles y, aunque la densidad relativa de oportunistas de segundo orden no es menor, la estación obtiene una calificación de alteración nula (AMBI=1,0).

Los valores de M-AMBI en 2023 califican las estaciones analizadas en Muy Buen estado, a excepción de la estación L-RF10, con Buen estado (Tabla 199). Con estos resultados (sin el valor de M-AMBI de L-RF10 al no estar en la DMA), la valoración global para la masa de agua es de **Muy Buen estado**.

Respecto a la evolución temporal de M-AMBI, todas las estaciones analizadas presentan un estado entre Bueno y Muy Bueno a lo largo del seguimiento, salvo por algunos mínimos puntuales que hicieron que la calificación de las estaciones L-O20, L-OI10, L-OI20, L-BI10 y L-RF10 fuese de Estado Moderado en algunas campañas, e incluso Deficiente en el caso de la estación L-OI20 en la campaña de 2003 (Figura 255). Esta última estación se encuentra cerca del lugar autorizado de vertido de sedimentos de dragado, por lo que en algunos momentos puede verse afectada por éstos. Como ya se ha indicado en informes anteriores (Borja *et al.*, 2023), destaca que, a partir de 2002-2003, todas las estaciones analizadas parecen mostrar cierta tendencia positiva, especialmente aquellas que se han podido ver más influenciadas por el saneamiento, como L-OI10, L-OI20 y L-BI10. De hecho, esto coincide con los resultados observados en sedimentos, en que hay un decremento en la concentración de materia orgánica (especialmente a partir de 2005) y, en algunos casos, un incremento del potencial redox, que son variables asociadas a la mejora de la calidad del medio debido al saneamiento, y que pueden ser la causa de la mejora en el índice de calidad de macroinvertebrados.

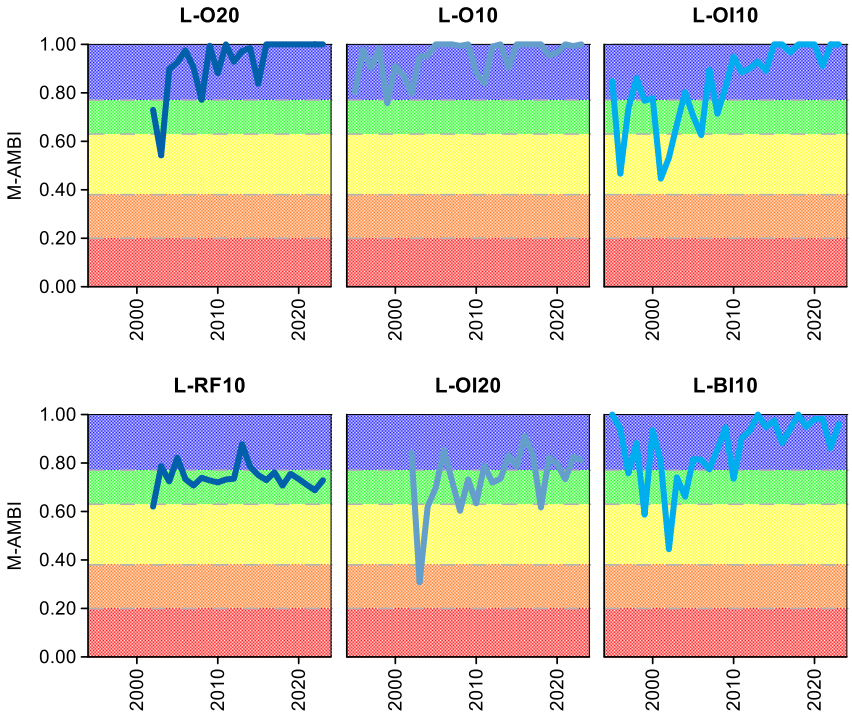


Figura 255 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las cinco estaciones muestreadas en la masa de agua de costera Getaria-Higer, y en la estación L-RF10 (frente al litoral de Jaizkibel, aunque más allá del ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua), a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

19.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Esta masa de agua no ha experimentado cambios reseñables en las condiciones hidromorfológicas a lo largo de 2023 y con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica **Bueno**.

Tabla 200 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa costera Getaria-Higer
Alteración de la línea de costa 1a	2
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	0
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	0
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	0,88 Bueno
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	0
Cambio en la turbidez 8b	1
Cambio en la estratificación 9a	1
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,92 Bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,89 Bueno

20.

Masa costera Mompas-Pasaia

20.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua costera de Mompas-Pasaia se analiza una estación litoral, con diferente periodicidad dependiendo de los elementos, y una de macroalgas, que se ha muestreado cada tres años entre 2004 y 2022, habiéndose añadido otra estación de macroalgas (M-LOI3) en 2019 (Figura 256). Hay que hacer notar que AZTI realiza el seguimiento del emisario submarino de San Sebastián, para la Diputación Foral de Gipuzkoa y Aguas del Añarbe, en estaciones de muestreo complementarias a éstas, por lo que, a veces, se han utilizado también éstas para contrastar los resultados.

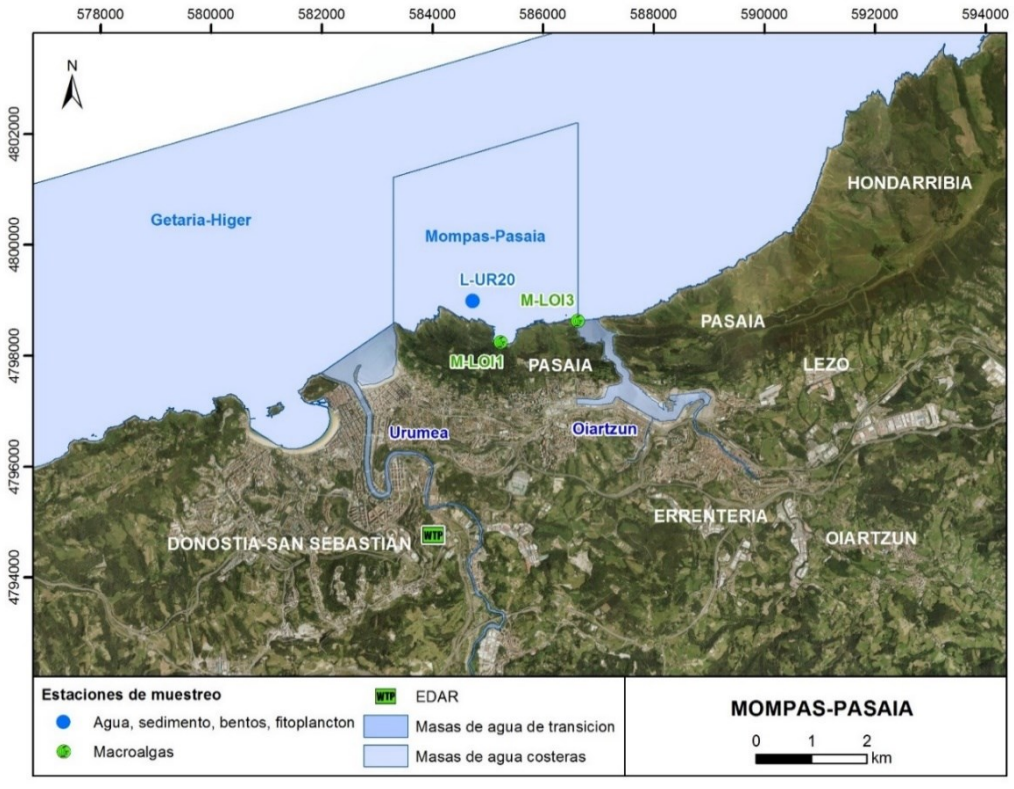


Figura 256 Ubicación de estaciones en la masa de agua costera de Mompas-Pasaia.

La masa de agua costera Mompas-Pasaia se diagnostica en la campaña de 2023 en **Buen Estado**, puesto que alcanza el buen estado ecológico y el buen estado químico (Tabla 201 y Figura 257). Esta situación de cumplimiento de objetivos medioambientales se ha dado desde 2016 (Figura 257), aunque antes se incumplió el estado químico en 2013, por lo que parece que el sistema se esté recuperando y asimilándose a la masa de agua de Getaria-Higer, que la rodea.

Tabla 201 Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua costera Mompas-Pasaia en 2023. Claves: Macroinvertebrados (MI), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB), bueno (B) y peor que bueno (<B). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado Ecológico	Estado químico	Estado
L-UR20	Litoral de Mompás (Urumea)	MB	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B
Mompas-Pasaia		MB	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B

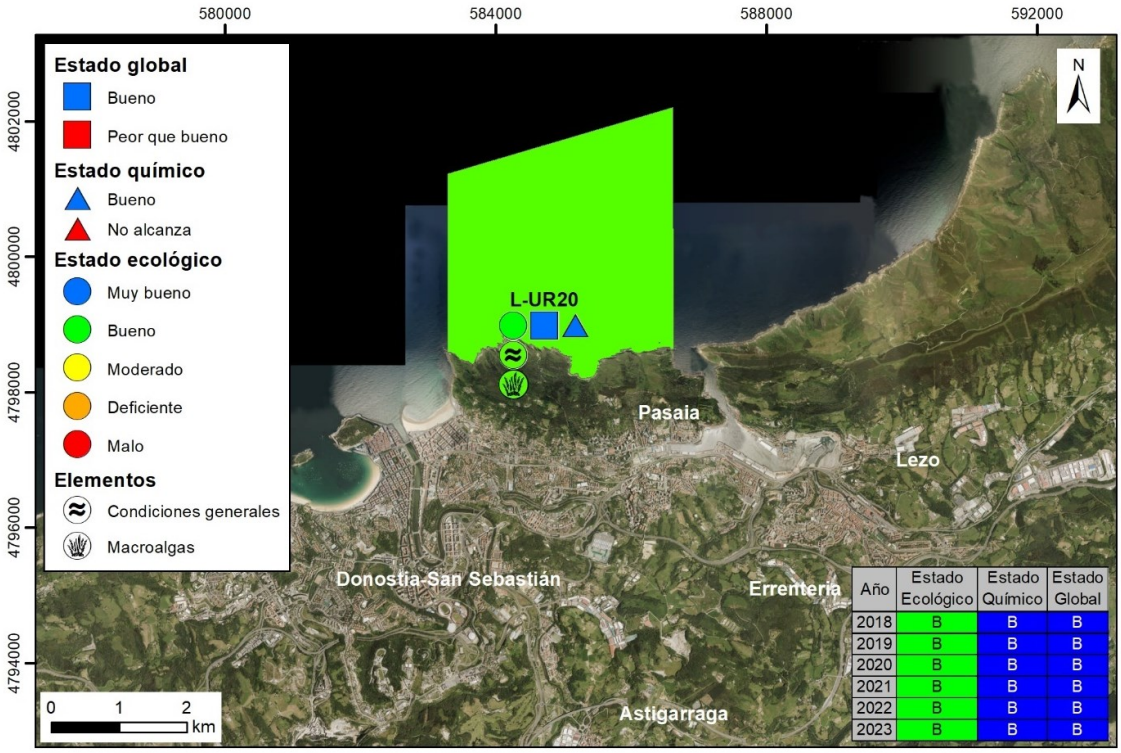


Figura 257 Masa de agua costera de Mompas-Pasaia: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2023, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Esta masa de agua ha pasado por diversas vicisitudes, como el vertido de las aguas residuales de la cuenca del Urumea por el colector de Mompas, que fue eliminado en 2001 para realizar los vertidos por el emisario submarino, siendo además depurados a partir de 2007. Por otro lado, los vertidos del estuario del Oiartzun se derivaron a la cala Murgita en 1996 y estuvieron activos hasta 2001, año en que se unieron al emisario de Mompas. Todo esto hizo que la zona estuviera en mal estado ecológico a comienzos de la serie de datos (1995-1998). Sin embargo, una vez concluido el saneamiento, la calidad del medio ha ido mejorando ostensiblemente con el tiempo, como se observa en los indicadores fisicoquímicos asociados a aguas y sedimentos, así como en la mejoría de los indicadores de fitoplancton, macroinvertebrados y macroalgas y el estado químico.

20.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

20.2.1. Aguas

20.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 214 del Anexo se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las cuatro campañas de 2023, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, la estación L-UR20 cumple con los objetivos de calidad, tal y como revela la media calculada para cada variable en los últimos seis años (Tabla 202). La masa de agua costera de Mompas-Pasaia se califica en estado **Bueno**.

Tabla 202 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua costera de Mompas-Pasaia mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
L-UR20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		102,70	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤6,7	1,6	2,69	Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤12,9	1,6	2,07	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,65	0,16	0,20	Muy Bueno

En la Figura 258 se muestra la evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en la estación L-UR20, en el periodo de 1995 a 2023.

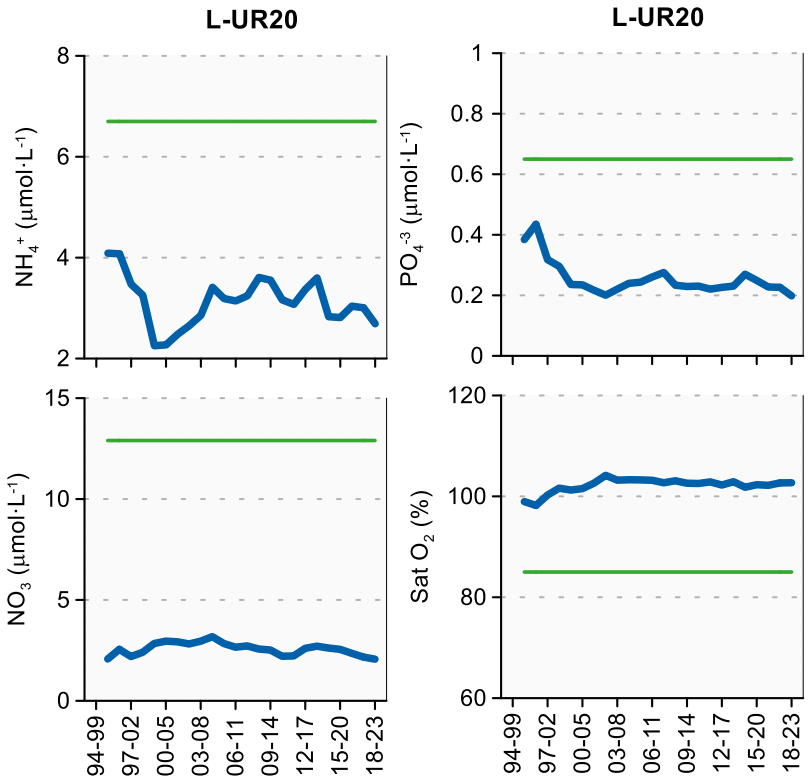


Figura 258 Evolución temporal de ciclos de seis años de la concentración media del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Mompas-Pasaia en el periodo que abarca desde 1995 a 2023. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Peor que Bueno.

Excepto una tendencia significativa (p<0,05), la disminución de la concentración de fosfato, en las series de datos disponibles de la estación L-UR20 no se observan tendencias significativas de los valores de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico (Figura 258).

Todas las variables fisicoquímicas cumplen los objetivos de calidad a lo largo de toda la serie histórica disponible. Esto indica que la eliminación del vertido de Cala Murgita, junto con el desvío al emisario de Mompas y su depuración biológica, han contribuido a mantener un buen nivel de calidad del agua.

El percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 no muestra una tendencia significativa a lo largo de la serie, estando siempre en muy buen estado (Figura 259).

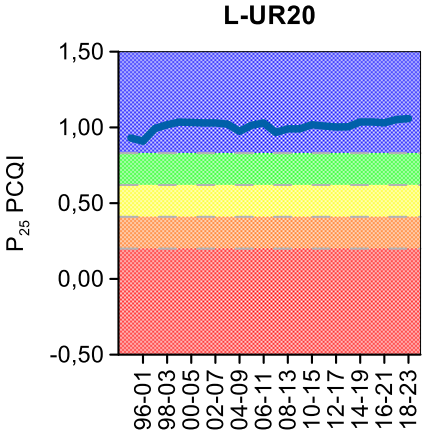


Figura 259 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2023 de la estación de muestreo L-UR20 de la masa de agua costera Mompas-Pasaia. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

20.2.1.2. Sustancias preferentes y sustancias prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2023 implica que la masa alcanza el **Muy Buen** estado en la estación de estudio (Tabla 203). Desde 2008 el estado por sustancias preferentes fue bueno en 2009 y 2010, y el resto de los años ha sido muy bueno. Esta mejoría parece que tiene que ver también con el saneamiento y la depuración de las aguas antes de su vertido por el emisario.

Tabla 203 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua costera Mompas-Pasaia en 2023.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-UR20	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	Muy bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	Muy bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2023 indica que esta masa de agua alcanza el **Buen estado químico** (Tabla 204). Esta situación se ha dado desde 2008, excepto en 2013, que no alcanzó el buen estado químico por presencia de cadmio.

En el caso del Benzo(g,h,i)perileno, supera el NCA-CMA; de los cuatro datos obtenidos solo hay uno, el de agosto, que supera el límite de cuantificación y también la norma del máximo anual. Además, de los 40 datos para esta sustancia en las estaciones litorales, solo hay dos datos que superan tanto el límite de cuantificación como la NCA-CMA, considerando un nivel bajo de confianza de los datos. Por ello, se puede indicar que esta masa cumple con el estado químico.

Tabla 204 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua costera Mompas-Pasaia en 2023, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-UR20	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	0,0015	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	0,0012	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	0,00150	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	0,00400	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,00271	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,00800	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	0,02850	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	0,09000	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	0,00120	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

En la Figura 260 se recoge la evolución de la concentración media de los metales para el periodo comprendido entre 1995 y 2023 para la estación L-UR20.

A lo largo de la serie temporal, níquel, zinc y cobre cumplen siempre las normas de calidad. Excepto el cadmio, el resto de los metales no superan la NCA-MA establecida para cada uno de ellos. Cadmio y plomo, que tenían algunos incumplimientos al comienzo de la serie, cumplen a partir de 2011-2012, al igual que mercurio (Figura 260).

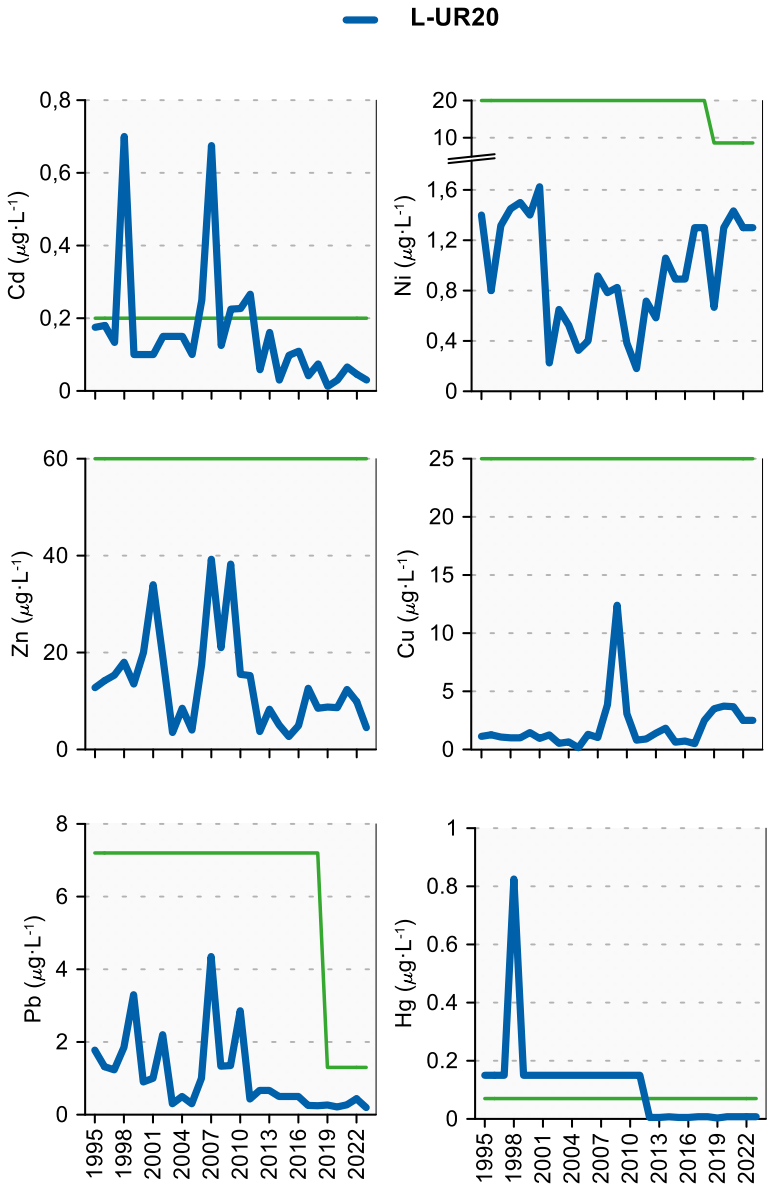


Figura 260 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua costera de Mompas-Pasaia en el periodo que abarca desde 1996 a 2023. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

20.2.2. Sedimentos

El sedimento de esta masa se muestreó en febrero de 2023. Las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años (Tabla 205).

En la campaña de 2023 el sedimento es predominantemente arenoso (Tabla 205). Respecto a la evolución temporal de las características sedimentarias, el potencial redox ha aumentado significativamente desde el comienzo de la serie, lo que coincide con una disminución significativa en el contenido de materia orgánica (Figura 261).

En relación con el análisis de tendencias a largo plazo de la concentración de metales en la fracción fina de los sedimentos del período representado en la Figura 262, se observa un descenso estadísticamente significativo en las concentraciones de Cd, Cu, Hg, Pb y Zn, y un incremento estadísticamente significativo en la concentración de Cr.

Tabla 205 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en mg·kg^{-1}, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa costera Mompas-Pasaia en la campaña de invierno de 2023.

L-UR20 (Fecha de muestreo: 09/02/2023)			
Gravas (%)	0,4	Cd	0,11
Arenas (%)	95,5	Cr	37
Limos (%)	4,2	Cu	17
MO (%)	1,1	Hg	0,09
Eh (mV)	353	Ni	18
		Pb	27
		Zn	99

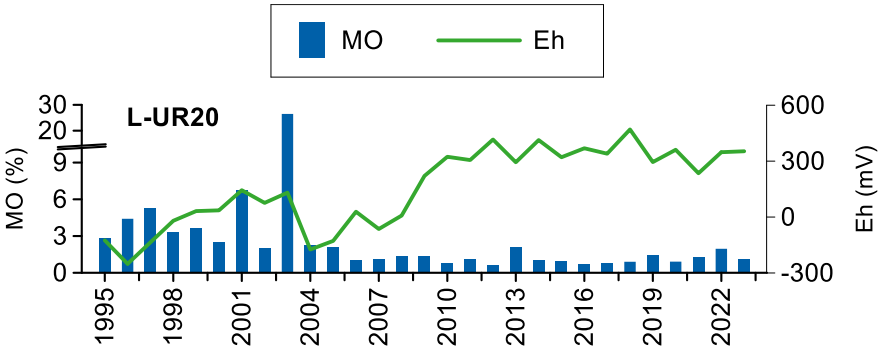


Figura 261 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa costera Mompas-Pasaia (muestreos de invierno).

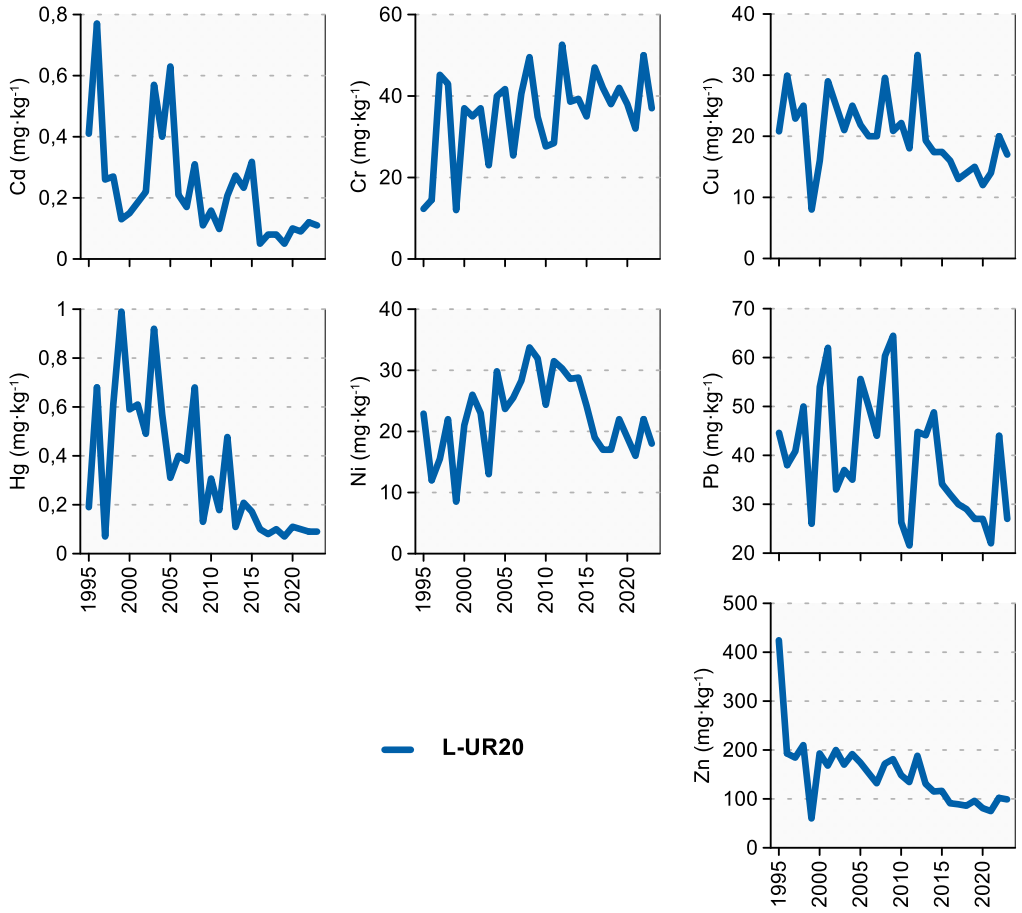


Figura 262 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa costera Mompas-Pasaia (muestreos de invierno).

20.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

20.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a superficial** en las campañas trimestrales de 2023 oscila entre 0,39 µg·L^{-1} (verano) y 0,77 µg·L^{-1} (invierno). Respecto a las aguas de fondo, la estación L-UR20 muestra un rango muy similar, aunque el máximo se registra en otoño. Por tanto, la variabilidad temporal es muy leve y tampoco se encuentran diferencias remarcables en el eje vertical de la columna de agua. La fracción de agua dulce en L-UR20 durante las cuatro campañas no es alta, en promedio 2% en superficie y 1% en fondo.

La estación de referencia L-RF10, aunque se encuentra en una zona más exterior de la plataforma costera, está sujeta a la influencia de los aportes del río Adour y ello se refleja en la fracción de agua dulce de superficie (en promedio 4%). En esta estación *offshore*, situada sobre unos 100 m de profundidad, la variabilidad temporal de la clorofila superficial es más marcada. Así, aunque también registra el mínimo en verano (0,13 µg·L^{-1}), muestra valores de clorofila bastante más altos en el resto de las campañas y el máximo se mide en primavera (1,62 µg·L^{-1}).

La evolución a largo plazo de la biomasa fitoplanctónica en las aguas de superficie se ha estudiado mediante el percentil 90 de la clorofila-a (P_{90}) en periodos móviles de seis años. Como puede verse en la Figura 263, la estación L-UR20 ha cumplido el objetivo de calidad (<3 µg·L^{-1}) durante la totalidad del seguimiento. En esta estación el P_{90} presenta oscilaciones a lo largo de los años, algunas de las cuales son similares a las señaladas para la estación L-OI10 (véase el capítulo sobre Getaria-Higer).

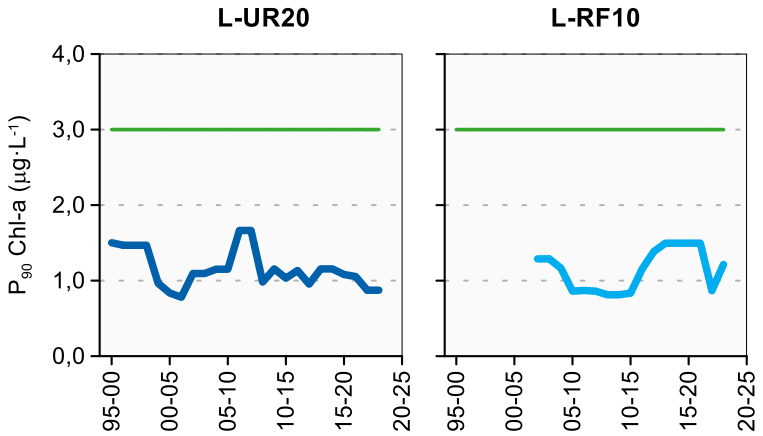


Figura 263 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en la estación de la masa de agua costera Mompas-Pasaia y en la estación *offshore* utilizada como referencia (L-RF10). Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado para periodos de seis años con datos obtenidos "in situ" en superficie, en cuatro épocas del año. Línea verde: objetivo de calidad para aguas costeras Tipo 12.

Las estaciones L-UR20 y L-OI10 se localizan a poca distancia del vertido del emisario de Mompas y de la desembocadura del estuario del Oiartzun. El P_{90} en ambas siguió una tendencia de descenso a comienzos de la década de 2000. Esto coincidió con el desvío de los vertidos que tenían lugar dentro del estuario hacia zonas con mayor hidrodinamismo en la costa, y con la puesta en marcha de su depuración biológica. Posteriormente, en torno al periodo 2006-2011 se pudo observar un repunte de la clorofila en ambas estaciones, aunque luego la evolución ha sido distinta en estas dos estaciones.

De forma complementaria, se han utilizado datos diarios de teledetección. En la Figura 264 se presenta el mapa de P_{90} en Mompas-Pasaia y en las aguas de su entorno cercano, calculado con los datos de los últimos seis años. Mediante esta imagen se puede observar como el P_{90} presenta un gradiente de aumento desde las aguas exteriores hacia el interior de la plataforma costera. Esta distribución espacial

puede tener origen en la presión antrópica (mayor cuanto más cerca del litoral, especialmente donde los núcleos de población son mayores). También debe considerarse la influencia de factores naturales, como son la disposición de los ríos y su caudal. En cierta medida, esto explicaría la mayor concentración de clorofila que suelen presentan las zonas cercanas a las desembocaduras del Urumea y del Oiartzun.

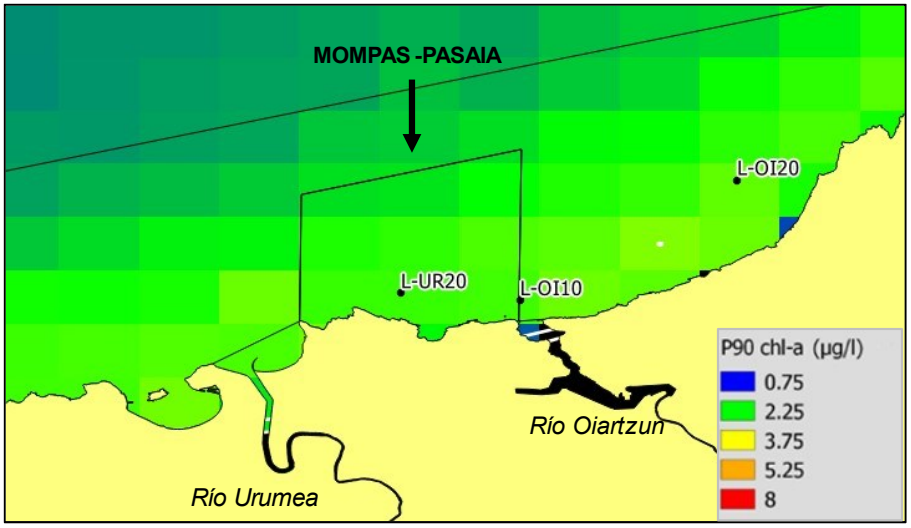


Figura 264 Percentil 90 de clorofila-a calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, entre 2002 y 2023.

En la Figura 265 se representa la evolución temporal del P_{90} calculado con datos del satélite, para la masa de agua y para la estación de referencia. En la masa de agua los valores resultan mucho mayores que los obtenidos con la clorofila medida "in situ" trimestralmente en la estación L-UR20 (Figura 263).

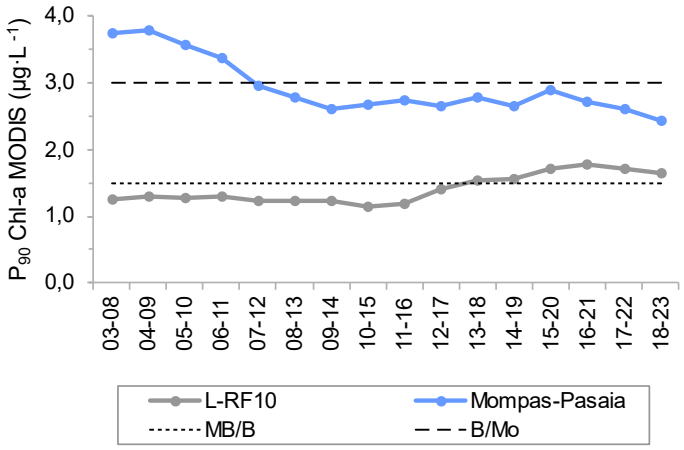


Figura 265 Percentil 90 de clorofila-a (µg L^{-1}) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en la masa de agua Mompas-Pasaia y en la estación de referencia (L-RF10). Se muestran los límites de clase entre los estados Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado.

El primer periodo para el cual se dispone de seis años de datos del satélite MODIS es 2003-2008 (Figura 265). En la masa de agua hasta el periodo 2009-2014 se aprecia una tendencia de descenso y posteriormente leves oscilaciones que en los últimos años tienden a conducirla a valores mínimos. Esta tendencia resulta muy similar a la observada en la masa Getaria-Higer, aunque aquella presenta valores ligeramente más bajos.

En la estación *offshore* el P_{90} calculado con datos diarios de satélite permanece muy estable al comienzo de la serie, pero en el periodo 2011-2016 comienza a aumentar y mantiene esa tendencia de manera sostenida hasta los dos periodos más recientes (Figura 265). Este aumento podría deberse a

factores océano-meteorológicos, dado que la estación se encuentra alejada de fuentes de vertido.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en la Tabla 206 se muestran las variables que describen de manera general a la comunidad: abundancia total, diversidad (índice de Shannon, H') y riqueza de especies. Estas variables se midieron sólo en superficie. Se muestran también los resultados de la estación marina de referencia.

Tabla 206 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie en la estación costera y en una estación offshore situada en la zona oriental de la plataforma (L-RF10).

	L-UR20	L-UR20	L-UR20	L-UR20
	02/02/2023	18/05/2023	07/08/2023	23/11/2023
Abundancia (10^3 cél·L^{-1})	477	104	317	65
Diversidad (bit·cel^{-1})	2,8	3,2	3,2	3,3
Riqueza (# taxa)	28	39	42	55
	L-RF10	L-RF10	L-RF10	L-RF10
	02/02/2023	18/05/2023	07/08/2023	23/11/2023
Abundancia (10^3 cél·L^{-1})	1302	1359	64	194
Diversidad (bit·cel^{-1})	3,3	2,2	2,8	3,7
Riqueza (# taxa)	39	41	27	64

Se ha visto conveniente compararlas también con la estación L-OI10, cuyos resultados se muestran en el capítulo sobre Getaria-Higer. Las campañas se realizaron durante los mismos días en las tres estaciones.

La estación L-UR20 es muy similar a L-OI10 en cuanto a densidad total de fitoplancton y, como en aquella, tampoco se observan floraciones. Sin embargo, los valores de abundancia en la estación de referencia L-RF10 superan a los de las estaciones costeras en todas las épocas salvo en verano (Tabla 206).

La composición florística es muy similar entre las tres estaciones durante la campaña de invierno, con las haptofitas *Chrysochromulina/Imantonia/Phaeocystis* como taxón de primer orden, amplia representación de criptofitas y muy pocas diatomeas.

La campaña de primavera es la que más diferencia a la estación de referencia L-RF10, donde la comunidad es rica en diatomeas y se contabiliza un bloom de *Leptocylindrus danicus/hargravesii* ($833 \cdot 10^3$ células·L^{-1}). Por su parte, las estaciones costeras siguen estando dominadas por pequeños flagelados.

En verano la estación de referencia presenta una comunidad más pobre, constituida básicamente por pequeño flagelados y dinoflagelados gymnodiniales. Por el contrario, en las estaciones costeras las diatomeas aportan una mayor contribución a la abundancia.

Las muestras de otoño son bastante similares en composición, constituyendo las criptofitas y los dinoflagelados el grueso de la abundancia celular. Las diatomeas son, sin embargo, el grupo que más contribuye a la riqueza en los tres puntos de medida, con un número de taxones entre 26 y 32.

En relación con el **estado del fitoplancton** (Tabla 207) en la masa de agua Mompas-Pasaia (estación L-UR20) la clorofila en el último periodo indica que es **Muy Bueno (EQR = 1,149)**, correspondiéndole la misma categoría a la estación de referencia.

Tabla 207 Calidad biológica del fitoplancton en la masa de agua costera Mompas-Pasaia y en la estación de referencia. Se indica el valor de la métrica, el ratio de calidad ecológica (EQR) y la clasificación correspondiente (azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2018-2023	L-UR20	0,87	1,149
	Costera Mompas-Pasaia		
	L-RF10	1,21	0,826

La evolución a largo plazo del EQR basado en Chl-a se muestra en la Figura 266. En Mompas-Pasaia (estación L-UR20) y en la estación de referencia L-RF10 la calificación que se obtiene casi siempre es de muy buen estado, y esporádicamente de buen estado. Sin embargo, en algunos periodos los valores de EQR han diferido apreciablemente entre ambas estaciones.

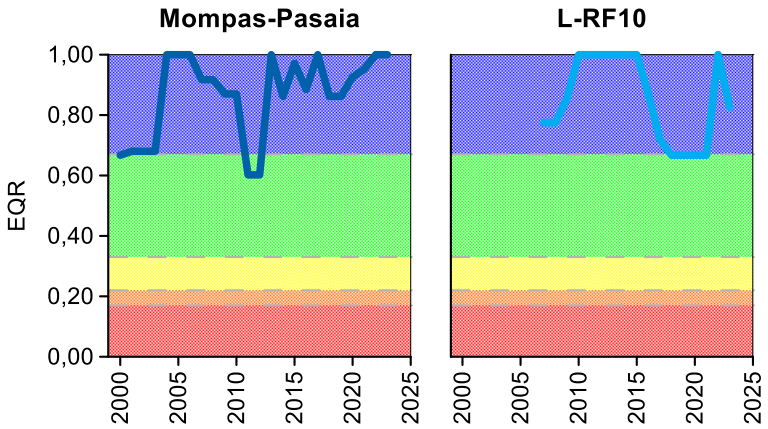


Figura 266 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua costera Mompas-Pasaia y para la estación de referencia a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

20.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Para el estudio de las macroalgas (y los macroinvertebrados que definen comunidades de sustrato duro) en esta masa de agua, en la campaña de 2023 no se analizó ningún transecto. En cambio, se han tenido en cuenta sendos transectos situados en la cala Murgita y en la desembocadura del Oiartzun analizados en la campaña de 2022. Estos dos transectos abarcan la totalidad de la masa de agua (Figura 256).

En general, la cobertura de las poblaciones de macroalgas características es relativamente alta en ambos transectos, y su riqueza es también moderadamente alta. Sin embargo, la fracción de algas oportunistas es moderada en el transecto M-LOI1, situado en la cala Murgita, lo que limita su calificación, a partir del índice CFR, a Buen Estado, frente al Muy Buen Estado del transecto situado frente a la bocana del puerto de Pasaia (M-LOI3) (Tabla 208). Este resultado es acorde al ofrecido por el índice RICQI, que también califica la estación M-LOI1 en Buen Estado (no se estimó para el transecto M-LOI3, debido a que su fuerte pendiente impide la aplicación del método). En este caso, los factores limitantes resultaron la ausencia del alga *C. baccata* y el grado de similaridad no especialmente alto respecto a una comunidad que pudiera considerarse de referencia.

Con estas calificaciones, la valoración global de las poblaciones de macroalgas intermareales de la masa de agua costera Mompás-Pasaia sería de **Buen Estado** (Tabla 208).

Tabla 208 Calificación de cada indicador de macroalgas y valor de CFR para los transectos analizados en la campaña de 2022 (M-LOI1 y M-LOI3). Se muestra también la estación a la que se adscriben los transectos y el CFR correspondiente ($CFR_{estación}$), así como el CFR global para la masa de agua (CFR_{global}). C=cobertura de las poblaciones de macroalgas características; R=riqueza de poblaciones de macroalgas características; F=fracción de oportunistas.

Transecto	M-LOI1	M-LOI3
C (%)	71,2	80,6
R (nº de taxones)	6	5
F (%)	20,5	11,5
$CFR_{transecto}$	0,671	0,878
Estación	L-UR20	
$CFR_{estación}$	0,775	
CFR_{global}	0,775	

20.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La estación L-UR20, situada en las proximidades del antiguo colector del Urumea, registra una población de macroinvertebrados bentónicos con una densidad y una riqueza específica altas (Tabla 209) en relación con los promedios históricos (1.231 ind·m^{-2} y 32 *taxa*, respectivamente). La comunidad presente se encuentra dominada por especies tolerantes a la alteración (GE III), aunque con densidad relativa moderada del GE I, lo que hace que la calificación de la estación, en términos de AMBI, sea de alteración ligera (AMBI=2,1).

El valor de M-AMBI estimado para 2023 apoya la calificación obtenida a partir del índice AMBI. Así, la estación presenta **Muy Buen Estado** (Tabla 209). Al estar la masa de agua caracterizada por una única estación, su calificación es también de **Muy Buen Estado**.

Tabla 209 Principales parámetros estructurales, valor de AMBI y clasificación correspondiente, para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en la estación muestreada en la masa de agua costera Mompas-Pasaia. También se muestra la calificación según M-AMBI para la estación ($M\text{-}AMBI_{estación}$) y para el global de la masa de agua ($M\text{-}AMBI_{global}$), que en este caso son coincidentes.

Parámetro	Unidad	L-UR20
Densidad	(ind·m^{-2})	1.663
Biomasa	(g·m^{-2})	6,142
Riqueza	(*# taxa*)	62
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	3,87
Equitabilidad densidad		0,65
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	2,23
Equitabilidad biomasa		0,37
Diversidad máxima	(bit)	5,95
AMBI		2,075
Clasificación AMBI		Alteración Ligera
$M\text{-}AMBI_{estación}$		0,955
$M\text{-}AMBI_{global}$		0,955

Respecto a la evolución temporal de M-AMBI, se observa una clara tendencia positiva desde el valor mínimo de EQR obtenido en la campaña de 1997 (0,1; Figura 267), correspondiente a Mal Estado, alcanzando el Muy Buen Estado desde 2003.

Esta tendencia está relacionada con el plan de saneamiento de las comarcas de Donostialdea y Oarsoaldea, que, tras diferentes etapas, culminaron con la entrada en funcionamiento en 2001 de un emisario submarino que desviaba los vertidos a una zona más alejada de la costa y a la entrada en funcionamiento de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Loiola en 2005. A lo largo de este informe se observa en la serie histórica de datos que la concentración de oxígeno disuelto ha aumentado, ha disminuido la materia orgánica en el sedimento, se ha incrementado el potencial redox (pasando de muy negativo a muy positivo), y disminuye la concentración de muchos contaminantes en aguas y sedimentos, lo que se ha traducido en la recuperación de las comunidades bentónicas de

sustrato blando, como se observa en la estación L-UR20, pero también en los muestreos realizados para la Diputación Foral de Gipuzkoa en otras estaciones de la masa de agua.

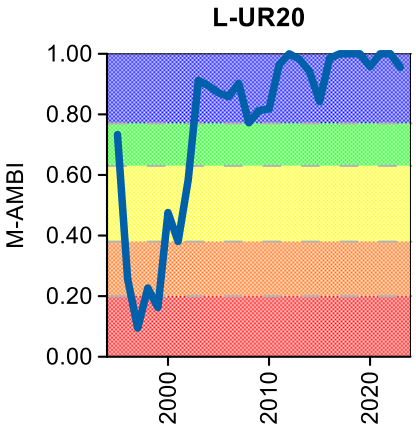


Figura 267 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para la estación muestreada en la masa de agua costera Mompas-Pasaia a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

20.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2023 no ha habido ninguna modificación de la hidromorfología de la zona. Con la metodología actual de evaluación (índice HQIg) el estado hidromorfológico se califica de **Muy Bueno**.

Tabla 210 Evaluación de indicadores hidromorfológicos.

	Masa costera Mompas-Pasaia
Alteración de la línea de costa 1a	0
Presencia o ausencia de barreras en y entre las masas de agua 2a	0
Alteración del lecho 3a	0
Cambio de hábitat 3b	0
Índice de Calidad Morfológica (HQIm)	1 Muy bueno
Cambio en el régimen de mareas 5a	0
Cambios en el régimen de oleaje 6a	0
Cambio en la fracción dominante de partículas 8a	0
Cambio en la turbidez 8b	1
Cambio en la estratificación 9a	1
Cambio en la salinidad 9b	0
Índice de Calidad Hidrológica (HQI_h).	0,92 Bueno
Índice de Calidad Hidromorfológica (HQI_g)	0,97 Muy bueno

21.

Anexos

Tabla 211 Estaciones de muestreo en aguas de transición y en aguas costeras, junto con el porcentaje de representatividad asociada a cada una de ellas en la masa de agua, para el cálculo del estado. Con asterisco las estaciones de muestreo operativo.

Masa de agua	Código estación	UTMX ETRS89	UTMY ETRS89	Estación	Tramo salino	%
Getaria-Higer	L-BI10	597007	4805570	Litoral de Hondarribia	Euhalino costa	18
	L-OI20	589800	4801397	Litoral de Pasaia (Asabaratza)	Euhalino costa	18
	L-O10	570105	4795093	Litoral de Orio	Euhalino costa	21
	L-O20	566485	4796186	Litoral de Getaria	Euhalino costa	25
	L-OI10	586537	4798855	Litoral de Pasaia	Euhalino costa	18
Mompas-Pasaia	L-UR20*	584725	4798981	Litoral de Monpas	Euhalino costa	100
Matxitxako-Getaria	L-L10	533594	4805605	Litoral de Elantxobe (Kai Arri)	Euhalino costa	20
	L-L20	541347	4802354	Litoral de Lekeitio	Euhalino costa	20
	L-OK10	524145	4809822	Litoral de Mundaka	Euhalino costa	20
	L-U10	561415	4796323	Litoral de Zumaia	Euhalino costa	15
	L-A10	548439	4798291	Litoral de Ondarroa	Euhalino costa	13
	L-D10	552500	4797285	Litoral de Deba	Euhalino costa	12
Cantabria-Matxitxako	L-B10	503617	4809354	Litoral de Gorliz (cabo Villano)	Euhalino costa	25
	L-B20	515916	4810520	Litoral de Bakio	Euhalino costa	25
	L-N10	493360	4803304	Litoral del Abra (frente al superpuerto)	Euhalino costa	25
	L-N20	498328	4805152	Litoral de Sopelana	Euhalino costa	25
Bidasoa	E-BI10	597956	4800641	Hondarribia (Amute)	Mesohalino	22
	E-BI20	598024	4802583	Hondarribia (Txingudi)	Polihalino	45
	E-BI5	600337	4799756	Irún (Behobia)	Oligohalino	33
Oiartzun	E-OI10	588878	4797244	Lezo	Euhalino estuario	48
	E-OI15*	586667	4797168	Pasaia de San Pedro (Dársena de Herrera)	Euhalino estuario	15
	E-OI20	587465	4797618	Pasaia (San Pedro)	Euhalino estuario	37
Urumea	E-UR10	582856	4796532	Donostia (puente de Santa Catalina)	Mesohalino	64
	E-UR5	583597	4796227	Donostia (Loiola)	Oligohalino	36
Oria	E-O5	571392	4791824	Orio (rampa)	Mesohalino	63
	E-O10	570456	4792569	Orio (puente de la autopista)	Polihalino	37
Urola	E-U10	560329	4793991	Zumaia (puente Narrondo)	Polihalino	66
	E-U5	560693	4792078	Zumaia (Bedua)	Oligohalino	12
	E-U8	561250	4793514	Zumaia (puente del ferrocarril)	Mesohalino	22
Deba	E-D5	551601	4793594	Deba (campo de fútbol)	Oligohalino	54
	E-D10*	552145	4793494	Deba (puente)	Mesohalino	46
Artibai	E-A5	545136	4796732	Ondarroa (Errenteria)	Oligohalino	15
	E-A10	546950	4796501	Ondarroa (embarcadero)	Polihalino	85
Lea	E-L10	540602	4800938	Lekeitio (molino)	Polihalino	90
	E-L5	540135	4800565	Lekeitio (astillero)	Mesohalino	10
Oka Interior	E-OK5	527059	4798683	Gernika (salida de la depuradora)	Oligohalino	100
Oka Exterior	E-OK10	525598	4801359	Murueta (astillero)	Polihalino	45
	E-OK20	524758	4804573	Sukarrieta (Txatxarramendi)	Euhalino estuario	55
Butroe	E-B10	504349	4806084	Plentzia (puerto)	Polihalino	68
	E-B5	506146	4804824	Plentzia (Abanico)	Mesohalino	16

Masa de agua	Código estación	UTMX ETRS89	UTMY ETRS89	Estación	Tramo salino	%
	E-B7	504518	4805004	Plentzia (campo de fútbol)	Polihalino	16
Nerbioi Interior	E-N10	504948	4790762	Bilbao (puente de Deusto)	Mesohalino	38
	E-N15	502111	4793583	Barakaldo (puente de Rontegi)	Polihalino	31
	E-N17*	500185	4795862	Leioa (Lamiako)	Polihalino	31
Nerbioi Exterior	E-N20*	497813	4798377	Abra Interior	Euhalino estuario	20
	E-N30	496329	4800840	Abra Exterior	Euhalino estuario	80
Barbadun	E-M5	490876	4797710	Muskiz (Petronor)	Mesohalino	6
	E-M10	490145	4799342	Pobeña (puente)	Polihalino	94
Plataforma	L-RF10	587545	4811735	Litoral Oiartzun - plataforma	Euhalino costa	
	L-RF20	556693	4805474	Litoral Deba - plataforma	Euhalino costa	
	L-RF30	516177	4816362	Litoral Butroe - plataforma	Euhalino costa	

Tabla 212 Estaciones de arrastre para peces demersales en estuarios, junto a la estación asociada.

Masa de agua	Código Estación	Estación	UTMX ETRS89	UTMY ETRS89	Estación asociada
Artibai	AAE	Artibai (Arrastre zona exterior estuario)	547042	4796516	E-A10
Artibai	AAI	Artibai (Arrastre zona interior estuario)	546343	4796548	E-A5
Artibai	AAM	Artibai (Arrastre zona media estuario)	546632	4796381	E-A5
Butroe	ABE	Butroe (Arrastre zona exterior estuario)	504447	4805314	E-B10
Butroe	ABI	Butroe (Arrastre zona interior estuario)	505900	4804280	E-B5
Butroe	ABM	Butroe (Arrastre zona media estuario)	504985	4804479	E-B7
Deba	ADE	Deba (Arrastre zona exterior estuario)	552251	4793894	E-D10
Deba	ADI	Deba (Arrastre zona interior estuario)	551794	4793365	E-D5
Deba	ADM	Deba (Arrastre zona media estuario)	552102	4793285	E-D10
Lea	ALE	Lea (Arrastre zona exterior estuario)	540539	4800757	E-L10
Lea	ALI	Lea (Arrastre zona interior estuario)	540295	4800401	-
Lea	ALM	Lea (Arrastre zona media estuario)	540183	4800574	E-L5
Barbadun	AME	Barbadun (Arrastre zona exterior estuario)	490647	4798852	E-M10
Barbadun	AMI	Barbadun (Arrastre zona interior estuario)	490545	4797514	E-M5
Barbadun	AMM	Barbadun (Arrastre zona media estuario)	490941	4798152	-
Nerbioi Interior	ANE	Ibaizabal (Arrastre zona exterior estuario)	498521	4796830	E-N17
Nerbioi Interior	ANI	Ibaizabal (Arrastre zona interior estuario)	502381	4792893	E-N10
Nerbioi Interior	ANM	Ibaizabal (Arrastre zona media estuario)	500778	4795564	E-N15
Oria	AOE	Oria (Arrastre zona exterior estuario)	570656	4792828	E-O10
Oria	AOI	Oria (Arrastre zona interior estuario)	573313	4791818	-
Oria	AOM	Oria (Arrastre zona media estuario)	571198	4791762	E-O5
Oka Interior	AOKI	Oka (Arrastre zona interior estuario)	526714	4800078	E-OK5
Oka Exterior	AOKE	Oka (Arrastre zona exterior estuario)	525406	4803628	E-OK20
Oka Exterior	AOKM	Oka (Arrastre zona media estuario)	525875	4802035	E-OK10
Bidasoa	BIDE	Bidasoa (Arrastre zona exterior estuario)	597947	4802900	E-BI20
Bidasoa	BIDI	Bidasoa (Arrastre zona interior estuario_a)	598759	4800210	-
Bidasoa	BIDIb	Bidasoa (Arrastre zona interior estuario_b)	599634	4799557	E-BI5
Bidasoa	BIDM	Bidasoa (Arrastre zona media estuario)	598243	4801046	E-BI10
Oiartzun	OIAE	Oiartzun (Arrastre zona exterior estuario)	587189	4798099	E-OI20
Oiartzun	OIAI1	Oiartzun (Arrastre zona interior 1 estuario Lezo)	588555	4797254	E-OI10
Oiartzun	OIAI2	Oiartzun (Arrastre zona interior 2 estuario Herrera)	586832	4797174	E-OI15
Oiartzun	OIAM	Oiartzun (Arrastre zona media estuario)	587555	4797301	-
Urola	UROE	Urola (Arrastre zona exterior estuario)	560723	4794479	E-U10
Urola	UROI	Urola (Arrastre zona interior estuario)	560433	4792270	E-U5
Urola	UROM	Urola (Arrastre zona media estuario)	561068	4793706	E-U8
Urumea	URUE	Urumea (Arrastre zona exterior estuario)	582782	4797091	E-UR10
Urumea	URUI	Urumea (Arrastre zona interior estuario)	583955	4796071	E-UR5
Urumea	URUM	Urumea (Arrastre zona media estuario)	583206	4795598	E-UR5

Tabla 213 Estaciones de muestreo de macroalgas en estuarios, junto con el porcentaje de representatividad asociada a cada una de ellas en la masa de agua, para el cálculo del estado, y la estación asociada.

Masa de agua	Código Estación	Estación	UTMX ETRS89	UTMY ETRS89	%	Estación asociada
Artibai	M-EA1	Artibai Zona 01. Estuario Macroalgas	546850	4796518	48	E-A10
Artibai	M-EA2	Artibai Zona 02. Estuario Macroalgas	546365	4796525	12	E-A10
Artibai	M-EA3	Artibai Zona 03. Estuario Macroalgas	546121	4796538	40	E-A10
Artibai	M-EA4	Artibai Zona 04. Estuario Macroalgas	545785	4796376	58	E-A5
Artibai	M-EA5	Artibai Zona 05. Estuario Macroalgas	545795	4796464	20	E-A5
Artibai	M-EA6	Artibai Zona 06. Estuario Macroalgas	545684	4796586	10	E-A5
Artibai	M-EA7	Artibai Zona 07. Estuario Macroalgas	545412	4796664	12	E-A5
Butroe	M-EB1	Butroe Zona 01. Estuario Macroalgas	504061	4805996	4	E-B10
Butroe	M-EB2	Butroe Zona 02. Estuario Macroalgas	503906	4805554	78	E-B10
Butroe	M-EB3	Butroe Zona 03. Estuario Macroalgas	504206	4805550	19	E-B10
Butroe	M-EB4	Butroe Zona 04. Estuario Macroalgas	504507	4805404	10	E-B7
Butroe	M-EB5	Butroe Zona 05. Estuario Macroalgas	504452	4805044	5	E-B7
Butroe	M-EB6	Butroe Zona 06. Estuario Macroalgas	504740	4804875	<1	E-B7
Butroe	M-EB7	Butroe Zona 07. Estuario Macroalgas	504685	4804661	7	E-B7
Butroe	M-EB8	Butroe Zona 08. Estuario Macroalgas	505432	4804201	78	E-B7
Butroe	M-EB9	Butroe Zona 09. Estuario Macroalgas	506178	4804793	12	E-B5
Butroe	M-EB10	Butroe Zona 10. Estuario Macroalgas	506486	4805028	5	E-B5
Butroe	M-EB11	Butroe Zona 11. Estuario Macroalgas	506586	4804267	57	E-B5
Butroe	M-EB12	Butroe Zona 12. Estuario Macroalgas	506219	4803463	20	E-B5
Butroe	M-EB13	Butroe Zona 13. Estuario Macroalgas	506270	4803157	6	E-B5
Bidasoa	M-EBI1	Bidasoa Zona 01. Estuario Macroalgas	598011	4802114	2	E-BI20
Bidasoa	M-EBI2	Bidasoa Zona 02. Estuario Macroalgas	598093	4801458	5	E-BI20
Bidasoa	M-EBI3	Bidasoa Zona 03. Estuario Macroalgas	598147	4801149	6	E-BI20
Bidasoa	M-EBI4	Bidasoa Zona 04. Estuario Macroalgas	597574	4800375	6	E-BI10
Bidasoa	M-EBI5	Bidasoa Zona 05. Estuario Macroalgas	597992	4800411	29	E-BI10
Bidasoa	M-EBI6	Bidasoa Zona 06. Estuario Macroalgas	598520	4799765	11	E-BI10
Bidasoa	M-EBI7	Bidasoa Zona 07. Estuario Macroalgas	599768	4799530	52	E-BI5
Bidasoa	M-EBI8	Bidasoa Zona 08. Estuario Macroalgas	598712	4799747	8	E-BI10
Bidasoa	M-EBI9	Bidasoa Zona 09. Estuario Macroalgas	598630	4800057	6	E-BI10
Bidasoa	M-EBI10	Bidasoa Zona 10. Estuario Macroalgas	598948	4799902	14	E-BI10
Bidasoa	M-EBI11	Bidasoa Zona 11. Estuario Macroalgas	598794	4799984	4	E-BI10
Bidasoa	M-EBI12	Bidasoa Zona 12. Estuario Macroalgas	600068	4799621	19	E-BI5
Bidasoa	M-EBI13	Bidasoa Zona 13. Estuario Macroalgas	599285	4802669	9	E-BI20
Bidasoa	M-EBI14	Bidasoa Zona 14. Estuario Macroalgas	599467	4802077	65	E-BI20
Bidasoa	M-EBI15	Bidasoa Zona 15. Estuario Macroalgas	599085	4801522	14	E-BI20
Bidasoa	M-EBI16	Bidasoa Zona 16. Estuario Macroalgas	598621	4801176	3	E-BI10
Bidasoa	M-EBI17	Bidasoa Zona 17. Estuario Macroalgas	598384	4800748	4	E-BI10
Bidasoa	M-EBI18	Bidasoa Zona 18. Estuario Macroalgas	598775	4800247	9	E-BI10
Bidasoa	M-EBI19	Bidasoa Zona 19. Estuario Macroalgas	599167	4799875	5	E-BI10
Bidasoa	M-EBI20	Bidasoa Zona 20. Estuario Macroalgas	599868	4799602	29	E-BI5
Bidasoa	M-EBI21	Bidasoa Zona 21. Estuario Macroalgas	596718	4800534	50	Jaizubia
Bidasoa	M-EBI22	Bidasoa Zona 22. Estuario Macroalgas	596103	4800119	50	Jaizubia
Deba	M-ED1	Deba Zona 01. Estuario Macroalgas	552200	4794020	46	E-D10
Deba	M-ED2	Deba Zona 02. Estuario Macroalgas	552228	4793747	17	E-D10
Deba	M-ED3	Deba Zona 03. Estuario Macroalgas	552144	4793446	34	E-D10
Deba	M-ED4	Deba Zona 04. Estuario Macroalgas	552101	4793251	3	E-D10
Deba	M-ED5	Deba Zona 05. Estuario Macroalgas	552048	4793108	10	E-D20
Deba	M-ED5b	Deba Zona 05b. Estuario Macroalgas	552004	4793216	21	E-D20
Deba	M-ED6	Deba Zona 06. Estuario Macroalgas	551797	4793365	38	E-D20
Deba	M-ED7	Deba Zona 07. Estuario Macroalgas	551332	4793486	31	E-D20
Lea	M-EL1	Lea Zona 01. Estuario Macroalgas	540612	4801215	<1	E-L10
Lea	M-EL2	Lea Zona 02. Estuario Macroalgas	540649	4800821	41	E-L10
Lea	M-EL3	Lea Zona 03. Estuario Macroalgas	540331	4800656	47	E-L10
Lea	M-EL4	Lea Zona 04. Estuario Macroalgas	540418	4800615	11	E-L10
Lea	M-EL5	Lea Zona 05. Estuario Macroalgas	540146	4800512	73	E-L5
Lea	M-EL6	Lea Zona 06. Estuario Macroalgas	540384	4800224	27	E-L5
Barbadun	M-EM1	Barbadun Zona 01. Estuario Macroalgas	490016	4799204	40	E-M10
Barbadun	M-EM2	Barbadun Zona 02. Estuario Macroalgas	490150	4799173	60	E-M10
Barbadun	M-EM3	Barbadun Zona 03. Estuario Macroalgas	490487	4798778	69	E-M5

Masa de agua	Código Estación	Estación	UTMX ETRS89	UTMY ETRS89	%	Estación asociada
Barbadun	M-EM4	Barbadun Zona 04. Estuario Macroalgas	490900	4798360	31	E-M5
Nerbioi Exterior	M-EN1	Ibaizabal Zona 01. Estuario Macroalgas	497943	4797577	100	E-N20
Nerbioi Interior	M-EN2	Ibaizabal Zona 02. Estuario Macroalgas	499246	4796210	22	E-N17
Nerbioi Interior	M-EN3	Ibaizabal Zona 03. Estuario Macroalgas	500288	4795942	54	E-N17
Nerbioi Interior	M-EN4	Ibaizabal Zona 04. Estuario Macroalgas	501496	4795312	18	E-N17
Nerbioi Interior	M-EN5	Ibaizabal Zona 05. Estuario Macroalgas	501156	4794646	7	E-N17
Nerbioi Interior	M-EN6	Ibaizabal Zona 06. Estuario Macroalgas	501728	4794183	47	E-N15
Nerbioi Interior	M-EN7	Ibaizabal Zona 07. Estuario Macroalgas	502553	4793445	53	E-N15
Nerbioi Interior	M-EN8	Ibaizabal Zona 08. Estuario Macroalgas	502314	4792309	14	E-N10
Nerbioi Interior	M-EN9	Ibaizabal Zona 09. Estuario Macroalgas	503508	4790275	86	E-N10
Oria	M-EO1	Orio Zona 01. Estuario Macroalgas	570475	4793208	10	E-O10
Oria	M-EO2	Orio Zona 02. Estuario Macroalgas	570409	4791887	67	E-O10
Oria	M-EO3	Orio Zona 03. Estuario Macroalgas	570397	4791511	23	E-O10
Oria	M-EO4	Orio Zona 04. Estuario Macroalgas	571415	4791724	23	E-O5
Oria	M-EO5	Orio Zona 05. Estuario Macroalgas	571181	4791565	31	E-O5
Oria	M-EO6	Orio Zona 06. Estuario Macroalgas	572021	4791833	1	E-O5
Oria	M-EO7	Orio Zona 07. Estuario Macroalgas	572808	4791494	45	E-O5
Oria	M-EO8	Orio Zona 08. Estuario Macroalgas	572954	4791231	38	-
Oria	M-EO9	Orio Zona 09. Estuario Macroalgas	573226	4791219	33	-
Oria	M-EO10	Orio Zona 10. Estuario Macroalgas	573568	4791156	4	-
Oria	M-EO11	Orio Zona 11. Estuario Macroalgas	573363	4791849	26	-
Oiartzun	M-EOI1	Oiartzun Zona 01. Estuario Macroalgas	587312	4797918	100	E-OI20
Oiartzun	M-EOI2	Oiartzun Zona 02. Estuario Macroalgas	586794	4797170	10	E-OI15
Oiartzun	M-EOI3	Oiartzun Zona 03. Estuario Macroalgas	587939	4797050	90	E-OI15
Oiartzun	M-EOI4	Oiartzun Zona 04. Estuario Macroalgas	587907	4796729	21	E-OI10
Oiartzun	M-EOI5	Oiartzun Zona 05. Estuario Macroalgas	588935	4796575	79	E-OI10
Oka Exterior	M-EOK1	Oka Zona 01. Estuario Macroalgas	525675	4804047	64	E-OK20
Oka Exterior	M-EOK2	Oka Zona 02. Estuario Macroalgas	524731	4804549	18	E-OK20
Oka Exterior	M-EOK3	Oka Zona 03. Estuario Macroalgas	525227	4803910	7	E-OK20
Oka Exterior	M-EOK4	Oka Zona 04. Estuario Macroalgas	525316	4803569	10	E-OK20
Oka Exterior	M-EOK5	Oka Zona 05. Estuario Macroalgas	525245	4802709	15	E-OK10
Oka Exterior	M-EOK6	Oka Zona 06. Estuario Macroalgas	525549	4802476	7	E-OK10
Oka Exterior	M-EOK7	Oka Zona 07. Estuario Macroalgas	526242	4801962	77	E-OK10
Oka Exterior	M-EOK8	Oka Zona 08. Estuario Macroalgas	525794	4801646	1	E-OK10
Oka Interior	M-EOK9	Oka Zona 09. Estuario Macroalgas	526003	4800911	82	E-OK5
Oka Interior	M-EOK10	Oka Zona 10. Estuario Macroalgas	526332	4801084	18	E-OK5
Urola	M-EU1	Urola Zona 01. Estuario Macroalgas	560551	4794319	25	E-U10
Urola	M-EU2	Urola Zona 02. Estuario Macroalgas	560767	4794226	68	E-U10
Urola	M-EU3	Urola Zona 03. Estuario Macroalgas	560186	4793820	7	E-U10
Urola	M-EU4	Urola Zona 04. Estuario Macroalgas	561257	4793495	33	E-U8
Urola	M-EU5	Urola Zona 05. Estuario Macroalgas	560954	4792726	67	E-U8
Urola	M-EU6	Urola Zona 06. Estuario Macroalgas	560441	4792255	100	E-U5
Urumea	M-EUR1	Urumea Zona 01. Estuario Macroalgas	582771	4797107	27	E-UR10
Urumea	M-EUR2	Urumea Zona 02. Estuario Macroalgas	582855	4796771	21	E-UR10
Urumea	M-EUR3	Urumea Zona 03. Estuario Macroalgas	582820	4796239	9	E-UR10
Urumea	M-EUR4	Urumea Zona 04. Estuario Macroalgas	582918	4795581	42	E-UR10
Urumea	M-EUR5	Urumea Zona 05. Estuario Macroalgas	583177	4796022	59	E-UR5
Urumea	M-EUR6	Urumea Zona 06. Estuario Macroalgas	583932	4796099	20	E-UR5
Urumea	M-EUR7	Urumea Zona 07. Estuario Macroalgas	583946	4795763	21	E-UR5

Tabla 214 Valores medios anuales, correspondientes a las cuatro campañas de 2023, de las variables fisicoquímicas analizadas en superficie (S) y fondo (F) en las masas de agua del País Vasco.

Estación	Nivel	Temperatura (ºC)	Salinidad	Agua fluvial (%)	Oxígeno (%)	pH	Silicato ($\mu mol \cdot L^{-1}$)	Amonio ($\mu mol \cdot L^{-1}$)	Nitrito ($\mu mol \cdot L^{-1}$)	Nitrato ($\mu mol \cdot L^{-1}$)	Fosfato ($\mu mol \cdot L^{-1}$)
E-M5	S	14,78	2,87	91,94	94,55	8,11	77,32	3,23	0,58	56,69	1,02
E-M5	F	16,63	22,37	37,17	77,68	7,97					
E-M10	S	16,49	22,58	36,57	98,84	7,69	24,44	3,32	0,45	23,43	0,46
E-M10	F	16,57	25,51	28,35	99,04	7,87					
E-N10	S	16,72	16,75	52,95	77,24	8,10	65,27	7,36	2,05	51,95	1,92
E-N10	F	17,59	31,92	10,35	64,39	7,94					
E-N15	S	17,63	20,10	43,53	88,71	8,05	51,63	5,00	1,17	54,43	2,39
E-N15	F	17,66	33,63	5,53	91,51	8,15					
E-N17	S	17,90	26,49	25,59	93,66	8,07	39,36	6,14	1,27	81,12	7,64
E-N17	F	17,45	34,59	2,85	96,36	8,20					
E-N20	S	17,75	29,92	15,95	106,85	8,22	11,52	2,69	0,72	29,62	2,54
E-N20	F	16,14	35,28	0,89	95,09	8,19					
E-N30	S	17,67	34,01	4,46	102,10	8,23	2,52	1,04	0,28	4,68	0,51
E-N30	F	15,51	35,39	0,59	94,36	8,18					
E-B5	S	15,36	8,08	77,30	94,58	7,66	77,42	2,12	0,75	46,82	0,91
E-B5	F	15,19	15,54	56,34	92,23	7,87					
E-B7	S	15,49	21,08	40,78	97,33	8,11	37,50	1,36	0,46	24,71	0,51
E-B7	F	15,72	23,69	33,44	96,40	8,13					
E-B10	S	15,79	25,22	29,15	99,89	8,06	25,65	0,92	0,39	17,00	0,35
E-B10	F	15,77	25,23	29,13	98,95	8,16					
E-OK5	S	14,96	3,32	90,68	96,69	7,76	94,36	6,66	1,03	49,91	0,79
E-OK5	F	14,79	4,43	87,57	87,24	7,71					
E-OK10	S	16,19	20,42	42,65	94,09	7,92	35,84	4,12	0,53	20,80	0,44
E-OK10	F	16,62	22,19	37,67	87,13	7,90					
E-OK20	S	17,50	32,44	8,88	106,15	8,11	9,28	1,14	0,26	6,52	0,25
E-OK20	F	17,80	32,73	8,07	105,19	8,13					
E-L5	S	16,21	10,76	69,78	115,69	8,74	52,53	1,42	0,23	23,94	0,29
E-L5	F	16,25	13,50	62,08	114,01	8,74					
E-L10	S	16,23	14,62	58,94	110,70	9,19	43,17	0,80	0,20	22,11	0,29
E-L10	F	16,70	26,33	26,04	104,73	8,99					
E-A5	S	14,53	4,12	88,43	103,35	8,90	64,25	1,19	0,33	35,09	0,30
E-A5	F	14,77	7,28	79,55	95,44	8,77					
E-A10	S	16,09	15,31	56,98	102,90	8,95	41,77	1,66	0,23	25,97	0,32
E-A10	F	17,91	34,31	3,63	93,60	8,66					
E-D5	S	15,73	5,26	85,21	104,66	7,87	66,74	1,77	0,81	62,64	1,37
E-D5	F	16,32	14,65	58,86	109,96	8,04					
E-D10	S	15,76	12,90	63,76	102,28	8,19	49,54	1,85	0,59	49,04	1,22
E-D10	F	17,37	26,22	26,35	102,30	8,19					
E-U5	S	15,60	3,33	90,65	102,31	8,09	63,20	1,72	0,76	79,86	0,98
E-U5	F	16,32	12,07	66,10	102,56	8,17					
E-U8	S	16,29	15,01	57,84	101,54	8,21	41,40	2,03	0,50	52,36	0,79
E-U8	F	17,27	22,86	35,78	97,90	8,11					
E-U10	S	16,63	16,17	54,58	101,06	8,15	37,58	1,73	0,35	48,24	0,71
E-U10	F	17,70	27,77	22,01	97,73	8,10					
E-O5	S	14,48	7,08	80,12	109,36	8,65	43,53	1,68	0,87	54,39	0,78
E-O5	F	16,45	28,86	18,93	96,84	8,48					
E-O10	S	14,92	10,39	70,82	109,20	8,48	40,77	1,55	0,73	52,70	0,72
E-O10	F	16,04	26,71	24,98	103,71	8,50					
E-UR5	S	13,59	0,72	97,99	105,03	9,12	80,77	1,05	0,38	40,51	0,54
E-UR5	F	14,14	9,79	72,49	103,41	8,88					
E-UR10	S	15,52	17,33	51,33	108,09	8,84	53,06	1,96	0,30	23,89	0,40
E-UR10	F	15,72	23,08	35,17	106,35	8,55					
E-OI10	S	17,28	31,26	12,19	87,85	8,10	39,02	5,68	0,39	29,10	0,57
E-OI10	F	17,37	35,02	1,64	87,43	8,12					
E-OI15	S	17,75	32,72	8,09	97,54	8,14	20,67	10,49	0,88	25,21	1,23
E-OI15	F	17,48	34,97	1,77	89,24	8,13					
E-OI20	S	17,55	32,32	9,20	103,00	8,19	22,68	2,81	0,31	17,30	0,41
E-OI20	F	17,15	35,17	1,20	97,91	8,20					
E-BI5	S	15,15	0,86	97,60	99,65	7,99	62,35	0,80	0,24	40,27	0,48

Estación	Nivel	Temperatura (ºC)	Salinidad	Agua fluvial (%)	Oxígeno (%)	pH	Silicato (µmol·L^{-1})	Amonio (µmol·L^{-1})	Nitrito (µmol·L^{-1})	Nitrato (µmol·L^{-1})	Fosfato (µmol·L^{-1})
E-BI5	F	16,15	18,90	46,91	82,38	7,85					
E-BI10	S	16,85	15,37	56,83	97,46	8,06	38,33	3,26	0,63	28,45	0,60
E-BI10	F	16,76	23,03	35,32	92,33	8,09					
E-BI20	S	16,62	19,89	44,13	101,04	7,82	22,64	0,91	0,20	13,52	0,31
E-BI20	F	16,79	30,05	15,59	101,30	8,17					
L-N10	S	17,42	35,17	1,22	101,13	8,23	0,80	1,30	0,27	1,99	0,25
L-N10	F	15,64	35,42	0,51	96,85	8,22					
L-N20	S	16,40	34,47	3,17	101,33	8,24	2,25	0,80	0,34	4,55	0,26
L-N20	F	16,71	35,40	0,56	96,20	8,22					
L-B10	S	15,92	34,12	4,15	102,23	8,27	2,38	0,80	0,34	4,18	0,18
L-B10	F	16,33	35,34	0,73	97,60	8,25					
L-B20	S	15,95	34,58	2,87	100,78	8,27	1,39	0,80	0,29	3,13	0,15
L-B20	F	16,17	35,31	0,81	98,33	8,25					
L-OK10	S	16,32	34,81	2,23	101,35	8,23	1,39	2,08	0,25	2,20	0,15
L-OK10	F	16,22	35,44	0,44	98,60	8,22					
L-L10	S	16,42	35,17	1,21	100,60	8,24	0,80	1,35	0,28	1,48	0,14
L-L10	F	15,88	35,42	0,51	98,65	8,22					
L-L20	S	16,35	34,59	2,85	100,73	8,23	1,14	1,28	0,27	2,83	0,14
L-L20	F	16,86	35,42	0,52	98,55	8,21					
L-A10	S	16,77	34,78	2,32	101,10	8,23	1,38	0,80	0,20	2,73	0,15
L-A10	F	16,90	35,41	0,53	99,35	8,21					
L-D10	S	16,87	34,59	2,84	100,63	8,23	1,44	0,80	0,29	3,70	0,18
L-D10	F	17,07	35,39	0,60	98,60	8,21					
L-U10	S	17,03	34,53	3,00	100,48	8,22	2,09	1,13	0,26	4,38	0,18
L-U10	F	16,90	35,41	0,53	97,05	8,20					
L-O10	S	16,95	34,57	2,89	101,05	8,23	1,20	1,50	0,28	3,57	0,14
L-O10	F	16,94	35,40	0,58	98,73	8,21					
L-O20	S	17,18	35,07	1,48	100,43	8,22	0,80	1,81	0,26	2,32	0,14
L-O20	F	17,38	35,37	0,65	98,68	8,20					
L-UR20	S	16,97	34,71	2,49	100,58	8,22	1,78	2,33	0,27	2,93	0,14
L-UR20	F	17,31	35,34	0,74	98,95	8,22					
L-OI10	S	17,26	34,61	2,77	100,30	8,22	5,89	2,37	0,28	7,17	0,17
L-OI10	F	17,39	35,36	0,69	98,13	8,22					
L-OI20	S	17,00	34,75	2,39	100,88	8,22	0,80	1,40	0,26	2,33	0,18
L-OI20	F	17,36	35,35	0,72	98,28	8,22					
L-BI10	S	17,25	34,14	4,11	99,08	8,24	6,56	1,45	0,30	8,21	0,14
L-BI10	F	17,33	35,33	0,76	97,05	8,23					
L-RF10	S	16,57	34,13	4,14	101,45	8,25	2,18	1,16	0,28	4,50	0,14
L-RF10	F	13,44	35,55	0,14	85,88	8,13					
L-RF20	S	16,65	34,95	1,84	100,90	8,25	1,09	1,36	0,25	2,54	0,16
L-RF20	F	13,06	35,53	0,19	88,40	8,13					
L-RF30	S	16,31	35,25	1,00	99,18	8,27	0,80	0,80	0,26	1,61	0,14
L-RF30	F	13,02	35,54	0,18	88,95	8,18					

Tabla 215 Aguas de transición. Resumen y diagnóstico de Estado en 2023. Valoración asociada a cada estación de control. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado/potencial ecológico: muy bueno (MB o MP - azul), bueno (B o BP - verde), moderado (Mo o PMo - amarillo), deficiente (D o PD - naranja) y malo (M o PM - rojo). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB - azul), bueno (B - verde), peor que bueno (<B - amarillo). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB o MP - azul), bueno (B - verde)), y no alcanza el buen estado (NA - rojo). Estado químico: bueno (B - azul), y no alcanza el buen estado (NA - rojo). Estado: bueno (B - azul) y peor que bueno (PqB - rojo).

Masa de agua	Estación	Macro invertebrados	Fauna ictiológica	Fitoplancton	Macroalgas	Biológico	Condiciones generales	Sustancias preferentes	Hidromorfología	Estado Ecológico	Estado Químico	Estado
Barbadun	E-M5	MB	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B
	E-M10	MB	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B
Nerbioi interior	E-N10	MP	BP	BP	PM	BP	B	MP	Mo	BP	B	B
	E-N15	MP	BP	BP	PM	BP	<B	MP	Mo	PMo	NA	PqB
	E-N17	MP	BP	BP	PMo	BP	<B	MP	Mo	PMo	NA	PqB
Nerbioi exterior	E-N20	MP	MP	PMo	BP	PMo	<B	MP	Mo	PMo	NA	PqB
	E-N30	MP		BP		BP	B	MP	Mo	BP	B	B
Butroe	E-B5	B	B	B	B	B	B	MB	Mo	B	B	B
	E-B7	Mo	B	B	B	Mo	B	MB	Mo	Mo	B	PqB
	E-B10	B	B	MB	B	B	MB	MB	Mo	B	B	B
Oka interior	E-OK5	MB	B	M	MB	M	<B	MB	Mo	M	B	PqB
Oka exterior	E-OK10	Mo	Mo	B	MB	Mo	B	MB	Mo	Mo	B	PqB
	E-OK20	MB	Mo	B	B	Mo	MB	MB	Mo	Mo	B	PqB
Lea	E-L5	B	Mo	MB	B	B	MB	MB	Mo	B	B	B
	E-L10	MB	Mo	MB	Mo	MB	B	MB	Mo	B	B	B
Artibai	E-A5	MB	Mo	B	M	Mo	MB	MB	Mo	Mo	B	PqB
	E-A10	MB	Mo	MB	Mo	Mo	B	MB	Mo	Mo	B	PqB
Deba	E-D5	B	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
	E-D10	MB	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
Urola	E-U5	MB	MB	B	B	B	B	MB	Mo	B	B	B
	E-U8	MB	MB	MB	B	MB	B	MB	Mo	B	B	B
	E-U10	B	MB	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	B
Oria	E-O5	MB	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B
	E-O10	B	B	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	B
Urumea	E-UR5	BP	BP	BP	PMo	BP	MB	MP	Mo	BP	B	B
	E-UR10	MP	BP	MP	PMo	BP	MB	MP	Mo	BP	B	B
Oiartzun	E-OI10	BP	PMo	PD	BP	PD	<B	MP	Mo	PD	B	PqB
	E-OI15	PM	PMo	PD	BP	PM	<B	MP	Mo	PM	B	PqB
	E-OI20	MP	PMo	PD	MP	PD	<B	MP	Mo	PD	B	PqB
Bidasoa	E-BI5	B	B	MB	Mo	B	MB	MB	Mo	B	B	B
	E-BI10	Mo	B	MB	B	Mo	MB	MB	Mo	Mo	B	PqB
	E-BI20	B	B	MB	B	B	MB	MB	Mo	B	B	B

Tabla 216 Aguas costeras. Resumen y diagnóstico de Estado en 2023. Valoración asociada a cada estación de control. Claves: ver Tabla 215.

Masa de agua	Estación	Macro invertebrados	Fitoplancton	Macroalgas	Biológico	Condiciones generales	Sustancias preferentes	Hidromorfología	Estado Ecológico	Estado Químico	Estado
Cantabria-Matxitxako	L-N10	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
	L-N20	MB	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B
	L-B10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B
	L-B20	MB	MB		MB	MB	MB	MB	MB	B	B
Matxitxako-Getaria	L-OK10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B
	L-L10	MB	MB	B	B	MB	MB	B	B	B	B
	L-L20	MB	MB		MB	MB	MB	B	B	B	B
	L-A10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B
	L-D10	MB	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
	L-U10	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	B
Getaria-Higer	L-O10	MB	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
	L-O20	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B
	L-OI10	MB	MB		MB	B	MB	B	B	B	B
	L-OI20	MB	MB		MB	MB	MB	B	B	B	B
	L-BI10	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	B
Mompás-Pasaia	L-UR20	MB	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B
Plataforma litoral	L-RF10	B	MB		B	MB	MB		B	B	B
	L-RF20	MB	MB		MB	MB	MB		MB	B	B
	L-RF30	B	MB		B	MB	MB		B	B	B

Tabla 217 Evolución del estado ecológico, para el período 2012-2023, en cada estación de control.

Masa de agua	Estación	Estado ecológico											
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Barbadun	E-M5	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-M10	D	M	B	M	B	B	B	B	B	B	B	B
Nerbioi interior	E-N10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-N15	D	Mo	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
	E-N17	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo
Nerbioi exterior	E-N20	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
	E-N30	Mo	Mo	BP	BP	BP	BP	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B
Butroe	E-B5	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-B7	B	B	B	Mo	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
	E-B10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	Mo	B	B
Oka interior	E-OK5	Mo	M	D	M	D	M	M	M	M	M	M	M
Oka exterior	E-OK10	Mo	M	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
	E-OK20	Mo	D	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	Mo	Mo
Lea	E-L5	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-L10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	Mo	B	B
Artibai	E-A5	M	Mo	D	Mo	B	Mo	B	D	B	D	B	Mo
	E-A10	D	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Deba	E-D5	B	Mo	B	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B
	E-D10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Urola	E-U5	Mo	Mo	M	M	M	M	D	D	B	B	B	B
	E-U8	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-U10	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B
Oria	E-O5	B	B	B	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	Mo	B
	E-O10	Mo	B	Mo	Mo	Mo	Mo	B	Mo	Mo	B	B	B
Urumea	E-UR5	D	M	D	Mo	D	D	Mo	D	Mo	Mo	Mo	B
	E-UR10	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	B	B
Oiartzun	E-OI10	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D	D	D
	E-OI15	M	M	D	M	M	D	M	M	M	M	M	M
	E-OI20	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo	D
Bidasoa	E-BI5	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	Mo	Mo	D	Mo	B
	E-BI10	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	Mo	Mo
	E-BI20	B	Mo	D	Mo	B	B	B	B	B	B	Mo	B
Cantabria-Matxitxako	L-N10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-N20	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B
	L-B10	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	MB
	L-B20	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB
Matxitxako-Getaria	L-OK10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B
	L-L10	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B
	L-L20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B
	L-A10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B
	L-D10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-U10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B
Getaria-Higer	L-O10	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B
	L-O20	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B	MB	B
	L-OI10	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-OI20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B
	L-BI10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Monpas-Pasaia	L-UR20	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Plataforma litoral	L-RF10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-RF20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB
	L-RF30	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B

Tabla 218 Evolución del estado químico, para el período 2012-2023, en cada estación de control.

Masa de agua	Estación	Estado químico											
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Barbadun	E-M5	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-M10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Nerbioi interior	E-N10	B	B	NA	B	B	NA	NA	NA	NA	B	B	B
	E-N15	B	NA	NA	B	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	E-N17	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Nerbioi exterior	E-N20	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	E-N30	B	B	B	NA	B	B	B	NA	B	NA	NA	B
Butroe	E-B5	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-B7	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-B10	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Oka interior	E-OK5	NA	NA	B	NA	NA	B	B	B	B	B	B	B
Oka exterior	E-OK10	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-OK20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Lea	E-L5	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-L10	NA	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B
Artibai	E-A5	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-A10	B	B	NA	NA	B	B	B	B	B	B	B	B
Deba	E-D5	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-D10	B	NA	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B
Urola	E-U5	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-U8	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-U10	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Oria	E-O5	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-O10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Urumea	E-UR5	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-UR10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Oiartzun	E-OI10	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-OI15	B	B	NA	NA	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-OI20	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B
Bidasoa	E-BI5	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-BI10	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-BI20	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B
Cantabria-Matxitxako	L-N10	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-N20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-B10	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-B20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Matxitxako-Getaria	L-OK10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-L10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-L20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-A10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-D10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-U10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Getaria-Higer	L-O10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-O20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-OI10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-OI20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-BI10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Monpas-Pasaia	L-UR20	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Plataforma litoral	L-RF10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-RF20	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B
	L-RF30	B	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B

Tabla 219 Evolución del estado global, para el período 2012-2023, en cada estación de control.

Masa de agua	Estación	Estado global											
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Barbadun	E-M5	PQB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-M10	PQB	PQB	B	PQB	B	B	B	B	B	B	B	B
Nerbioi interior	E-N10	B	B	PQB	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B	B
	E-N15	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
	E-N17	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
Nerbioi exterior	E-N20	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
	E-N30	PQB	PQB	B	PQB	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	B
Butroe	E-B5	B	B	PQB	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-B7	B	B	PQB	PQB	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
	E-B10	B	B	PQB	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B
Oka interior	E-OK5	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
Oka exterior	E-OK10	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
	E-OK20	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B	B	B	B	PQB	PQB
Lea	E-L5	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-L10	PQB	B	B	PQB	B	B	B	B	B	PqB	B	B
Artibai	E-A5	PQB	PQB	PQB	PQB	B	PQB	B	PQB	B	PqB	B	PqB
	E-A10	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
Deba	E-D5	PQB	PQB	B	B	PQB	B	B	B	B	B	B	B
	E-D10	B	PQB	B	B	PQB	B	B	B	B	B	B	B
Urola	E-U5	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B	B	B
	E-U8	PQB	B	PQB	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-U10	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B	B	B
Oria	E-O5	B	B	B	PQB	PQB	PQB	B	B	B	B	PQB	B
	E-O10	PQB	B	PQB	PQB	PQB	PQB	B	PQB	PQB	B	B	B
Urumea	E-UR5	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	B
	E-UR10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Oiartzun	E-OI10	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
	E-OI15	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
	E-OI20	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
Bidasoa	E-BI5	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	B
	E-BI10	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB
	E-BI20	B	PQB	PQB	PQB	B	B	B	B	B	B	PQB	B
Cantabria-Matxitxako	L-N10	B	B	PQB	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-N20	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B	B
	L-B10	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B	B	B	B	B	B
	L-B20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Matxitxako-Getaria	L-OK10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-L10	PQB	PQB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-L20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-A10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-D10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-U10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Getaria-Higer	L-O10	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B	B
	L-O20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-OI10	PQB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-OI20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-BI10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Monpas-Pasaia	L-UR20	PQB	PQB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Plataforma litoral	L-RF10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-RF20	B	B	B	B	PQB	B	B	B	B	B	B	B
	L-RF30	B	B	B	B	B	PQB	B	B	B	B	B	B

Tabla 220 Evolución de la calidad fisicoquímica en aguas de la Red de Calidad, para el período 1999-2023, en cada estación de control, según lo descrito en el apartado 1.5.1 de metodología.

Masa de Agua	Estación	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Barbadun	E-M5				B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-M10	<B	<B	<B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Nerbioi interior	E-N10	<B	<B	<B	<B	<B	B	B	B	<B	<B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-N15				<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B
	E-N17				<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B
Nerbioi exterior	E-N20	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B
	E-N30	<B	<B	<B	<B	<B	B	B	B	B	B	B	<B	<B	<B	<B	B	B	B	B	<B	<B	<B	<B	B	B
Butroe	E-B5				MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-B7				MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-B10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB
Oka interior	E-OK5				B	B	B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B
Oka exterior	E-OK10	<B	<B	<B	B	B	B	B	B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	B	B
	E-OK20	<B	<B	<B	<B	<B	B	B	B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB
Lea	E-L5				MB	<B	<B	<B	B	B	B	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	E-L10	<B	<B	<B	B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Artibai	E-A5				B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB
	E-A10	<B	<B	<B	<B	B	B	B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	B	B	B	B	B
Deba	E-D5				B	<B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-D10	<B	<B	<B	<B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Urola	E-U5				B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-U8				B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-U10	<B	<B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	B	B	B	B
Oria	E-O5				MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-O10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Urumea	E-UR5				MB	B	B	MB	B	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	E-UR10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Oiartzun	E-OI10	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B
	E-OI15				<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B
	E-OI20	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	<B
Bidasoa	E-BI5				MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	E-BI10	B	B	B	B	B	B	B	B	<B	<B	<B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB
	E-BI20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB
Cantabria-Matxitxako	L-N10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-N20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-B10	B	MB	B	MB	MB	MB	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB
	L-B20	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB
Matxitxako-Getaria	L-OK10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB
	L-L10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB
	L-L20				B	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB
	L-A10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB
	L-D10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-U10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B
Getaria-Higer	L-O10	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-O20				B	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB
	L-OI10	B	B	B	B	B	B	<B	<B	<B	<B	<B	<B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-OI20				MB	MB	B	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB
	L-BI10	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Mompas-Pasaia	L-UR20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Plataforma litoral	L-REF10				B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB
	L-REF20								B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB
	L-REF30								B	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB

Tabla 221 Evolución de la calidad del fitoplancton de la Red de Calidad, para el período 2000-2023, en cada estación de control.

Masa de agua	Estación	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Barbadun	E-M5								B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB
	E-M10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nerbioi interior	E-N10	B	Mo	Mo	Mo	D	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B
	E-N15								B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B
	E-N17								B	B	B	B	B	B	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Nerbioi exterior	E-N20	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
	E-N30	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	B	B	B
Butroe	E-B5								B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B
	E-B7								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B
	E-B10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Oka interior	E-OK5								M	M	M	D	D	Mo	Mo	Mo	Mo	D	M	M	M	M	M	M	M
Oka exterior	E-OK10	B	B	B	B	Mo	Mo	D	Mo	M	D	D	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-OK20				MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B
Lea	E-L5								B	B	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	E-L10	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Artibai	E-A5								Mo	Mo	B	D	Mo	B	Mo	B	Mo	B	Mo	B	B	B	B	B	B
	E-A10	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB
Deba	E-D5								MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	B	MB
	E-D10	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Urola	E-U5								MB	B	B	B	B	B	B	M	M	M	M	D	D	B	MB	B	B
	E-U8								MB	MB	MB	MB	MB	B	B	MB	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	E-U10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Oria	E-O5								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	MB
	E-O10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Urumea	E-UR5								B	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	Mo	B	B	B	Mo	B	B
	E-UR10	MB	MB	MB	MB	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Oiartzun	E-OI10	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D
	E-OI15								B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D	D	D	D	Mo	D	Mo	Mo	Mo	D	D
	E-OI20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo	D
Bidasoa	E-BI5								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	Mo	Mo	B	B	MB
	E-BI10	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	B	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB
	E-BI20	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Cantabria-Matxitxako	L-N10	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-N20	Mo	Mo	Mo	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-B10	MB	B	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-B20	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Matxitxako-Getaria	L-OK10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-L10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-L20								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-A10				MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-D10	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-U10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Getaria-Higer	L-O10	B	B	B	MB	B	B	MB	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-O20								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-OI10	B	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB
	L-OI20								MB	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	MB	MB
	L-BI10	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Mompas-Pasaia	L-UR20	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Plataforma litoral	L-REF10								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	MB	MB
	L-REF20												MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-REF30												MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB

Tabla 222 Evolución de la calidad de las macroalgas de la Red de Calidad, en 2002-2023, en cada estación de control (las estaciones REF, al estar en mar abierto, no cuentan con algas).

Masa de agua	Estación	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Barbadun	E-M5		D			D			D			Mo			D			Mo			Mo		
	E-M10		D			M			Mo			Mo			Mo			Mo			Mo		
Nerbioi interior	E-N10		M			M			M			M			M			M			M		
	E-N15		M			M			D			D			D			D			M		
	E-N17		M			M			D			Mo			D			Mo			Mo		
Nerbioi exterior	E-N20		D			D			D			Mo			D			Mo			B		
	E-N30																						
Butroe	E-B5	B			B			M			M			B			B			B			B
	E-B7	B			Mo			B			B			B			B			B			B
	E-B10	B			Mo			B			B			B			B			B			B
Oka interior	E-OK5	B			B			B			B			B			B			M			M
Oka exterior	E-OK10	B			M			B			B			B			B			B			M
	E-OK20	B			B			B			B			B			B			B			B
Lea	E-L5	Mo			D			B			M			Mo			Mo			B			B
	E-L10	B			B			B			B			Mo			Mo			Mo			Mo
Artibai	E-A5	Mo			D			M			D			D			D			D			M
	E-A10	Mo			D			D			M			D			Mo			Mo			Mo
Deba	E-D5		B			M			D			Mo			Mo			Mo			Mo		
	E-D10		M			D			D			D			Mo			Mo			Mo		
Urola	E-U5			D			D			Mo			Mo			Mo			B			B	
	E-U8			Mo			M			B			M			B			B			B	
	E-U10			Mo			M			B			B			B			B			B	
Oria	E-O5		M			M			Mo			Mo			Mo			B			Mo		
	E-O10		D			D			D			Mo			Mo			Mo			B		
Urumea	E-UR5			Mo			M			Mo			Mo			Mo			Mo			Mo	
	E-UR10			Mo			M			Mo			Mo			Mo			D			Mo	
Oiartzun	E-OI10			D			D			D			D			Mo			B			B	
	E-OI15			Mo			M			Mo			B			B			B			B	
	E-OI20			B			M			B			B			B			M			M	
Bidasoa	E-BI5			D			M			Mo			Mo			Mo			Mo			Mo	
	E-BI10			B			B			B			B			B			B			B	
	E-BI20			B			B			M			M			M			B			B	
Cantabria-Matxitxako	L-N10		D			D			B			M			M			M			M		
	L-N20								Mo			B			Mo			Mo			B		
	L-B10	D			D			M			M			Mo			M			M			M
	L-B20																						
Matxitxako-Getaria	L-OK10	Mo			Mo			B			B			M			M			M			M
	L-L10	Mo			Mo			M			M			B			B			M			B
	L-L20																						
	L-A10	B			M			M			B			B			M			M			M
	L-D10		M			M			Mo			B			B			B			B		
	L-U10			B			B			M			M			M			M			M	
Getaria-Higer	L-O10		M			M			M			Mo			Mo			Mo			B		
	L-O20								M			M			M			M			M		
	L-OI10			B			B			Mo			M			M							
	L-OI20																						
	L-BI10			M			B			B			M			M			M			M	
Mompas-Pasaia	L-UR20			B			B			D			B			B	M		M			B	

Tabla 223 Evolución de la calidad de fauna bentónica de invertebrados de la Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV, para el período 1995-2023, en cada estación de control

Masa de Agua	Estación	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Barbadun	E-M5								D	B	B	Mo	B	B	D	MB	B	B	Mo	MB	B	B	B	B	MB	B	B	B	MB	MB
	E-M10	MB	B	B	MB	B	MB	Mo	B	Mo	MB	MB	B	B	M	D	D	D	D	M	B	M	MB	B					B	MB
Nerbioi interior	E-N10	M	M	M	M	M	M	M	Mo	M	D	Mo	D	B	D	B	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	MB
	E-N15								Mo	B	B	B	B	Mo	B	D	Mo	MB	D	MB	B	D	MB	B	MB	MB	MB	B	B	MB
	E-N17								B	B	MB	B	B	B	B	MB	B	MB	B	MB	B	Mo	MB	Mo	B	D	B	MB	B	MB
Nerbioi exterior	E-N20	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	E-N30	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	D	B	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB
Butroe	E-B5								MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	B	B	B
	E-B7								Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	Mo	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
	E-B10	B	B	B	B	MB	MB	MB	B	B	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	Mo	B	B
Oka interior	E-OK5								D	M	D	M	M	Mo	D	Mo	B	Mo	B	M	D	M	B	D	D	MB	B	D	B	MB
Oka exterior	E-OK10	Mo	B	B	B	D	D	Mo	Mo	D	D	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	M	Mo	Mo	B	Mo	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
	E-OK20				B	B	B	MB	D	B	B	B	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	D	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	Mo	MB
Lea	E-L5								B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B
	E-L10	MB	MB	B	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	Mo	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	Mo	B	MB
Artibai	E-A5								M	Mo	D	M	D	D	Mo	B	D	D	M	B	D	B	B	B	B	D	MB	D	MB	MB
	E-A10	B	D	D	M	Mo	D	D	D	Mo	Mo	Mo	Mo	B	M	M	D	D	D	Mo	D	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	MB
Deba	E-D5								D	B	Mo	Mo	Mo	B	B	Mo	MB	B	B	Mo	B	B	Mo	MB	B	MB	B	B	B	MB
	E-D10	Mo	MB	Mo	D	B	MB	B	B	B	B	D	B	B	B	B	B	MB	B	MB	B	B	B	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB
Urola	E-U5								Mo	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	E-U8								B	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	Mo	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	E-U10	Mo	B	Mo	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	B	Mo	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Oria	E-O5								Mo	B	B	B	MB	MB	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	B	Mo	MB
	E-O10	B	B	B	Mo	B	B	Mo	D	Mo	B	B	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	B	Mo	Mo	Mo	B	B	Mo	Mo	B	B	B
Urumea	E-UR5								Mo	M	D	D	D	Mo	D	M	D	M	D	M	D	Mo	D	D	Mo	D	Mo	B	Mo	B
	E-UR10	Mo	MB	B	B	Mo	B	Mo	B	M	Mo	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB
Oiartzun	E-OI10	M	M	M	M	M	D	D	D	D	M	B	Mo	B	Mo	M	B	B	Mo	Mo	Mo	MB	B	Mo	MB	B	MB	D	D	B
	E-OI15								M	M	M	Mo	M	Mo	Mo	D	D	M	M	M	D	M	M	D	M	M	M	M	M	M
	E-OI20	MB	MB	MB	B	MB	B	B	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Bidasoa	E-BI5								MB	MB	B	MB	B	MB	B	B	B	B	B	MB	MB	B	MB	B	B	B	MB	D	Mo	B
	E-BI10	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	D	B	MB	B	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	Mo
	E-BI20	B	D	Mo	D	D	B	B	D	MB	B	MB	B	B	Mo	B	B	MB	B	B	D	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B
Cantabria-Matxitxako	L-N10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-N20	MB	MB	MB	B	Mo	B	B	B	MB	B	MB	B	Mo	B	MB	MB	MB	B	B	MB	B	MB	MB	MB	B	MB	B	MB	MB
	L-B10	MB	MB	B	MB	B	B	MB	Mo	B	B	MB	MB	B	B	B	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB
	L-B20	MB	MB	MB	MB	Mo	B	B	B	MB	MB	MB	MB	D	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB
Matxitxako-Getaria	L-OK10	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-L10	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB
	L-L20									MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-A10				MB	MB	MB	MB	Mo	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-D10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-U10	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Getaria-Higer	L-O10	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-O20								B	B	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-OI10	MB	Mo	B	MB	B	MB	Mo	Mo	B	MB	B	B	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-OI20								MB	D	B	B	MB	B	B	B	B	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	MB	MB
	L-BI10	MB	MB	B	MB	B	MB	MB	Mo	B	B	MB	MB	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Mompas-Pasaia	L-UR20	B	D	M	D	M	Mo	Mo	B	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Plataforma litoral	L-REF10								B	MB	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-REF20												B	B	B	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-REF30												MB		B	B	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	MB	B	MB	MB	B

Tabla 224 Evolución de la calidad de los peces de la Red de Calidad, para el período 1995-2023, en cada estación de control. Nota: los datos anteriores a 2002, en Bizkaia han sido tomados del Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia, mientras que en Gipuzkoa son de la Diputación Foral de Gipuzkoa. Algunos datos del Bidasoa han sido proporcionados por CEMAGREF.

Masa de agua	Estación	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Barbadun	E-M5	Mo	Mo	D	D	D	D	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	Mo			B			B			B			B		
	E-M10	D	Mo	D	D	Mo	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	Mo			B			B			B			B		
Nerbioi interior	E-N10	M	M	M	M	M	M	M	D	D	D	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo	B	MB	MB	MB	MB			MB			B		
	E-N15	M	D	M	D	M	D	D	D	D	Mo	D	D	Mo	Mo	M	M	B	MB	MB	MB	MB			MB			B		
	E-N17	D	D	D	Mo	D	D	D	Mo	D	D	D	Mo	B	Mo	D	D	B	MB	MB	MB	MB			MB			B		
Nerbioi exterior	E-N20	M	Mo	D	D	Mo	D	B	D	Mo	Mo	Mo	Mo	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	MB
	E-N30	D	B	B	B	B	B	B	B	D	B	Mo	B	B	MB	MB	MB	MB												
Butroe	E-B5			Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo		B		B	B			B			B			B			B		B
	E-B7			Mo	Mo	Mo	B	Mo	Mo	Mo		Mo		B	B			B			B			B			B		B
	E-B10			Mo	D	B	Mo	Mo	Mo	B		B		B	B			B			B			B			B		B
Oka interior	E-OK5								Mo			B			B			B			Mo			B			B		B
Oka exterior	E-OK10								Mo			B			B			B			Mo			B			B		Mo
	E-OK20								Mo			B			B			B			Mo			B			B		Mo
Lea	E-L5								Mo			Mo			Mo			Mo	D	D	B			Mo			Mo		Mo
	E-L10								Mo			B			Mo			Mo			B			Mo			Mo		Mo
Artibai	E-A5								D			D			Mo			B			B			B			B		Mo
	E-A10								Mo			Mo			B			B			B			B			B		Mo
Deba	E-D5		D							Mo			Mo			Mo			B			B			B		B		
	E-D10		Mo							Mo			B			B			B			B			B		B		
Urola	E-U5		Mo								Mo			Mo			Mo			B			B			B		MB	
	E-U8		Mo								B			B			B			B			B			B		MB	
	E-U10		B								Mo			B			Mo			B			B			B		MB	
Oria	E-O5		D							Mo			Mo			Mo			B			Mo	Mo		B		B		
	E-O10		Mo							B			B			B			B			Mo	Mo		B		B		
Urumea	E-UR5	Mo									Mo			B			Mo			MB			B		MB				B	
	E-UR10	Mo									Mo			Mo			B			MB			B		MB				B	
Oiartzun	E-OI10			Mo				Mo			Mo			Mo			Mo			B			MB			B			Mo	
	E-OI15							D			D			Mo			Mo			B			MB			B			Mo	
	E-OI20			Mo				B			Mo			MB			B			B			MB			B			Mo	
Bidasoa	E-BI5	Mo						Mo			Mo	Mo		Mo			Mo			Mo			MB			B			Mo	B
	E-BI10	Mo						Mo			Mo	Mo		Mo			Mo			Mo			MB			B			Mo	B
	E-BI20	Mo						Mo			D	B		B			B			Mo			MB			B			Mo	B

Referencias

Asakura, A., S. Watanabe, 2005. *Hemigrapsus takanoi*, new species, a sibling species of the common japanese intertidal crab *H. penicillatus* (Decapoda: Brachyura: Grapsoidea). Journal of Crustacean Biology, 25(2): 279-292.

Bald, J., A. Borja, I. Muxika, J. Franco, V. Valencia, 2005. Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: A case-study from the Basque Country (Northern Spain). Marine Pollution Bulletin, 50: 1508-1522.

Belzunce, M.J., J. Blasco, A. Del Campo, M. Espino, L. Ferrer, J.M. Garmendia, M. González, J. Larreta, M.A. Maidana, N. Montero, 2010. Advances in tools for harbour water quality management: MODELTOX Project. ISOBAY 12, International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay. Brest, France, 3-6 May 2010. http://www-iuem.univ-brest.fr/ISOBAY.

Bock, M.T., B.S. Miller, A.W. Bowman, 1999. Assessment of Eutrophication in the Firth of Clyde: Analysis of Coastal Water Data from 1982 to 1996. Marine Pollution Bulletin, 38 (3):222-231.

Borja, A., 2005. The European water framework directive: A challenge for nearshore, coastal and continental shelf research. Continental Shelf Research, 25: 1768-1783.

Borja, A., H. Heinrich, 2005. Implementing the European Water Framework Directive: the debate continues... Marine Pollution Bulletin, 50(4): 486-488.

Borja, A., M. Elliott, 2007. What does `good ecological potential' mean, within the European Water Framework Directive? Marine Pollution Bulletin, 54: 1559-1564.

Borja, A., D.M. Dauer, 2008. Assessing the environmental quality status in estuarine and coastal systems: Comparing methodologies and indices. Ecological Indicators, 8: 331-337.

Borja, A., J. Franco, V. Pérez, 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin, 40 : 1100-1114.

Borja, A., R. Castro y A. Uriarte, 1996. Estudio de la calidad biológica de los sedimentos de los estuarios interiores de los ríos Bidasoa, Oiartzun y Urumea. Inédito, AZTI-Tecnalia. Donostia - San Sebastián. 105 pp + anexos.

Borja, A., B.G.D. Bikuña, J.M. Blanco, A. Agirre, E. Aierbe, J. Bald, M.J. Belzunce, H. Fraile, J. Franco, O. Gandarias, I. Goikoetxea, J.M. Leonardo, L. Lonbide, M. Moso, I. Muxika, V. Pérez, F. Santoro, O. Solaun, E. M. Tello, V. Valencia, 2003. Red de Vigilancia de las masas de aguas superficial de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe inédito para Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 22 vols, 3043 pp.

Borja, A., J. Franco, V. Valencia, J. Bald, I. Muxika, M.J. Belzunce, O. Solaun, 2004a. Implementation of the European water framework directive from the Basque country (northern Spain): a methodological approach. Marine Pollution Bulletin, 48 (3-4) :209-218.

Borja, A., J. Franco, I. Muxika, 2004b. The Biotic Indices and the Water Framework Directive: the required consensus in the new benthic monitoring tools. Mar. Pollution Bulletin, 48(3-4): 405-408.

Borja, A., V. Valencia, J. Franco, I. Muxika, J. Bald, M.J. Belzunce, O. Solaun, 2004c. The water framework directive: water alone, or in association with sediment and biota, in determining quality standards? Marine Pollution Bulletin, 49(1-2): 8-11.

Borja, A., B. García de Bikuña, A. Agirre, J.Mª Blanco, J. Bald, M.J. Belzunce, H. Fraile, J. Franco, O. Gandarias, I. Goikoetxea, J.M. Leonardo, L. Lonbide, E. López, M. Moso, I. Muxika, O. Solaun, E.Mª Tello, V. Valencia, M. Aboal, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, L. Gurtubai, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.Mª Ruiz, J.C. Sola, J.Mª Trigueros, A. Manzanos, 2004d. Red de Vigilancia de las masas de agua superficial de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de la UTE AZTI-Anbiotek-Labein-Ondoan para la Dirección de Aguas del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 22 Tomos, 1.313 pp.

Borja, A., O. Solaun, I. Galparsoro, E.M. Tello, I. Muxika, V. Valencia, J. Bald, J. Franco, A. Manzanos, 2004e. Caracterización de las presiones e impactos en los estuarios y costa del País Vasco. Informe de la Fundación AZTI para la Dirección de Aguas del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco, 322 p.

Borja, A., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, I. Muxika, V. Pérez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.Mª Ruiz, J.C. Sola, J.Mª Trigueros, A. Manzanos, 2005. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de AZTI-Tecnalia para la Dirección de Aguas del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 14 Tomos, 718 pp.

Borja, A., I. Galparsoro, O. Solaun, I. Muxika, E.M. Tello, A. Uriarte, V. Valencia, 2006. The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 66: 84-96.

Borja, A., A. B. Josefson, A. Miles, I. Muxika, F. Olsgard, G. Phillips, J.G. Rodríguez, B. Rygg, 2007. An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion, according to the European Water Framework Directive. Mar. Poll. Bulletin, 55 : 42-52.

Borja, A., Bricker, S.B., Dauer, D.M., Demetriades, N.T., Ferreira, J.G., Forbes, A.T., et al., 2008a. Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. Marine Pollution Bulletin 56, 1519-1537.

Borja, A., Mader, J., Muxika, I., Rodríguez, J.G., Bald, J., 2008b. Using M-AMBI in assessing benthic quality within the Water Framework Directive: Some remarks and recommendations. Marine Pollution Bulletin 56, 1377-1379.

Borja, A., J. Bald, J. Franco, J. Larreta, I. Muxika, M. Revilla, J.G. Rodríguez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, 2009a. Using multiple ecosystem components, in assessing ecological status in Spanish (Basque Country) Atlantic marine waters. Marine Pollution Bulletin, 59: 54-64.

Borja, A., A. Ranasinghe, S.B. Weisberg, 2009b. Assessing ecological integrity in marine waters, using multiple indices and ecosystem components: Challenges for the future. Mar. Poll. Bull., 59: 1-4.

Borja, A., I. Muxika, J.G. Rodríguez, 2009c. Paradigmatic responses of marine benthic communities to different anthropogenic pressures, using M-AMBI, within the European Water Framework Directive. Marine Ecology, 30: 214-227.

Borja, Á., J.G. Rodríguez, K. Black, A. Bodoy, C. Emblow, T.F. Fernandes, J. Forte, I. Karakassis, I. Muxika, T.D. Nickell, N. Papageorgiou, F. Pranovi, K. Sevastou, P. Tomassetti, D. Angel, 2009d. Assessing the suitability of a range of benthic indices in the evaluation of environmental impact of fin and shellfish aquaculture located in sites across Europe. Aquaculture, 293: 231-240.

Borja, A., A. Miles, A. Occhipinti-Ambrogi, T. Berg, 2009e. Current status of macroinvertebrate methods used for assessing the quality of European marine waters: implementing the Water Framework Directive. Hydrobiologia, 633: 181-196.

Borja, Á., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, J. Larreta, I. Menchaca, I. Muxika, M. Revilla, J.G. Rodríguez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, A. Laza-Martínez, M.A. Marquiegui, J. Martínez, J.Mª Ruiz, J.C. Sola, A. Manzanos, 2015. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de AZTI para la Agencia Vasca del Agua, 651 pp.

Borja, Á., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, J. Larreta, I. Menchaca, I. Muxika, M. Revilla, J.G. Rodríguez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, J.C. Sola, I. Cruz, M.A. Marquiegui, J. Martínez, J.Mª Ruiz, M. Cano, A. Laza-Martínez, A. Manzanos, 2016a. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV. Informe de resultados. Campaña 2015. Informe de AZTI para la Agencia Vasca del Agua, 445 pp.

Borja, Á., G. Chust, J.G. Rodríguez, J.G., J. Bald, M.J. Belzunce-Segarra, J. Franco, J.M. Garmendia, J. Larreta, I. Menchaca, I. Muxika, O. Solaun, M. Revilla, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita. 2016b. "The past is the future of the present": Learning from long-time series of marine monitoring. Science of the Total Environment, 566-567: 698-711.

Borja, Á., J. Bald, J. Franco, J. Larreta, I. Menchaca, I. Muxika, M. Revilla, J.G. Rodríguez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, J.C. Sola, I. Cruz, M.A. Marquiegui, J. Martínez, J.Mª Ruiz, M. Cano, A. Laza-Martínez, A. Manzanos, 2019. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV. Informe de resultados. Campaña 2018. Informe de AZTI para la Agencia Vasca del Agua, 412 pp.

Borja, Á., J. Bald, J. Franco, J. Larreta, I. Menchaca, I. Muxika, M. Revilla, J.G. Rodríguez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, J.C. Sola, I. Cruz, M.A. Marquiegui, J. Martínez, J.Mª Ruiz, M. Cano, A. Laza-Martínez, A. Manzanos, 2021. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV. Informe de resultados. Campaña 2020. Informe de AZTI para la Agencia Vasca del Agua, 385 pp.

Borja, Á., J. Bald, M.J. Belzunce, M.C. Uyarra, A. Fontán, J. Franco, J.M. Garmendia, A. Lanzén, J. Larreta, I. Menchaca, I. Muxika, S. Pouso, M. Revilla, J.G. Rodríguez, Y. Sagarmínaga, O. Solaun, A. Uriarte, I. Zorita, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, J.C. Sola, I. Cruz, M.A. Marquiegui, J. Martínez, J.M. Ruiz, M. Cano, A. Laza-Martínez, A. Manzanos, 2023. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV. Informe de resultados.

Campaña 2022. Informe de AZTI para la Agencia Vasca del Agua, 392 pp.

Dauvin, J.C., A.T. Rius, T. Ruellet, 2009. Recent expansion of two invasive crabs species *Hemigrapsus sanguineus* (de Haan, 1835) and *H. takanoi* Asakura and Watanabe 2005 along the Opal Coast, France. Aquatic Invasions, 4(3) : 451-465.

Domingues R.B., A. Barbosa, H. Galvão, 2008 Constraints on the use of phytoplankton as a biological quality element within the Water Framework Directive in Portuguese waters. Marine Pollution Bulletin, 56:1389-1395.

European Commission, 2024. Commission Decision (EU) 2024/721 of 27 February 2024 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Commission Decision (EU) 2018/229. Official Journal of the European Communities, L series: 1-90.

Franco, J., J. Bald, Á. Borja, R. Castro, J. Larreta, I. Menchaca, I. Muxika, M. Revilla, A. Uriarte, G. Rodríguez, F. Villate, E. Orive, S. Seoane, A. Laza, 2011. Seguimiento ambiental de los estuarios del Nervión, Barbadún y Butrón durante 2010. Informe de AZTI-Tecnalia para el Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia, 319 pp.

García-Barcina, J.M., J.A. González-Oreja, A. De la Sota, 2006. Assessing the improvement of the Bilbao estuary water quality in response to pollution abatement measures. Water Research 40: 951-960.

Garmendia, M., 2013. Testing tools for the assessment of phytoplankton Biscay393cal status and eutrophication, within the basque coast (southeastern Bay of Biscay). Tesis Doctoral presentada en la Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea.

Gouriou, L., Trut, G., Auby, I., Rigouin, L., Meteigner, C., Oger-Jeanneret, H. (2018). Valorisation des données de la surveillance chimique DCE dans les masses d'eau du bassin Adour- Garonne (2008- 2015). ODE/LITTORAL/LER/AR/18.03. https://archimer.ifremer.fr/doc/00422/53364/

Kirkwood, D., 1996. Nutrients: Practical notes on their determination in sea water. ICES Techniques in Marine Environmental Sciences, No.17, 25pp. http://dx.doi.org/10.25607/OBP-253

Larreta, J., Zorita I., Solaun, O., 2024. Estudio de la contaminación por TBT (tributilo de estaño) en la masa de agua de transición del Bidasoa. Elaborado por AZTI para URA. 16 pp. Inf. final 2023.

Martínez, J., I. Adarraga, 2001. Distribución batimétrica de comunidades bentónicas de sustrato blando en la plataforma continental de Guipúzcoa (Golfo de Vizcaya). Boletín del Instituto Español de Oceanografía, 17: 33-48.

Martínez J., I. Adarraga, J.M. Ruiz, 2007. Tipificación de poblaciones bentónicas de los fondos blandos de la plataforma continental de Guipúzcoa (sureste del golfo de Vizcaya). Boletín del Instituto Español de Oceanografía, 23 (1-4): 85-110.

Meglen, R.R., 1992. Examining large databases: a chemometric approach using principal component analysis. Marine Chemistry, 39:217-237.

Moita, T.Ma, Y. Pazos, C. Rocha, R. Nolasco, P.B. Oliveira, 2016. Toward predicting *Dinophysis* blooms off NW Iberia: A decade of events. Harmful Algae, 53:17-32. doi: 10.1016/j.hal.2015.12.002.

Muxika, I., A. Borja, J. Bald, 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. Marine Pollution Bulletin, 55: 16-29.

Nincevic-Gladan, Z., M. Buzancic, G. Kuspilic, B. Grbec, S. Matijevic, S. Skejic, I. Marasovic, M. Morovic. 2015. The response of phytoplankton community to anthropogenic pressure gradient in the coastal waters of the eastern Adriatic Sea. Ecological Indicators, 56: 106–115.

OSPAR, 2004. OSPAR/ICES workshop on the evaluation and update of background reference concentrations (B/RCs) and ecotoxicological assessment criteria (EAC) and how these assessment tools should be used in assessing contaminants in water, sediment and biota. 167 pp.

REFCOND, 2003. Guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries for inland surface waters. EU Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive. 86 pp

Revilla, M., J. Franco, J. Bald, Á. Borja, A. Laza, S. Seoane, V. Valencia, 2009. Assessment of phytoplankton ecological status in the Basque coast (northern Spain) according to the European Water Framework Directive. Journal of Sea Research, 61: 60-67.

Revilla, M., J. Franco, M. Garmendia, Á. Borja, 2010. A new method for phytoplankton quality assessment in the Basque estuaries (northern Spain), within the European Water Framework Directive. Revista de Investigación Marina, 17(7): 149-164.

Revilla, M., Á. Borja, J. Franco, I. Menchaca, V. Valencia, I. Zorita, 2011. Estudio de la sensibilidad a la eutrofización de los estuarios del País Vasco en 2010. Informe elaborado por AZTI para la Agencia Vasca del Agua – Uraren Euskal Agentzia, 63 pp + Anexo.

Revilla, M., Á. Borja, G. Chust, A. Fontán, J. Franco, M. González, S. Novoa, Y. Sagarminaga, V. Valencia, 2012. Estudio de la clorofila, elemento clave para la Estrategia Marina Europea y la Directiva Marco del Agua. Informe elaborado por AZTI para la Agencia Vasca del Agua – Uraren Euskal Agentzia, 102 pp.

Revilla, M., J.M. Garmendia, A. Uriarte, O. Solaun, I. Zorita, J. Franco, 2014. Eutrofización en el medio marino del País Vasco: influencia antrópica e impactos sobre el fitoplancton. Informe elaborado por AZTI para la Agencia Vasca del Agua – Uraren Euskal Agentzia, 120 pp.

Revilla M., O. Solaun, I. Menchaca, I. Zorita, J. Franco, A. Borja, V. Valencia, J Bald, 2017. Estudio de la sensibilidad a la eutrofización de los estuarios del País Vasco. Informe 2017. Elaborado por AZTI para URA, 95 pp. http://www.uragentzia.euskadi.eus/u81-0003771/es/contenidos/documentacion/2019_eutrofizacion/es_def/index.shtml

Revilla, M., J. Bald, M.J. Belzunce, M. Bustamante, I. Díez, J. Franco, J.M. Garmendia, J.M. Gorostiaga, A. Laza-Martínez, I. Menchaca, N. Muguerza, I. Muxika, E. Quintano, J.G. Rodríguez, J.I. Saiz-Salinas, J. Tajadura, A. Uriarte, 2022a. Plan de vigilancia del medio receptor del vertido de la EDAR de Galindo. Año 2021. Informe elaborado por AZTI para el Consorcio de Aguas Bilbao

Bizkaia. 346 pp.

Revilla, M., A. Fontán, J.M. Garmendia, 2022b. Análisis de la calidad del agua e informe anual del estado de los estuarios de Gipuzkoa: Año 2022. Informe elaborado por AZTI para el Departamento de Medio Ambiente y Obras Hidráulicas, Diputación Foral de Gipuzkoa, 77 pp.

Rodríguez J.G., I. Tueros, A. Borja, M.J. Belzunce, J. Franco, O. Solaun, V. Valencia, A. Zuazu, 2006. Maximum likelihood mixture estimation to determine metal background values in estuarine and coastal sediments within the European Water Framework Directive. Science of the Total Environment, 370: 278-293.

Rodríguez, J.G., J. Bald, Á. Borja, A. Fontán, J. Franco, J. Larreta, M. Revilla, O. Solaun, 2021. Cálculo de límites de clase de estado para nutrientes en aguas de transición y costeras de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental. Elaborado por AZTI para URA. 80 pp.

Solaun, O, J. Franco, Á. Borja, I. Menchaca, J. Otaola, A. Manzanos, 2018. Análisis de presiones e impactos en aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Tercer ciclo de planificación hidrológica (2021-2027). Elaborado por AZTI para la Agencia Vasca del Agua.

Stephen, A.C., 1930. Studies on the Scottish marine fauna. Additional observations on the fauna of the sandy and muddy areas of the tidal zone. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 56: 521-535.

Tueros, I., Rodríguez, J.G., Borja, A., Solaun, O., Valencia, V., Millán, E., 2008. Dissolved metal background levels in marine waters, for the assessment of the physico-chemical status, within the European Water Framework Directive. Science of The Total Environment 407, 40-52.

Tueros, I., Borja, Á., Larreta, J., Rodríguez, J.G., Valencia, V., Millán, E., 2009. Integrating long-term water and sediment pollution data, in assessing chemical status within the European Water Framework Directive. Marine Pollution Bulletin 58, 1389-1400. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.04.014z

Uriarte, A., Borja, A., 2009. Assessing fish quality status in transitional waters, within the European Water Framework Directive: Setting boundary classes and responding to anthropogenic pressures. Estuarine, Coastal and Shelf Science 82, 214-224.

Valencia, V., A. Borja, J. Franco, I. Galparsoro, E. Tello, 2004a. Medio físico y dinámica de los estuarios de la costa vasca. Aplicaciones en ecología y gestión. Dirección de Biodiversidad, Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 92 pp.

Valencia V., J. Franco, Á. Borja, A. Fontán, 2004b. Hydrography of the southeastern Bay of Biscay. In: Borja Á, Collins M (eds) Oceanography and Marine Environment of the Basque Country. Elsevier Oceanography Series, vol 70. Elsevier, Amsterdam, pp160–194.

Valencia, V., Fontán, A., Goikoetxea, N., Chifflet, M., González, M., López, A., 2019. Long-term evolution of the stratification, winter mixing and θ-S signature of upper water masses in the southeastern Bay of Biscay, Continental Shelf Research), doi: https://doi.org/10.1016/j.csr.2019.05.010