



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

Informe de resultados.
Campaña 2022

Fundación AZTI Fundazioa

ura

URAREN
EUSKAL
AGENTZIA

AGENCIA
VASCA
DEL AGUA



ELISKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

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 2022.
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 M ^a Ruiz, María Cano, Aitor Laza-Martínez, Alberto Manzanos.
FECHA:	Junio 2023

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 2022

1. Introducción, material y métodos.....	4
2. Síntesis de resultados.....	27
3. Masa de agua de transición del Barbadun.....	41
4. Masa de transición del Nerbioi interior	57
5. Masa de agua de transición del Nerbioi exterior	79
6. Masa de agua de transición del Butroe.....	97
7. Masa de agua de transición del Oka interior	114
8. Masa de agua de transición del Oka exterior.....	129
9. Masa de agua de transición del Lea	145
10. Masa de agua de transición del Artibai	162
11. Masa de agua de transición del Deba.....	179
12. Masa de agua de transición del Urola	195
13. Masa de agua de transición del Oria	213
14. Masa de agua de transición del Urumea	228
15. Masa de agua de transición del Oiartzun.....	245
16. Masa de agua de transición del Bidasoa	266
17. Masa de agua costera Cantabria-Matxitxako	291
18. Masa de agua costera Matxitxako-Getaria	310
19. Masa de agua costera Getaria-Higer	334
20. Masa de agua costera Mompas-Pasaia.....	357
21. Anexos.....	371

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, investigadores, administrativos, 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 de 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 de estado ecológico y 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 químico de las masas de aguas de transición y costeras de la CAPV, tanto en la campaña de 2022 como en el último sexenio.
- **Diagnóstico y evolución de estado ecológico:** 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 2022, su evolución histórica y la calificación de su estado ecológico y químico en 2022.

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» definido 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) 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. Establecer las NCA para las sustancias preferentes y fijar 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 legislación que regula los derechos de acceso a la información y de participación pública.

En la CAPV, 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, para la aprobación, modificación o tramitación ante las autoridades competentes, de los instrumentos de planificación hidrológica previstos en la Ley 1/2006, de 23 de junio, de Aguas; 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 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 (km²)	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 (km²)	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 muestro 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 191 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 191 del Anexo), y también puedan ser usadas como referencia de bajo impacto de presiones.

En las estaciones citadas se da el control de:

- Elementos de calidad biológicos: composición, abundancia y biomasa del fitoplancton (clorofila a en todas y en 14 estudio de comunidades de fitoplancton), 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 incluye 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, en 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, que se muestrean mensualmente. Complementariamente al control en aguas también se realiza un muestreo y análisis de contaminantes en sedimentos en todas las estaciones y en biomonitores en 13 estaciones específicas.

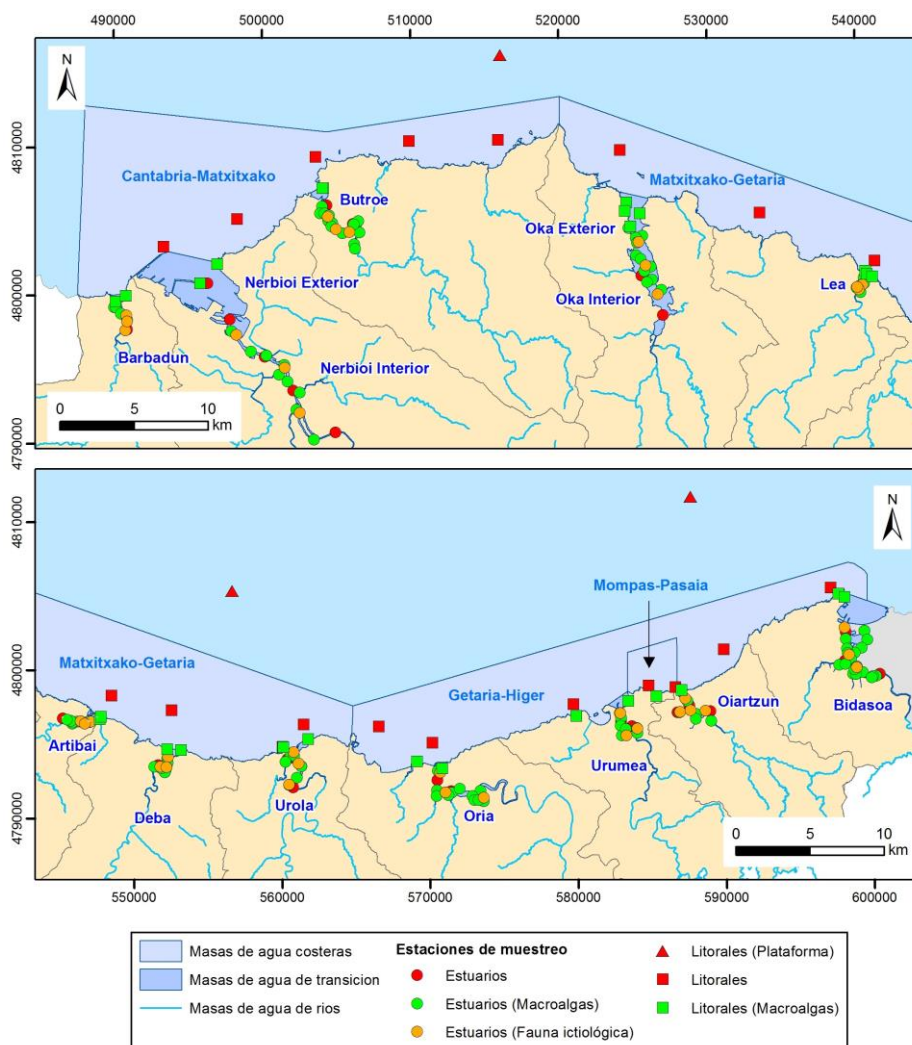


Figura 1 Mapa que muestra la ubicación de las estaciones de control de la Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV.

Por otro lado, se han 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) (Figura 1 y Tabla 192 del Anexo).

Por último, 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 permiten un análisis extensivo en el conjunto de la masa de agua de transición (Figura 1 y Tabla 193 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 o potencial 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 (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.

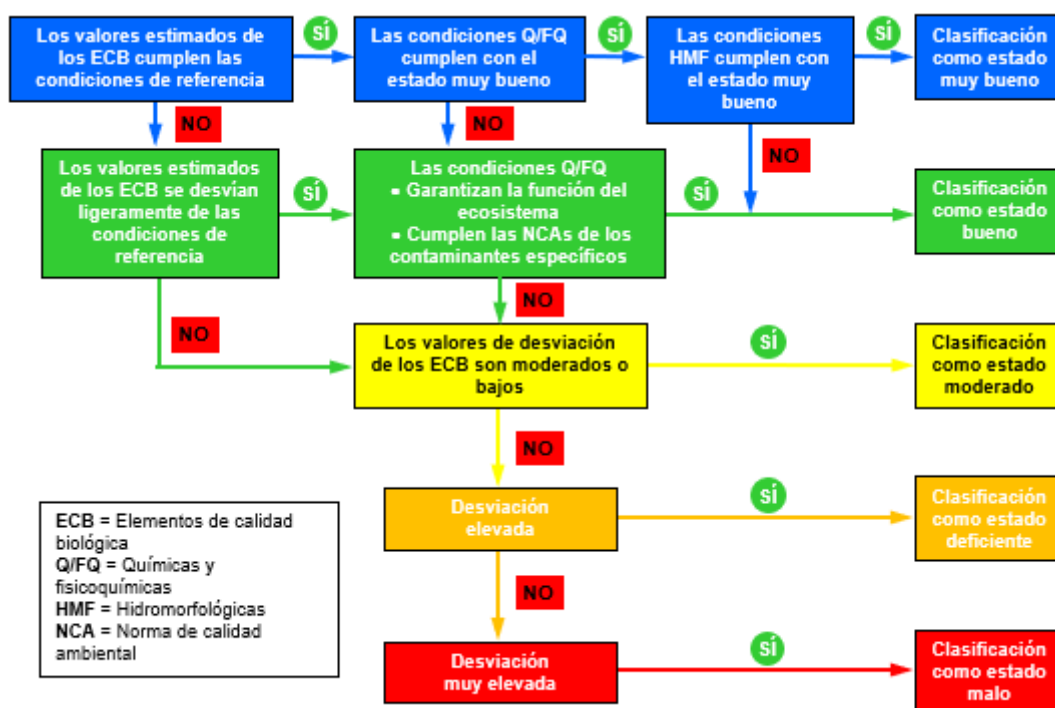


Figura 2 Proceso de calificación del estado ecológico, basado en la Directiva Marco del Agua (adaptado del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021. Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas).

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 2022. 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 2022 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 191).

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. 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	
% Transmisión luz	CTD SBE25	0,1%	
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	
Color	Colorimetría. Escala Pt-Co	3 mgPt 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 aguas 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 asignaron 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 utilizada hasta ahora 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, dos de ellas pasaron de oligohalino a mesohalino y otra pasó de euhalino a polihalino.

Como condiciones de referencia hasta ahora se venían empleando las publicadas en el Real Decreto 35/2023, 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*”.

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 se recoge en la Tabla 5.

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 Índice de Calidad del Estado Fisicoquímico (IC-EFQ o PCQI siglas en inglés) para mantener la distancia relativa de las condiciones de referencia con respecto a estos nuevos límites de clase (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.

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/>

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

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 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.

Además, con el objeto de analizar las tendencias temporales de las condiciones fisicoquímicas generales se ha calculado el Índice IC-EFQ. Al cambiar las condiciones de referencia de muy buen y mal estado fisicoquímico, y el cambio de asignación a un nuevo tramo halino de tres estaciones de muestreo, ha sido necesario actualizar el análisis para el cálculo del IC-EFQ de acuerdo con la metodología propuesta por Bald et al. (2005) basada en técnicas de análisis multivariante.

Para ello, se llevó 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 fueron previamente transformados mediante la transformación logarítmica ($\log(1+X)$), así como estandarizados restándoles la media y dividiéndolos por la desviación estándar. Finalmente, para obtener una interpretación más sencilla del resultado obtenido por el análisis factorial, éste fue previamente transformado mediante el sistema de rotación “varimax”.

Una vez realizado el Análisis Factorial, se calcula la proyección de cada estación sobre la recta teórica de unión de las dos referencias de muy buen y mal estado fisicoquímico 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, 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 planteado umbrales muy buen estado/ buen estado (IC-EFQ 0,83) y de 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 $30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ para todos los tramos salinos, sin embargo, los límites entre el Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado, se ha 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 de estado químico se han analizado muestras de agua en 3 estaciones de plataforma, 16 estaciones de litoral y 32 de estuario. En las aguas de transición en 2022 se han recogido muestras de superficie en bajamar, 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 ha 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 (a-HCH, g-

HCH, d-HCH, b-HCH, e-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, a-HCH, g-HCH, d-HCH, b-HCH, e-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 2022 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 cuatro 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 ha 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 (a-HCH, g-HCH, d-HCH, b-HCH, e-HCH).

Así, en relación con sustancias prioritarias en la edición de 2022 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 2022. 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	
Hexaclorociclohexano	Extracción mediante la técnica SBSE (Stir BarSorpive Extraction) acoplada a Cromatografía de Gases y Espectrometría de Masas (GC/MS)
Hexaclorobenceno	
Aldrín, Dieldrín	
Isodrin	
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; y en caso contrario se determina que no alcanza el buen estado químico. Para ello 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 $\mu\text{g L}^{-1}$. (a- Prioritaria, b- Peligrosa prioritaria, c- Otros contaminantes, NA: no aplicable). MA: Media Anual, CMA: Concentración Máxima Admisible. Sustancias controladas en agua 2022.

Nº		Sustancia	Nº: Chemical Abstracts Service.	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	NA	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	0,05	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 estas sustancias, la NCA se refiere a la concentración disuelta de una muestra

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

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

En el caso del benzo(a)pireno, la NCA 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 hace 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 poder hacer la evaluación del 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 parámetros³, 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 y si un 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 si 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-(p-clorofenil)-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-(p-clorofenil)-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, en aguas de transición y costeras, se redujeron las sustancias preferentes analizadas, limitándolas a las que se había demostrado que presentaban valores nocivos o que superaban los objetivos de calidad. Por tanto, se han analizado solo zinc y cobre. La frecuencia de control es trimestral (ver apartado 1.5.2.1 de este informe). En aguas de transición la determinación es en bajar 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 límites 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 en 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 y NCA-MA de Cobre y Zinc en masas de agua de transición y en masas de agua costeras. Valores en $\mu\text{g L}^{-1}$. (LC: límite de cuantificación)

Tramo salino	Aguas de transición						Aguas costeras		Método	LC
	nivel de fondo					NCA-MA	nivel de fondo	NCA-MA		
	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). 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. 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 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	En la fracción < 2 mm
PCBs			
DDTs			
Hexaclorociclohexano			
Hexaclorobenceno			
Aldrin, Dieldrin, Isodrin			

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 incremento de NCA asociados a biota, se han muestreado biomonitores 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 (el límite de cuantificación que se maneja, al ser igual a la NCA-MA).
- Barbadun (I-M10), Butroe (I-B10), Orio (I-O10), Urumea (I-UR10) y Bidasoa (I-BI10) se ha determinado el 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 (el límite de cuantificación que se maneja, al ser igual a la NCA-MA).

Tabla 12 Real Decreto 817/2015. Anexo IV. Normas de calidad ambiental (NCA). Concentraciones en $\mu\text{g kg}^{-1}$ referidos a peso húmedo. (a- Prioritaria, b- Peligrosa prioritaria, c- Otros contaminantes, NA: no aplicable). Sustancias controladas en biomonitores en 2022. (LC: límite de cuantificación)

Nº		Sustancia	Nº: Chemical Abstracts Service.	NCA-biota $\mu\text{g kg}^{-1}$ p.h	LC $\mu\text{g kg}^{-1}$ p.h
(15)	a	Fluoranteno	206-44-0	30	0,03
(16)	b	Hexaclorobenceno	118-74-1	10	1
(17)	b	Hexaclorobutadieno	87-68-3	55	50
(21)	b	Mercurio y sus compuestos	7439-97-6	20	6
(28)	b	Benzo(a)pireno	50-32-8	5	0,03
(34)(**)	b	Dicofol	115-32-2	33	20
(35)(**)	b	Ácido perfluoro-octanosulfónico y sus derivados (PFOS)	1763-23-1	9,1	1
(43)(**)	b	Hexabromociclododecano (HBCDD)		167	100
(44)(**)	b	Heptacloro y epóxido de heptacloro	76-44-8/1024-57-3	0.0067	0,004

¹No 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 mínimo una frecuencia anual para la biota. La biota al ser una matriz integradora hay un único dato, donde el resultado 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 URA⁴ 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, 2018). 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, en este apartado se han reducido al mínimo, refiriéndonos a estos protocolos que 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

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/>

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 de 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 $20 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ al considerarse estos “outliers”. 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

En relación con elementos de calidad hidromorfológicos no se plantea una evaluación mediante métricas. Se limita a registrar aquellas obras o actuaciones que pudieran modificar el régimen mareal, el prisma de marea o las condiciones hidrográficas (por ejemplo, construcción de espigones, dragados, etc.) y la calificación se realiza a juicio de experto. Debe recordarse que cuatro masas de agua de la categoría aguas de transición están consideradas como masas de agua muy modificada, y que por tanto no es de aplicación la evaluación de indicadores hidromorfológicos. Así, en estuarios y costa se han valorado las alteraciones en la morfología, estableciéndose cinco categorías de calidad:

- Muy Buena: no existe ningún tipo de alteración hidromorfológica (o bien son irrelevantes).
- Buena: se detecta la presencia de alteraciones hidromorfológicas dispersas y que no afectan de forma significativa al régimen mareal.
- Moderado: se detecta la presencia de diques en las orillas (condicionando la anchura), infraestructuras transversales discontinuas, etc. Suelen presentar esta calidad estaciones situadas en pequeños polígonos industriales o en áreas urbanas escasamente pobladas.
- Deficiente: la presencia de infraestructuras que alteran la circulación es mucho más patente y condicionan la geomorfología del área en el entorno de la estación de muestreo.
- Mala: la presencia de infraestructuras afecta a un tramo mucho mayor que en el caso de las estaciones que presentan calidad “Deficiente”.

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 192 y Tabla 193).
- 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 (EQR⁵), 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 13. 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 13 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 193) 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 14). 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 14 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 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 el NCA-MA y 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

⁵ 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

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 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 2022

En cuanto al **estado ecológico**⁶ en 2022, las 14 masas de agua de transición y las 4 masas de agua costeras se diagnostican de la siguiente forma (Tabla 15 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:** ninguna de las masas de agua se diagnostica en estado ecológico deficiente.
- **Estado o potencial ecológico moderado:** hay cinco masas que se encuentran en este estado: Nerbioi interior, Nerbioi exterior, Oiartzun, Oka exterior y Bidasoa. En los dos primeros casos se debe a que no alcanzan el buen estado fisicoquímico, por altos niveles de nutrientes; en el caso del Oiartzun, además, no se cumplen objetivos medioambientales asociados a fitoplancton y fauna ictiológica. En los otros dos casos se debe a incumplimientos de objetivos medioambientales para alguno de los elementos de calidad biológicos (macroinvertebrados y peces, respectivamente).
- **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, Artibai, Deba, Urola y Oria), 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 15 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

⁶ 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 resultados⁷.

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), según trabajos intensivos realizados en esta masa de agua⁸ 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 2022 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, Artibai, Urola, Oria y Urumea y las cuatro costeras (Cantabria-Matxitxako, Matxitxako-Getaria, Getaria-Higer, Mompas-Pasaia). Por otro lado, Oka interior, Oka exterior, Oiartzun y Bidasoa 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.

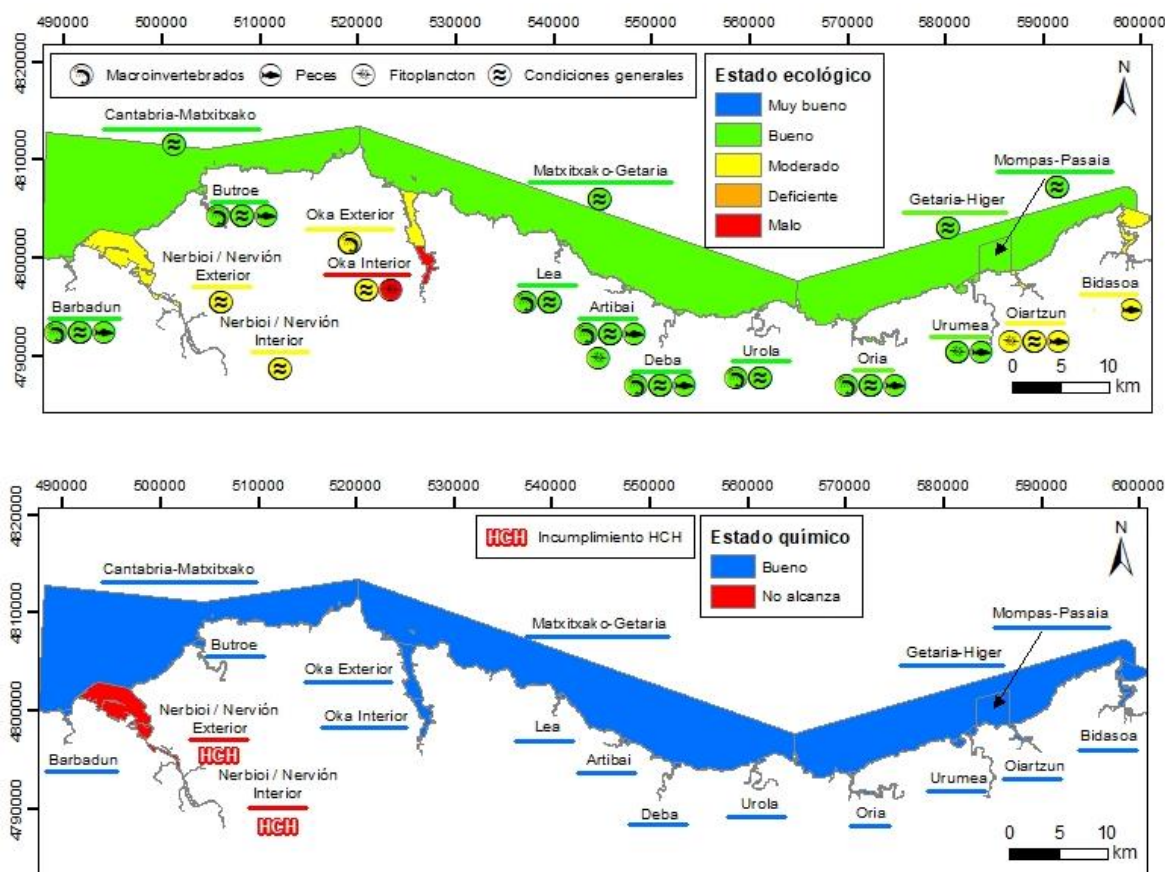


Figura 3 Estado Ecológico y Estado Químico en las masas de agua de transición y costeras (en plano y subrayado en el nombre) de la Comunidad Autónoma del País Vasco, para el año 2022. En cada caso se indican los elementos que han contribuido al estado en concreto, bajo el concepto de “uno fuera, todos fuera”.

⁷ https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/seguimiento_ultimos_informes/es_def/adjuntos/Informe-FINAL-HCH_2022.pdf

⁸ https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/seguimiento_ultimos_informes/es_def/adjuntos/TBT_BIDASOA_2022.pdf

Tabla 15 Resumen y el diagnóstico de Estado en 2022. 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), hidromorfología⁹ (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	B	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
Nerbioi Interior	BP	BP	BP	PMo	BP	<B	MP	PM	PMo	NA	PqB
Nerbioi Exterior	MP	MP	BP	BP	BP	<B	MP	PM	PMo	NA	PqB
Butroe	B	B	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
Oka Interior	B	B	M	MB	M	<B	MB	Mo	M	B	PqB
Oka Exterior	Mo	B	B	B	Mo	B	MB	MB	Mo	B	PqB
Lea	B		MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
Artibai	B	B	B	Mo	B	B	MB	D	B	B	B
Deba	B	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
Urola	B	MB	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
Oria	B	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B
Urumea	MP	BP	BP	PMo	BP	MP	MP	PD	BP	B	B
Oiartzun	BP	PMo	PMo	BP	PMo	<B	MP	PM	PMo	B	PqB
Bidasoa	B	Mo	MB	B	Mo	MB	MB	Mo	Mo	B	PqB

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	MB	B	B	B
Getaria-Higer	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
Mompas-Pasaia	MB	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B

2.2. EVOLUCIÓN DE ESTADO. PERIODO 2017-2022

2.2.1. Análisis por masa de agua

En el periodo 2017-2022 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 permite 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 16).

Respecto al **estado ecológico**, en el periodo 2017-2022, 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 36-57% 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, 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, Oria, Lea y Butroe), tres (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).

⁹ Evaluación según criterios Plan Hidrológico tercer ciclo. Actualmente en fase de revisión.

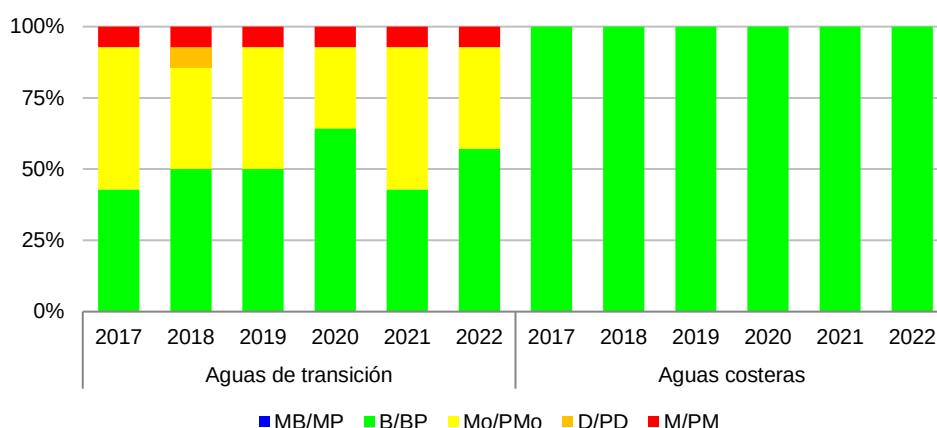


Figura 4 Evolución del estado/potencial ecológico de las masas de agua de transición y costeras. Período 2017-2022. Estado/potencial ecológico: muy bueno/máximo potencial (MB/MP), bueno/buen potencial (B/BP), moderado/potencial moderado (Mo/PMo), deficiente/potencial deficiente (D/PD) y malo/potencial malo (M/PM).

Respecto al **estado químico** las aguas de transición cumplen en el 85% de los casos en el periodo 2017-2022 (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 2017 el grado de cumplimiento es total.

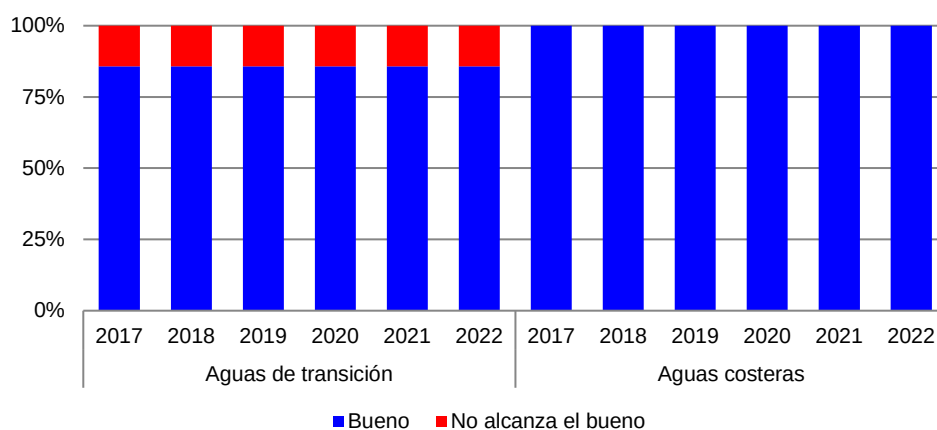


Figura 5 Evolución del estado químico de las masas de agua de transición y costeras. Período 2017-2022.

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 40% al 65% 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, Deba y Barbadun han cumplido todos los años del periodo 2017-2022 el estado global. Por su lado, todas las masas de agua costeras alcanzan el buen estado.

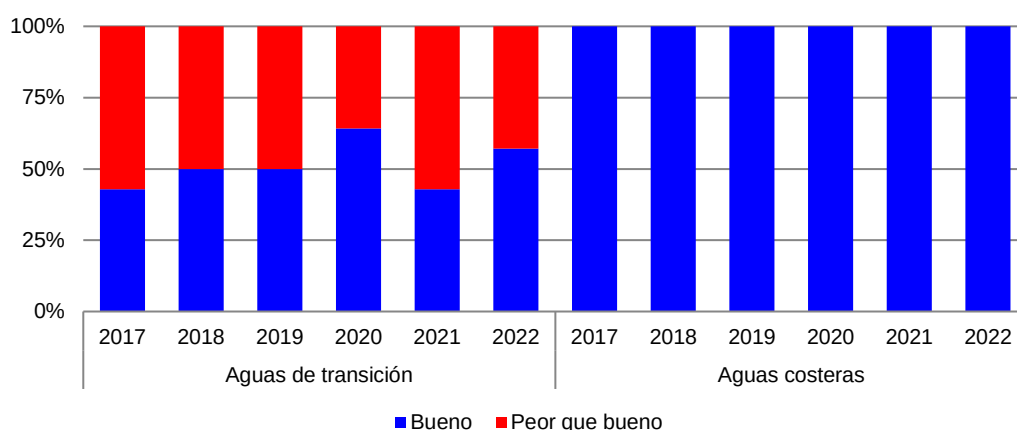


Figura 6 Evolución del estado de las masas de agua de transición y costeras. Período 2016-2022.

En el análisis por indicadores implicados en la evaluación de **estado ecológico** (Tabla 17), para interpretar los resultados del *‘uno fuera, todos fuera’* anterior, para el periodo 2017-2022 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, 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, Nerbioi interior y exterior y Barbadun.
- **Macroinvertebrados bentónicos.** Se cumplen objetivos medioambientales en casi todas las masas y años, excepto en Artibai y Oka interior en bastantes años, sumándose Lea y Butroe en 2021 (aunque en 2022 otra vez alcanzan el 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 algún año inicial en Oria y en 2022 en Bidasoa y Oiartzun. En el Lea, incumple desde 2017, aunque parece deberse a problemas metodológicos, por lo que no se ha tenido en cuenta en la evaluación.

Tabla 16 Evolución estado de las masas de agua de transición y costeras. Período 2017-2022. (ver claves en la Tabla 15).

MASA	ESTADO ECOLÓGICO						ESTADO QUÍMICO						ESTADO					
	17	18	19	20	21	22	17	18	19	20	21	22	17	18	19	20	21	22
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	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	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	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B
Artibai	Mo	Mo	Mo	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	B	PqB	B
Deba	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Urola	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	B	B	B
Oria	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	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	PMo	PD	PMo	PMo	PMo	PMo	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
Bidasoa	B	B	B	B	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB
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 17 Indicadores de estado ecológico. Evolución de las masas de agua de transición y costeras. Período 2017-2022.

MASA	Macroinvertebrados						Fitoplancton						Macroalgas					
	17	18	19	20	21	22	17	18	19	20	21	22	17	18	19	20	21	22
Getaria-Higer	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Mompas-Pasaia	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	B
Matxitxako-Getaria	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Cantabria-Matxitxako	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB
Bidasoa	B	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B
Oiartzun	BP	MP	BP	MP	BP	BP	PMo	PD	PMo	PMo	PMo	PMo	BP	BP	BP	BP	BP	BP
Urumea	BP	BP	BP	BP	BP	MP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	PMo	PMo	PMo	PMo	PMo	PMo
Oria	MB	MB	B	B	B	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Urola	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B
Deba	MB	B	MB	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Artibai	Mo	Mo	Mo	B	Mo	B	B	MB	B	MB	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Lea	B	MB	MB	MB	Mo	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	Mo	Mo	Mo	B	B	B
Oka interior	D	D	MB	B	D	Mo	M	M	M	M	M	M	B	B	B	MB	MB	MB
Oka exterior	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Butroe	B	B	B	B	Mo	B	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	B	B	B
Nerbioi interior	BP	MP	BP	MP	BP	BP	MP	MP	BP	BP	BP	BP	PD	PD	PD	PD	PMo	PMo
Nerbioi exterior	MP	MP	MP	MP	MP	MP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	PD	PMo	PMo	PMo	BP	BP
Barbadun	MB	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	D	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
MASA	Fauna ictiológica						Condiciones generales						Sustancias preferentes					
	17	18	19	20	21	22	17	18	19	20	21	22	17	18	19	20	21	22
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
Matxitxako-Getaria							B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Cantabria-Matxitxako							B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Bidasoa	MB	MB	B	B	B	Mo	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Oiartzun	MP	MP	BP	BP	BP	PMo	<B	<B	<B	<B	<B	<B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Urumea	BP	MP	MP	MP	MP	BP	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Oria	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Urola	B	B	B	B	B	MB	<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
Artibai	B	B	B	B	B	B	<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
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	B	<B	<B	<B	<B	<B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Butroe	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nerbioi interior	MP	MP	MP	MP	MP	BP	<B	<B	<B	<B	<B	<B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nerbioi exterior	MP	BP	BP	BP	BP	MP	<B	<B	<B	<B	<B	<B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Barbadun	B	B	B	B	B	B	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 195 (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 observan incrementos en el buen 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 del L-UR20 y también algunos moderados de L-B10, L-L10 o L-OI10, hasta alcanzar en 2021 el 100% en buen estado, con una mejoría en 2022.

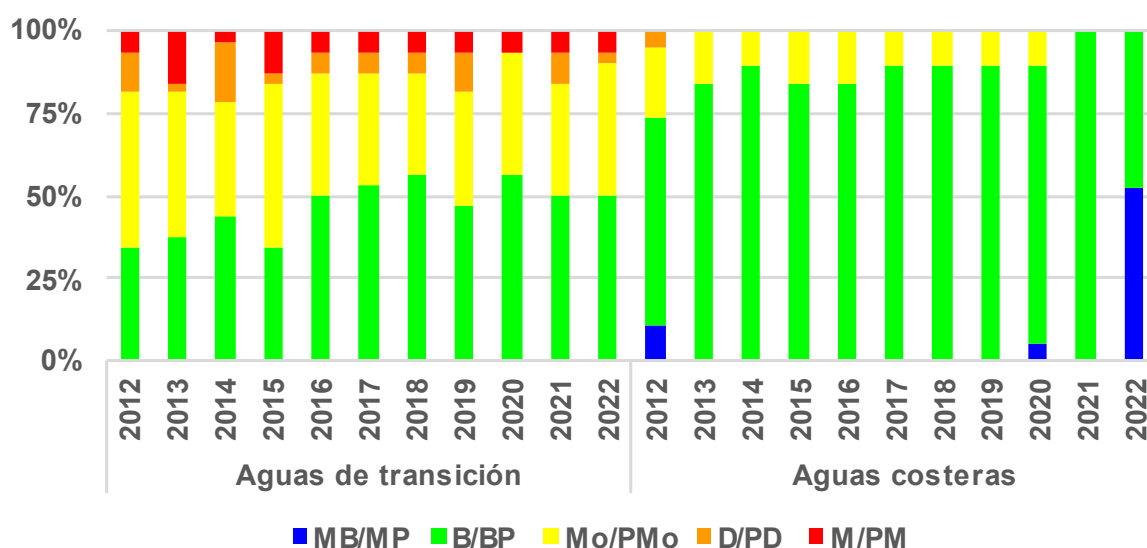
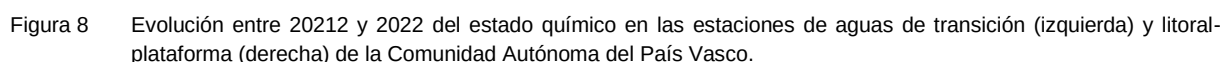


Figura 7 Evolución entre 2012 y 2022 del estado ecológico en las estaciones de aguas de transición (izquierda) y litoral-plataforma (derecha) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (muy bueno/máximo potencial (MB/MP), bueno/buen potencial (B/BP), moderado/potencial moderado (Mo/PMo), deficiente/potencial deficiente (D/PD) y malo/potencial malo (M/PM)).

En la Figura 8 y Tabla 195 (ver Anexo) se observa la evolución del **estado químico**, en las estaciones de control, entre 2012 y 2022. En dicho periodo entre un 56 y un 88% de las estaciones de aguas de transición cumplen el buen estado químico, mientras en las estaciones costeras cumple entre el 94 y 100% de las estaciones, especialmente desde 2018.

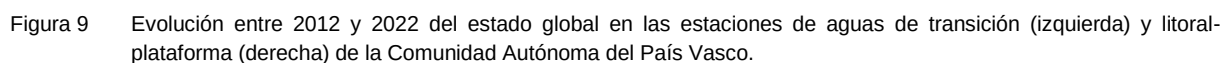
Nuevamente hay que decir que, excepto en algunos lugares, como Nerbioi, donde existe una situación de contaminación crónica debida a HCH, en el resto de los casos son situaciones puntuales donde algún metal (por ejemplo, cadmio, níquel, plomo), algún compuesto orgánico (como algún hidrocarburo policíclico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

Como se ha dicho en el caso de las masas de agua, hay que hacer notar que el caso del principio de *'uno fuera, todos fuera'*, aplicado al estado ecológico y al químico, es lo que decide en gran manera 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



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 que los niveles de cumplimiento se sitúan en torno al 50%.

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.



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 195 (ver Anexo) se observa la evolución de la calidad fisicoquímica en aguas, entre 1999 y 2022, 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 más de 75% de las estaciones está en muy buen estado o buen estado y desde 2014 esta situación se da en más del 68% de las estaciones.

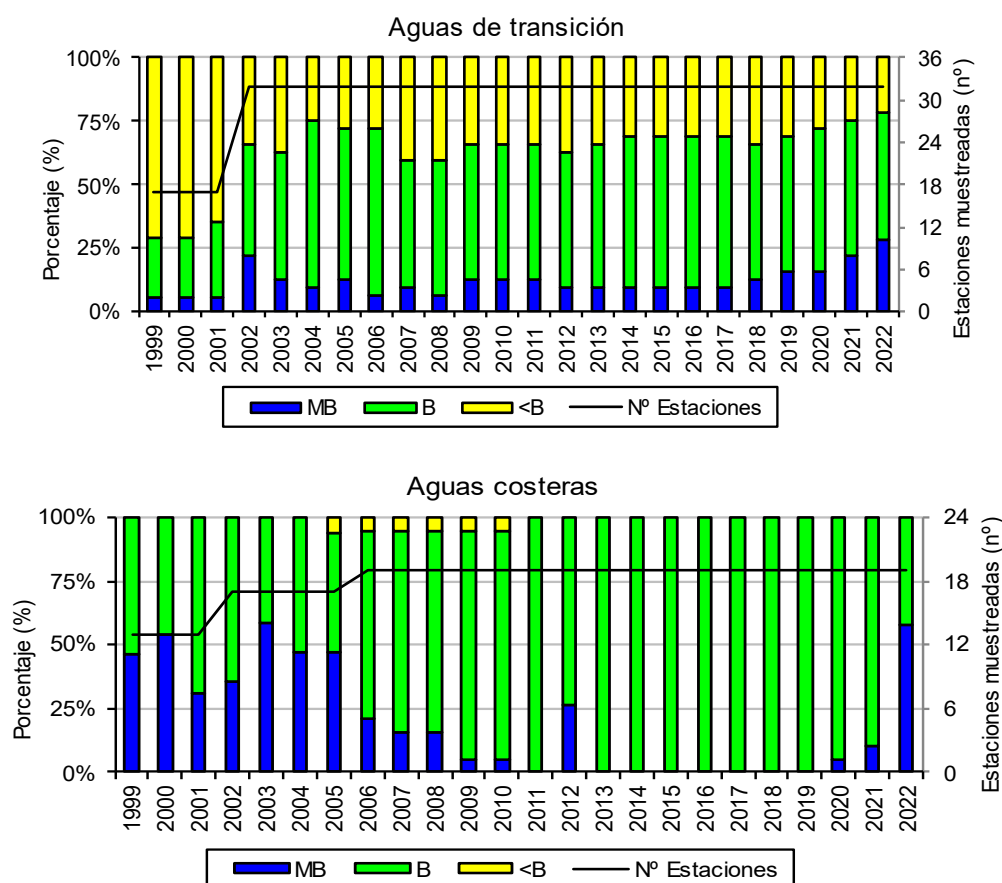


Figura 10 Evolución de la calidad fisicoquímica en los estuarios (arriba) y litoral-plataforma (abajo) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado o peor), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra).

2.3.2. Fitoplancton

En la Figura 11 y Tabla 195 (ver Anexo) se observa la evolución del elemento de calidad fitoplancton, entre 2000 y 2022, 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.

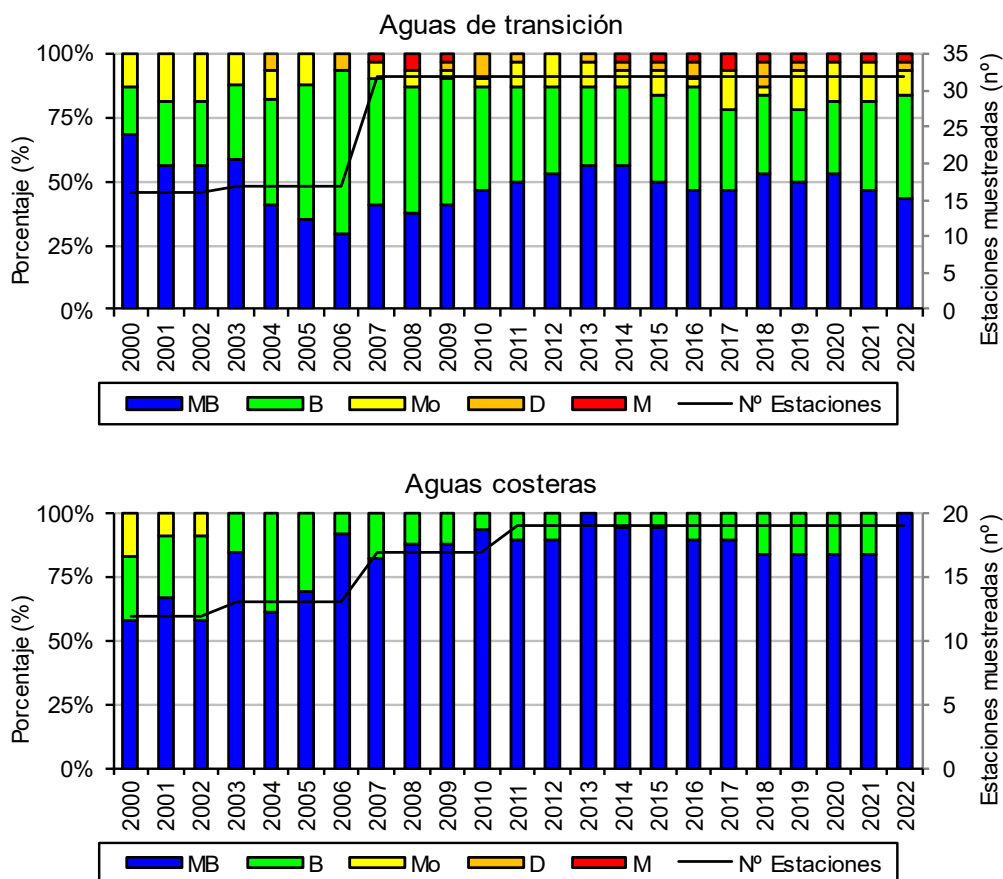


Figura 11 Evolución de la calidad del fitoplancton en los estuarios (arriba) y litoral-plataforma (abajo) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra).

2.3.3. Macroalgas

En la Figura 12 y Tabla 195 (ver Anexo) se observa la evolución del elemento de calidad macroalgas, entre 2002 y 2022, 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 general, 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, y se supera el 50% en 2020-2022. 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 **aguas costeras** parece haber mejorado, sobre todo entre el periodo 2008-2010 y el periodo 2020-2022. 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.

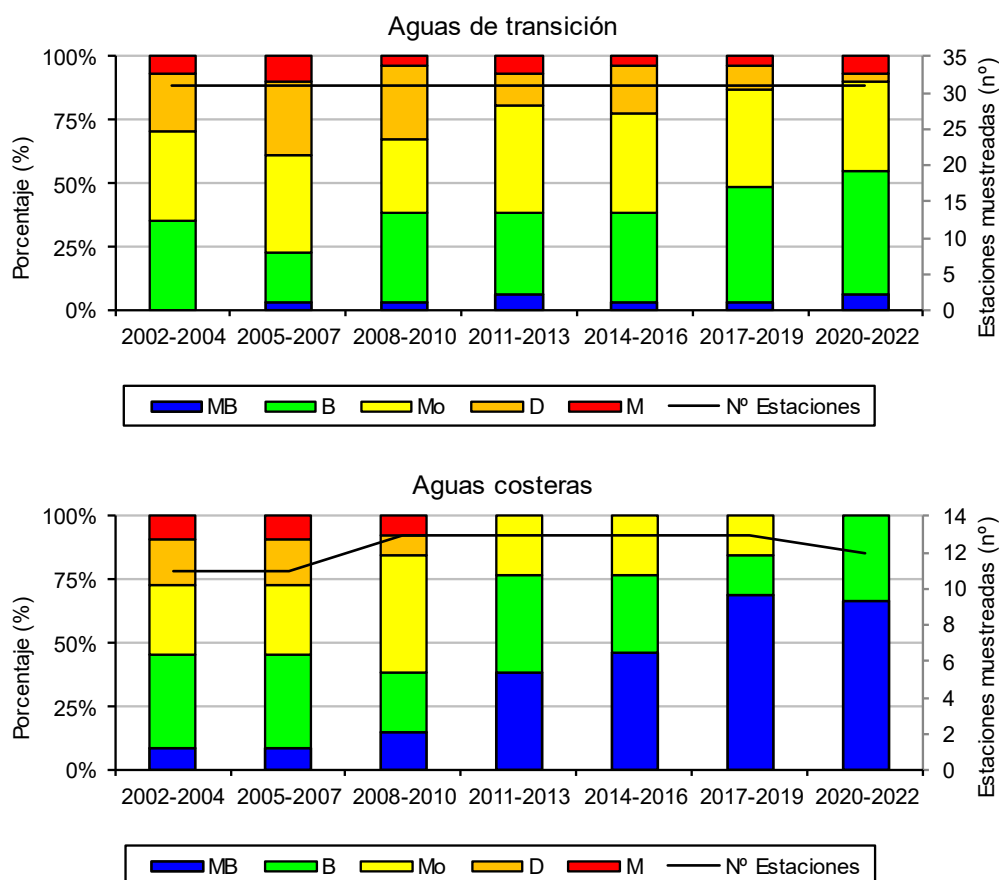


Figura 12 Evolución de la calidad de las macroalgas en los estuarios (arriba) y litoral (abajo) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra).

2.3.4. Fauna bentónica de invertebrados

En la Figura 13 y Tabla 195 (ver Anexo) se observa la evolución del elemento de calidad fauna bentónica de invertebrados, entre 1995 y 2022, en cada una de las estaciones de control.

En estaciones asociadas a **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). Las estaciones en mal estado son ahora solo un 3% del total, mientras que las moderadas son el 16-22%. En aguas de transición es reseñable la mejora detectada en el caso del 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.

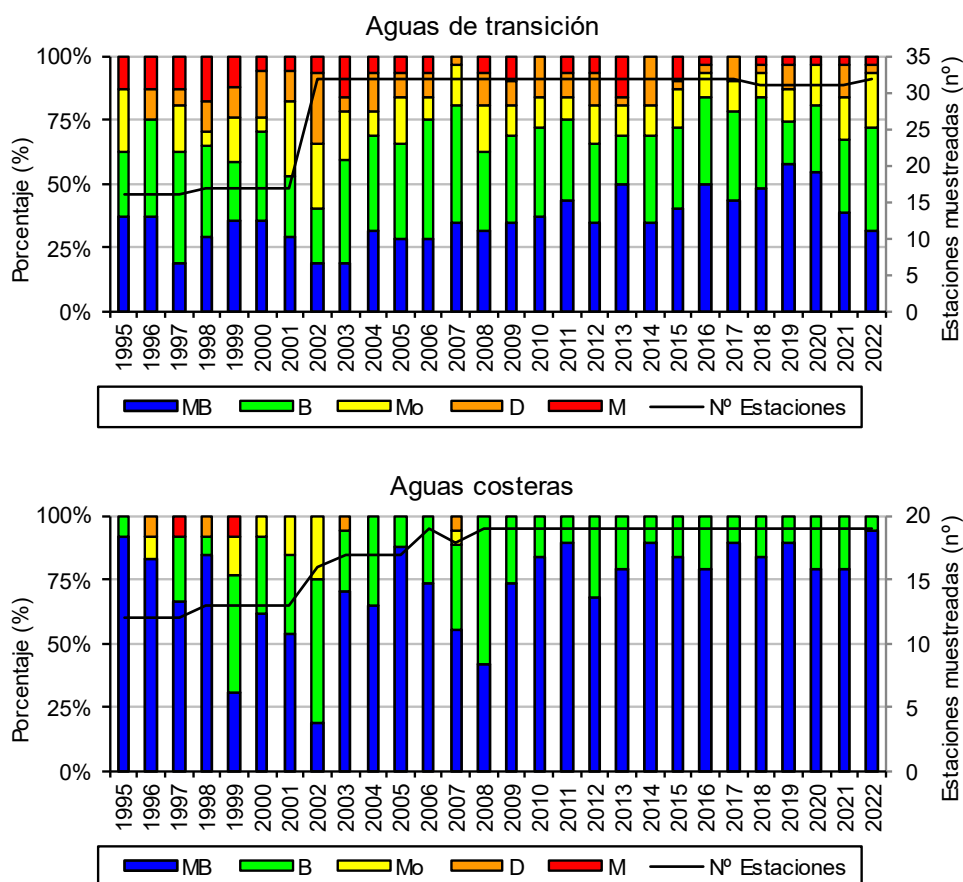


Figura 13 Evolución de la calidad de Fauna bentónica de invertebrados en los estuarios (arriba) y litoral-plataforma (abajo) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra).

2.3.5. Fauna ictiológica

En la Figura 14 y Tabla 195 (ver Anexo) se observa la evolución del indicador fauna ictiológica en **aguas de transición**, entre 2002 y 2022, 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 ánimo de mostrar una serie temporal más larga o con mayor número de registros se han tenido en cuenta registros de 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 se aprecia un empeoramiento.

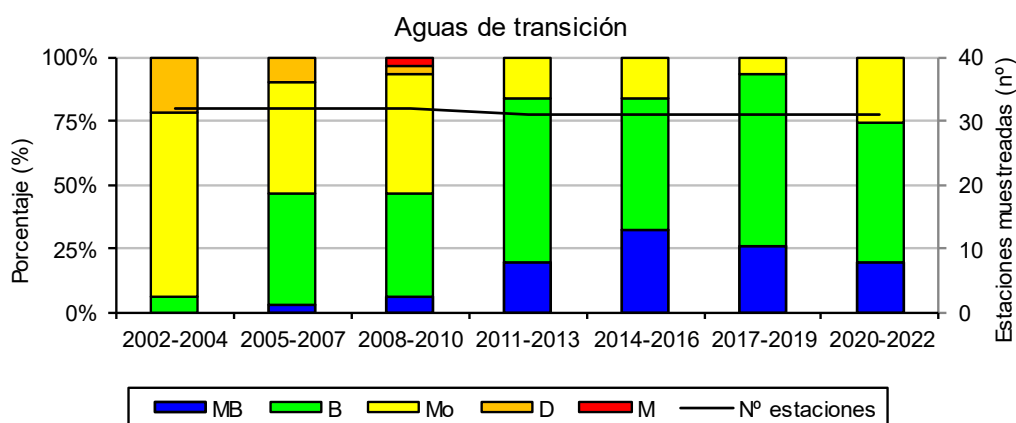


Figura 14 Evolución de la calidad de los peces en los estuarios de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra). Evaluación trienal de las estaciones de control.

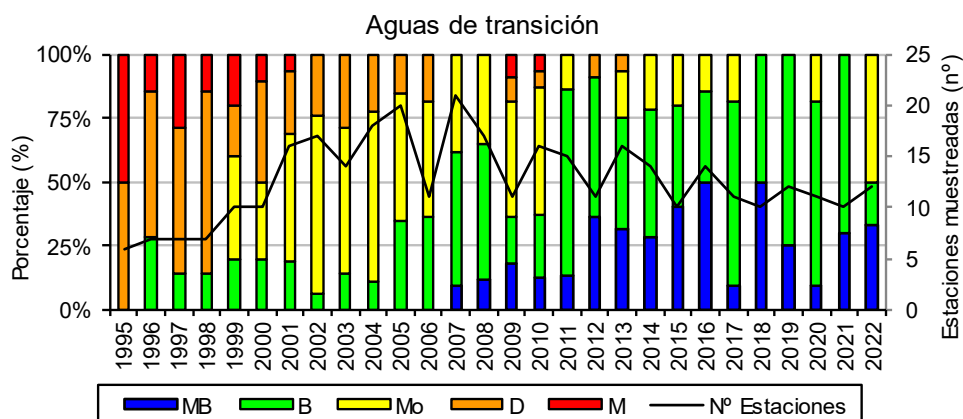


Figura 15 Evolución de la calidad de los peces en los estuarios de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra). Resultados de la Red de seguimiento del estado ecológico de 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

En La evaluación de **estado ecológico** en la **campaña de 2022** 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 2022** un **estado ecológico** inferior a bueno (Oka interior en estado malo, y en estado moderado Nerbioi interior y exterior, Oka exterior, Oiartzun y Bidasoa). 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 2022** 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 a 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 2017 a 2022**. El planteamiento de programas de seguimiento estables durante este periodo permite un análisis de tendencias cuyas conclusiones son:

- Las cuatro masas de agua costeras en el periodo 2017 a 2022 presentan un buen estado, lo que implica un buen estado ecológico y químico.
- Tres masas de agua de transición (Barbadun, Deba y Urumea) en el periodo 2017 a 2022 presentan un buen estado, lo que implica un buen estado ecológico y químico.
- Cinco masas de agua de transición en los seis años del periodo 2017 a 2022 presentan un estado peor que bueno. Oiartzun, Oka interior y exterior con estado ecológico inferior a bueno y Nerbioi interior y exterior donde además de estado ecológico inferior a bueno también no se alcanza el buen estado químico.
- En las restantes seis masas de agua de transición (Oria, Butroe, Lea, Artibai, Urola y Bidasoa) en el periodo 2017 a 2022 se observa un creciente grado de cumplimiento de objetivos medioambientales, dándose incumplimientos asociados a estado ecológico y fundamentalmente en la primera parte del periodo.

3.

Masa de agua 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, en 2022 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 2022 en estado bueno puesto que tanto el estado ecológico como el estado químico se califican como buenos, habiendo cumplido tanto el estado ecológico como el químico los seis últimos años (Tabla 18 y Figura 17). Son los macroinvertebrados (en la parte externa), los peces y las condiciones generales los que determinan el buen estado, mientras que el fitoplancton se encuentra en muy buen estado.

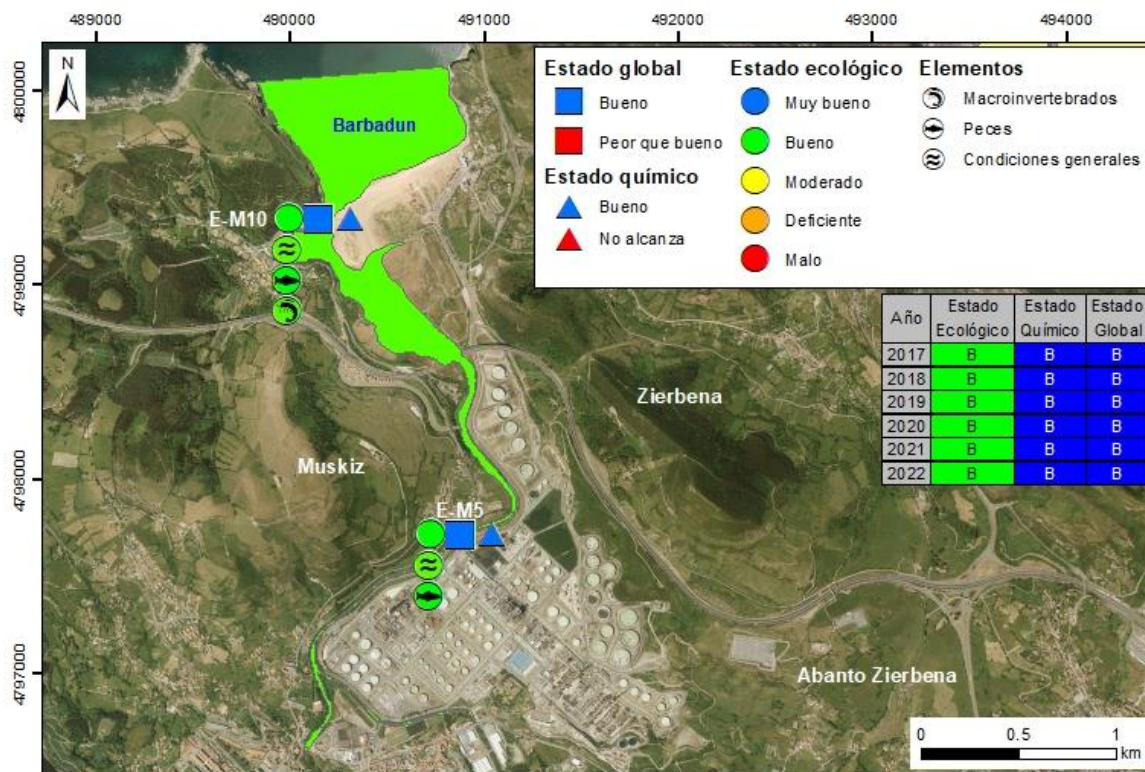


Figura 17 Masa de agua de transición del Barbadun: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 18 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Barbadun en 2022. 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	B	B	B	B
E-M10	Pobeña (puente) (Barbadun)	B	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
	Barbadun Transición	B	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B

Desde que se realizó en 2004 el 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 (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 temporalmente 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 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a los datos de bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2022, 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 19) 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 Bueno.

Tabla 19 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		97,10	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 34,3$	1,6	3,16	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 121,3$	1,6	46,65	Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 3,39$	0,16	0,56	Muy Bueno
E-M10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		101,17	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 18,6$	1,6	3,73	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 52,3$	1,6	16,91	Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 1,82$	0,16	0,32	Muy Bueno

Además, las condiciones fisicoquímicas generales determinadas mediante el percentil 25 del PCQI, calculado para el periodo de seis años entre 1994 y 2022, 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 malo al inicio de la serie, a un estado muy bueno (Figura 18).

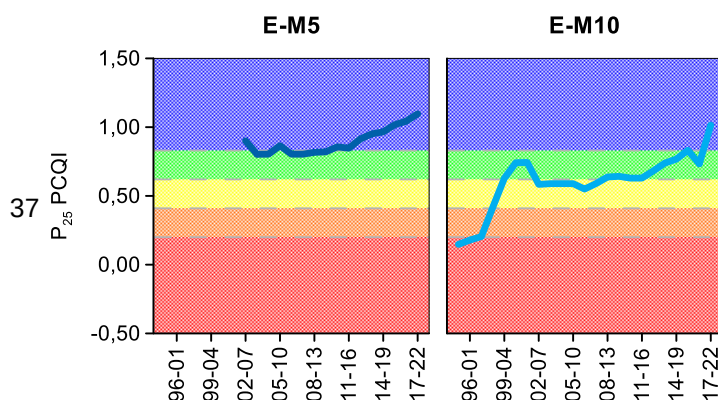


Figura 18 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI), calculado para periodos de seis años entre 1994 y 2022, de las estaciones de muestreo E-M5 y E-M10 de la masa de agua de transición del Barbadun. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 19 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el estuario (E-M5 y E-M10) en el periodo de 1994 a 2022.

En las series de datos disponibles, en la estación de cabecera (E-M5) se constata una tendencia significativa ($p < 0,05$) a la disminución en la concentración de fosfato y al aumento de la saturación de oxígeno. En la estación E-M10, también se observa una tendencia significativa a la disminución de la concentración de amonio y fosfato ($p < 0,01$) (Figura 19).

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, entre 2002 y 2022 (Figura 19).

En el caso de la estación de la desembocadura (E-M10), si bien al comienzo de la serie, de 1995 a 1998, se registran incumplimientos del objetivo de calidad del amonio y fosfato, se constata una mejora de estos nutrientes, mostrando un estado muy bueno desde entonces. El resto de las variables indica un cumplimiento de su objetivo de calidad prácticamente a lo largo de los 29 años de la serie histórica, con tendencia a reducirse las concentraciones de algunos nutrientes y aumentar el oxígeno (Figura 19). 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.

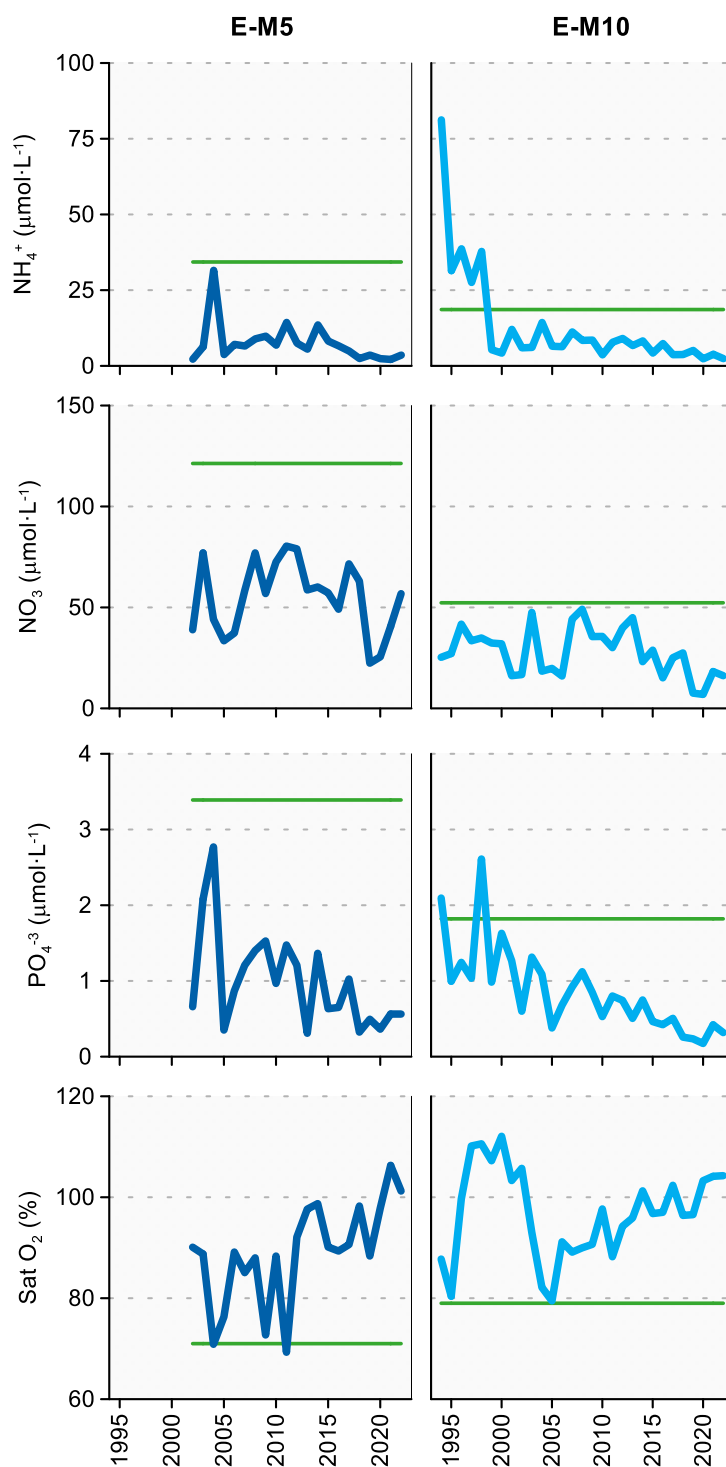


Figura 19 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadun en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

3.1.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 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 20). En los años previos, desde 2008, la masa de agua alcanzaba también el muy buen estado, aunque puntualmente alguna estación no lo alcanzara.

Tabla 20 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Barbadun en 2022. LC: Límite de Cuantificación.

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

La evaluación del estado químico determinada en 2022 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 21). Esto ha venido ocurriendo así desde 2004, excepto en algún caso puntual.

Tabla 21 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Barbadun en 2022. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como $\mu\text{g L}^{-1}$.

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	0,0007	0,0007	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0022	0,0022	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	<LC	<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	<LC	<LC	Cumple
	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	2,6	<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).

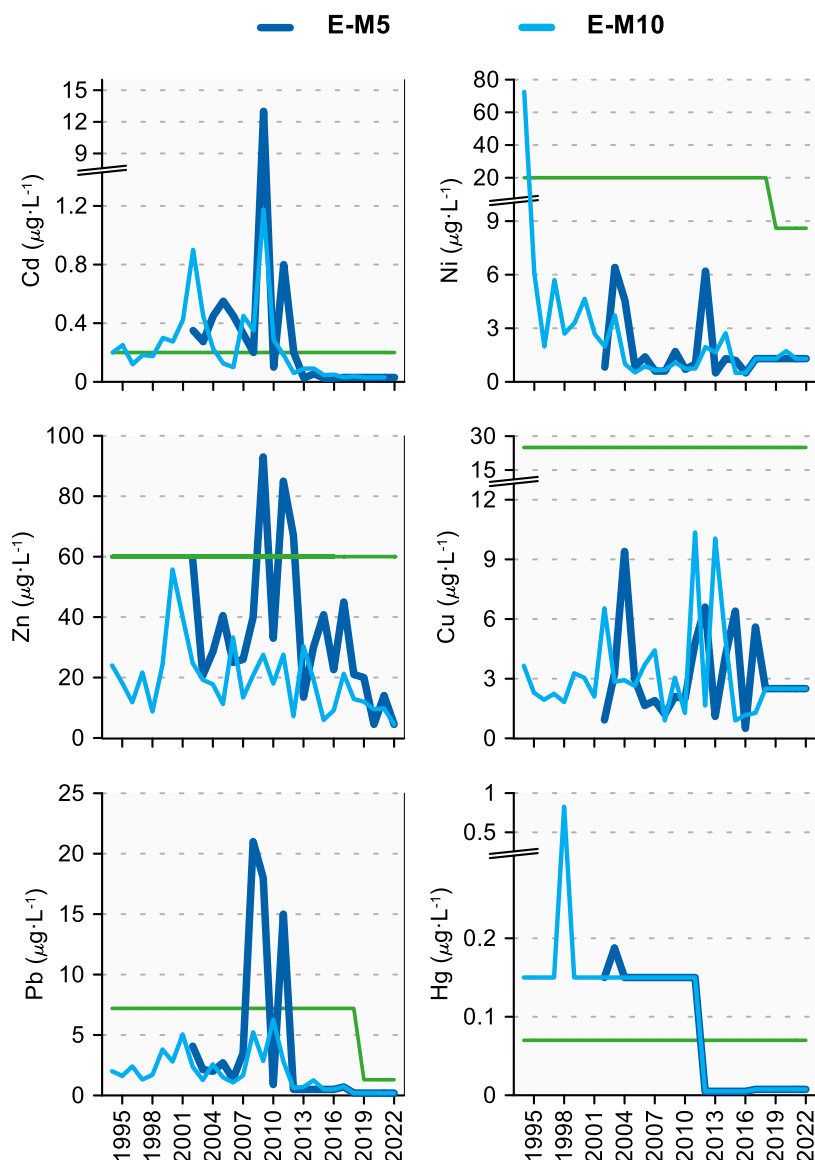


Figura 20 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Barbadun en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

3.1.2. Sedimentos

En la campaña de 2022, los sedimentos de este estuario se muestrearon en enero la estación E-M5 y en marzo la estación E-M10. Los resultados se presentan en la Tabla 22. En la estación externa E-M10 el sedimento es arenoso, mientras que en la parte interior (E-M5) el sedimento es fango-arenoso (Tabla 22), presentando este último mayor contenido en materia orgánica y valores de potencial más bajos con respecto al sedimento de la parte externa del estuario.

Como ya se ha comentado en informes anteriores, el potencial redox y el contenido en materia orgánica no presentan una tendencia temporal clara en la estación E-M5 (Figura 21). En cambio, en la estación E-M10 se observa un descenso discontinuo en el contenido en materia orgánica desde 2003, acorde a un incremento en el potencial redox.

Tabla 22 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 Barbadun en la campaña de invierno de 2022.

E-M5 (Fecha de muestreo: 31/01/2022)				E-M10 (Fecha de muestreo: 21/03/2022)			
Gravas (%)	0,2	Cd	0,50	Gravas (%)	0	Cd	0,36
Arenas (%)	49,5	Cr	47	Arenas (%)	99,9	Cr	17
Limos (%)	50,4	Cu	66	Limos (%)	0,1	Cu	58
MO (%)	4,5	Hg	0,15	MO (%)	1,2	Hg	0,13
Eh (mV)	58	Ni	34	Eh (mV)	402	Ni	25
		Pb	51			Pb	79
		Zn	235			Zn	240

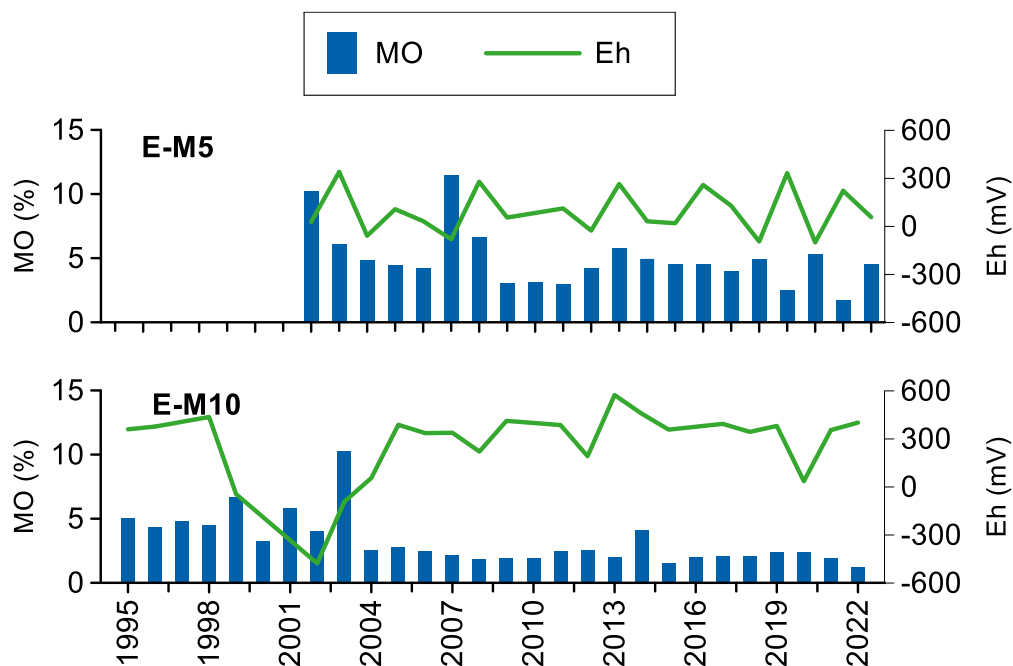


Figura 21 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Barbadun (muestreos de invierno).

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 y Zn 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 en Cr y Pb en la estación E-M10, pero no es estadísticamente significativa.

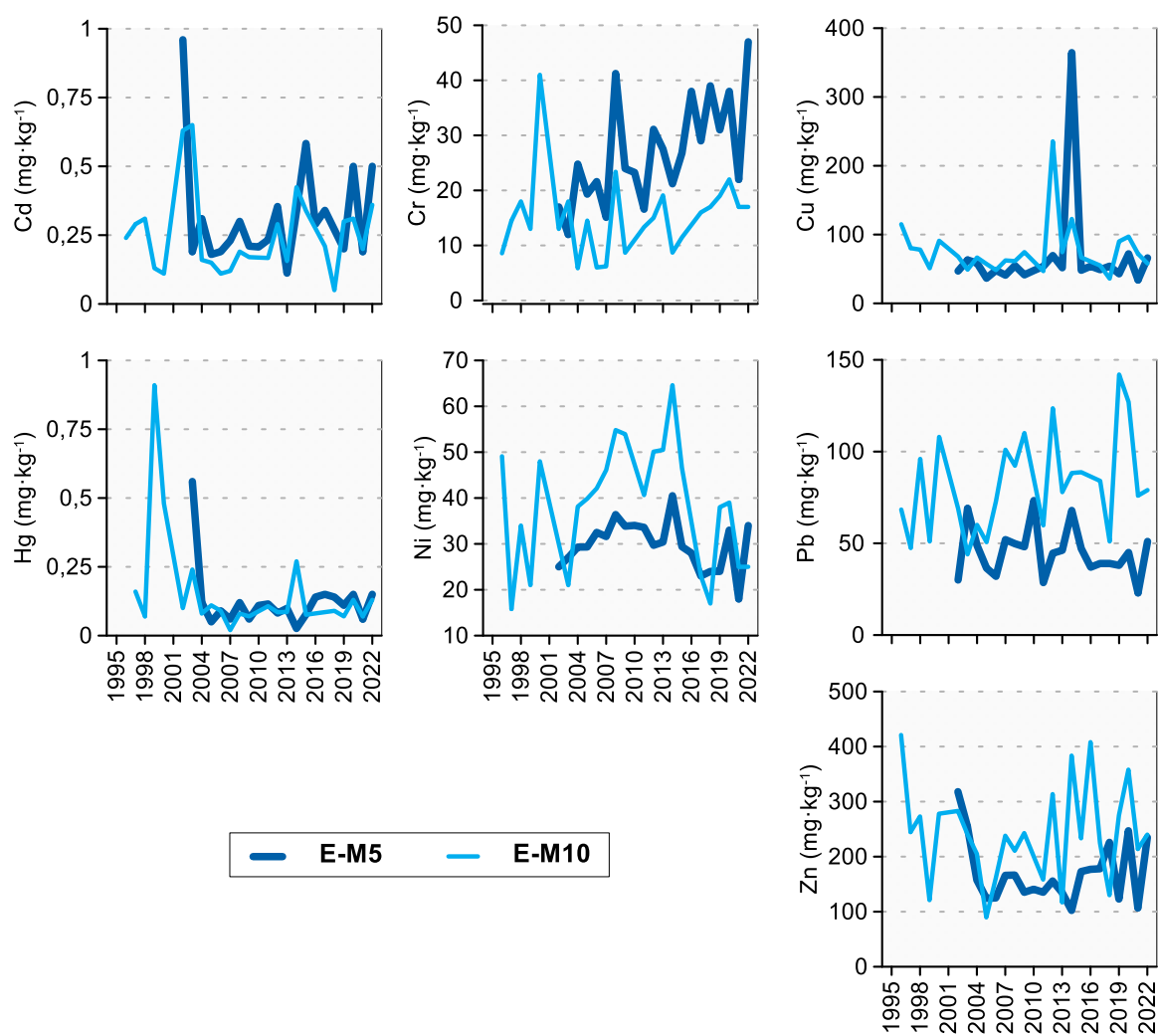


Figura 22 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg⁻¹) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Barbadun (muestreros de invierno).

3.1.3. **Biomonitores**

En la campaña de 2022, los biomonitores (ostras, *Magallana angulata*), de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-M10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 23, donde los valores registrados 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. De esta manera, los resultados en biomonitores, de cara a la evaluación del estado químico sobre la misma sustancia o familia, 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 Barbadun alcanza el buen estado químico.

Tabla 23 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Barbadun en 2022, 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
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,132	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

3.2. INDICADORES BIOLÓGICOS

3.2.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a en 2022** osciló entre 0,3 y 15,3 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. El máximo se observó en verano durante la bajamar y, como viene siendo habitual, se encontró en la estación de cabecera (E-M5) en aguas de baja salinidad (Figura 23).

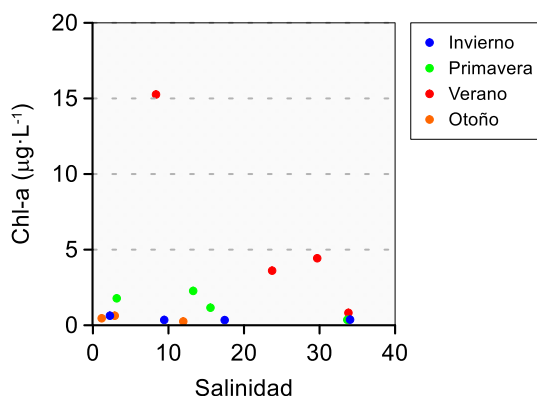


Figura 23 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Barbadun en las cuatro épocas de estudio durante 2022. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

El pico de clorofila del 16 de agosto de 2022 puede considerarse de intensidad moderada, muy similar al medido en el Artibai durante ese mismo día y prácticamente a la misma hora.

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.

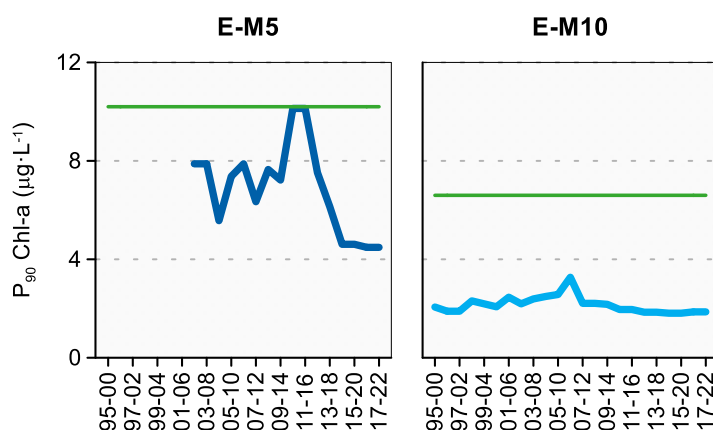


Figura 24 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadun. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: 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 19).

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 fue muy 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 = 1,126**).

Tabla 24 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
2017-2022	E-M5	4,49	0,757
	E-M10	1,86	1,183
	Barbadun Transición	2,0178*	1,126

(*) 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 en la segunda mitad 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%).

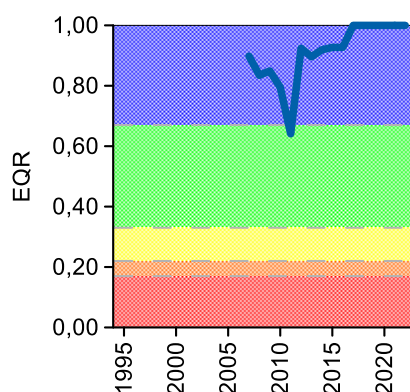


Figura 25 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Barbadun a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) 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 2022 corresponde a la campaña de 2021. En la Tabla 25 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 25). 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 mejora 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 25 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 se encuentra dominada por el isópodo *Cyathura carinata*, con una densidad total ($76 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$) (Tabla 26) inferior al promedio del seguimiento de la estación ($561 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$) y una riqueza específica (9 *taxa*) en torno al promedio de la estación (8 *taxa*). La biomasa ($10,0 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$), en cambio, es la mayor de las estimadas para la estación a lo largo del seguimiento, aportando una única especie (el molusco bivalvo *Scrobicularia plana*) el 99% del total. 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 (3,3).

Parámetro	Unidad	E-M5	E-M10
Densidad	(ind·m ⁻²)	76	59
Biomasa	(g·m ⁻²)	9,966	0,126
Riqueza	(# taxa)	9	10
Diversidad densidad	(bit·ind ⁻¹)	2,13	2,66
Equitabilidad densidad		0,67	0,80
Diversidad biomasa	(bit·g ⁻¹)	0,06	2,37
Equitabilidad biomasa		0,02	0,71
Diversidad máxima	(bit)	3,17	3,32
AMBI		3,262	2,192
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera
M-AMBIestación		0,780	0,738
M-AMBIglobal		0,741	

Tabla 26 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-AMBIestación) y para el global de la masa de agua (M-AMBIglobal).

Respecto al **tramo más exterior**, es importante señalar que la estación de muestreo se desplazó ligeramente en la presente 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 ella 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 bajos de densidad y más moderados de riqueza específica (59 ind·m⁻² y 10 taxa, respectivamente). 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 presencia testimonial de especies oportunistas (6% del total de efectivos), con dominancia de especies indiferentes a la alteración del medio, permite que la estación quede calificada, en términos de AMBI como ligeramente alterada (AMBI=2,2).

Los valores de M-AMBI estimados para 2022 indican **Muy Buen Estado** para la estación interior y **Buen Estado** para la exterior. 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.

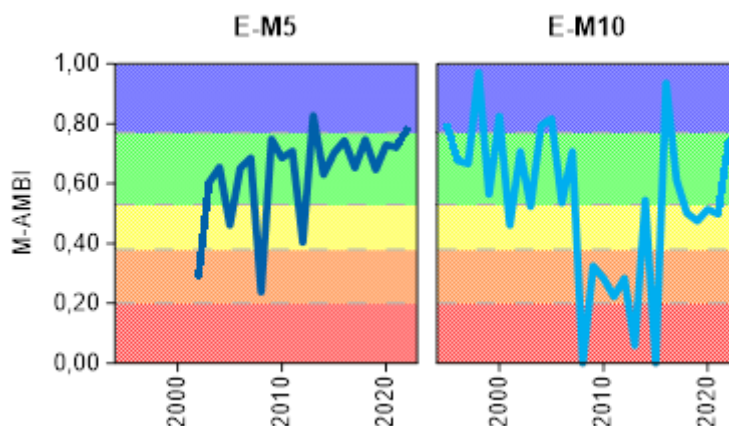


Figura 26 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Barbadun a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

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 localiza 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 ha procedido a desplazar la estación de muestreo algo hacia el

interior del estuario, evitando la variabilidad natural de la actual estación, lo que ha permitido alcanzar el Buen Estado. 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 la presente campaña se mantienen estables.

Por tanto, la calificación global de la masa de agua, en 2022, a partir de los resultados obtenidos de ambas estaciones es de **Buen Estado**.

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.

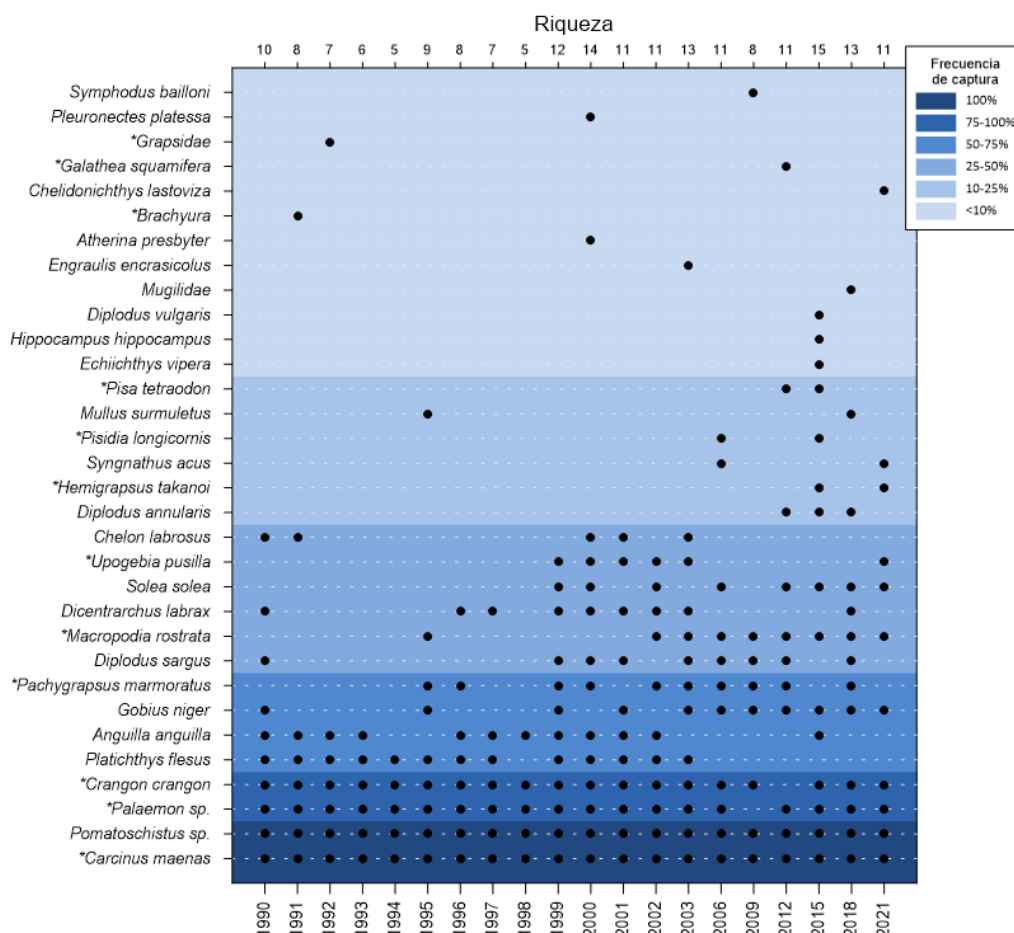


Figura 27 Listado de especies capturadas en el estuario del Barbadun (1990-2021). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El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

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 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 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.

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.

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 29), con un valor de AFI inferior al obtenido la campaña anterior de 2018.

La evolución de la calidad de la masa de agua Barbadun muestra una tendencia estadísticamente 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.

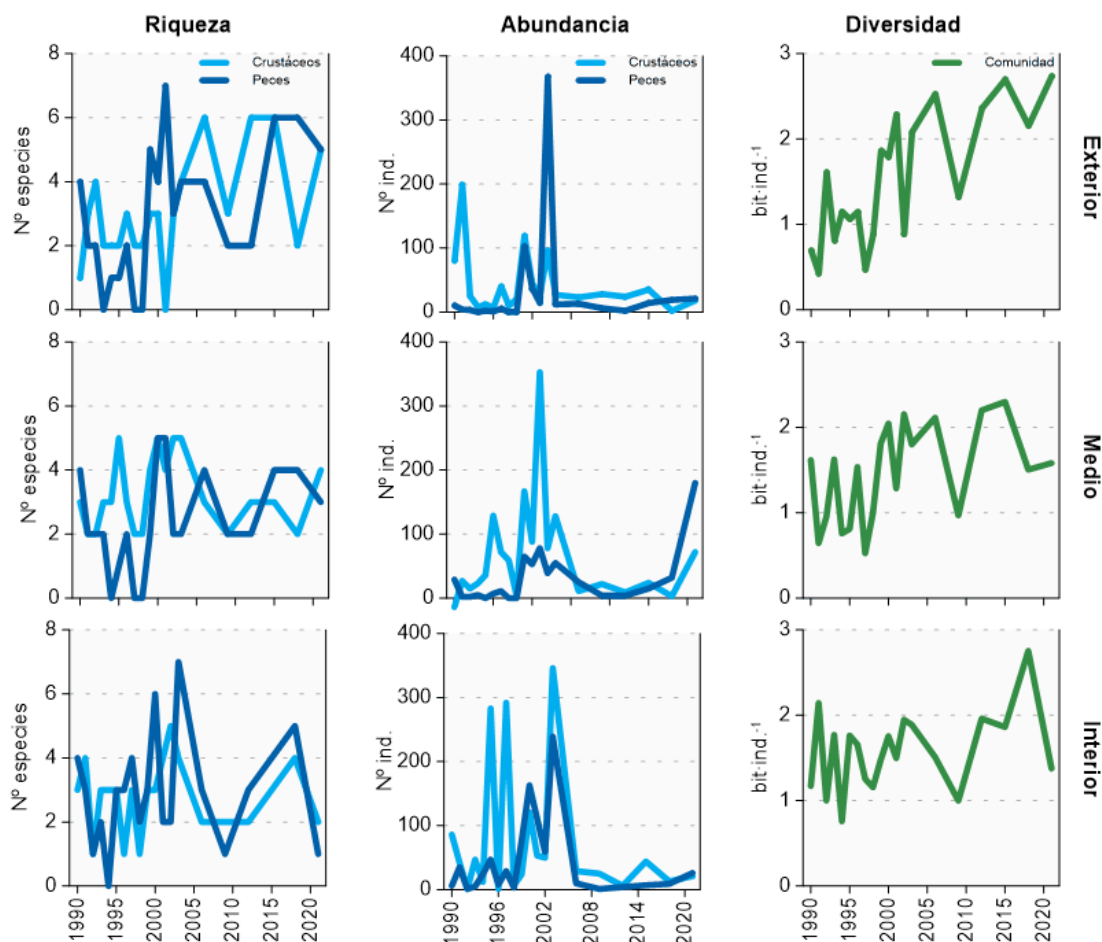


Figura 28 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Barbadun entre 1990 y 2021.

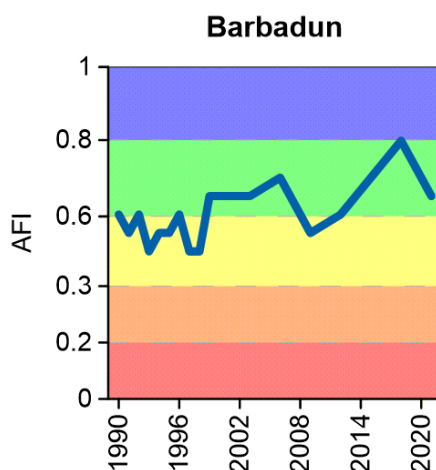


Figura 29 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Barbadun entre 1990 y 2021. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: $\geq 0,78$; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: $\leq 0,17$). AFI: AZTI's Fish Index.

3.3. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Tras la finalización de los trabajos de recuperación de los terrenos de CLH no ha habido ningún factor que haya alterado los indicadores hidromorfológicos, por lo que su estado puede calificarse de bueno en 2022.

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.

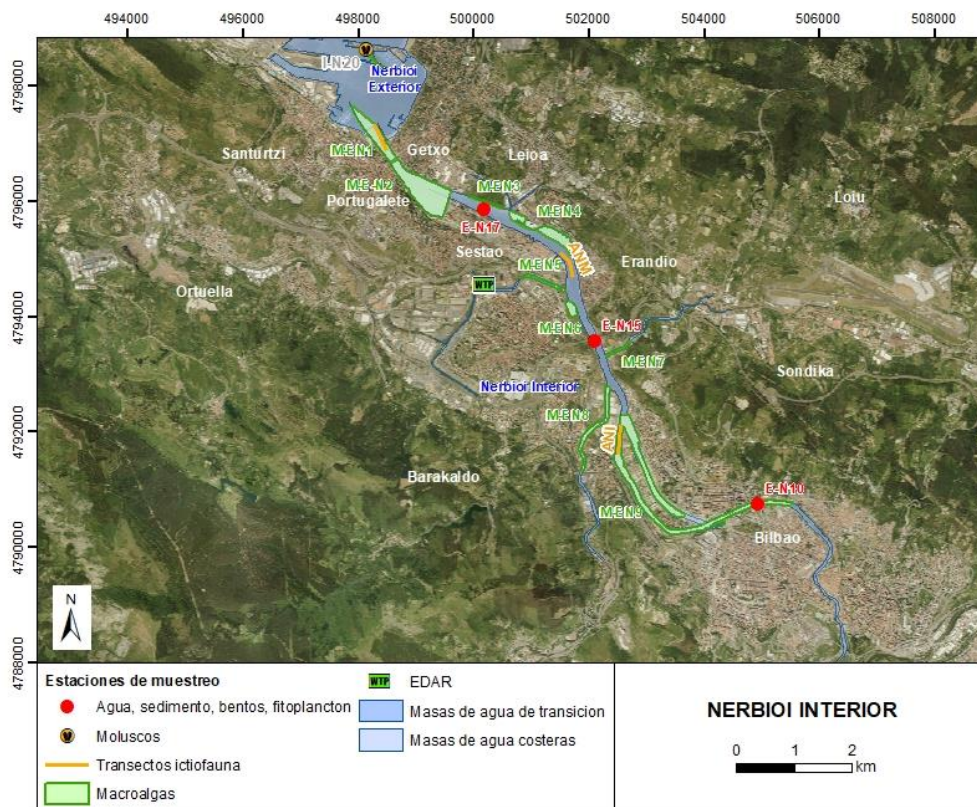


Figura 30 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Nerbioi interior.

La masa de agua de transición muy modificada del Nerbioi interior se diagnostica en la campaña 2022 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 27 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 27 y Figura 31).

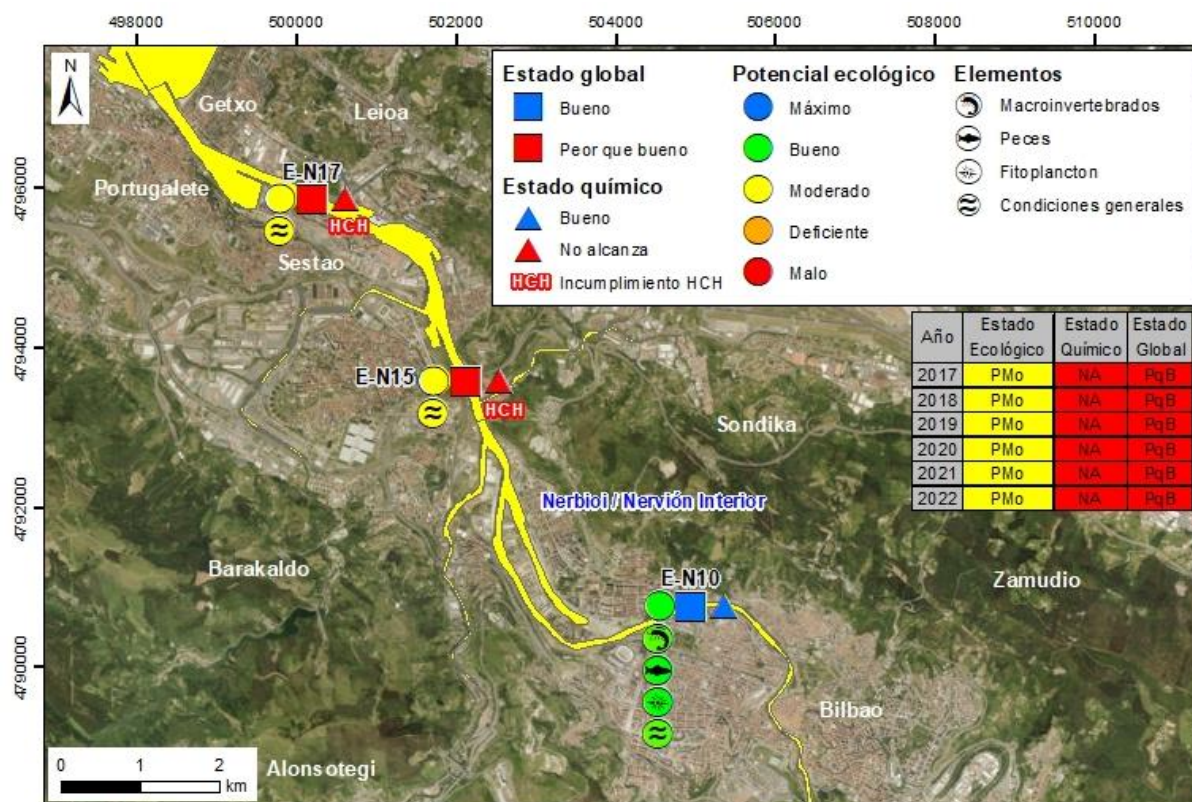


Figura 31 Masa de agua de transición muy modificada del Nerbioi interior: Calificación del potencial ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes 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.

Tabla 27 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Nerbioi interior en 2022. 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)	BP	BP	BP	PM	BP	B	MB	M	BP	B	B
E-N15	Barakaldo (puente de Rontegi) (Ibaizabal)	BP	BP	BP	PM	BP	<B	MB	M	PMo	NA	PqB
E-N17	Leioa (Lamiako) (Ibaizabal)	BP	BP	BP	PMo	BP	<B	MB	M	PMo	NA	PqB
Nerbioi / Nervión Interior Transición		BP	BP	BP	PMo	BP	<B	MB	M	PMo	NA	PqB

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.

Esta 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 en la parte interna). 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 m³ 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 m³ 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 m³ en la zona de Zorrotzaurre; entre 2020 y 2021, 9.500 m³ en dársena de Udondo; en 2021, 25.800 m³ en la zona de Arcelor-Mittal y el muelle AZ-1; y en 2022 se volvió a dragar las dársenas de Axpe, con 2.000 m³, y Portu, con 30.000 m³.

4.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

4.2.1. Aguas

4.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2022, 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. Tanto la estación E-N15 como la E-N17 no cumplen por las concentraciones de fosfato y nitrato y su estado se clasifica como “Moderado” (Tabla 28).

Tabla 28 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		86,55	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 34,3$	1,6	4,46	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 121,3$	1,6	51,93	Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 3,39$	0,16	1,32	Muy Bueno
E-N15	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		96,27	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 18,6$	1,6	5,28	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 52,3$	1,6	57,65	Moderado
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 1,82$	0,16	3,61	Moderado
E-N17	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		97,98	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 18,6$	1,6	7,37	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 52,3$	1,6	62,75	Moderado
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 1,82$	0,16	5,51	Moderado

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 2022 (Figura 32), 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 más exteriores la evolución es muy lenta, oscilando entre los estados deficiente y bueno (Figura 32).

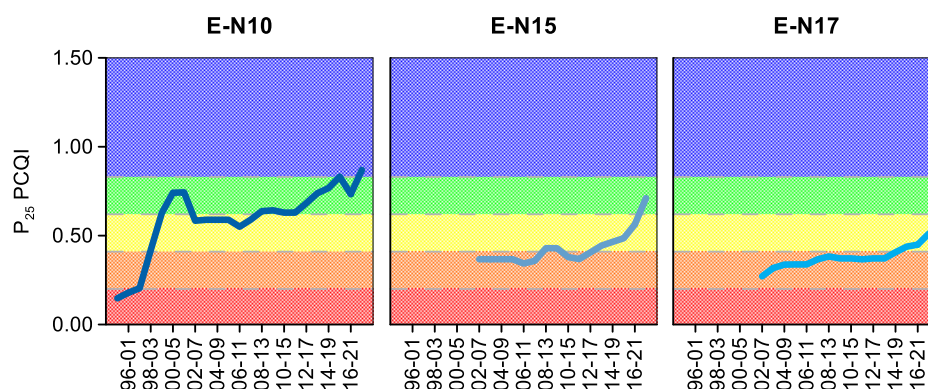


Figura 32 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de las estaciones de muestreo E-N10, E-N15 y E-N17 de la masa de agua de transición del Nerbioi interior. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 33 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el interior del estuario (E-N10, E-N15 y E-N17) en el periodo de 1994 a 2022.

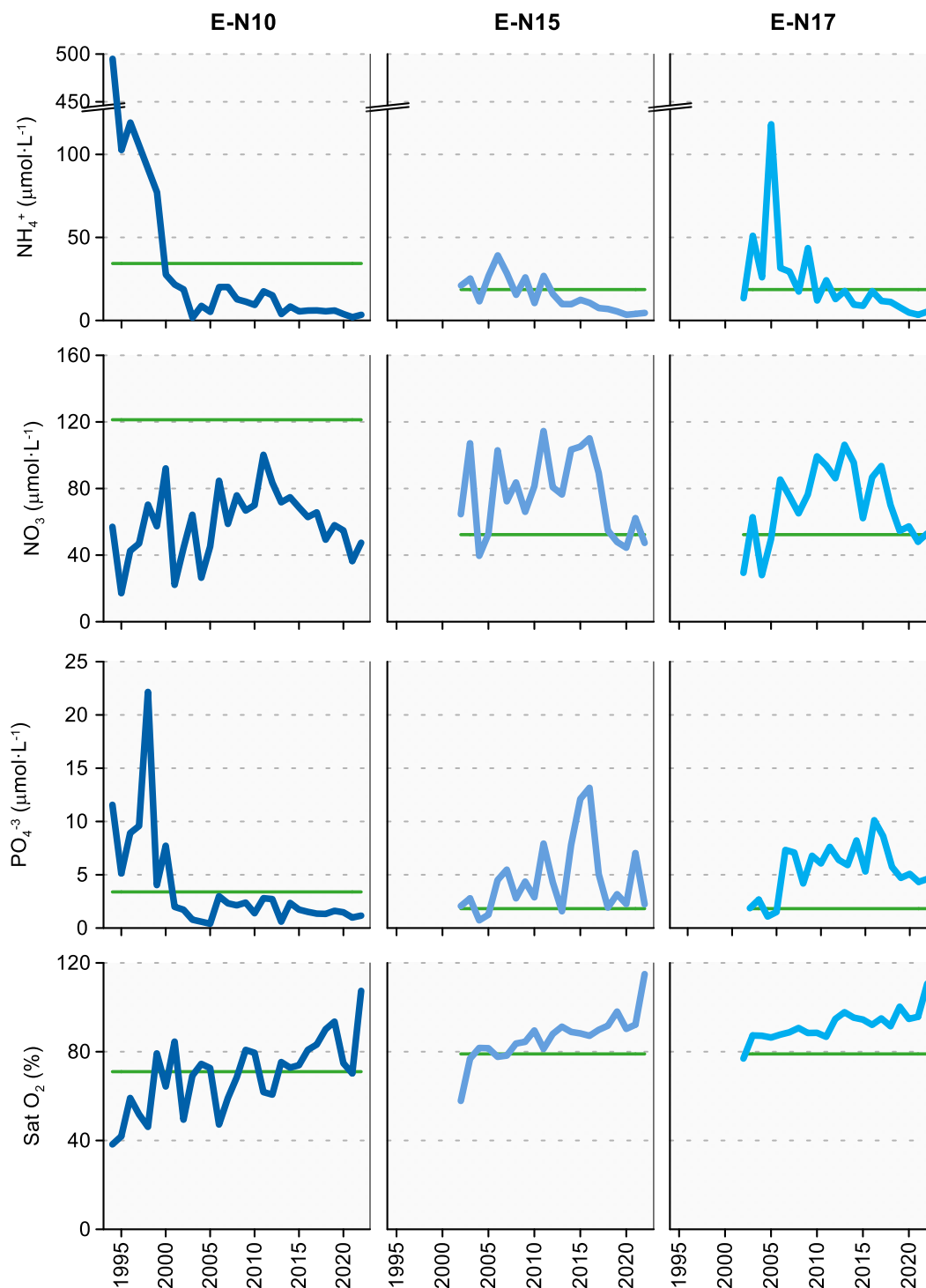


Figura 33 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi interior en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

De una serie temporal de 29 años, la estación E-N10 presenta una tendencia a la mejora entre 1994 y 2022 estadísticamente significativa ($p < 0,05$) para la saturación de oxígeno y las concentraciones de amonio y fosfato, cumpliendo las normas todas las variables a partir de 2001 (excepto oxígeno, que lo

hace a partir de 2012 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 se mantiene por debajo del objetivo de calidad ($121,3 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) (Figura 33).

En el caso de la estación intermedia (E-N15), la serie temporal consta de 21 años. Desde 2002 a 2022 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 de 2007 (Figura 33). Asimismo, se aprecia una mejoría en la tendencia del amonio que disminuye significativamente a lo largo del tiempo llegando incluso a alcanzar el objetivo de calidad a partir de 2010. 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 33).

En la estación E-N17, de 2002 a 2022, se 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. Aunque los valores de oxígeno cumplen con el objetivo de calidad en la mayoría de los años, los valores de amonio no cumplen en 7 de los 21 años de seguimiento. Por otra parte, el nitrato y el fosfato no presentan ninguna tendencia temporal; la mayoría de los valores de estos nutrientes se sitúan por encima del objetivo de calidad durante los 21 años de seguimiento (Figura 33).

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 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.

4.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado, al igual que dos de las tres estaciones de la masa (Tabla 29), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 29 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa del Nerbioi interior en 2022.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-N10	E-N15	E-N17	Global
Zinc	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	60	9	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	Bueno
Cobre	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	25	5	<LC	5,9	<LC	Muy Bueno
	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	100%	0%	Bueno
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico determinada en 2022 indica que, en esta masa de agua, de forma global, **no se alcanza el buen estado químico** (Tabla 30), por superación de la NCA-MA y NCA-CMA asociada a HCH.

En la campaña de 2022 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 30). Para una mejor evaluación del estado químico en las aguas respecto al Benzo(a)pireno y fluoranteno, se ha realizado un muestreo de biota en la estación I-N20 en otoño (ver Introducción y apartado 4.2.3).

Esta masa de agua no alcanza el buen estado químico desde 2008, por presencia de varias sustancias (Tabla 31), 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 30 Evaluación del Estado Químico en la masa del Nerbioi interior en 2022, para 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 $\mu\text{g L}^{-1}$.

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 (Aldrin, Dieldrin, Isodrin)	NCA-MA Agua	0,005	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0005	0,0005	0,0174	0,0200	No Cumple
	NCA-CMA Agua	0,02	0,0005	0,0036	0,0820	0,0429	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	0,00	0,0027	0,0022	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	0,00	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	0,00	0,001	0,00	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,00	0,003	0,002	No Cumple
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0023	0,0058	0,0044	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	0,0040	0,0150	0,0080	Cumple
	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	0,0378	0,02	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	0,00060	0,0015	0,00120	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	0,086	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	0,300	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	0,93	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	5,50	0,90	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	3,26	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	17,00	5,00	Cumple
Estado Químico				Bueno	No alcanza	No alcanza	No alcanza

Tabla 31 Estado químico de la masa de agua de transición Nerbioi Interior entre los años 2008-2022.

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

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)*”¹⁰, 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 el HCH, haciendo que la masa no alcance el buen estado químico.

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.

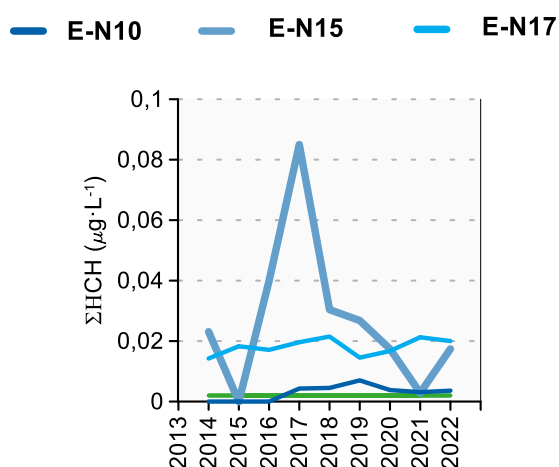


Figura 34 Evolución temporal de la concentración media anual para el ΣHCH en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Nerbioi interior en el periodo que abarca desde 2014 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

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 ($7,2 \mu\text{g L}^{-1}$ a $1,3 \mu\text{g L}^{-1}$) ha hecho que 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).

¹⁰ <http://www.uragentzia.euskadi.eus/informacion/ultimos-informes/u81-0003342/es/>

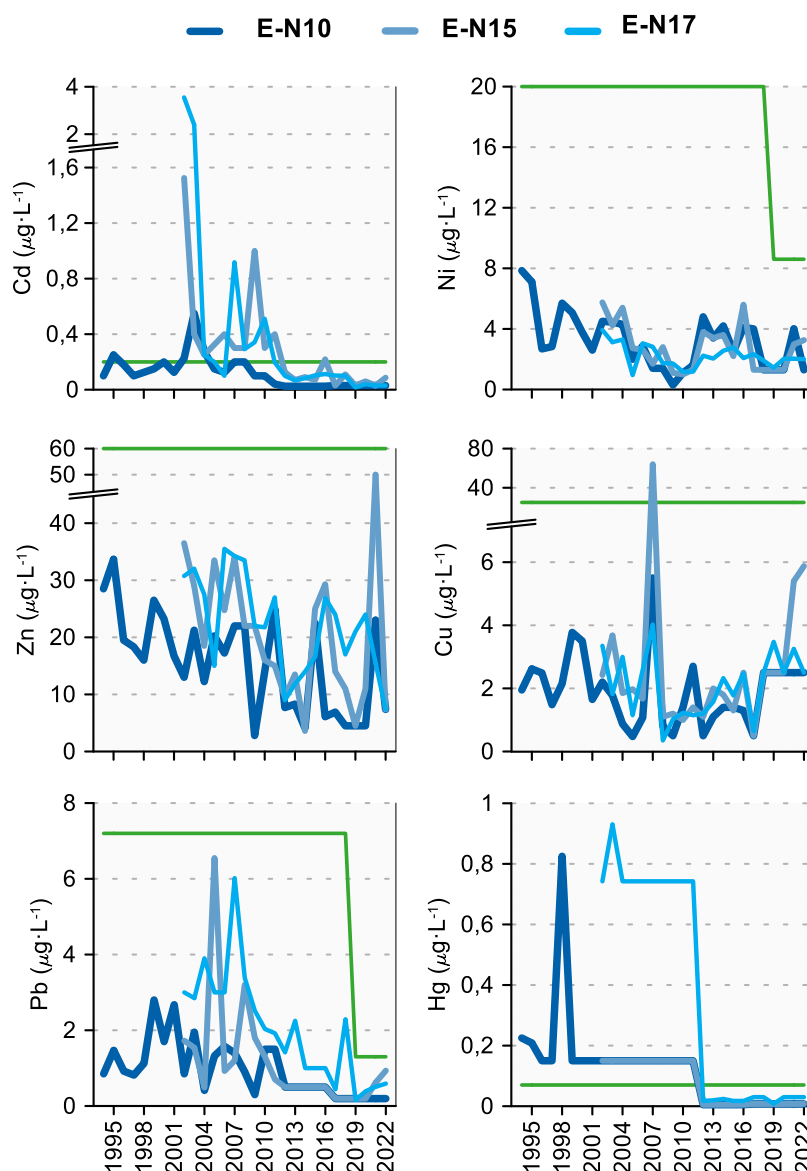


Figura 35 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Nerbioi interior en el periodo que abarca desde 1996 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

4.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa de agua se muestrearon en febrero de 2022 en las tres estaciones. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 32.

En la campaña de 2022, las estaciones E-N15 y E-N17 poseen un sedimento limo-arenoso y en la estación E-N10 el sedimento es arenoso (Tabla 32). Las estaciones E-N15 y E-N17 con mayor presencia de sedimento fino presentan mayor contenido de materia orgánica. En general, no se observa ningún patrón temporal claro en el potencial redox o en el contenido en materia orgánica (Figura 36).

Tabla 32 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 Nerbio interior en la campaña de invierno de 2022.

E-N10 (Fecha de muestreo: 08/02/2022)							
Gravas (%)	9,28	PCB 28	1,2	Aldrín	<1	Pireno	<10
Arenas (%)	90,5	PCB 52	<1	Diadrín	<1	Criseno	<10
Limos (%)	0,2	PCB 101	<1	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	<10
MO (%)	3,3	PCB 105	<1	HCb	<1	Benzo[g,h,i]perileno	<10
Eh (mV)	-54	PCB 118	<1	Fenantreno	<10	Fluoranteno	<10
Cd	0,50	PCB 138	<1	Indeno[1,2,3-cd]pireno	<10	Benzo[a]antraceno	<10
Cr	89	PCB 153	1,7	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	<10
Cu	117	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	<10
Hg	0,18	PCB 180	<1	Acenafteno	<10		
Ni	40	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	98	p,p-DDD	<1	Antraceno	<10		
Zn	298	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	<10		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	<10		
		gHCH	<1	Perileno	<10		
E-N15 (Fecha de muestreo: 08/02/2022)							
Gravas (%)	0,00	PCB 28	6,0	Aldrín	<1	Pireno	400
Arenas (%)	16,4	PCB 52	3,0	Diadrín	<1	Criseno	280
Limos (%)	83,6	PCB 101	7	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	200
MO (%)	6,1	PCB 105	2,6	HCb	<1	Benzo[g,h,i]perileno	90
Eh (mV)	31	PCB 118	2,0	Fenantreno	110	Fluoranteno	300
Cd	6,0	PCB 138	13	Indeno[1,2,3-cd]pireno	130	Benzo[a]antraceno	240
Cr	131	PCB 153	25	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	400
Cu	161	PCB 156	1,1	Acenaftileno	16	Benzo[a]pireno	200
Hg	3,5	PCB 180	18	Acenafteno	<10		
Ni	41	p,p-DDE	<1	Fluoreno	12		
Pb	288	p,p-DDD	<1	Antraceno	70		
Zn	700	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	170		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	40		
		gHCH	<1	Perileno	70		
E-N17 (Fecha de muestreo: 08/02/2022)							
Gravas (%)	0,00	PCB 28	2,5	Aldrín	<1	Pireno	4000
Arenas (%)	27,0	PCB 52	2,0	Diadrín	<1	Criseno	2900
Limos (%)	73,0	PCB 101	3	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	900
MO (%)	6,9	PCB 105	1,6	HCb	<1	Benzo[g,h,i]perileno	500
Eh (mV)	68	PCB 118	1,0	Fenantreno	4000	Fluoranteno	6000
Cd	0,60	PCB 138	6	Indeno[1,2,3-cd]pireno	600	Benzo[a]antraceno	3000
Cr	60	PCB 153	13	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	2800
Cu	44	PCB 156	<1	Acenaftileno	220	Benzo[a]pireno	1500
Hg	0,35	PCB 180	10	Acenafteno	50		
Ni	29	p,p-DDE	<1	Fluoreno	500		
Pb	72	p,p-DDD	<1	Antraceno	1000		
Zn	207	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	1100		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	240		
		gHCH	<1	Perileno	340		

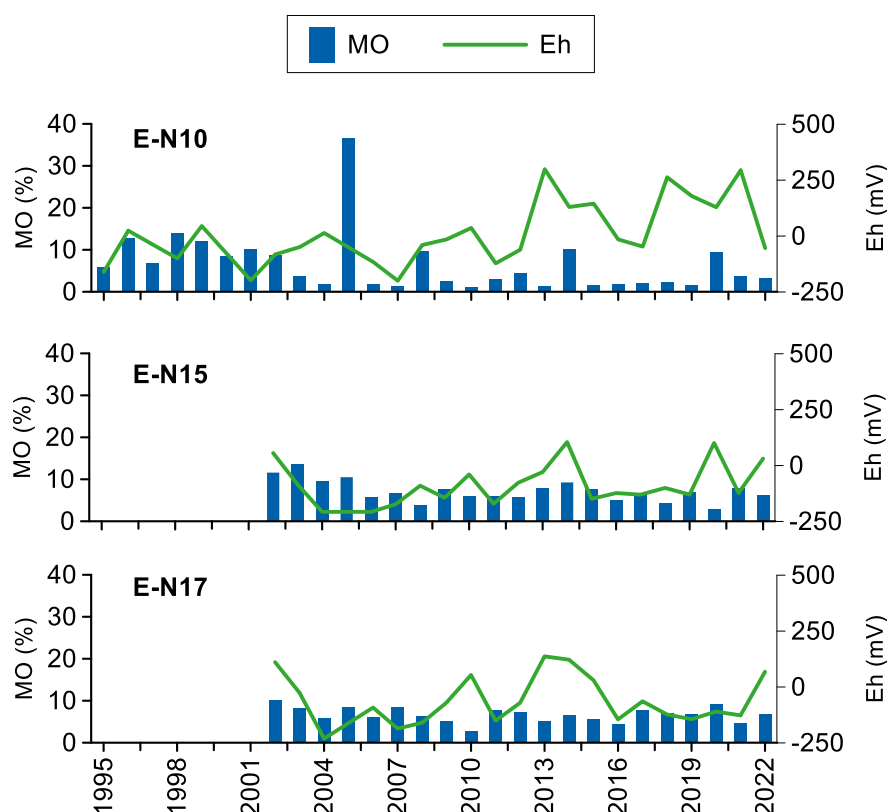


Figura 36 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Nerbioi interior (muestreos de invierno).

En lo referente a metales, las mayores concentraciones se localizan en la estación E-N15, especialmente las concentraciones de Cd, Cr, Hg y Zn (Tabla 32). 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 general, las concentraciones de las sustancias analizadas han estado dentro del rango de valores observados en los últimos años. En el caso de los compuestos orgánicos considerados, 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.

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.

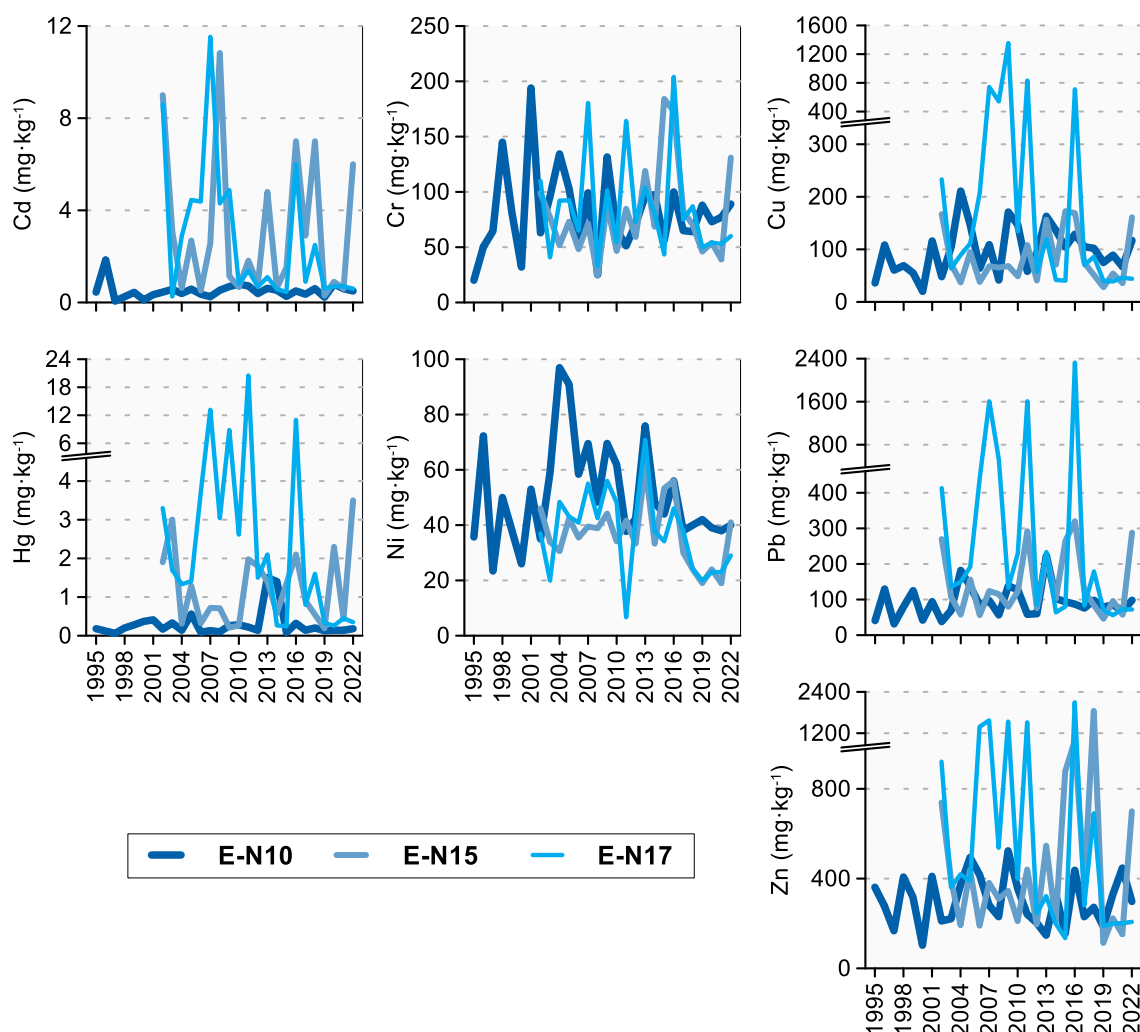


Figura 37 Evolución temporal de la concentración de metales ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Nerbioi interior (muestréos de invierno).

4.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2022, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*), de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-N20. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 33, donde los valores registrados 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 33 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Nerbioi Interior en 2022, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores ($\mu\text{g kg}^{-1}$ 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	14	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0059	0,0087	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	10,26	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,40	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Como las ostras son filtradoras, pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. De esta manera, los resultados en biomonitores, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, prevalecen sobre los resultados en las aguas, como el caso del fluoranteno en esta masa de agua. En el caso del heptacloro y epóxido de heptacloro el resultado obtenido supera la norma de calidad para biota para esta sustancia, pero esta norma en biota es para peces y no bivalvos, por lo que no se considera para la evaluación.

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, la concentración de **clorofila-a en 2022** osciló entre 0,1 y 43,4 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (Figura 38). Aunque la mayoría de los valores fueron bajos, el 9 de agosto se registraron picos de alta intensidad en las aguas de superficie. El máximo absoluto se midió en pleamar en la estación de cabecera (E-N10), pero también se midieron valores muy altos durante las dos mareas en las estaciones E-N15 y E-N17 (24–36 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$).

Aunque la salinidad abarcó en superficie un rango muy amplio a lo largo del año (2–32), si nos limitamos a los picos de clorofila registrados en agosto las condiciones fueron más concretas: entre 19 y 32, características de aguas poli- y euhalinas (Figura 38).

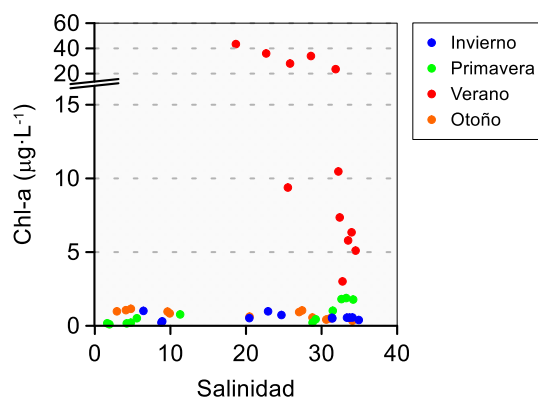


Figura 38 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior en las cuatro épocas de estudio durante 2022. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

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 (mesohalino) el P_{90} cumple sin interrupción el objetivo desde el periodo 2000-2005 y, aunque en años recientes ha ido en aumento, está muy lejos de incumplirlo. En las estaciones E-N15 y E-N17 (polihalinias) el primer periodo completo de datos es 2002-2007. Desde entonces la clorofila cumple con el objetivo de calidad en dichas estaciones, con ligeras variaciones del P_{90} (en periodos recientes también ha ido en aumento).

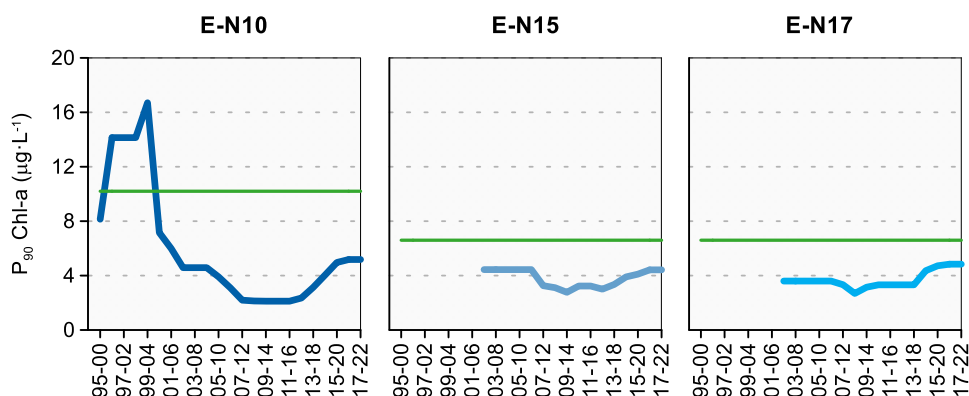


Figura 39 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbio Interior. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas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

El fuerte descenso del P_{90} en la estación E-N10 indica que el riesgo de eutrofización en la cabecera del estuario es bastante menor ahora que hace dos décadas (Figura 39). Como se señala en otros capítulos, en este tiempo también se han dado importantes descensos del P_{90} en la masa de transición del Nerbio Exterior (especialmente en E-N30) y en la zona costera 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 estaciones del estuario, ni en las del litoral. 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 Nerbio 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. Así, la conexión de los vertidos de Bilbao a la EDAR de Galindo se realiza 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 33, 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).

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 Nerbio exterior y de carácter polihalino.

En la Tabla 34 se muestran las variables que describen de manera general a la comunidad fitoplanctónica, en superficie, estacionalmente. Como puede verse, la abundancia celular en las muestras recogidas en 2022 osciló en un rango amplio, entre valores del orden de 10^5 y 10^7 células·L⁻¹. Las tres estaciones mostraron los valores mínimos en invierno y los máximos en verano. No obstante, las concentraciones celulares en las muestras de otoño y, especialmente, en las de primavera también se pueden considerar altas.

Las muestras tomadas en febrero, además de los mínimos de densidad celular, mostraron una riqueza muy baja. Estuvieron constituidas principalmente por diatomeas pennales y criptofitas, con cierta contribución en la zona interior (RESN06) de los dinoflagelados *Heterocapsa spp.* La salinidad mostró condiciones mesohalinas en las tres muestras, con un rango de 5–16. El muestreo del CABB se realizó el mismo día que el llevado a cabo para la clorofila en la Red de Calidad y esta variable mostró concordancia con los bajos valores de abundancia celular (Figura 38).

Tabla 34 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.

Parámetro	Unidad	08/02/2022			23/05/2022		
		RESN06	RESN04	RESN03	RESN06	RESN04	RESN03
Abundancia	(10 ³ células·L ⁻¹)	235	156	176	6.338	10.123	1.991
Diversidad	(bit·cel ⁻¹)	2,0	2,1	1,4	1,8	2,1	3,5
Riqueza	(# taxa)	8	9	10	19	26	33
Parámetro	Unidad	18/07/2022			17/10/2022		
		RESN06	RESN04	RESN03	RESN06	RESN04	RESN03
Abundancia	(10 ³ células·L ⁻¹)	10.081	12.567	7.624	1.109	2.457	2.573
Diversidad	(bit·cel ⁻¹)	2,8	3,0	3,5	2,7	2,8	2,3
Riqueza	(# taxa)	21	32	45	22	26	40

En las muestras del 23 de mayo, cuyo rango de la salinidad fue 13–27, se observaron picos de abundancia destacables, sobre todo a la altura de Axpe (RESN04) y de Zorroza (RESN06). A la vista de las bajas concentraciones de clorofila registradas en la Red de Calidad el 5 de mayo, los blooms posiblemente se desarrollaron días más tarde (Figura 38). Las criptofitas fueron abundantes en las tres estaciones, especialmente *Hemiselmis* spp. en las aguas mesohalinas de RESN04 y RESN06. Además, en esas zonas también se observaron floraciones de la diatomea *Skeletonema* sp. 5-10 µm.

La campaña de verano del CABB se realizó tres semanas antes del muestreo de clorofila de la Red de Calidad, que también puso de manifiesto la presencia de blooms (Figura 38). El 18 de julio, durante una ola de calor, la densidad celular mostró valores muy elevados no solo en la zona superior y media del estuario, sino incluso hasta la estación RESN03, muy cercana al Abra (Tabla 34). En un rango de salinidad de 25–31, las tres estaciones presentaron floraciones. Durante el muestreo se observó una coloración marrónácea en el agua posiblemente causada por la criptofita *Urgorri complanatus*, que mostró un gradiente de aumento de 1–4 millones de células por litro, inverso al de la salinidad. Otras criptofitas también estuvieron en densidades altas o moderadas (*Teleaulax* spp., *Plagioselmis* spp. y *Hemiselmis* spp.). Las diatomeas centrales de pequeño tamaño causaron floraciones cuyo máximo (2,4·10⁶ células·L⁻¹) se encontró en RESN04, distribución muy similar a la que presentó el dinoflagelado *Heterocapsa* spp. En dicha estación se observó además un bloom moderado de la euglenofícea *Eutreptiella gymnastica* (0,8·10⁶ células·L⁻¹). Cabe mencionar también la presencia de la rafidofícea *Heterosigma akashiwo*, microalga ictiotóxica, en densidades del orden de 10⁴ y 10⁵ células·L⁻¹.

El 17 de octubre también se observaron algunos blooms en la campaña del CABB, aunque menos intensos que los registrados en primavera y verano. La clorofila se midió en la Red de Calidad el 23 de noviembre y ya no reflejaba una elevada biomasa fitoplanctónica (Figura 38). A la abundancia contribuyeron principalmente el dinoflagelado *Heterocapsa* spp. en RESN03 y varias criptofitas en la RESN04, ambas estaciones muestreadas en condiciones euhalinas. Hacia la zona superior del estuario aumentó la abundancia de pequeñas diatomeas centrales.

Hay que indicar que, salvo en invierno, las muestras de fitoplancton se tomaron en periodos de bajas precipitaciones y altas temperaturas. De hecho, el año 2022 destacó por ser muy cálido y seco. Según los registros de la estación meteorológica del Aeropuerto de Bilbao (AEMET), la temperatura anual se situó 2 desviaciones estándar por encima de la media relativa a 1991-2020. En cuanto a precipitación, el total acumulado (850 mm) se situó debajo de la media del periodo de referencia (1142 mm).

Por último, se ha calculado el **estado asociado al fitoplancton** para el último periodo de evaluación (Tabla 35). Según la biomasa fitoplanctónica (clorofila-a) todas las estaciones se clasifican con buen potencial. El EQR de la estación E-N10 se encuentra muy cerca del límite entre las categorías de

potencial máximo y bueno, que está establecido en 0,67, pero se detecta un patrón de disminución de la calidad hacia la zona media del estuario.

En el global de la masa de agua la calificación actualmente es de **“Potencial Bueno” (EQR=0,549)**.

Tabla 35 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 (µg·L ⁻¹)	Chl-a
2017-2022	E-N10	5,18	0,656
	E-N15	4,42	0,498
	E-N17	4,84	0,455
	Nerbioi Interior Transición	4,839*	0,549

(*) 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 33). 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 menor para el fitoplancton 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 una tendencia de descenso a partir del periodo de evaluación 2008-2013. En los periodos más recientes el descenso del EQR se ha ralentizado.

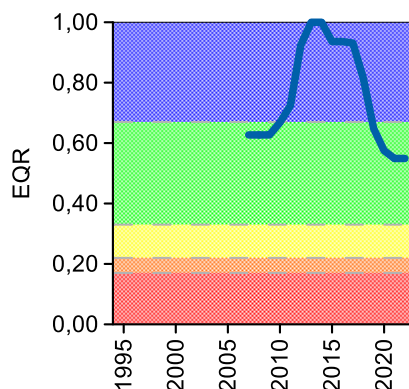


Figura 40 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Nerbioi Interior a lo largo del seguimiento (rojo: potencial malo; naranja: potencial deficiente; amarillo: potencial moderado; verde: buen potencial; azul: máximo potencial). Los valores de EQR (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 2022 corresponde a la campaña de 2021. En la Tabla 36 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 36). 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 36 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, la densidad ($87 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$) es inferior al promedio de la estación para el seguimiento ($362 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$), con un valor de riqueza específica (5 *taxa*) del orden del promedio de la estación (7 *taxa*). En cambio, la diversidad específica ($1,34 \text{ bit}\cdot\text{ind}^{-1}$) es menor que el promedio ($1,8 \text{ bit}\cdot\text{ind}^{-1}$) (Tabla 37). Por especies, domina el caracolillo *Peringia ulvae*, que supone hasta un 73% de la densidad de la estación y un 69% de la biomasa. En cuanto a AMBI, dominan las especies tolerantes (GE III), por lo que la estación queda calificada como ligeramente alterada ($\text{AMBI}=3,0$).

Tabla 37 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 ($\text{M-AMBI}_{\text{estación}}$) y para el global de la masa de agua ($\text{M-AMBI}_{\text{global}}$).

Parámetro	Unidad	E-N10	E-N15	E-N17
Densidad	($\text{ind}\cdot\text{m}^{-2}$)	87	137	543
Biomasa	($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	0,196	0,232	2,076
Riqueza	(# <i>taxa</i>)	5	11	23
Diversidad densidad	($\text{bit}\cdot\text{ind}^{-1}$)	1,34	2,88	2,89
Equitabilidad densidad		0,58	0,83	0,64
Diversidad biomasa	($\text{bit}\cdot\text{g}^{-1}$)	1,01	2,39	2,44
Equitabilidad biomasa		0,43	0,69	0,54
Diversidad máxima	(bit)	2,32	3,46	4,52
AMBI		3,033	3,382	4,750
Clasificación AMBI		Ligeramente alterada	Alteración Moderada	Alteración Moderada
M-AMBI _{estación}		0,595	0,652	0,576
M-AMBI _{global}		0,607		

En el tramo medio (estación E-N15), se ha registrado una densidad ($140 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$) muy inferior al promedio de la estación ($3.871 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$). Del mismo modo, también el valor de riqueza específica (12

taxa) se encuentra por debajo del promedio (18 taxa) (Tabla 37). La especie dominante es el isópodo *C. carinata*, que aporta un 27% de la densidad total de la estación, seguido por el caracolillo *P. ulvae*, con el 22% de los efectivos. Destaca la ausencia de la especie indicadora de enriquecimiento orgánico *Capitella capitata*, dominante en 2021. Además, destaca también la presencia del anfípodo de origen asiático *Grandidierella japonica* y del mejillón originario del Pacífico Sur *Xenostrobus securis*, ambos con una densidad de 3 ind·m⁻². *G. japonica* apareció por primera vez en la costa vasca en 2015 en dos estuarios: Nerbioi (Revilla et al., 2017) y Urola (Borja et al., 2016). En la presente campaña, además de en este estuario (en las estaciones E-N15 y E-N17), también aparece en el estuario del Urola (E-U10). Por otro lado, como en la estación anterior, dominan las especies tolerantes al enriquecimiento orgánico, con una densidad relativa moderada de especies oportunistas, lo que explica que la estación quede calificada, en términos de AMBI, como moderadamente alterada (AMBI=3,4).

Por último, la estación E-N17 presenta uno de los menores valores de densidad del seguimiento de la estación (543 ind·m⁻², frente a un promedio histórico de 4.172 ind·m⁻²), con una riqueza específica (23 taxa) también inferior al promedio (29 taxa). Por especies, domina el poliqueto oportunista *C. capitata*. Destaca también la presencia del anfípodo *G. japonica*, especie alóctona que ya fue identificada en la presente estación en las campañas de 2016, 2018, 2020 y 2021, aunque en la presente campaña de 2022 presenta una densidad relativamente baja (7 ind·m⁻²). 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, destacan las especies oportunistas, con una densidad relativa moderada de tolerantes al enriquecimiento, lo que hace que la estación quede calificada, según AMBI, como moderadamente alterada (AMBI=4,8).

Los valores de M-AMBI estimados para 2022 indican **Buen Potencial** para las tres estaciones analizadas y, por tanto, para el global de la masa de agua (Tabla 37). Destaca que, mientras 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, y 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 la tendencia es negativa, aunque en la pasada campaña de 2021 se obtuvo el mayor valor del seguimiento (Figura 41).

Esta tendencia negativa en la estación E-N17 (al menos hasta la campaña de 2020), 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, si bien en los tres años más recientes los valores de amonio, nitrato y fosfato han mejorado, lo que podría tener que ver con la mejora en el bentos.

Sin embargo, 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 m³ 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 m³ 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 m³ 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 m³ en la dársena de Udondo; y en 2021, 25.800 m³ en la zona de Arcelor-Mittal y el muelle AZ-1. En 2022 se dragaron las dársenas de Axpe, con 2.000 m³, y Portu, con 30.000 m³.

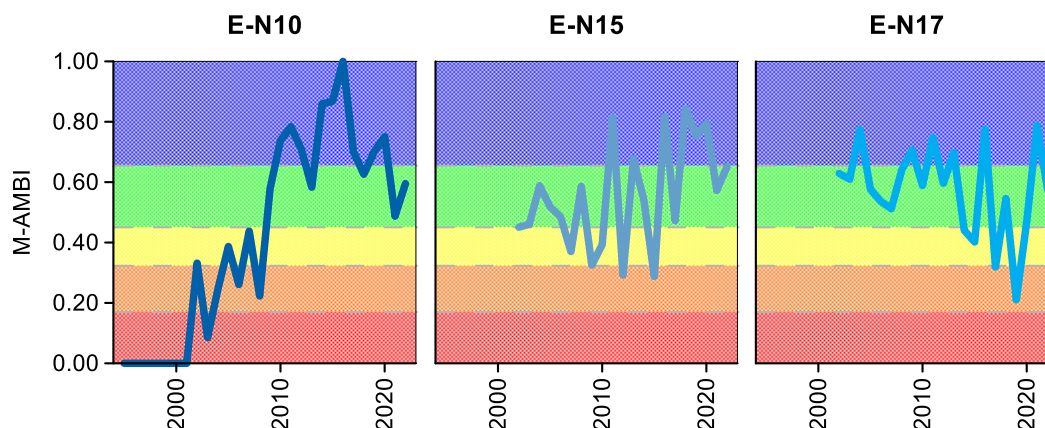


Figura 41 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las tres estaciones muestreadas en la masa de agua muy modificada del Nerbioi Interior a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Potencial; naranja: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado; verde: Buen Potencial;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

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 2021, 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).

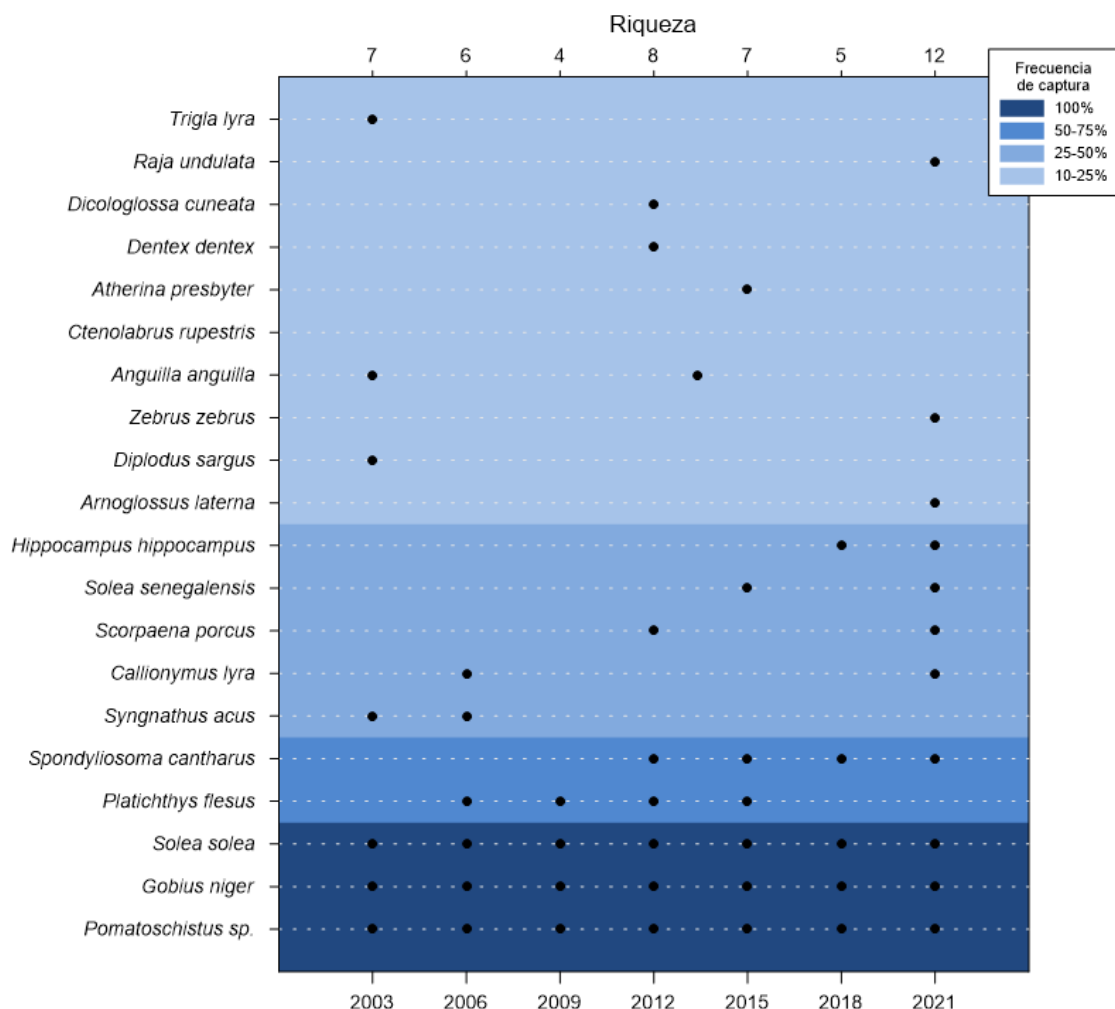


Figura 42 Listado de especies de peces capturados en la masa de agua de transición del Nerbioi interior (2003-2021). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (entre 10 y 25% de las ocasiones). El eje X superior indica el número 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 con 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 m³, 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 m³ de fango del muelle de Axpe (Navacel), cerca de la estación exterior. En 2019 se dragaron un total de 90.000 m³ 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 m³ en la zona de Zorrotzaurre; entre 2020 y 2021, 9.500 m³ en la dársena de Udondo; y en 2021, 25.800 m³ en la zona de Arcelor-Mittal y el muelle AZ-1. Todas estas actuaciones han podido tener también alguna influencia sobre los peces.

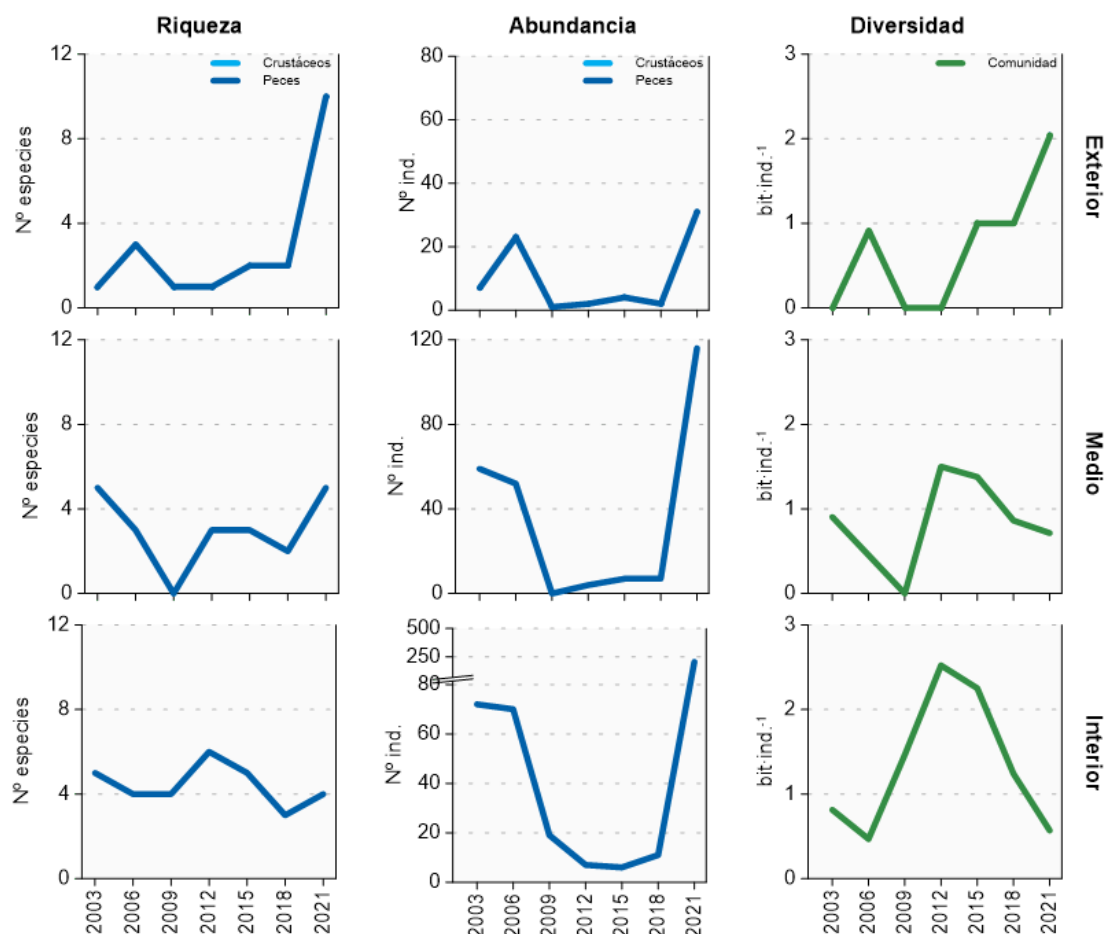


Figura 43 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones identificados en cada uno de los tramos muestreados de la masa de agua de transición del Nerbioi interior entre 2003 y 2021.

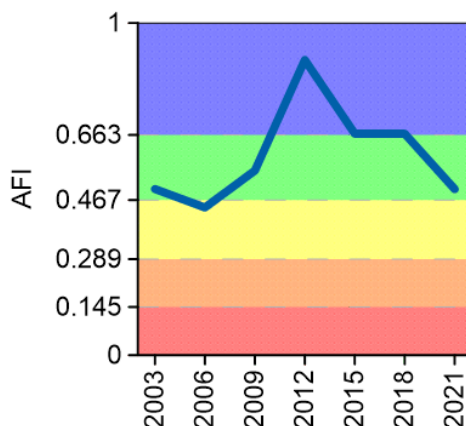


Figura 44 Valor de la calidad biológica de peces demersales obtenido para la masa de agua de transición del Nerbioi interior entre 2003 y 2021. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Máximo Potencial: $\geq 0,663$; Buen Potencial: 0,467-0,663; Potencial Moderado: 0,289-0,467; Potencial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

4.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2022 se dragaron las dársenas de Axpe, con 2.000 m³, y Portu, con 30.000 m³. Además, los indicadores hidromorfológicos se encuentran en mal estado, puesto que toda la masa se encuentra canalizada, siendo una masa de agua muy modificada.

5.

Masa de agua 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.

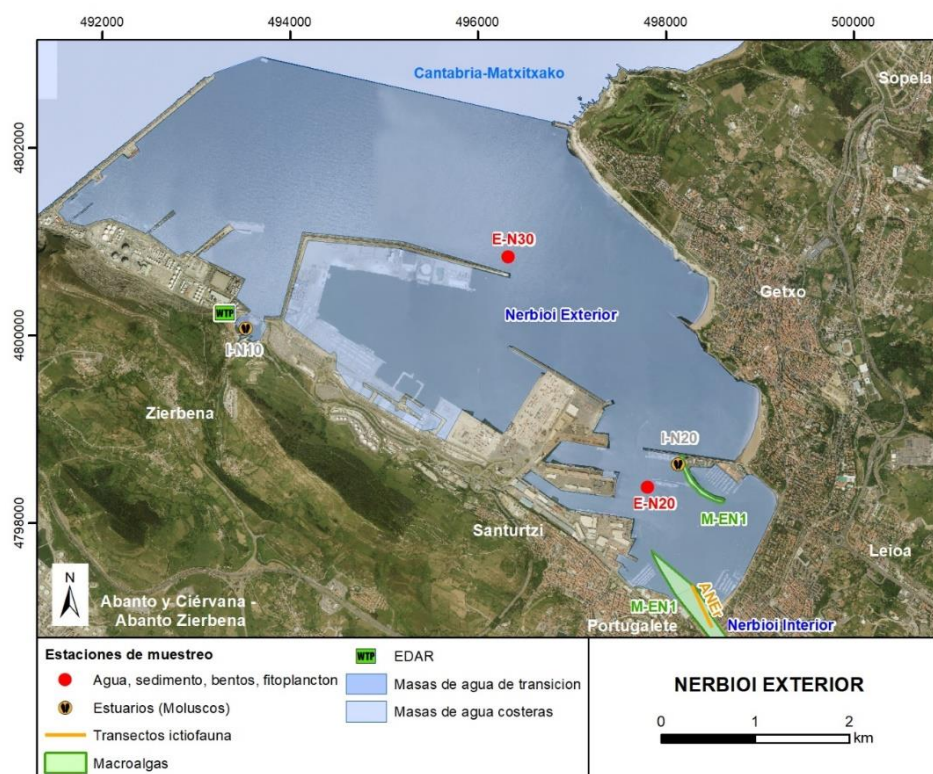


Figura 45 Ubicación de estaciones en la masa de agua muy modificada de transición del Nerbioi exterior.

La masa de agua de transición muy modificada del Nerbioi exterior se diagnostica en la campaña 2022 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 E-N30, 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 38 y Figura 46).

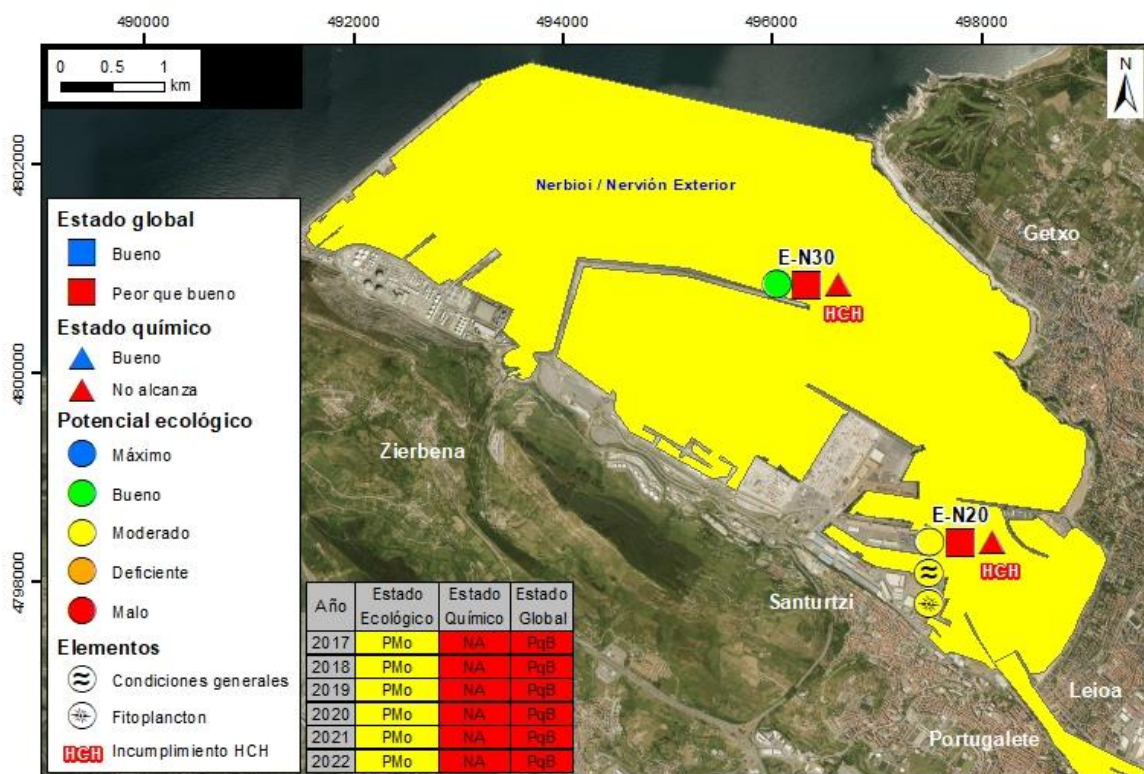


Figura 46 Masa de agua de transición muy modificada del Nerbioi exterior: Calificación del potencial ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes 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.

Tabla 38 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Nerbioi exterior en 2022. 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	M	PMo	NA	PqB
E-N30	Abra exterior (Ibaizabal)	MP	-	BP	-	BP	B	MB	M	BP	NA	PqB
Nerbioi / Nervión Exterior Transición		MP	MP	BP	BP	BP	<B	MB	M	PMo	NA	PqB

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, especialmente en 2001, 2015 y 2016). 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 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2022, 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 39).

Tabla 39 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		103,07	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 9,1$	1,6	6,25	Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 19,6$	1,6	37,81	Moderado
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 0,88$	0,16	3,00	Moderado
E-N30	Euhalino estuárico	Límite de Clases de estado	Oxígeno	%	83		107,01	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 9,1$	1,6	3,51	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 19,6$	1,6	10,13	Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 0,88$	0,16	0,82	Bueno

En relación con la evolución de las condiciones fisicoquímicas generales, basado en el percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022, 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 límite entre el estado deficiente y el 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 47).

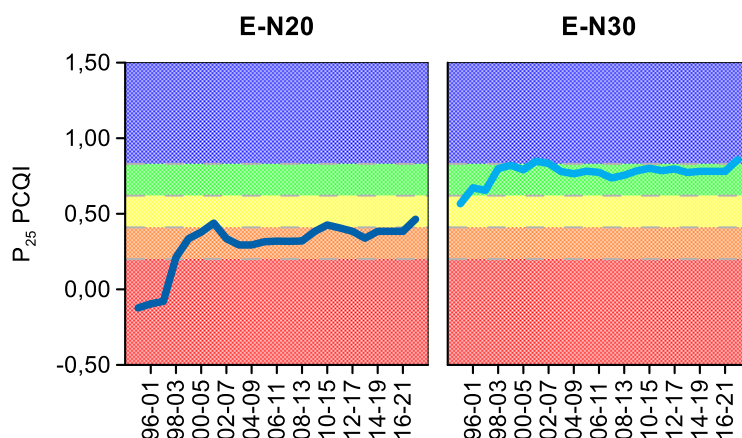


Figura 47 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de las estaciones muestreo E-N20 y E-N30 de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 48 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el exterior del estuario (E-N20 y E-N30) en el periodo de 1994 a 2022.

La estación E-N20 presenta una tendencia a la mejora entre 1994 y 2022 estadísticamente significativa ($p < 0,05$) para los valores medios anuales de la saturación de oxígeno y la concentración de amonio (Figura 48). Sin embargo, 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 2001 y el amonio empieza a cumplir ocasionalmente a partir del año 2010 (Figura 48). 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 año 2005, 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 un patrón de dientes de sierra en los que se aprecia una alternancia de cumplimientos e incumplimientos de su objetivo de calidad (Figura 48).

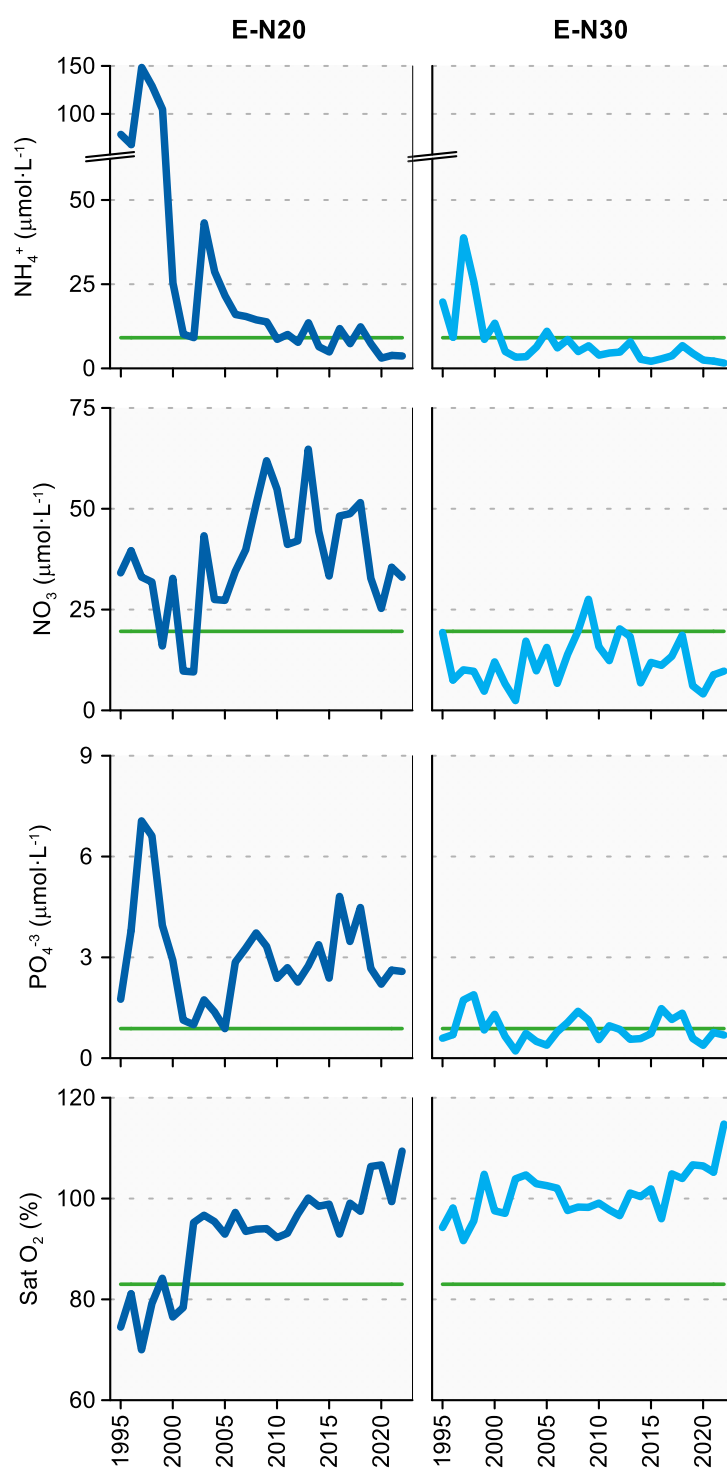


Figura 48 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

5.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de sustancias preferentes en 2022 indica muy buen estado para las dos estaciones de la masa y por tanto para la masa (Tabla 40), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 40 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Nerbioi exterior en 2022.

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

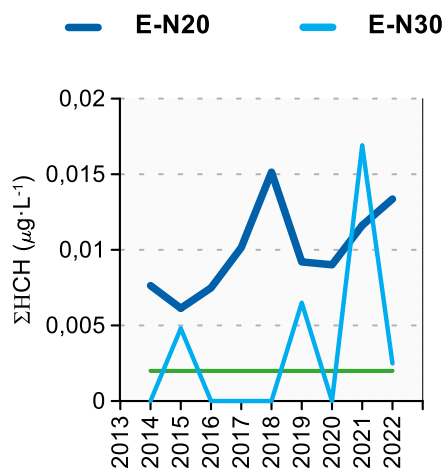
La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias indica que, de forma global, no se alcanza el buen estado químico (Tabla 41) por superación de la NCA-MA y NCA-CMA asociadas a HCH en E-N20 y E-N30. Esta masa de agua no alcanza el buen estado químico desde 2008, por presencia de varias sustancias indicadas en la Tabla 42. 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, indicando que hay un problema crónico en la cuenca con esta sustancia.

Tabla 41 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Nerbioi exterior en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$.

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 (Aldrin, Dieldrin, Isodrin)	NCA-MA Agua	0,005	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0005	0,0133	0,0025	No Cumple
	NCA-CMA Agua	0,02	0,0005	0,027	0,007	No Cumple
Hexaclorobenceno	NCA-CMA Agua	0,05	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	0,002	0,0022	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	0,00070	0,00066	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	0,0014	0,0019	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0029	0,0022	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0060	0,0036	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	0,02	0,01	Cumple
	NCA-CMA Agua	130	0,01	0,06	0,03	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	0,0009	0,0013	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	1,00	<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
	NCA-CMA Agua	34	2,60	2,7	<LC	Cumple
Estado Químico				No alcanza	No alcanza	No alcanza

Tabla 42 Estado químico de la masa de agua de transición Nerbioi Exterior entre los años 2008-2022.

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


 Figura 49 Evolución temporal de la concentración media anual para el Σ HCH 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 2022. 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.

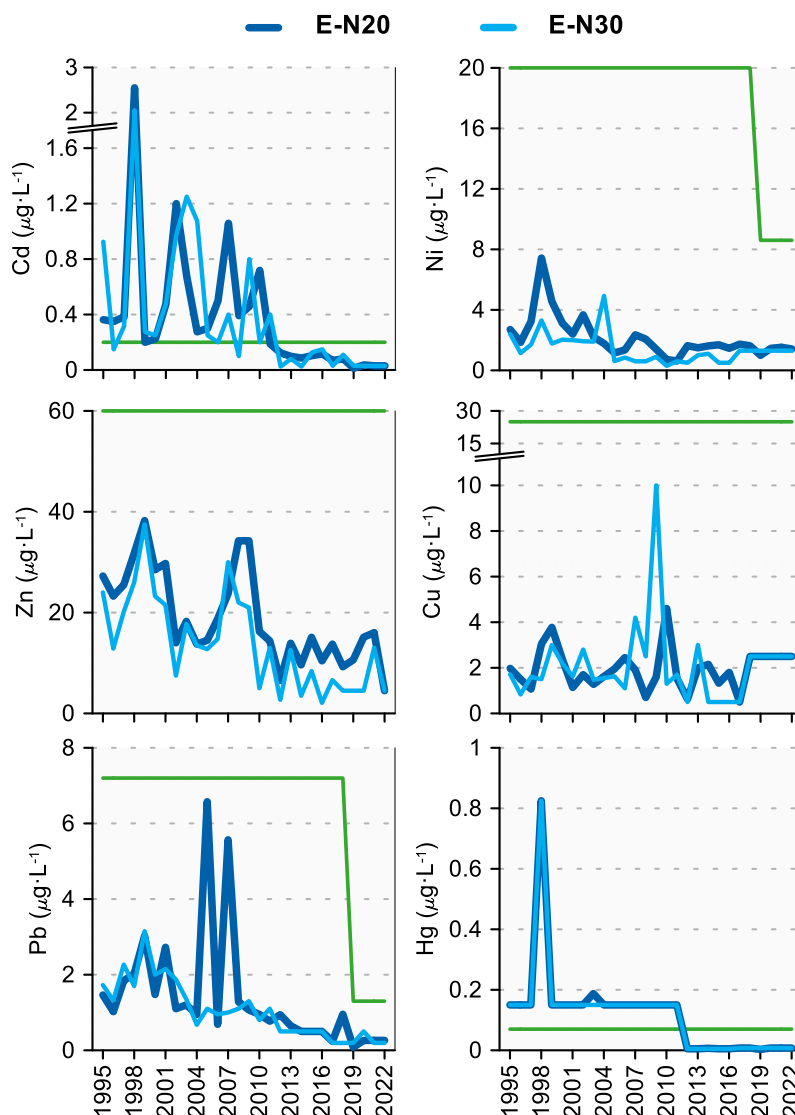


Figura 50 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Nerbioi exterior en el periodo que abarca desde 1995 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

5.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa de agua se muestrearon en febrero de 2022. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas están en el rango de los datos registrados en los últimos años (Tabla 43). En la estación E-N20, algo más de la mitad de los compuestos orgánicos presentan concentraciones superiores a sus respectivos límites de cuantificación, mientras que, en la estación más externa, E-N30, prácticamente todos los compuestos orgánicos están en concentraciones inferiores a los límites de cuantificación.

En la campaña de 2022, 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 43). Se observa un descenso en el contenido en materia orgánica en ambas estaciones en los últimos años, que no está acompañado con una tendencia clara de incremento en el potencial redox (Figura 51).

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.

Así, en relación con el análisis de tendencias, y teniendo en cuenta el período representado en la Figura 52, en la estación E-N20 se observa una tendencia decreciente estadísticamente significativa en las concentraciones de todos los metales, excepto Cr y Ni. En la estación E-N30 se observa una tendencia decreciente estadísticamente significativa en las concentraciones de Cd, Hg y Zn. 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.

Tabla 43 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 μm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, peso seco) y compuestos orgánicos ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 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 2022.

E-N20 (Fecha de muestreo: 08/02/2022)							
Gravas (%)	0	PCB 28	1,4	Aldrín	<1	Pireno	140
Arenas (%)	28,7	PCB 52	<1	Dieldrín	<1	Criseno	80
Limos (%)	71,3	PCB 101	2	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	48
MO (%)	6,2	PCB 105	<1	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	25
Eh (mV)	36	PCB 118	1,0	Fenantreno	50	Fluoranteno	190
Cd	0,60	PCB 138	3	Indeno[1,2,3-cd]pireno	32	Benzo[a]antraceno	90
Cr	52	PCB 153	6	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	120
Cu	38	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	70
Hg	0,32	PCB 180	5	Acenafteno	<10		
Ni	27	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	60	p,p-DDD	<1	Antraceno	30		
Zn	181	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	15		
		αHCH	3,00	Dibenzo(a,h)antraceno	11		
		gHCH	<1	Perileno	23		

E-N30 (Fecha de muestreo: 08/02/2022)							
Gravas (%)	0	PCB 28	<1	Aldrín	<1	Pireno	11
Arenas (%)	99,1	PCB 52	<1	Dieldrín	<1	Criseno	<10
Limos (%)	0,6	PCB 101	<1	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	<10
MO (%)	1,3	PCB 105	<1	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	<10
Eh (mV)	391	PCB 118	<1	Fenantreno	<10	Fluoranteno	16
Cd	0,12	PCB 138	<1	Indeno[1,2,3-cd]pireno	<10	Benzo[a]antraceno	11
Cr	37	PCB 153	<1	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	12
Cu	25	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	<10
Hg	0,12	PCB 180	<1	Acenafteno	<10		
Ni	19	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	52	p,p-DDD	<1	Antraceno	<10		
Zn	137	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	<10		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	<10		
		gHCH	<1	Perileno	<10		

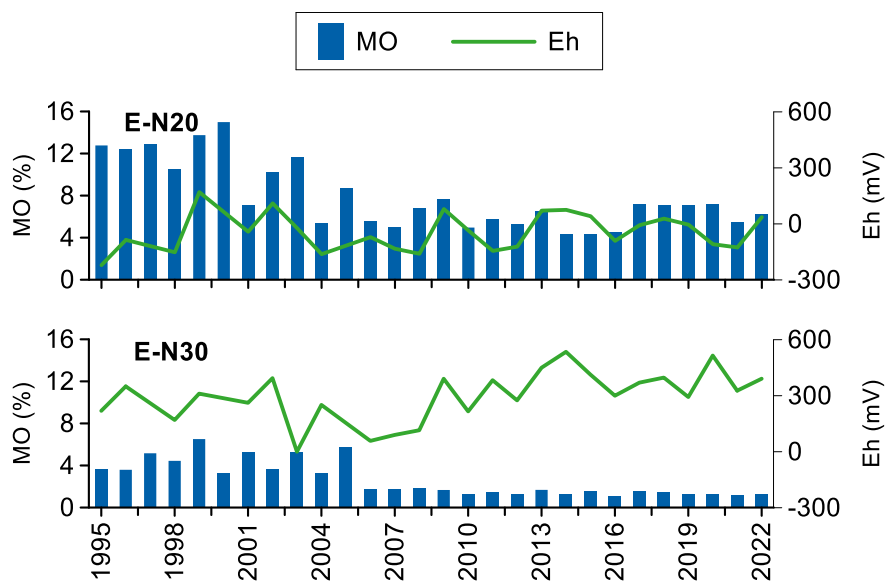


Figura 51 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior (muestreos de invierno).

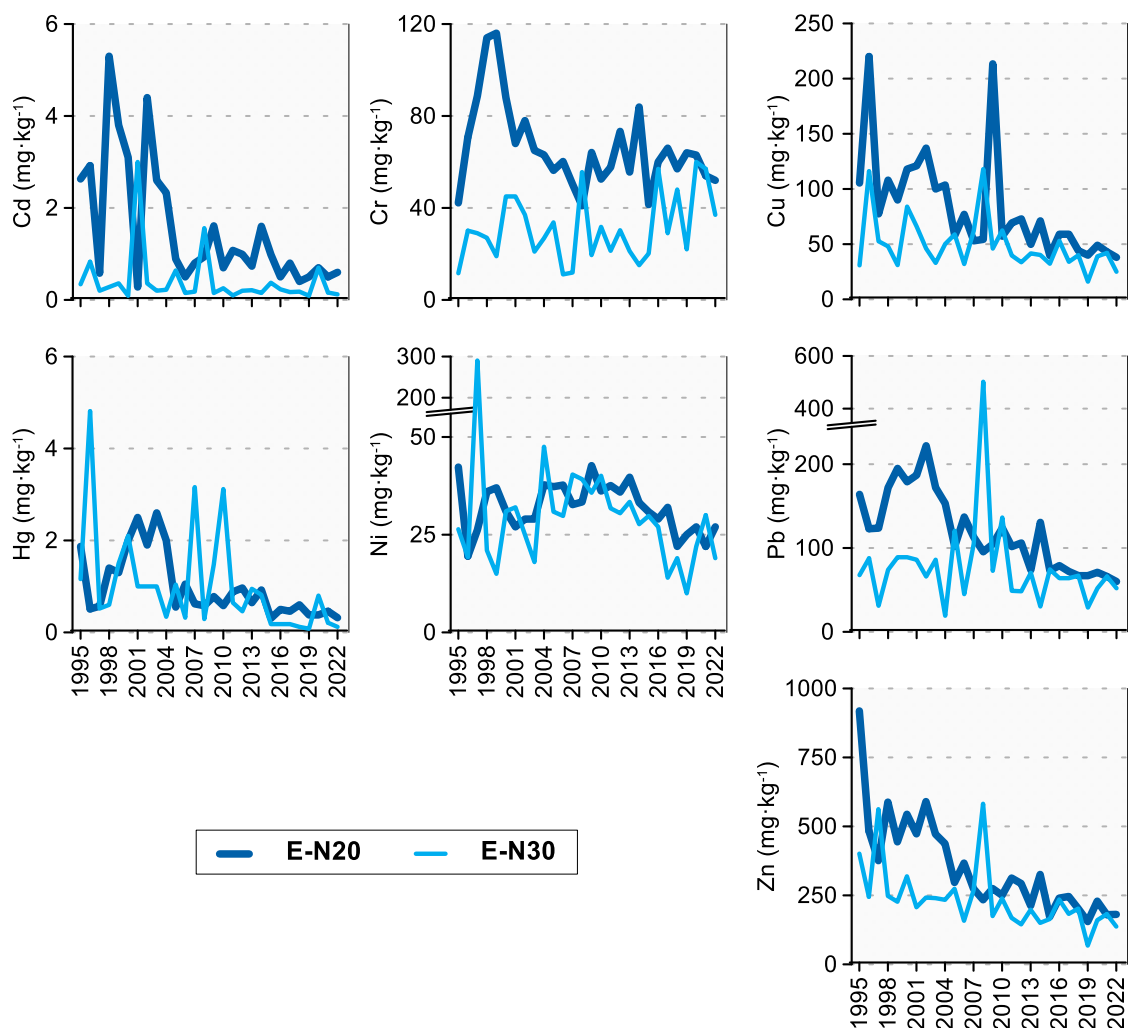


Figura 52 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg⁻¹) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior (muestreos de invierno).

5.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2022, 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 se presentan en la Tabla 44, donde los valores registrados 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 44 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior en 2022, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores ($\mu\text{g kg}^{-1}$ 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	20	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	1,46	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,155	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Como las ostras son filtradoras, pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. De esta manera, los resultados en biomonitores, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, prevalecen sobre los resultados en las aguas. En el caso del mercurio el resultado obtenido es igual a la norma de calidad para biota para esta sustancia, pero esta norma es para peces y no bivalvos, por lo que no se considera para la evaluación. 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.

5.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

5.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

Teniendo en cuenta los datos de superficie y fondo, la concentración de **clorofila-a en 2022** fue baja o moderada, excepto por un pico registrado en verano, el 9 de agosto, en aguas euhalinas (Figura 53). Este pico se midió en superficie en la estación E-N20 ($17,6 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), durante la bajamar, con una salinidad de 32. A la vez, la estación E-N30, con una salinidad muy similar (34), presentaba $5,0 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

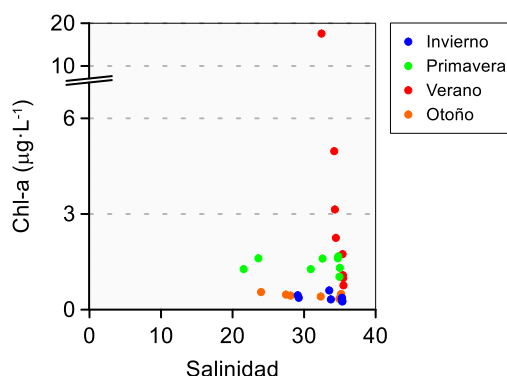


Figura 53 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior en las cuatro épocas de estudio durante 2022. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

Durante la campaña de verano de 2022 las condiciones que caracterizaron a las dos estaciones de muestreo en pleamar fueron de bajo contenido de agua dulce en superficie (3–4%) y a la par concentraciones de clorofila moderadas (2–5 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). En bajamar se observó una situación similar en la estación E-N30, pero, por el contrario, la estación E-N20 mostró en superficie un contenido de agua dulce del 9% y una concentración de clorofila de casi 18 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

El pico del 9 de agosto en E-N20 se considera muy elevado para aguas euhalinas, pero no está claro que se deba 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 zona más interior del estuario. Teniendo en cuenta los datos de todo el estuario, en las dos condiciones de marea muestreadas la clorofila presentó un fuerte gradiente de disminución hacia el exterior. Así, la estación más interna, E-N10, presentó en pleamar el máximo absoluto de clorofila (43 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) y un 48% de agua dulce en superficie. Mientras que, en bajamar el máximo se encontró en E-N15 (36 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), con un contenido en agua dulce del 36%. Por tanto, la zona con las concentraciones de clorofila más elevadas fue la comprendida entre Deusto y Rontegi, localizada aguas arriba del vertido de la EDAR de Galindo. La estación E-N20, teniendo en cuenta su porcentaje de agua dulce y asumiendo un patrón conservativo, tendría que haber recibido en bajamar aproximadamente 9 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ de clorofila de las estaciones más interiores.

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). 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 cuatro últimos periodos incumple, ligeramente, el objetivo de calidad (Figura 54). Esto podría indicar que en años recientes la presión de eutrofización ha aumentado en la zona de Abra Interior. La concentración de fosfato en E-N20 es bastante elevada y también hay cierto exceso de nitrato (Tabla 39). Estos nutrientes muestran fuertes oscilaciones, pero nunca han cumplido sus objetivos durante periodos prolongados a lo largo de la serie temporal de la estación E-N20 (Figura 48). A pesar de ello, el P_{90} sí ha cumplido su objetivo en la mayoría de los periodos de evaluación. Por tanto, es posible que haya otros factores que estén influyendo en el reciente aumento de la clorofila en dicha estación, como lo ya comentado sobre el transporte hacia el exterior de los blooms que se desarrollan en la zona superior del estuario.

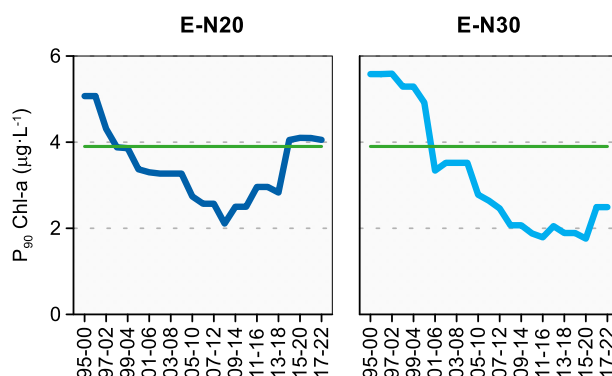


Figura 54 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas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

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 45 se muestran las variables que describen de manera general a la comunidad fitoplanctónica en cuatro épocas del año.

Tabla 45 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.

		08/02/2022	10/02/2022	23/05/2022	
Parámetro	Unidad	RESN02	RESN01	RESN02	RESN01
Abundancia	(10^3 células·L ⁻¹)	148	28	1.268	577
Diversidad	(bit·cel ⁻¹)	3,1	3,1	2,9	2,9
Riqueza	(# taxa)	20	22	45	41
		18/07/2022		17/10/2022	
Parámetro	Unidad	RESN02	RESN01	RESN02	RESN01
Abundancia	(10^3 células·L ⁻¹)	905	1.260	943	563
Diversidad	(bit·cel ⁻¹)	3,9	3,9	3,8	4,2
Riqueza	(# taxa)	47	56	46	54

Como viene siendo habitual en esta masa de agua, la abundancia celular presentó una fuerte variabilidad temporal. En 2022 abarcó desde valores del orden de 104 hasta 106. Los más bajos se registraron en invierno, en ambas estaciones de muestreo. La estación del Abra interior (RESN02) mantuvo valores relativamente altos en el resto de las campañas, mientras que la zona más exterior (RESN01) presentó un pico en verano, pero valores más moderados en primavera y en otoño.

En febrero las comunidades estuvieron constituidas por pocas especies, básicamente diatomeas pennales y flagelados. La salinidad mostró condiciones poli- y euhalinas, con un rango de 24–34.

En mayo las dos estaciones presentaron una composición similar en un rango de salinidad de 31–32. Sin embargo, la densidad celular disminuyó fuertemente hacia la zona exterior. El máximo lo presentó la criptofita *Teleaulax* spp. en la estación RESN02 ($0,5 \cdot 10^6$ células·L⁻¹). Las diatomeas y las haptofitas primnesiales fueron los grupos que menos contribuyeron a la abundancia (1–2%), los dinoflagelados constituyeron aproximadamente el 4%. Los grupos más representados fueron las criptofitas (64% de las células), seguidas por las clorofitas prasinofíceas (11%).

En julio la abundancia celular total no fue muy diferente entre las dos estaciones, que abarcaron un rango de salinidad de 33–35. La especie más abundante en ambas fue la diatomea *Chaetoceros crinitus*, con aproximadamente ($0,2 \cdot 10^6$ células·L⁻¹). Las diatomeas fueron el componente principal de la comunidad, contribuyendo con algo más del 40% a la abundancia y también a la riqueza. Al contrario que en la masa de agua del Nerbioi Interior, las criptofitas fueron muy poco abundantes.

En octubre el rango de salinidad fue de 33–34 y tampoco se diferenció apenas la composición celular entre las dos estaciones, aunque sí hubo un patrón espacial al disminuir la densidad de casi todos los taxa hacia el exterior. Las comunidades fueron ricas, especialmente en cuanto a diversidad de especies de diatomeas. Estas junto con criptofitas y dinoflagelados aportaron en torno al 80% de la abundancia. Por especies, los valores máximos de abundancia fueron inferiores o cercanos a $0,2 \cdot 10^6$ células·L⁻¹, destacando la criptofita *Plagioselmis* spp. y el dinoflagelado *Heterocapsa* spp.

En resumen, en los muestreos realizados en 2022 por el CABB no se observaron floraciones, ni dominancia de especies en el Abra. Ambas estaciones de muestreo presentaron una elevada riqueza.

En relación con el estado asociado al **indicador fitoplancton** (Tabla 46), 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 = 0,464)** para el fitoplancton.

Tabla 46 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 (µg·L ⁻¹)	Chl-a
2017-2022	E-N20	4,05	0,321
	E-N30	2,49	0,522
	Nerbioi Exterior Transición	2,802*	0,464

(*) 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 a comienzos de la década de 2000, pasando de moderado a bueno, e incluso ha estado después muy cerca de la máxima categoría. Sin embargo, desde mediados de la década de 2010 se observa una tendencia neta de descenso.

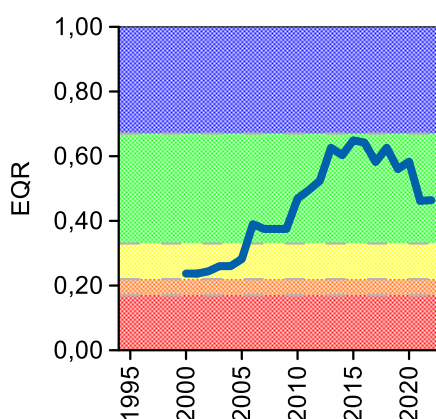


Figura 55 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior a lo largo del seguimiento (rojo: potencial malo; naranja: potencial deficiente; amarillo: potencial moderado; verde: potencial bueno; azul: máximo potencial).

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 2022 corresponde a la campaña de 2021. En la Tabla 47 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 47) 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 47 Calidad biológica de las macroalgas en la estación de la Masa de Agua Fuertemente 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 muestran una comunidad con abundancia y riqueza moderadas ($1.217 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ y 47 *taxa*, respectivamente), pero inferiores a los promedios de la estación desde que se iniciara el seguimiento ($3.616 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ y 52 *taxa*). Sin embargo, el valor de riqueza puede considerarse relativamente alto para una estación estuárica, siendo el segundo mayor valor de riqueza entre las estaciones estuáricas muestreadas en la presente campaña (por detrás de los 72 *taxa* de la estación E-OI20. En cambio, la diversidad es alta ($4,06 \text{ bit}\cdot\text{ind}^{-1}$, frente a $3,49 \text{ bit}\cdot\text{ind}^{-1}$ de promedio desde que se iniciara el seguimiento) (Tabla 48). Dominan las especies tolerantes (GE III), con densidad relativa moderada de las especies sensibles (GE I), por lo que la estación queda calificada, en términos de AMBI, como ligeramente alterada ($\text{AMBI}=2,3$).

En la estación más exterior, destaca la presencia de especies típicamente marinas, algunas de ellas encontradas en las muestras litorales (*Nephtys cirrosa*, *Diogenes curvimanus*, 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 bajos, en comparación con los promedios históricos (Tabla 48). Dominan las especies indiferentes a la alteración del medio (GE II), con abundancia relativa moderada de especies sensibles a la alteración lo que permite que la estación quede calificada, según AMBI, como no alterada ($\text{AMBI}=1,0$).

Tabla 48 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 ($\text{M-AMBI}_{\text{estación}}$) y para el global de la masa de agua ($\text{M-AMBI}_{\text{global}}$).

Parámetro	Unidad	E-N20	E-N30
Densidad	($\text{ind}\cdot\text{m}^{-2}$)	1.217	50
Biomasa	($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	27,314	0,144
Riqueza	(# <i>taxa</i>)	47	5
Diversidad densidad	($\text{bit}\cdot\text{ind}^{-1}$)	4,06	1,86
Equitabilidad densidad		0,74	0,80
Diversidad biomasa	($\text{bit}\cdot\text{g}^{-1}$)	2,82	1,65
Equitabilidad biomasa		0,51	0,71
Diversidad máxima	(bit)	5,55	2,32
AMBI		2,316	1,000
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Nula
M-AMBI _{estación}		1,000	0,673
M-AMBI _{global}		0,739	

Los valores de M-AMBI estimados para 2022 indican **Máximo Potencial** para las dos estaciones que representan la masa de agua y, por tanto, para el global de la misma (Tabla 48). La estación más interior no presenta tendencias temporales claras y alcanza el Máximo Potencial a lo largo de todo el seguimiento (Figura 56).

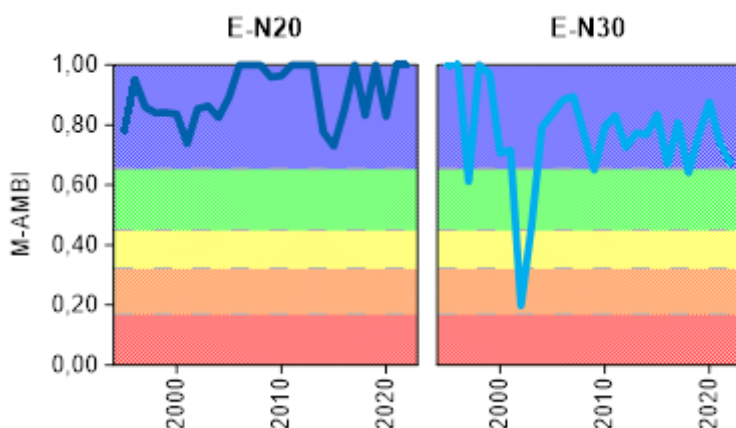


Figura 56 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua muy modificada del Nerbioi Exterior a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Potencial; naranja: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado; verde: Buen Potencial; 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 2022, 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 fisicoquímico, como biológico y, por extensión, ofrecen una perspectiva ecológica. Actualmente, las estaciones muestreadas se reducen al Abra interior (1989-2022); 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 2022 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). La diversidad por su parte muestra un ligero empeoramiento respecto a años anteriores, alcanzando valores similares a la década del 2000. 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 fisicoquímica en aguas y sedimentos, que ha incidido en la mejora biológica.

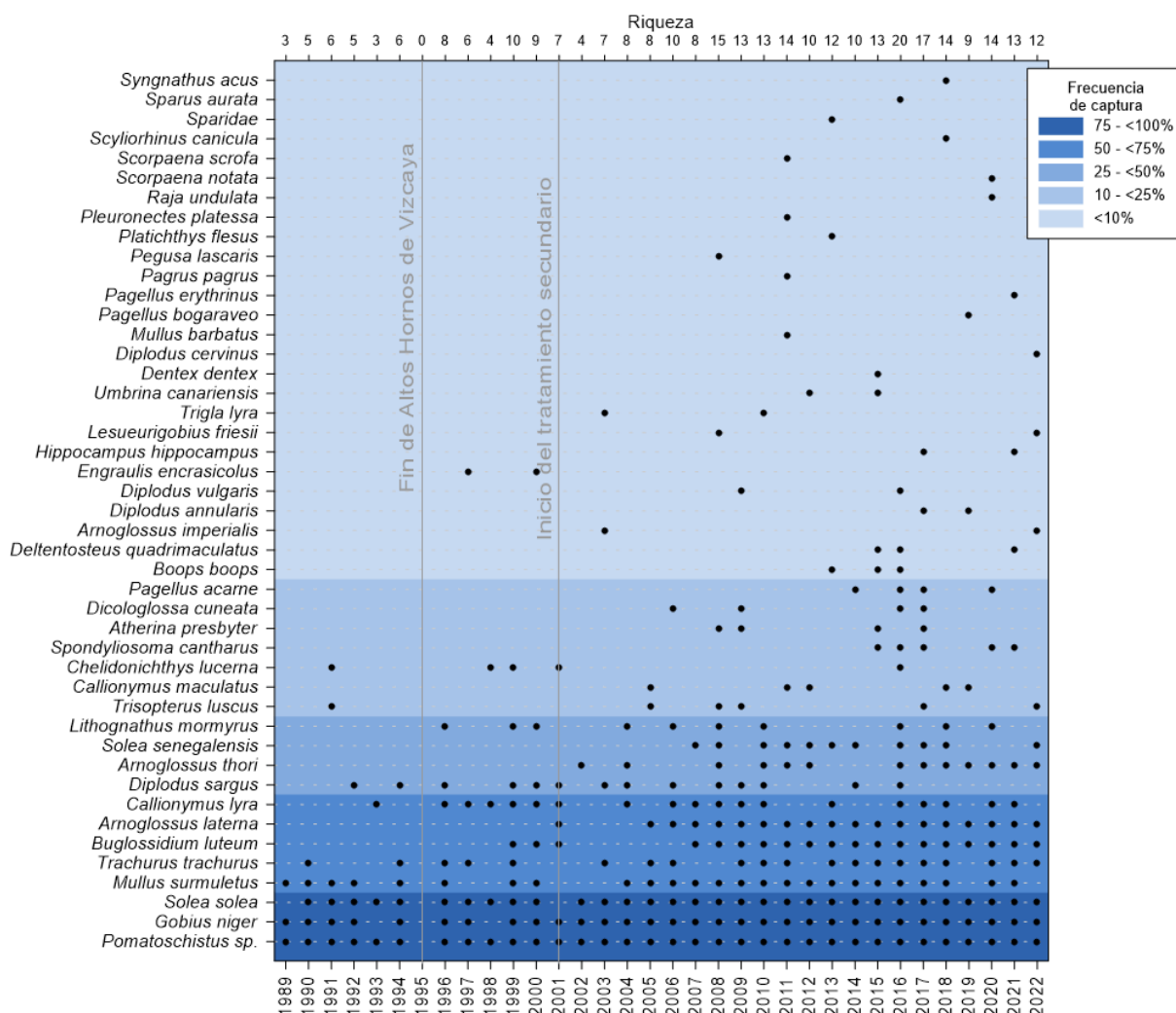


Figura 57 Listado de especies de peces capturados en la masa de agua de transición del Nerbioi exterior (1989-2022). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (75-100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado.

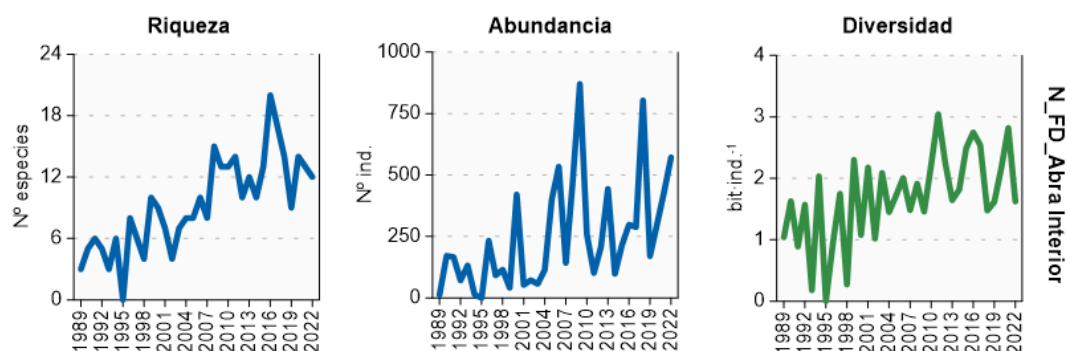


Figura 58 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones identificados en el Abra exterior entre 1989 y 2022.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2022 la valoración global de la masa de agua vuelve a alcanzar la calificación de 'Máximo Potencial' (Figura 59), con un valor de AFI similar a los obtenidos en los dos años anteriores.

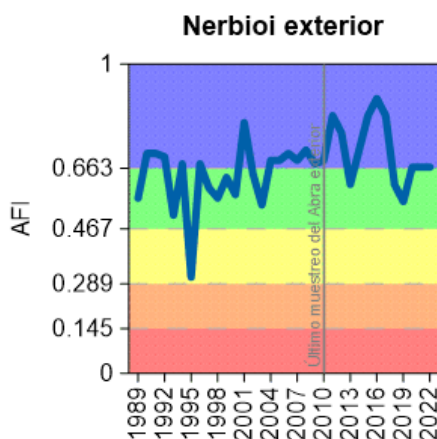


Figura 59 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para toda la masa de agua de transición del Nerbioi exterior entre 1989 y 2022. El año 2010 fue el último en que se llevó a cabo el muestreo en la parte más externa de la masa de agua. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Máximo Potencial: $\geq 0,663$; Buen Potencial: $0,467-0,663$; Potencial Moderado: $0,289-0,467$; Deficiente: $0,145-0,289$; Malo: $\leq 0,145$. 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 m³ 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 2022 han continuado las obras de relleno del espigón central dentro del proyecto de ampliación del Puerto de Bilbao. A la vez, ha habido pequeños dragados (unos 8.000 m³ en total), en Santurtzi, Getxo y Portugalete. Debido a la gran transformación hidromorfológica de la parte externa del Nerbioi, para convertirla en un gran puerto, la calificación de los indicadores hidromorfológicos es de mala.

6.

Masa de agua 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 2020, se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 13 estaciones para macroalgas. Desde 2020 se ha analizado también una estación de biomonitores (moluscos). Las posiciones se pueden ver en la Figura 60.

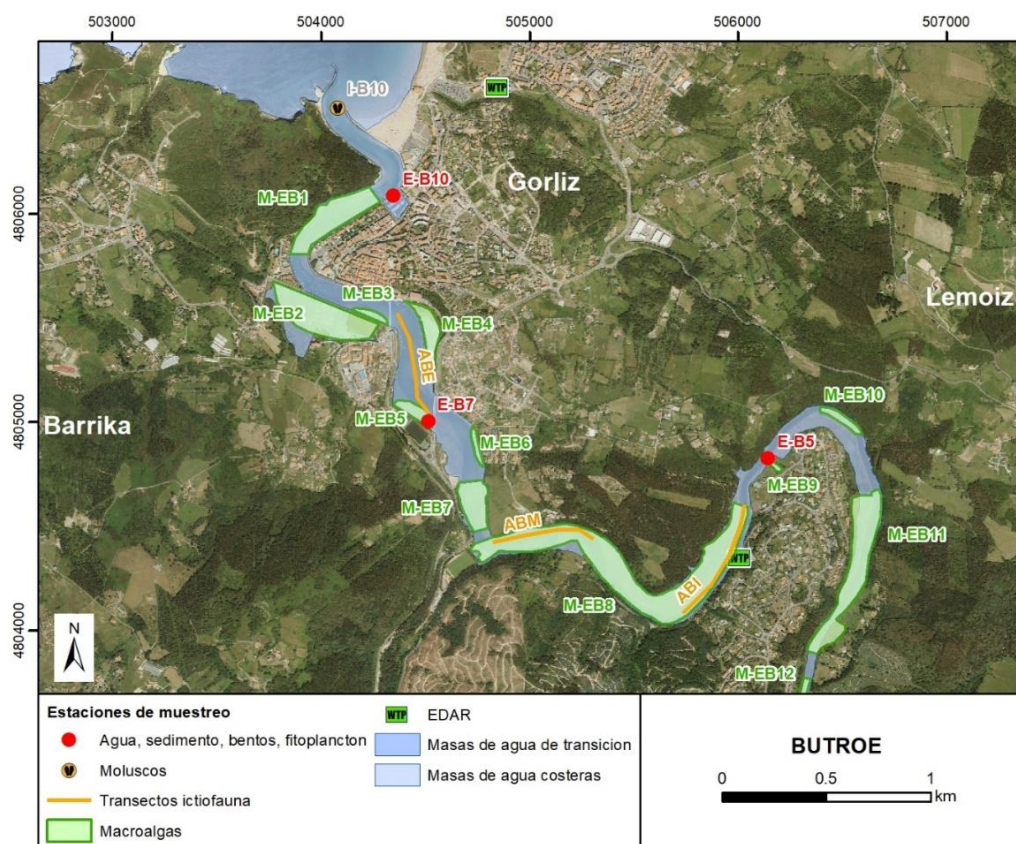


Figura 60 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Butroe.

La masa de agua de transición del Butroe se diagnostica en 2022 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 49 y Figura 61). En el caso del estado químico, solo incumplió en 2014, debido a contaminantes que presentaron valores elevados puntualmente, no se ha repetido en la serie.

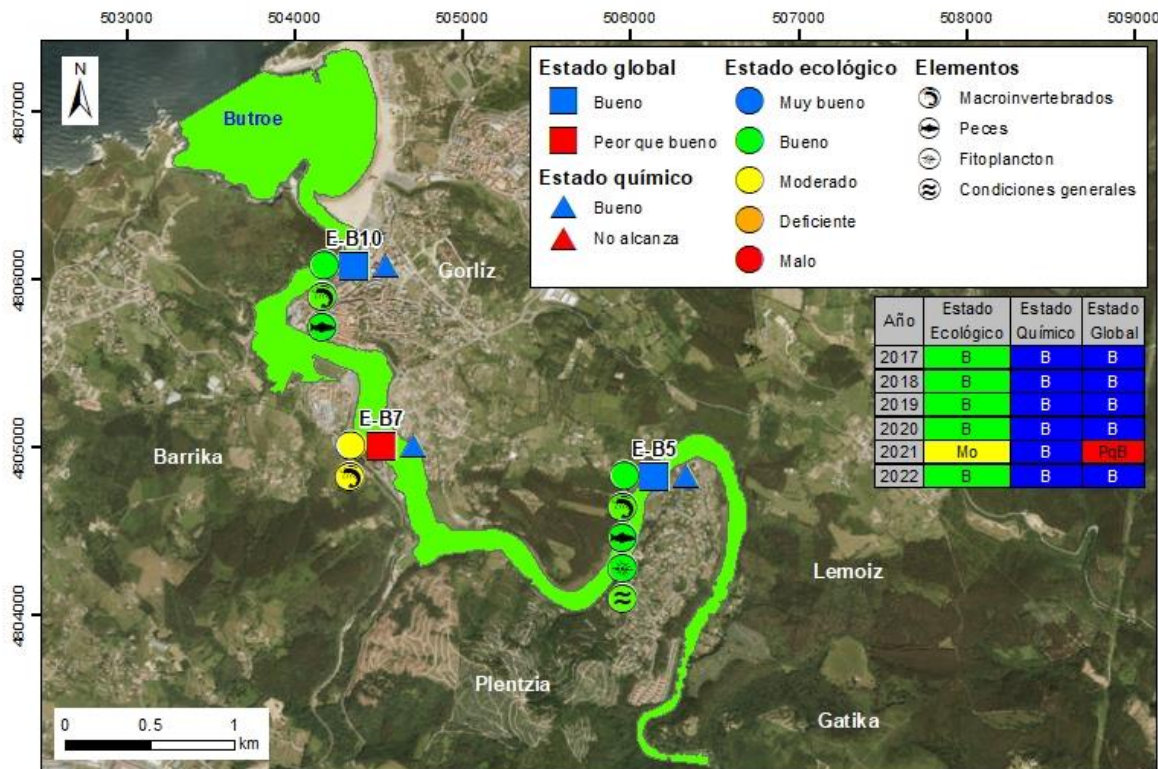


Figura 61 Masa de agua de transición del Butroe: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 49 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Butroe en 2022. 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	B	B	B	B
E-B7	Plentzia (campo de fútbol) (Butroe)	Mo	B	B	B	Mo	B	MB	B	Mo	B	PqB
E-B10	Plentzia (puerto) (Butroe)	B	B	MB	B	B	MB	MB	B	B	B	B
	Butroe Transición	B	B	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B

Desde que se realizó en 2004 el 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., 2016).

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 positiva 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 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2022, 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 50).

Respecto a la evolución temporal del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022, 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).

Tabla 50 Evaluación del Estado Físicoquímico 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		96,18	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 34,3$	1,6	4,72	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 121,3$	1,6	32,29	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 3,39$	0,16	1,42	Bueno
E-B7	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		100,65	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 18,6$	1,6	3,67	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 52,3$	1,6	15,07	Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 1,82$	0,16	0,72	Muy Bueno
E-B10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		92,85	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 18,6$	1,6	3,19	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 52,3$	1,6	10,21	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 1,82$	0,16	0,49	Muy Bueno

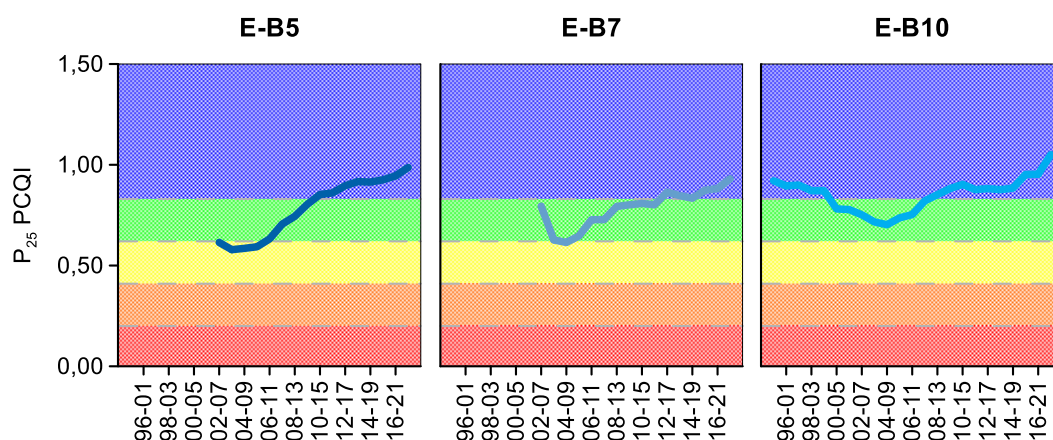


Figura 62 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado físicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de las estaciones de muestreo E-B5, E-B7 y E-B10 de la masa de agua de transición del Butroe. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 63 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual 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 2022. Se observa una tendencia a una mejoría estadísticamente significativa ($p < 0,05$) para los valores medios anuales de la saturación de oxígeno y la concentración de amonio en las estaciones E-B5 y E-B7, y la concentración de fosfato en la estación E-B10 ($P < 0,05$). En cuanto a los niveles, las estaciones E-B5 y E-B7, salvo al inicio de la serie histórica, cumplen los objetivos de calidad. La estación E-B10 cumple en la mayoría de los años de la serie, excepto en una situación puntual en 2004 para el amonio y fosfato y en 2005 y 2006 para la saturación de oxígeno (Figura 63).

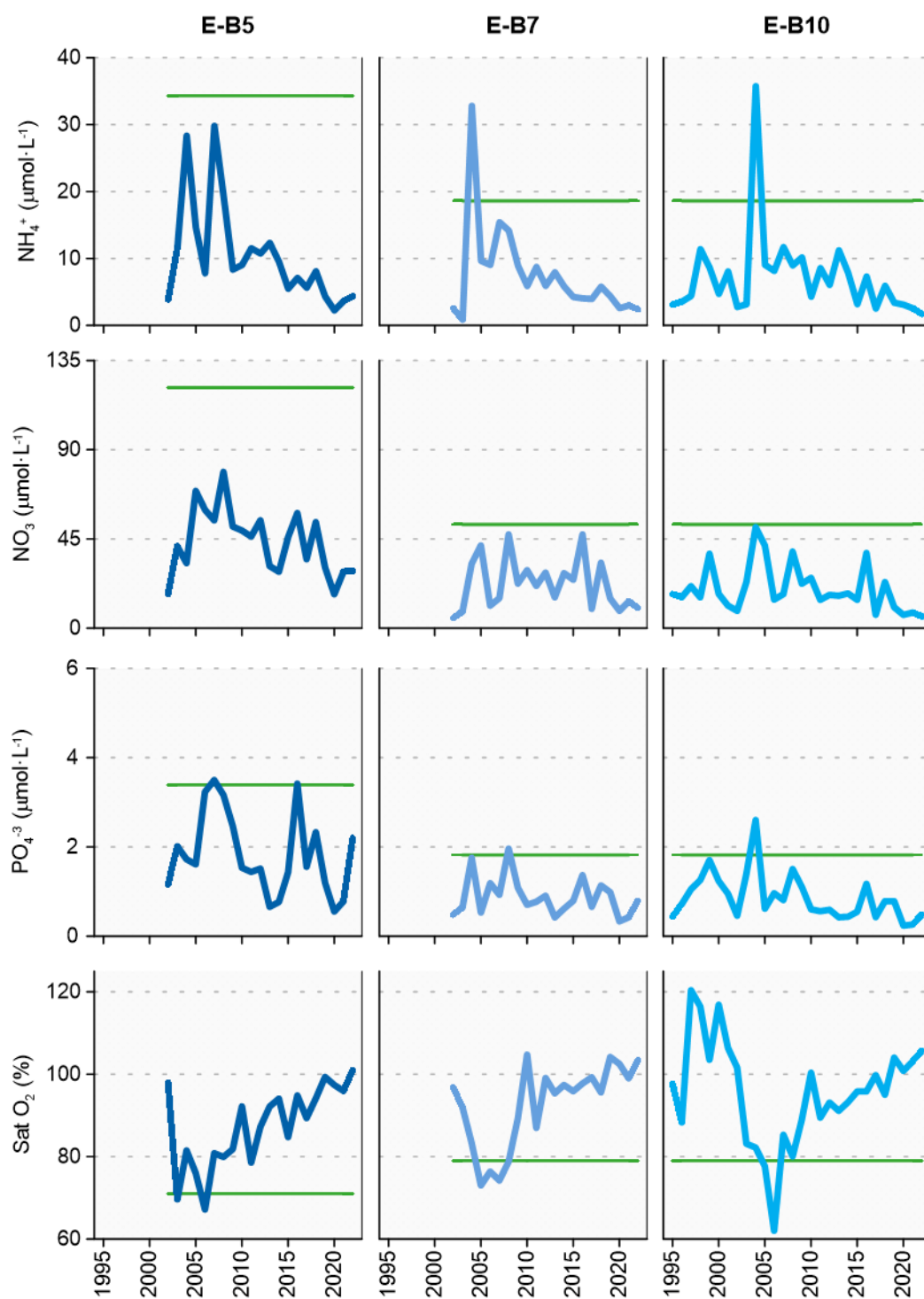


Figura 63 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

6.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado, al igual que para las tres estaciones de la masa (Tabla 51), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 51 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Butroe en 2021.

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

La evaluación del estado químico determinada en 2022, para las sustancias prioritarias, indica que la masa de agua alcanza el buen estado químico (Tabla 52). Las concentraciones promedio de compuestos orgánicos en 2022 se encuentran por debajo de las normas de calidad correspondientes.

Tabla 52 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Butroe en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$. "-": 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	<LC	<LC	0,0008	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	0,0011	0,0008	0,0018	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0016	0,0014	0,0038	No aplica
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	<LC	0,0003	No aplica
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).

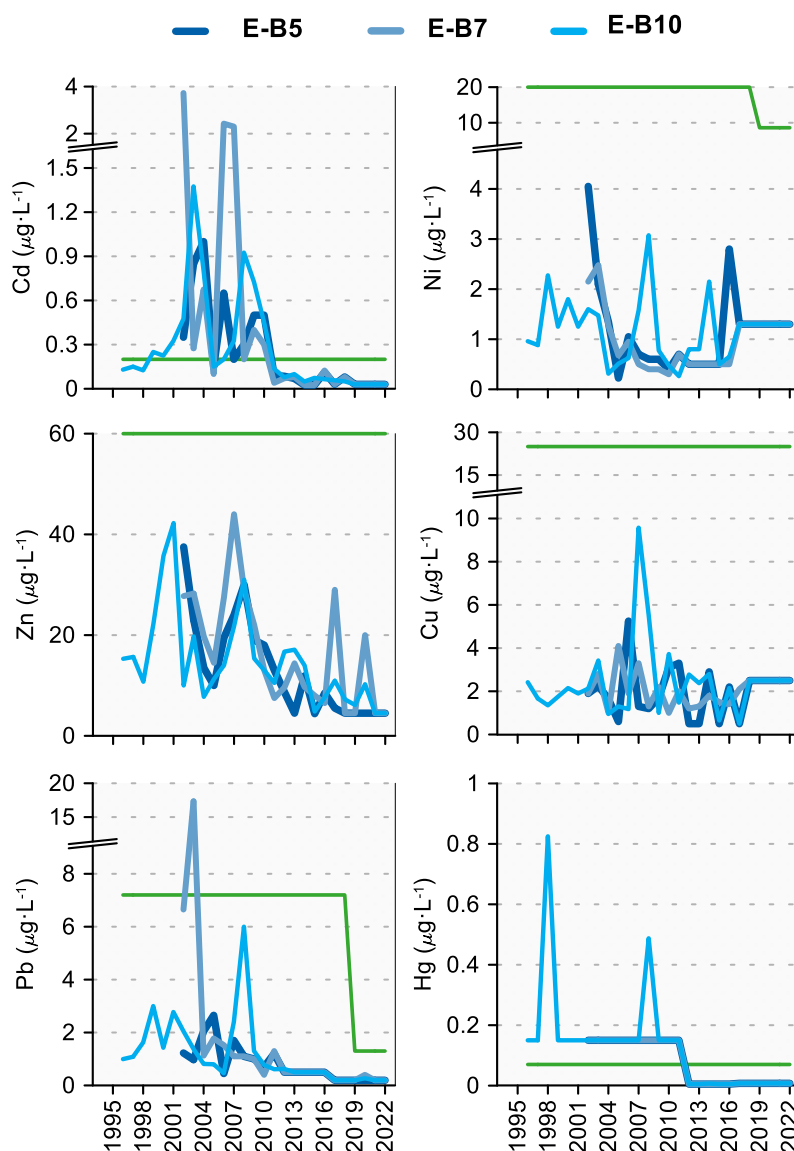


Figura 64 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe en el periodo que abarca desde 1995 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

6.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2022, los sedimentos de este estuario se muestrearon en enero, en las tres estaciones. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 53.

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 53). No se observa una tendencia clara en la evolución del contenido en materia orgánica ni del potencial redox, si bien se observa un patrón constante en ambos parámetros para la estación interna E-B5 (Figura 65).

Tabla 53 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 Butroe en la campaña de invierno de 2022.

E-B5 (Fecha de muestreo: 31/01/2022)				E-B10 (Fecha de muestreo: 31/01/2022)			
Gravas (%)	0	Cd	0,26	Gravas (%)	3	Cd	0,11
Arenas (%)	29,7	Cr	46	Arenas (%)	94,7	Cr	28
Limos (%)	70,3	Cu	26	Limos (%)	2,2	Cu	16
MO (%)	5,2	Hg	0,16	MO (%)	2,4	Hg	0,09
Eh (mV)	-32	Ni	23	Eh (mV)	326	Ni	14
		Pb	33			Pb	23
		Zn	132			Zn	80

E-B7 (Fecha de muestreo: 31/01/2022)			
Gravas (%)	0	Cd	0,12
Arenas (%)	99,6	Cr	25
Limos (%)	0,4	Cu	11
MO (%)	2,1	Hg	0,06
Eh (mV)	233	Ni	11
		Pb	24
		Zn	49

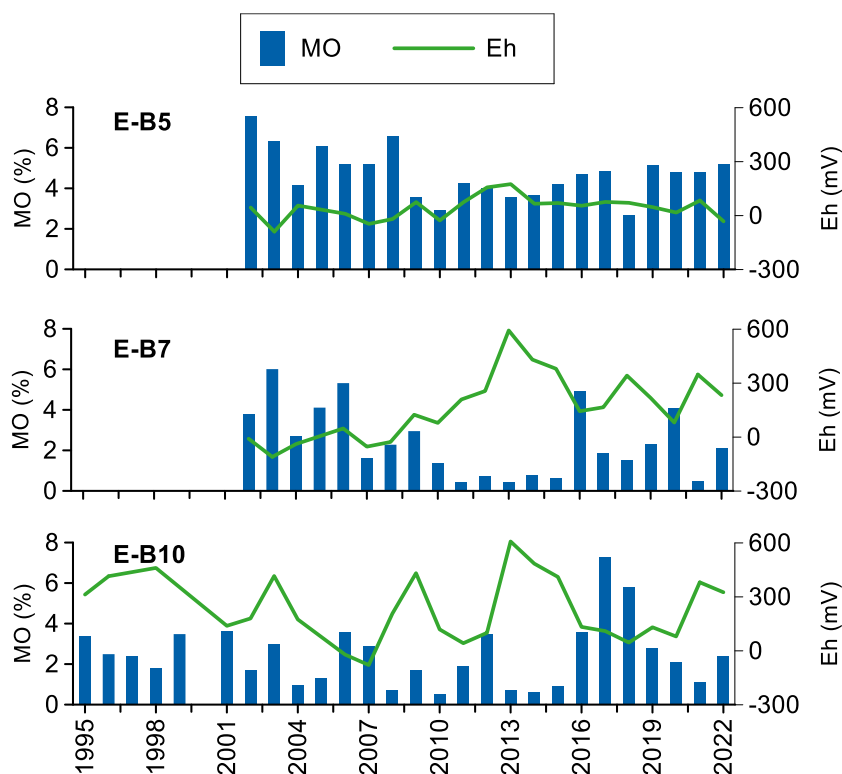


Figura 65 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Butroe (muestreos de invierno).

En lo que respecta a metales, las tres estaciones presentan rangos de concentraciones similares, si bien la estación más interna (E-B5) registra para todos los metales concentraciones ligeramente superiores a los obtenidos en E-B7 y E-B10 (Tabla 53). 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 Cd, Cu, Ni y Zn.

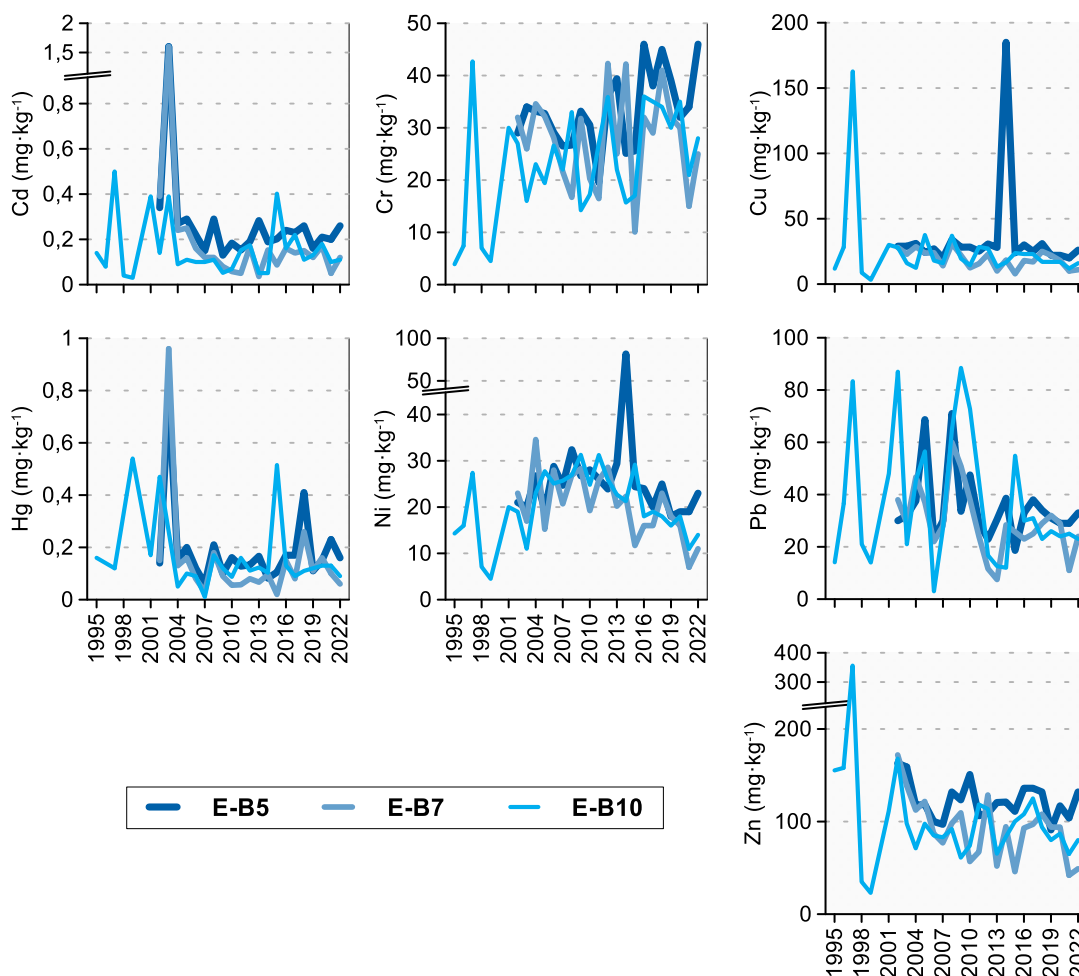


Figura 66 Evolución temporal de la concentración de metales ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Butroe (muestréos de invierno).

6.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2022, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata* de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-B10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 54, donde los valores registrados 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. De esta manera, los resultados en biomonitores, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, 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 54 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Butroe en 2022, basada en las sustancias prioritarias en biota ($\mu\text{g kg}^{-1}$ 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	1,84	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,06	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

6.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

6.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a en 2022** osciló entre 0,2 y 21,5 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. El máximo se midió 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 midió en aguas de baja salinidad (Figura 67).

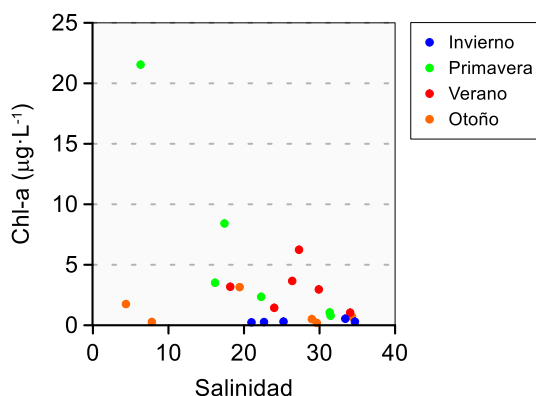


Figura 67 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Butroe en las cuatro épocas de estudio durante 2022. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

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).

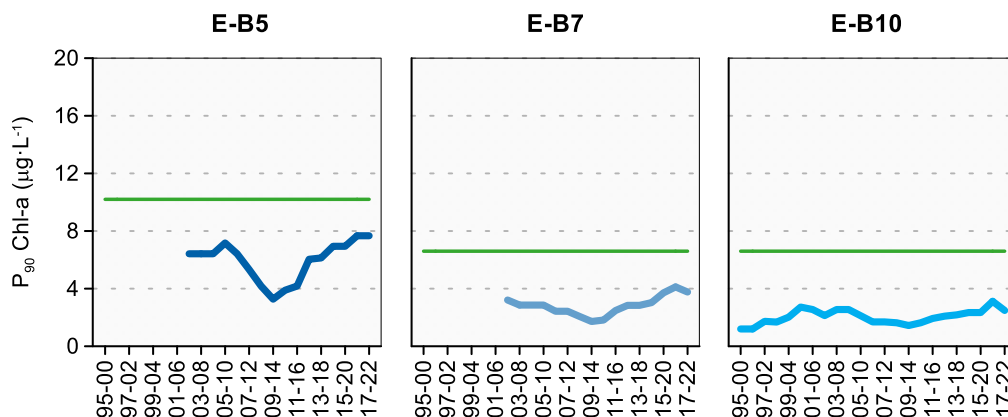


Figura 68 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: 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 finales de la década de 2000 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, se dispone de datos de la estación E-B5 (Tabla 55).

Tabla 55 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie, tomadas en pleamar, en la Masa de Agua de Transición del Butroe.

Parámetro	Unidad	25/05/2022	08/08/2022
		E-B5	E-B5
Abundancia	(10^3 células·L ⁻¹)	842	1551
Diversidad	(bit·cel ⁻¹)	1,8	1,8
Riqueza	(# taxa)	11	20

Aunque no se tomaron muestras en 2020, de los estudios realizados anteriormente 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. No obstante, desde 2014, aproximadamente, la frecuencia de floraciones estaba siendo baja en todas las zonas del estuario. 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 2022 la muestra de primavera presentó pocas especies (Tabla 55). Recogida en aguas de salinidad en torno a 16, estuvo dominada en abundancia por diatomeas pennales. La muestra de agosto, con una salinidad de 27, presentó aproximadamente el doble de riqueza y abundancia. En verano destacaron las criptofitas, con una floración no muy intensa de *Teleauxax* spp. ($807 \cdot 10^3$ células·L⁻¹), seguidas de prasinofíceas *Tetraselmis* spp. ($414 \cdot 10^3$ células·L⁻¹) y del dinoflagelado *Blixaea quinquecornis* ($242 \cdot 10^3$ 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 56). En el global de la masa de agua el estado del fitoplancton actualmente es **“Muy Bueno” (EQR= 0,679)**.

Tabla 56 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
2017-2022	E-B5	7,67	0,443
	E-B7	3,77	0,584
	E-B10	2,49	0,884
	Butroe Transición	3,5236*	0,679

(*) 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. Una tendencia de descenso sostenida a lo largo de varios años lo había situado en el periodo 2016-2021 justo por debajo de muy buen estado, pero en este último ha remontado ligeramente.

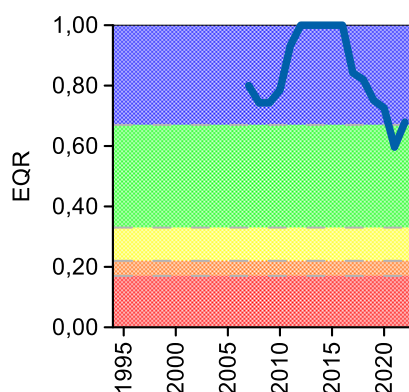


Figura 69 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Butroe a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio)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

6.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2002 y 2020, por lo que la evaluación de 2022 corresponde a la campaña de 2020. En la Tabla 57 se muestran los resultados obtenidos a lo largo de las campañas realizadas hasta la fecha para cada una de las estaciones a las que se adscriben las zonas estudiadas y para el global de la masa de agua.

Tabla 57 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado).

Campaña	Estación			Global
	E-B5	E-B7	E-B10	
2002	0,672	0,628	0,594	0,624
2005	0,607	0,477	0,545	0,595
2008	0,544	0,608	0,587	0,599
2011	0,526	0,689	0,722	0,685
2014	0,618	0,681	0,713	0,683
2017	0,611	0,691	0,727	0,693
2020	0,611	0,726	0,697	0,713

La calificación obtenida en 2020 fue de Buen Estado para las tres estaciones de la Red (Tabla 57), la misma que en las dos campañas previas (2014 y 2017). Esta calificación viene determinada básicamente por los valores moderados a altos de la cobertura de algas no indicadoras de contaminación y por el bajo a moderado valor de cobertura de algas verdes respecto a la cobertura del resto de algas.

A nivel de masa de agua, el resultado es también de **Buen Estado**, como viene siendo habitual a lo largo del seguimiento. 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.

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*, el isópodo *C. carinata*, el bivalvo *S. plana* y el poliqueto errante *Hediste diversicolor*, 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 58), 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 58 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)	1.751	279	139
Biomasa	(g·m ⁻²)	18,515	5,037	0,400
Riqueza	(# taxa)	12	12	12
Diversidad densidad	(bit·ind ⁻¹)	1,33	1,14	2,58
Equitabilidad densidad		0,37	0,32	0,72
Diversidad biomasa	(bit·g ⁻¹)	1,11	1,64	1,62
Equitabilidad biomasa		0,31	0,46	0,45
Diversidad máxima	(bit)	3,58	3,58	3,58
AMBI		3,020	2,924	3,648
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Moderada
M-AMBI _{estación}		0,734	0,470	0,580
M-AMBI _{global}			0,587	

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, como también lo son la densidad, la biomasa y la riqueza específica (279 ind·m⁻², 5,0 g·m⁻² y 12 taxa, respectivamente), al menos en comparación con los promedios registrados para la estación (864 ind·m⁻², 7,6 g·m⁻² y 14 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=2,9).

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*, *S. plana*, *H. diversicolor* y *C. carinata*, entre otros. Los valores de densidad (140 ind·m⁻²), riqueza (13 taxa) y diversidad (2,63 bit·ind⁻¹) (Tabla 58) son del orden de los promedios históricos de la estación. Aunque las especies tolerantes al enriquecimiento orgánico presentan una densidad relativa importante, son superadas por las especies oportunistas de segundo orden, lo que determina que la estación quede calificada, en términos de AMBI, como moderadamente alterada (AMBI=3,6).

Los valores de M-AMBI estimados para 2022 indican Buen Estado para las estaciones interior (E-B5) y exterior (E-B10), con Estado Moderado en la estación intermedia (E-B7) (Tabla 58). 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, aunque esta última lleva ya cinco campañas consecutivas con valores que sólo superan el mínimo de la estación estimado en la campaña de 2002. 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, pero la comunidad de macroinvertebrados, que estaba en Buen a Muy Buen Estado a lo largo de todo el seguimiento, va bajando y alcanza el moderado en 2021 (Figura 70). Aunque este resultado podría indicar alguna presión en la zona, es reseñable que también en 2021 se alcanzaba el peor valor del seguimiento en la estación intermedia, por lo que en el informe correspondiente (Borja *et al.*, 2022) se indicaba que no era descartable la presencia de una presión de efecto a una escala geográfica mayor

que la del tramo representado por la estación (por ejemplo, a escala de estuario o superior). En cambio, en la presente campaña de 2022 se observa una recuperación en ambas estaciones, por lo que se considera importante mantener la vigilancia en próximas campañas. Por último, para el global de la masa de agua, la calificación obtenida a partir de los resultados de la presente campaña de 2022 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 últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2020. 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 35 taxones (25 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 con 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 2020 el aumento de la riqueza obtenida ha sido destacado, detectándose por primera vez en este estuario cinco especies: los crustáceos *Liocarcinus navigator* (cangrejo nadador) y *Macropodia linearesi* (cangrejo araña), y los taxones de peces *Spondyliosoma cantharus* (chopa), *Syngnathus acus* (aguja) y *Salapia pavo* (gallerbo), esta última, nunca había sido capturada en ningún estuario.

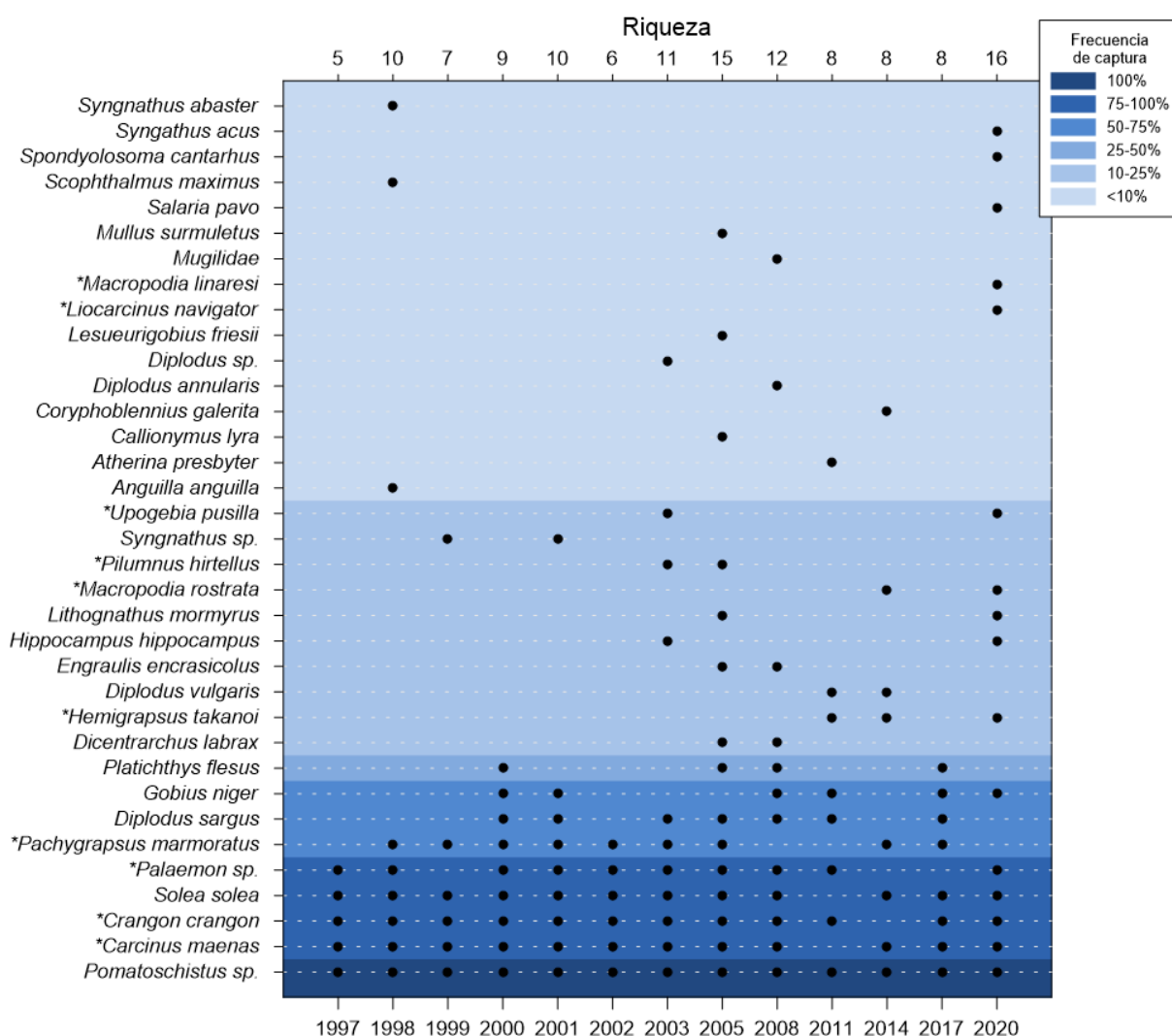


Figura 71 Listado de especies capturadas en el estuario del Butroe (1997-2020). Entre 1997 y 2003 (excepto 2002), datos pertenecientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia; resto, "Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV. 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 encontrada entre 1997 y 2020 por estación. En el caso de la riqueza, se aprecia una tendencia positiva de la riqueza de peces en el tramo interior, así como de crustáceos en el tramo exterior. En cuanto a la abundancia, se observa una disminución progresiva de efectivos generalizada, alcanzando los últimos años valores mínimos en las tres estaciones. 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".

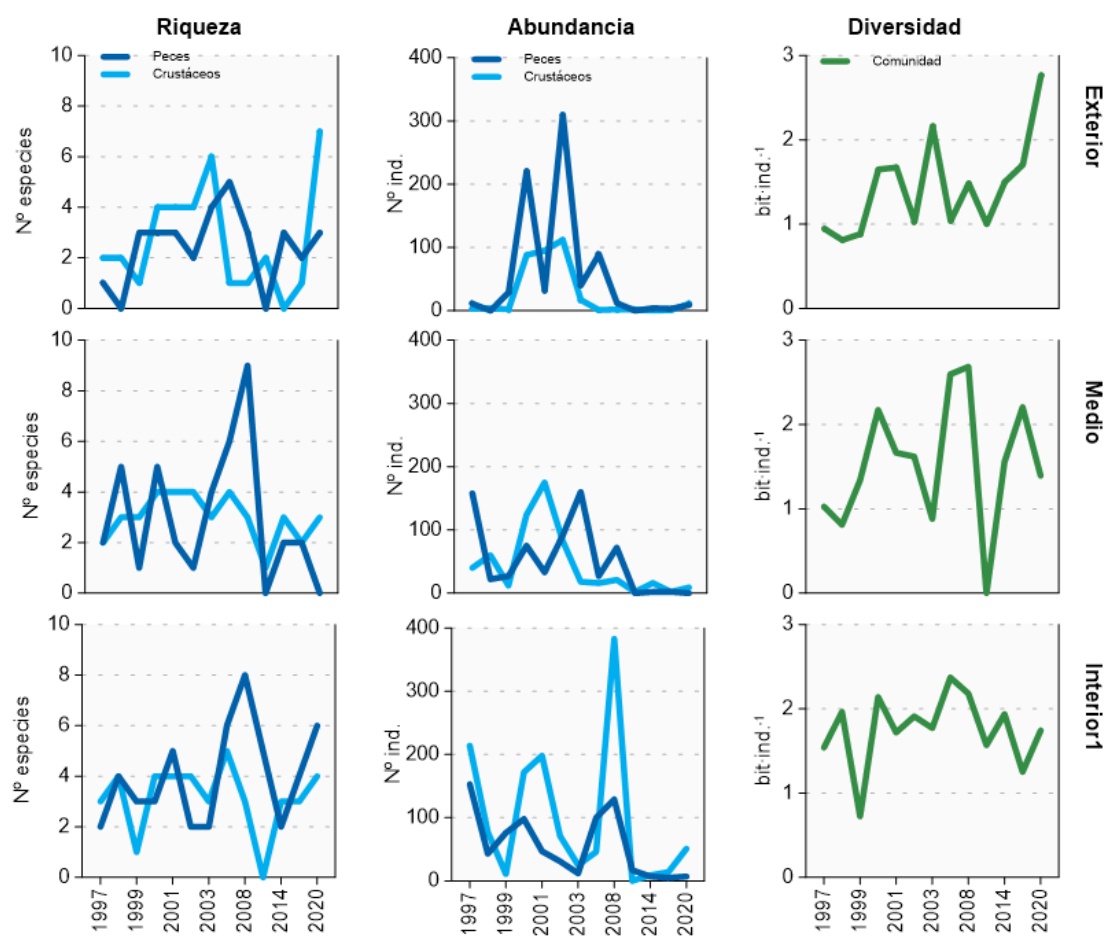


Figura 72 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Butroe entre 1997 y 2020.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2020 la valoración global de la masa de agua alcanza la calificación de 'Bueno' (Figura 73), valor algo menor al obtenido en 2017.

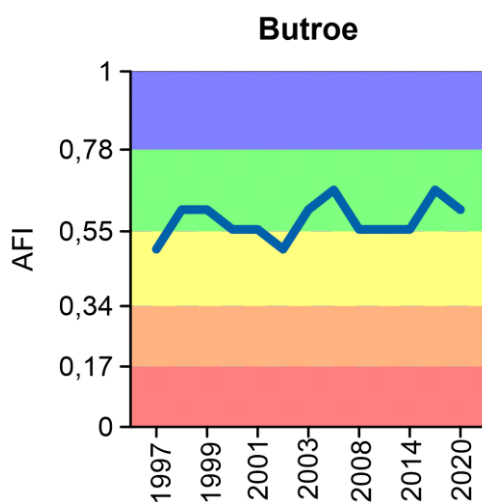


Figura 73 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenido para el estuario del Butroe entre 1997 y 2020. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: $\geq 0,78$; Bueno: $0,55-0,78$; Moderado: $0,34-0,55$; Deficiente: $0,17-0,34$ Malo: $\leq 0,17$). AFI: AZTI's Fish 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).

6.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2022 no ha habido ninguna alteración de los indicadores hidromorfológicos, aunque los encauzamientos existentes en el estuario, así como diversas infraestructuras, hacen que se califique en buen estado.

7.

Masa de agua 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 2020, se analizaron una estación para vida piscícola y dos estaciones para macroalgas. La situación de todas ellas se observa en la Figura 74.

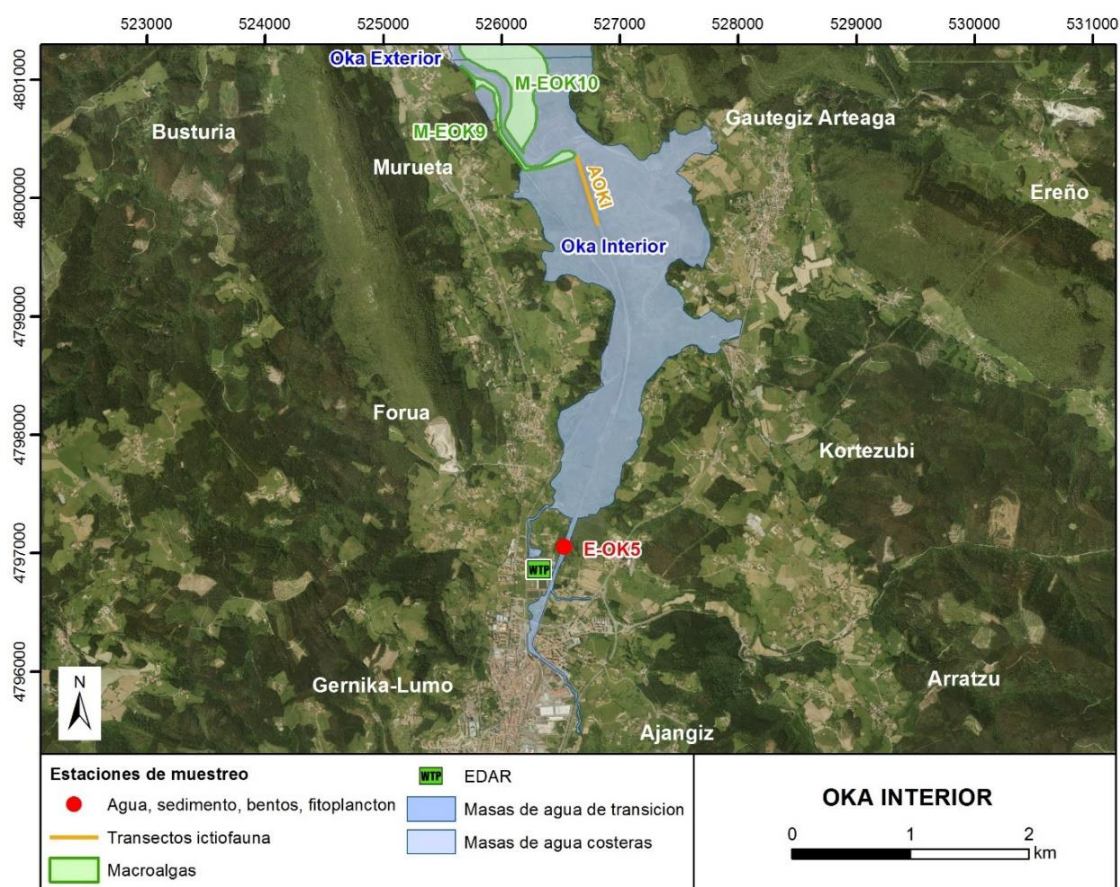


Figura 74 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Oka interior.

La masa de agua de transición del Oka interior se diagnostica en la campaña 2022 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 59 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.

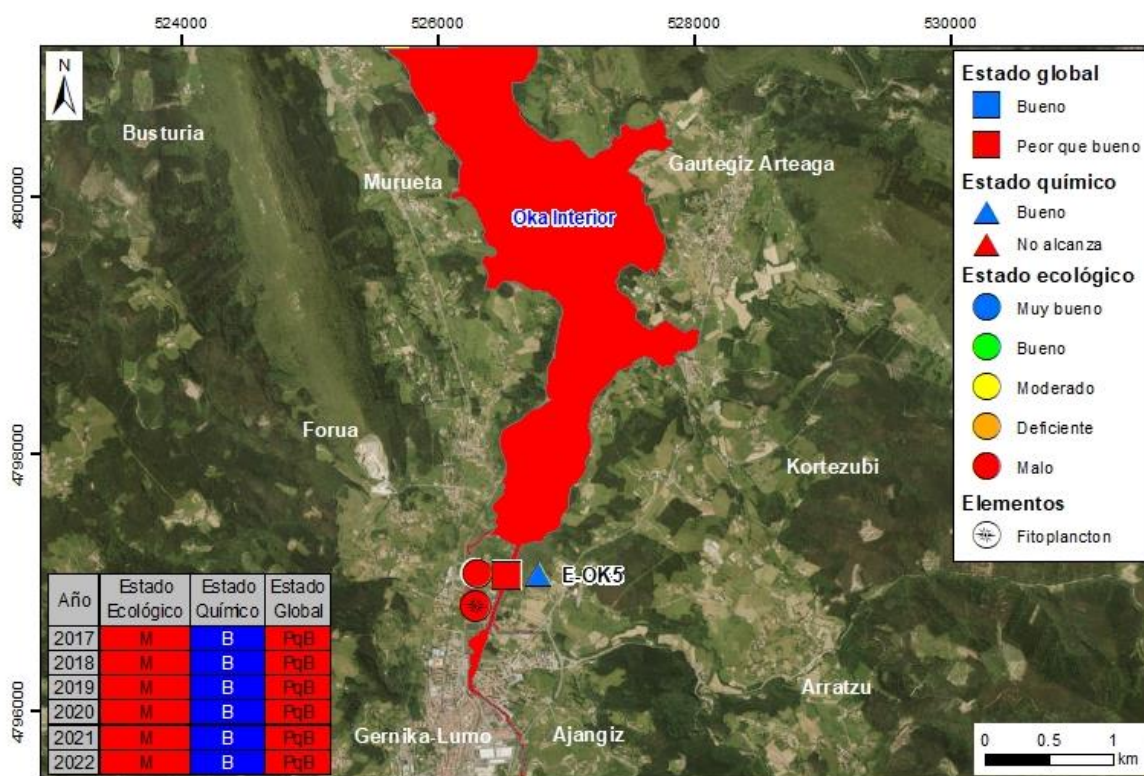


Figura 75 Masa de agua de transición del Oka interior: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 59 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Oka interior en 2022. 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)	B	B	M	MB	M	<B	MB	Mo	M	B	PqB
	Oka Interior Transición	B	B	M	MB	M	<B	MB	Mo	M	B	PqB

Desde que se realizó en 2004 el 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. Físicoquímica general

En la Tabla 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2022, 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 físicoquímico 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 físicoquímica, la estación E-OK5 no cumple con el objetivo del amonio (Tabla 60). 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 “Moderado”.

Tabla 60 Evaluación del Estado Físicoquímico 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		85,42	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 51,6$	1,6	110,33	Moderado
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 212,5$	1,6	35,91	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 5,13$	0,16	3,21	Bueno

Al determinar las condiciones físicoquímicas generales, mediante el percentil 25 (P_{25}) del PCQI para periodos de seis años entre 2002 y 2022, la estación E-OK5 no presenta una tendencia clara, aunque mejora progresiva y ligeramente desde 2014, quizá al irse eliminando algunos vertidos (Figura 76).

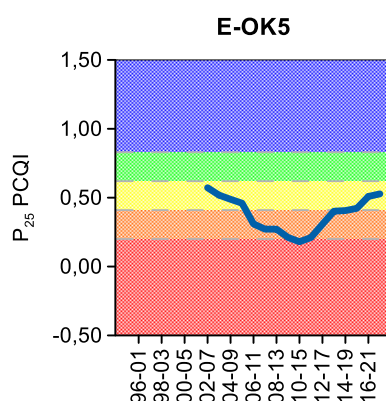


Figura 76 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado físicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 2002 y 2022 de la estación de muestreo E-OK5 de la masa de agua de transición del Oka interior. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 77 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el estuario (E-OK5) en el periodo de 2002 a 2022. Aunque no se observa tendencia significativa alguna para ninguno de los nutrientes, en 2022 se cumplen los objetivos

ambientales de las variables fisicoquímicas, lo que indica que las medidas correctoras están teniendo un reflejo positivo en la calidad del agua.

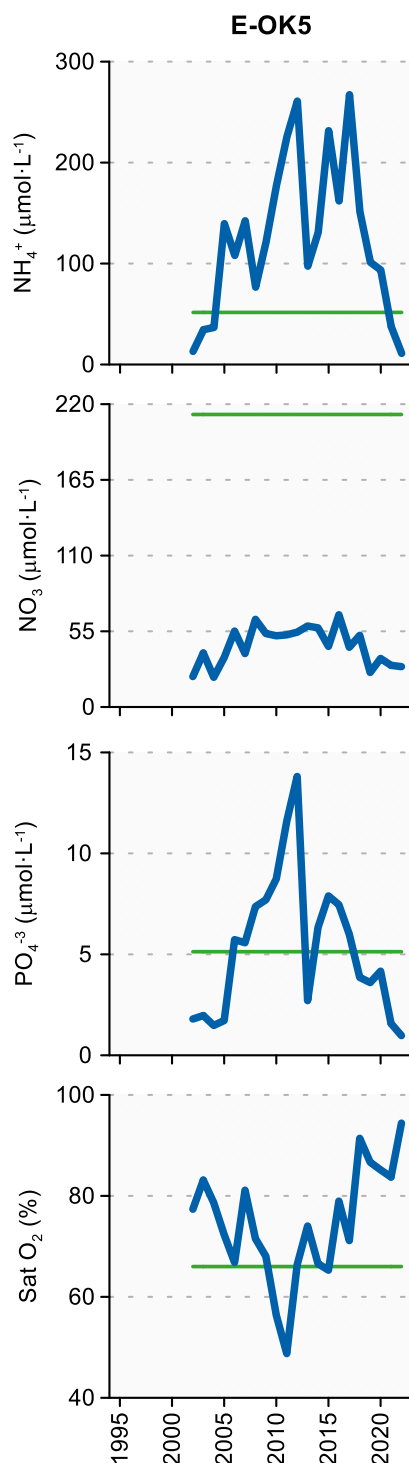


Figura 77 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en la estación de la masa de agua de transición del Oka interior en el periodo que abarca desde 2002 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

En el caso del amonio, las únicas veces que cumplió con el objetivo de calidad fue al inicio de la serie, y desde 2021. Al comienzo, la concentración de amonio fue aumentando progresivamente, para reducirse en años recientes, desde 2014, a medida que avanza el saneamiento. En el caso del fosfato, de 2002 a 2008, se registró un buen estado, pero a partir de 2008, se superó el objetivo de calidad por

primera vez, reflejando el empeoramiento de su estado, para ir mejorando luego progresivamente y encontrarse en los últimos años por debajo del objetivo de calidad. Por otra parte, aunque la concentración del nitrato muestra un patrón de dientes de sierra a lo largo del tiempo, el grado de cumplimiento es del 100% ya que se mantiene siempre por debajo del objetivo de calidad en los 20 años de estudio. Aunque el incremento de estos nutrientes al comienzo de la serie ha ido acompañado de un descenso de la saturación de oxígeno, desde 2011 se ha ido recuperando y el objetivo de calidad del oxígeno se ha ido cumpliendo desde 2016 (Figura 77). 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 los valores del 80%, lo que refleja una mejoría posiblemente relacionada con el avance del saneamiento.

7.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado siendo también muy bueno para la estación de la masa (Tabla 61), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 61 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Oka interior en 2022.

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

La evaluación del estado químico determinada en 2022 indica que, en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el buen estado químico (Tabla 62), 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 62 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oka interior en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OK5	Global
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0025	0,0010	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-CMA Agua	0,02	0,0025	0,0010	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	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	0,0014	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	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	3,15	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	4,00	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

En la campaña de 2022, 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 62).

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.

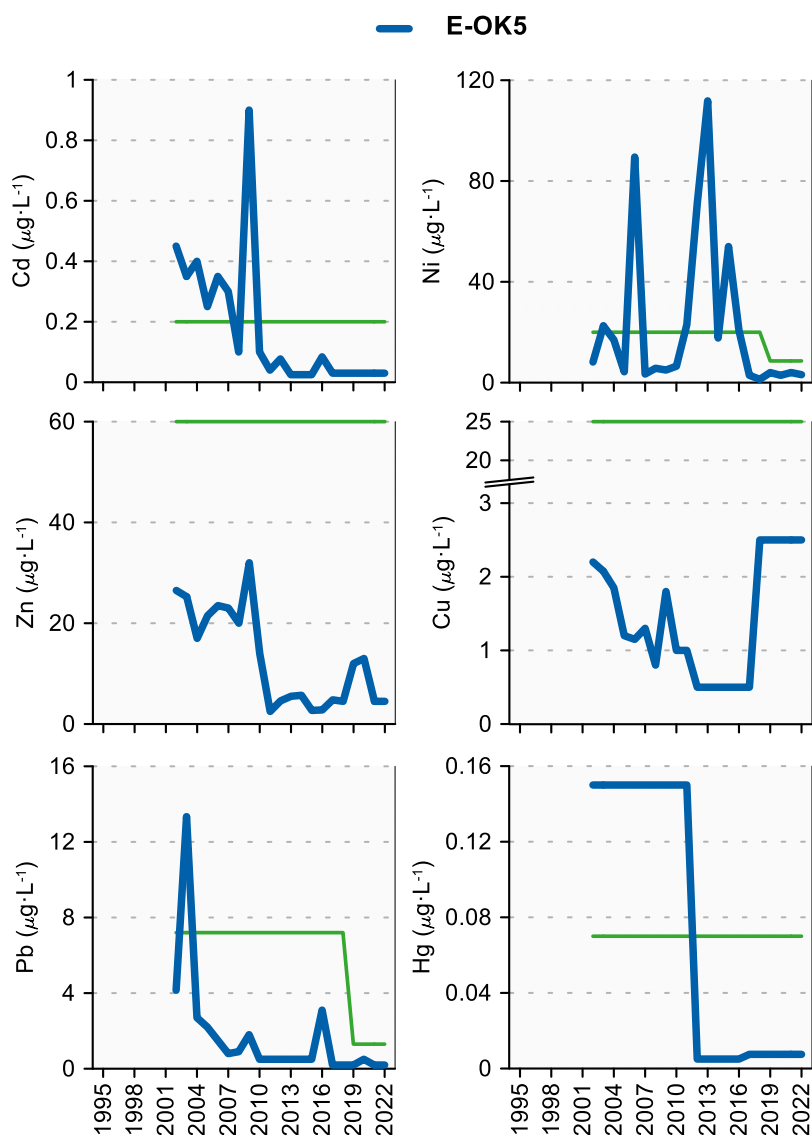


Figura 78 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Oka interior en el periodo que abarca desde 2002 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

7.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2022, el sedimento de este estuario se muestreó en febrero. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 63. 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 limo-arenoso (Tabla 63). 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).

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 63 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 μm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 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 2022.

E-OK5 (Fecha de muestreo: 22/02/2022)			
Gravas (%)	0,0	Cd	0,22
Arenas (%)	43,1	Cr	78
Limos (%)	56,9	Cu	36
MO (%)	11,2	Hg	0,12
Eh (mV)	-35	Ni	46
		Pb	29
		Zn	100

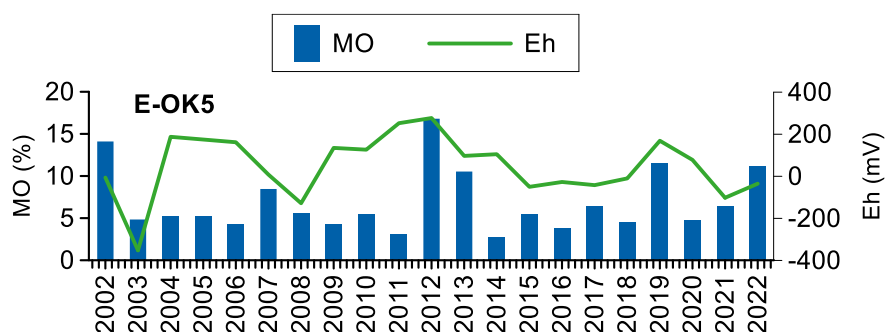


Figura 79 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Oka interior (muestréos de invierno).

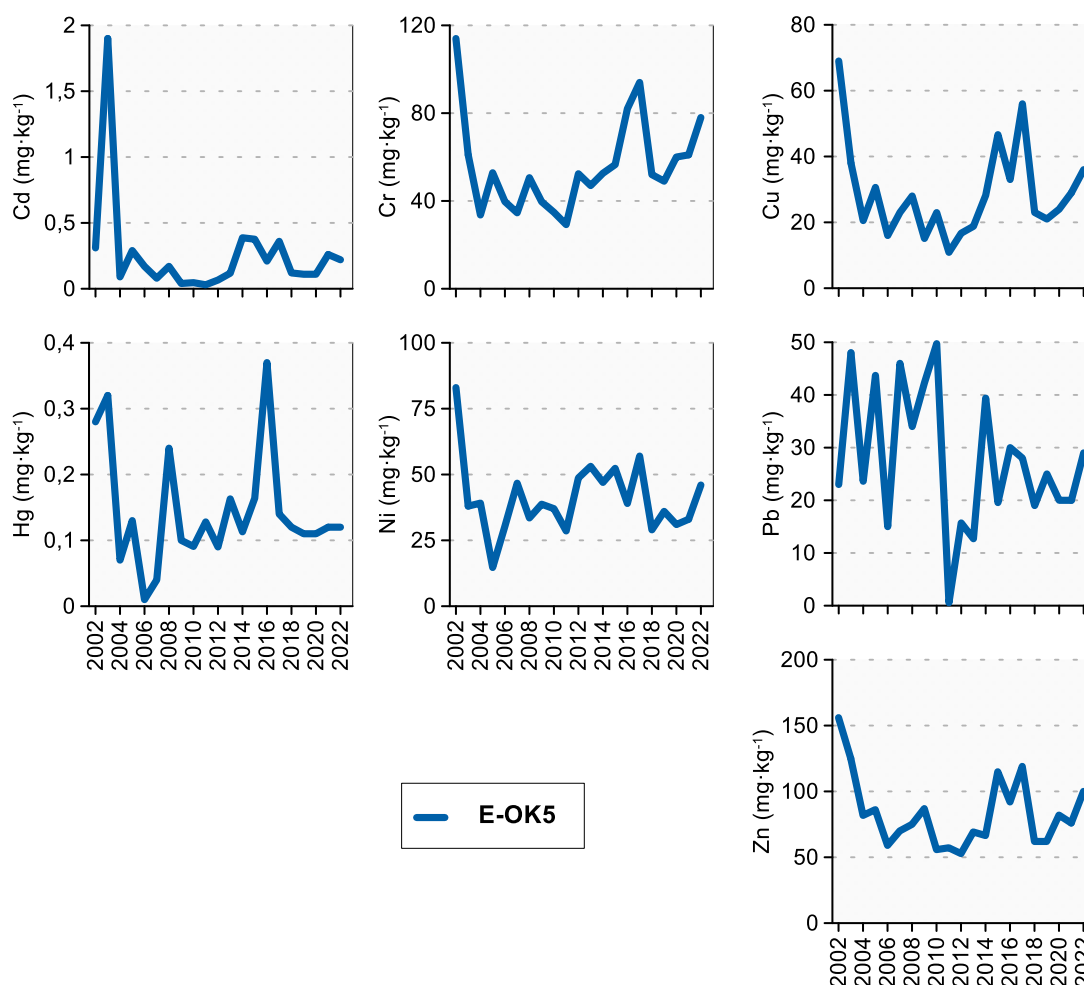


Figura 80 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg⁻¹) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Oka interior (muestréos de invierno).

7.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

7.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La concentración de **clorofila-a** en 2022 osciló entre 1,7 y 49,1 µg·L⁻¹, en las aguas de superficie. Al igual que en 2020 y 2021, los máximos estuvieron entre los más altos de los medidos en las masas de transición del País Vasco.

La primavera fue la época en este último año con mayores concentraciones en la estación E-OK5, tanto en pleamar como en bajamar (Figura 81). Estos picos no son de los mayores de la serie temporal del Oka Interior, donde desde 2002 (primer año en el cual hay registros) se han llegado a medir concentraciones superiores a 60 µg·L⁻¹ (2004, 2006, 2008 y 2018) y hasta 117 µg·L⁻¹ (2014), aunque todas ellas en verano.

En años recientes se ha producido un aumento de la clorofila en esta masa de agua fuera de los meses de verano. Así, en las campañas de primavera picos del orden de 40-50 µg·L⁻¹ solo se han llegado a medir en 2017, 2021 y 2022, y en las de otoño solo se han registrado concentraciones similares en 2021. Esto contrasta con la dinámica observada en la década de 2000 y hasta finales de la de 2010, cuando las concentraciones más elevadas de clorofila se ceñían a la época estival.

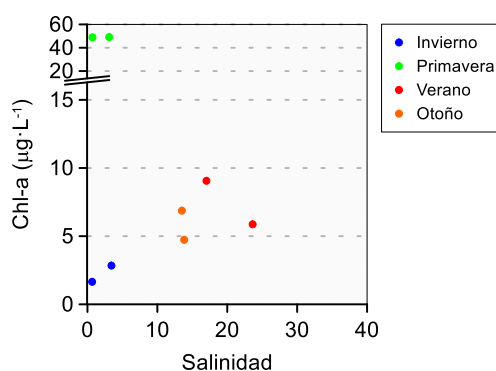


Figura 81 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Oka Interior en las cuatro épocas de estudio durante 2022. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

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 77, 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.

Sin embargo, aunque en 2021 y 2022 el saneamiento se haya traducido en concentraciones de amonio y fosfato muy inferiores a las de años previos, y el nitrato haya continuado siendo bajo (Figura 77), se siguen percibiendo picos de clorofila de alta intensidad. No hay que olvidar que el sedimento en esta zona, enriquecido a lo largo de los años con los vertidos, puede ser una fuente todavía de nutrientes. Además, 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 hasta años recientes ocurrían con más frecuencia en verano, pero el estiaje más intenso y prolongado de los últimos años podría estar causando un cambio estacional en los picos de clorofila.

La **evolución temporal 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 82). A lo largo de la serie temporal no se ha cumplido el objetivo de calidad para aguas de carácter oligohalino. Ello es reflejo de la fuerte presión antrópica que históricamente ha soportado la zona superior del estuario del Oka, unida a una baja tasa de renovación del agua en situaciones de estiaje.

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 está siendo inmediata. Es posible que transcurran unos años hasta que el sedimento deje de aportar nutrientes y, además, otros organismos colonicen esta zona (y, por consumo, competencia u otras interacciones biológicas, controlen los blooms). Por otro lado, si las condiciones de estiaje siguen intensificándose y prolongándose, como en 2022, ello podría dar lugar a que la clorofila siga incumpliendo su objetivo en esta masa de agua. En caso de que fuese esto último la principal causa de los blooms, sería recomendable integrar a la estación E-OK5 con las estaciones 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.

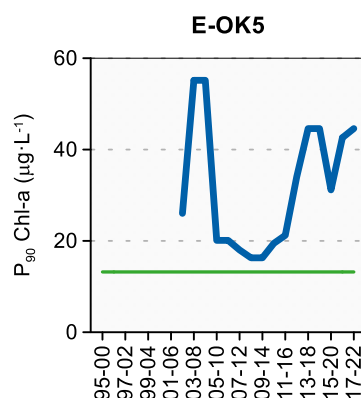


Figura 82 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oka Interior. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas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

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en la Tabla 64 se muestran las variables que describen de manera general a la comunidad fitoplanctónica, durante las campañas de primavera y verano realizadas en pleamar.

Tabla 64 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie, tomadas en pleamar, en la Masa de Agua de Transición del Oka Interior.

Parámetro	Unidad	12/05/2022	01/09/2022
		E-OK5	E-OK5
Abundancia	(10^3 células·L ⁻¹)	28749	5980
Diversidad	(bit·cel ⁻¹)	0,8	1,2
Riqueza	(# taxa)	10	16

El valor de abundancia total de la muestra de mayo se encontró entre los más altos medidos en esta masa de agua, donde los valores habituales en primavera han sido casi siempre de un orden de magnitud inferior. Desde 2018 no se habían registrado valores del orden de 10^7 células·L⁻¹ (aunque en dicho año se vieron tanto en la muestra de primavera como en la de verano). En años más atrás se habían registrado picos de ese orden, pero solo en verano (2008, 2009, 2011, 2014, 2015 y 2016).

En cuanto a la composición taxonómica observada en 2022, en términos generales, la riqueza fue 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 comunidad en la muestra de mayo de la estación E-OK5 estuvo dominada por la criptofícea *Urgorri complanatus* ($25 \cdot 10^6$ células·L⁻¹), lo que explicaría la coloración marrón-anaranjada de las aguas. También presentaron densidades típicas de bloom la euglenofícea cf. *Eutreptia globulifera* ($1,7 \cdot 10^6$ células·L⁻¹) y el dinoflagelado *Kryptoperidinium triquetrum* ($1,3 \cdot 10^6$ células·L⁻¹).

En la muestra de septiembre el taxón con mayor abundancia fueron unas pequeñas formas que no pudieron identificarse ($4,9 \cdot 10^6$ células·L⁻¹), seguidas por algunas criptofíceas como *Plagioselmis* spp. ($0,5 \cdot 10^6$ células·L⁻¹).

Las muestras de fitoplancton tomadas en 2022 en E-OK5 presentaron una salinidad muy distinta, a pesar de que ambas se tomaron en pleamar. Fue mucho más baja la de primavera (3 USP), en comparación con la de verano (24 USP). En ambas se superó el umbral de blooms, aunque con mayor intensidad en la muestra típica de aguas oligohalinas.

En cuanto al **estado asociado al indicador fitoplancton** evaluado en base a la clorofila, en el último

periodo se clasifica como “**Malo**” (**EQR = 0,099**), tal y como se muestra en la Tabla 65. 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 76, Figura 77).

Tabla 65 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
2017-2022	E-OK5	44,59	0,099
	Oka Interior Transición		

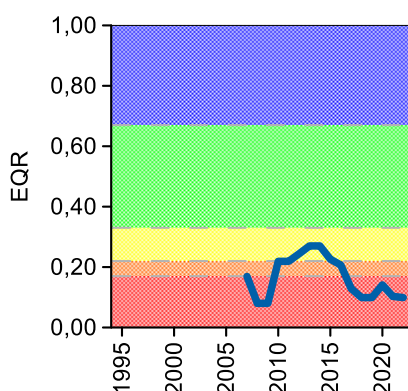


Figura 83 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Oka Interior a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado).

7.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2002 y 2020, por lo que la evaluación de 2022 corresponde a la campaña de 2020. En la Tabla 66 se muestran los resultados obtenidos en dichas campañas para la estación a la que se adscriben las zonas estudiadas y para el global de la masa de agua, que en este caso concreto son coincidentes.

Tabla 66 Calidad biológica de las macroalgas en la estación de la masa de agua de transición del Oka Interior, así como para el global (en este caso concreto los valores coinciden por estar la masa de agua representada por una única estación), en cada una de las campañas muestreadas (verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

Campaña	Estación	Global
	E-OK5	
2002	0,673	0,673
2005	0,625	0,625
2008	0,625	0,625
2011	0,727	0,727
2014	0,727	0,727
2017	0,705	0,705
2020	0,830	0,830

La calificación obtenida en 2020 fue de **Muy Buen Estado** (Tabla 66). Esta calificación supone una mejora respecto al resto de campañas, en la que las macroalgas de la masa de agua han sido calificadas en Buen Estado. La mejor calidad se debe, básicamente, a un incremento en la cobertura de algas no indicadoras de contaminación. 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.

7.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La comunidad presenta una densidad baja (Tabla 67) en comparación con los valores históricos (en promedio, $2.728 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$). En cambio, la riqueza específica es relativamente alta (promedio de 6 *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 de especies tolerantes al enriquecimiento orgánico (GE III), dando lugar a que, en términos de AMBI, la estación quede calificada como moderadamente alterada ($\text{AMBI}=4,0$).

Tabla 67 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 ($\text{M-AMBI}_{\text{estación}}$) y para el global de la masa de agua ($\text{M-AMBI}_{\text{global}}$).

Parámetro	Unidad	E-OK5
Densidad	($\text{ind}\cdot\text{m}^{-2}$)	143
Biomasa	($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	0,185
Riqueza	(# <i>taxa</i>)	8
Diversidad densidad	($\text{bit}\cdot\text{ind}^{-1}$)	2,03
Equitabilidad densidad		0,68
Diversidad biomasa	($\text{bit}\cdot\text{g}^{-1}$)	2,40
Equitabilidad biomasa		0,80
Diversidad máxima	(bit)	3,00
AMBI		3,999
Clasificación AMBI		Alteración Moderada
M-AMBI _{estación}		0,674
M-AMBI _{global}		0,674

A pesar del relativamente alto valor de AMBI, el moderado valor de riqueza y la relativamente alta diversidad permiten un valor de M-AMBI estimado para 2022 que indica **Buen Estado** para la estación analizada y, por tanto, para el global de la masa de agua (Tabla 67).

En cuanto a la evolución temporal de M-AMBI, destaca que la masa de agua venía presentando una progresiva mejora hasta la campaña de 2012, pero posteriormente ha sufrido 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 pasada campaña, en la que se alcanzó el Estado Deficiente.

A pesar de que en el informe correspondiente a la pasada campaña no había tendencia positiva, el valor de M-AMBI alcanzado en 2022 permite replantear 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 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. Esta hipótesis 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, el pasado julio de 2021.

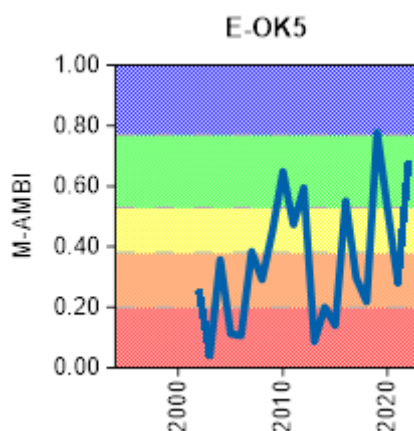


Figura 84 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para la estación muestreada en la masa de agua de transición del Oka Interior a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

7.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2020.

En estos años han sido identificados 17 taxones, 11 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 con 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 2020, se detectó *Lithognathus mormyrus* (erla).

La Figura 86 presenta los parámetros estructurales por estación entre 2002 y 2020. En 2020 se percibe una mejoría en cuanto a la riqueza y abundancia de crustáceos. Por el contrario, la diversidad alcanza un valor inferior al de 2017. En líneas generales, la evolución de los parámetros de la riqueza y abundancia no se percibe un modelo de distribución concluyente. Por su parte, en cuanto a la diversidad, el sistema tampoco muestra una tendencia clara.

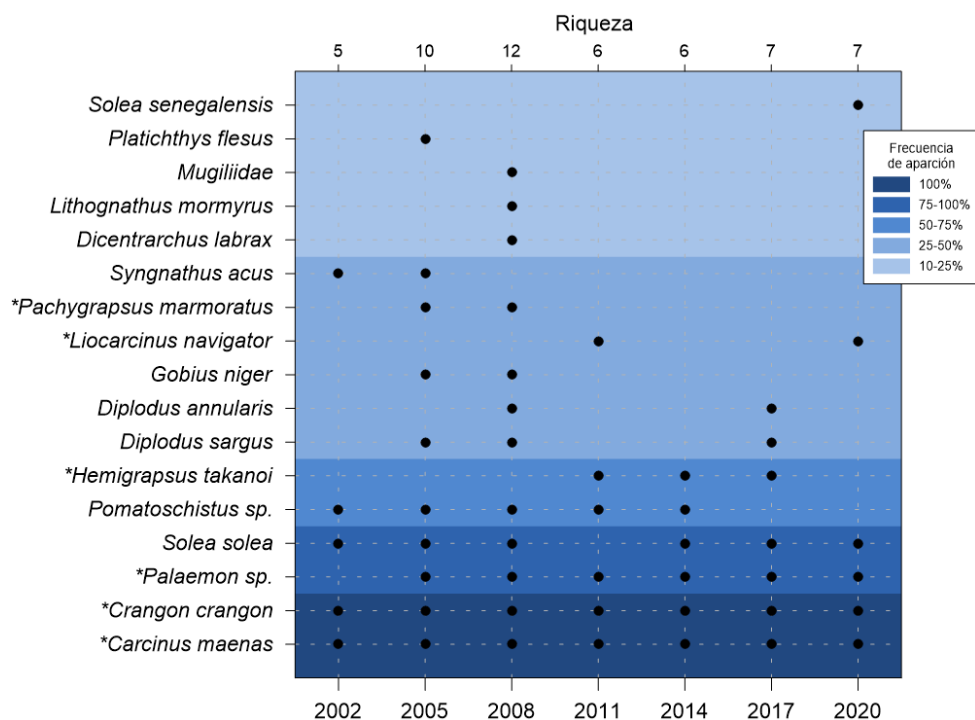


Figura 85 Listado de especies capturadas en la masa de agua de transición del Oka interior (2002-2020). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

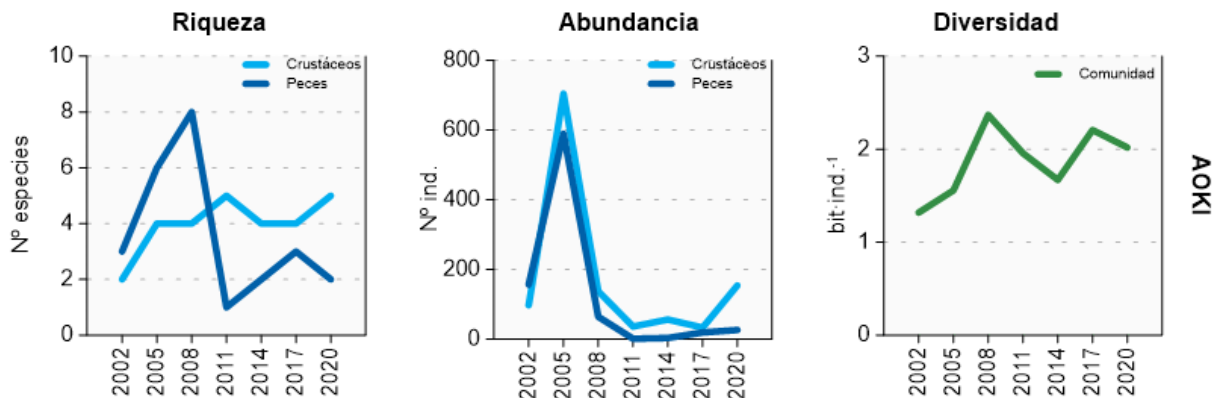


Figura 86 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones de taxones identificados en cada uno de los tramos muestreados de la masa de agua de transición del Oka exterior entre 2002 y 2020.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2020 la masa de agua del Oka interior se diagnostica en la clase de estado 'Bueno', con un valor inferior al obtenido en el muestreo anterior. La Figura 87 muestra la evolución temporal negativa de la calidad biológica en la masa de agua entre 2002 y 2014, que coincide con el empeoramiento de la calidad fisicoquímica, probablemente por un mal funcionamiento de la depuradora, aunque los últimos años se percibe una mejoría.

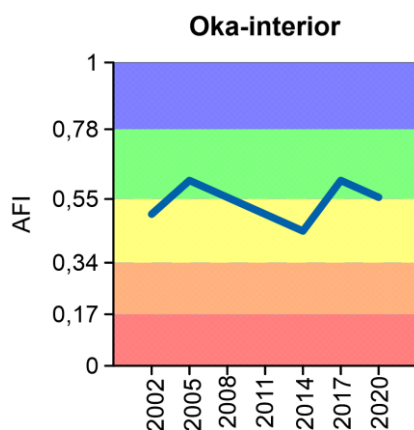


Figura 87 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para toda la masa de agua de transición del Oka interior entre 2002 y 2020. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: $\geq 0,78$; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34; Malo: $\leq 0,17$. AFI: AZTI's Fish Index.

7.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2022 no ha habido cambios en los indicadores hidromorfológicos, pero la zona se clasifica en moderado estado, debido a las modificaciones existentes y a la canalización.

8.

Masa de agua 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 2020 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.

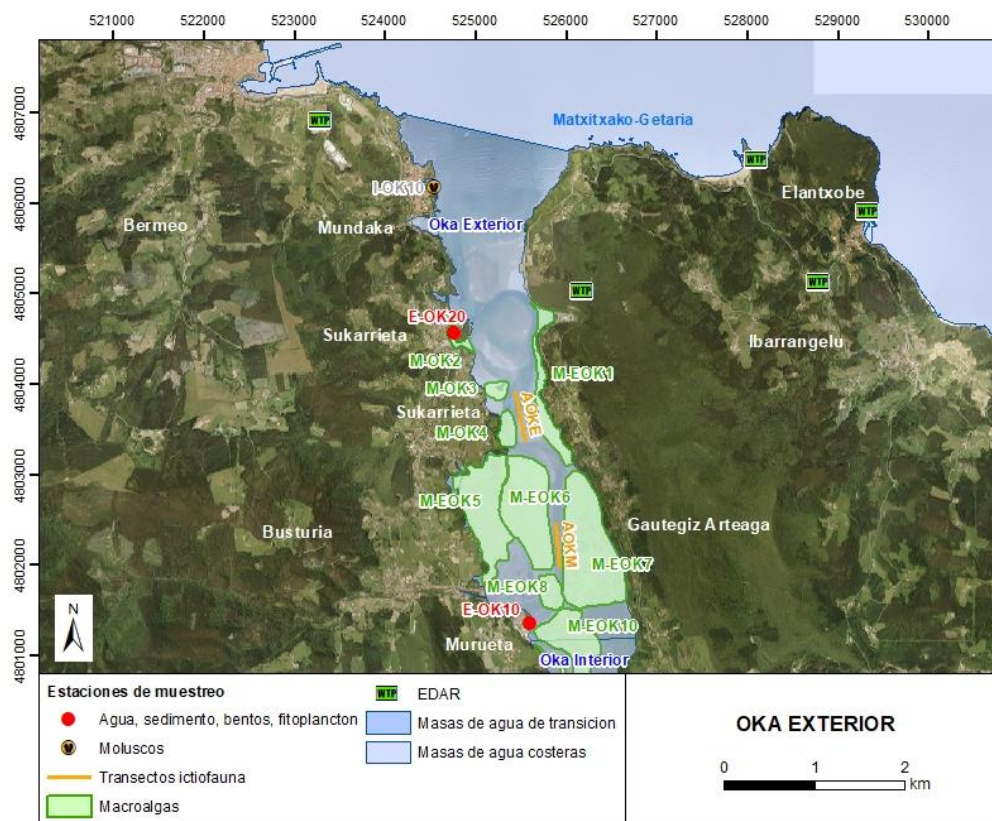


Figura 88 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Oka exterior.

La masa de agua de transición del Oka exterior se diagnostica en la campaña 2022 en un estado peor que bueno, debido a que ambas estaciones (E-OK10 y E-OK20) presentan un estado ecológico moderado, por macroinvertebrados (Tabla 68 y Figura 89). Esto supone que hay un cierto gradiente de estado peor que bueno desde el Oka interior, al OK exterior.

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 2022.

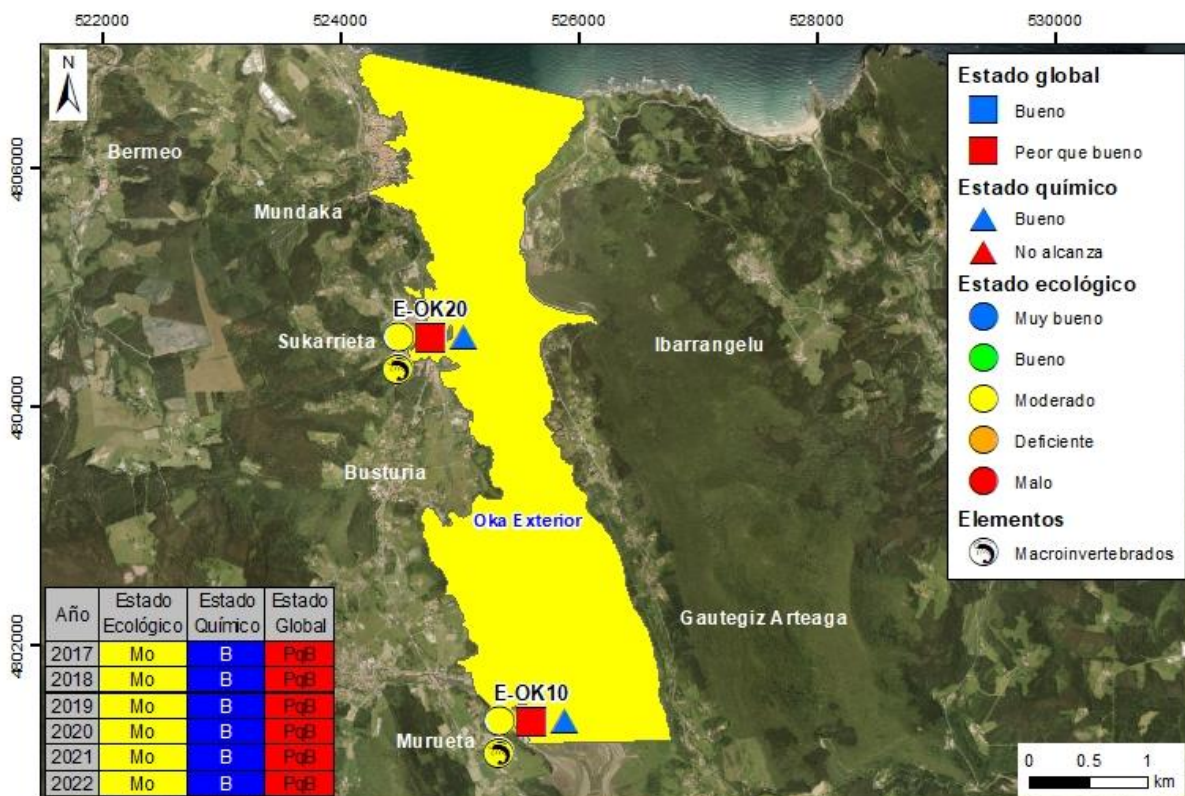


Figura 89 Masa de agua de transición del Oka exterior: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 68 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Oka exterior en 2022. 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	B	B	B	Mo	B	MB	MB	Mo	B	PqB
E-OK20	Sukarrieta (Txatxarramendi)	Mo	B	B	B	Mo	MB	MB	MB	Mo	B	PqB
Oka Exterior Transición		Mo	B	B	B	Mo	B	MB	MB	Mo	B	PqB

Desde que se realizó en 2004 el estudio de presiones e impactos en esta masa de agua, se ha ido avanzado en el saneamiento, dándose actuaciones en la zona de Sukarrieta y estando en marcha 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 en 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 una vez conectada 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 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2022, 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 69).

Tabla 69 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		88,35	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 18,6$	1,6	15,53	Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 52,3$	1,6	15,68	Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 1,82$	0,16	0,70	Muy Bueno
E-OK20	Euhalino estuárico	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	83		102,85	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 9,1$	1,6	3,66	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 19,6$	1,6	4,90	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 0,88$	0,16	0,28	Muy Bueno

En lo relativo a la evolución del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022, mostró una tendencia significativa al empeoramiento en la estación E-OK10 hasta 2013, con una mejoría progresiva posterior. La estación E-OK20 muestra una tendencia a mejorar en los últimos años (Figura 90). 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 90).

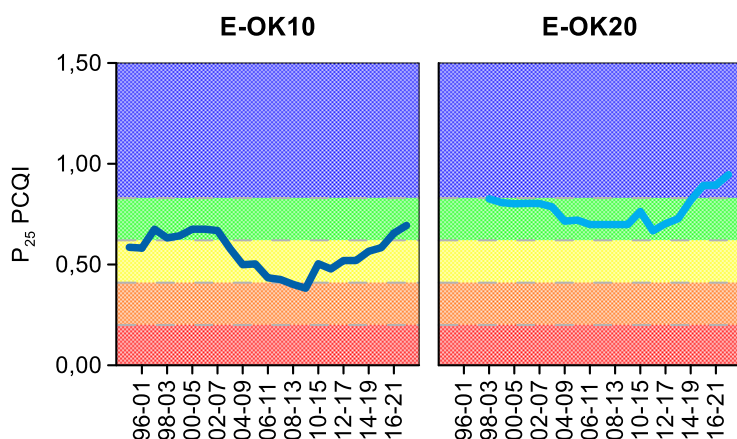


Figura 90 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de las estaciones de muestreo E-OK10 y E-OK20 de la masa de agua de transición del Oka exterior. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 91 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el exterior del estuario (E-OK10 y E-OK20) entre 1994 y 2022.

En la estación interior (E-OK10) el fosfato es el único nutriente que presenta una tendencia significativa ($p < 0,05$) a la mejora ya que desciende progresivamente a lo largo de los 29 años de estudio. En el resto de los nutrientes predomina un patrón de “dientes de sierra” (Figura 91). En el caso del oxígeno, los 9 últimos años se ha cumplido el objetivo de calidad puesto que los valores de oxígeno han superado el 79%. El amonio no cumple en casi toda la serie histórica, pero especialmente desde 2004 a 2018, 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 91).

En la estación exterior (E-OK20), se cumple el objetivo de calidad del oxígeno prácticamente en todos los años. En el caso de los nutrientes, salvo algún pico ocasional anterior a 2008, se aprecia un estado bueno para el amonio, nitrato y fosfato siendo el descenso del fosfato significativo ($p < 0,05$) en la serie histórica (Figura 91).

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 91).

Ahora que prácticamente se ha completado el saneamiento en esta masa de agua, se espera que la mejoría sea más evidente. Actualmente están conectados y en funcionamiento los tramos de Colector Bermeo-EDAR Lamiaran, Mundaka-EDAR Lamiaran, Busturia- Sukarrieta, Sukarrieta -EDAR Lamiaran y el colector Gernika-Busturia. De esta manera, los municipios ya saneados con servicio depuración en la EDAR de Lamiaran son Bermeo, Mundaka, Sukarrieta, Busturia, Gernika, Forua y Murueta, con tratamiento terciario. Desde finales de 2015 los vertidos se realizan a través del emisario submarino que sale del espigón principal del puerto de Bermeo, en dirección norte, con una longitud de unos 300 m; el punto de vertido se sitúa en fondos de unos 25 m. El último tramo del colector general, Muxika-Gernika, está pendiente de ejecutar, con lo que se completaría el saneamiento.

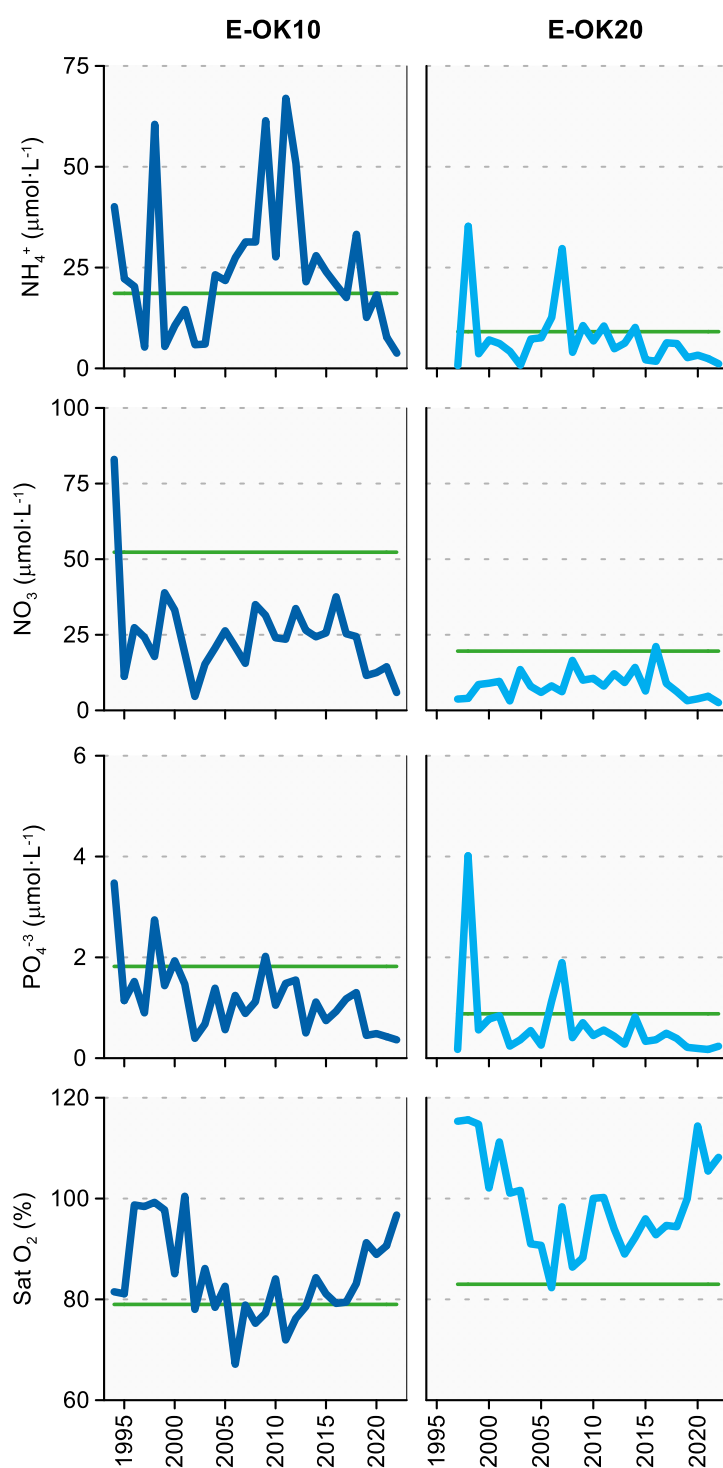


Figura 91 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Oka exterior en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

8.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado siendo también muy bueno para las dos estaciones de la masa (Tabla 70), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 70 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Oka exterior en 2022.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OK10	E-OK20	Global
Zinc	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	60	9	10	<LC	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Físicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico basada en las sustancias prioritarias en 2022 indica que, en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el buen estado químico (Tabla 71). 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 seis años.

Tabla 71 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oka exterior en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OK10	E-OK20	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	0,0006	<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	0,0013	0,0016	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0032	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	0,00020	<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 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).

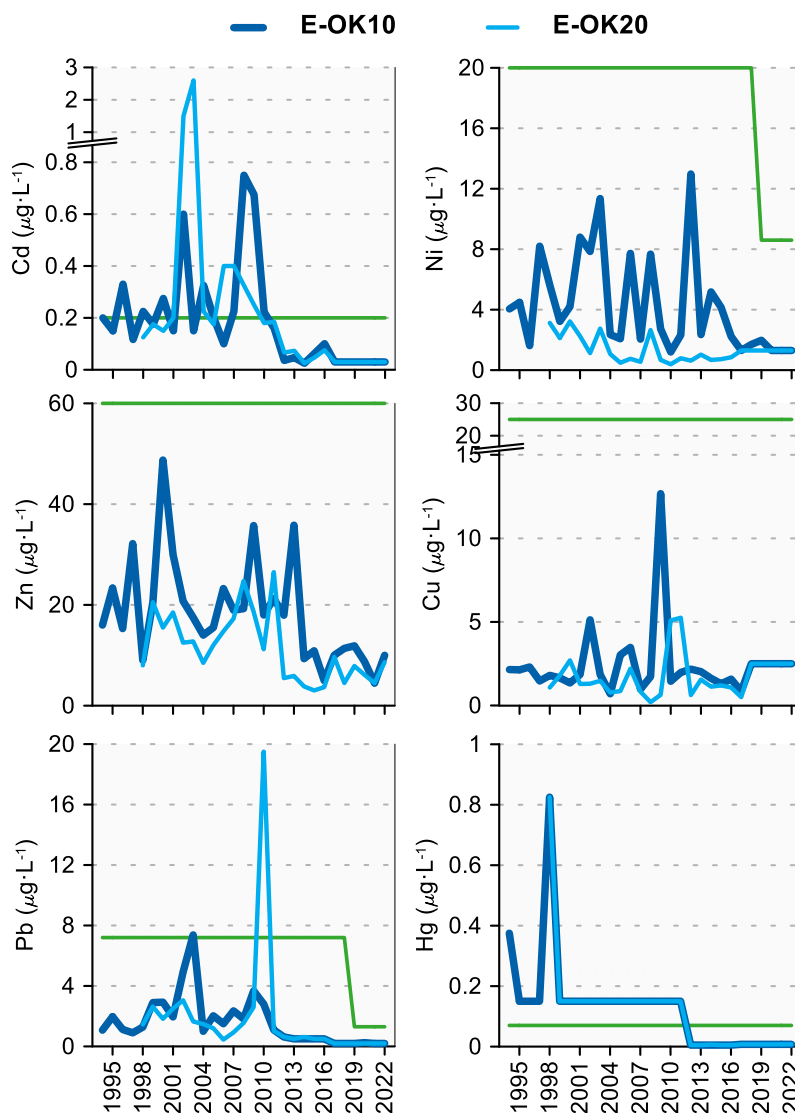


Figura 92 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Oka exterior en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

8.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2022, los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero, en ambas estaciones. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han estado en el rango de los datos registrados en los últimos años (Tabla 72).

Tabla 72 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 de la masa de agua de transición del Oka exterior en la campaña de invierno de 2022.

E-OK10 (Fecha de muestreo: 22/02/2022)				E-OK20 (Fecha de muestreo: 22/02/2022)			
Gravas (%)	0,0	Cd	0,20	Gravas	0,68	Cd	0,05
Arenas (%)	32,9	Cr	68	Arenas	99,3	Cr	20
Limos (%)	67,1	Cu	26	Limos (%)	0,06	Cu	10
MO (%)	6,6	Hg	0,13	MO (%)	5,9	Hg	0,05
Eh (mV)	145	Ni	29	Eh (mV)	380	Ni	14
		Pb	25			Pb	12
		Zn	109			Zn	43

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 (Tabla 72) y contenido en materia orgánica elevado. En cuanto a la evolución temporal del contenido en materia orgánica y el potencial redox, no se observa una tendencia temporal clara en ninguna de las dos estaciones (Figura 93). La estación más externa, E-OK20, que ha mantenido un contenido en materia orgánica en valores inferiores a 1 en los últimos 15 años, en la campaña de 2022 ha registrado un valor de 5,9%.

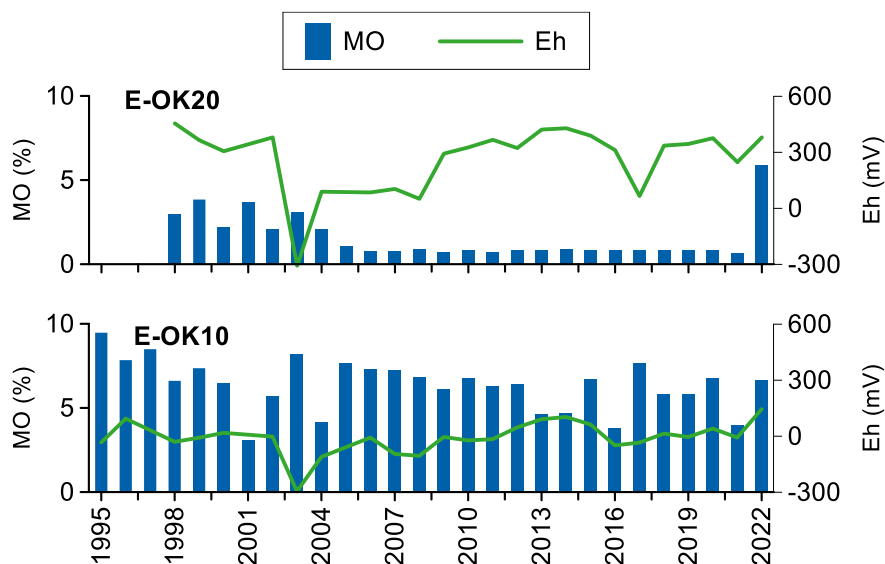


Figura 93 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Oka exterior (muestréos de invierno).

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. En la estación E-OK20 no se observa ninguna tendencia estadísticamente significativa en las concentraciones de los metales evaluados hasta 2022.

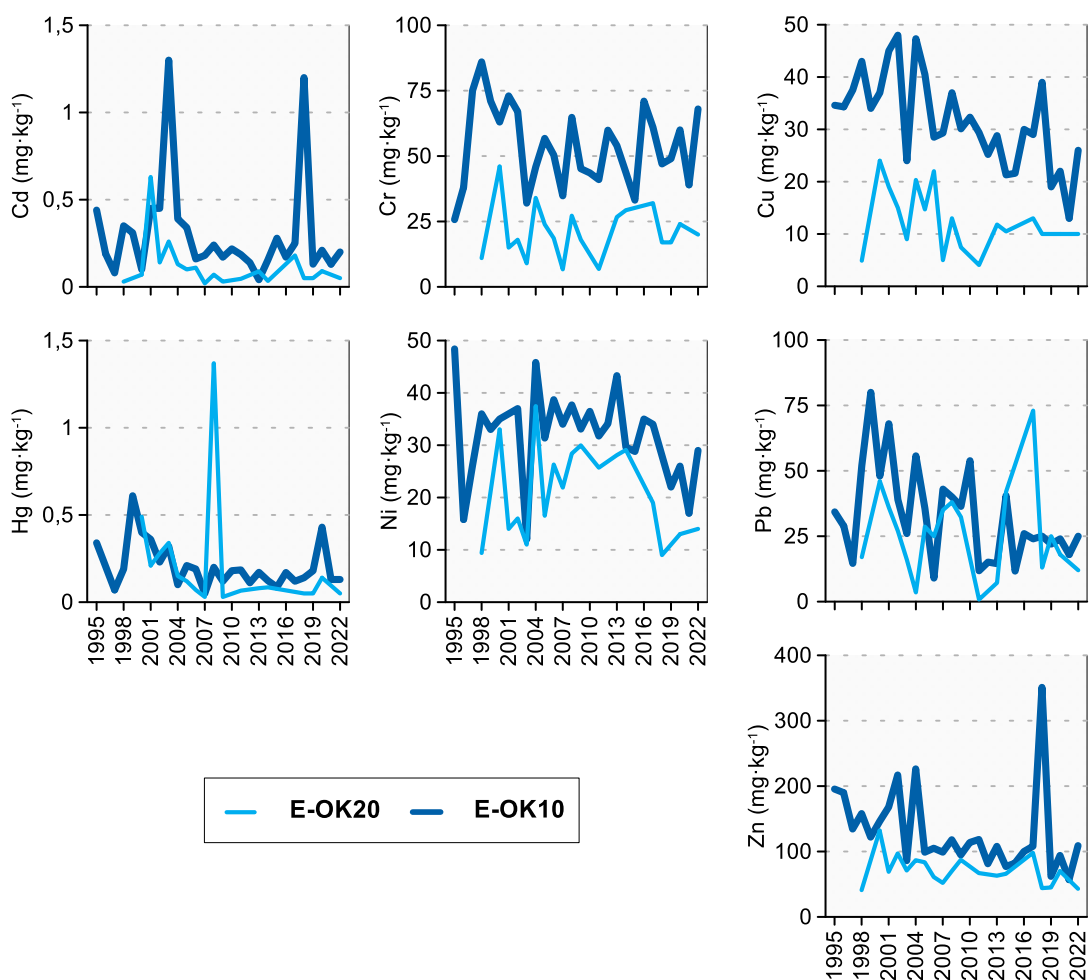


Figura 94 Evolución temporal de la concentración de metales ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Oka exterior (muestréos de invierno).

8.2.3. Biomonitores

En 2022, 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 se presentan en la Tabla 73, donde los valores registrados 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 73 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oka Exterior en 2022, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores ($\mu\text{g kg}^{-1}$ 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	34	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,45	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Como las ostras son filtradoras, pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. De esta manera, los resultados en biomonitores, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, prevalecen sobre los resultados en las aguas. En el caso del mercurio el resultado obtenido supera la norma de calidad para biota para esta sustancia, pero esta norma es para peces y no bivalvos, por lo que no se considera para la evaluación.

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 2022** osciló entre 0,1 y 10,5 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, concentraciones que pueden considerarse normales para el rango de salinidad observado (Figura 95).

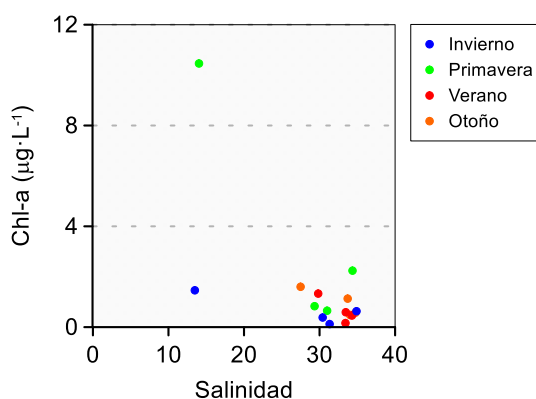


Figura 95 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Oka Exterior en las cuatro épocas de estudio durante 2022. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

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, en este informe, 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.

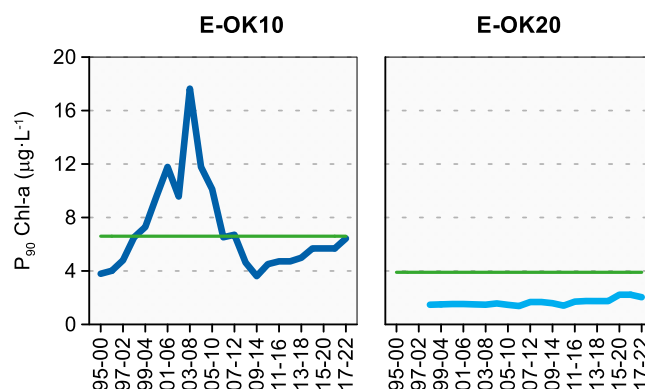


Figura 96 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oka Exterior. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas 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 74 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 74 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.

Parámetro	Unidad	22/02/2022		12/05/2022	
		E-OK10	E-OK20	E-OK10	E-OK20
Abundancia	(10^3 células·L ⁻¹)	-	5	3077	310
Diversidad	(bit·cel ⁻¹)	-	2,8	1,1	3,0
Riqueza	(# taxa)	-	18	28	40
Parámetro	Unidad	01/09/2022		15/11/2022	
		E-OK10	E-OK20	E-OK10	E-OK20
Abundancia	(10^3 células·L ⁻¹)	1554	271	-	112
Diversidad	(bit·cel ⁻¹)	1,8	3,5	-	3,8
Riqueza	(# taxa)	36	34	-	40

La muestra de febrero fue pobre, con mínimos en abundancia celular y número de especies. La abundancia de la muestra de otoño fue también de las más bajas, pero no así su riqueza (Tabla 74). En la muestra de noviembre dominaron las criptofíceas, que fueron diversas (7 taxa distintos), encontrándose también gran variedad de diatomeas (20 taxa).

Algunas especies superaron el umbral de bloom en las muestras de primavera y de verano en E-OK10. En mayo lo hizo la criptofícea *Plagioselmis* spp. ($2,6 \cdot 10^6$ células·L⁻¹). Este bloom no fue tan intenso, ni tuvo un impacto tan fuerte sobre la clorofila, como el que otra criptofícea originó en la estación situada aguas arriba (en el Oka Interior). En septiembre se observó un bloom más moderado de la diatomea *Minutocellus polymorphus* ($1,1 \cdot 10^6$ células·L⁻¹), especie que está siendo recurrente en verano en esta masa de agua (p.ej., en 2018, 2020 y 2021).

Dinophysis acuminata, un dinoflagelado tóxico que produce el síndrome diarreico por consumo de marisco, solo se encontró en primavera (300 células·L⁻¹); en la misma campaña se observó el máximo del ciliado kleptoplastidial *Mesodinium rubrum* (5300 células·L⁻¹) y el de las criptofíceas *Plagioselmis* spp. 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).

Cabe citar también a la diatomea *Pseudo-nitzschia galaxiae* en las dos muestras de verano, al ser una especie que puede producir una toxina amnésica y cuya abundancia ($68\,000$ – $127\,000$ células·L⁻¹)

habría sido elevada desde el punto de vista del riesgo de intoxicación por consumo de marisco.

En relación con el **estado asociado al fitoplancton** (Tabla 75) 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= 0,425).

Tabla 75 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 ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	Chl-a
2017-2022	E-OK10	6,43	0,342
	E-OK20	2,04	0,637
	Oka Exterior Transición	4,0155*	0,425

(*) 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 no está lejos del umbral que señala impacto (Figura 96). Sin embargo, se espera que la biomasa del fitoplancton mejore, o al menos, continúe cumpliendo objetivos a escala de masa de agua, teniendo en cuenta que siguen reduciéndose las concentraciones de nutrientes (Figura 91).

Como muestra la Figura 97, el EQR del fitoplancton presenta amplias oscilaciones a lo largo del tiempo y, aunque la mayoría tienen lugar dentro del rango de buen estado, a finales de la década de 2000 se encontró en estado moderado.

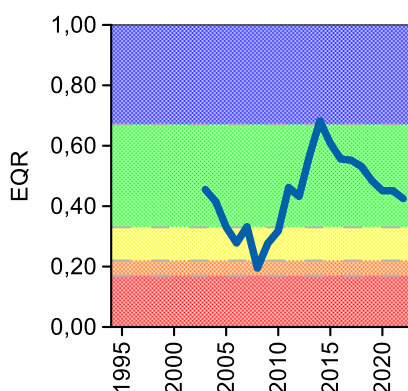


Figura 97 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Oka Exterior a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado).

8.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2002 y 2020, por lo que la evaluación de 2022 corresponde a la campaña de 2020. En la Tabla 76 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 2020 fue de Buen Estado para las dos estaciones que representan la masa de agua y, por tanto, también para el global (Tabla 76), por lo que se mantiene la calificación que históricamente han presentado. 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 76 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la Masa de Agua de Transición del Oka Exterior, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

Campaña	Estación		Global
	E-OK10	E-OK20	
2002	0,711	0,686	0,710
2005	0,818	0,604	0,808
2008	0,723	0,671	0,721
2011	0,713	0,764	0,716
2014	0,727	0,736	0,728
2017	0,782	0,726	0,777
2020	0,782	0,722	0,776

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 2022. La densidad y la riqueza se encuentran en el rango de los estimados para la estación a lo largo de la serie histórica, ligeramente por encima y por debajo de los valores promedio ($1.342 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ y 11 taxa), respectivamente. En términos de AMBI, domina el GE III, lo que explica que la estación quede calificada como ligeramente alterada (Tabla 77).

Tabla 77 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	($\text{ind}\cdot\text{m}^{-2}$)	1.528	20
Biomasa	($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	7,254	0,038
Riqueza	(# taxa)	10	5
Diversidad densidad	($\text{bit}\cdot\text{ind}^{-1}$)	1,07	1,82
Equitabilidad densidad		0,32	0,79
Diversidad biomasa	($\text{bit}\cdot\text{g}^{-1}$)	0,18	1,77
Equitabilidad biomasa		0,06	0,76
Diversidad máxima	(bit)	3,32	2,32
AMBI		3,111	3,783
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Moderada
M-AMBI _{estación}		0,463	0,438
M-AMBI _{global}		0,449	

La estación muestreada en el tramo más exterior presenta una comunidad pobre tanto en términos de densidad, como de riqueza y diversidad (Tabla 77), inferiores a los valores promedio desde que se iniciara el seguimiento de la estación. Según AMBI, la calificación de la estación es de alteración moderada (AMBI=3,8), como consecuencia del carácter azoico de una de las réplicas tomadas, a pesar la dominancia de especies tolerantes e indiferentes a la alteración del medio en las otras dos réplicas analizadas.

Los valores de M-AMBI estimados para 2022, como en 2020 y 2021, indican Estado Moderado para la estación E-OK10, con Estado Moderado también para E-OK20 (Muy Buen Estado en la pasada campaña de 2021), lo que explica la calificación de **Estado Moderado** también para el global de la masa de agua (Tabla 77).

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 presente campaña de 2022 también reduce 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.

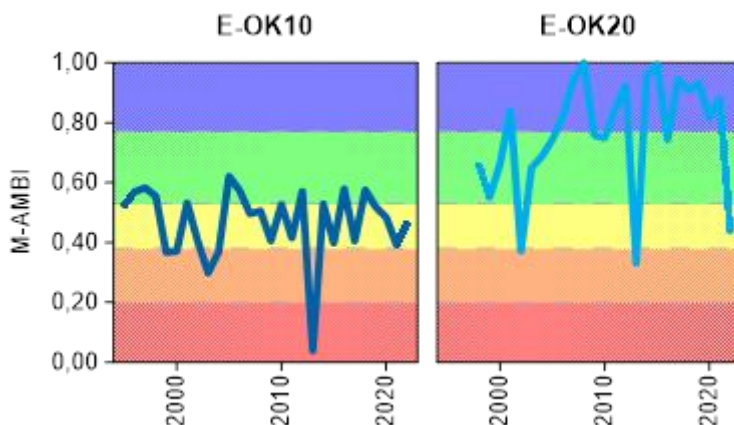


Figura 98 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Oka Exterior a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

8.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2020.

En estos años han sido identificados 23 taxones, 15 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 2002 y 2017. El listado de especies presentado aparece ordenado de acuerdo con 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 *Lithognathus mormyrus* (erla);
- en 2020, tras casi dos décadas, volvió a ser detectada la especie *Platichthys flesus* (platija);

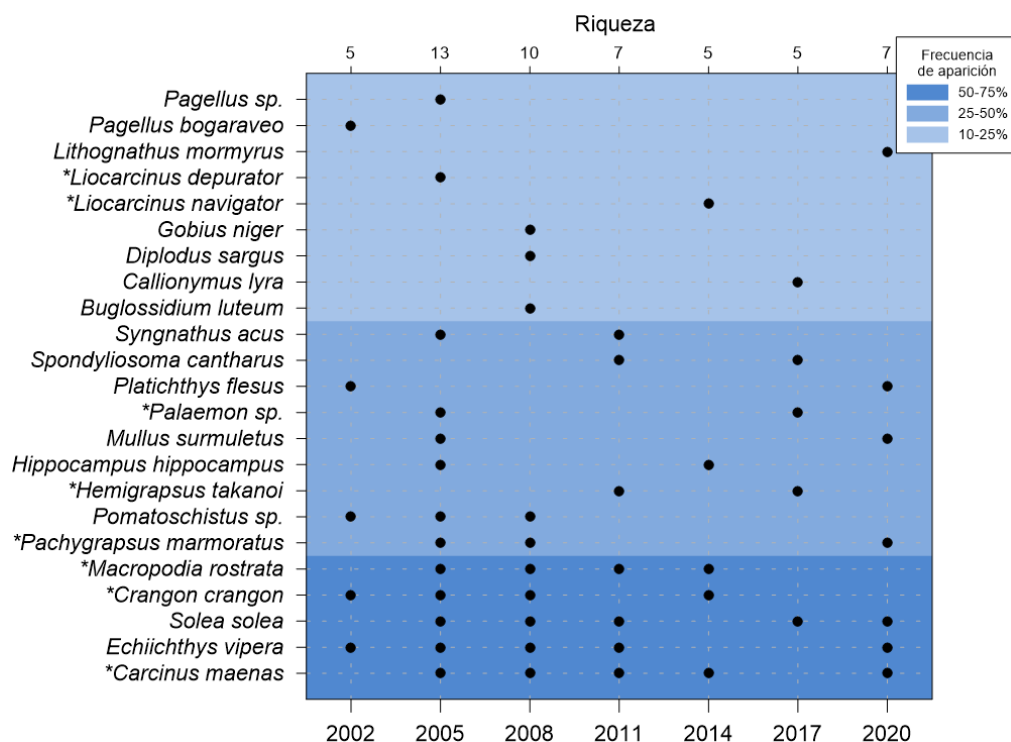


Figura 99 Listado de especies capturadas en la masa de agua de transición del Oka exterior (2002-2020). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (50-75% de las ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

En los parámetros estructurales, en líneas generales, el sistema no muestra una tendencia clara (Figura 100). En el tramo exterior llama la atención la ausencia de capturas en 2014 (valor más bajo de la serie). En cuanto a la diversidad, contrasta la ligera mejoría detectada en el tramo medio (que rompe con la tendencia negativa mostrada desde 2014) con el descenso detectado en el exterior, donde, además, se rompe con la tendencia positiva mostrada a durante los últimos años.

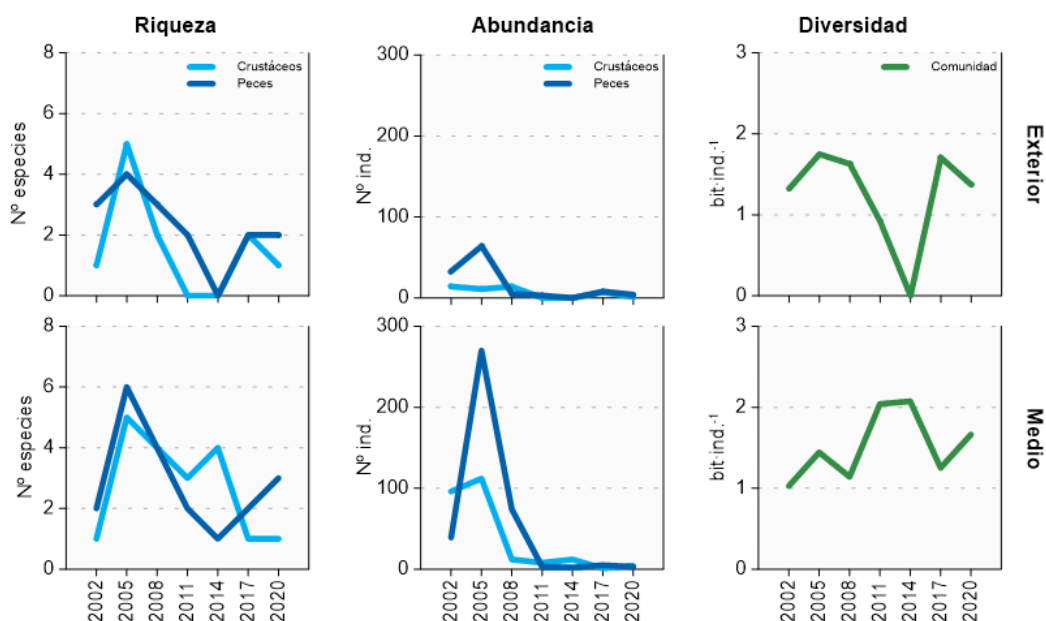


Figura 100 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones de taxones identificados en cada uno de los tramos muestreados de la masa de agua de transición del Oka exterior entre 2002 y 2020.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2020 la valoración global de la masa de agua se diagnostica en la clase de estado 'Bueno' (Figura 101), con el valor más alto (y similar a 2017) de toda la serie. La evolución de la calidad de la masa de agua del Oka exterior muestra una progresión que tiende de nuevo al equilibrio. En la gráfica (Figura 101) se aprecia claramente como 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 en 2014.

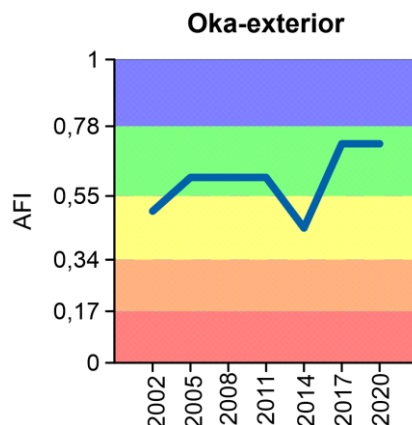


Figura 101 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para toda la masa de agua de transición del Oka exterior entre 2002 y 2020. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: $\geq 0,78$; Bueno: $0,55-0,78$; Moderado: $0,34-0,55$; Deficiente: $0,17-0,34$; Malo: $\leq 0,17$. AFI: AZTI's Fish Index.

8.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2022 no ha habido actuaciones que supongan cambios en los indicadores hidromorfológicos y la situación se califica como muy buena.

La masa de agua de transición del Lea se diagnostica en la campaña 2022 en un estado bueno, debido a que el estado ecológico y el químico son buenos (Tabla 78, 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. Por otro lado, aunque el estado biológico, las condiciones generales y las sustancias preferentes están en un muy buen estado en la parte interna, finalmente el estado ecológico es bueno, debido a las condiciones hidrográficas (modificación parcial de los márgenes).

En los últimos seis años la masa está marcada por un cumplimiento de objetivos del estado ecológico, aunque incumple en 2021 (Figura 103).

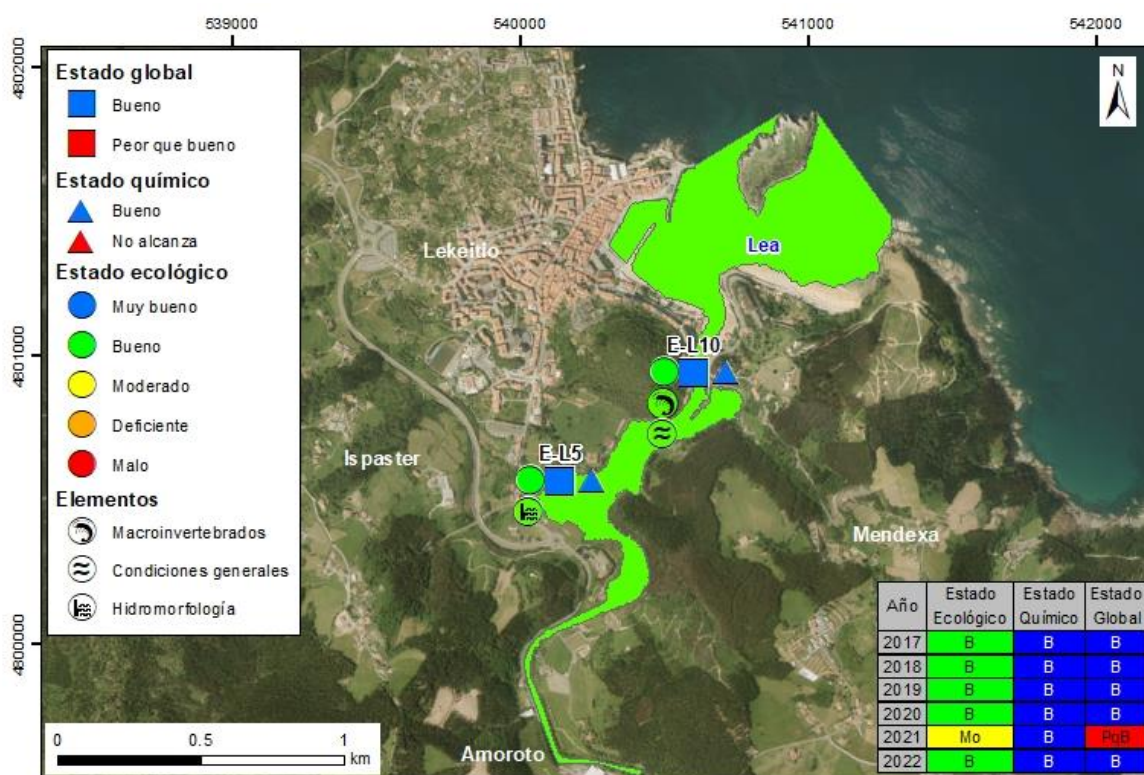


Figura 103 Masa de agua de transición del Lea: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 78 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Lea en 2022. 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)	MB	-	MB	B	MB	MB	MB	B	B	B	B
E-L10	Lekeitio (molino)	B	-	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
Lea Transición		B	-	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B

Desde que se realizó en 2004 el 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.

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 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2022, 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 en el nitrato en la estación E-L10 que se califica como “Bueno” (Tabla 79).

Tabla 79 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		104,17	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 34,3$	1,6	1,66	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 121,3$	1,6	24,89	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 3,39$	0,16	0,27	Muy Bueno
E-L10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		100,47	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 18,6$	1,6	2,01	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 52,3$	1,6	21,40	Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 1,82$	0,16	0,28	Muy Bueno

Por otra parte, las dos estaciones presentan una tendencia significativa ($p < 0,05$) del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022, habiéndose mantenido durante todo el periodo de seguimiento en niveles de buen o muy buen estado fisicoquímico (Figura 104).

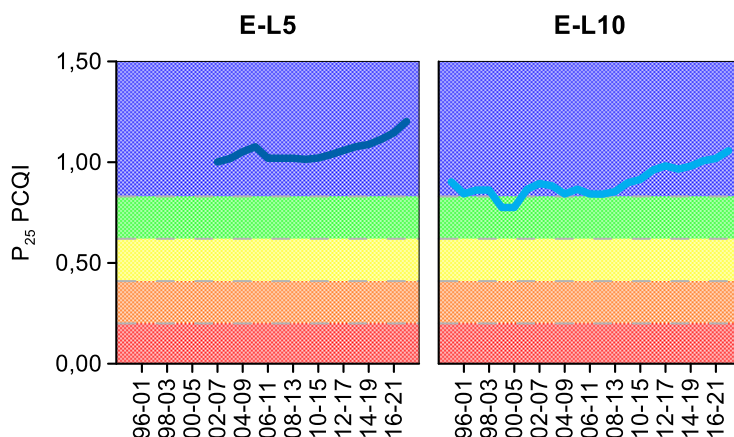


Figura 104 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de las estaciones de muestreo E-L5 y E-L10 de la masa de agua de transición del Lea. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 105 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el estuario (E-L5 y E-L10) en el periodo de 1994 a 2022.

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 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 ($p < 0,05$) (Figura 105).

A partir de 2003, tanto la estación del interior (E-L5) como la del exterior (E-L10), no muestran ningún incumplimiento (Figura 105).

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.

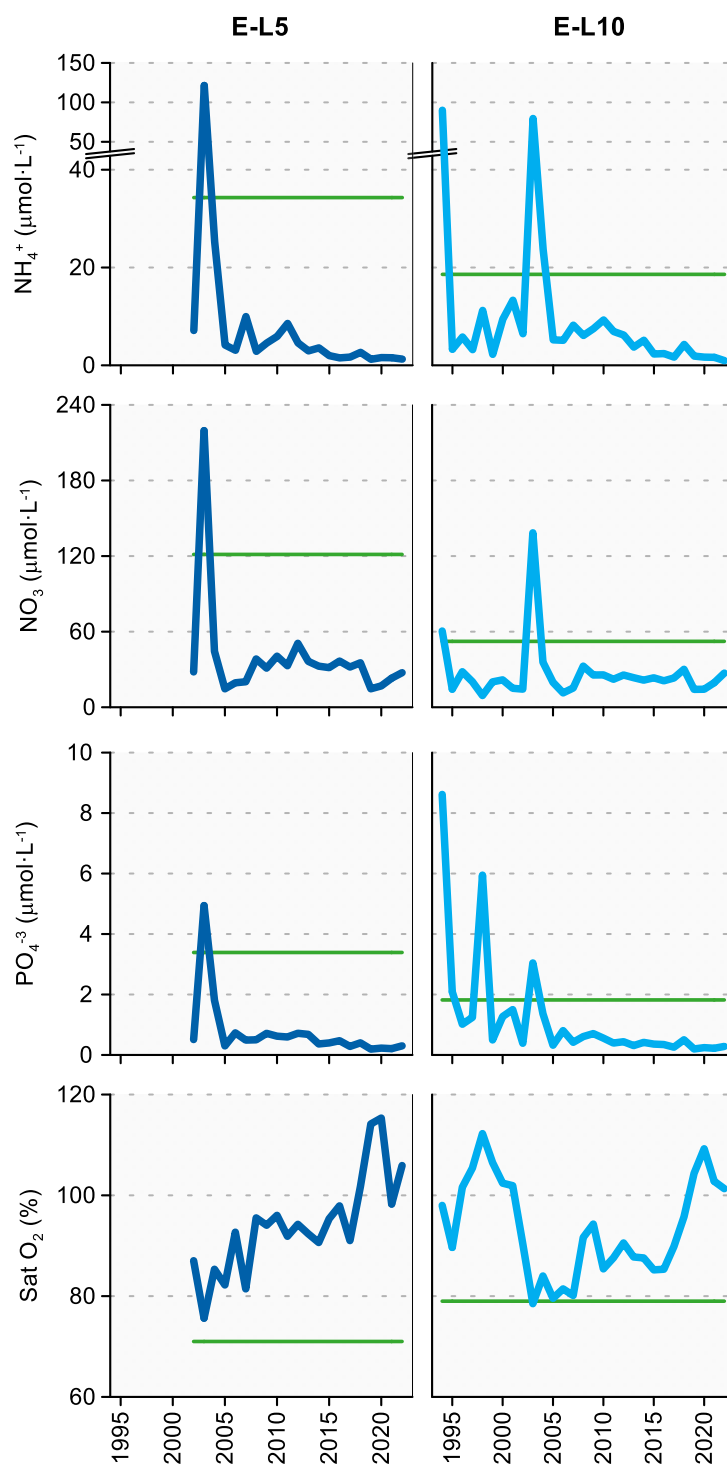


Figura 105 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Lea en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

9.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado (Tabla 80), como viene ocurriendo desde 2008.

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2022 indica que, en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el buen estado químico (Tabla 81). Desde 2008 siempre ha cumplido el buen estado químico, si bien en 2012 no alcanzó el buen estado químico, 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 80 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Lea en 2022.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-L5	E-L10	Global
Zinc	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	60	9	<LC	10	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Físicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 81 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Lea en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$.

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	0,0009	<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	<LC	0,0014	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	<LC	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

En la Figura 106 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-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 del cadmio y plomo también se ha ido reduciendo sus concentraciones y cumplen siempre 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.

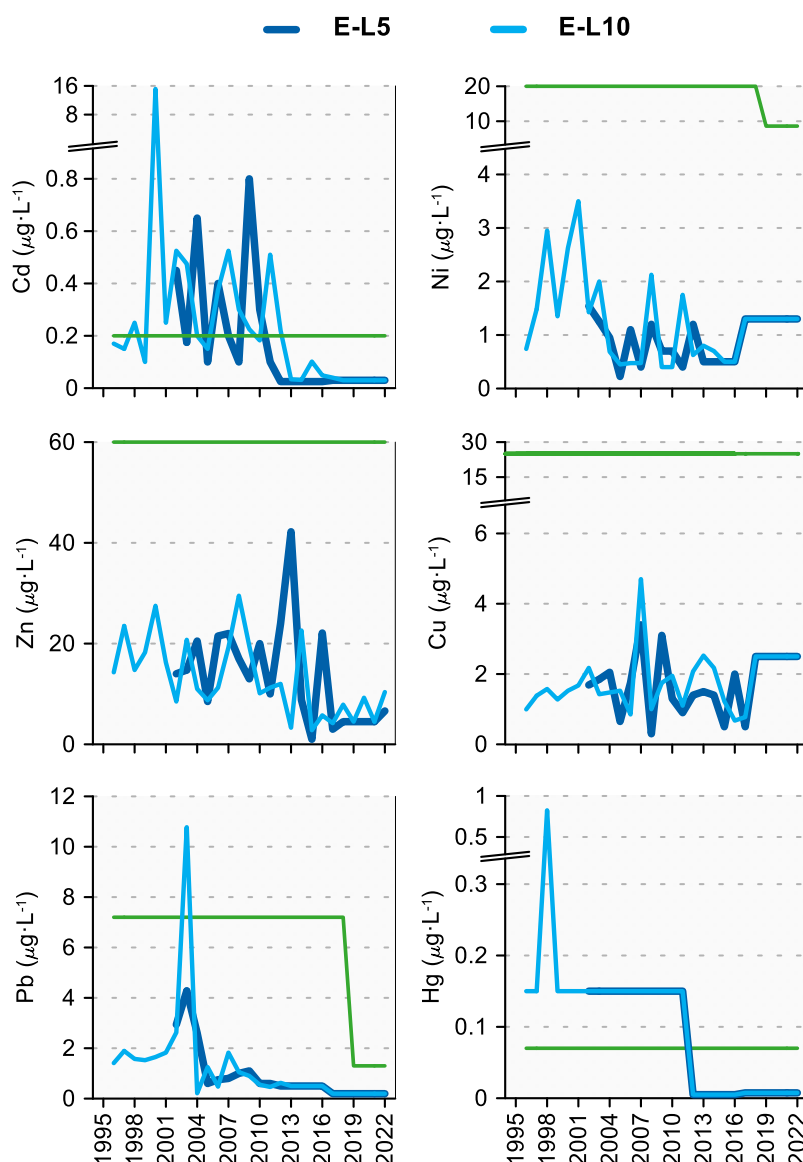


Figura 106 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Lea en el periodo que abarca desde 1996 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

9.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2022, los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero, en ambas estaciones. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 82. 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 limo-arenoso (Tabla 82). En la estación E-L5 se observa un descenso discontinuo 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 82 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 de la masa de agua de transición del Lea en la campaña de invierno de 2022.

E-L5 (Fecha de muestreo: 17/02/2022)				E-L10 (Fecha de muestreo: 17/02/2022)			
Gravas (%)	0	Cd	0,15	Gravas	0	Cd	0,12
Arenas (%)	36,1	Cr	38	Arenas	97,6	Cr	39
Limos (%)	63,9	Cu	33	Limos (%)	2,0	Cu	24
MO (%)	6,1	Hg	0,13	MO (%)	6,1	Hg	0,24
Eh (mV)	114	Ni	24	Eh (mV)	352	Ni	25
		Pb	26			Pb	34
		Zn	99			Zn	100

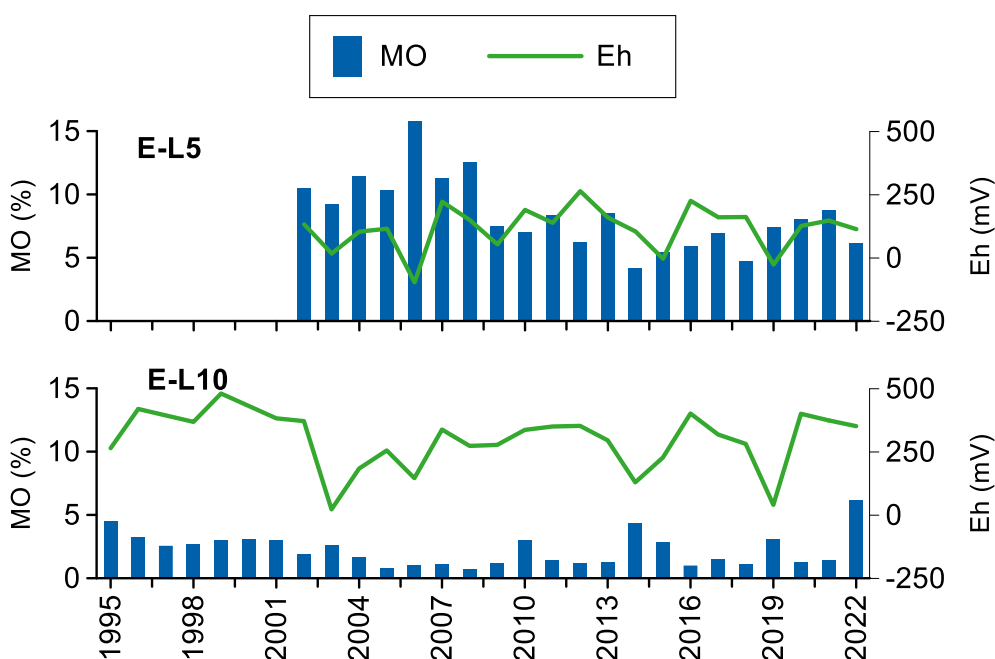


Figura 107 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Lea (muestreos de invierno).

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, no se observa una tendencia temporal clara del contenido del resto de 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.

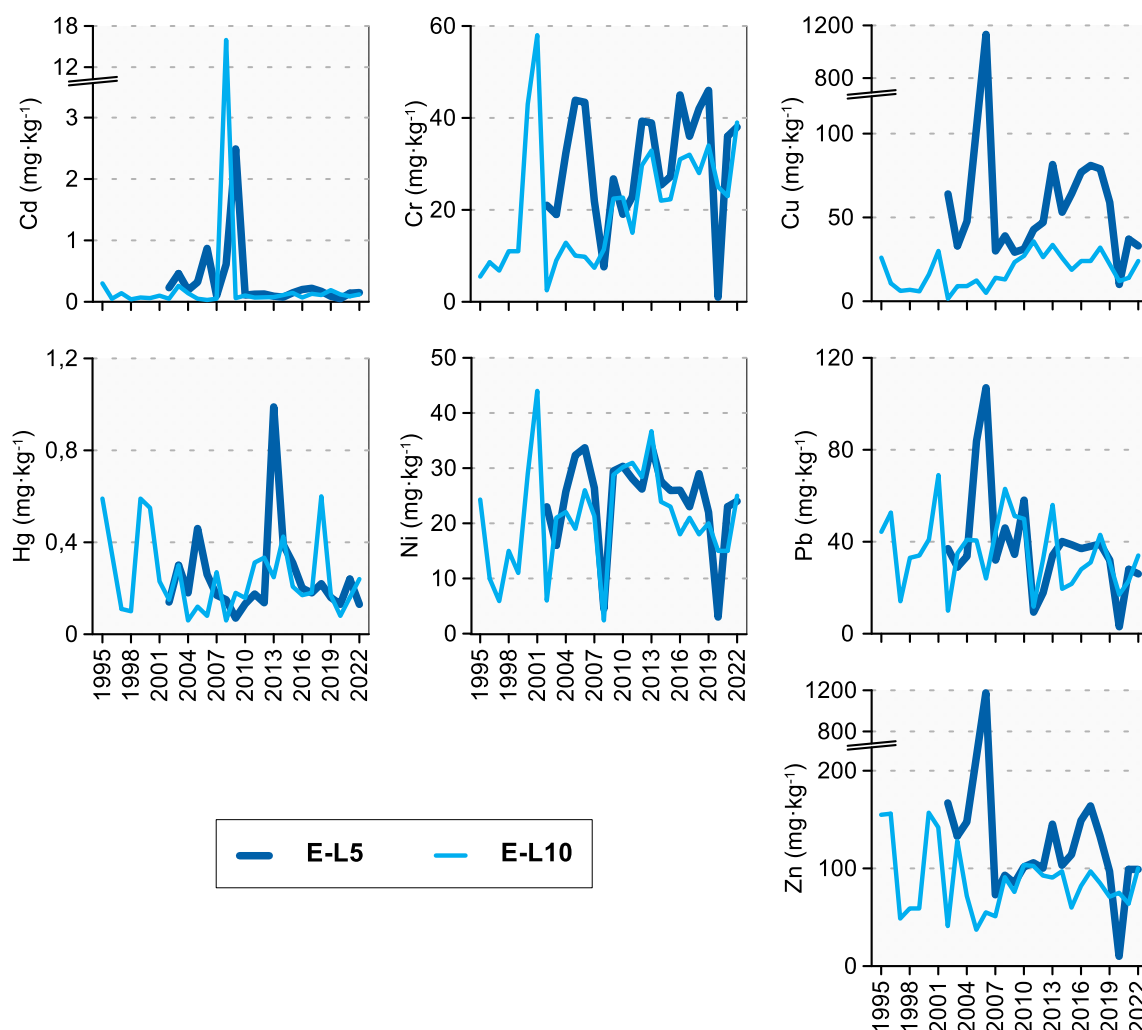


Figura 108 Evolución temporal de la concentración de metales ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Lea (muestreros de invierno).

9.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2022, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-L10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 83, donde los valores registrados 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 83 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Lea en 2021, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores ($\mu\text{g kg}^{-1}$ 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	59	Cumple
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,263	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,120	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, los resultados en biomonitores, de cara a la evaluación del estado químico sobre la misma sustancia o familia, prevalecen sobre los resultados en las aguas. En el caso del mercurio el resultado obtenido supera la norma de calidad para biota para esta sustancia, pero esta norma es para peces y no bivalvos, por lo que no se considera para la evaluación.

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

La **clorofila-a en 2022** presentó valores bajos, inferiores a $10 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. La salinidad del conjunto de los datos mostró un gradiente muy amplio, desde aguas oligohalinas hasta euhalinas (Figura 109).

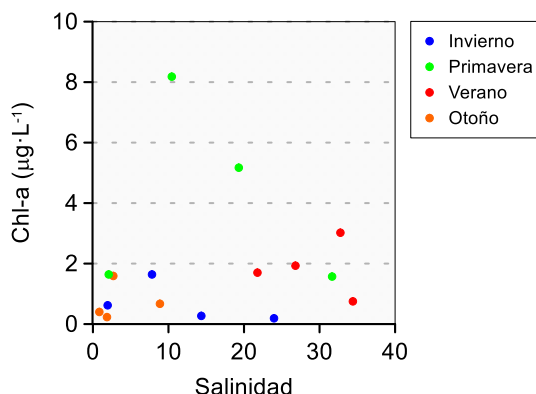


Figura 109 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Lea en las cuatro épocas de estudio durante 2022. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

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.

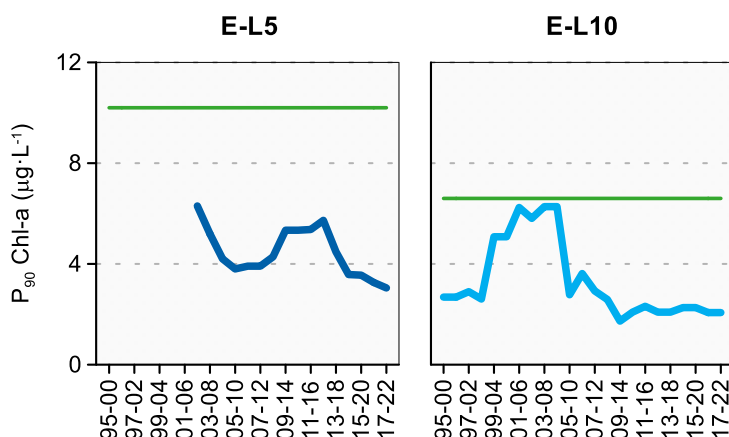


Figura 110 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Lea. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: 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 105). 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 P₉₀ en la estación E-L10 a comienzos de la década de 2000, aunque estuvo a punto de provocar el incumplimiento de su objetivo de calidad, 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 P₉₀ 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 84, para las variables que describen de forma general la comunidad.

Tabla 84 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie, tomadas en pleamar, en la masa de agua de transición del Lea.

		11/05/2022	16/08/2022
Parámetro	Unidad	E-L5	E-L5
Abundancia	(10 ³ células·L ⁻¹)	1902	321
Diversidad	(bit·cel ⁻¹)	1,1	2,3
Riqueza	(# taxa)	18	13

En la muestra de primavera (salinidad ~19) se observó una floración casi monoespecífica del dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum* (1,6·10⁶ células·L⁻¹), especie que causa coloraciones pardo-rojizas en el agua. Es interesante que en el estuario del Artibai la abundancia fitoplanctónica fuera considerablemente más baja, como puede verse en el capítulo correspondiente. Aunque los muestreos se realizaron el mismo día y con menos de una hora de diferencia entre los dos estuarios, la salinidad en E-A5 fue muy inferior (<0,5), lo que probablemente causara diferencias en la composición del fitoplancton.

En la muestra de verano del estuario del Lea, la salinidad aumentó considerablemente respecto a la de primavera. Con condiciones casi euhalinas (~33) la estación E-L5 mostró en agosto valores mucho más bajos de abundancia celular (Tabla 84). Comparando este resultado con el de la cabecera del Artibai, se observaron similitudes en composición, aunque fuertes diferencias en dominancia y blooms. En ambos las diatomeas fueron el grupo con mayor abundancia celular. Sin embargo, en el Artibai las centrales de pequeño tamaño dominaron la comunidad, con una floración de intensidad moderada. Hay que indicar que también en esta campaña, aunque la estación E-A5 se muestreó casi simultáneamente, su salinidad fue mucho más baja (~18).

Por tanto, al igual que en 2021, en las estaciones de cabecera, las comunidades del Lea y del Artibai mostraron diferencias importantes en abundancia celular, a pesar de la proximidad geográfica de estos estuarios y de sus semejanzas en morfología, tamaño de la cuenca y caudal de los ríos (ambos son los menores entre los principales que vierten a la costa vasca). Aunque estos estuarios se muestrean casi simultáneamente, influye la salinidad de las estaciones, bastante menor en el caso de E-A5.

En relación con el **estado asociado al fitoplancton**, los resultados del último periodo de evaluación se muestran en la Tabla 85. 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 = 1,070)**.

Tabla 85 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 (µg·L ⁻¹)	Chl-a
2017-2022	E-L5	3,05	1,115
	E-L10	2,07	1,063
	Lea Transición	2,168*	1,070

(*) 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.

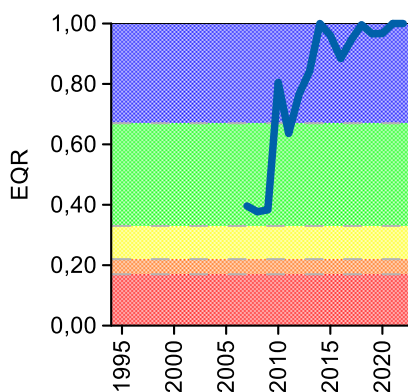


Figura 111 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Lea a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

9.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2002 y 2020, por lo que la evaluación de 2022 corresponde a la campaña de 2020. En la Tabla 86 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 en 2020 fue de Buen Estado para la estación más interior, con Estado Moderado para la más exterior. Con estos resultados, la calificación global de la masa de agua es de **Buen Estado**. Esta calificación viene explicada, sobre todo, por unos valores moderados a altos de riqueza específica, de cobertura de algas no indicadoras de contaminación y de ratio de algas verdes respecto al resto de algas. 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 86 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).

Campaña	Estación		Global
	E-L5	E-L10	
2002	0,375	0,787	0,578
2005	0,284	0,759	0,518
2008	0,741	0,795	0,768
2011	0,466	0,665	0,564
2014	0,558	0,500	0,529
2017	0,649	0,574	0,612
2020	0,683	0,515	0,600

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*', como el isópodo *C. carinata*, el gasterópodo *P. ulvae* y el poliqueto *H. diversicolor*, como especies dominantes. Los valores de los parámetros estructurales estimados son entre moderados y altos (Tabla 87) 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 moderadamente alterada (Tabla 87).

La estación muestreada en el tramo más exterior presenta una comunidad con densidad y riqueza similares a los promedios históricos de la estación (153 ind·m⁻² y 7 taxa). Por otro lado, según AMBI, la calificación de la estación es de alteración moderada (Tabla 87), con dominancia de especies tolerantes a la alteración (GE III).

Tabla 87 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 Lea. 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-L5	E-L10
Densidad	(ind·m ⁻²)	1.400	153
Biomasa	(g·m ⁻²)	4,037	0,471
Riqueza	(# taxa)	12	7
Diversidad densidad	(bit·ind ⁻¹)	2,03	1,51
Equitabilidad densidad		0,57	0,54
Diversidad biomasa	(bit·g ⁻¹)	1,37	0,65
Equitabilidad biomasa		0,38	0,23
Diversidad máxima	(bit)	3,58	2,81
AMBI		3,120	3,099
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera
M-AMBI _{estación}		0,837	0,656
M-AMBI _{global}		0,674	

Los valores de M-AMBI en 2022 indican **Muy Buen Estado** para la estación más interior, con **Buen Estado** tanto para la estación exterior, como para el global de la masa de agua (Tabla 87).

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.

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 la presente campaña de 2022 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 a los de la pasada campaña.

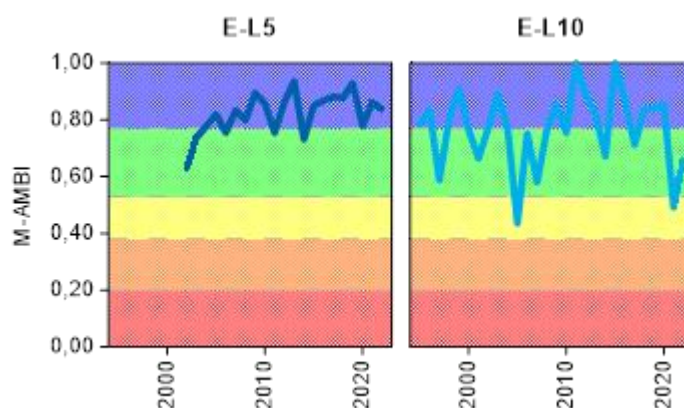


Figura 112 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Lea a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

9.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2020.

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 con la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- las especies capturadas en la mayoría de las ocasiones son cuatro: *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; Martínez y Adarraga, 2005, 2006; Dauvin, et al., 2009) viene siendo detectada de forma continuada desde 2014;
- por primera vez en 2020, han sido detectados dos nuevas especies de crustáceos en este

estuario: *Liocarcinus navigator* (cangrejo nadador) y *Pisa tetraodon* (porcelanita).

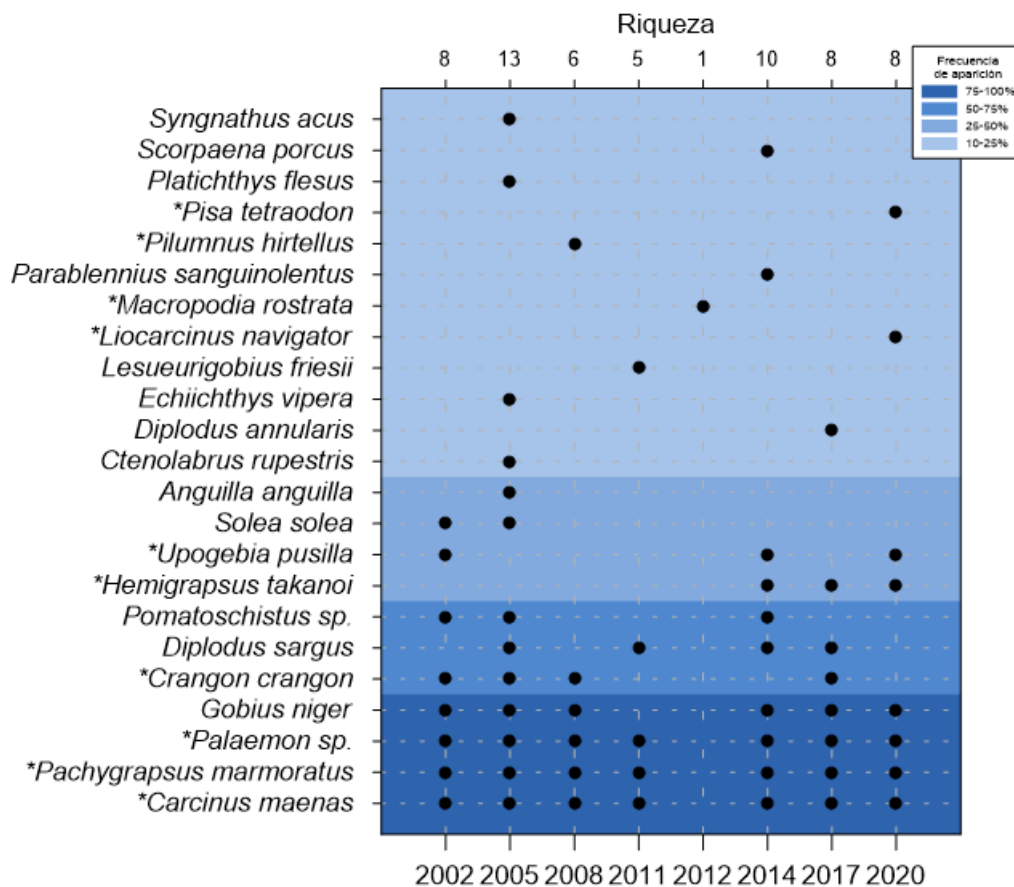


Figura 113 Listado de especies capturadas en el estuario del Lea (2002-2020). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

En cuanto a los parámetros estructurales, y tal y como se aprecia en la Figura 114, en 2020 se observa una disminución de todos los parámetros respecto a 2017, excepto en el caso de la riqueza de crustáceos y la diversidad el tramo exterior donde se produce un ligero aumento. Respecto a la evolución temporal, no se observa ninguna tendencia estadísticamente significativa, aunque parece que el estuario del Lea muestra una tendencia hacia el empobrecimiento.

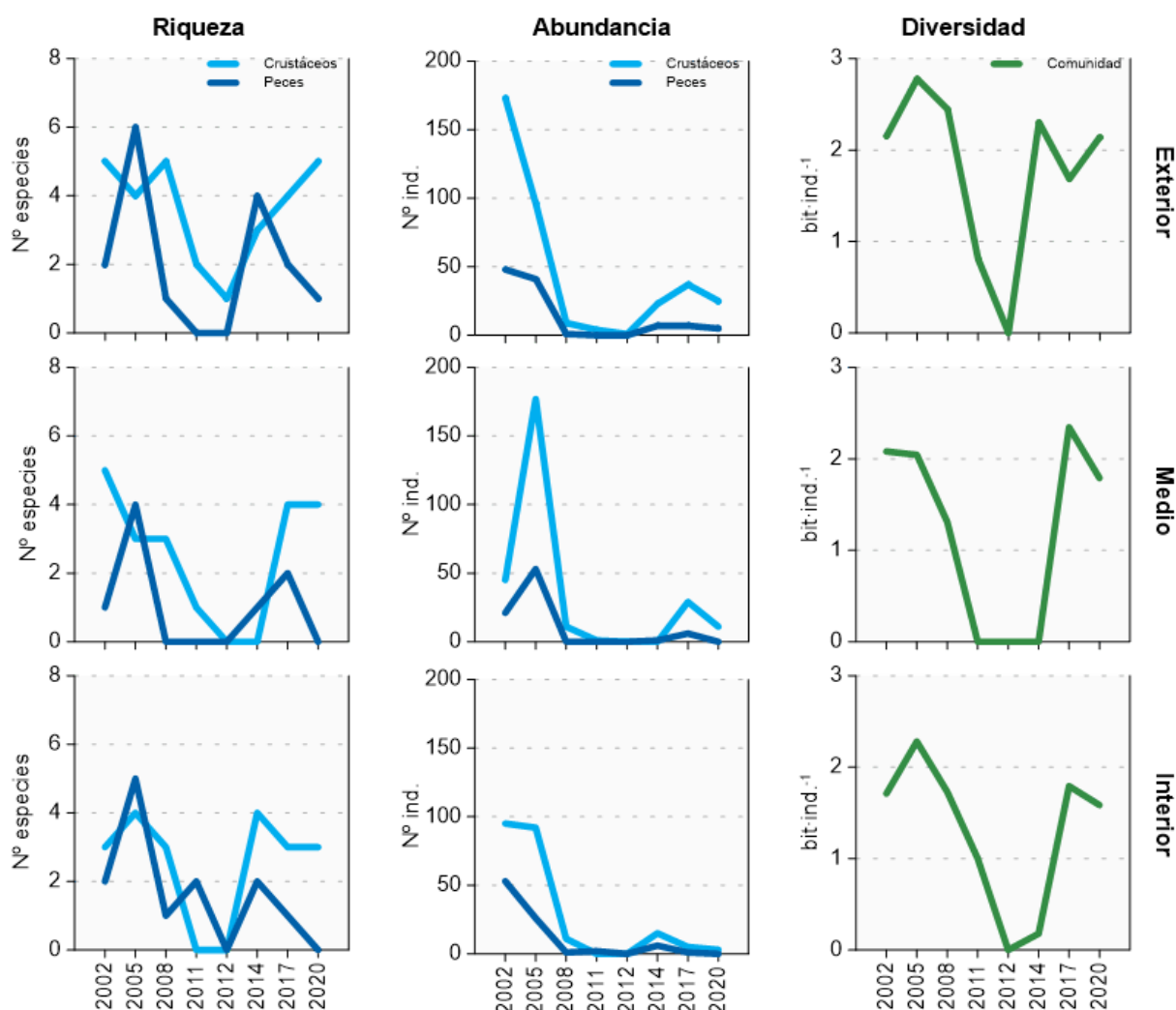


Figura 114 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones de taxones identificados en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Lea entre 2002 y 2020.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2020 la valoración global para el estuario alcanza la calificación de 'Moderado' (Figura 115), valor similar al obtenido en 2017.

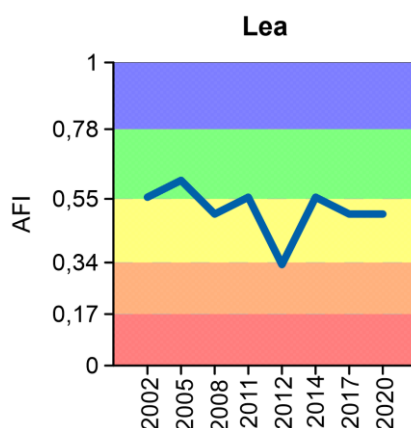


Figura 115 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Lea entre 2002 y 2020. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: $\geq 0,78$; Bueno: $0,55-0,78$; Moderado: $0,34-0,55$; Deficiente: $0,17-0,34$ Malo: $\leq 0,17$. Interna (ALI), media (ALM) y externa (ALE). AFI: AZTI's Fish Index.

La mejora detectada en 2005 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 m³ de arenas en el acceso al puerto, pero no creemos 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.

En 2017 se muestreó no sólo con arrastre, sino también con butrón, dejándolo durante 24 horas y procediendo a estudiar las capturas en la marea intermedia y final. Como esto supone una pesca nocturna, se vio que había capturas variadas, pero este método captura no solo peces demersales, sino también pelágicos. Además, la pesca nocturna tiene importantes condicionantes de seguridad. Por otro lado, el problema de cualquier cambio en la metodología es que ésta dejaría de estar intercalibrada, por lo que no se podría aplicar hasta desarrollar un método de evaluación e intercalibrarlo.

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.

A la vista de los problemas observados, se considera que la situación no es coyuntural, sino que se repite sistemáticamente desde que la depuradora funciona correctamente y los vertidos han sido eliminados. Por tanto, ante esta debilidad técnica se propone seguir obteniendo datos sobre fauna ictiológica en el estuario del Lea pero que la evaluación según el índice AFI no se use para determinar el estado ecológico.

9.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Durante 2022 no se han dado cambios en los indicadores hidromorfológicos, aunque entre el canal de acceso al puerto de Lekeitio y la playa del Karraspio se han trasvasado en mayo 3.000 m³ de arena. El estado para este indicador es bueno, debido a la canalización de los márgenes.

10.

Masa de agua 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 2020, se han analizado tres estaciones para vida piscícola y 7 estaciones para macroalgas. Además, en desde 2020 se ha analizado una estación para biomonitores (moluscos). Las posiciones de todas las estaciones se observan en la Figura 116.

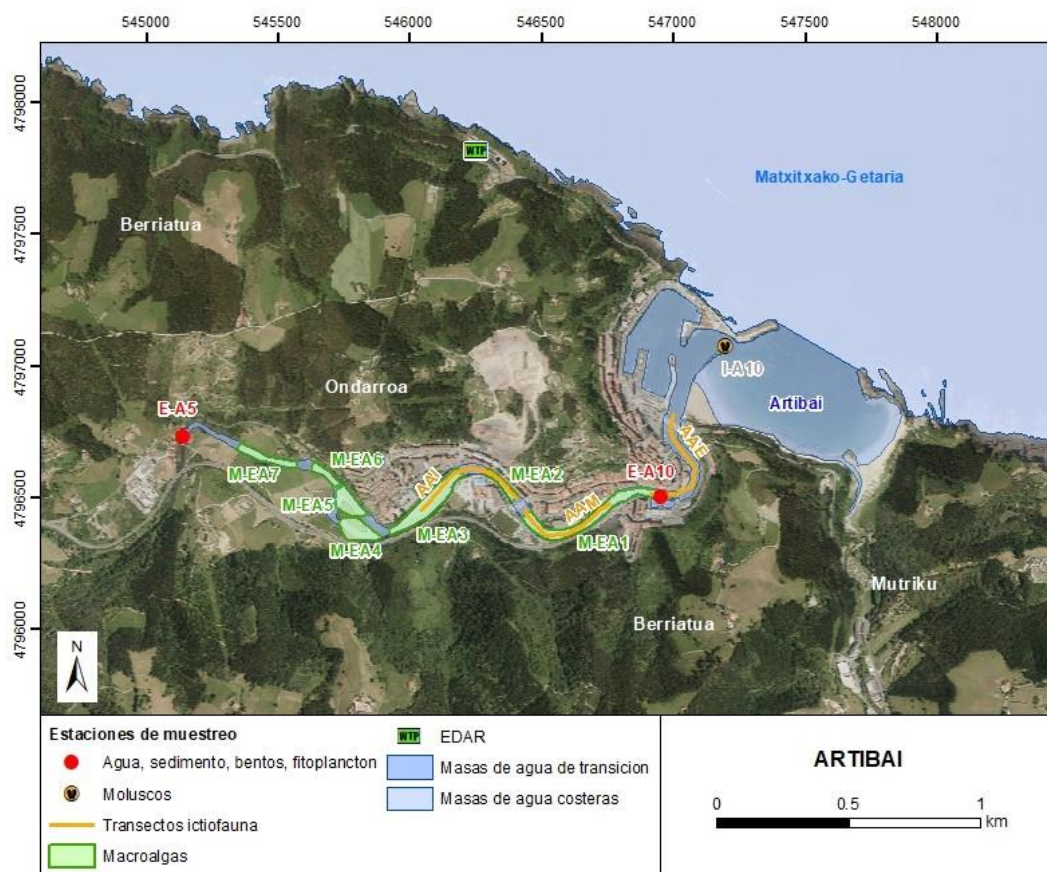


Figura 116 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Artibai.

La masa de agua de transición del Artibai se diagnostica en 2022 en un estado bueno, ya que tanto el estado ecológico como el estado químico son buenos (Tabla 88 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.

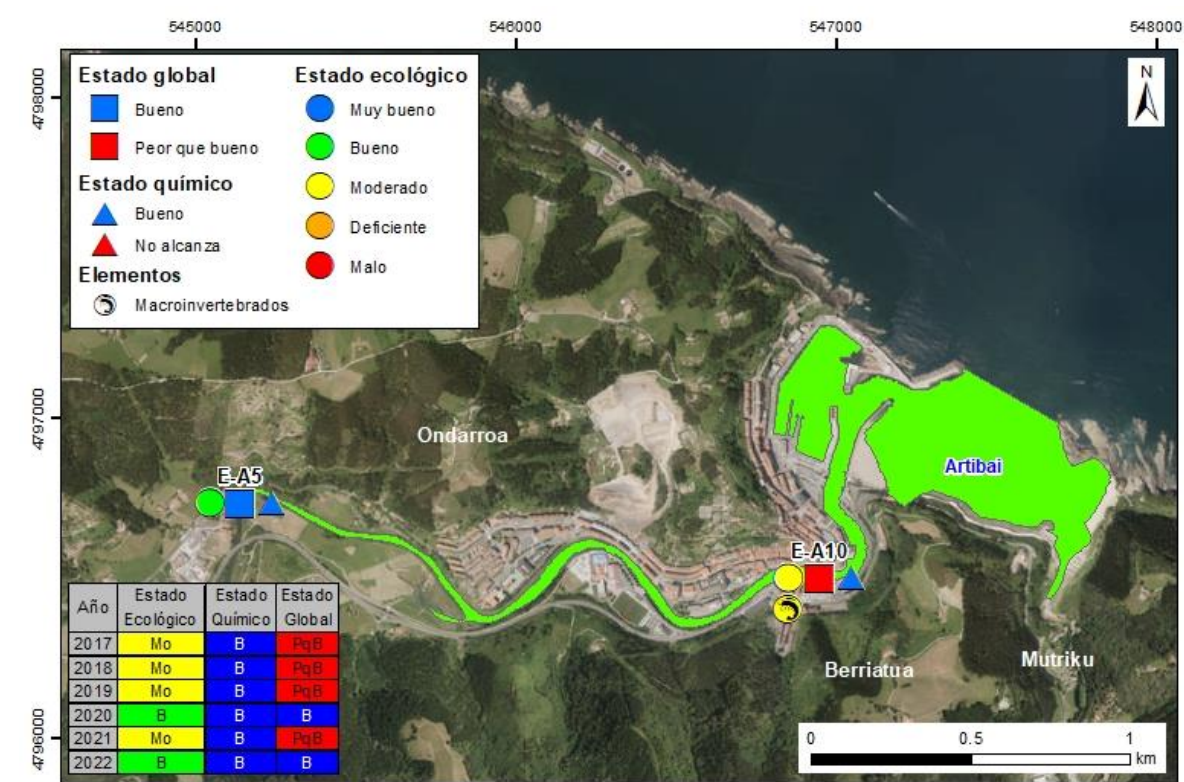


Figura 117 Masa de agua de transición del Artibai: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 88 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Artibai en 2022. 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	B	B	D	B	MB	MB	D	B	B	B
E-A10	Ondarroa (embarcadero)	Mo	B	MB	Mo	Mo	B	MB	D	Mo	B	PqB
	Artibai Transición	B	B	B	Mo	B	B	MB	D	B	B	B

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.

10.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

10.2.1. Aguas

10.2.1.1. Físicoquímica general

En la Tabla 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a los datos de bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2022, 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 físicoquímica, 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 89). La masa de agua de transición de Artibai se encuentra en buen estado físicoquímico.

Tabla 89 Evaluación del Estado Físicoquímico 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		103,14	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L-1	≤51,6	1,6	2,25	Muy Bueno
			Nitrato	μmol·L-1	≤212,5	1,6	35,95	Muy Bueno
			Fosfato	μmol·L-1	≤5,13	0,16	0,50	Muy Bueno
E-A10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		94,63	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L-1	≤18,6	1,6	4,07	Muy Bueno
			Nitrato	μmol·L-1	≤52,3	1,6	19,51	Bueno
			Fosfato	μmol·L-1	≤1,82	0,16	0,40	Muy Bueno

En cuanto a la evolución temporal del percentil 25 (P₂₅) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 (Figura 118), se observa un aumento significativo (p<0,05) en la estación E-A10, mientras que en la estación E-A5 no se aprecia una tendencia significativa (aunque en los últimos años la calidad está aumentando rápidamente). Sin embargo, parece que en las dos estaciones de la masa de agua de Artibai hay una mejora progresiva.

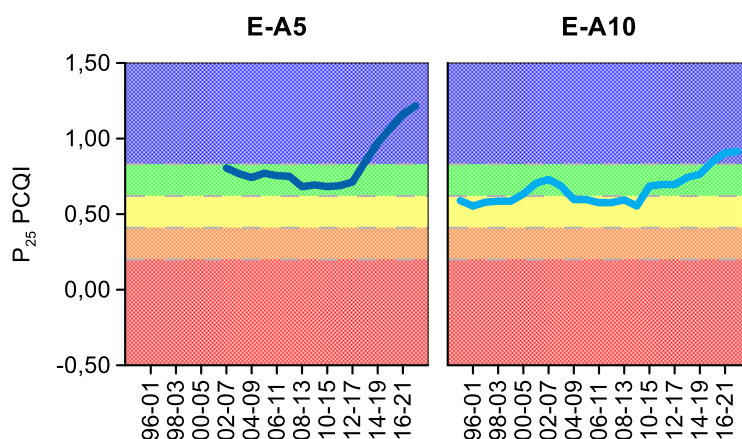


Figura 118 Evolución temporal del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de las estaciones de muestreo E-A10 y E-A5 de la masa de agua de transición del Artibai. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 119 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el estuario (E-A5 y E-A10) en el periodo de 1995 a 2022.

En las series de datos disponibles, en la estación E-A5 las concentraciones de amonio y de fosfato descienden significativamente ($p < 0,05$) mientras que la saturación de oxígeno asciende significativamente ($p < 0,05$). En la estación E-A10 la única tendencia significativa es la de la disminución de fosfato a lo largo del tiempo (Figura 119). 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.

De una serie temporal de 21 años, en la estación E-A5, aunque hubo incumplimientos puntuales en el objetivo de calidad del oxígeno, fosfato y del amonio, desde 2013-2015 cumplen sistemáticamente (Figura 119).

En el caso de la estación de la desembocadura (E-A10), la serie temporal consta de 28 años. El objetivo de calidad del amonio, que se superó en varios años hasta 2014, ha venido cumpliéndose desde entonces. Por otro lado, el nitrato y el fosfato cumplen con sus objetivos de calidad en casi toda la serie histórica desde 2005. En cuanto a la saturación de oxígeno, la mayoría de los incumplimientos del objetivo de calidad se producen entre 2003 y 2016. A partir de entonces se alcanza el objetivo de calidad lo que indica una mejora continuada y muy notable (Figura 119).

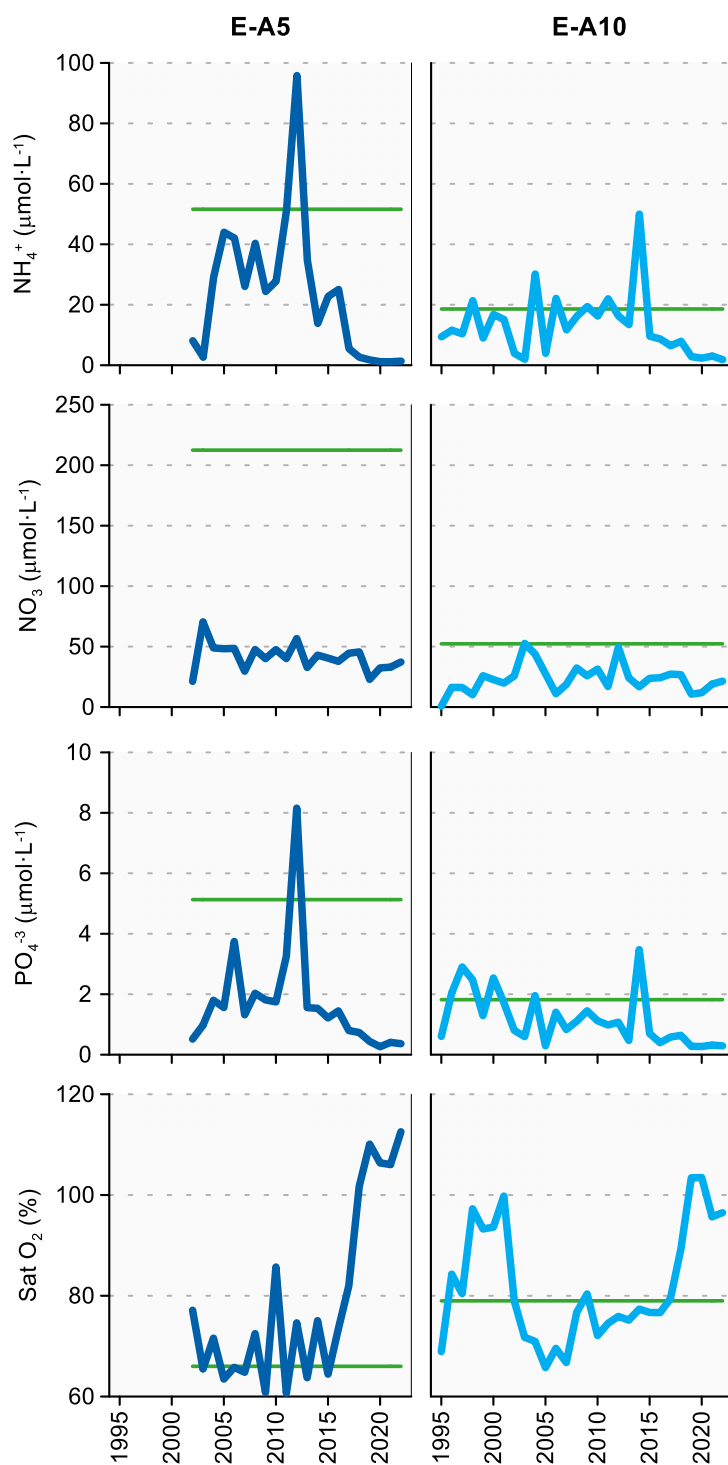


Figura 119 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Artibai en el periodo que abarca desde 1995 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

10.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado, siendo también muy bueno para las dos estaciones de la masa (Tabla 90), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 90 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Artibai en 2022.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-A5	E-A10	Global
Zinc	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	60	9	<LC	<LC	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Físicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2022 indica que, en esta masa de agua, de forma global, alcanza el buen estado químico (Tabla 91). En la campaña de 2022, las concentraciones promedio anuales de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivas normas de calidad.

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.

Tabla 91 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Artibai en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$. "-": no determinado.

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	<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	0,0006	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0017	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 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.

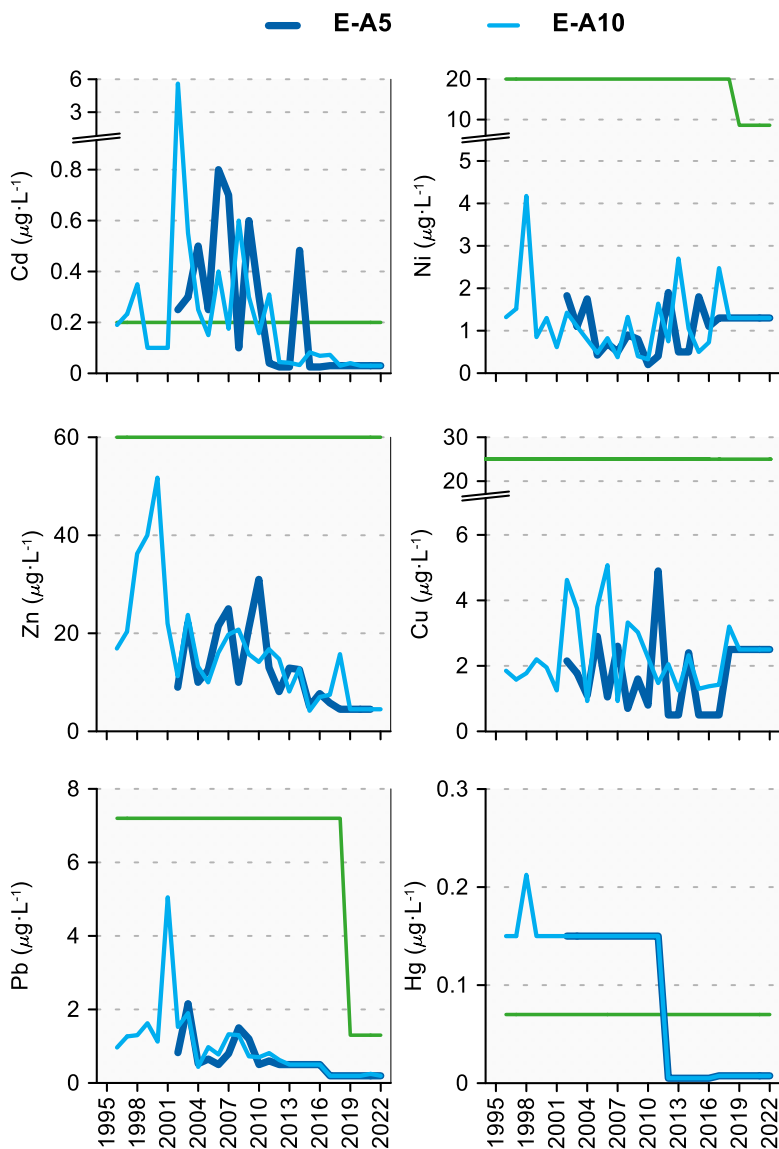


Figura 120 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Artibai en el periodo que abarca desde 1995 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

10.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2022, los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 92. 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 92). El potencial redox y el contenido en materia orgánica no presentan una tendencia temporal clara, destacando el máximo de materia orgánica en 2020 en la estación E-A10 y en 2019 en la estación E-A5 (Figura 121).

Tabla 92 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 μm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 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 2022.

E-A5 (Fecha de muestreo: 17/02/2022)				E-A10 (Fecha de muestreo: 17/02/2022)			
Gravas (%)	8,1	Cd	0,21	Gravas	0	Cd	0,28
Arenas (%)	91,6	Cr	43	Arenas	31,7	Cr	43
Limos (%)	0,4	Cu	57	Limos (%)	68,3	Cu	47
MO (%)	1,5	Hg	0,08	MO (%)	3,34	Hg	0,09
Eh (mV)	407	Ni	32	Eh (mV)	87	Ni	29
		Pb	32			Pb	30
		Zn	185			Zn	162

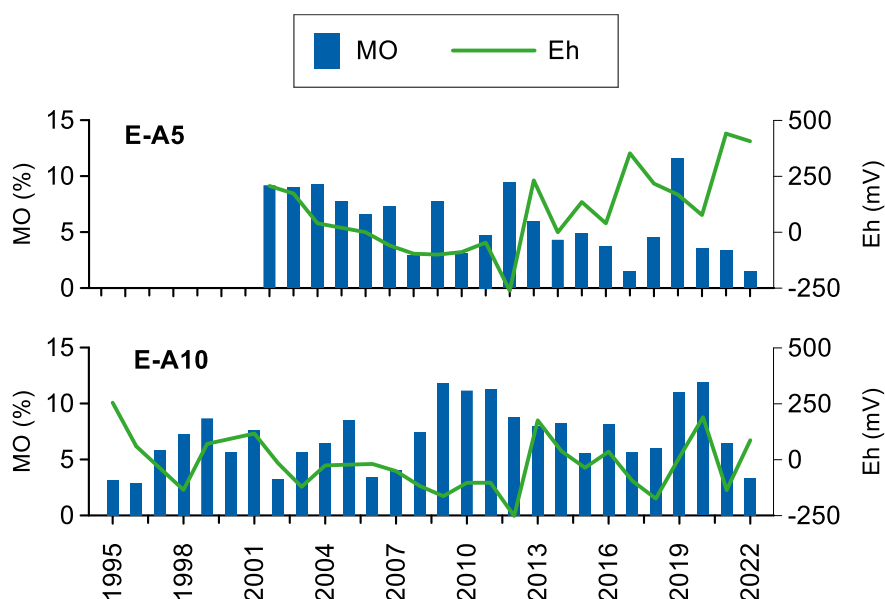


Figura 121 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Artibai (muestréos de invierno).

En lo que respecta a metales, en la campaña de invierno de 2022, las dos estaciones de este estuario presentan concentraciones similares (Tabla 92). 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 Ni y Cr.

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 la estación E-A5.

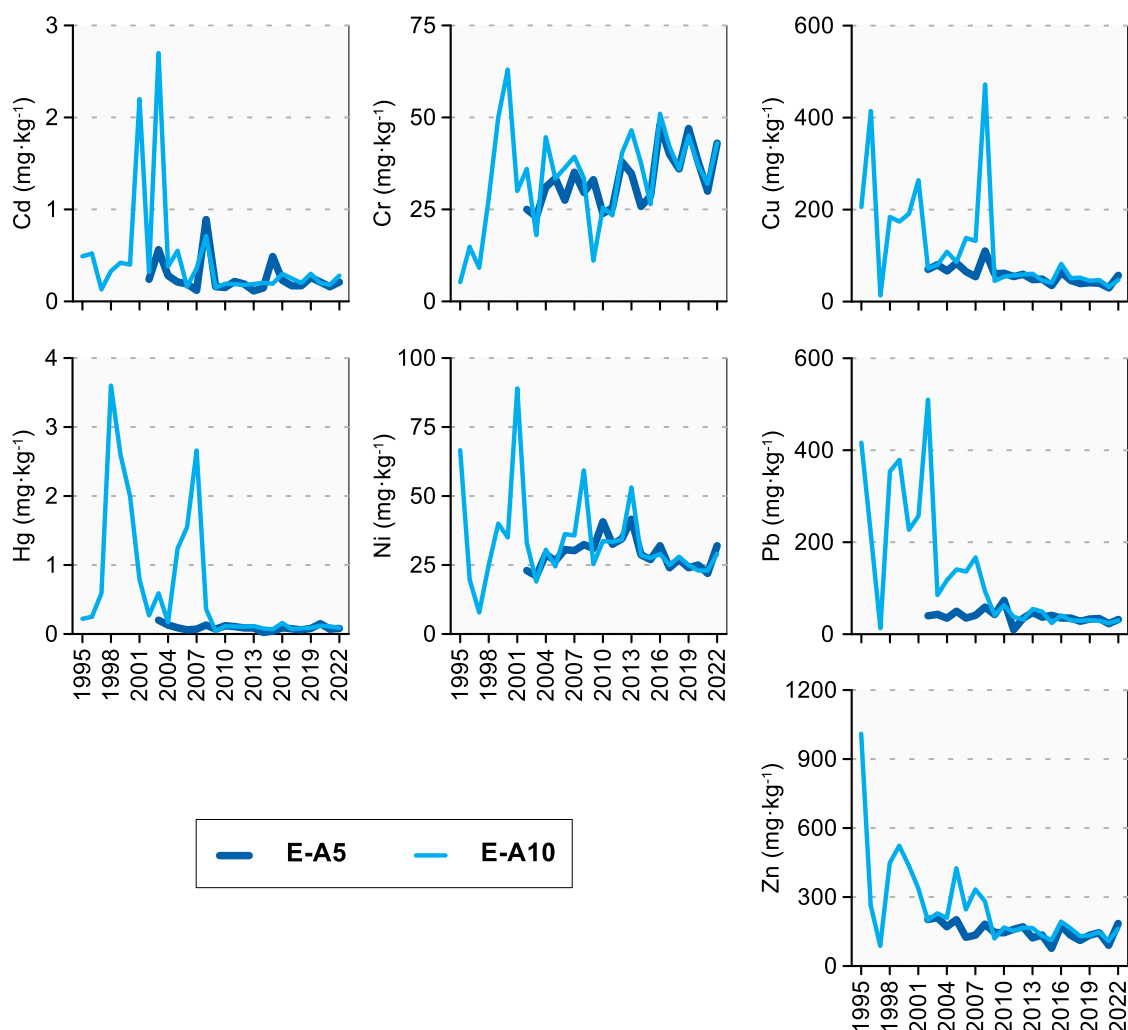


Figura 122 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg⁻¹) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Artibai (muestréos de invierno).

10.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2022, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-A10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 93, donde los valores registrados se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota).

Tabla 93 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Artibai en 2022, 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	14	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,243	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Como las ostras son filtradoras pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. De esta manera, los resultados en biomonitores, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, 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 Artibai alcanza el buen estado químico.

10.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

10.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a en 2022** osciló entre 0,1 y 12,9 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. Se observaron dos picos, ambos en bajamar y en aguas de carácter mesohalino. El máximo se encontró en la campaña de verano, en la cabecera del estuario (E-A5), y el secundario en primavera en la estación E-A10. Estos picos son moderados y entran en la variabilidad natural de los estuarios intermareales del País Vasco (Figura 123).

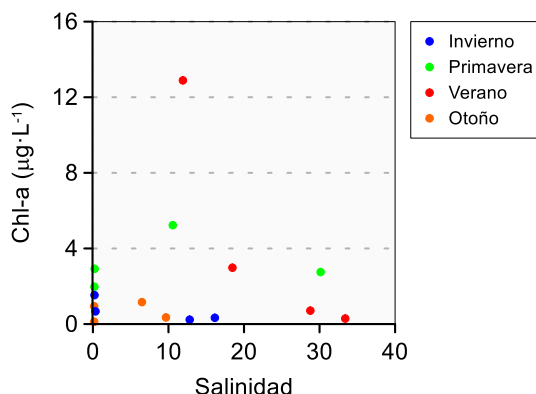


Figura 123 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Artibai en las cuatro épocas de estudio durante 2022. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

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 P90 cada vez menores han hecho que no vuelva 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.

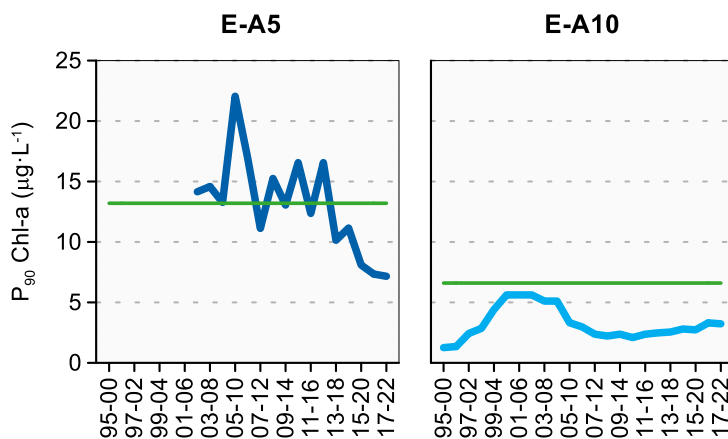


Figura 124 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Artibai. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-ha calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas oligohalinas (E-A5) y polihalinas (E-A10).

El descenso del percentil 90 de la clorofila en E-A5 coincide con la mejoría de la calidad fisicoquímica general y, más concretamente, con el descenso de las concentraciones de amonio y fosfato (véase Figura 119). Aunque en años recientes todavía se hayan medido fuertes picos de clorofila, como el máximo absoluto en primavera de 2019 (63,8 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), ello no ha impedido que bajara el valor del

percentil. Ello se debe a que la frecuencia de los picos en general ha disminuido. 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).

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 hay dos especies recurrentes 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).

Los resultados obtenidos en muestras de pleamar durante las campañas de primavera y verano del último año se muestran en la Tabla 94.

Tabla 94 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie, tomadas en pleamar, en la Masa de Agua de Transición del Artibai.

		11/05/2022	16/08/2022
Parámetro	Unidad	E-A5	E-A5
Abundancia	(10 ³ células·L ⁻¹)	223	4859
Diversidad	(bit·cel ⁻¹)	1,2	0,9
Riqueza	(# taxa)	9	31

La muestra de primavera de 2022 presentó baja abundancia y riqueza. Su salinidad, próxima a cero, indica que la comunidad era más propia del río que del estuario (Figura 123). Por el contrario, en la de verano, con una salinidad de 18, se identificó un elevado número de especies. En esta muestra dominó en abundancia el taxón identificado como “pequeñas diatomeas centrales”, que superó el umbral de

bloom (Tabla 94).

En relación con el **estado asociado al fitoplancton** (Tabla 95), 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 **“Bueno” (EQR = 0,662)**.

Tabla 95 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
2017-2022	E-A5	7,16	0,615
	E-A10	3,23	0,681
	Artibai Transición	3,8195*	0,662

(*) 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).

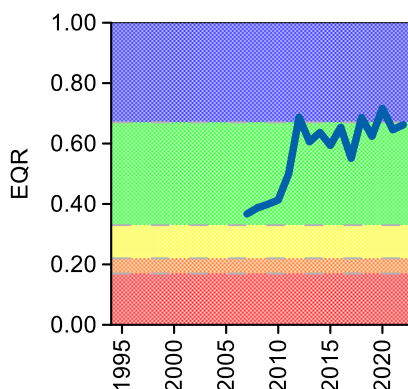


Figura 125 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Artibai a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado).

10.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2002 y 2020, por lo que la evaluación de 2022 corresponde a la campaña de 2020. En la Tabla 96 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 2020 fue de Estado Deficiente para la estación interior y de Estado Moderado para la estación más exterior (Tabla 96). Los principales motivos que provocaron esta baja calificación fueron los valores moderados a altos de cobertura de algas indicadoras de contaminación y los valores moderados a bajos de cobertura de algas no indicadoras de contaminación, así como la alta cobertura de especies indicadoras de contaminación y de especies de algas verdes respecto al

resto. Con estos resultados y debido a que la estación exterior es representativa de una superficie mayor del estuario que la interior, la calificación global para la masa de agua es de **Estado Moderado**. Esta calificación, igual a la de la campaña de 2017, supone una mejoría respecto a la obtenida en las pasadas campañas de 2005, 2011 y 2014, aunque se mantiene en relación con la calificación de las campañas de 2002 y de 2008. 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 96 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Artibai, 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-A5	E-A10	
2002	0,378	0,458	0,425
2005	0,238	0,250	0,246
2008	0,388	0,300	0,326
2011	0,250	0,125	0,162
2014	0,297	0,295	0,296
2017	0,250	0,430	0,377
2020	0,313	0,380	0,360

10.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La estación más interior del estuario presenta una comunidad de macroinvertebrados dominada por el caracolillo *P. ulvae*, el grupo de los poliquetos y el isópodo *C. carinata*. En cuanto a los parámetros estructurales, es de destacar que la comunidad presente muestra una abundancia inferior al promedio histórico (2.029 ind·m⁻²), con una riqueza del orden del promedio correspondiente (8 taxa) y una biomasa inferior (0,84 g·m⁻²) (Tabla 97). Los valores de AMBI indican alteración moderada (AMBI=3,7), con dominancia de las especies tolerantes, pero densidad relativa también importante de especies oportunistas (GE V), representadas básicamente por los oligoquetos.

Tabla 97 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)	181	293
Biomasa	(g·m ⁻²)	0,193	0,210
Riqueza	(# taxa)	10	9
Diversidad densidad	(bit·ind ⁻¹)	2,29	2,58
Equitabilidad densidad		0,69	0,81
Diversidad biomasa	(bit·g ⁻¹)	1,47	2,34
Equitabilidad biomasa		0,44	0,74
Diversidad máxima	(bit)	3,32	3,17
AMBI		3,701	4,317
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Moderada
M-AMBI _{estación}		0,784	0,515
M-AMBI _{global}		0,555	

En la estación más exterior, situada junto al puerto deportivo de Ondarroa, dominan los oligoquetos, seguidos por los poliquetos *H. diversicolor* y *Streblospio eunatae*. Cabe destacar la ausencia del anfípodo de origen asiático *G. japonica*, que apareció por primera vez en esta estación en la pasada campaña de 2021. Los valores de densidad y de riqueza específica determinados en 2022 son inferiores a los promedios históricos de la estación (1.370 ind·m⁻² y 12 taxa, respectivamente), con una diversidad superior al promedio (1,47 bit·ind⁻¹). En términos de AMBI, la estación presenta alteración moderada (AMBI=4,3), con codominancia del GE V y del GE III.

Los valores de M-AMBI estimados para 2022 indican Estado Moderado para la estación E-A10 y Muy Buen Estado para la estación E-A5 (Figura 126), con una valoración global de la masa de agua de **Buen Estado**.

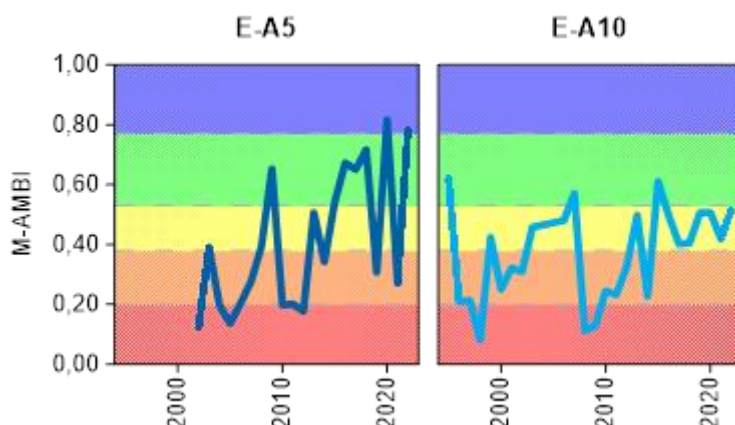


Figura 126 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Artibai a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

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 (a excepción de la pasada campaña de 2021), 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 elevados de M-AMBI corresponden 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.

10.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2020. Desde el inicio del muestreo se han identificado 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 2017 y 2008, y disminuyendo ligeramente en 2020.

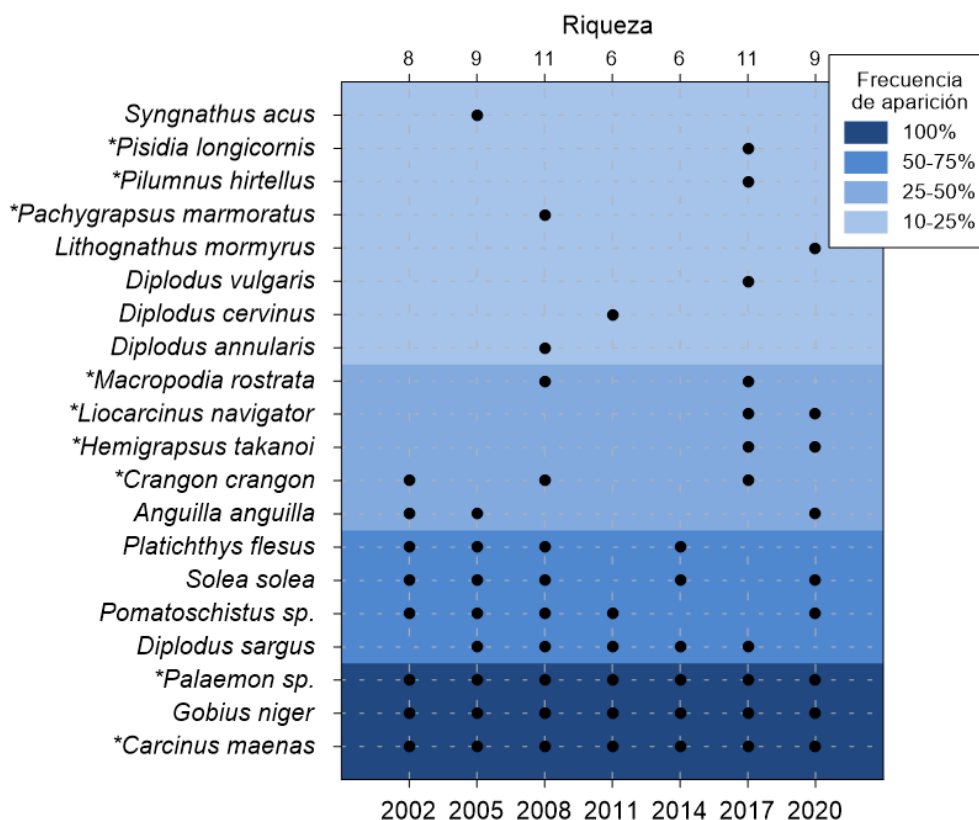


Figura 127 Listado de especies capturadas en la masa de agua de transición del Artibai (2002-2020). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo con la frecuencia de su aparición, reflejando que: las especies capturadas el 100% de las ocasiones son tres: *Gobius niger* (chaparrudo) y los crustáceos *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); en 2020 se detectó por primera vez la especie *Lithognathus mormyrus* (erla), especie capturada habitualmente en otros estuarios, que podría indicar una mejoría del sistema.

En cuanto a los parámetros estructurales, la Figura 128 presenta la evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones encontrada entre 2002 y 2020 por estación. En el caso de la riqueza y abundancia, se aprecia una tendencia al empobrecimiento generalizado tanto de peces como de crustáceos a lo largo de todo el estuario, alcanzando en 2020 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, hacia el equilibrio en la parte media del estuario y un ligero aumento en la parte más externa.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2020 la valoración global de la masa de agua alcanza la calificación de 'Bueno' (Figura 129), si bien en el límite con moderado y con un valor de AFI similar al obtenido en 2017.

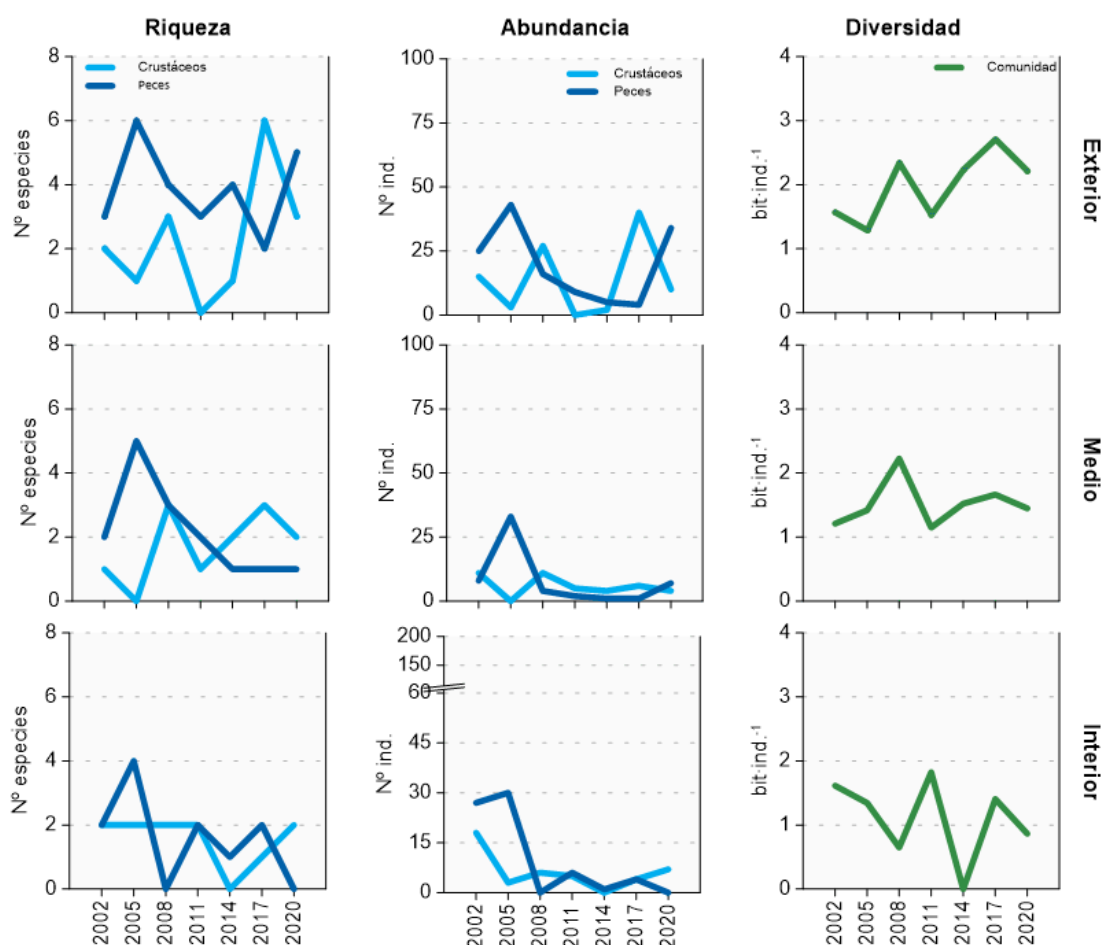


Figura 128 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones de taxones identificados en cada uno de los tramos de la masa de agua de transición del Artibai entre 2002 y 2020.

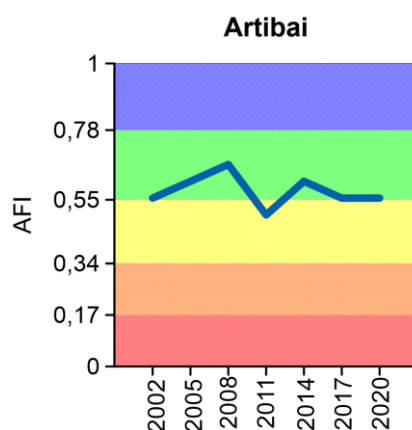


Figura 129 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para estuario del Artibai entre 2002 y 2020. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: $\geq 0,78$; Bueno: $0,55-0,78$; Moderado: $0,34-0,55$; Deficiente: $0,17-0,34$ Malo: $\leq 0,17$. AFI: AZTI's Fish 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. Los dragados realizados en 2008-2009 (dragados que incluían mejoras del puerto deportivo y de los muelles del canal), podrían ser la causa de dicha pérdida de calidad que hace que recientemente, aunque los peces estén en buen estado, el valor de AFI se encuentre cerca del límite con el moderado.

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 de inicio de 2022. Sin embargo, el estuario en general presenta un deficiente estado hidromorfológico, 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.

11.

Masa de agua 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).

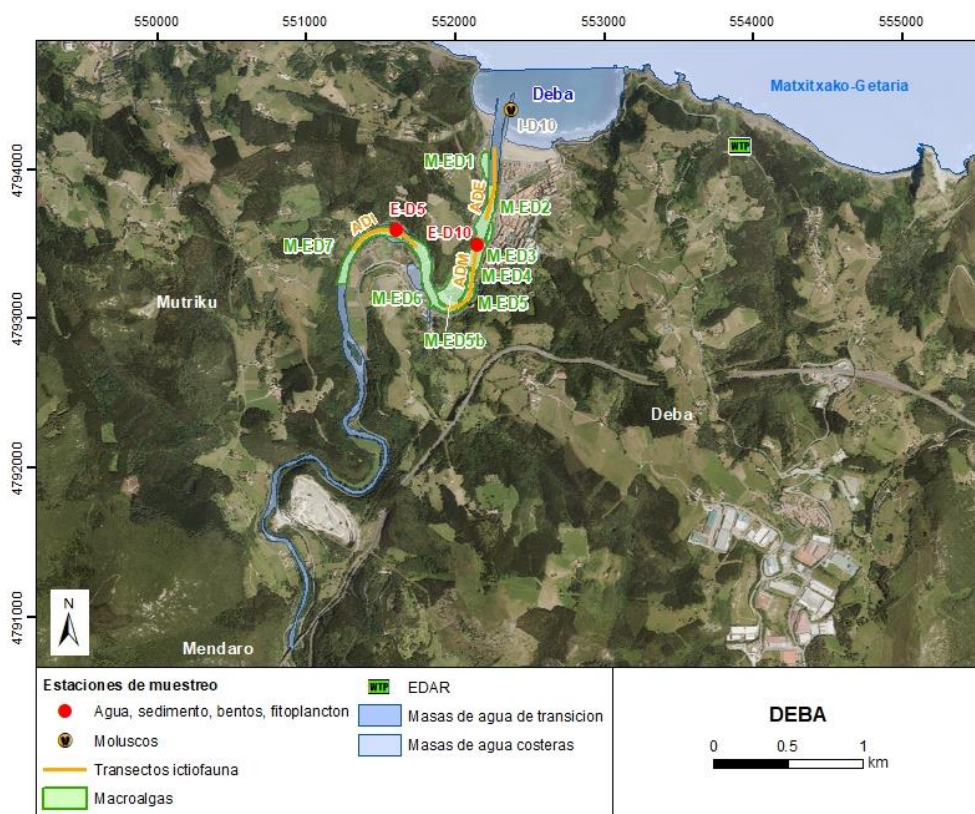


Figura 130 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Deba.

La masa de agua de transición del Deba, en la campaña 2022, se diagnostica con un buen estado, puesto que el estado ecológico y el químico son buenos (Tabla 98 y Figura 131). En los últimos seis años se han cumplido de objetivos medioambientales.

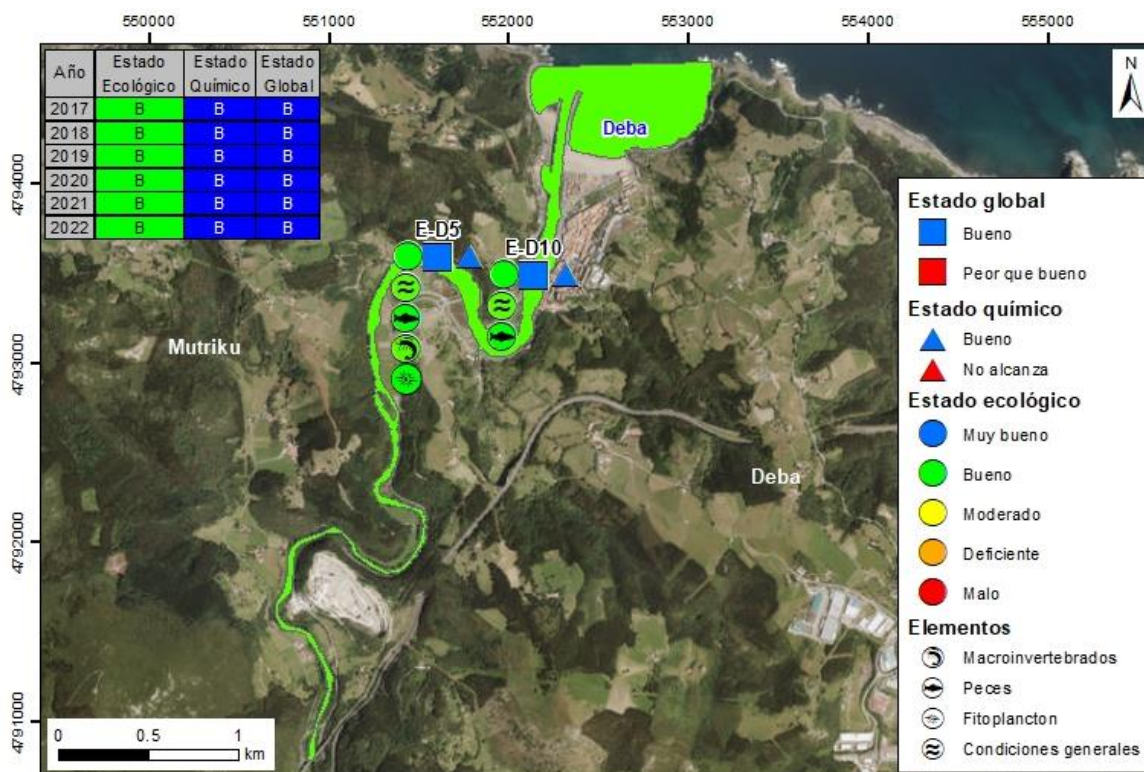


Figura 131 Masa de agua de transición del Deba: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 98 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Deba en 2022. 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	B	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		B	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B

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, zincados, cromados). Sin embargo, desde que se realizó en 2004 el 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., 2016).

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 positiva 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. Físicoquímica general

En la Tabla 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2022, 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 físicoquímica, las dos estaciones (E-D5 y E-D10) cumplen con los objetivos de calidad físicoquímica 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 99).

Tabla 99 Evaluación del Estado Físicoquímico 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		95,66	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 51,6$	1,6	4,11	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 212,5$	1,6	60,83	Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 5,13$	0,16	1,55	Muy Bueno
E-D10	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		95,29	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 34,3$	1,6	4,42	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 121,3$	1,6	43,37	Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 3,39$	0,16	1,16	Muy Bueno

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 2022, se aprecia un incremento significativo de la calidad ($p < 0,05$) en ambas estaciones (Figura 132).

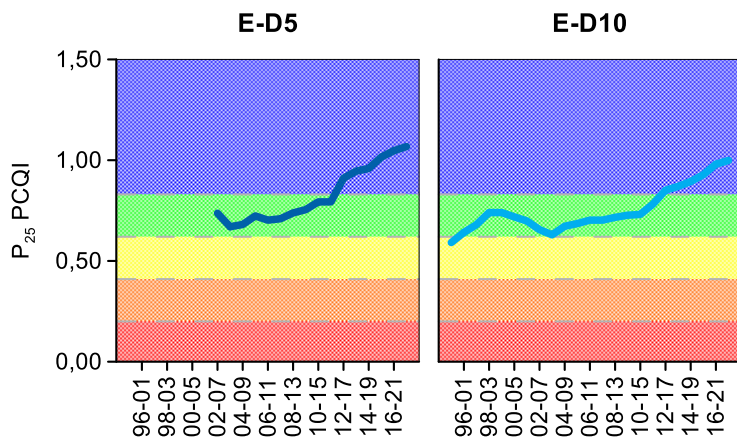


Figura 132 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de las estaciones de muestreo E-D5 y E-D10 de la masa de agua de transición del Deba. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 133 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el estuario (E-D5 y E-D10) en el periodo de 1994 a 2022.

En cuanto a tendencias temporales, se observa una disminución significativa de la concentración de amonio ($p < 0,05$) en las dos estaciones y un descenso significativo también del fosfato en la estación E-D10. Además, se aprecia un incremento significativo de la saturación de oxígeno ($p < 0,05$) en las dos estaciones (E-D5 y E-D10) (Figura 133). Por el contrario, la concentración de nitrato no muestra un patrón claro en ninguna de las estaciones (Figura 133).

Respecto al grado de cumplimiento de los objetivos de calidad a lo largo de la serie, se aprecia una mejoría en ambas estaciones puesto que el número de incumplimientos desciende progresivamente, dándose los incumplimientos de amonio y fosfato al comienzo de la serie y, en todo caso, antes de 2011 (Figura 133).

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.

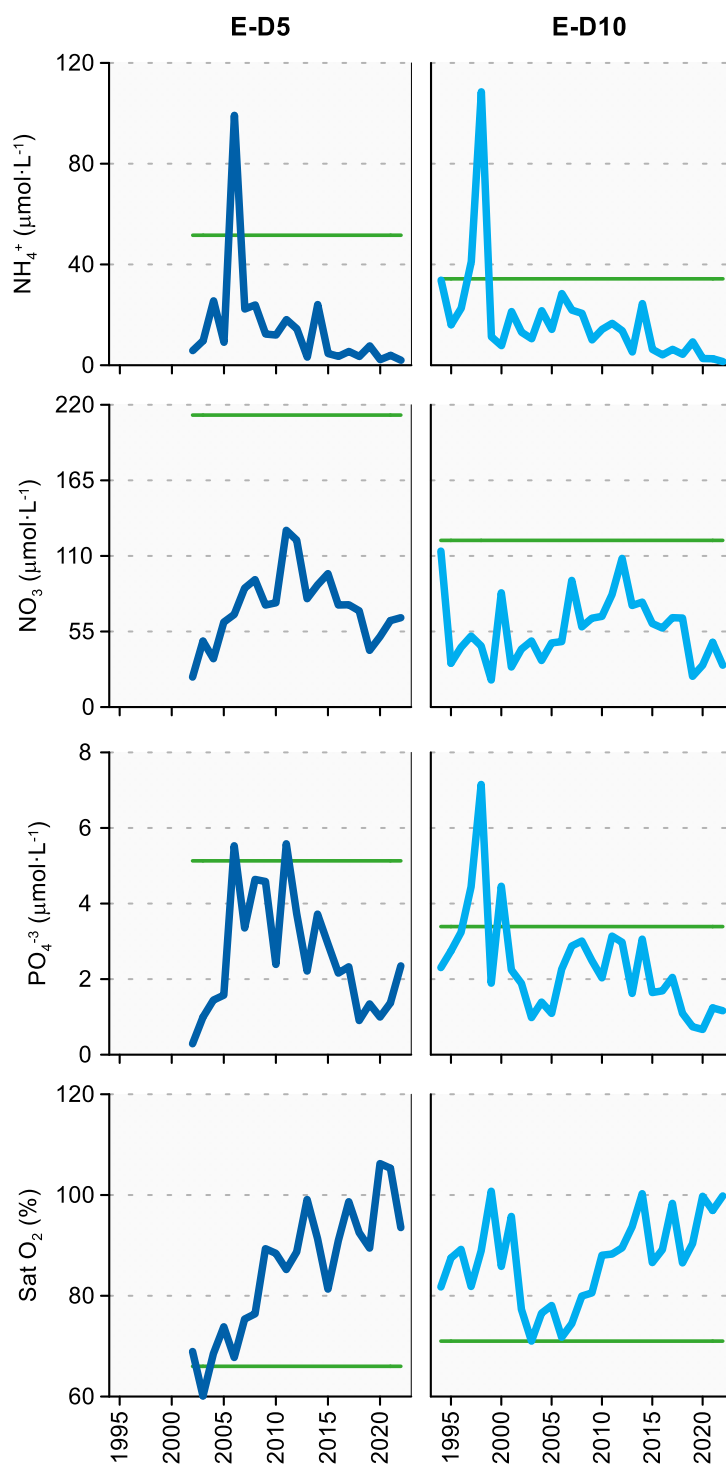


Figura 133 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones E-D5 y E-D10 de la masa de agua de transición del Deba en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

11.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado (Tabla 100), como viene ocurriendo desde 2008. La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2022 indica que, en esta masa de agua se alcanza el buen estado químico (Tabla 101).

Tabla 100 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Deba en 2022.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-D5	E-D10	Global
Zinc	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	60	9	19,0	16,0	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Físicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 101 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Deba en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$. "-": 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	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0007	0,0007	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	0,50	0,80	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	6,00	3,15	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	10	7	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 el cadmio, níquel, zinc y plomo han superado puntualmente las NCA-MA establecidas para cada uno, 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.

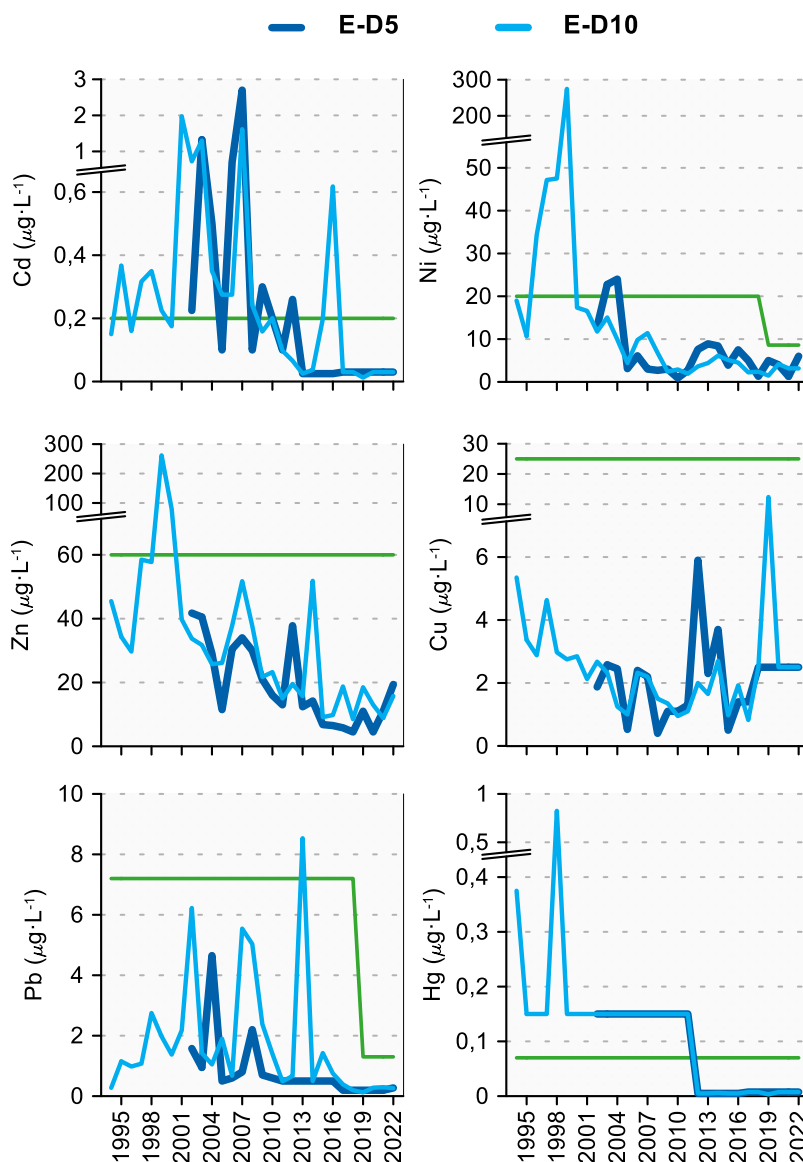


Figura 134 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Deba en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

11.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2022, los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero, en ambas estaciones. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años (Tabla 112).

En la presente campaña, la fracción arenosa es mayoritaria en la estación más externa y la estación más interna (E-D5) presenta mayor contenido en finos (Tabla 112). Además, el contenido en materia orgánica es mayor en la E-D5. El potencial redox y el contenido en materia orgánica no presentan una tendencia temporal clara en la estación E-D5, mientras que en la estación E-D10, en los años más recientes, a partir de 2015, la materia orgánica es inferior y los valores de potencial redox más elevados (Figura 135).

Tabla 102 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 μm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 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 2022.

E-D5 (Fecha de muestreo: 01/02/2022)				E-D10 (Fecha de muestreo: 01/02/2022)			
Gravas (%)	0	Cd	0,60	Gravas	1	Cd	0,25
Arenas (%)	68,1	Cr	126	Arenas	97,7	Cr	74
Limos (%)	31,7	Cu	102	Limos (%)	1,6	Cu	71
MO (%)	3,8	Hg	0,11	MO (%)	2,3	Hg	0,15
Eh (mV)	91	Ni	67	Eh (mV)	464	Ni	48
		Pb	165			Pb	76
		Zn	567			Zn	228

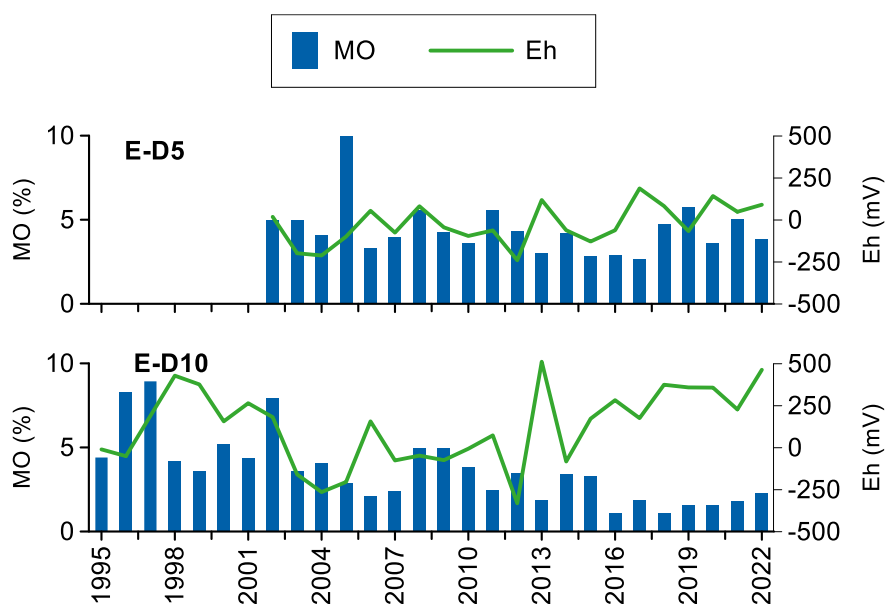


Figura 135 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Deba (muestreos de invierno).

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.

En relación con el análisis de tendencias a largo plazo, y teniendo en cuenta el período representado en la Figura 136, en la estación E-D5 se mantiene una tendencia descendente estadísticamente significativa en las concentraciones de Cu, Ni, Pb y Zn.

En la estación E-D10 se mantiene una tendencia temporal descendente estadísticamente significativa en las concentraciones de Cr, Cu, Ni y Zn.

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.

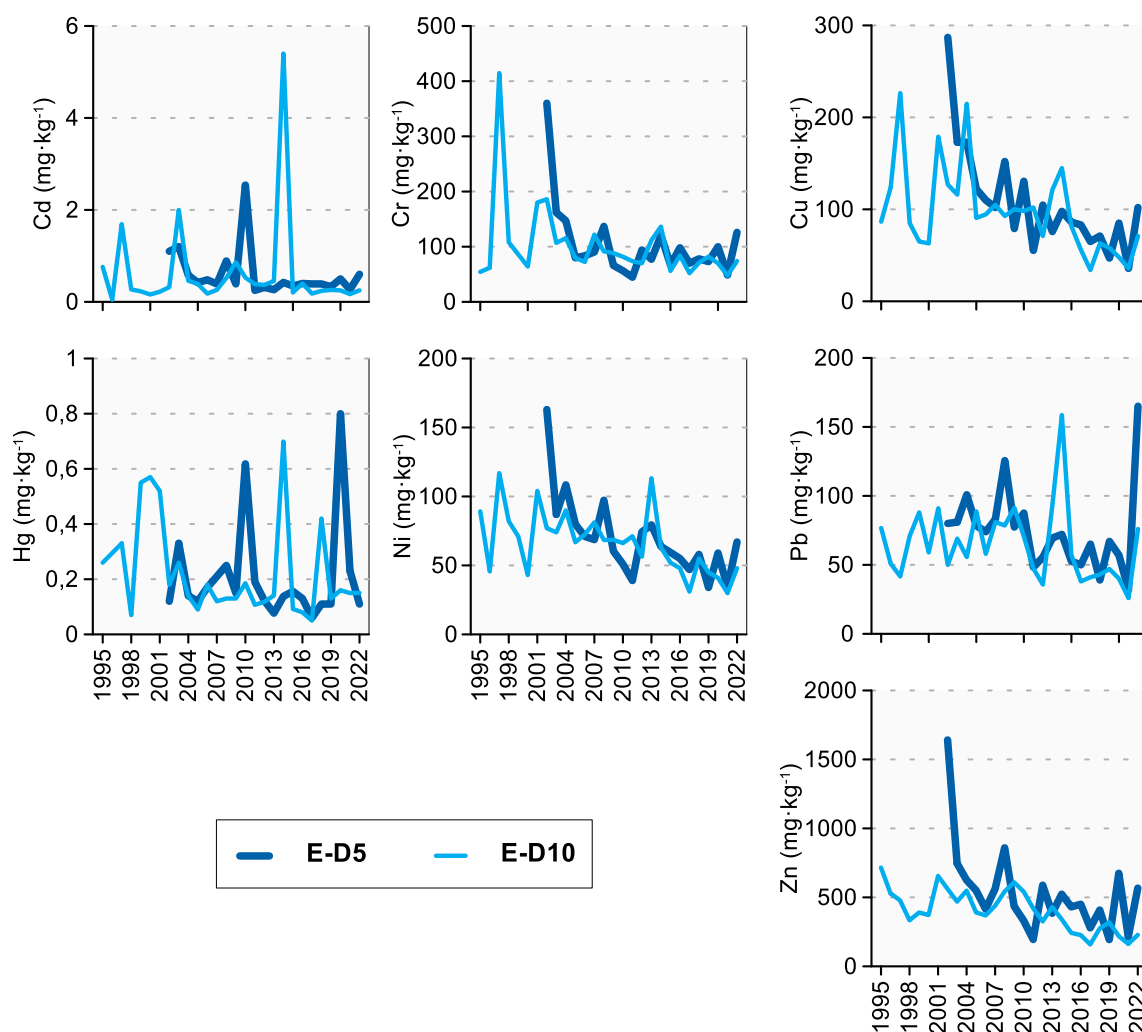


Figura 136 Evolución temporal de la concentración de metales ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Deba (muestras de invierno).

11.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2022, los biomonitores (ostras, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-D10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 103, donde los valores registrados se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota).

Tabla 103 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Deba en 2022, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores ($\mu\text{g kg}^{-1}$ 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	12	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,325	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,067	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, los resultados en biomonitores, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, 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 2022** se mantuvo generalmente baja, inferior a $10 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. Sin embargo, dos de las muestras de primavera, concretamente las de bajamar, presentaron picos importantes (Figura 137). De hecho, en la zona inferior del estuario, estación E-D10, el agua presentaba durante el muestreo del 19 de mayo una coloración marrón-rojiza.

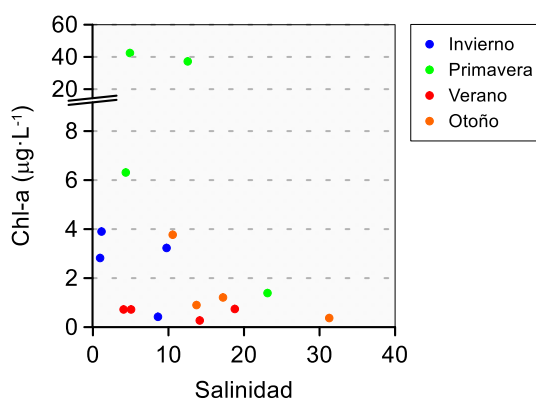


Figura 137 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Deba en las cuatro épocas de estudio durante 2022. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

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, en las cuales el fitoplancton puede acumularse en estos estuarios.

Hasta la fecha, el mayor pico de clorofila del estuario del Deba se había encontrado en la estación E-D5 en la campaña de verano de 2004 ($\sim 99 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), siendo el de primavera de 2022 ($42 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) el siguiente más elevado. En esta zona se han registrado otros picos moderados, entre 25 y $30 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, en 2005 (verano), 2010 (primavera) y 2013 (otoño). En la zona inferior del estuario, estación E-D10, el pico de primavera de 2022, con $37 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, supone el máximo absoluto. En esta zona se habían registrado como máximo $33 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, en primavera de 2015.

Por tanto, desde mediados de la década de 2010 la concentración de clorofila se mantiene generalmente en valores bajos en ambas estaciones de muestreo. Las concentraciones medidas en primavera de 2022, aunque se encuentran entre las más altas de la serie temporal de este estuario, es probable que se debiesen a la anómala situación de escasas precipitaciones y elevadas temperaturas que se dieron durante esos días.

En el estuario del Deba, las concentraciones de amonio y fosfato han seguido una tendencia neta de disminución en las décadas de 2000 y 2010, aunque no siempre simultánea (Figura 133). Ello es reflejo de las mejoras que se han realizado en el saneamiento de la cuenca. Como se indica más arriba, los picos de clorofila han sido menos frecuentes en los últimos años, lo que parece responder a una

reducción de los aportes antrópicos de nutrientes.

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 133). 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.

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.

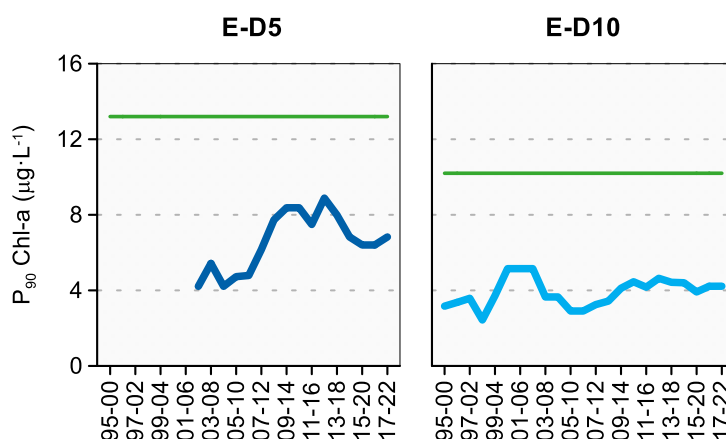


Figura 138 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Deba. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas oligohalinas (E-D5) y mesohalinas (E-D10).

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 104), 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 = 0,700)**.

Tabla 104 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 (verde: buen estado; azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	Chl-a
2017-2022	E-D5	6,83	0,644
	E-D10	4,22	0,806
	Deba Transición	5,6294*	0,700

(*) 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.

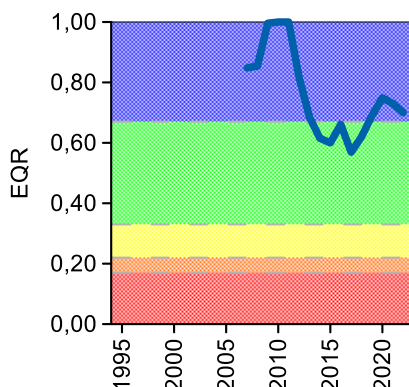


Figura 139 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Deba a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) 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 2022 corresponde a la campaña de 2021. En la Tabla 105 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 105). 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 105 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*, las larvas de dípteros y el grupo de los oligoquetos. 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 una densidad (Tabla 106) próxima al promedio para la estación a lo largo del seguimiento

(1.391 ind·m⁻²), con diversidad baja, como consecuencia de la dominancia de *C. carinata*. 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=3,2) (Tabla 106).

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 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)	1.259	312
Biomasa	(g·m ⁻²)	0,532	0,349
Riqueza	(# taxa)	10	8
Diversidad densidad	(bit·ind ⁻¹)	0,68	1,24
Equitabilidad densidad		0,21	0,79
Diversidad biomasa	(bit·g ⁻¹)	0,78	1,24
Equitabilidad biomasa		0,24	0,41
Diversidad máxima	(bit)	3,32	3,00
AMBI		3,177	3,329
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Moderada
M-AMBI _{estación}		0,575	0,790
M-AMBI _{global}		0,674	

En el tramo más exterior, dominan el gasterópodo *P. ulvae*, y los anélidos poliquetos *S. eunatae* y *H. diversicolor*. Nuevamente, se trata de especies características de la 'Comunidad de *Cerastoderma edule-Scrobicularia plana*'. La densidad estimada en la presente campaña de 2022 (Tabla 106) es del orden del promedio de la serie histórica de la estación (459 ind·m⁻²), como también lo es la riqueza específica (8 taxa), con una diversidad, en cambio, que puede considerarse alta (promedio histórico de 1,69 bit·ind⁻¹). La calificación de la estación, en función de AMBI, es de alteración moderada (AMBI=3,3) (Tabla 106), con dominancia de especies adscritas al GE III y densidad relativa moderada de oportunistas de primer orden.

Los valores de M-AMBI estimados para 2022 indican Buen Estado para la estación más interior y Muy Buen Estado para la más exterior (Tabla 106). Con estas calificaciones, la calificación global de la masa de agua es de **Buen Estado**. Además, ambas estaciones parecen presentar una evolución positiva desde que se iniciara el seguimiento, aunque la variabilidad interanual es grande (Figura 140).

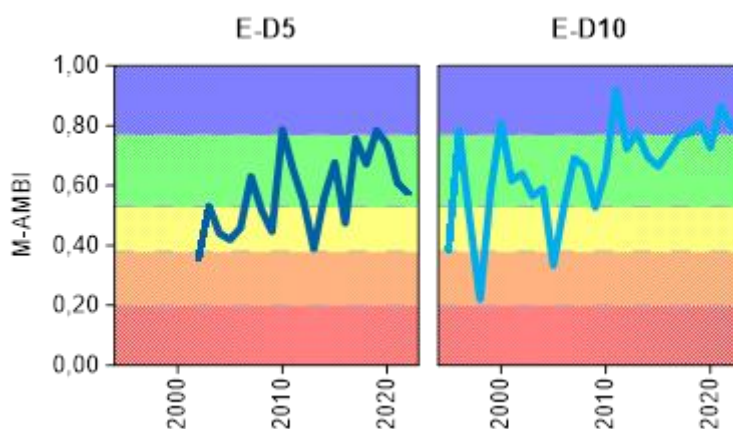


Figura 140 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Deba a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

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*.

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.

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.

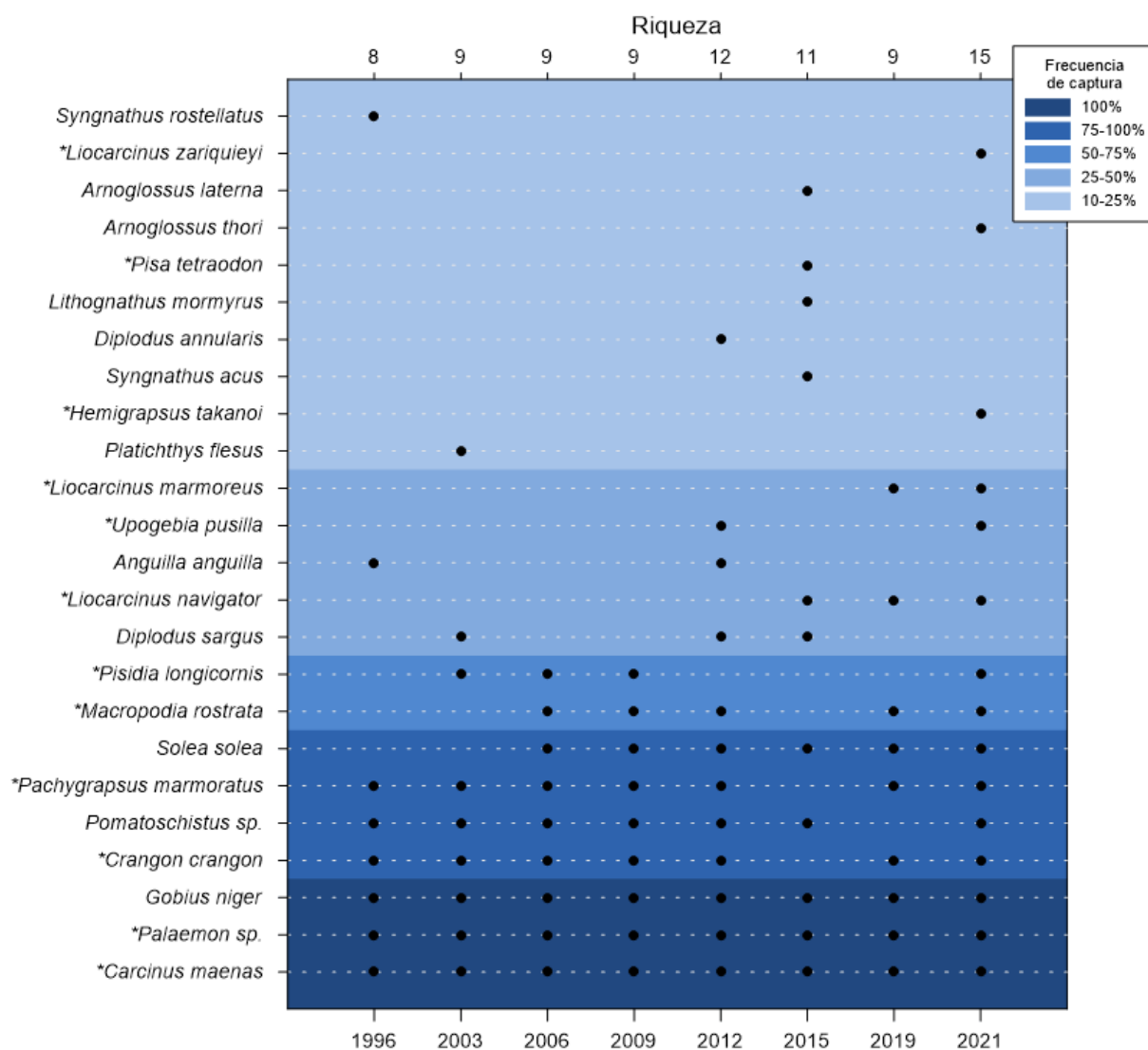


Figura 141. Listado de especies capturadas en el estuario del Deba (1996-2021). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

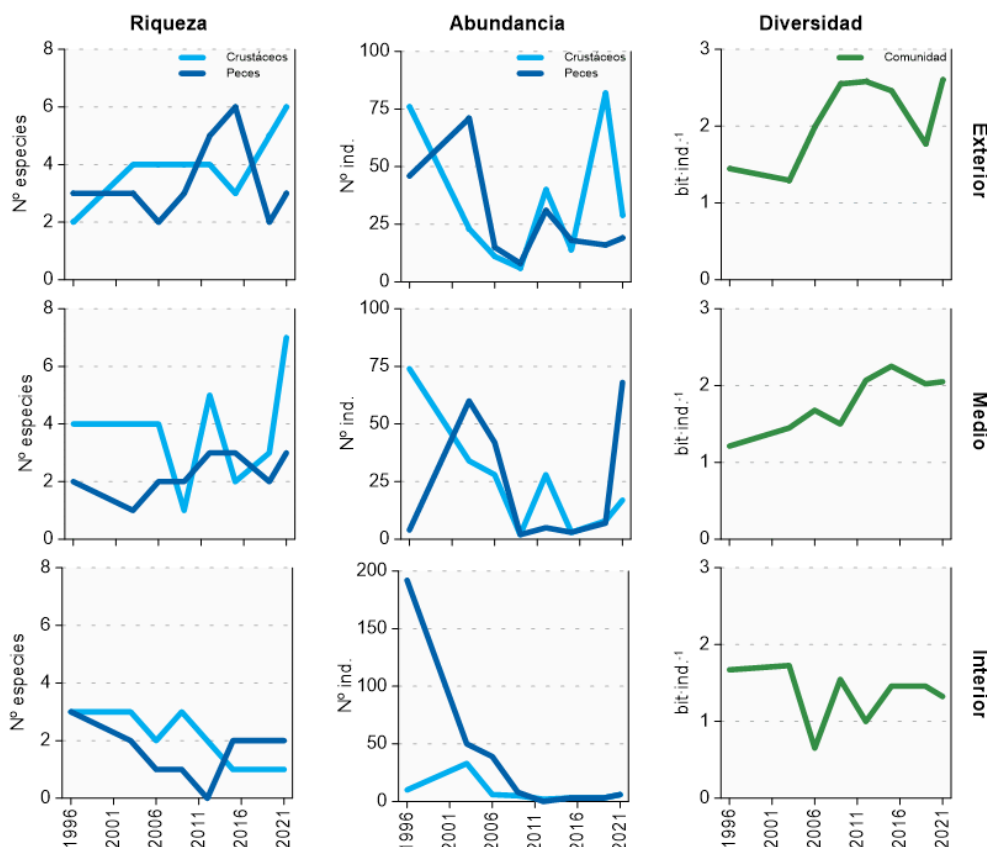


Figura 142 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Deba entre 1996 y 2021.

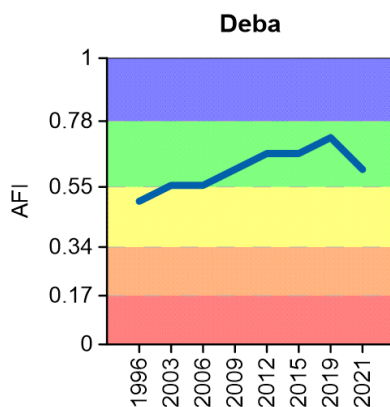


Figura 143 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Deba entre 1996 y 2021. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: $\geq 0,78$; Bueno: $0,55-0,78$; Moderado: $0,34-0,55$; Deficiente: $0,17-0,34$ Malo: $\leq 0,17$). AFI: AZTI's Fish Index.

11.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2022 no ha habido actuaciones que supongan una modificación significativa en los indicadores hidromorfológicos, como la topografía del fondo o las corrientes. El estado de este indicador se determina como bueno, debido a la canalización del estuario.

12.

Masa de agua 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.

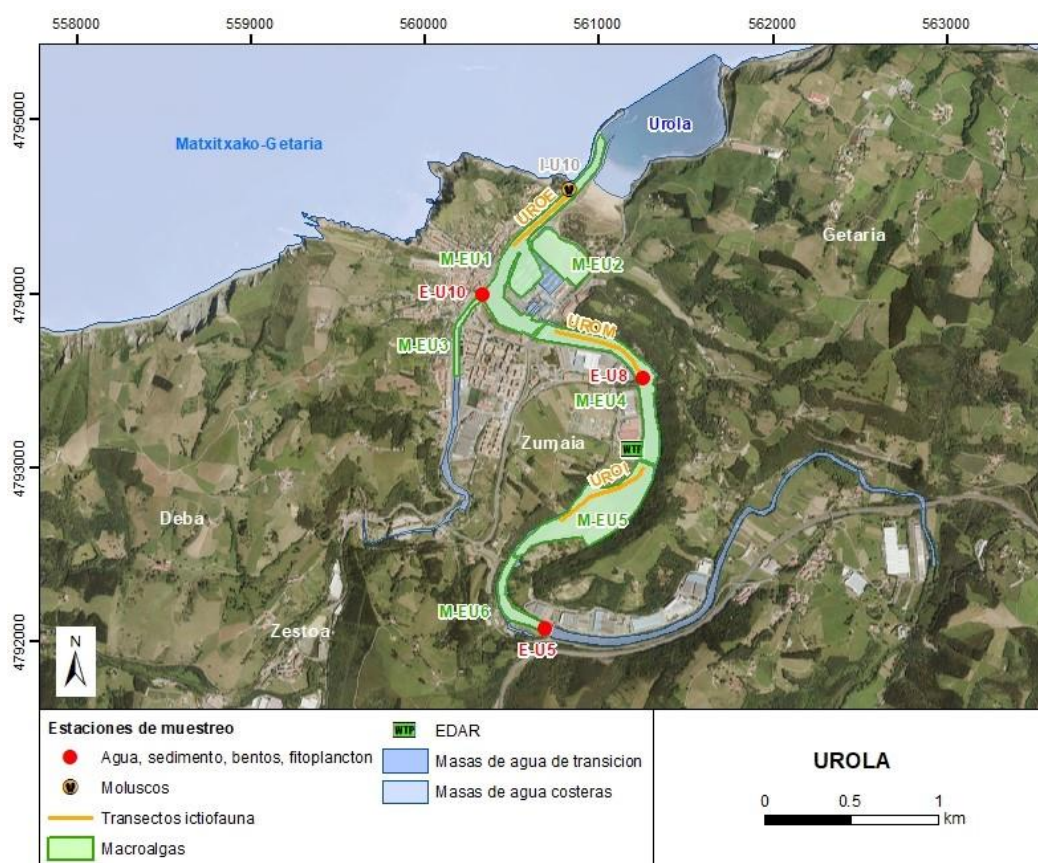


Figura 144 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Urola.

La masa de agua de transición del Urola se diagnostica en la campaña 2022 en un estado bueno puesto que tanto el estado ecológico como el químico se diagnostican en buen estado (Tabla 107 y Figura 145). Al analizar los últimos seis años se observa que entre 2017 y 2019 se incumplieron los objetivos medioambientales, debido al estado ecológico, y posteriormente se cumplen (Figura 145).

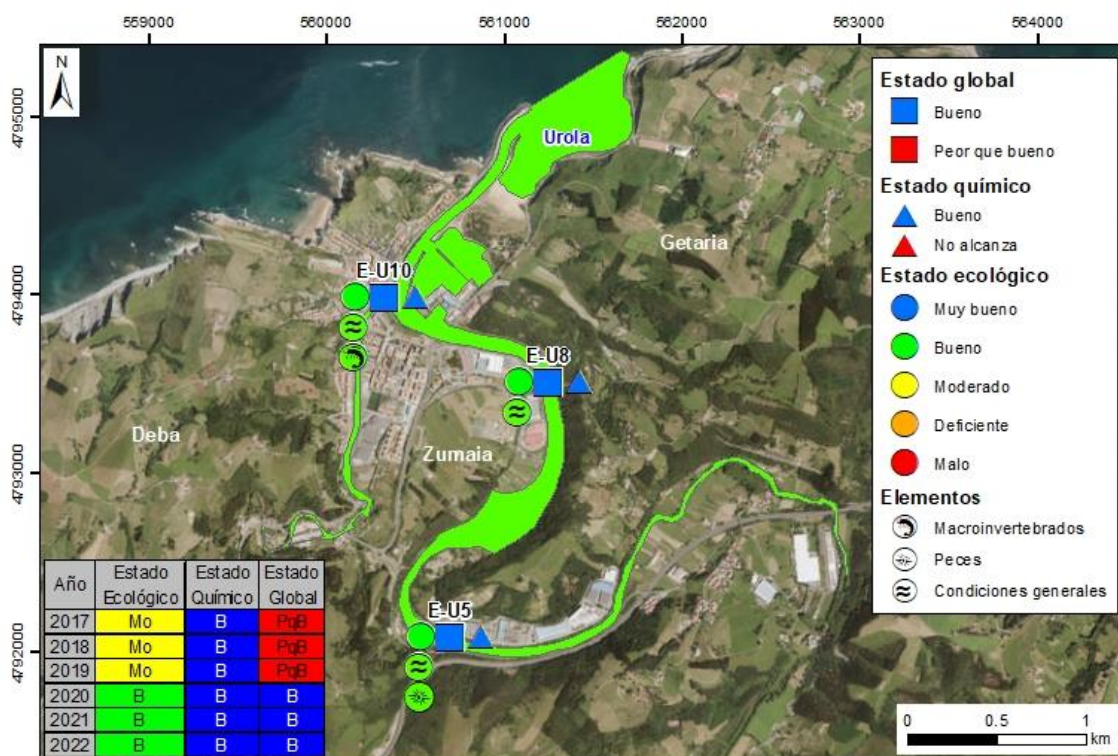


Figura 145 Masa de agua de transición del Urola: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 107 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Urola en 2022. 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	B	B	B	B
E-U8	Zumaia (puente del ferrocarril)	MB	MB	MB	B	MB	B	MB	B	B	B	B
E-U10	Zumaia (puente Narrondo)	B	MB	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
Urola Transición		B	MB	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B

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 m³ 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), 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 2022 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 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2022, 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 108).

Tabla 108 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		99,09	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 51,6$	1,6	3,52	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 212,5$	1,6	87,63	Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 5,13$	0,16	1,56	Muy Bueno
E-U8	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		93,73	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 34,3$	1,6	3,98	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 121,3$	1,6	49,96	Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 3,39$	0,16	1,02	Muy Bueno
E-U10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		93,72	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 18,6$	1,6	3,96	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 52,3$	1,6	42,10	Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 1,82$	0,16	0,87	Bueno

En relación con la evolución temporal del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022, 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 medios entre estado “Bueno” y “Muy Bueno” en las tres estaciones (E-U5, E-U8 y E-U10) (Figura 146).

En la Figura 147 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el estuario (E-U5, E-U8 y E-U10) en el periodo de 1994 a 2022.

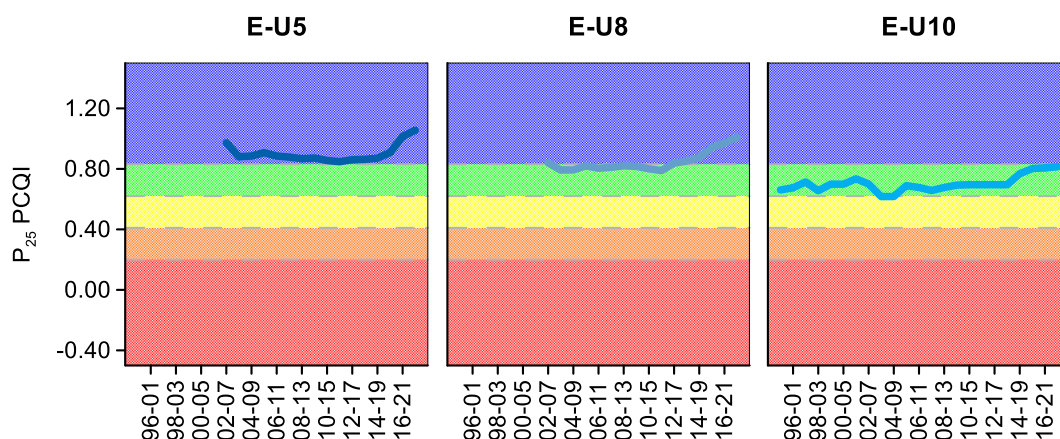


Figura 146 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de las estaciones de muestreo E-U5, E-U8 y E-U10 de la masa de agua de transición del Urola. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

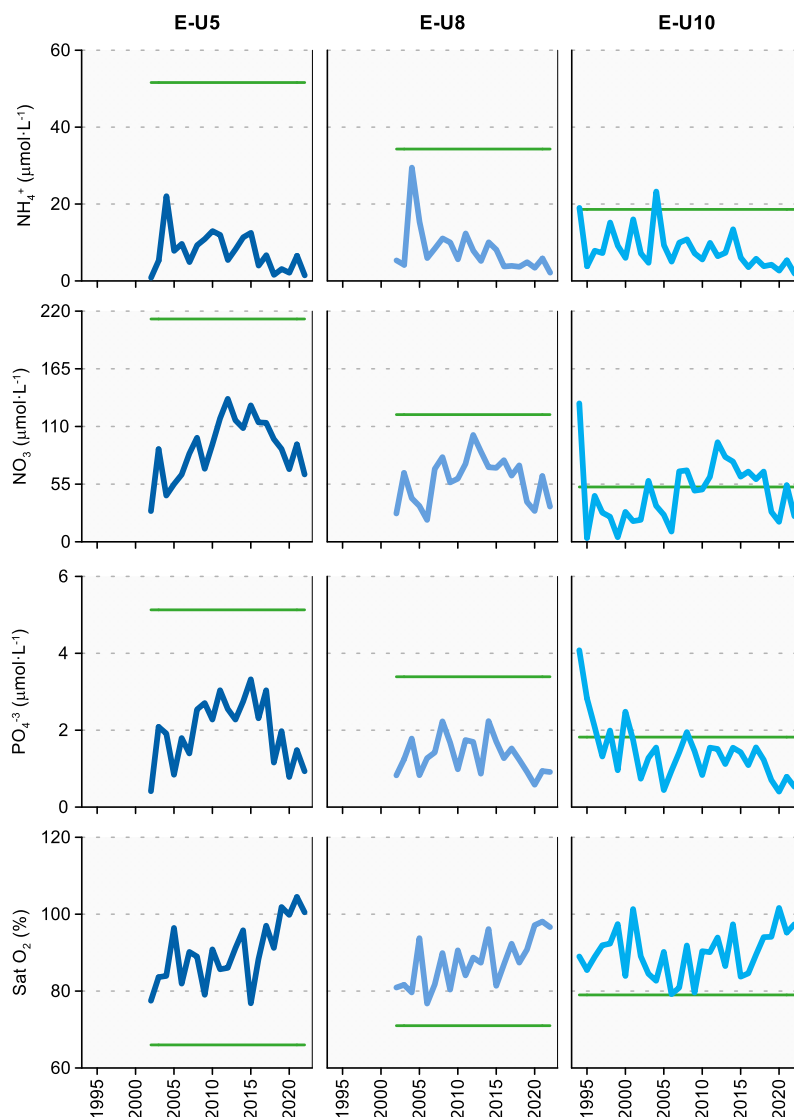


Figura 147 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Urola en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

Se observa una tendencia a una mejoría estadísticamente significativa ($p < 0,05$) para los valores medios anuales de la saturación de oxígeno en las estaciones E-U5 y E-U8, concentración de amonio en las estaciones E-U8 y E-U10 y, la concentración de fosfato en la estación E-U10 (Figura 147). Para el resto de las variables relacionadas con el estado trófico y variables generales, no se observan tendencias que indiquen un incremento o descenso de los valores.

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 147). La estación E-U10 muestra más incumplimientos que las estaciones del interior debido, principalmente, a que se ha superado el objetivo de calidad del amonio puntualmente y el objetivo de calidad del nitrato en los últimos años, por ejemplo, desde 2011 a 2018 (Figura 147). Respecto a la saturación de oxígeno, las tres estaciones del Urola cumplen con el objetivo de calidad establecido a lo largo de la serie histórica (Figura 147).

12.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa y las tres estaciones alcanzan el muy buen estado (Tabla 109), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 109 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Urola en 2022.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-U5	E-U8	E-U10	Global
Zinc	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	60	9	11,8	10,5	7,1	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	Bueno
Cobre	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	25	5	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	Bueno
Estado Físicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2022 indica que, esta masa de agua, de forma global, alcanza el buen estado químico (Tabla 110).

Tabla 110 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Urola en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$. "-": no determinado.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-U5	E-U8	E-U10	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	0,0013	<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	<LC	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0006	<LC	<LC	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
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

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.

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.

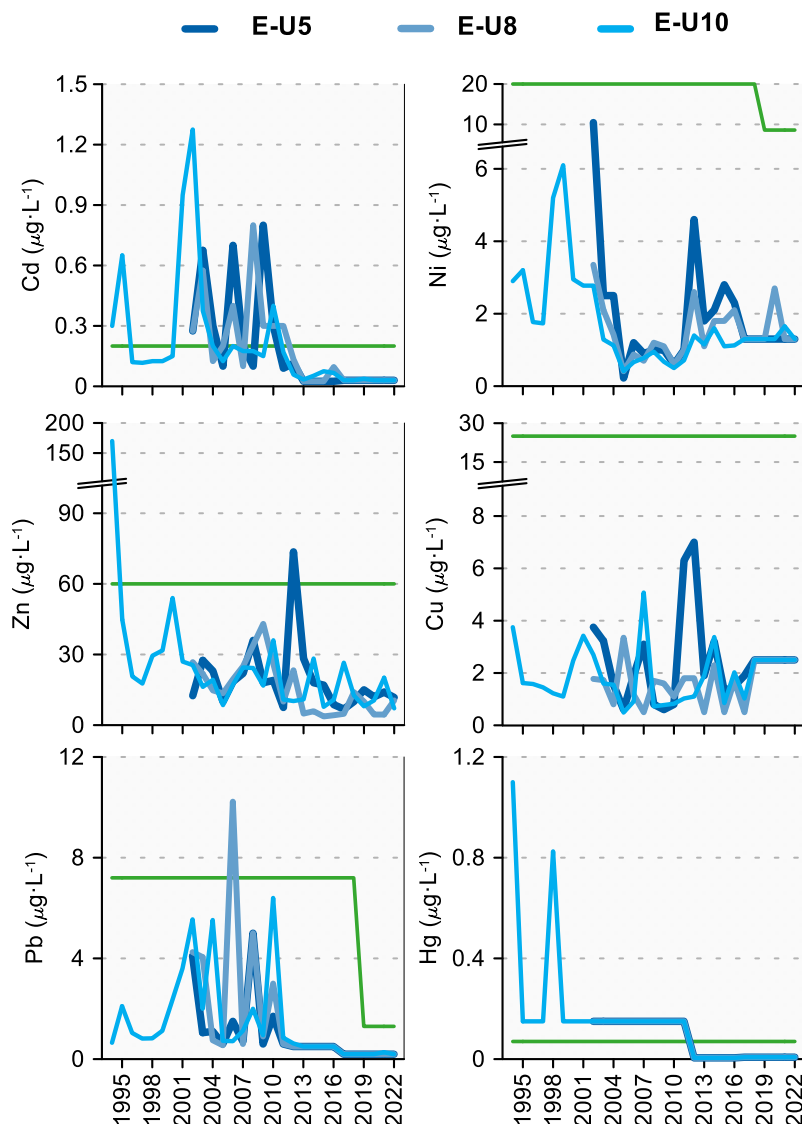


Figura 148 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Urola en el periodo que abarca desde 1996 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

12.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero de 2022. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años (Tabla 111). En 2022, los sedimentos de las tres estaciones son limo-arenosos, con un gradiente creciente en limos del interior al exterior del estuario. El contenido en materia orgánica es elevado para las tres estaciones (Tabla 111). El potencial redox y el contenido en materia orgánica presentan gran variabilidad temporal

sin una tendencia clara (Figura 149).

Tabla 111 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 Urola en la campaña de invierno de 2022.

E-U5 (Fecha de muestreo: 01/02/2022)				E-U10 (Fecha de muestreo: 01/02/2022)			
Gravas (%)	0,0	Cd	0,60	Gravas (%)	0,0	Cd	0,28
Arenas (%)	40,1	Cr	98	Arenas (%)	22,0	Cr	61
Limos (%)	59,9	Cu	68	Limos (%)	78,0	Cu	38
MO (%)	6,0	Hg	0,19	MO (%)	9,9	Hg	0,37
Eh (mV)	116	Ni	48	Eh (mV)	121	Ni	37
		Pb	82			Pb	56
		Zn	330			Zn	189
E-U8 (Fecha de muestreo: 01/02/2022)							
Gravas (%)	0,0	Cd	0,50				
Arenas (%)	37,0	Cr	68				
Limos (%)	63,0	Cu	52				
MO (%)	10,4	Hg	0,14				
Eh (mV)	-10	Ni	38				
		Pb	65				
		Zn	267				

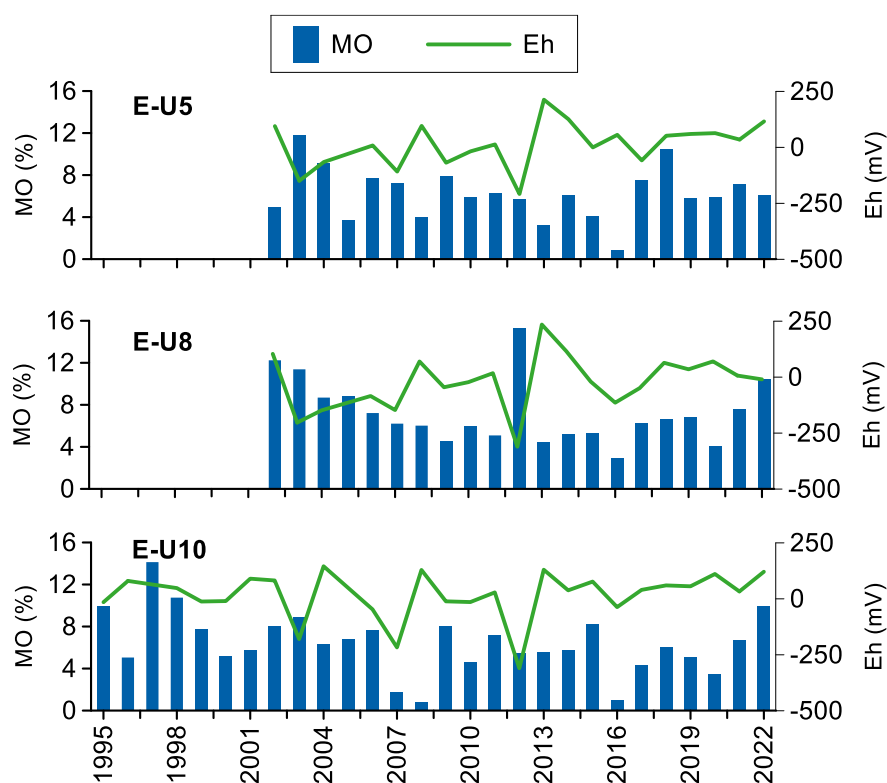


Figura 149 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Urola (muestreos de invierno).

Sin embargo, sí 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, en la estación E-U5 se observa una tendencia decreciente estadísticamente significativa en la concentración de Cu, Ni, Pb y Zn. En la estación E-U8 se observa tendencia decreciente significativa

en la concentración de Ni, Pb y Zn y creciente significativa de Cr. En la estación E-U10 la tendencia es decreciente significativamente en las concentraciones de Cd, Cu y Zn.

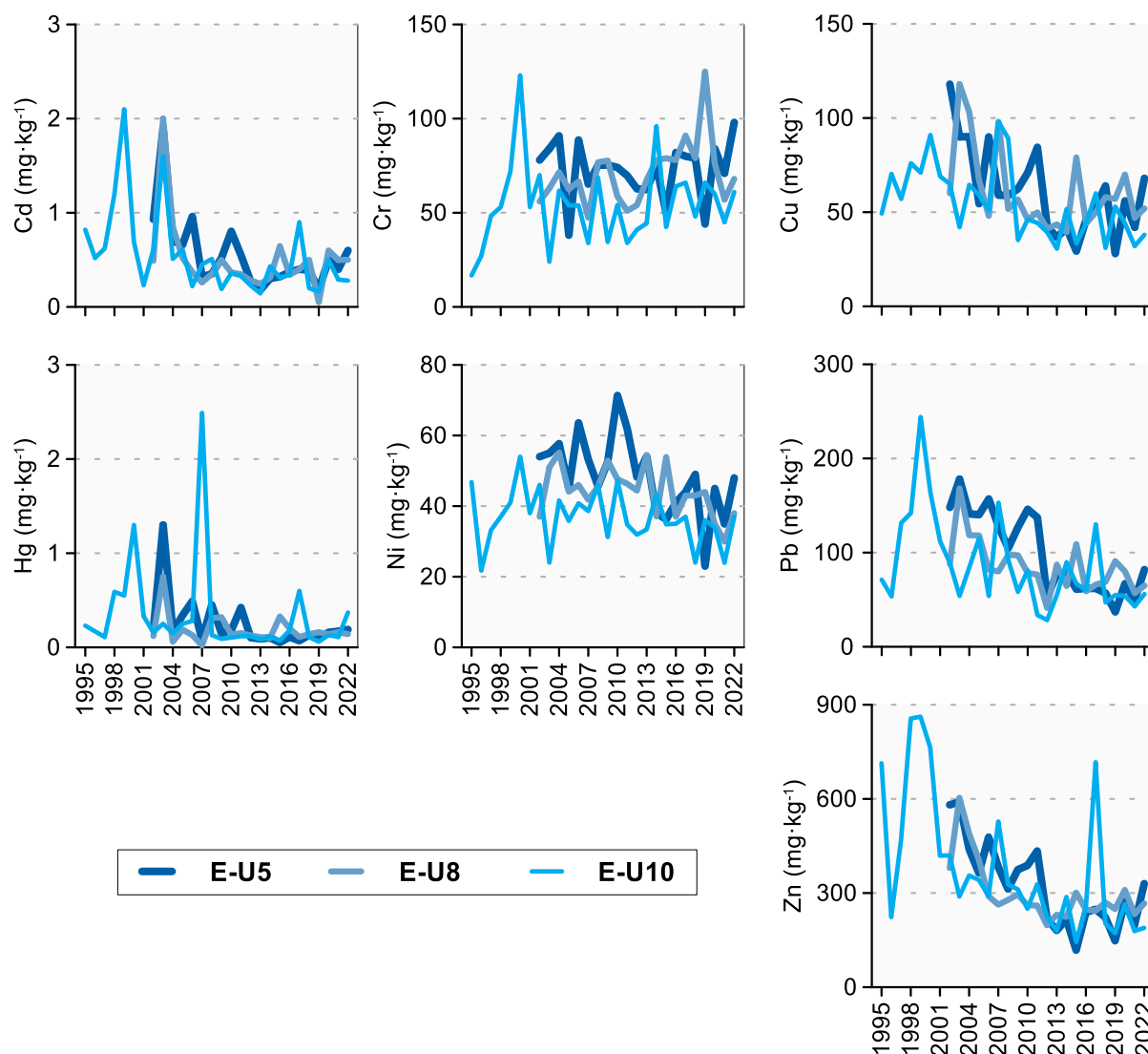


Figura 150 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg⁻¹) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Urola (muestréos de invierno).

12.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2022, los biomonitores (ostras, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-U10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo (Tabla 112) se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota). En el caso del mercurio, el valor obtenido supera la norma de calidad correspondiente para biota, pero esta norma se refiere a peces y no a bivalvos, por lo que no se considera en la evaluación.

Las ostras son filtradoras, pueden acumular contaminantes, por lo que son buenas indicadoras de su biodisponibilidad. De esta manera, los resultados en biomonitores, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, 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 112 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Urola en 2022, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores ($\mu\text{g kg}^{-1}$ 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	27	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,120	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 2022** osciló entre 0,2 y 27,6 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. El máximo se encontró en primavera, en aguas oligohalinas muestreadas en la zona superior del estuario (E-U5) durante la bajamar (Figura 151). Es llamativa la gran diferencia en la concentración de clorofila entre esa muestra (tomada a primera hora de la mañana) y la recogida en pleamar en el mismo punto (al comienzo de la tarde), a pesar de que la salinidad fue prácticamente idéntica en ambos casos. Esto señala la fuerte variabilidad a corta escala temporal que puede presentar el fitoplancton en esa zona del estuario y justifica que el muestreo se lleve a cabo en dos momentos del día.

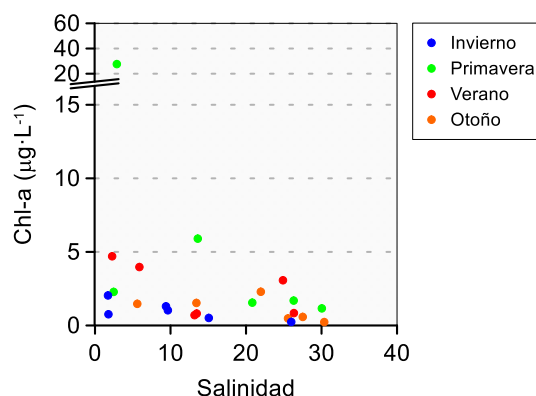


Figura 151 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Urola en las cuatro épocas de estudio durante 2022. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

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.

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, su tendencia en los últimos años ha sido de mejoría (Figura 152).

En la cabecera del estuario (E-U5) el P_{90} muestra oscilaciones de gran amplitud, como puede verse en la Figura 152. 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 tres periodos se encuentra estable en valores no muy elevados.

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 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), 2014 (46 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), 2015 (~300 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) y 2017 (114 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). Además, durante esa década se detectaron varios picos secundarios de unos 30-40 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 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 147). 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.

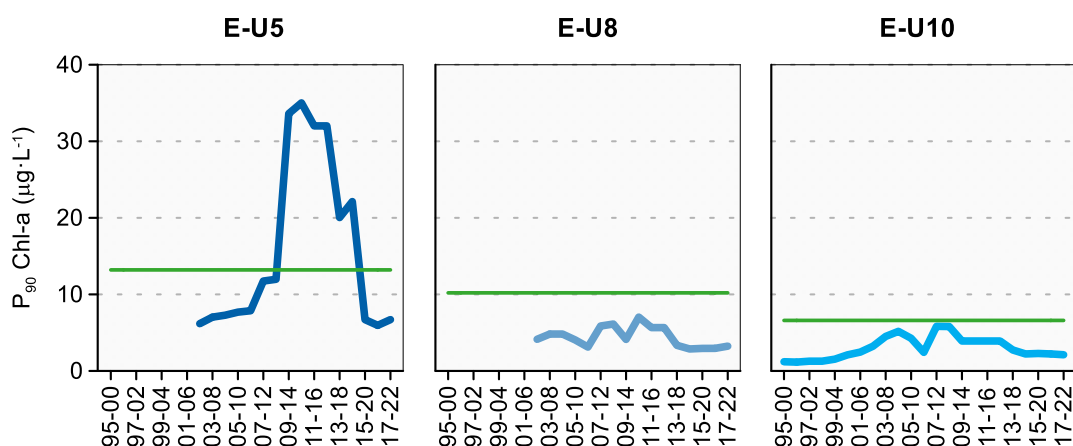


Figura 152 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Urola. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas oligohalinas (E-U5), mesohalinas (E-U8) y polihalinas (E-U10).

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 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) y el siguiente valor más alto en mayo de 2021 (108 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). En dicho estudio 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 2022 se dispone de datos de la estación E-U5 obtenidos en pleamar durante las campañas de primavera y verano (Tabla 113).

Tabla 113 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie, tomadas en pleamar, en la Masa de Agua de Transición del Urola.

Parámetro	Unidad	19/05/2022 E-U5	22/08/2022 E-U5
Abundancia	(10^3 células·L ⁻¹)	137	5702
Diversidad	(bit·cel ⁻¹)	1,9	1,5
Riqueza	(# taxa)	16	19

El análisis de las comunidades de fitoplancton realizado en años anteriores en E-U5 mostró floraciones de criptofíceas (*Urgorri complanatus*), dinoflagelados o euglenofíceas. En las muestras analizadas en 2022 las criptofíceas también fueron relativamente importantes.

La muestra de mayo de 2022 mostró una abundancia celular muy baja, pero hay que recordar que ésta no representa la comunidad que originó el pico de clorofila (el cual tuvo lugar en bajamar, como se describe más arriba). La muestra analizada estuvo compuesta principalmente por diatomeas pennales, criptofíceas (*Teleaulax* spp.) y pequeñas formas no identificables.

En la muestra de fitoplancton de agosto la salinidad medida en superficie fue ~6, bastante similar a la de mayo (~2). Esto indica que la influencia del río fue muy parecida. Sin embargo, en verano algunas criptofíceas presentaron abundancias típicas de bloom: *Teleaulax* spp. ($3,4 \cdot 10^6$ células·L⁻¹) y *Hemiselmis* spp. ($1,9 \cdot 10^6$ células·L⁻¹).

En relación con el **estado asociado al fitoplancton** (Tabla 114), en el último periodo de evaluación según la clorofila para el global de la masa de agua es **“Muy Bueno” (EQR = 0,935)**.

Tabla 114 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
2017-2022	E-U5	6,71	0,656
	E-U8	3,24	1,049
	E-U10	2,12	1,038
	Urola Transición	2,9172*	0,935

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

La estación E-U5 es la única con 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).

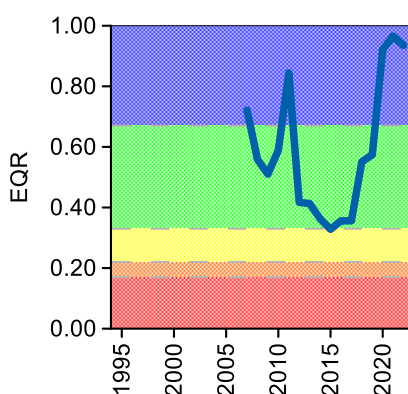


Figura 153 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Urola a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado).

12.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

En la presente campaña de 2022, la masa de agua de transición del Urola se dividió en seis zonas distintas para la evaluación de las macroalgas presentes (Figura 144). En la primera, que se extiende entre los espigones y los astilleros Balenciaga, se distingue un cinturón de 1,5-4 m de ancho algas

filamentosas del género *Ulva* (30-40% de cobertura) y, debajo, un cinturón de rodofíceas (*Caulacanthus ustulatus*, más abundante en la parte inferior del cinturón, y *Gelidium pusillum*, más abundante en la parte superior) de 1,5-2 m de ancho con hasta un 90% de cobertura. En la parte inferior de este último cinturón se observan moluscos filtradores (*Mytilus* sp. y *Ostrea* sp.) y ramoneadores (*Patella* sp.).

La segunda zona corresponde a las marismas de Santiago. En el dique que las separa del puerto deportivo se distingue un cinturón de *C. ustulatus* y *G. pusillum* con un 90% de cobertura, con una presencia de clorofíceas filamentosas del género *Ulva* reducida (franja de 40 cm de ancho y 90% de cobertura en los primeros 40 m de dique). En el fango adyacente a los bloques de la base del espigón desaparece el cinturón de clorofíceas laminares del género *Ulva* que se venía describiendo hasta la pasada campaña de 2019. En la zona contigua a la carretera N-634, se observa un cinturón de clorofíceas filamentosas de 2 m de ancho y 80% de cobertura. En las zonas adyacentes a los canales se observan clorofíceas laminares del género *Ulva* con 90% de cobertura, y un pequeño cinturón de *Fucus ceranoides*. En el tramo de escollera que cierra las marismas la franja de clorofíceas alcanza en algunos los 3 m de ancho y el 40% de cobertura, con pequeños ejemplares aislados de *F. ceranoides* en la parte más baja y manchas aisladas de *C. ustulatus* en algunas piedras, así como manchas aisladas de *G. pusillum* y, en las zonas de sombra, *Catenella caespitosa*. Por último, en la marisma destaca una pradera de *Spartina* sp. de 15.000 m² cuya extensión va aumentando con el tiempo.

La zona M-LU3 corresponde al arroyo Narrondo. En las paredes de la canalización, así como en las plataformas fangosas adyacentes, se desarrolla un cinturón de clorofíceas filamentosas del género *Ulva* de 2-3 m de ancho y 30-40% de cobertura, con algunas clorofíceas laminares del género *Ulva* en algunas zonas. También se distingue un cinturón continuo de la rodofícea *C. ustulatus* que, en algunas zonas, alcanza el 90% de cobertura. Por último, se vuelven a observar en la zona tres tramos con una estrecha banda de *F. ceranoides* (hasta 10 cm de ancho), manchas que se identificaron por primera vez desde que se iniciara el seguimiento en la pasada campaña de 2019.

La cuarta zona corresponde al tramo que discurre entre los astilleros Balenciaga y las islas de Bedua. Las plataformas fangosas, cubiertas en su parte alta por cantos de pequeño tamaño, albergan un cinturón de clorofíceas filamentosas del género *Ulva* de hasta 4 m de ancho con un 40-50% de cobertura. Sobre el fango, también se observan clorofíceas laminares del género *Ulva*, en grandes manchas conspicuas de hasta un 80% de cobertura. Se observa una banda de *F. ceranoides* de 4 m de ancho que llega a alcanzar un máximo del 40% de cobertura. Se han identificado también manchas de las rodofíceas *C. ustulatus* y *G. pusillum*, que en puntos concretos llegan a presentar una cobertura del 90%, así como de *C. ustulatus*. *Spartina* sp. ocupa grandes extensiones. En la presente campaña de 2022, desaparecen las matas de *Gracilaria* sp. que se identificaron en la pasada campaña de 2019, así como las manchas de *F. ceranoides* que en 2019 se encontraron junto al puente de Euskotren.

La zona M-EU5 corresponde a las islas de Bedua. Las playas de cantos y los tramos de muros se encuentran colonizados por clorofíceas filamentosas del género *Ulva* (30-80% de cobertura, la menor de las registradas hasta la fecha). Se observan también varias praderas de *Spartina* sp. de superficie considerable (120-7.000 m²). En algunos puntos se desarrollan manchas conspicuas de clorofíceas laminares del género *Ulva* (hasta 60% de cobertura), un cinturón de *F. ceranoides* (hasta 70%), y manchas de *Gracilaria* sp., aunque hay tramos en los que esta última especie llega a formar un cinturón bien definido (90% cobertura). También se observa un cinturón discontinuo de *Vaucheria* sp. Las islas se caracterizan por la vegetación halófila característica de las marismas de la costa vasca, con *Juncus maritimus* y *Halimione portulacoides*.

La zona M-EU6 es una zona de influencia fluvial. Los muros y taludes presentan un cinturón de clorofíceas filamentosas de 1,5 m de ancho y 90% de cobertura, mientras que los sustratos arenosos (con cantos de mediano tamaño) presentan, además, ejemplares dispersos de clorofíceas laminares

del género *Ulva*, así como matas y manchas aisladas de *Gracilaria* sp., *F. ceranoides* y *Vaucheria* sp. En algunos tramos *Bolboschoenus maritimus* llega a formar una banda de 3 m de ancho. Se encuentran también algunas manchas de *Spartina* sp. de entre 15 m² y 125 m².

En la Tabla 115 se muestran los resultados obtenidos en la presente campañas para cada uno de los indicadores de que consta el índice TMI, 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 115 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las zonas de la masa de agua de transición del Urola (TMI_{zona}), así como a nivel de estación (TMI_{estación}) y a nivel de estuario (TMI_{estuario}). 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: Estado Bueno; amarillo: Estado Moderado; naranja: Estado Deficiente).

Indicadores	ZONA					
	M-EU1	M-EU2	M-EU3	M-EU4	M-EU5	M-EU6
R	3	5	3	3	5	5
Ct	5	5	5	3	3	3
Cr	5	1	1	5	3	3
V/R	5	5	5	5	5	5
Suma	18	16	14	16	16	16
TMI _{zona}	0,875	0,750	0,625	0,750	0,750	0,750
Superficie (m ²)	22.210	62.100	8.300	35.000	72.000	7.400
Superficie relativa (% zona)	0,24	0,67	0,09	0,33	0,67	1,00
Estación	E-U10			E-U8		E-U5
TMI _{estación}	0,769			0,750		0,750
Superficie relativa (% estuario)	0,11	0,30	0,04	0,17	0,35	0,04
TMI _{estuario}	0,758					

La calificación obtenida en 2022 es de Buen Estado para cinco de las seis zonas analizadas, alcanzando el Muy Buen Estado la zona M-EU1. Con estos resultados, la calificación que corresponde a las tres estaciones a las que se adscriben y, por tanto, al global de la masa de agua es de **Buen Estado** (Tabla 115). Este resultado responde a los moderados-altos valores de riqueza de algas y a los bajos valores de cobertura de especies tolerantes y de ratio de cobertura de clorofíceas, respecto a la cobertura vegetal total. Sin embargo, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Por ello, 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 los poliquetos *S. eunateae* y *H. diversicolor*, el isópodo *C. carinata* y el gasterópodo *P. ulvae*. Se trata de taxones habituales en la 'Comunidad de *Scrobicularia plana*-*Cerastoderma edule*', habitual en los estuarios vascos. La densidad estimada para la presente campaña de 2022 (Tabla 116) se considera alta en relación con el promedio histórico de la estación (1.732 ind·m⁻²), mientras que riqueza específica, biomasa y diversidad, se encontrarían próximos a los respectivos promedios (9 taxa, 2,36 g·m⁻² y 1,9 bit·ind⁻¹, respectivamente). 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=3,2).

La segunda de las estaciones muestreadas en el estuario presenta una composición específica similar a la de las pasadas campañas, con dominancia de los poliquetos *H. diversicolor* y *S. eunateae*, del gasterópodo *P. ulvae*, del grupo de los oligoquetos y el bivalvo *S. plana*. Cabe resaltar la ausencia del anfípodo de origen asiático *G. japonica*, que apareció por primera en esta estación en la campaña de 2016. El valor estimado de densidad (Tabla 116) es bajo en comparación con el promedio histórico

(3.390 ind·m⁻²), con un valor de riqueza moderado (promedio histórico de 15 *taxa*). También en este caso, dominan las especies adscritas al GE III, aunque la presencia mayor de especies oportunistas de primer orden que en la estación anterior hace que la calificación de la estación E-U8 en función de AMBI sea de alteración moderada, con un valor de AMBI ligeramente mayor (3,3).

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 Urola. 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-U5	E-U8	E-U10
Densidad	(ind·m ⁻²)	3.349	1.097	3.987
Biomasa	(g·m ⁻²)	2,201	7,275	0,822
Riqueza	(# <i>taxa</i>)	9	15	13
Diversidad densidad	(bit·ind ⁻¹)	2,11	2,39	1,98
Equitabilidad densidad		0,66	0,61	0,54
Diversidad biomasa	(bit·g ⁻¹)	1,38	1,06	2,73
Equitabilidad biomasa		0,43	0,27	0,74
Diversidad máxima	(bit)	3,17	3,91	3,70
AMBI		3,227	3,329	3,299
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Moderada	Alteración Ligera
M-AMBI _{estación}		0,780	0,934	0,567
M-AMBI _{global}		0,673		

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 los poliquetos *S. eunateae* y *Alkmaria romijni*, seguidos por el grupo de los oligoquetos y por el isópodo *C. carinata*. Cabe citar, además, la presencia del anfípodo *G. japonica*. La densidad estimada para la estación (Tabla 116) es alta en comparación con el promedio histórico (1.902 ind·m⁻²), con riqueza y diversidad del orden de los valores promedios (14 *taxa* y 2,1 bit·ind⁻¹) y biomasa baja. Como en las dos estaciones anteriores, dominan las especies adscritas al GE III, con abundancia relativa moderada de especies oportunistas de segundo orden, y una calificación de la estación en función de AMBI de alteración ligera (AMBI=3,3).

Los valores de M-AMBI estimados para 2022 indican Muy Buen Estado para las dos estaciones más interiores, con Buen Estado en la zona exterior (Tabla 116). 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.

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). 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 (alrededor de 10.000 m³) a la playa adyacente.

Por último, para el global de la masa de agua, la calificación obtenida a partir de los resultados de la presente campaña de 2021 es de **Buen Estado** debido a la mayor superficie relativa de la que es representativa la estación E-U10.

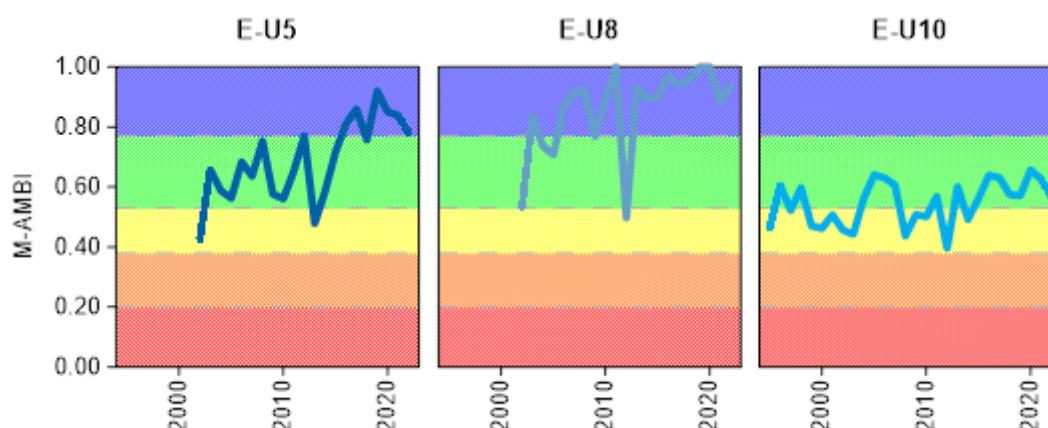


Figura 154 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua de Transición del Urola a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

12.3.4. Fauna ictiológica

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2022. 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; Martínez y Adarraga, 2005, 2006; Dauvin, et al., 2009).

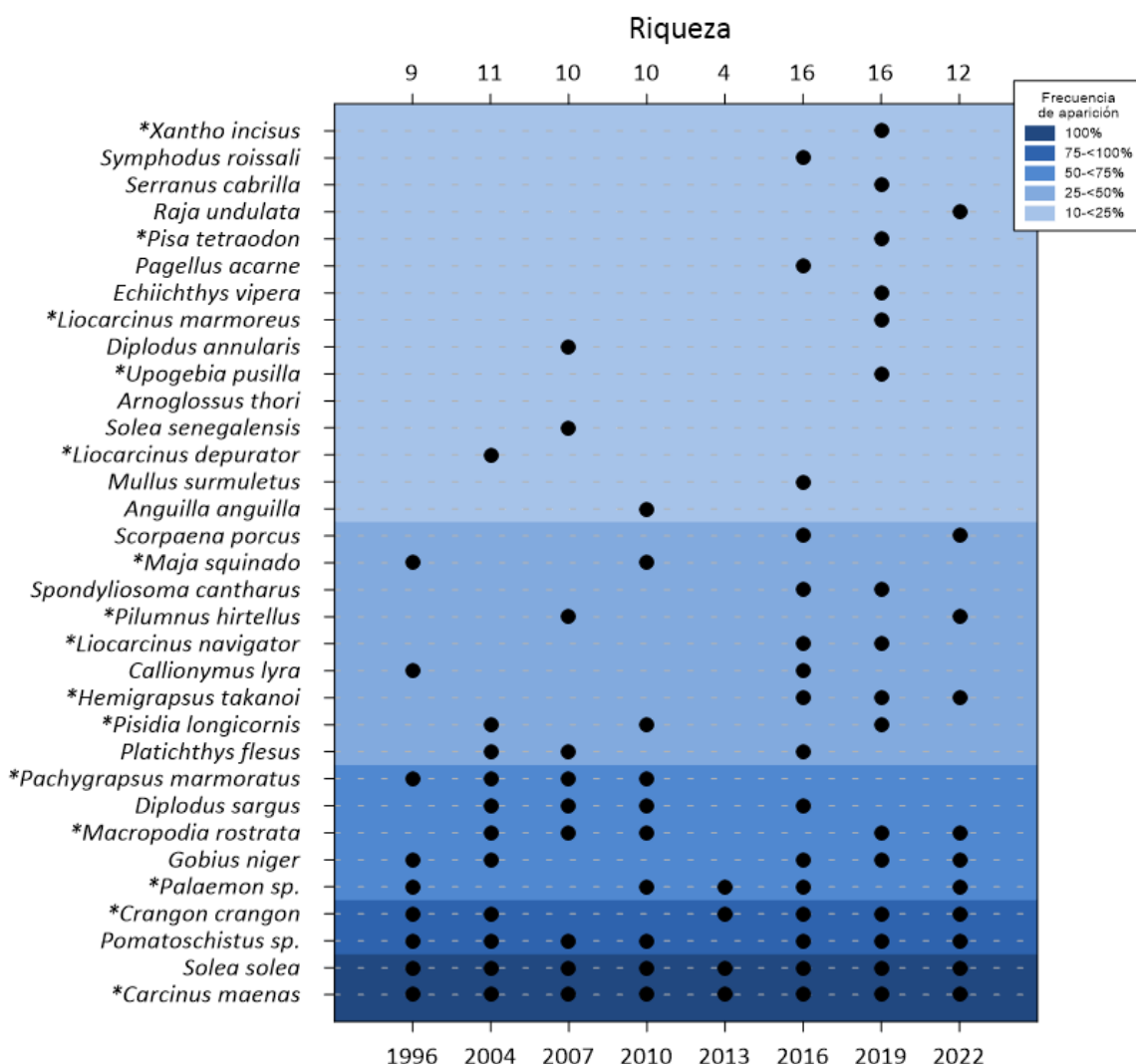


Figura 155 Listado de especies capturadas en el estuario del Urola (1996-2022). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

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”.

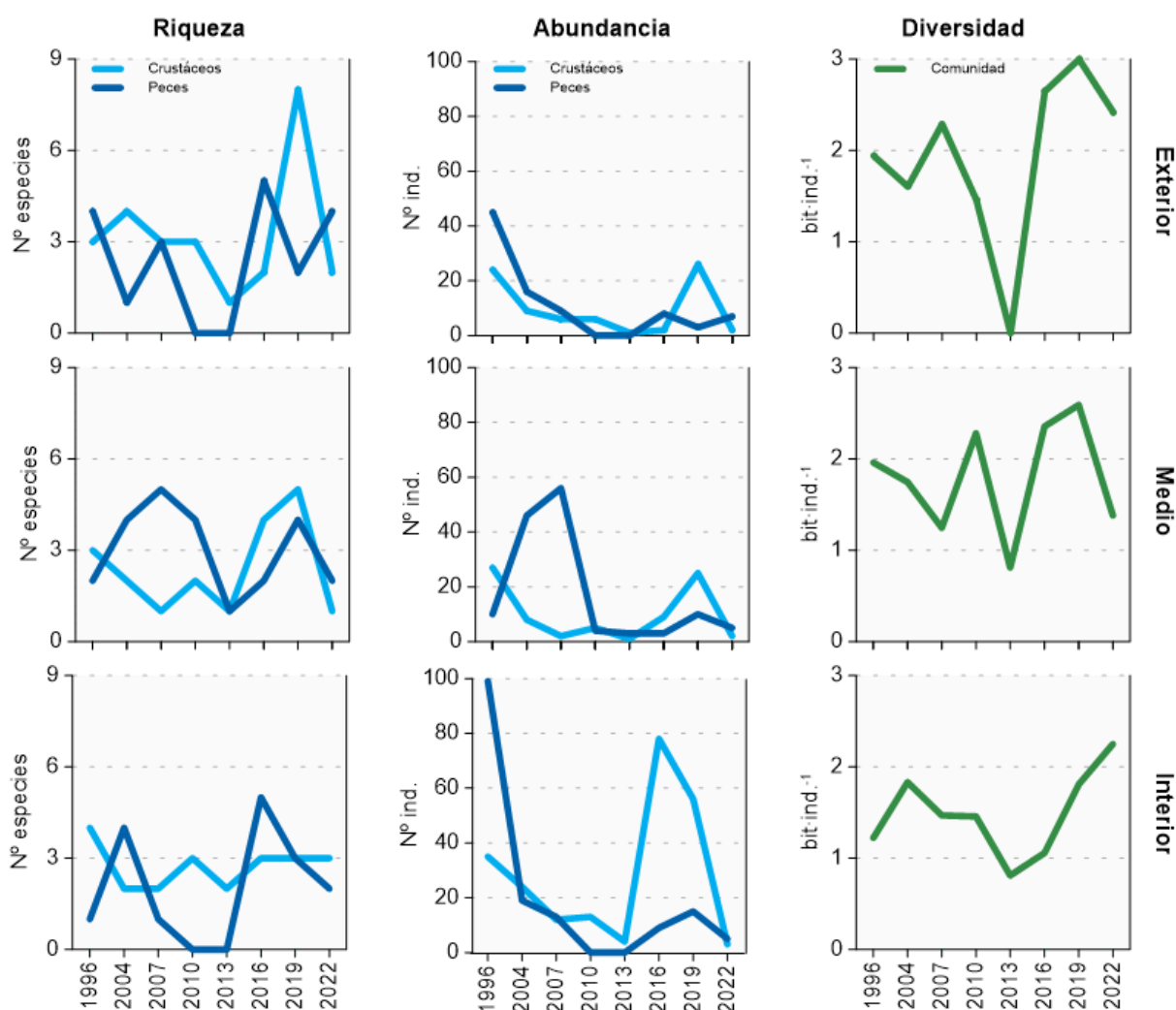


Figura 156 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Urola entre 1996 y 2022.

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.

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.

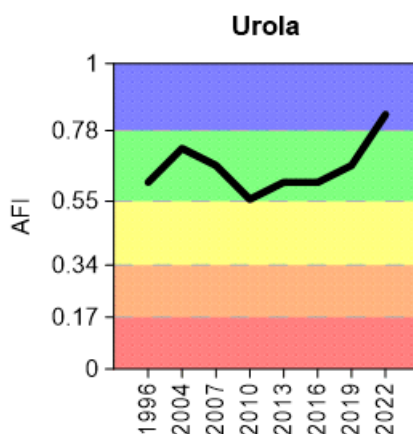


Figura 157 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Urola entre 1996 y 2022. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: $\geq 0,78$; Bueno: $0,55-0,78$; Moderado: $0,34-0,55$; Deficiente: $0,17-0,34$ Malo: $\leq 0,17$). AFI: AZTI's Fish Index.

12.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2022 no ha habido actuaciones que modificaran significativamente los indicadores hidromorfológicos. El estado general de la masa es de buen estado hidromorfológico, debido a algunas alteraciones ligeras.

13.

Masa de agua 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.

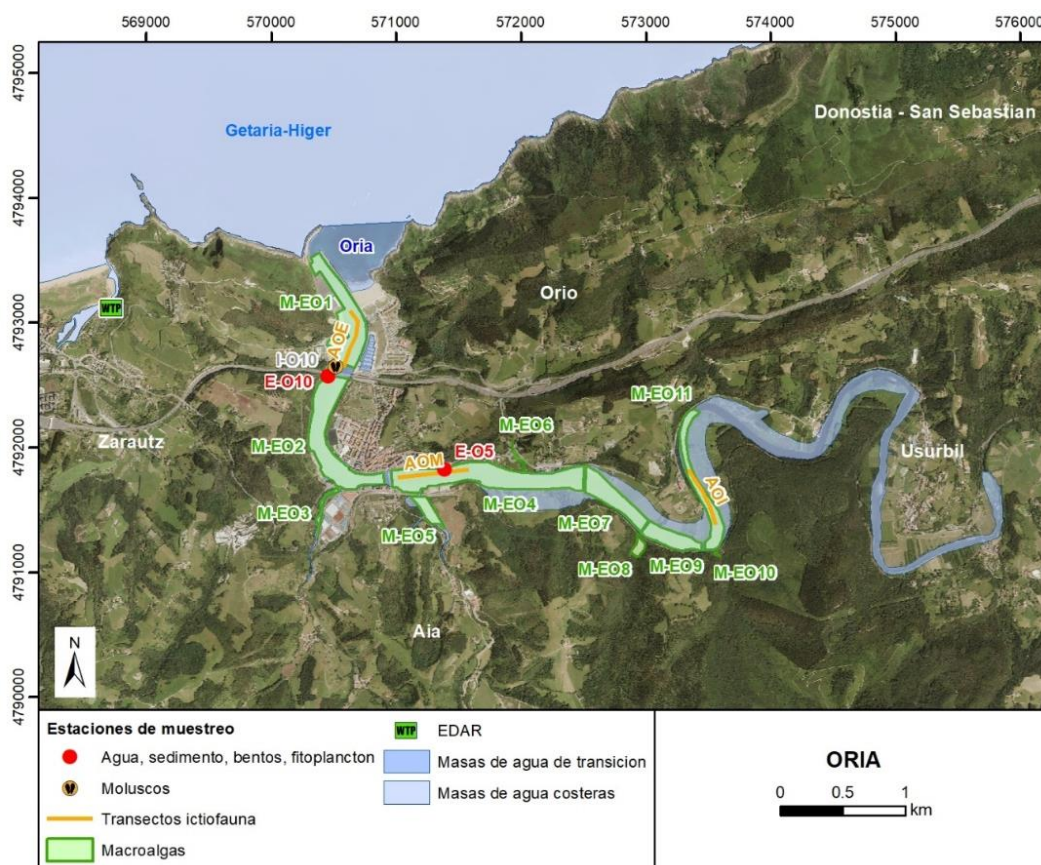


Figura 158 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Oria.

La masa de agua de transición del Oria se diagnostica en la campaña 2022 en un estado bueno puesto que tanto el estado ecológico como el químico se diagnostican en buen estado (Tabla 117 y Figura 159). Esta situación de cumplimiento de objetivos medioambientales se ha dado los últimos cinco años, puesto que en 2017 no cumplió el estado ecológico (Figura 159).

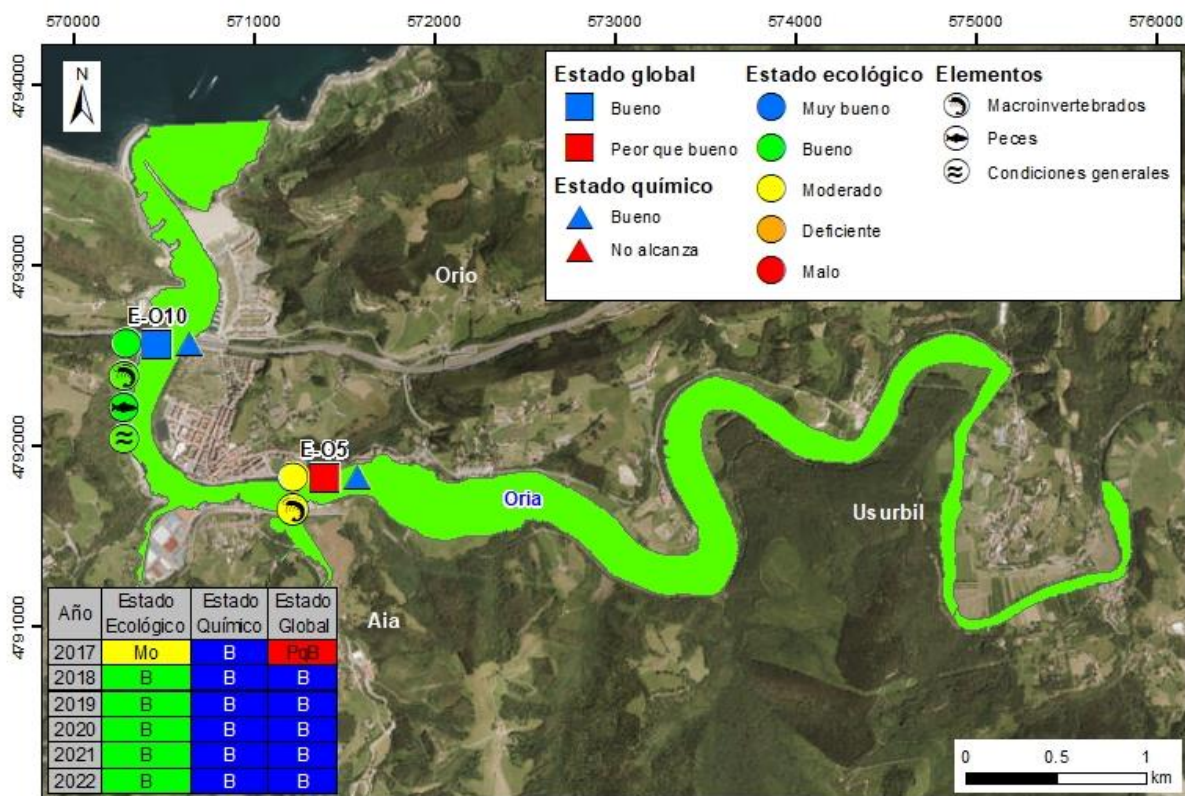


Figura 159 Masa de agua de transición del Oria: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 117 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Oria en 2022. 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	Oria (rampa)	Mo	B	MB	Mo	Mo	B	MB	Mo	Mo	B	PqB
E-O10	Oria (puente de la autopista)	B	B	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	B
Oria Transición		B	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B

Desde que se realizó en 2004 el 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 m³ 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 m³ de sedimento.

13.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

13.2.1. Aguas

13.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2022, 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, la estación E-O5 cumple los objetivos de calidad, ya que la media calculada para cada variable en los últimos seis años se califica como en estado “Muy Bueno” (Tabla 118). La estación E-O10 presenta un estado “Muy Bueno” para la saturación de oxígeno y para la concentración de amonio y fosfato, siendo “Bueno” el estado del nitrato (Tabla 118).

Tabla 118 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		98,60	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L-1	≤34,3	1,6	4,98	Muy Bueno
			Nitrato	μmol·L-1	≤121,3	1,6	37,64	Bueno
			Fosfato	μmol·L-1	≤3,39	0,16	0,73	Muy Bueno
E-O10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		92,14	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L-1	≤18,6	1,6	4,13	Muy Bueno
			Nitrato	μmol·L-1	≤52,3	1,6	28,37	Bueno
			Fosfato	μmol·L-1	≤1,82	0,16	0,45	Muy Bueno

En cuanto a la evolución temporal del percentil 25 (P₂₅) 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 160).

En la Figura 161 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual 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 2022. En las series de datos disponibles se observa una tendencia significativa (p<0,05) al aumento de la saturación de oxígeno en la estación E-O5 y al descenso de la concentración de fosfato en la estación E-O10 (Figura 161).

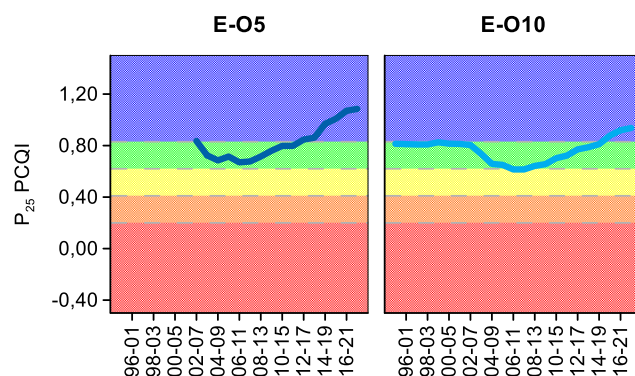


Figura 160 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de las estaciones de muestreo E-O5 y E-O10 de la masa de agua de transición del Oria. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

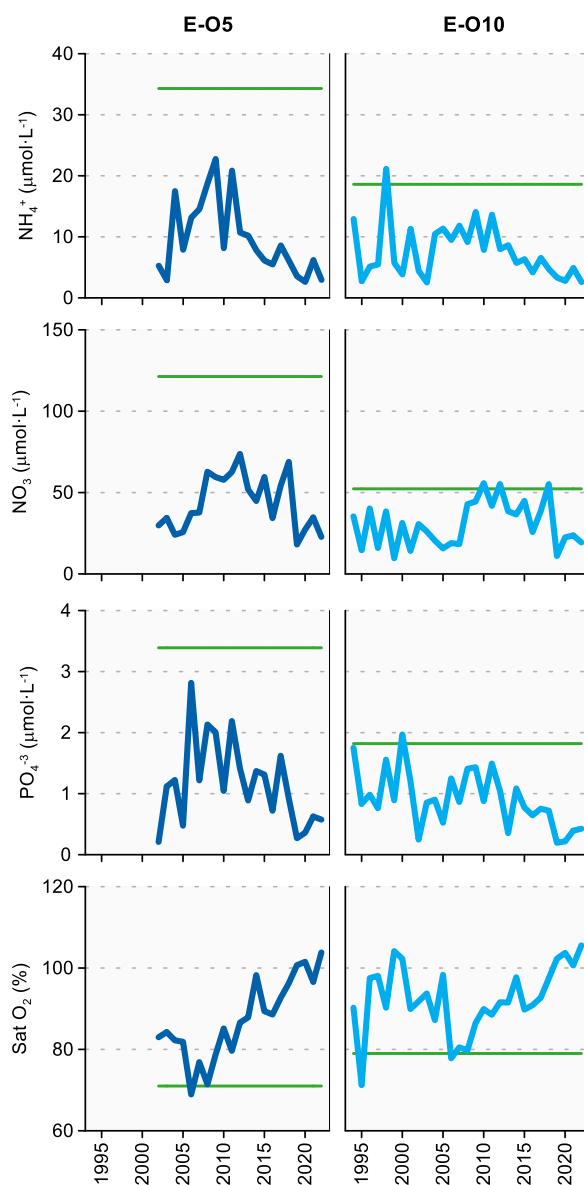


Figura 161 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones E-O5 y E-O10 de la masa de agua de transición del Oria en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

El resto de las variables no presenta tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo en ninguna de las estaciones consideradas (E-O5 y E-O10), aunque con mejoría desde 2005-2010 (Figura 161). En general, predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra” en la que se observa que se cumplen casi en su totalidad los objetivos de calidad 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.

13.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado siendo también muy bueno para las dos estaciones de la masa (Tabla 119), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 119 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua de transición del Oria en 2022.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-O5	E-O10	Global
Zinc	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	60	9	7	13,0	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Físicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2022 indica que, en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el buen estado químico (Tabla 120).

Tabla 120 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oria en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-O5	E-O10	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	0,0006	<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	0,0009	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	0,0008	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0007	0,0011	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0014	0,0027	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	0,00034	<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 2008, esta masa viene cumpliendo el estado químico, excepto en 2011, en que no se alcanzó por presencia del sumatorio de Benzo(g,h,i)perileno e Indeno(1,2,3-cd)pireno en la estación E-O10. En 2022, 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 además la NCA-CMA, siendo un dato cercano a la norma. Como ya se ha explicado en la introducción y se verá en la sección de biomonitores, 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.

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.

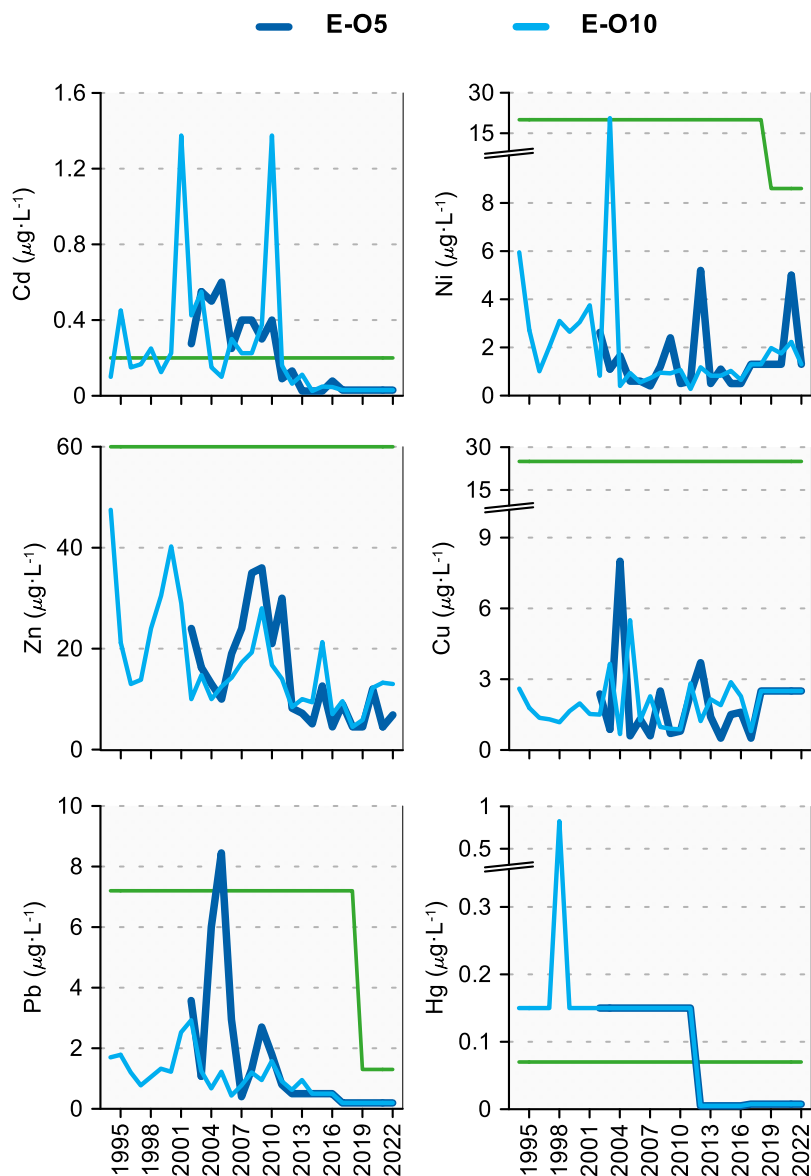


Figura 162 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Oria en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

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).

13.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero de 2022 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 121). 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 el descenso discontinuo en el contenido en materia orgánica (Figura 163). No se observan tendencias claras en estos parámetros en la estación E-O5.

Tabla 121 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 μm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, peso seco) y compuestos orgánicos ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 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 2022.

E-O5 (Fecha de muestreo: 01/02/2022)				E-O10 (Fecha de muestreo: 01/02/2022)			
Gravas (%)	0,0	Cd	0,50	Gravas	1,0	Cd	0,15
Arenas (%)	35,8	Cr	58	Arenas	94,3	Cr	38
Limos (%)	64,2	Cu	61	Limos (%)	4,7	Cu	32
MO (%)	7,2	Hg	0,34	MO (%)	2,8	Hg	0,08
Eh (mV)	-66	Ni	34	Eh (mV)	360	Ni	27
		Pb	73			Pb	36
		Zn	252			Zn	127

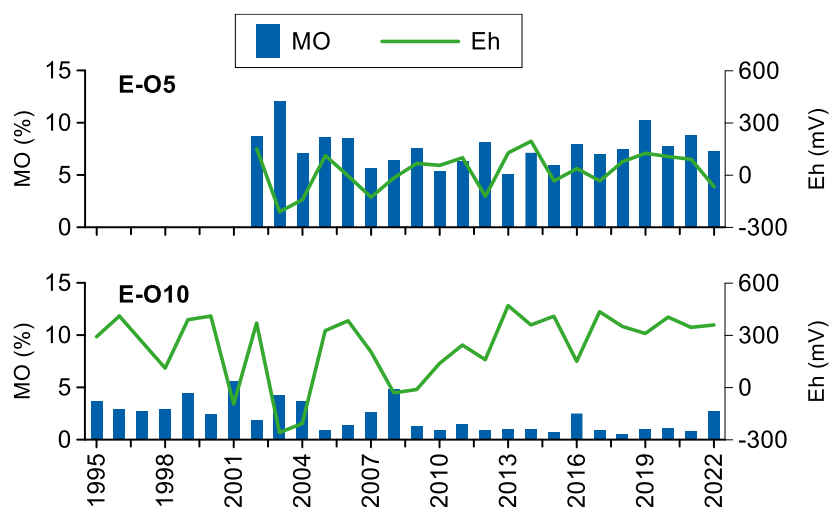


Figura 163 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Oria (muestreos de invierno).

En relación con el contenido en metales, en la campaña de 2022 se obtiene mayor concentración en todos los metales en la estación más interna (E-O5), de sedimento limo-arenoso y mayor contenido en materia orgánica, que el sedimento más externo (Tabla 121).

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, que se ha truncado en los años más recientes. Por el contrario, la estación más interior, E-O5, muestra una tendencia descendente significativa en Cu.

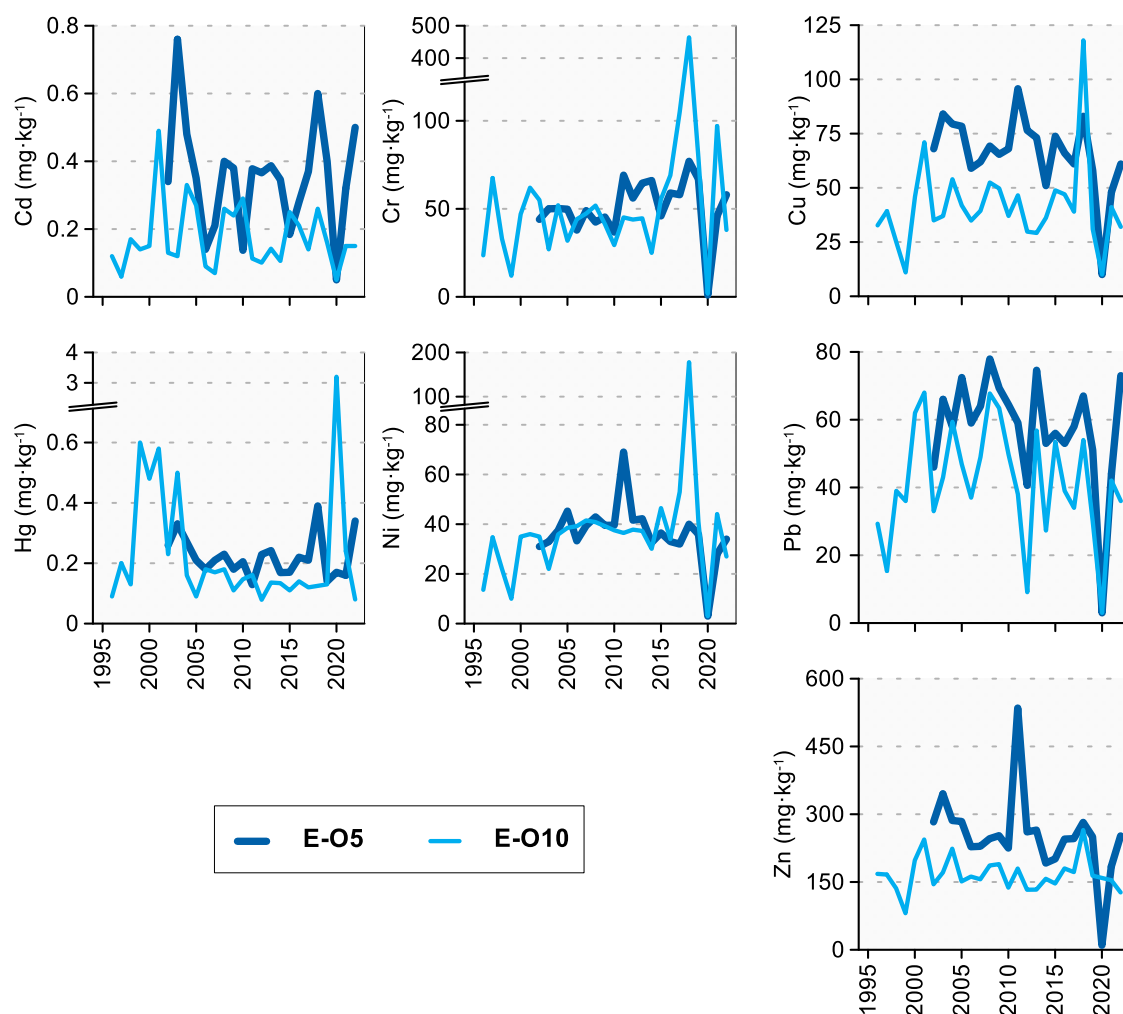


Figura 164 Evolución temporal de la concentración de metales ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Oria (muestréos de invierno).

13.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2022, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-O10. Los resultados obtenidos en dicho muestréo se presentan en la Tabla 122, donde los valores registrados se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota).

Tabla 122 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oria en 2022, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores ($\mu\text{g kg}^{-1}$ 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	0,401	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,039	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, los resultados en biomonitores, de cara a la evaluación del estado químico sobre la misma sustancia o familia, 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 el biomonitores el Benzo(a)pireno no supera la NCA-biota. 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 2022** osciló entre valores cercanos al límite de cuantificación, en invierno y otoño, y un fuerte pico de $52,1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ medido en primavera en la estación más interna y asociado a aguas mesohalinas (Figura 165).

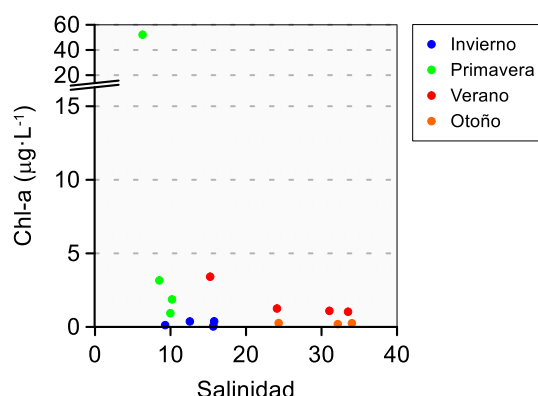


Figura 165 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Oria en las cuatro épocas de estudio durante 2022. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

El pico de 2022 se midió en bajamar, observándose en el momento del muestreo (a primeras horas de la mañana) una coloración marrón-rojiza en el agua. Exceptuando el máximo medido en mayo, los valores fueron 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). El máximo de mayo de 2022 fue muy similar al mayor pico registrado hasta entonces, el de mayo de 2019 ($42,5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$); ambos se observaron en la estación E-O5 en bajamar y pudieron verse favorecidos por la escasez de lluvias y el tiempo soleado que se mantuvo durante varios días antes. La temperatura del agua y la salinidad fueron muy similares entre esos blooms ($16\text{--}17^\circ\text{C}$; $6\text{--}11$ USP).

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.

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 $3 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). 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).

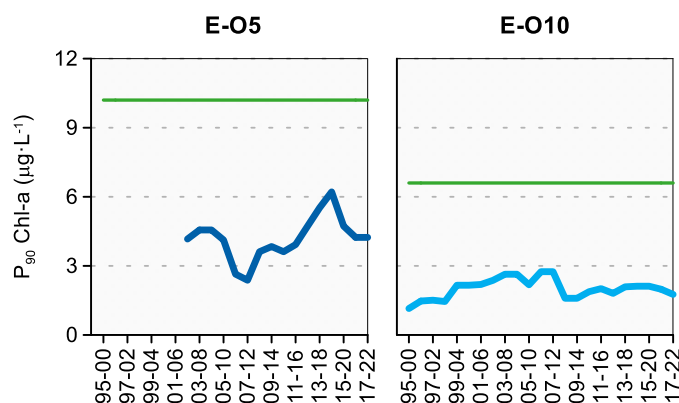


Figura 166 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oria. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas mesohalinas (E-O5) y polihalinas (E-O10).

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en 2022 no se tomaron muestras para la caracterización de estas variables en el estuario del Oria (al igual que en 2020 y 2021). 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 123 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 un **EQR = 0,890**.

Tabla 123 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 (µg·L ⁻¹)	Chl-a
2017-2022	E-O5	4,24	0,802
	E-O10	1,76	1,250
	Oria Transición	3,3224*	0,890

(*) 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.

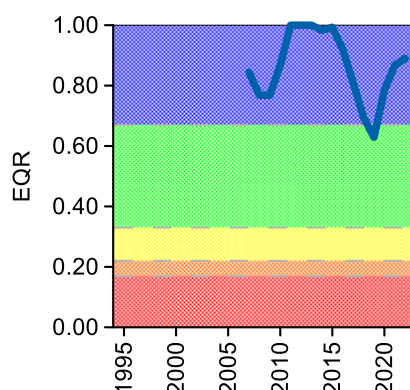


Figura 167 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Oria a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) 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 2022 corresponde a la campaña de 2021. En la Tabla 124 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 124 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 de la Red, con Buen Estado tanto para el tramo exterior, como 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 124), 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.

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.

13.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un tramo interno en el que la comunidad de macroinvertebrados se encuentra dominada por los oligoquetos, seguido por el isópodo *C. carinata* y por el poliqueto *H. diversicolor*, todas ellas especies características de la 'Comunidad de *Scrobicularia plana*-*Cerastoderma edule*'.

En cualquier caso, respecto a los oligoquetos, se puede señalar que constituyen un grupo de especies

pertenecientes a varias familias entre las que no suelen faltar Tubificidae y Enchytraeidae. El grupo como tal presenta ciertas características de interés medioambiental. Por ejemplo, este grupo se ha asociado a la presencia de fibra vegetal o materia orgánica, componentes del sedimento que propician el desarrollo de poblaciones bacterianas de las que obtienen gran parte de sus nutrientes (Kathman *et al.*, 1984; Denis, 1983). Igualmente, en otras ocasiones su presencia se ha relacionado con el enriquecimiento orgánico (Bamber y Spencer, 1984) y, también, con los medios de baja salinidad, tales como ciertas áreas de los estuarios, generalmente las más internas (Sola, 1994).

Los valores de densidad y de riqueza estimados para la presente campaña de 2022 (Tabla 125) son inferiores a los promedios históricos para la estación (3.130 ind·m⁻² y 11 *taxa*). La dominancia de especies oportunistas de primer orden, que se adscriben al GE V, representadas sobre todo por los oligoquetos, con una importante densidad relativa también de especies tolerantes (GE III) hace que la estación quede calificada como moderadamente alterada, en términos de AMBI (5,0).

Tabla 125 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)	2.440	31
Biomasa	(g·m ⁻²)	3,331	0,057
Riqueza	(# <i>taxa</i>)	9	7
Diversidad densidad	(bit·ind ⁻¹)	1,56	2,19
Equitabilidad densidad		0,49	0,78
Diversidad biomasa	(bit·g ⁻¹)	1,35	1,25
Equitabilidad biomasa		0,43	0,45
Diversidad máxima	(bit)	3,17	2,81
AMBI		4,987	2,950
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Ligera
M-AMBI _{estación}		0,525	0,593
M-AMBI _{global}		0,550	

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 125), previene de hablar de especies dominantes. Por otro lado, la riqueza específica estimada para la presente campaña es del orden del valor promedio para la serie histórica (8 *taxa*), como también lo es la diversidad (promedio de 1,9 bit·ind⁻¹). Por último, la mayor parte de la densidad corresponde a especies tolerantes a la alteración del medio (GE III), por lo que la estación presenta alteración ligera, según AMBI (3,0).

Los valores de M-AMBI para 2022 indican Estado Moderado para la estación más interior y Buen Estado para la exterior, con **Buen Estado** global para el conjunto de la masa de agua (Tabla 125).

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. Sin embargo, es importante destacar la fuerte reducción que se ha registrado tanto en la pasada campaña de 2021, como en la presente campaña de 2022, en la que la calificación ha pasado de buena a moderada. 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 m³ 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).

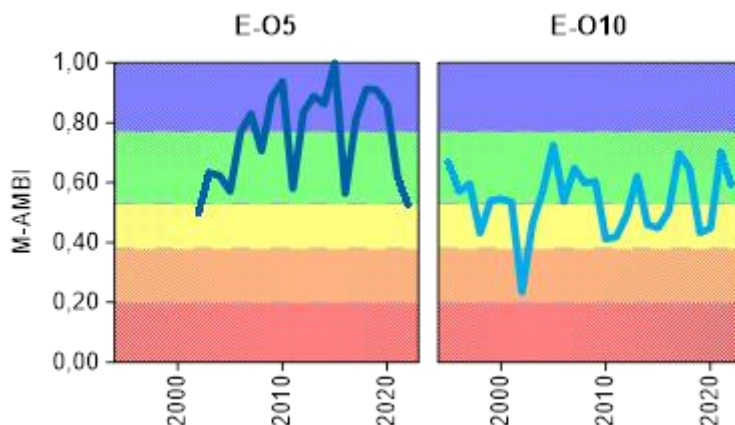


Figura 168 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua de Transición del Oria a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

13.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2021. 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.

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).

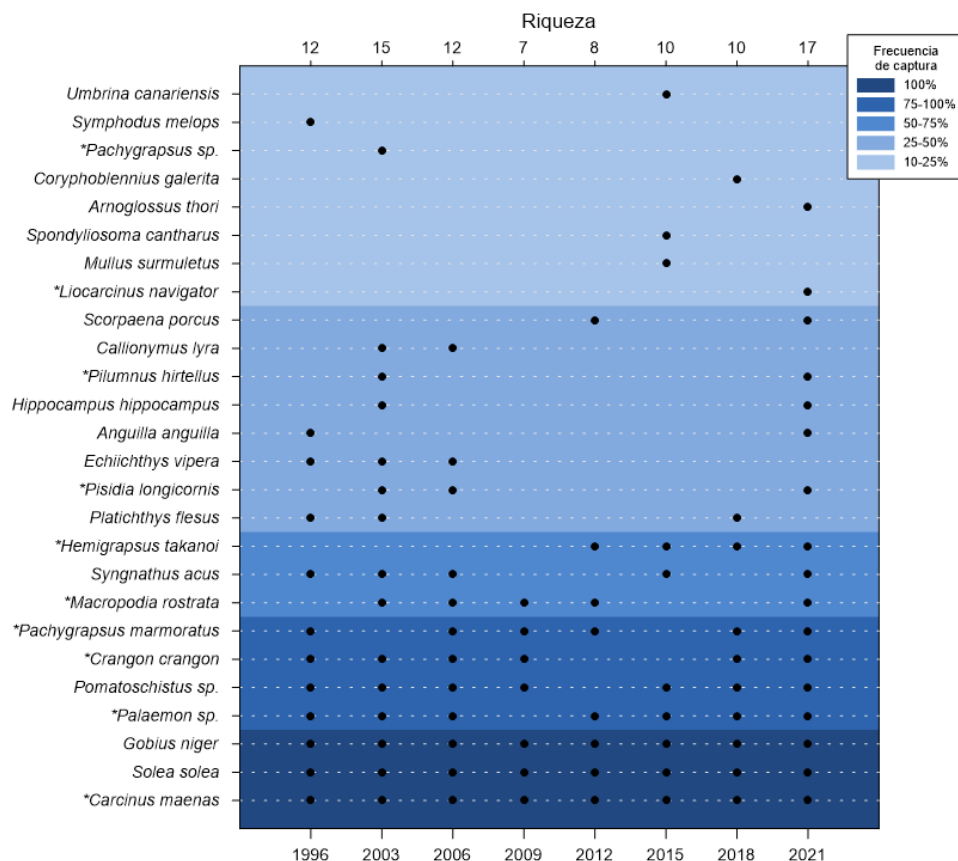


Figura 169 Listado de especies capturadas en el estuario del Oria (1996-2021). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

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.

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 de la masa de agua del Oria 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.

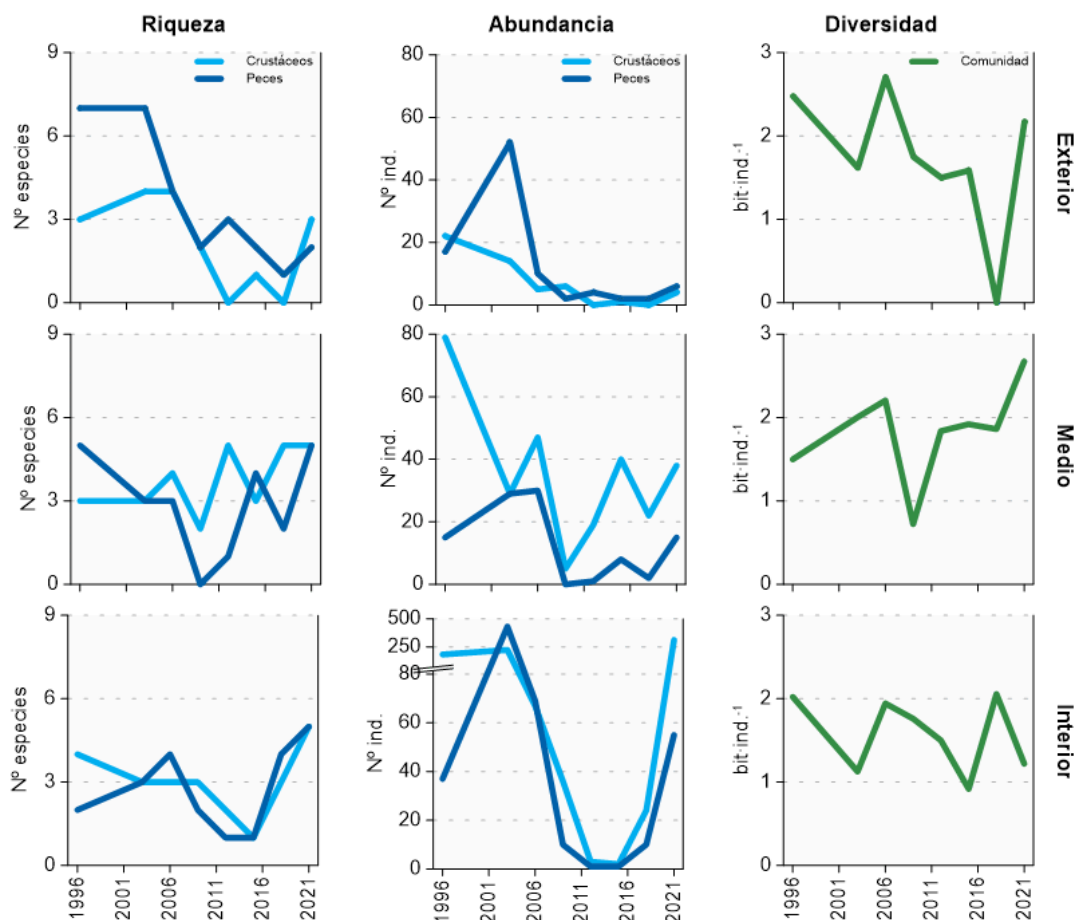


Figura 170 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Oria entre 1996 y 2021.

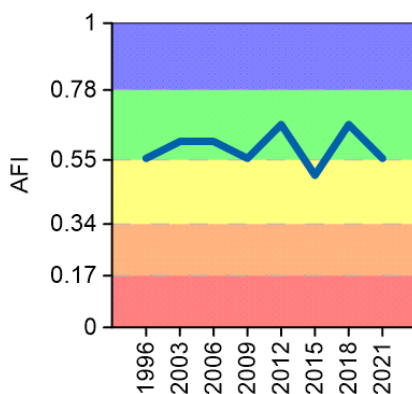


Figura 171 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Oria entre 1996 y 2021. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: $\geq 0,78$; Bueno: $0,55-0,78$; Moderado: $0,34-0,55$; Deficiente: $0,17-0,34$ Malo: $\leq 0,17$). AFI: AZTI's Fish 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. Este indicador se califica en moderado estado, debido a la canalización del estuario en su parte media y externa, y a las infraestructuras existentes.

14.

Masa de agua 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).

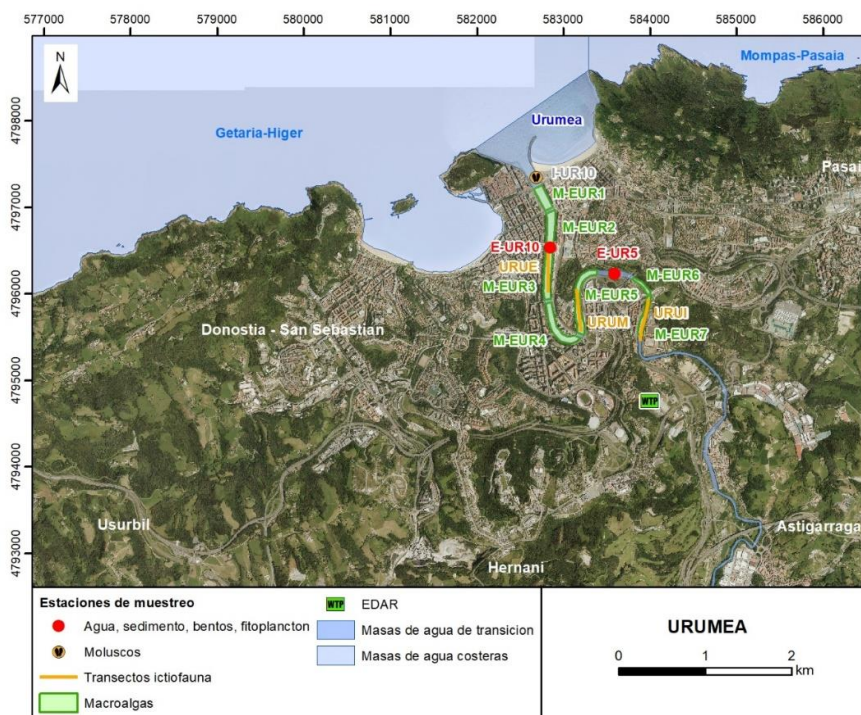


Figura 172 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Urumea.

La masa de agua de transición muy modificada del Urumea se diagnostica en la campaña 2022 en un estado bueno, puesto que alcanza tanto el buen estado químico como el buen potencial ecológico, aunque los macroinvertebrados de la parte interna muestran un potencial moderado (Tabla 126 y Figura 173). Esta situación de cumplimiento de objetivos medioambientales se ha dado en los últimos seis años analizados (Figura 173).

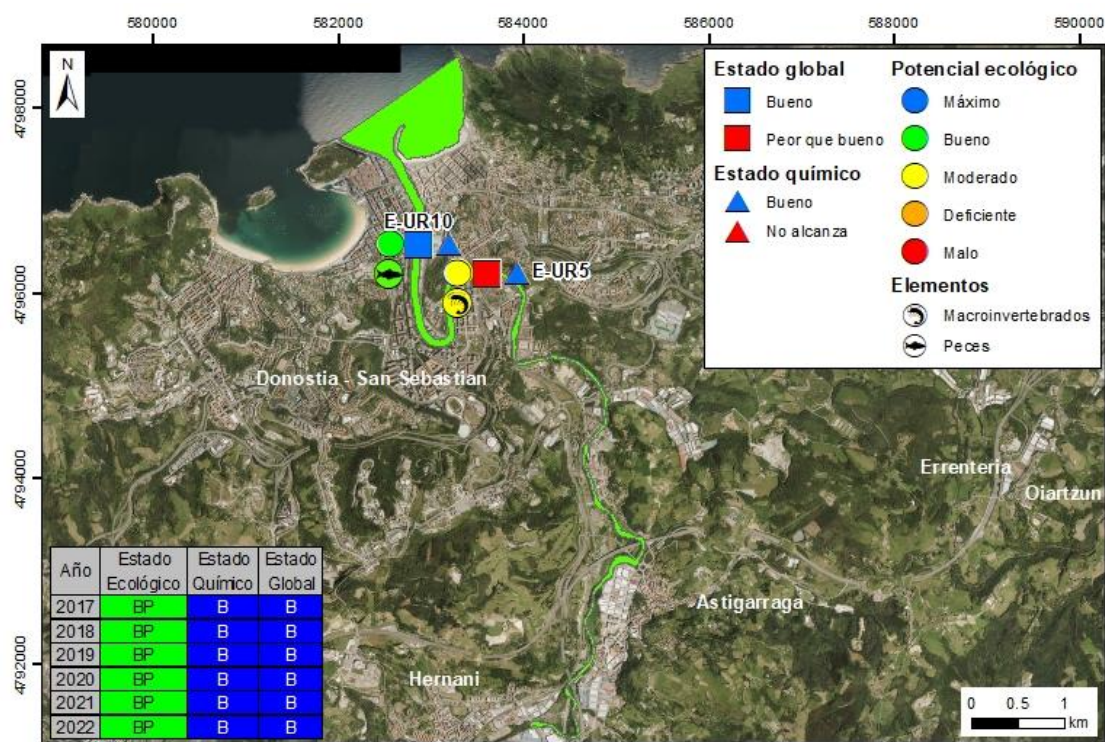


Figura 173 Masa de agua de transición muy modificada del Urumea: Calificación del Potencial Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 126 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Urumea en 2022. 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)	PMo	BP	BP	PMo	PMo	MB	MB	PD	PMo	B	PqB
E-UR10	Donostia (puente de Santa Catalina)	MP	BP	MP	PMo	BP	MB	MB	PD	BP	B	B
Urumea Transición		MP	BP	BP	PMo	BP	MB	MB	PD	BP	B	B

Desde que se realizó en 2004 el 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. Físicoquímica general

En la Tabla 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2022, 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 físicoquímica, 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 127). La masa de agua de transición de Urumea se encuentra en un estado físicoquímico “Muy Bueno” (Tabla 127).

Tabla 127 Evaluación del Estado Físicoquímico 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		97,25	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 51,6$	1,6	3,61	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 212,5$	1,6	29,88	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 5,13$	0,16	0,42	Muy Bueno
E-UR10	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		99,01	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 34,3$	1,6	3,74	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 121,3$	1,6	18,42	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 3,39$	0,16	0,29	Muy Bueno

La estación E-UR5 presenta una tendencia estadísticamente significativa del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años, y la E-UR10 aumenta desde 2011, aunque ambas estaciones se mantienen en un estado físicoquímico “Muy Bueno” a lo largo de la serie temporal (Figura 174).

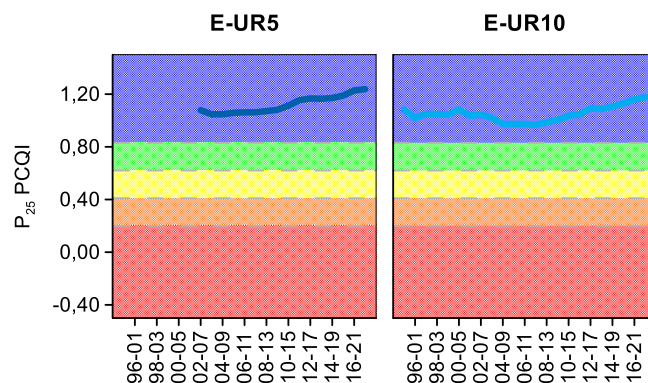


Figura 174 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado físicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de las estaciones de muestreo E-UR5 y E-UR10 de la masa de agua de transición del Urumea. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 175 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el estuario (E-UR5 y E-UR10) en el periodo de 1994 a 2022. Respecto a las concentraciones de amonio, nitrato y fosfato se aprecia un patrón de “dientes de sierra” con cumplimiento de objetivos de calidad en todos los años de la serie temporal. Se observa que la saturación de oxígeno aumenta significativamente ($p<0,05$) en la estación E-UR5 y el fosfato desciende significativamente ($p<0,05$) en ambas estaciones (E-UR5 y E-UR10) a lo largo del periodo de estudio (Figura 175). Además, en la estación E-UR10 también se aprecia una disminución significativa ($p<0,05$) del amonio.

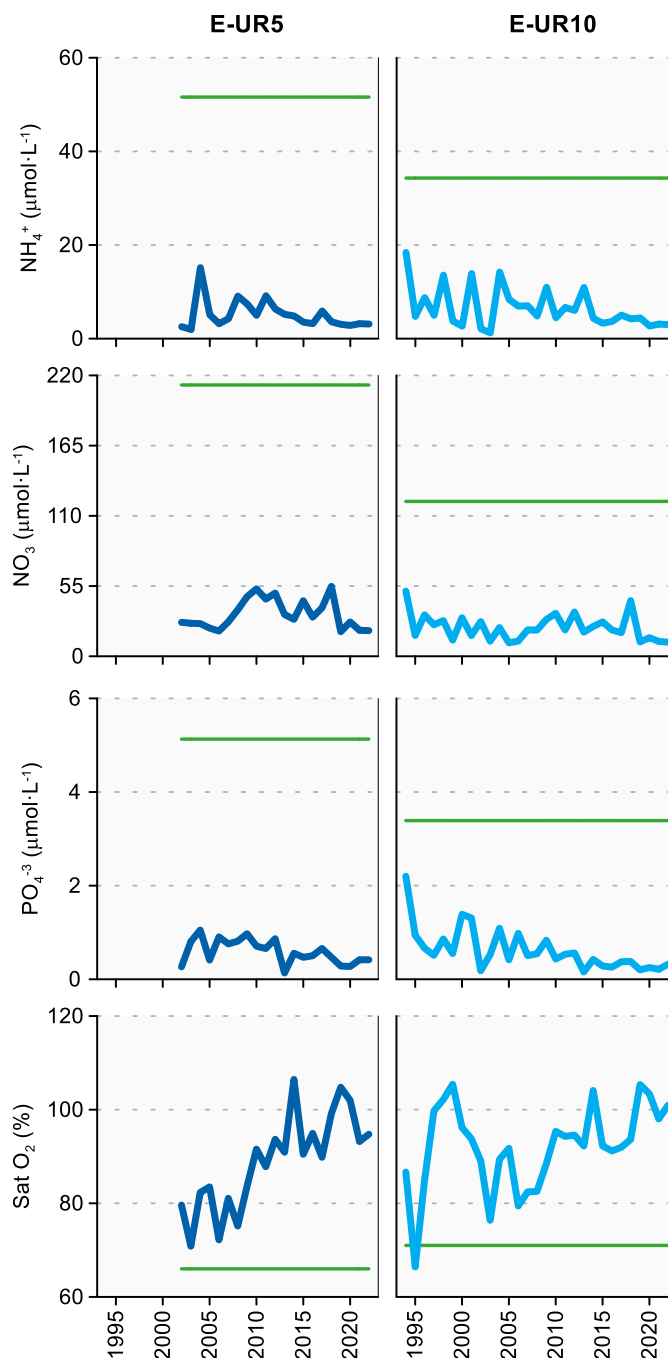


Figura 175 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Buena y Moderada.

14.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado, siendo también muy bueno para las dos estaciones de la masa (Tabla 128), 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 2022 (Tabla 129). 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 128 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua de transición del Urumea en 2022.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-UR5	E-UR10	Global
Zinc	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	60	9	<LC	<LC	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Físicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 129 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Urumea en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$.

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	0,0007	0,0007	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0018	0,0014	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	0,50	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	0,03	<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).

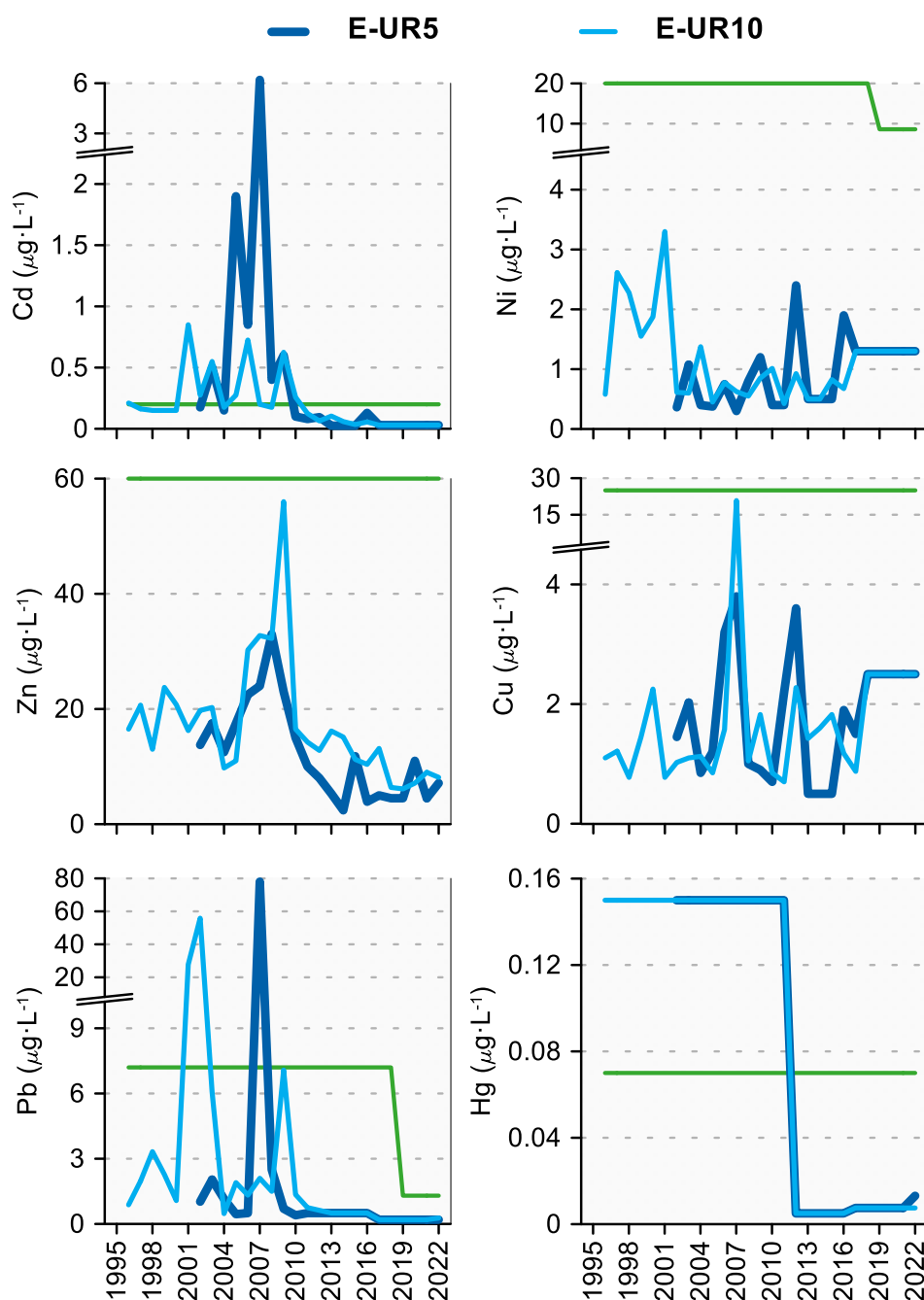


Figura 176 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Urumea en el periodo que abarca desde 1995 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

14.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero de 2022 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 130). El potencial redox y el contenido en materia orgánica no presentan una tendencia temporal clara, destacando en la estación interna E-UR5 los máximos de materia orgánica en 2006, 2016 y 2019 (Figura 177).

Tabla 130 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 μ m > 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 2022.

E-UR5 (Fecha de muestreo: 01/02/2022)				E-UR10 (Fecha de muestreo: 01/02/2022)			
Gravas (%)	0,3	Cd	0,50	Gravas (%)	6,7	Cd	0,32
Arenas (%)	91,9	Cr	51	Arenas (%)	93,1	Cr	26
Limos (%)	7,9	Cu	50	Limos (%)	0,2	Cu	33
MO (%)	2,6	Hg	0,41	MO (%)	1,5	Hg	0,60
Eh (mV)	398	Ni	34	Eh (mV)	392	Ni	15
		Pb	288			Pb	38
		Zn	393			Zn	168

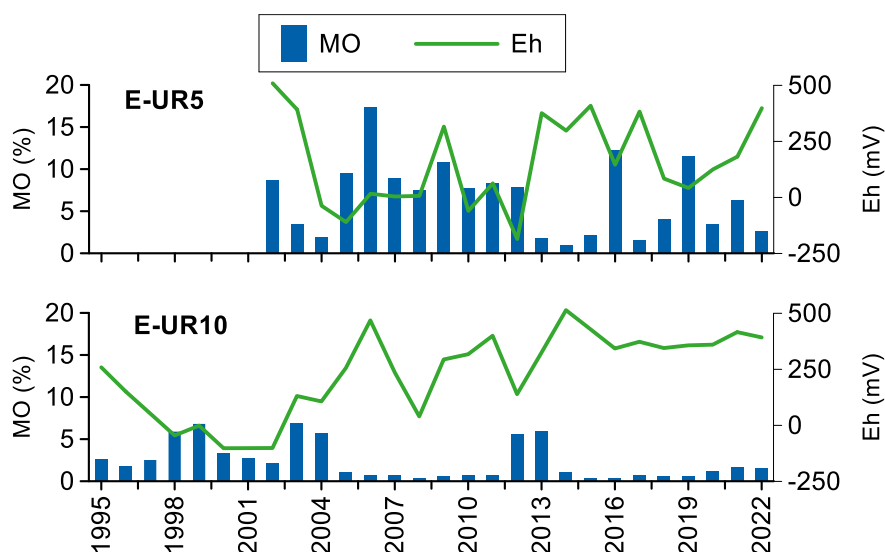


Figura 177 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Urumea (muestreos de invierno).

En relación con el contenido en metales, la estación más interna (E-UR5) presenta, en general, mayores concentraciones en todos los metales, excepto en Hg (Tabla 130). 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 Hg.

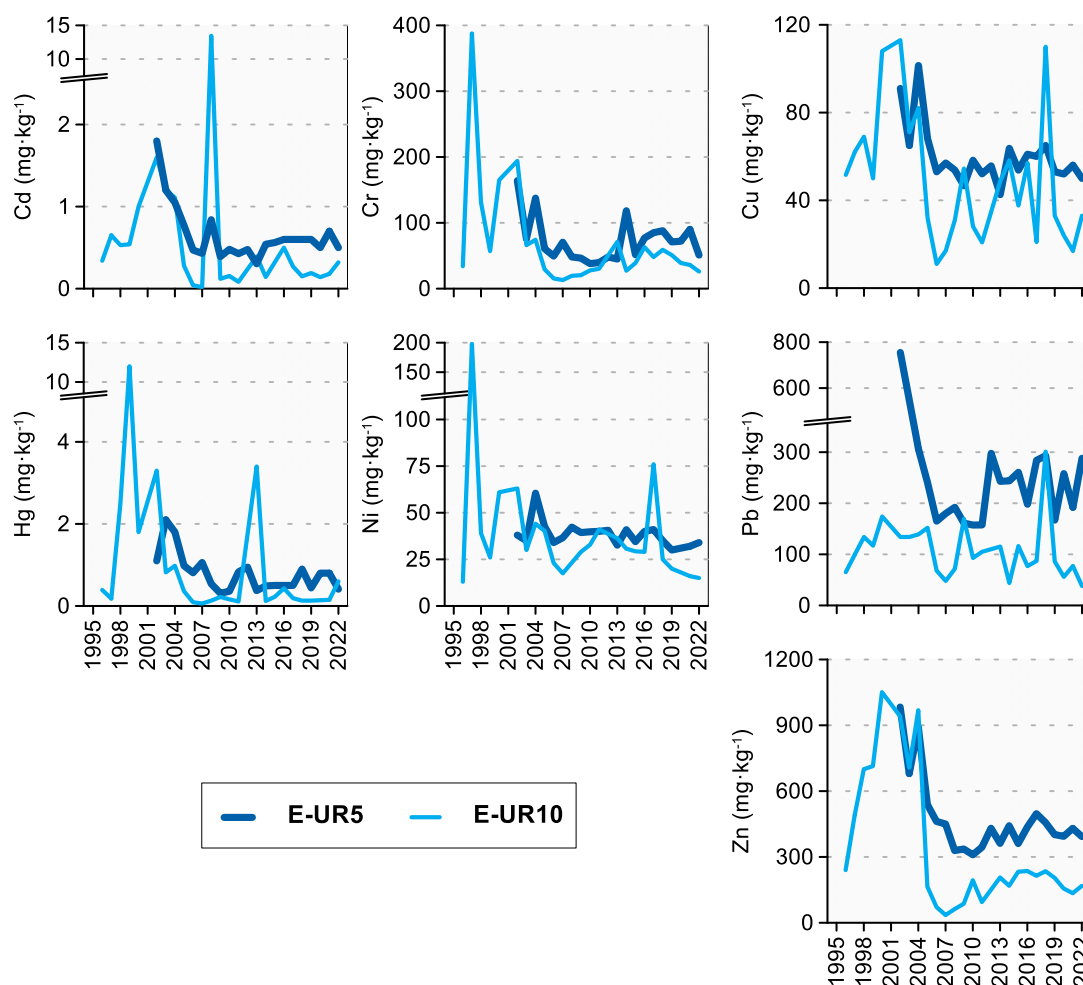


Figura 178 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg⁻¹) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Urumea (muestrdeos de invierno).

14.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2022, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-UR10. Los resultados obtenidos (Tabla 131) 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. De esta manera, los resultados en biomonitores, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, 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 131 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Urumea en 2022, 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	0,082	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

14.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

14.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a en 2022** osciló entre 0,1 y 18,0 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. El máximo tuvo lugar en verano en la cabecera del estuario (E-UR5), en condiciones de bajamar y aguas mesohalinas (Figura 179).

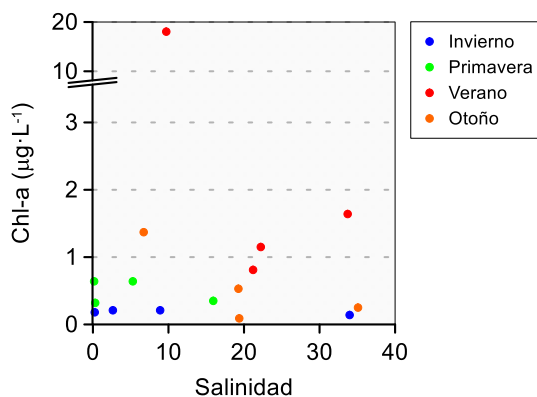


Figura 179 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Urumea en las cuatro épocas de estudio durante 2022. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

Exceptuando el máximo estival, los valores de clorofila registrados en el Urumea en 2022 fueron muy bajos. En el estuario del Deba, la otra masa de agua de transición Tipo 8 (estuario intermareal con dominancia del río), en 2022 la concentración de clorofila mostró picos mucho más altos ($\sim 40 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$).

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 180).

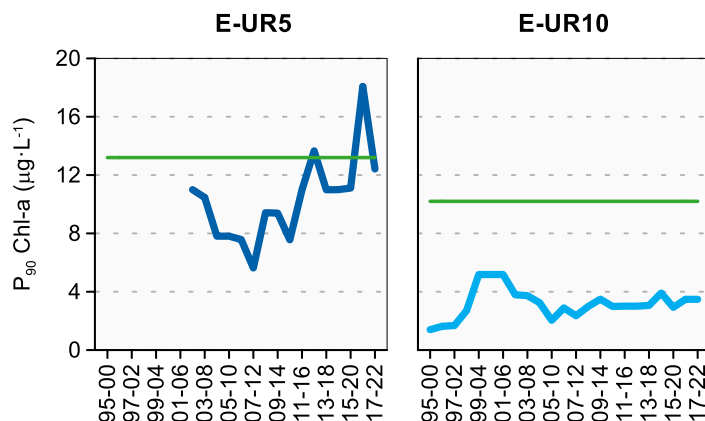


Figura 180 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas oligohalinas (E-UR5) y mesohalinas (E-UR10).

En la estación E-UR5 el P_{90} , aunque con altibajos, ha seguido una tendencia de aumento desde hace unos años y en el periodo 2016-2021 incumplió varios años su objetivo. Es difícil achacar esto a un mayor aporte de nutrientes de origen antrópico al estuario, ya que desde 2005, aproximadamente, las concentraciones son características de muy buen estado fisicoquímico (véase Figura 175 y Tabla 127). 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 las épocas lluviosas se produce un arrastre de las comunidades hacia el mar. Sin embargo, la tendencia de aumento del P_{90} en la estación E-UR5 se ha mantenido durante varios años y 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 el último periodo (2017-2022) 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 muestran una frecuencia de floraciones muy baja en este estuario cuando se trata de aguas de salinidad alta. Por el contrario, es 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 han sido frecuentes en los últimos años 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 132), en el último periodo de evaluación la clorofila-a indica una calidad mucho mejor 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 bueno” (EQR = 0,561)**.

Tabla 132 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 (amarillo: potencial moderado; verde: potencial bueno; azul: máximo potencial).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	Chl-a
2017-2022	E-UR5	12,42	0,354
	E-UR10	3,48	0,977
	Urumea Transición	6,6984*	0,561

(*) 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 el último decenio ha tendido a disminuir y, como se ha señalado antes, el empeoramiento solo ha afectado 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, en los próximos años se comprobará si su cese da lugar a una mejoría en el fitoplancton. En el periodo de evaluación más reciente, que ya incluye el año 2022, sí se observa una mejoría, pero aún es pronto para afirmar que está consolidada.

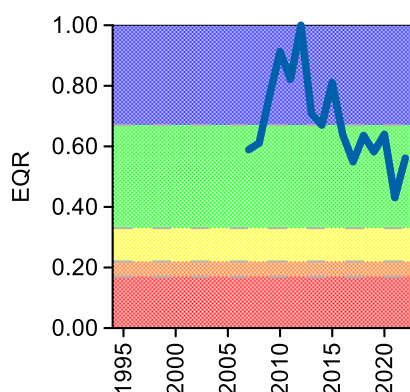


Figura 181 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Urumea a lo largo del seguimiento (rojo: potencial malo; naranja: potencial deficiente; amarillo: potencial moderado; verde: buen potencial; azul: máximo potencial). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

14.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

En la presente campaña de 2022, la masa de agua muy modificada del Urumea se dividió en siete zonas distintas para la evaluación de las macroalgas presentes (Figura 172). En la primera, que se extiende entre los puentes de La Zurriola y de Santa Catalina, las rocas están cubiertas por un tapiz de clorofíceas filamentosas del género *Ulva* (90% de cobertura), con un 40% de cobertura de rodofíceas (*G. pusillum* y *Chondracanthus acicularis*) en su parte baja. Los muros presentan un horizonte de clorofíceas filamentosas del género *Ulva* de 1-1,5 m de ancho y 90% de cobertura.

La segunda zona corresponde al tramo que discurre entre los puentes de Santa Catalina y María Cristina. En la parte más baja de las paredes se desarrolla un cinturón de clorofíceas filamentosas de 0,5-2 m de ancho y 30-60% de cobertura. Del mismo modo, las piedras de la base presentan un tapiz también de clorofíceas filamentosas con 80-100% de cobertura. En la parte inferior de los muros se observan ejemplares de *G. pusillum* y *C. acicularis*.

La zona M-LUR3 corresponde al tramo limitado por los puentes de María Cristina y de Mundaiz. En las paredes de la canalización se desarrolla un cinturón de clorofíceas filamentosas de 1,5 m de ancho y 30-80% de cobertura. En la parte inferior, entre poblaciones de ostras, se aprecian manchas dispersas de rodofíceas *Caulacanthus ustulatus* y *C. acicularis*, con un máximo de 20% de cobertura.

La cuarta zona es el tramo entre el puente de Mundaiz y el del ferrocarril. En los muros de los paseos se desarrolla un horizonte de clorofíceas de 1,5 m de ancho y 30% de cobertura. En la margen derecha, en la parte más alta, hay un intermareal rocoso, colonizado por *Ulva* sp. (70% de cobertura).

La zona M-EUR5 se extiende entre los puentes del ferrocarril y el de Astiñene. En la ribera izquierda, se observa una banda uniforme de 1-1,5 m de ancho y 80% de cobertura sobre la pared. En el tramo más alto se observa un cinturón discontinuo de *Fucus ceranoides* de 40 cm de ancho (30 cm en 2019). La mayor parte de la plataforma areno-fangosa que se extiende junto al muro se encuentra desprovista de algas, salvo por algunas clorofíceas filamentosas del género *Ulva* que se distribuyen sobre piedras sueltas. En la margen derecha, sobre el muro, se extiende una banda de clorofíceas filamentosas de 1,5 m de ancho y 20% de cobertura (70% en 2019). En la plataforma fangosa que se extiende junto al muro, se encuentran algunas piedras tapizadas por clorofíceas (50% de cobertura, frente al 90% de 2019). También se observan algunas manchas de *F. ceranoides* y de *Vaucheria* sp. (80% de cobertura).

La zona M-EU6 discurre entre el puente de Astiñene y el de Euskotren. Sobre el intermareal, hay clorofíceas con 20-70% de cobertura. También se aprecian algunas manchas de *Vaucheria* sp. 70-90%

de cobertura, así como matas aisladas de *F. ceranoides* que llegan a formar un cinturón discontinuo de 0,5 m de ancho y 50% de cobertura. Hay una banda discontinua de 1 m de ancho de *Bolboschoenus maritimus*. La vegetación de ribera presenta una franja de *Phragmites australis* y ejemplares aislados de *Tamarix* sp.

La última zona analizada se extiende entre el puente de Euskotren y el puente de acceso al cuartel de Loiola. Sobre las paredes, se extiende una banda de clorofíceas filamentosas del género *Ulva* de 0,2-2 m (hasta 50% de cobertura). La ribera derecha presenta una franja de *P. australis* y, por primera vez, manchas aisladas de *Vaucheria* sp. frente al cuartel (en la orilla izquierda). En la plataforma fangosa situada junto al carrizal, se observa un cinturón de *Vaucheria* sp. con hasta un 90% de cobertura.

En la Tabla 133 se muestran los resultados obtenidos en la presente campañas para cada uno de los indicadores de que consta el índice TMI, 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.

La calificación obtenida en 2022 es de Potencial Deficiente para tres de las siete zonas analizadas, con Potencial Moderado para las zonas M-EUR5 y M-EUR6, y Buen Potencial para las zonas M-EUR1 y M-EUR7. Así, las dos estaciones que representan la masa de agua y, por tanto, el global de la masa presentan la calificación de **Potencial Moderado** (Tabla 133). A grandes rasgos, el resultado viene explicado por los valores moderados de riqueza de algas y de cobertura de algas tolerantes, y por los valores bajos de cobertura de especies no tolerantes y altos (en algunas de las zonas) de algas verdes respecto al resto. 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 133 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las zonas de la masa de agua muy modificada del Urumea (TMI_{zona}), así como a nivel de estación (TMI_{estación}) y a nivel de estuario (TMI_{estuario}). 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: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado).

Indicadores	ZONA						
	M-EUR1	M-EUR2	M-EUR3	M-EUR4	M-EUR5	M-EUR6	M-EUR7
R	3	3	3	1	3	3	3
Ct	3	3	3	5	3	3	5
Cr	3	1	1	1	1	1	1
V/R	5	1	1	1	5	5	5
Suma	14	8	8	8	12	12	14
TMI _{zona}	0,625	0,250	0,250	0,250	0,500	0,500	0,625
Superficie (m ²)	13.000	10.000	4.500	20.000	11.000	3.800	4.000
Superficie relativa (% zona)	0,27	0,21	0,09	0,42	0,59	0,20	0,21
Estación	E-UR10				E-UR5		
TMI _{estación}	0,353				0,527		
Superficie relativa (% estuario)	0,20	0,15	0,07	0,30	0,17	0,06	0,06
TMI _{estuario}	0,402						

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. Por otro lado, los valores estimados para los parámetros estructurales indican la presencia de una comunidad pobre (Tabla 134), 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 ($115 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), con una riqueza del orden del promedio (7 *taxa*), pero una diversidad específica superior ($1,78 \text{ bit} \cdot \text{ind}^{-1}$) (Tabla 134). A pesar de ello, dominan las especies tolerantes (GE III), lo que permite que la estación quede calificada, según AMBI, como ligeramente alterada (AMBI=2,1).

En términos de M-AMBI, la estación E-UR5 presenta Potencial Deficiente, con Potencial Máximo para la estación más exterior (E-UR10) (Tabla 134).

Tabla 134 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	($\text{ind} \cdot \text{m}^{-2}$)	412	15
Biomasa	($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	0,089	0,020
Riqueza	(# <i>taxa</i>)	6	7
Diversidad densidad	($\text{bit} \cdot \text{ind}^{-1}$)	1,12	2,59
Equitabilidad densidad		0,43	0,92
Diversidad biomasa	($\text{bit} \cdot \text{g}^{-1}$)	1,78	1,65
Equitabilidad biomasa		0,69	0,59
Diversidad máxima	(bit)	2,58	2,81
AMBI		5,219	2,143
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Ligera
M-AMBI _{estación}		0,374	0,920
M-AMBI _{global}		0,724	

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 pasada campaña de 2021, en la que se ha alcanzado el máximo valor de M-AMBI de la serie histórica, alcanzándose por primera vez desde que se iniciara el seguimiento, el Buen Potencial. En este sentido, la regresión detectada en la presente campaña de 2022 no puede considerarse como una interrupción de esta tendencia, pues mantiene la secuencia de mínimos relativos crecientes.

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 presente campaña de 2022 se observa un nuevo incremento de M-AMBI (Figura 182). Como ya se indicó en los informes correspondientes a las pasadas campañas (2017-2021), sería importante observar su evolución en próximas campañas.

Por último, para el global de la masa de agua, la calificación obtenida a partir de los resultados de la presente campaña de 2022 es de **Buen Potencial**.

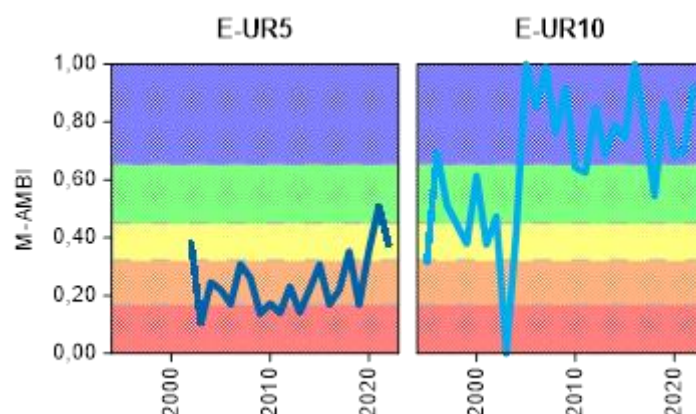


Figura 182 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua muy modificada del Urumea a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Potencial; naranja: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado; verde: Buen Potencial; azul: Máximo Potencial).

14.3.4. Fauna ictiológica

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2022. 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; Martínez 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).

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.

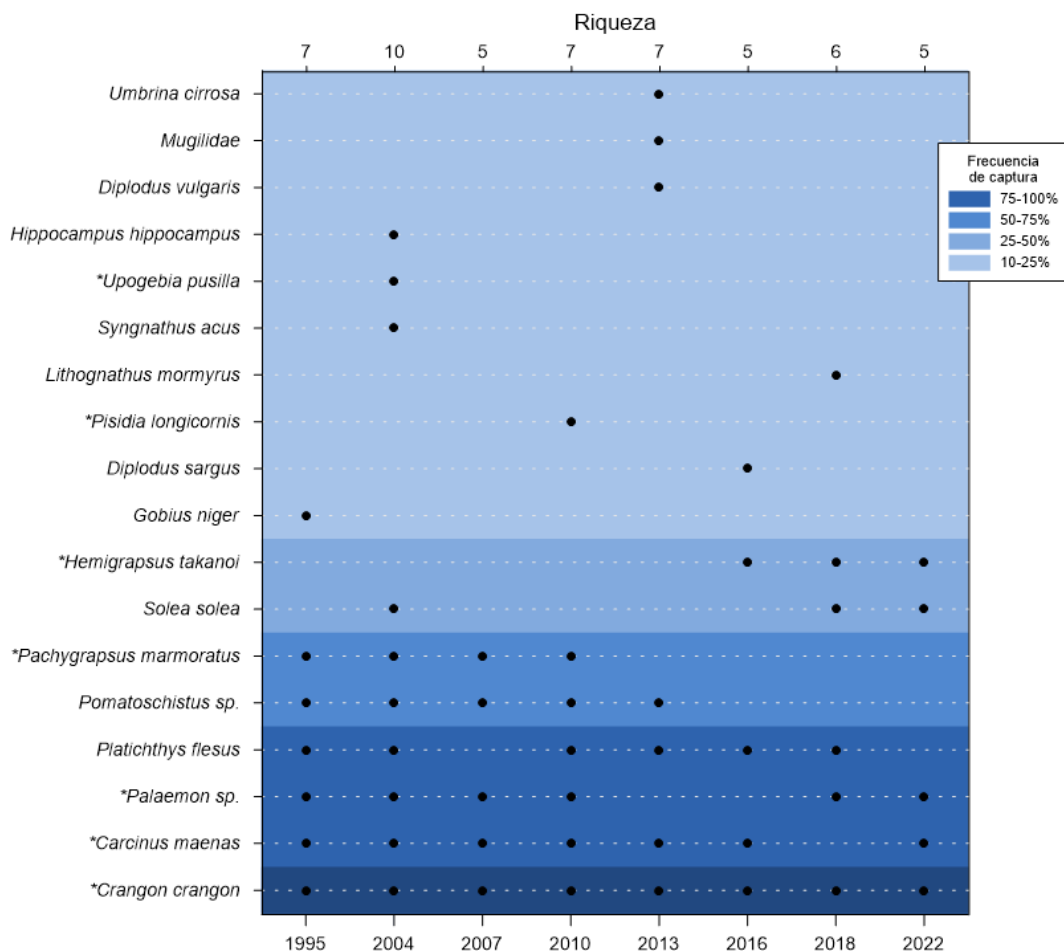


Figura 183 Listado de especies capturadas en el estuario del Urumea (1995-2022). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

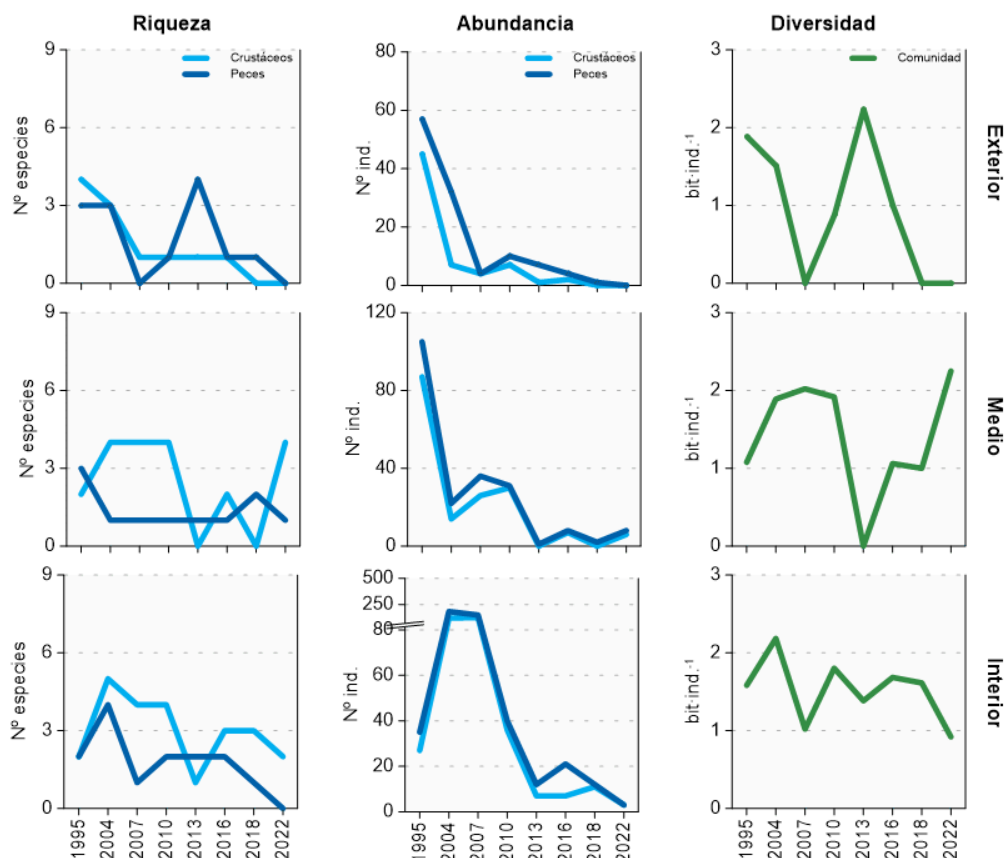


Figura 184 Listado Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Urumea entre 1995 y 2022

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).

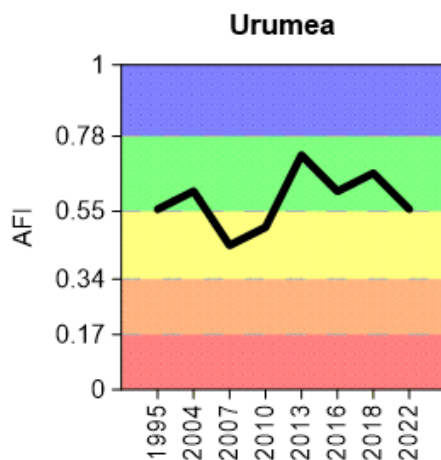


Figura 185 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para todo el estuario del Urumea entre 1995 y 2022. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: $\geq 0,663$; Bueno: 0,467-0,663; Moderado: 0,289-0,467; Deficiente: 0,145-0,289; Malo: $\leq 0,145$. AFI: AZTI's Fish Index.

14.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2022 no se dieron cambios en los indicadores hidromorfológicos, excepto algunas pequeñas obras asociadas a puentes como el de Egia o Txomin-Enea. Sin embargo, la calificación del estado hidromorfológico general de la masa es de deficiente, ya que se halla en gran parte encauzada.

15.

Masa de agua de transición del Oiartzun

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.

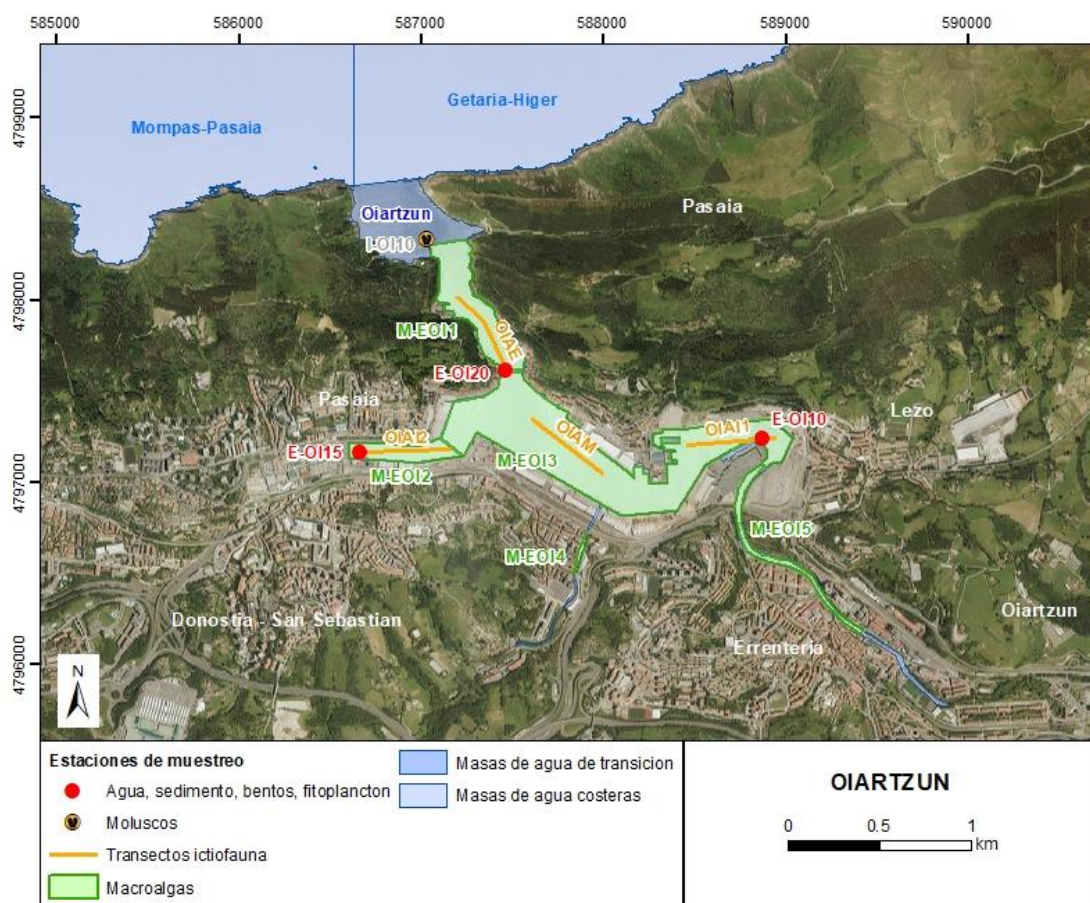


Figura 186 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Oiartzun.

La masa de agua de transición muy modificada del Oiartzun se diagnostica en la campaña 2022 en un estado peor que bueno, puesto que el potencial ecológico se diagnostica como moderado, fundamentalmente por peces, macroinvertebrados, fitoplancton y condiciones generales (Tabla 135 y Figura 187). La situación en cuanto a potencial ecológico es diferente en cada estación, estando en un peor estado la Herrera (E-OI15) y la parte interna (E-OI10), que 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.

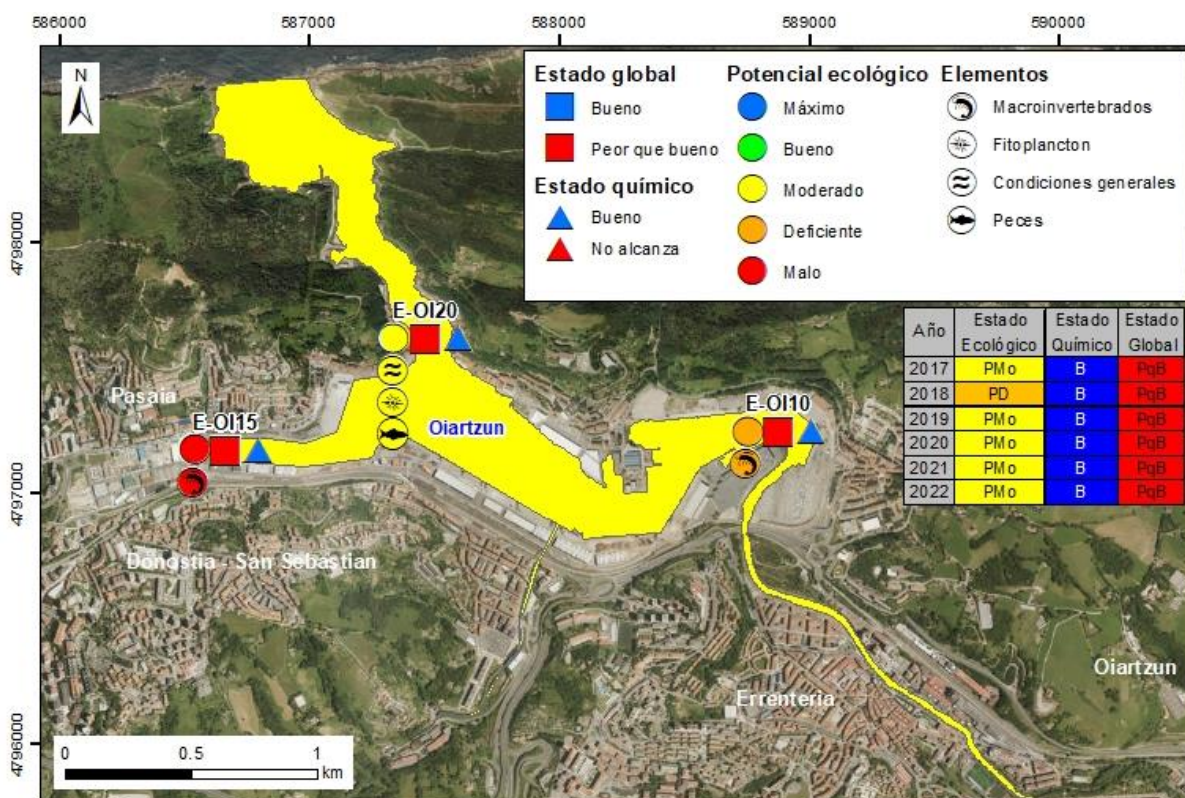


Figura 187 Masa de agua de transición muy modificada del Oiartzun: Calificación del Potencial Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que 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.

Tabla 135 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Oiartzun en 2022. 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	PD	PMo	PMo	BP	PD	<B	MB	M	PD	B	PqB
E-OI15	Pasaia San Pedro (Dársena de Herrera)	PM	PMo	PD	BP	PM	<B	MB	M	PM	B	PqB
E-OI20	Pasaia San Pedro	MP	PMo	PMo	MP	PMo	<B	MB	M	PMo	B	PqB
	Oiartzun Transición	BP	PMo	PMo	BP	PMo	<B	MB	M	PMo	B	PqB

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 pantalanés), que producen episodios de retroceso en la calidad del medio. Un dragado se realizó en Lezo a finales de 2017, extrayendo 25.000 m³, pero en marzo de 2021 y marzo de 2022 se hicieron sendos dragados cerca de la estación E-OI10, de unos 5.000 m³.

15.1. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

15.1.1. Aguas

15.1.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2022, 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 136). 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.

En las estaciones E-OI10, E-OI15 y E-OI20, la tendencia a la mejora del percentil 25 (P₂₅) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1994 y 2022, 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 188).

Tabla 136 Evaluación del Estado Físicoquímico 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		92,14	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 9,1$	1,6	6,41	Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 19,6$	1,6	30,28	Moderado
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 0,88$	0,16	0,75	Bueno
E-OI15	Euhalino estuárico	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	83		89,10	Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 9,1$	1,6	15,97	Moderado
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 19,6$	1,6	29,59	Moderado
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 0,88$	0,16	1,54	Moderado
E-OI20	Euhalino estuárico	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	83		101,02	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 9,1$	1,6	5,20	Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 19,6$	1,6	20,26	Moderado
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 0,88$	0,16	0,57	Bueno

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 físicoquímica.

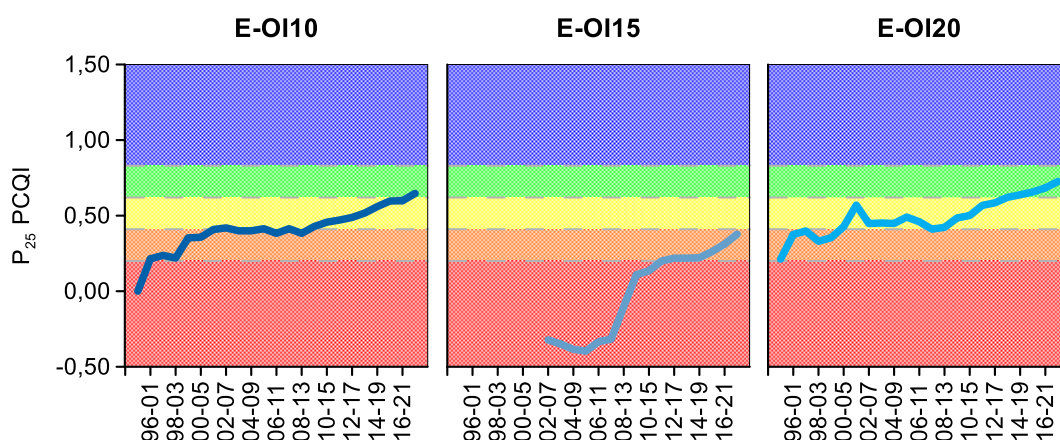


Figura 188 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado físicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1994 y 2022 de las estaciones de muestreo E-OI10, E-OI15 y E-OI20 de la masa de agua de transición del Oiartzun. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 189 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en el estuario (E-OI10, E-OI15 y E-OI20) en el periodo de 1994 a 2022. 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 y del fosfato. Como se puede apreciar en la Figura 189, 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 cercanos al objetivo de calidad en los últimos años y, en algunos casos, por debajo de dichos objetivos (Figura 189).

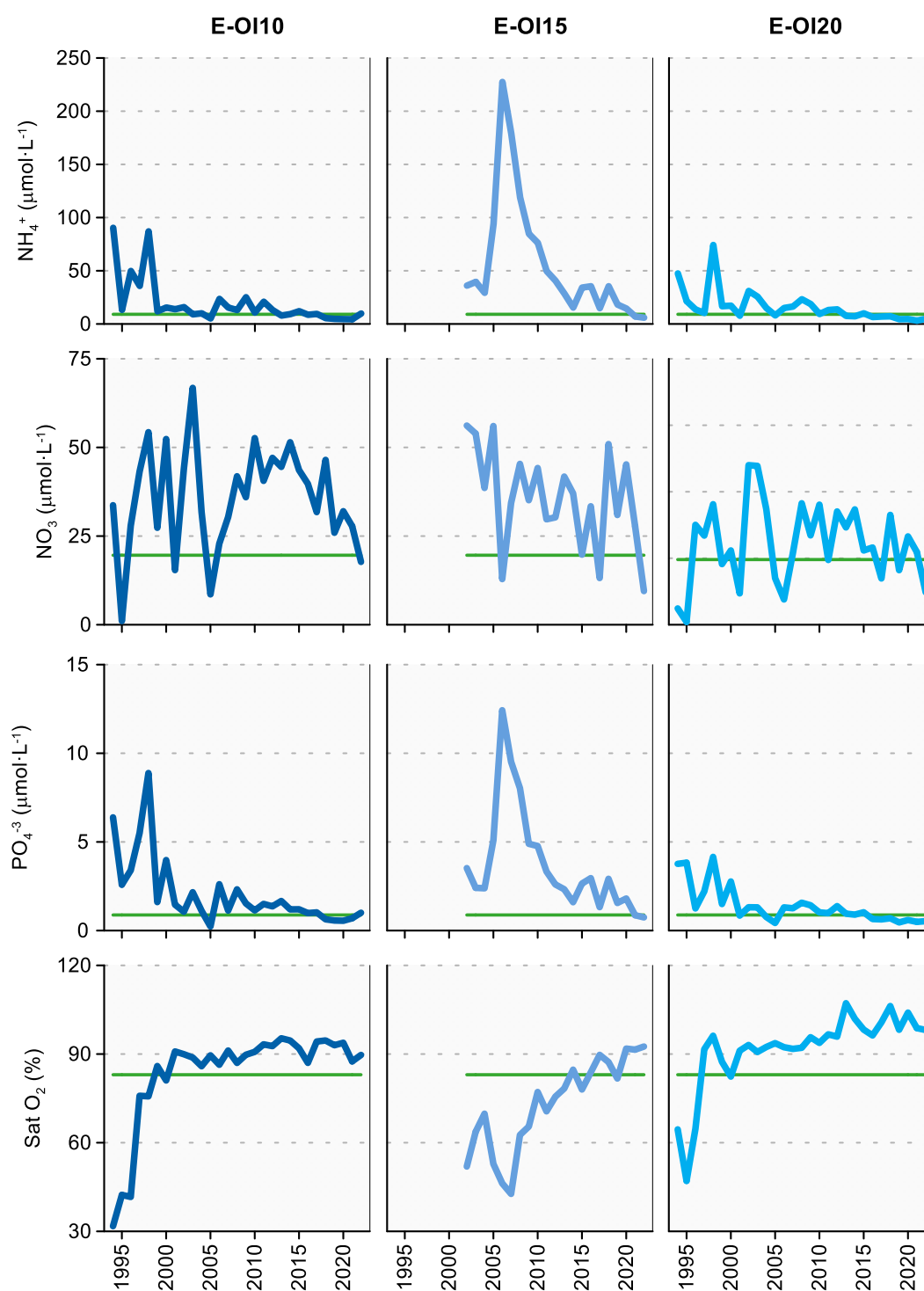


Figura 189 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

La estación media (E-OI15) del estuario, caracterizada por una baja tasa de renovación de las aguas, aunque presenta una tendencia a la mejora y en 2022 ha cumplido los objetivos de calidad para el amonio y fosfato (Figura 189). 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.

15.1.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado, siendo también muy bueno para las tres estaciones de la masa (Tabla 137), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 137 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Oiartzun en 2022.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OI10	E-OI15	E-OI20	Global
Zinc	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	60	9	25,1	8,0	12,5	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		25%	0%	0%	
Cobre	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	25	5	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Estado Físicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2022 indica que, en esta masa de agua, se alcanza el buen estado químico (Tabla 138).

Tabla 138 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oiartzun en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OI10	E-OI15	E-OI20	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	0,0006	<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	0,00063	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	0,0014	0,0009	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0014	0,0009	0,0006	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0040	0,0014	0,0011	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	0,02	<LC	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	0,04	0,02	0,02	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	0,0003	<LC	0,0002	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	0,158	<LC	0,084	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	0,340	0,370	0,430	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	1,20	1,50	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

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 2022, alcanza el buen estado químico.

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, de manera que en años recientes no superan las normas establecidas (Figura 190): desde 2012 cadmio y mercurio, desde 2000 el zinc y desde 2012 el plomo (si bien en algunas estaciones desde mucho antes).

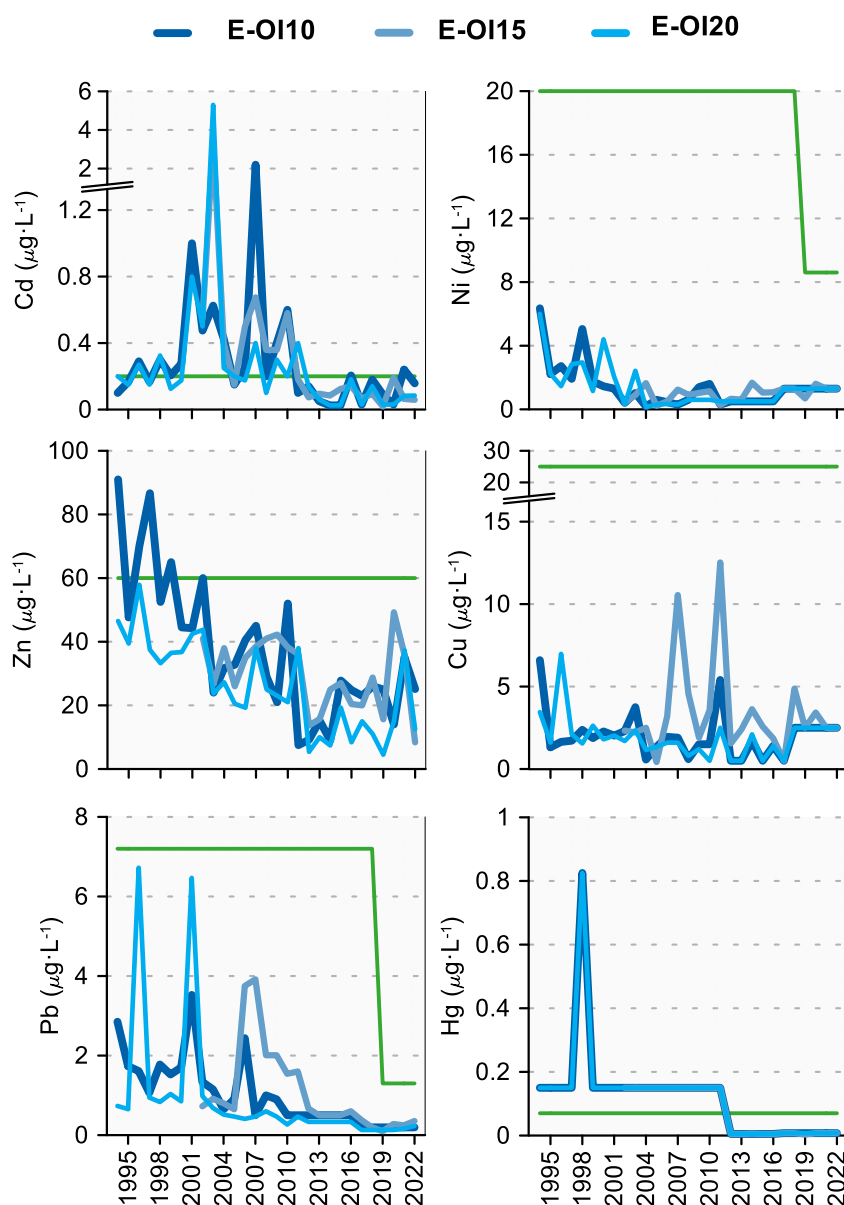


Figura 190 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

15.1.2. Sedimentos

Los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero de 2022 en las tres estaciones. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han estado dentro del rango observado en los últimos años (Tabla 139). En el caso de los PCB y PAH se superan los límites de detección en la mayoría de los congéneres en las estaciones E-OI15 y E-OI20, mientras que en la estación E-OI10 en pocos casos se superan estos límites para dichos compuestos. El resto de los compuestos orgánicos considerados se encuentran en concentraciones inferiores o próximas a los límites de cuantificación en las tres estaciones.

Tabla 139 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 2022.

E-OI10 (Fecha de muestreo: 07/02/2022)							
Gravas (%)	0	PCB 28	<1	Aldrín	<1	Pireno	17
Arenas (%)	40,0	PCB 52	1,0	Dieldrín	<1	Criseno	<10
Limos (%)	60,0	PCB 101	2	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	<10
MO (%)	10,8	PCB 105	<1	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	<10
Eh (mV)	-45	PCB 118	<1	Fenantreno	15	Fluoranteno	19
Cd	3,40	PCB 138	2	Indeno[1,2,3-cd]pireno	<10	Benzo[a]antraceno	<10
Cr	122	PCB 153	5	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	17
Cu	105	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	<10
Hg	0,70	PCB 180	3	Acenafteno	<10		
Ni	35	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	255	p,p-DDD	<1	Antraceno	<10		
Zn	1246	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	<10		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	<10		
		gHCH	<1	Perileno	14		
E-OI15 (Fecha de muestreo: 07/02/2022)							
Gravas (%)	0	PCB 28	1,8	Aldrín	<1	Pireno	120
Arenas (%)	48,4	PCB 52	2,6	Dieldrín	<1	Criseno	24
Limos (%)	51,6	PCB 101	6	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	23
MO (%)	14,5	PCB 105	1,8	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	12
Eh (mV)	-90	PCB 118	2,4	Fenantreno	33	Fluoranteno	60
Cd	1,80	PCB 138	8	Indeno[1,2,3-cd]pireno	13	Benzo[a]antraceno	40
Cr	131	PCB 153	15	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	40
Cu	164	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	23
Hg	1,60	PCB 180	9	Acenafteno	<10		
Ni	36	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	185	p,p-DDD	<1	Antraceno	11		
Zn	764	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	15		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	<10		
		gHCH	<1	Perileno	<10		
E-OI20 (Fecha de muestreo: 07/02/2022)							
Gravas (%)	0	PCB 28	<1	Aldrín	<1	Pireno	140
Arenas (%)	67,1	PCB 52	1,4	Dieldrín	<1	Criseno	80
Limos (%)	32,9	PCB 101	6	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	43
MO (%)	10,2	PCB 105	2,0	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	28
Eh (mV)	-62	PCB 118	2,3	Fenantreno	90	Fluoranteno	190
Cd	0,40	PCB 138	8	Indeno[1,2,3-cd]pireno	40	Benzo[a]antraceno	100
Cr	51	PCB 153	20	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	110
Cu	37	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	70
Hg	0,22	PCB 180	15	Acenafteno	<10		
Ni	18	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	72	p,p-DDD	<1	Antraceno	29		
Zn	238	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	40		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	12		
		gHCH	<1	Perileno	17		

En la campaña de 2022, las estaciones E-OI10 y E-OI15 presentan un sedimento limo-arenoso y se encuentra sedimento areno-limoso en estación más externa E-OI20 (Tabla 139). En la serie temporal evaluada se observa bastante variabilidad en el contenido de materia orgánica y en los valores de potencial redox sin un patrón temporal claro (Figura 191).

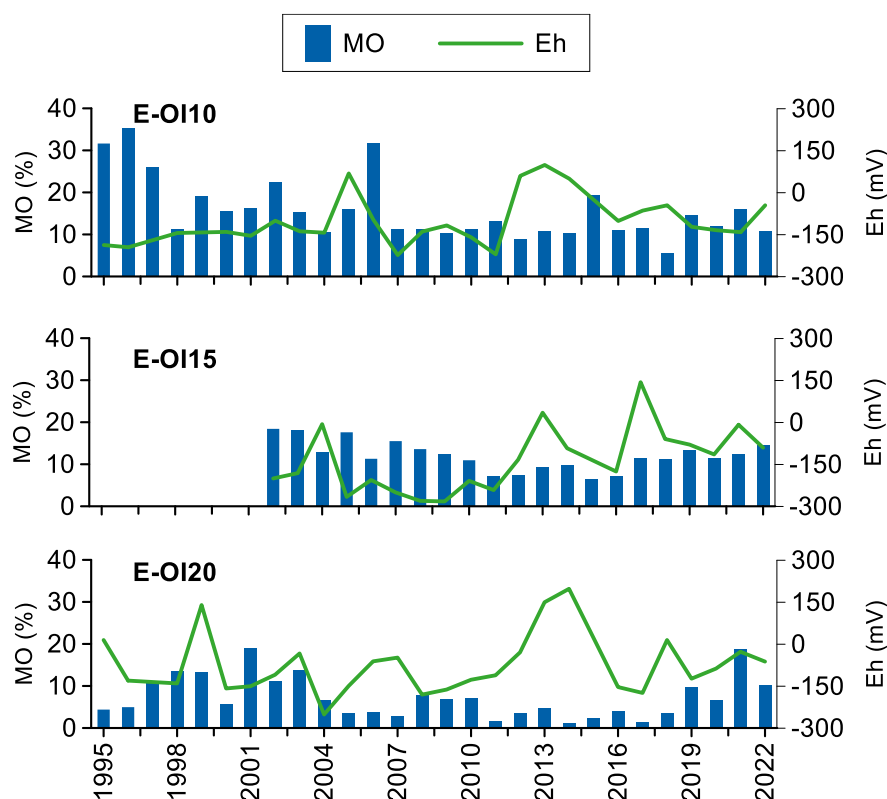


Figura 191 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Oiartzun (muestréos de invierno).

En relación con los metales, la estación E-OI10 es la que presenta concentraciones más elevadas de metales, seguida de la estación E-OI15. Ambas estaciones tienen un mayor contenido de sedimento fino y de materia orgánica con respecto a la estación más externa E-OI20 (Tabla 139). 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 y de Ni en la estación E-OI10. De hecho, esta estación presenta en años recientes los valores más altos de la serie para todos los metales, excepto Cu y Cr. En la estación E-OI20 se observa una tendencia decreciente significativa en las concentraciones de Cd, Cu, Hg, Pb y Zn. En la estación E-OI15 no se observan tendencias estadísticamente significativas.

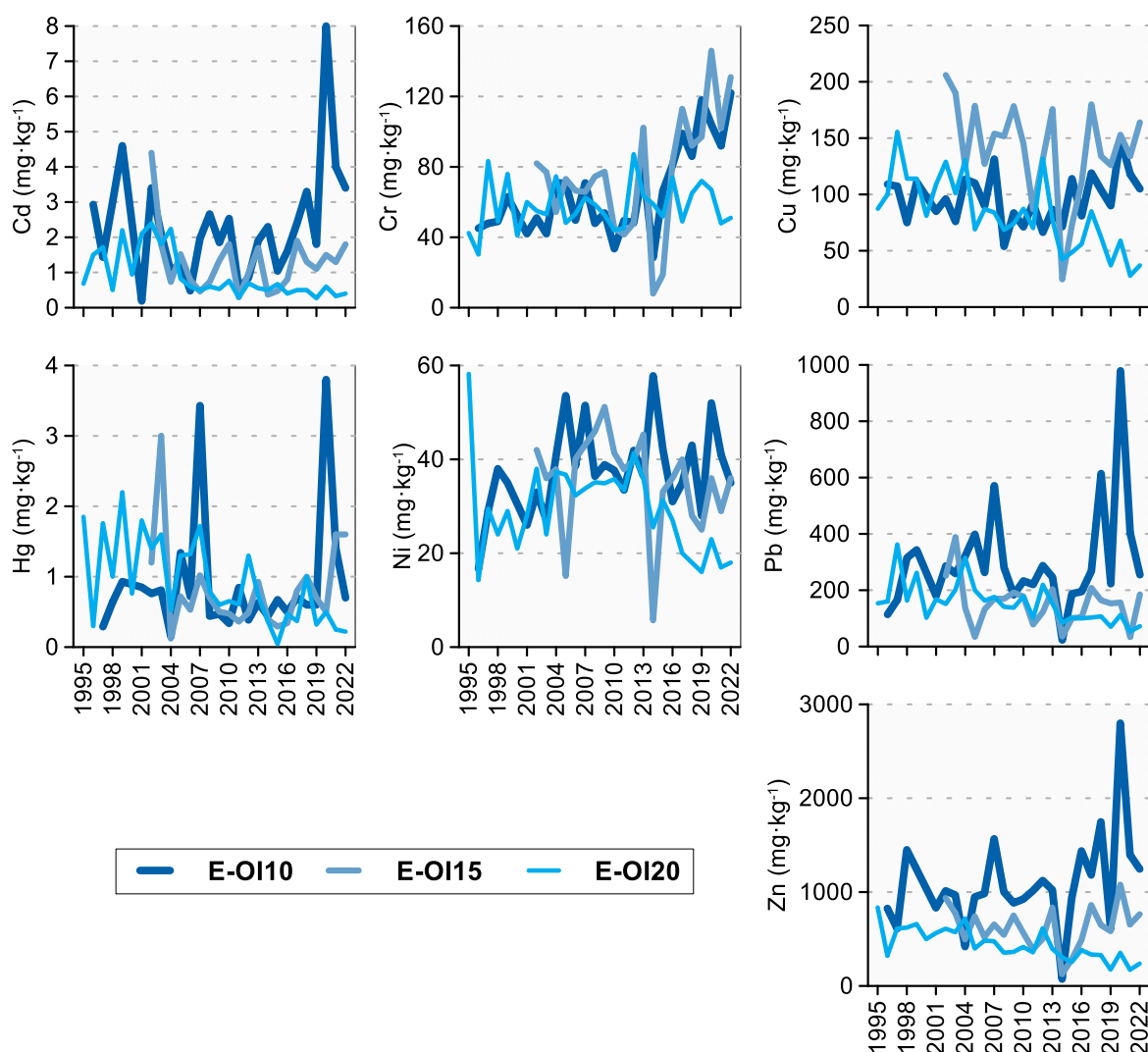


Figura 192 Evolución temporal de la concentración de metales ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Oiartzun (muestréos de invierno).

15.1.3. Biomonitores

En la campaña de 2022, 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 140, donde los valores registrados se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota).

Tabla 140 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oiartzun en 2022, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores ($\mu\text{g kg}^{-1}$ 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	19	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0040	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,393	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,047	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, los resultados en biomonitores, de cara a la evaluación del estado químico sobre la misma sustancia o familia, 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.

15.2. INDICADORES BIOLÓGICOS

15.2.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

Respecto a la concentración de **clorofila-a** en **2022**, en la campaña de invierno los valores fueron muy bajos, inferiores a $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, pero en primavera se observaron valores en torno a $3 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ y en verano hasta casi $9 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$; en otoño los máximos llegaron a unos $2 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. Todos los máximos se midieron en aguas de superficie euhalinas (Figura 193).

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. Ambas masas de agua hasta ahora han presentado los máximos anuales generalmente en verano. El 9 de agosto de 2022 la estación E-N20 mostró un pico de gran magnitud ($17 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), superando así a los de la masa del Oiartzun (muestreada 8 días más tarde). Sin embargo, en 2021 y en 2020 las concentraciones del Oiartzun habían sido algo mayores que las del Nerbioi Exterior. En el verano de 2019 las diferencias fueron inapreciables, con concentraciones cercanas a $4 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ en ambas masas. Por el contrario, en agosto de 2018 se encontraron diferencias muy amplias: en el Oiartzun se llegaron a medir unos $20 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ y en el Nerbioi, muestreado solo dos días más tarde, unos $4 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

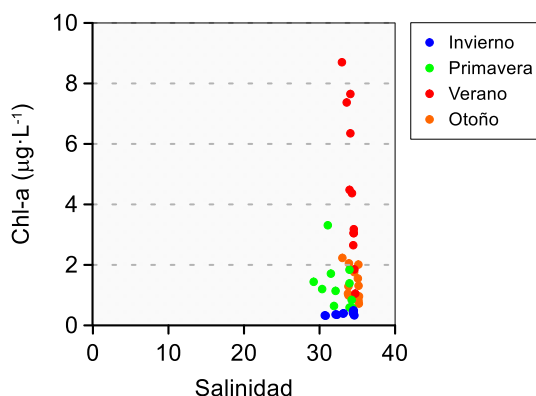


Figura 193 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Oiartzun en las cuatro épocas de estudio durante 2022. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

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 (concretamente, los dragados efectuados en 2017) sobre el actual valor de P_{90} .

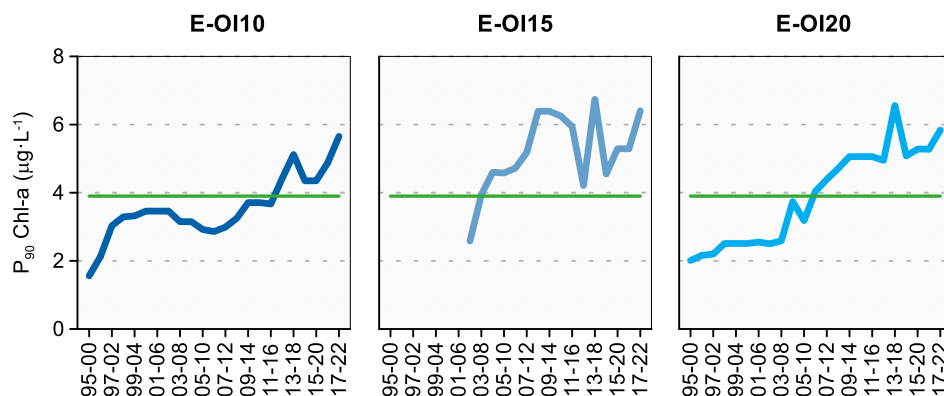


Figura 194 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: 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 189), estos nutrientes no cumplen todavía su objetivo de calidad (Tabla 136). 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 189; Tabla 136). 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 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 2022**, en la Tabla 141 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.

La abundancia celular en 2022 presentó un ciclo estacional con mínimos en invierno, picos muy pronunciados en verano y valores moderados en primavera y otoño. Este es el patrón habitual en el estuario del Oiartzun. En este, aunque la abundancia en otoño suele ser baja, de forma esporádica se han observado valores moderados en noviembre (2007, 2014, 2016 y en este último año).

Tabla 141 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.

Parámetro	Unidad	07/02/2022			06/05/2022		
		E-OI10	E-OI15	E-OI20	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Abundancia	(10^3 células·L ⁻¹)	-	436	72	29	4044	1640
Diversidad	(bit·cel ⁻¹)	-	2,4	2,9	2,7	3,0	2,7
Riqueza	(# taxa)	-	37	21	18	42	39
Parámetro	Unidad	17/08/2022			03/11/2022		
		E-OI10	E-OI15	E-OI20	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Abundancia	(10^3 células·L ⁻¹)	8555	15278	11694	-	1244	934
Diversidad	(bit·cel ⁻¹)	2,9	2,7	3,0	-	3,1	3,4
Riqueza	(# taxa)	43	50	58	-	58	64

Respecto a la composición taxonómica, en las muestras de invierno y otoño ningún taxón superó el umbral de bloom que, de manera orientativa, se sitúa en $0,75 \cdot 10^6$ células·L⁻¹ para aguas estuáricas. En otoño destacó la elevada riqueza, que se debió fundamentalmente a las diatomeas (36–44 taxa).

En mayo la estación E-OI15 mostró blooms de las criptofíceas *Plagioselmis* spp. ($1,4 \cdot 10^6$ células·L⁻¹), y de diatomeas del género *Chaetoceros* ($1,2 \cdot 10^6$ células·L⁻¹) entre las que destacó *C. salsugineus*.

En agosto, aunque todas las estaciones presentaron blooms de diatomeas, los máximos se encontraron en E-OI15, donde destacaron *Pseudo-nitzschia galaxiae* ($7,9 \cdot 10^6$ células·L⁻¹) y pequeñas centrales ($1,3 \cdot 10^6$ células·L⁻¹). Otras diatomeas como *Nitzschia longissima* y *Minutocellus polymorphus* alcanzaron en algunos puntos densidades cercanas al umbral de bloom. También fueron muy abundantes las pequeñas formas sin identificar. Unas diatomeas muy pequeñas (2 µm) del género *Skeletonema* mostraron su máximo en E-OI15 ($0,5 \cdot 10^6$ células·L⁻¹).

Asimismo, en la muestra de agosto de E-OI10 la dictiocofícea *Helicopedinella tricostata* mostró $2,7 \cdot 10^6$ células·L⁻¹. En agosto de 2021 y de 2019 en el Oiartzun también se detectaron blooms de esta especie, que anteriormente pudo quedar registrada como “Pedinellales” por la dificultad de su identificación.

Por tanto, se repite el mismo patrón que otros veranos, con abundancias muy altas de pequeñas diatomeas. Sin embargo, en 2021 y 2022 *Skeletonema* spp. han presentado una menor abundancia. Esto podría ser un síntoma de recuperación, dado que las diatomeas de este género 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 consolida, ya que en agosto de 2020 presentaron un fuerte bloom en E-OI15 ($23 \cdot 10^6$ células $\cdot L^{-1}$).

Como puede verse en la Tabla 142, en cuanto al **estado del fitoplancton**, en el último periodo de evaluación las tres estaciones presentan impacto significativo al estar su EQR por debajo del límite bueno/moderado (0,33). El global de la masa de agua se clasifica en “**Potencial Moderado**” (EQR de 0,223).

Tabla 142 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; amarillo: potencial moderado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P ₉₀ clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2017-2022	E-OI10	5,65	0,230
	E-OI15	6,40	0,203
	E-OI20	5,84	0,223
	Oiartzun Transición	5,8328*	0,223

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

El EQR del fitoplancton en el global de la masa de agua indica una tendencia de empeoramiento con el tiempo, que desde hace varios años lo sitúa en la franja de Potencial Moderado (Figura 195). Esta tendencia condujo a que dejara de alcanzar el buen potencial en el año 2013 (esto es, utilizando los datos de clorofila superficial del periodo 2008–2013).

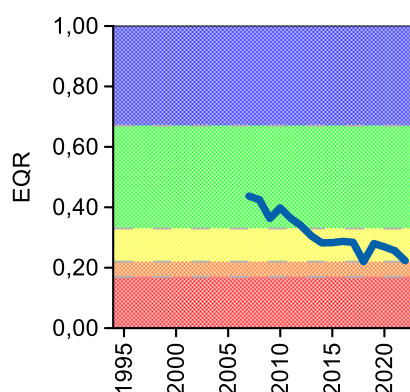


Figura 195 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua de transición del Oiartzun a lo largo del seguimiento (rojo: potencial malo; naranja: potencial deficiente; amarillo: potencial moderado; verde: buen potencial; azul: máximo potencial).

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 189). Sin embargo, en el último periodo dichos nutrientes no cumplen sus objetivos en E-OI15, ni tampoco el nitrato en ninguna de las tres estaciones (especialmente, en E-OI10 y E-OI15) (Tabla 136).

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>).

15.2.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

En la presente campaña de 2022, la masa de agua muy modificada del Oiartzun se dividió en cinco zonas distintas para la evaluación de las macroalgas presentes (Figura 186). La primera, de clara influencia marina, corresponde al tramo que discurre entre la línea Kalaburtza-Espigón de San Pedro y la ermita de Santa Ana en Pasai-Donibane y el inicio del muelle pesquero de Pasai-San Pedro. En este tramo destaca un cinturón de hasta 3 m de ancho de clorofíceas filamentosas (90% de cobertura), sobre uno de rodofíceas de hasta 8 m de ancho (90%), donde domina *G. pusillum*, junto con *C. ustulatus* y *C. acicularis*, y en la zona interior de la margen izquierda, también *Codium adhaerens*. En algunas zonas *Ellisolandia elongata*, llega a formar también un cinturón conspicuo (80%). En las playas de cantos del tramo interior de la zona, destaca *C. acicularis*, que alcanza coberturas del 90%. Además, a la altura del restaurante Casa Cámara, se identifican por primera vez desde el inicio del estudio, algunos ejemplares de *Codium tomentosum*. En la parte más interna, sobre el cinturón de *E. elongata*, se observa un horizonte de moluscos (*Mytilus galloprovincialis*, *Crassostrea* sp., *Patella* sp. y *Gibbula* sp.).

La segunda zona corresponde a la dársena de La Herrera. Se trata de una zona cerrada y con una tasa de renovación limitada. La banda de cianofíceas que se observó en la primera campaña va siendo sustituida progresivamente por una de clorofíceas filamentosas que, en la presente campaña alcanza el 80% de cobertura. Por debajo, se observa un horizonte diferenciado de rodofíceas, donde domina *C. ustulatus*, junto con *G. pusillum* en algunas zonas, con coberturas que alcanzan el 60%-80%. En los diques de atraque que van hacia el muelle Pescadería, a esta banda se le suma, además, un horizonte formado por ejemplares bien desarrollados de *M. galloprovincialis* y *C. ustulatus* de 0,5 m de ancho y hasta un 40% de cobertura.

En la zona M-EOI3 se desarrolla un cinturón de clorofíceas filamentosas de 1-1,5 m de y 60-90% de cobertura. Debajo, se distingue una banda formada por las rodofíceas *C. ustulatus* y *G. pusillum* (con coberturas específicas variables), de 1-3 m de ancho y 40-90% de cobertura.

La cuarta zona corresponde a la regata de Molinao, de la que 180 m se encuentran soterrados bajo el puerto y la carretera N-1. El bivalvo filtrador *Crassostrea* sp. forma un cinturón bien desarrollado. También se observan algunos ejemplares aislados del mitílido invasor *X. securis*. En cuanto a las macroalgas, se observa un cinturón de clorofíceas filamentosas de 1,5 m de ancho y 80% de cobertura, sobre otro de *G. pusillum* y *C. acicularis* de 0,5 m de ancho y 80% de cobertura. En la campaña actual, las rodofíceas alcanzan su mayor extensión desde el inicio del estudio, llegando hasta el final de la zona. Destaca la desaparición, en el tramo comprendido entre el ambulatorio y la zona de pabellones, de la pradera formada por la clorofícea filamentosa *Ulva linza*, no observada en campañas anteriores. Para finalizar, es importante destacar que esta zona presenta una clara mejora ambiental desde la campaña de 2010, consecuencia de la cual, las diferencias en las comunidades bióticas son notables.

La zona M-EOI5 corresponde al tramo del río Oiartzun que discurre por Errenteria. En el muro que limita

el cauce se desarrolla un cinturón de 1,5-2,5 m de ancho de clorófitas filamentosas del género *Ulva* (90% de cobertura), sobre un cinturón mixto de *C. acicularis* y *G. pusillum* de 1 m de ancho y hasta el 70% de cobertura, que va desapareciendo progresivamente río arriba. Este último cinturón se extiende también por la plataforma adyacente, donde alcanza el 80% de cobertura. Algunas de las matas de *U. linza* que crecen en el cauce llegan a alcanzar los 3 m de longitud.

En la Tabla 143 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.

La calificación obtenida en 2022 es de Buen Potencial para las cinco zonas analizadas, salvo para la zona M-EOI1, que presenta Máximo Potencial. Por tanto, de las tres estaciones a las que se adscriben las cinco zonas, a la más exterior (E-OI20) le correspondería Máximo Potencial, con Buen Potencial para las más internas (E-OI15 y E-OI10). De este modo, el global de la masa de agua obtendría la calificación de **Máximo Potencial** (Tabla 143). Este resultado responde, a los valores moderados a altos para todos los indicadores contemplados por la métrica, entre los que destacan las altas coberturas de algas no indicadoras de contaminación y el bajo ratio de clorófitas respecto a la cobertura del resto de algas. 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 143 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las zonas de la masa de agua muy modificada del Oiartzun (TMI_{zona}), así como a nivel de estación (TMI_{estación}) y a nivel de estuario (TMI_{estuario}). 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 clorófitas y la del resto de algas (amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado).

Indicadores	ZONA				
	M-EOI1	M-EOI2	M-EOI3	M-EOI4	M-EOI5
R	5	3	3	3	3
Ct	3	3	3	3	3
Cr	5	5	5	5	3
V/R	5	5	5	5	5
Suma	18	16	16	16	14
TMI _{zona}	0,875	0,750	0,750	0,750	0,625
Superficie (m ²)	21.000	2.100	18.700	2.800	10.500
Superficie relativa (% zona)	1,00	0,10	0,90	0,21	0,79
Estación	E-OI20	E-OI15		E-OI10	
TMI _{estación}	0,875	0,750		0,651	
Superficie relativa (% estuario)	0,38	0,04	0,34	0,05	0,19
TMI _{estuario}			0,774		

15.2.3. 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 144), aunque en torno a 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=5,7).

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 144).

Por último, en la estación E-OI20, que presenta una clara influencia marina, se han determinado valores altos para los parámetros estructurales estimados (Tabla 144), destacando que se han alcanzado la densidad y la riqueza máximas de la campaña para las estaciones estuáricas. Debido precisamente a la influencia marina, las principales especies identificadas son características de zonas de transición. Así, dominan los nematodos, los poliquetos *Galathowenia oculata* y *Mediomastus fragilis*, el grupo de los oligoquetos, y el bivalvo *Abra alba*. Cabe destacar también la presencia, una vez más, de *T. lubrica*. En relación con AMBI, dominan las especies tolerantes, a las que siguen los oportunistas de segundo orden, pero con densidades relativas importantes de especies sensibles e indiferentes a la alteración (GE I y II, respectivamente) lo que permite que la estación quede calificada como ligeramente alterada (AMBI=3,2) (Tabla 144).

Tabla 144 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 clasificación 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)	5.527	4.527	10.990
Biomasa	(g·m ⁻²)	22,514	3,780	15,004
Riqueza	(# taxa)	21	12	71
Diversidad densidad	(bit·ind ⁻¹)	0,91	0,45	3,93
Equitabilidad densidad		0,21	0,12	0,64
Diversidad biomasa	(bit·g ⁻¹)	1,16	1,38	3,80
Equitabilidad biomasa		0,26	0,38	0,62
Diversidad máxima	(bit)	4,39	3,58	6,15
AMBI		5,688	5,941	3,206
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Fuerte	Alteración Ligera
M-AMBI _{estación}		0,261	0,127	1,000
M-AMBI _{global}		0,514		

Los valores de M-AMBI estimados para 2022 indican Potencial Malo para la dársena de La Herrera, con Potencial Deficiente para la zona de Lezo y Máximo Potencial para la más exterior, lo que da una clasificación global de la masa de agua de **Buen Potencial** (Tabla 144).

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 dos últimas campañas (2021 y 2022) (Figura 196). En marzo de 2021 y marzo de 2022 se hicieron sendos dragados cerca de la estación E-OI10, de unos 5.000 m³. 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. 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 pantalanés en la zona. A partir de 2012 se iniciaron unas obras en la avenida Alcalde José Elosegui 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 2022. Será importante mantener la vigilancia de la estación en próximas campañas para analizar su evolución a medio plazo.

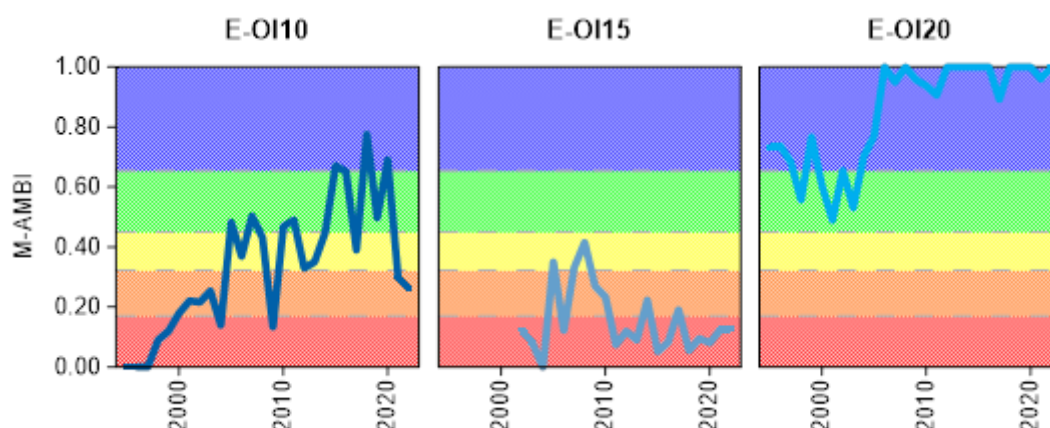


Figura 196 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua muy modificada del Oiartzun a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Potencial; naranja: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado; verde: Buen Potencial; azul: Máximo Potencial).

15.2.4. Fauna ictiológica

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2022 (muestreos realizados trienalmente desde 2004). 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.

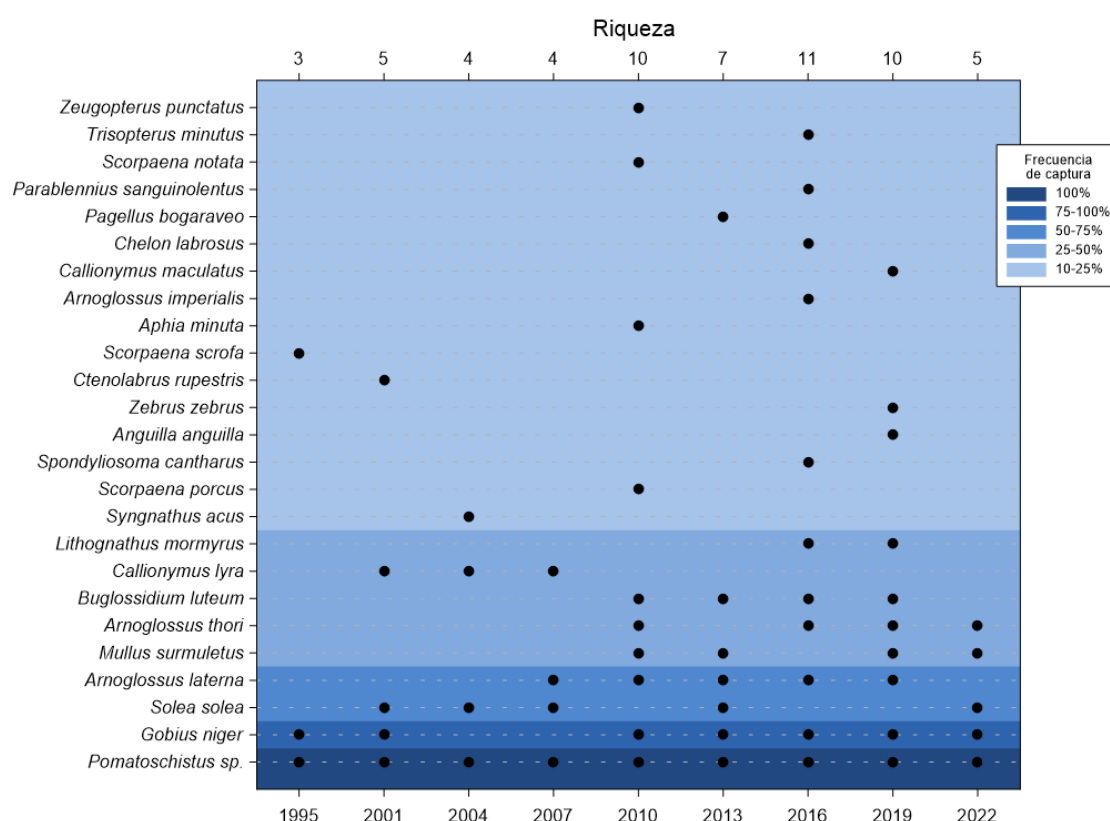


Figura 197 Listado de especies capturadas en el estuario del Oiartzun (1995-2022). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado.

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.

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).

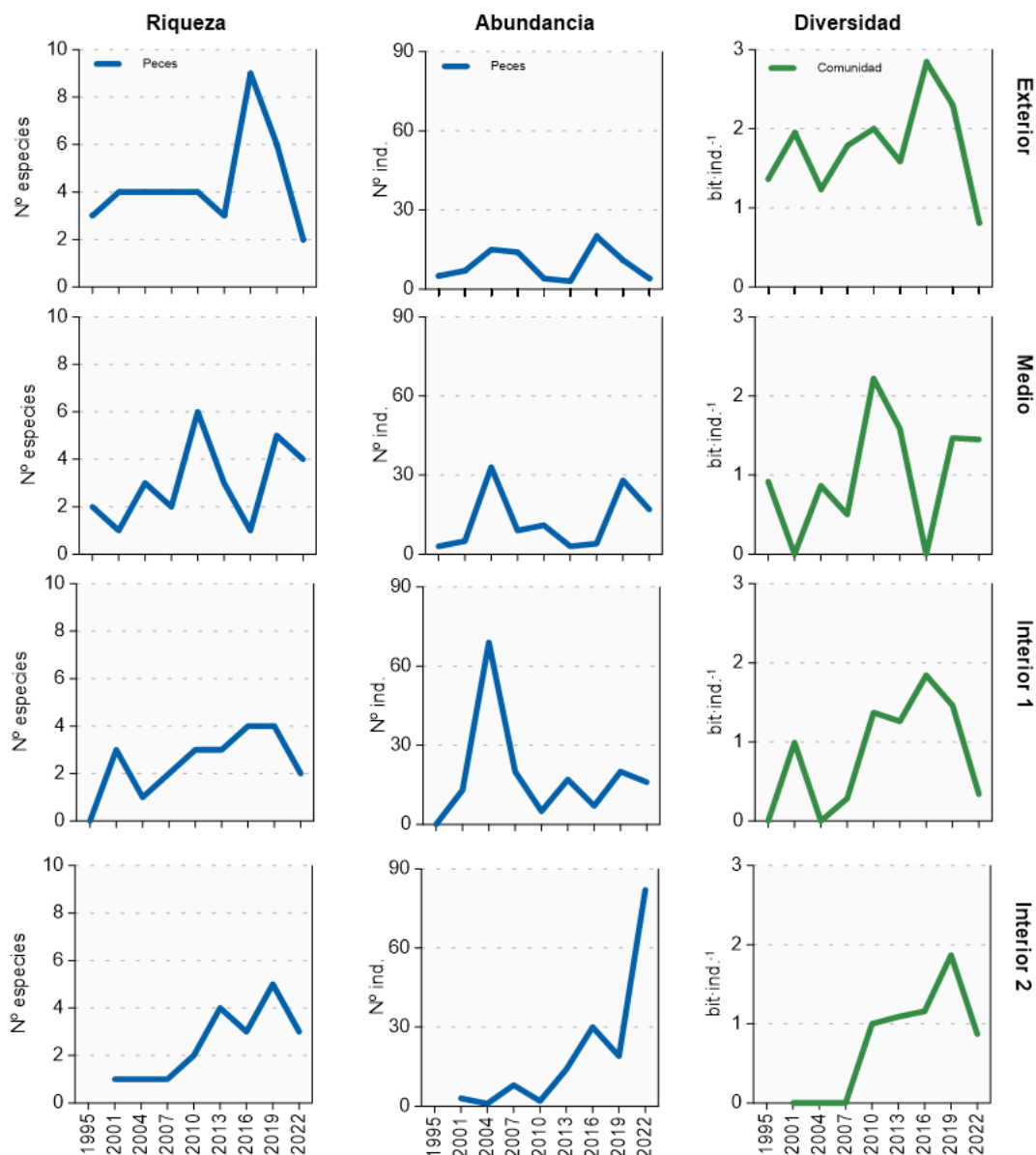


Figura 198 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Oiartzun entre 1995 y 2022.

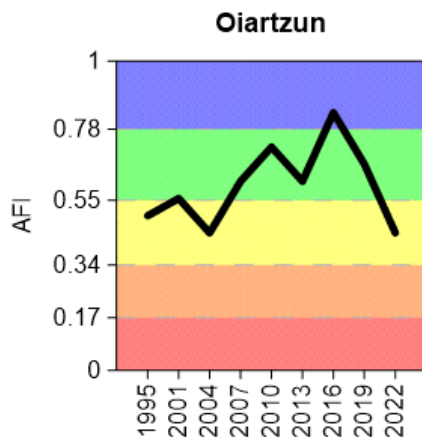


Figura 199 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para todo el estuario del Oiartzun entre 1995 y 2022. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: $\geq 0,667$; Bueno: $0,467-0,667$; Moderado: $0,289-0,467$; Deficiente: $0,145-0,289$; Malo: $\leq 0,145$. AFI: AZTI's Fish Index.

15.3. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En marzo de 2022 se hizo un dragado cerca de la estación E-OI10, de unos 5.000 m³, aunque no se hayan modificado los indicadores hidromorfológicos, que ya se consideran en mal estado, debido a que toda la masa de agua es un puerto.

16.

Masa de agua 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 2022, 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 antes. Además, desde 2020 se ha analizado una estación para biomonitores (moluscos).

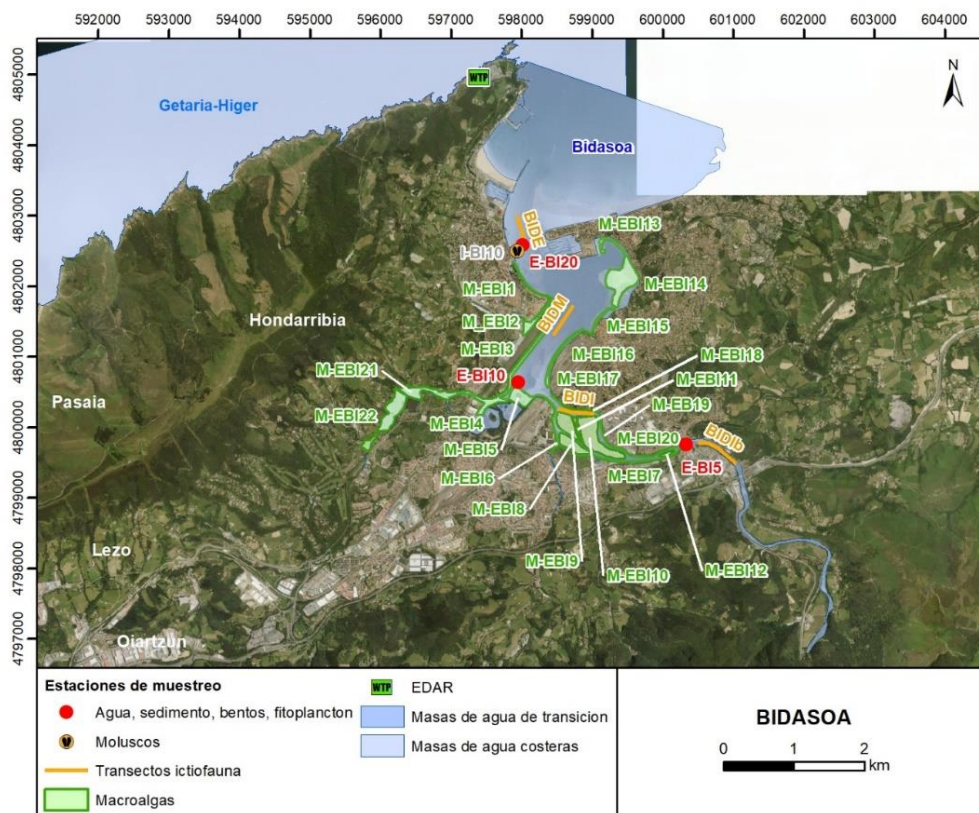


Figura 200 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Bidasoa.

La masa de agua de transición del Bidasoa se diagnostica, en la campaña 2022 en un estado peor que bueno, ya que, aunque el estado químico alcanza el buen estado, este año el estado ecológico es moderado, debido a los peces en toda la masa, y a los macroinvertebrados en la parte más interna (Tabla 145 y Figura 201). Esta situación de incumplimiento de objetivos medioambientales no se había dado en los cinco años precedentes (Figura 201).

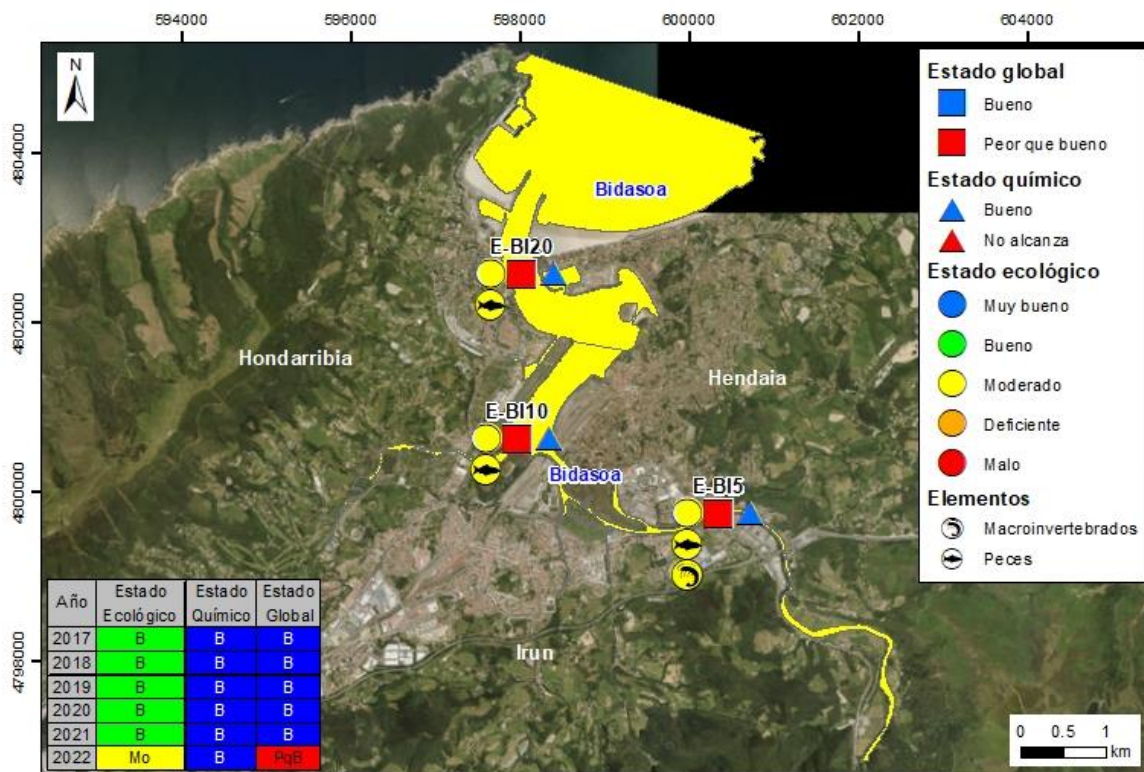


Figura 201 Masa de agua de transición del Bidasoa: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 145 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Bidasoa en 2022. 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)	Mo	Mo	B	Mo	Mo	MB	MB	Mo	Mo	B	PqB
E-BI10	Irun (Amute)	B	Mo	MB	B	Mo	MB	MB	Mo	Mo	B	PqB
E-BI20	Hondarribia (Txingudi)	B	Mo	MB	B	Mo	MB	MB	Mo	Mo	B	PqB
Bidasoa Transición		B	Mo	MB	B	Mo	MB	MB	Mo	Mo	B	PqB

Desde que se realizó en 2004 el 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 hayan cumplido este año no tiene 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.

16.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

16.2.1. Aguas

16.2.1.1. Físicoquímica general

En la Tabla 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a los datos de bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2022, 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 físicoquímica, 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 146). La masa de agua de transición del Bidasoa presenta un estado físicoquímico Muy Bueno.

Tabla 146 Evaluación del Estado Físicoquímico 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		100,59	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 51,6$	1,6	2,64	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 212,5$	1,6	35,73	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 5,13$	0,16	0,63	Muy Bueno
E-BI10	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		92,85	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 34,3$	1,6	5,49	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 121,3$	1,6	29,81	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 3,39$	0,16	0,80	Muy Bueno
E-BI20	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		99,19	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 18,6$	1,6	2,62	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 52,3$	1,6	14,22	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 1,82$	0,16	0,38	Muy Bueno

En relación con la evolución del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022, las estaciones 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 físicoquímico (Figura 202).

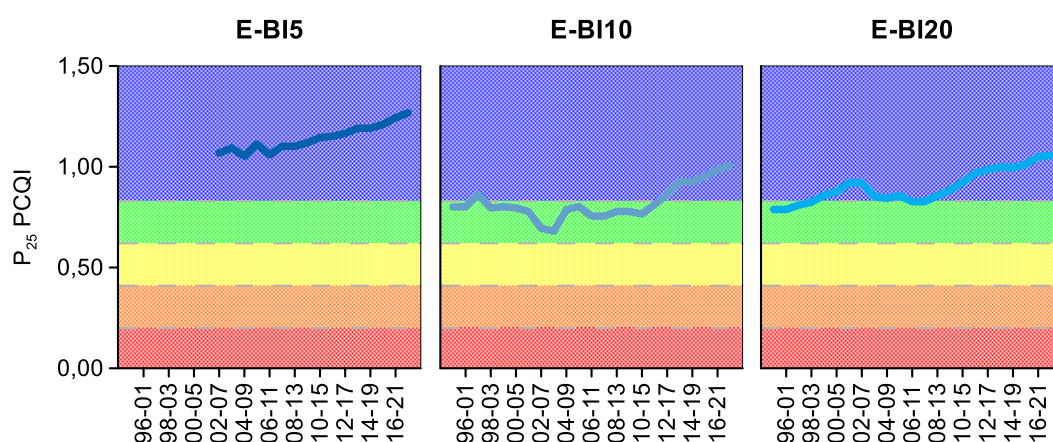


Figura 202 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de las estaciones de muestreo E-BI5, E-BI10 y E-BI20 de la masa de agua de transición del Bidasoa. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 203 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual 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 2022. En las series de datos disponibles de las tres estaciones se observa un descenso significativo ($p < 0,05$) de la concentración de amonio y fosfato en la estación E-BI20, un descenso significativo ($p < 0,05$) de la concentración de fosfato en la estación E-BI10 y la estación E-BI5 y un aumento significativo en la saturación de oxígeno en la estación E-BI5 ($p < 0,05$). Para el resto de las variables de tipo general y de las relacionadas con el estado trófico no se aprecian 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 203).

La estación E-BI5 cumple los objetivos de calidad en toda la serie temporal para todas las variables. La estación E-BI10, situada en la zona intermedia, por el contrario, muestra varios picos de incumplimiento del objetivo de calidad del amonio, del fosfato y de la saturación de oxígeno, especialmente al comienzo de la serie (Figura 203). Alguno de los valores máximos se registró en 2015 lo que indica que, aunque se haya avanzado en el saneamiento, ocasionalmente puede haber influencia de algún efluente secundario y aportes directos. En algunos casos, estas fuentes pueden hallarse en la parte francesa del estuario que, cerca de la estación intermedia, presenta algunos vertidos. En cuanto a la estación E-BI20, todas las variables han presentado algún momento en que se incumplía el buen estado, sin embargo, todos los casos fueron anteriores a 2006, cumpliendo desde entonces todas las variables (Figura 203).

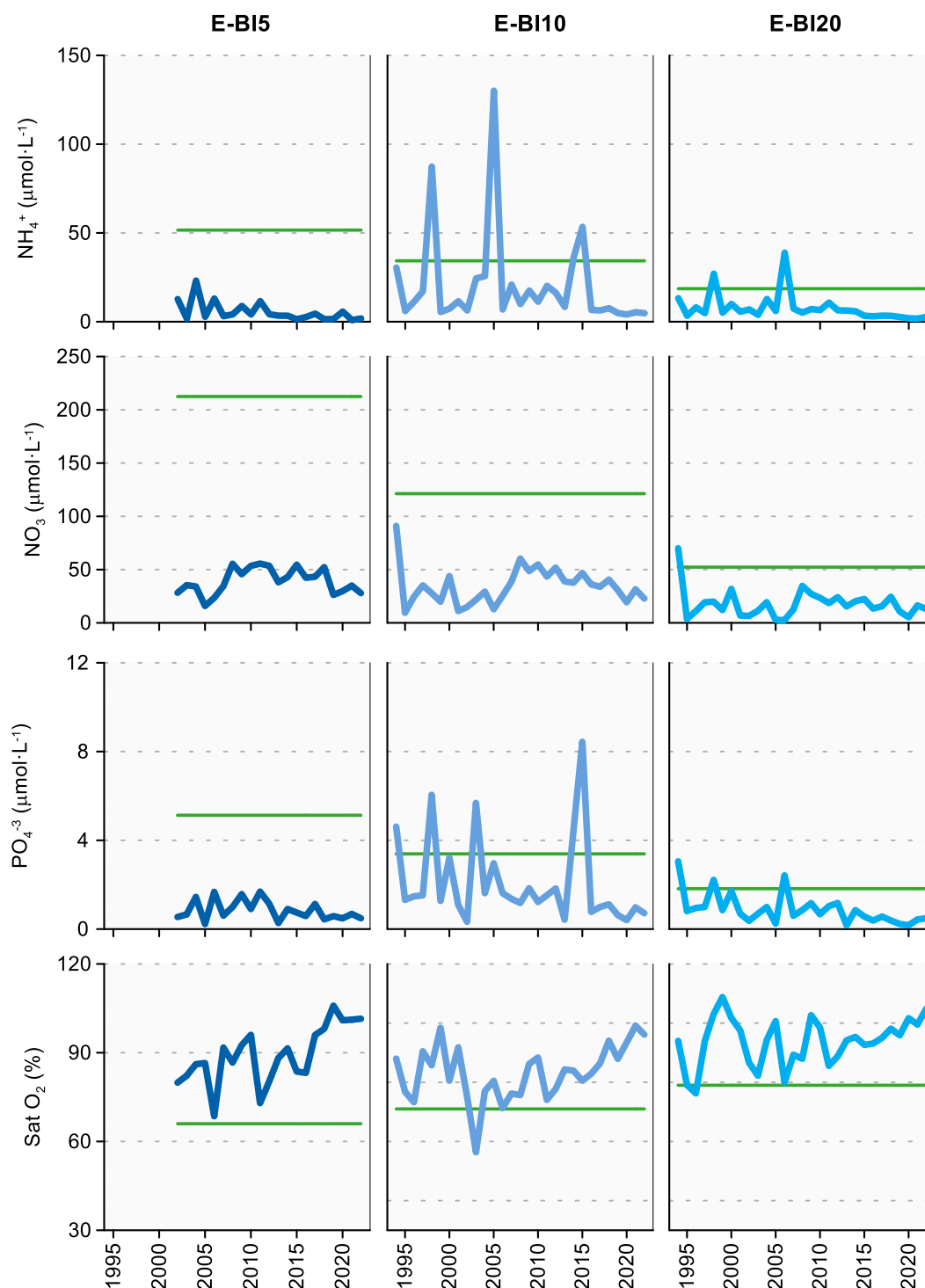


Figura 203 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

16.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado siendo también muy bueno para las tres estaciones de la masa (Tabla 147), como viene ocurriendo desde 2008.

Tabla 147 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua del Bidasoa en 2022.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-BI5	E-BI10	E-BI20	Global
Zinc	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	60	9	12,0	29,0	12,0	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	Bueno
Cobre	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	25	5	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	Bueno
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias indica que, que esta masa de agua alcanza el buen estado químico en 2022 (Tabla 148). Teniendo en cuenta las estaciones del 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 2022, donde se hicieron muestreos trimestrales de agua, el promedio de la concentración en todas las estaciones no supera el límite de cuantificación correspondiente ($0,0002 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), por lo que la masa de agua presenta buen estado químico para TBT.

Tabla 148 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Bidasoa en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-BI5	E-BI10	E-BI20	Global
Tributilo de estaño	NCA-MA Agua	0,0002	0,0002	<LC	<LC	<LC	No 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	<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	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0007	0,0014	0,0006	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0019	0,0022	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	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	0,070	0,100	0,070	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	0,95	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	1,40	0,50	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

Aun así, hay que destacar las limitaciones del método analítico para TBT en agua (límite de cuantificación de $0,0002 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, 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, provoca que la evaluación de estado químico por TBT tenga un relativamente bajo nivel de confianza, al menos para los valores promedios anuales, y por tanto para la evaluación de cumplimiento de NCA-MA (Larreta et al., 2022).

- En la serie analítica del periodo 2015-2021, solo en dos casos se supera el valor NCA-CMA ($0,004$ y $0,0016 \mu\text{g L}^{-1}$, en 2015 y 2018, respectivamente), siendo uno de ellos muy cercano al valor NCA-CMA ($0,0015 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$).
- En el trabajo de investigación que se está llevando a cabo en la masa de transición del Bidasoa (Larreta et al., 2022) se observa un descenso progresivo en la concentración de TBT, lo que supone que en los años más recientes prácticamente todas las estaciones cumplan el buen estado por TBT.

- En los estudios de bioacumulación llevados a cabo por Francia en ostras, se observa que en los últimos tres años los valores se encuentran por debajo de los límites de calidad recomendados por OSPAR (Gouriou et al., 2018; OSPAR, 2004). En estos estudios se observa un descenso en la concentración de TBT en biota de la estación "Hendaye-Chingoudy 2" desde finales de 2008 hasta 2022.

Por todo lo anterior consideramos que se dan las circunstancias necesarias para diagnosticar que la masa de transición del Bidasoa se encuentra en buen estado químico en 2022.

En la Figura 204 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 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.

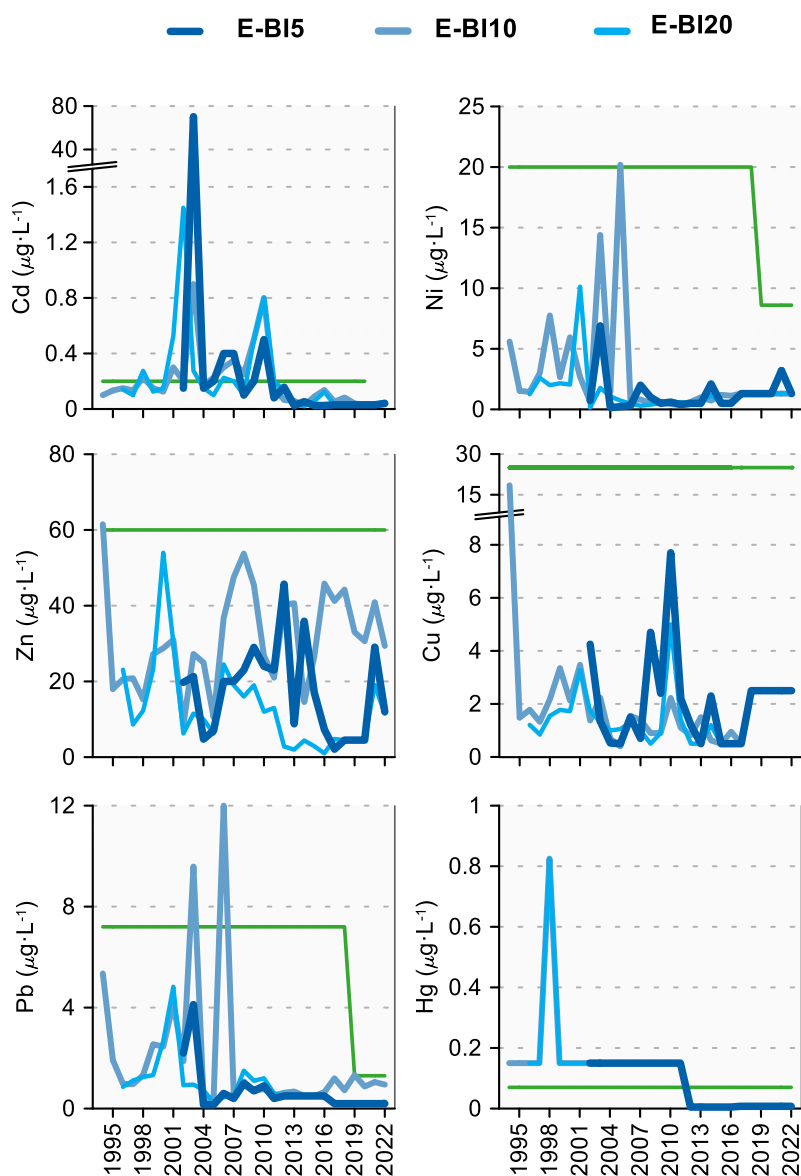


Figura 204 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa en el periodo que abarca desde 1996 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

16.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2022, los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero, en las tres estaciones. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 149. Las estaciones E-BI20 y E-BI5 presentan sedimentos arenosos con más del 95% de arenas, mientras que en la estación intermedia E-BI10 se encuentra sedimento areno-fangoso (Tabla 149).

No se observa ninguna tendencia temporal clara del potencial redox y el contenido en materia orgánica en ninguna de las tres estaciones (Figura 205). La estación E-BI10 con mayor contenido en limos presenta un potencial redox negativo, mientras que las estaciones E-BI-5 y E-BI20, de sedimentos arenosos, registran potenciales redox elevados.

En relación con la concentración de metales, en la campaña de invierno de 2022, la estación intermedia (E-BI10), con mayor contenido en limos, presenta mayor concentración para todos los metales (Tabla 149).

Tabla 149 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 Bidasoa en la campaña de invierno de 2022.

E-BI5 (Fecha de muestreo: 22/02/2022)				E-BI10 (Fecha de muestreo: 22/02/2022)				E-BI20 (Fecha de muestreo: 22/02/2022)			
Gravas (%)	0	Cd	0,25	Gravas (%)	0,0	Cd	1,20	Gravas (%)	1,1	Cd	0,05
Arenas (%)	98,7	Cr	41	Arenas (%)	58,0	Cr	112	Arenas (%)	98,9	Cr	21
Limos (%)	1,3	Cu	36	Limos (%)	42,0	Cu	135	Limos (%)	0,1	Cu	25
MO (%)	0,7	Hg	0,07	MO (%)	1,3	Hg	0,44	MO (%)	7,0	Hg	0,05
Eh (mV)	445	Ni	32	Eh (mV)	-82	Ni	59	Eh (mV)	288	Ni	12
		Pb	64			Pb	516			Pb	25
		Zn	133			Zn	668			Zn	309

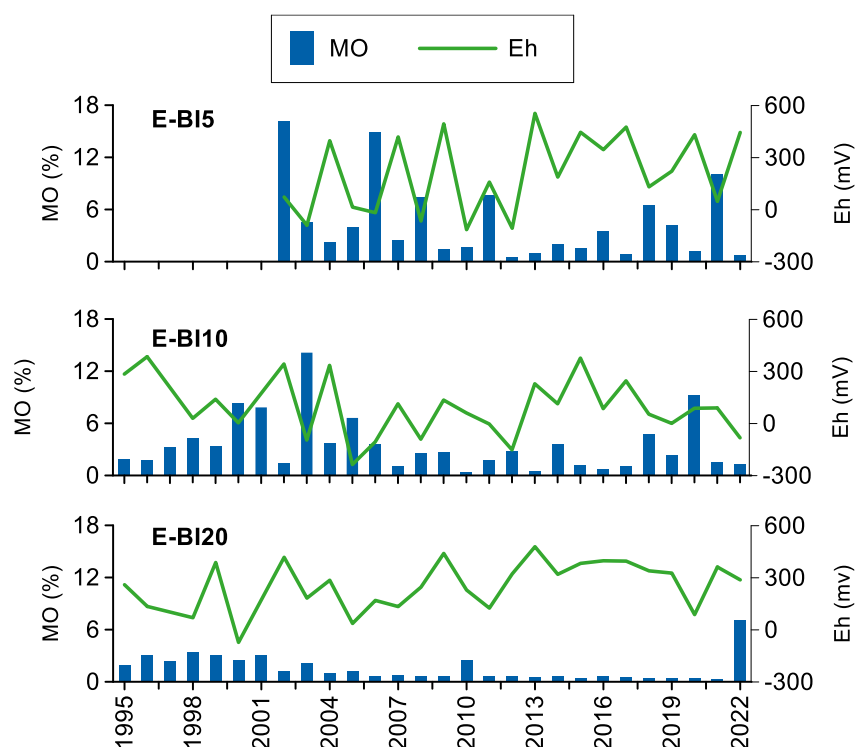


Figura 205 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Bidasoa (muestreos de invierno).

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, de algunos puntos de vertido en la parte francesa.

Por último, en la estación E-BI20 se mantiene una tendencia decreciente significativa en las concentraciones de Cd y Hg (Figura 206).

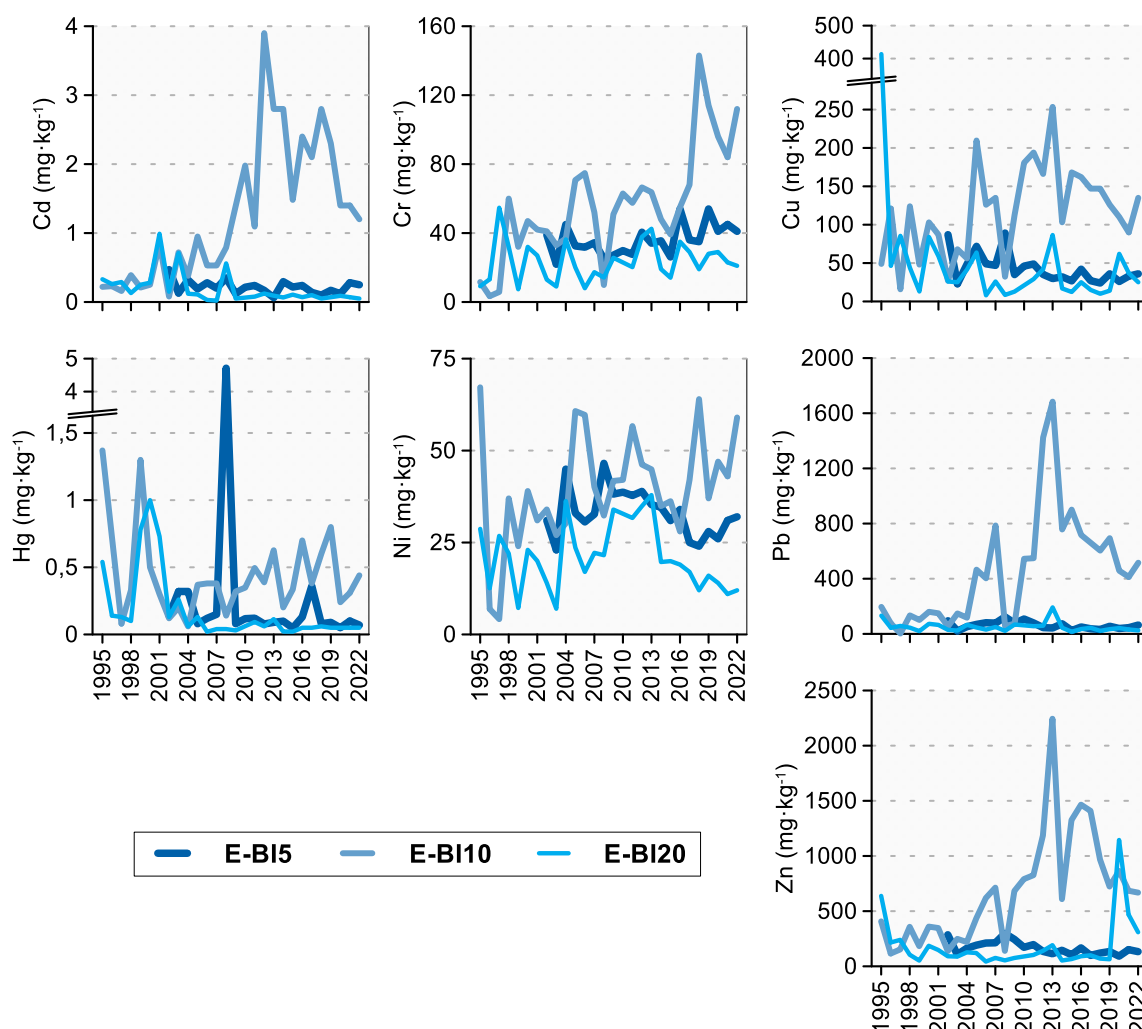


Figura 206 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg⁻¹) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Bidasoa (muestreos de invierno).

16.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2022, los biomonitores (ostras, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-BI10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 150, donde los valores registrados 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. De esta manera, los resultados en biomonitores, de cara a la evaluación de estado químico sobre la misma sustancia o familia, 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 Bidasoa alcanza el buen estado químico.

Tabla 150 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Bidasoa en 2022, basada en las sustancias prioritarias en biota ($\mu\text{g kg}^{-1}$ 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	0,519	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,032	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

16.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

16.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a en 2022** varió en un rango estrecho, entre $0,3$ y $4,5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, valores que se pueden considerar bajos dentro de la variabilidad natural de los estuarios. En verano se observó el máximo en aguas de carácter mesohalino que ocuparon la zona media del estuario (E-BI10). También hubo picos secundarios en aguas de menor salinidad, oligohalinas, situadas en la cabecera (Figura 207).

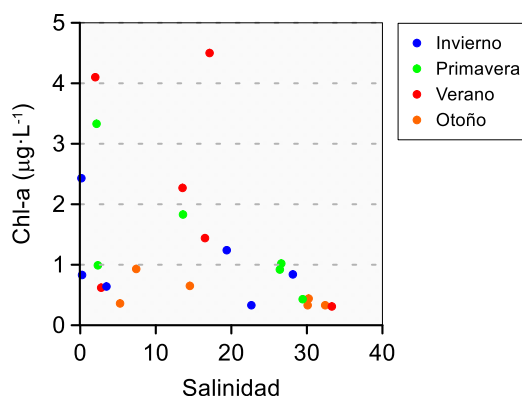


Figura 207 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Bidasoa en las cuatro épocas de estudio durante 2022. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

En comparación con otras masas de agua de transición del mismo tipo (T10, estuarios submareales), los picos de clorofila observados en 2022 en el estuario del Bidasoa fueron inferiores a los observados en el Oiartzun y el Nerbioi Exterior (9 y $17 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente) y, sobre todo, a los del Nerbioi Interior (24 – $44 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$).

En cuanto a la influencia antrópica en el Bidasoa, los nutrientes más relacionados con aportes de aguas residuales urbanas (amonio y fosfato) presentaron hasta el año 2015 picos que incumplían los objetivos de calidad en la estación E-BI10. Esto indicaba que los aportes habían sido muy fuertes hasta ese año y habrían llevado consigo un riesgo de eutrofización (véase Figura 203).

La respuesta del fitoplancton a la presión 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 relativamente larga, integrando las variables en periodos de varios años (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.

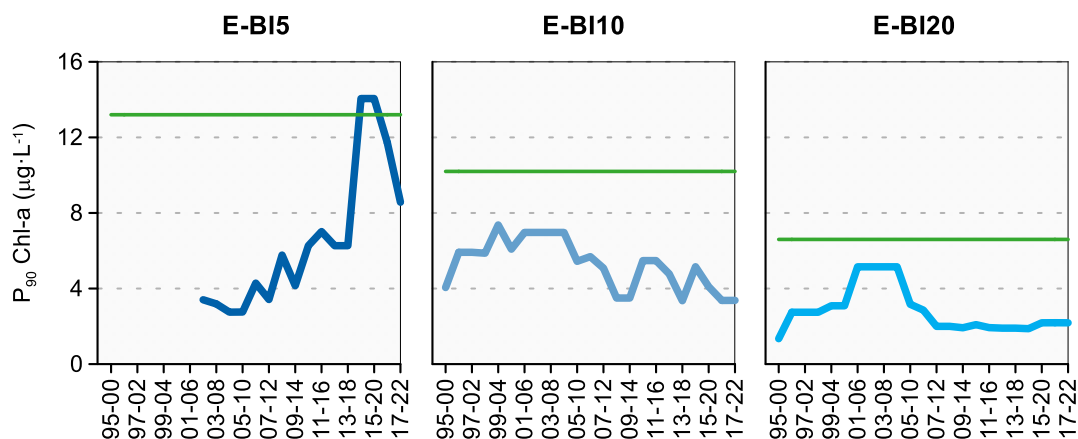


Figura 208 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas oligohalinas (E-BI5), mesohalinas (E-BI10) y polihalinas (E-BI20).

En la cabecera del estuario (E-BI5) se viene observando desde el periodo 2005-2010 una tendencia de aumento en el P90. Esto coincide con una mayor frecuencia en primavera de picos de clorofila de intensidad moderada y alta. De hecho, las concentraciones más altas de la serie histórica (unos 30–60 µg·L⁻¹) se registraron en mayo de 2017 y 2019. Por ello, en algunos periodos la estación E-BI5 no ha cumplido su objetivo, aunque más recientemente se aprecie un 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 203).

En la estación E-BI10 el P90 de la clorofila muestra oscilaciones, pero cumple su objetivo a lo largo de toda la serie. Al contrario que en la cabecera del estuario, sigue una tendencia neta de disminución desde finales de la década de 2000 (Figura 208). Las variaciones siguen en cierta manera la evolución de los picos de amonio y fosfato (Figura 203). 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 P90 en la zona inferior del estuario (E-BI20), al igual que en la zona media, ha seguido una tendencia neta de disminución y presenta en el último decenio valores relativamente más bajos que en años previos (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 151 se presentan las variables que describen de manera general a la comunidad, en muestras de primavera y verano.

Tabla 151 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.

Parámetro	Unidad	01/06/2022			22/08/2022		
		E-BI5	E-BI10	E-BI20	E-BI5	E-BI10	E-BI20
Abundancia	(10^3 células·L ⁻¹)	287	1551	299	260	9358	733
Diversidad	(bit·cel ⁻¹)	2,3	1,8	2,5	2,4	1,1	2,8
Riqueza	(# taxa)	14	21	21	15	25	45

En pleamar los máximos de abundancia se observaron en E-BI10 (Tabla 151). A estos contribuyeron principalmente las criptofíceas, entre las que superó el umbral de bloom *Teleaulax* spp. con $1,1 \cdot 10^6$ células·L⁻¹ en junio y $7,9 \cdot 10^6$ células·L⁻¹ en agosto.

Las criptofíceas también dominaron la comunidad en las muestras de agosto de la zona superior e inferior del estuario. Aunque, en el caso de E-BI5 la más abundante fue *Urgorri complanatus* ($1,4 \cdot 10^5$ células·L⁻¹), que se encontró hasta E-BI10. Esta especie produce coloración del agua cuando se encuentra en altas densidades, lo cual no ocurrió en las muestras de pleamar. En E-BI20 también fueron relativamente importantes algunas diatomeas del género *Pseudo-nitzschia*.

Otros taxa contribuyeron, de manera más moderada, al pico de abundancia registrado en agosto en E-BI10. Con valores del orden de 10^5 se observaron clorofitas (*Tetraselmis* spp.), diatomeas centrales, formas sin identificar y dinoflagelados (*Heterocapsa* spp.).

Respecto al **estado asociado al fitoplancton**, en el último periodo de evaluación la calificación varía según la zona del estuario (Tabla 152). En las estaciones que representan las zonas media e inferior (E-BI10 y E-BI20) el estado es “Muy Bueno”, mientras que la cabecera (E-BI5) presenta estado “Bueno”.

En el global de la masa de agua el estado del fitoplancton actualmente se clasifica, según la clorofila, como **“Muy Bueno” (EQR = 0,700)**.

Tabla 152 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 (verde: buen estado; azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P ₉₀ clorofila-a (μg·L ⁻¹)	Chl-a
2017-2022	E-BI5	8,57	0,513
	E-BI10	3,37	1,009
	E-BI20	2,19	1,005
	Bidasoa Transición	4,555*	0,700

(*) 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 ($61 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) 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.

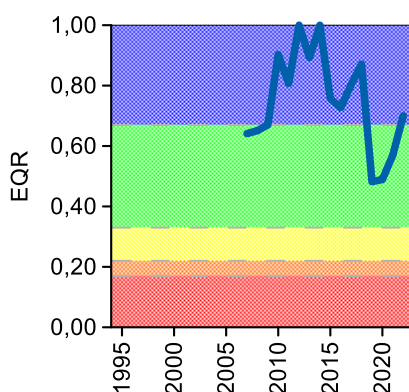


Figura 209 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Bidasoa a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality 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

En la presente campaña de 2022, la Masa de Agua de Transición del Bidasoa se dividió en 22 zonas distintas para la evaluación de las macroalgas presentes (Figura 200).

La primera (M-EBI1) discurre entre la cofradía y el puntal, a la entrada del Puerto de los Veteranos. En la pared vertical del paseo se observa un cinturón de rodofíceas cespitosas, compuesto por *G. pusillum* y *C. ustulatus*, de 1,5 m de anchura y 90% de cobertura. Sobre él se desarrolla un horizonte de clorofíceas de 1 m de ancho y 20% de cobertura (60% en 2019) en la primera parte de la zona, que se va estrechando aguas arriba hasta los 0,5 m. También se encuentran una zona de 20 m de ancho con *Fucus spiralis spiralis* en el entorno del varadero de la cofradía (20% de cobertura, aunque llega al 90% en la primera rampa de acceso al intermareal, frente al 40% de 2019), que llegan a formar un cinturón de hasta 2 m de ancho y 80% de cobertura en algunos tramos. En la plataforma arenosa que se extiende en la base de la pared vertical, se depositan piedras parcialmente tapizadas por clorofíceas. Sobre algunas crecen también ostras y, sobre las mismas, *C. ustulatus* y *G. pusillum*. También se observan ejemplares de *Magallana gigas* en las rocas situadas en la base de la pared.

En el Puerto de los Veteranos y en su canal de entrada (M-EBI2), el margen interior de la pared del aeropuerto está formada por grandes bloques, cuya zona inferior está colonizada por las rodofíceas *G. pusillum* y *C. ustulatus* (80% de cobertura en el tramo inicial, densificándose hasta alcanzar el 100% de cobertura) y por *Magallana* sp. Por encima, se extiende un horizonte de clorofíceas poco desarrollado (en 2019 alcanzaba 1 m de ancho y 90% de cobertura). A partir de la mitad del canal de entrada, comienza a formarse un cinturón de *F. ceranoides* que sustituye al de clorofíceas, llegando a alcanzar 2 m de ancho y 100% de cobertura a partir de los astilleros Olaziregi. Los nuevos diques de hormigón del interior del puerto presentan un cinturón de clorofíceas filamentosas (2 m de ancho). En la rampa de los astilleros se observan manchas de *F. ceranoides* (90% de cobertura en 2019), que se va reduciendo hasta 2 m de anchura (con 100% de cobertura) en la margen derecha de la regata que

desemboca en el puerto. La pared del puntal presenta un intermareal con una estructura muy similar a la del aeropuerto, pero con un desarrollo menor de clorófitas (manchas de hasta 1,5 m de ancho). Como principales diferencias, se puede destacar la presencia de *C. caespitosa* (15% de cobertura) en las zonas más sombrías y la aparición de matas aisladas de *F. ceranoides*, observadas por primera vez en este tramo en la campaña de 2019.

En la margen exterior del aeropuerto (M-EBI3), enfrente de la pista, y por encima de una zona ocupada por *Magallana* sp. cubierta de rodofíceas (principalmente, *G. pusillum* y *C. ustulatus*) y clorófitas laminares dispersas, se extiende una zona con *Magallana* sp., y un horizonte de clorófitas apenas visible (1,5 m de ancho y 70% de cobertura en 2019). A continuación, y hasta un pequeño recodo, se mantiene la misma estructura. Aguas arriba, el intermareal se vuelve más tendido y, entre los cinturones de rodofíceas y de clorófitas, se desarrolla uno de *F. ceranoides* muy compacto (90% de cobertura) de hasta 1,5 m de ancho. En la base, se extiende un intermareal fangoso con piedras cubiertas por *Magallana* sp.

La siguiente zona (M-EBI4) discurre desde el desagüe del aeropuerto hasta su parte final, e incluye las zonas de desembocadura de las regatas de Jaizubia y Mendelu. Aquí, la plataforma se ensancha y permite el desarrollo de un cinturón de 15 m de ancho de *Gracilaria* sp. (70% de cobertura), que en adelante se extiende hasta ocupar toda la plataforma. Por encima, se distingue uno de *F. ceranoides* de 5 m de ancho y 60% de cobertura (7 m de ancho y 85% de cobertura en 2019), cuyo desarrollo se va reduciendo a partir del inicio de la zona (de 70% a 40%). En la zona cercana a la pared se observan matas laminares de clorófitas del género *Ulva*. Sobre la pared se distingue un horizonte de clorófitas que llega a alcanzar 1 m de ancho en algunas zonas, diversas manchas de *Spartina* sp., llegando a formar hasta una banda de 80 m de longitud y 80% de cobertura (100% en algún caso), y algunas matas de *Limonium* sp. y de *F. ceranoides*. En algunas zonas, como en el intermareal adjunto al lezón de Plaiaundi, *Ulva* sp. alcanza una anchura de 5 m y coberturas del 70%. En las zonas en las que el lezón está bien conservado, y sobre las piedras, el cinturón de *F. ceranoides* llega a alcanzar 3 m de anchura y 70% de cobertura. Estuario arriba, hay un cinturón de formas filamentosas de *Ulva* sp. (4 m de ancho y 80% de cobertura) y un cinturón de *F. ceranoides* de anchura variable (de 1-3 m), sobre uno *Magallana* sp. tapizado por *G. pusillum* y *C. ustulatus*.

En la plataforma intermareal de Itzaberri (frente al parque de Plaiaundi), la parte superior queda limitada por una pared, formada por bloques de piedra, en la que se desarrolla un pequeño horizonte de clorófitas. Debajo, sobre la plataforma fangosa se extiende una pradera de *Spartina* sp. con un 65% de cobertura, y con *Gracilaria* sp. (15%) y *F. ceranoides* (5%) como principales especies acompañantes. En el tramo final de la pared, así como en algunos de los tramos de lezón, *F. ceranoides* llega a formar un cinturón bien definido, con 100% de cobertura. En este tramo se desarrolla un islote de *Spartina* sp. de 450 m² (100% de cobertura) que se une a otros formando un cinturón casi completo alrededor de la isla central. A diferencia de lo ocurrido en 2016, y como en 2013 y 2019, se ha observado una zona grande (1.000 m², frente a 200 m² en 2019) en la que se distribuyen manchas dispersas y con baja cobertura (15%) de *Zostera noltei*. En algunas de las zonas, se llegan a desarrollar islotes de *Juncus* sp., *Salicornia* sp. *Phragmites australis*, *H. portulacoides*, *Crithmum maritimum*, *Spergularia* sp. y *Tamarix* sp., además de algunas otras vasculares halófilas. También se aprecian algunas matas de *C. ustulatus* y *G. pusillum* en la parte más baja de la plataforma, creciendo sobre las conchas de *Magallana* sp. En una zona más arenosa y elevada, se encuentra también *Vaucheria* sp. En la pared que delimita el tramo más alto de la zona se desarrolla un pequeño cinturón de clorófitas.

La sexta zona (M-EBI6) discurre entre la plataforma de Itzaberri y la desembocadura del canal de Artia. El intermareal queda caracterizado por un horizonte de clorófitas de 0,5-1,5 m de ancho y 35-100% de cobertura, sobre un cinturón de *F. ceranoides* de 0,6-3 m de ancho y 30-100% de cobertura. Por debajo, en la parte más exterior de la zona, se observan algunas rodofitas (*C. ustulatus* y *G. pusillum*)

asociadas a *Magallana* sp., mientras que en algunos tramos se observa un horizonte del poliqueto *Ficopomatus enigmaticus*. En algunos puntos se observan también islotes de *Spartina* sp., mientras que las plataformas fangosas quedan tapizadas por *Gracilaria* sp. (20-85% de cobertura), con matas bien desarrolladas de *F. ceranoides* en algunos tramos (20-80% de cobertura). En los tramos más altos se desarrollan también algunas matas de vasculares halófilas.

Entre el canal de Artia y el puente de Behobia (M-EBI7) se desarrolla un horizonte de clorofíceas de 0,5-1 m de anchura y 70-100% de cobertura. Por debajo, se distingue una banda de *F. ceranoides*, de 3-15 m de ancho y 30-95% de cobertura. En algunos tramos, se observan también islotes de *Spartina* sp. y algunas matas de *Salicornia* sp. y *Vaucheria* sp. En el tramo alto de la zona se observa también alguna mancha de *B. maritimus* de 6 m de longitud, 2 m de ancho y 70% de cobertura.

El intermareal de los lezones de la isla Hiru-Kanale (M-EBI8) presentan una vegetación compuesta, principalmente, por *B. maritimus*, junto con matas de *Limonium* sp. En algunos puntos, la parte baja del lezón permite el desarrollo de un horizonte de clorofíceas de 0,5-3 m de ancho y 40-70% de cobertura, mezclándose en alguna zona con *Vaucheria* sp. En algunos tramos, el borde superior del intermareal se encuentra colonizado por *P. australis* y *Bostrychia scorpioides*. Sobre las piedras del intermareal fangoso se desarrolla una banda de *F. ceranoides* de 2,5-9 m de ancho y 15-80% de cobertura. También se observan pequeñas matas laminares de *Ulva* sp. En algunos tramos se desarrollan islotes de *Spartina* sp. y se observan también algunos brotes de *Festuca* sp. En la zona más baja del intermareal, las piedras pasan a estar cubiertas por *Magallana* sp. En la ribera oeste del islote se extiende un cinturón de *Gracilaria* sp. de 3 m de ancho y 5-60% de cobertura, y una banda de *Ulva* sp. (de forma filamentosa), con *F. rubra* y *Vaucheria* sp. de 3 m de ancho y 30% de cobertura. A pesar de que se llevaron a cabo trabajos de eliminación del arbusto invasor *Baccharis halimifolia*, se observan algunos ejemplares nuevos en la parte alta del intermareal de algunas zonas.

El lezón de la isla Galera (M-EBI9) alberga un horizonte de clorofíceas de 0,5-1 m de ancho y 100% de cobertura. En la parte alta, debido a un proceso erosivo importante en la zona que ha afectado a la pradera descrita en 2019, se desarrollan dos islotes de *Spartina* sp. de 9 m de longitud y 2 m de ancho, y 90% de cobertura. También se observan algunos islotes mayores que alcanzan, en conjunto, hasta 40 m de longitud y 18 m de ancho (90% de cobertura). con brotes de *F. rubra* y matas de *Salicornia* sp. y *Limonium* sp. En la plataforma intermareal, las piedras están cubiertas por matas de *F. ceranoides* (hasta 30% de cobertura) o por *Magallana* sp. Además, *F. ceranoides* también forma un cinturón de 2-5 m de ancho y 25-30% de cobertura en algunas zonas de la isla. Entre *F. ceranoides*, en algunas zonas, se distinguen matas dispersas de *Gracilaria* sp. y formas laminares de *Ulva* sp. También se observan zonas fangosas cubiertas por *Gracilaria* sp. (70% de cobertura). En el extremo de la isla se desarrolla, además, un cinturón discontinuo de *B. scorpioides* de 0,8 m de ancho, con un 60% de cobertura.

En la isla Santiago Aurrera (M-EBI10) el intermareal fangoso se encuentra cubierto de piedras que albergan un horizonte de anchura variable con un 35-80% de cobertura de *F. ceranoides*, y *Ulva* sp. en algunas zonas. Además, se forman islotes de *Spartina* sp. y de *B. maritimus* y, en algunas zonas, se observan matas de *J. maritimus*. La ribera de la isla queda delimitada por una banda de *P. australis*, con brotes de *F. rubra* por delante y, en algunas zonas, de *B. scorpioides*. En el canal que atraviesa la isla, se puede distinguir también una banda mixta de *F. ceranoides* (85% de cobertura) y *Ulva* sp. (15% de cobertura). En algunas zonas también se desarrolla un cinturón de clorofíceas de hasta 1 m de ancho y 100% de cobertura. Sobre algunas de las rocas crecen grupos de *Crassostrea* sp. y de *F. enigmaticus*. También en esta zona se han eliminado algunos ejemplares de *B. halimifolia*, aunque aún persisten algunas matas y se observan algunos brotes nuevos.

Los bordes del canal que separa la isla Galera de la isla Santiago Aurrera (M-EBI11) se encuentran

delimitados en su parte superior principalmente por *P. australis*, epifitada por *B. scorpioides*. Por debajo crece un cinturón de clorofíceas de 0,5-2 m de ancho y, en el extremo final, se observan un islote de *Spartina* sp. de unos 200 m² y otro de *B. maritimus* de 900 m². En las zonas fangosas se distribuyen *Gracilaria* sp. (10% de cobertura), y matas grandes y dispersas de la forma laminar de *Ulva* sp., con matas grandes de *F. ceranoides* sobre piedras y ramas (30-100% de cobertura). En algunas zonas altas, también se observa *Vaucheria* sp.

En la Isla de los Faisanes (M-EBI12) *Ulva* sp. forma una banda de 0,5-2 m de ancho y 20-100% de cobertura, sobre un cinturón de *F. ceranoides* de 2-4 m de ancho y 30-100% de cobertura, salvo en algunos puntos en los que las piedras han quedado cubiertas por sedimento y, al contrario que en 2019, ya no se ha encontrado *F. ceranoides*.

La zona M-EBI13 discurre entre la rampa del Club Náutico de Hendaia y el primer colector. En esta zona se desarrolla un horizonte de clorofíceas de 1,5 m de ancho y 100% de cobertura. Por debajo, entre ejemplares de *Magallana* sp., se distingue un horizonte de rodofíceas (*G. pusillum* y *C. ustulatus*) de 0,5-2 m de ancho y 40-60% de cobertura. Junto a la rampa se extiende una zona pedregosa en la que se desarrolla un horizonte de *F. ceranoides* de 40 m de ancho y 75% de cobertura, con algunas matas de *Limonium* sp. en la parte superior. Junto a la playa, se observan manchas de *Z. noltei* de hasta 25 m de anchura con una cobertura del 50-80%. Entre grandes matas de *F. ceranoides* que crecen en una banda de 10 m de ancho, sobre piedras, hay matas sueltas de *Ulva* sp. laminar con 10 m de ancho, aunque con 80% de cobertura. También se distinguen algunos ejemplares de *Spartina* sp. y, en zonas sumergidas, grandes matas de *Ulva* sp. y de *Rhizoclonium* sp.

Entre el primer colector y el mirador del observatorio (M-EBI14), el horizonte de *F. ceranoides* alcanza una anchura de 1,5-12 m, con una cobertura del 70-90%, con un 10% de cobertura de clorofíceas. También se observa una banda de *Spartina* sp. de 30-50 m de ancho y 70% de cobertura. En algunas zonas, además de *Spartina* sp., se distinguen ejemplares de *Limonium vulgare*, *Spergularia marina*, *P. australis* y *F. ceranoides* (que llega a formar una banda de 15 m de longitud y 2,5 m de ancho, con 95% de cobertura, sobre unas piedras depositadas en una estructura plástica artificial). Además, se distinguen varias manchas de *Z. noltei* de 10-1.600 m² y 50-80% de cobertura. Se observa también un cinturón de *Magallana* sp. y de rodofíceas sustituye a la banda de *F. ceranoides*. En algún tramo se distingue un cinturón de clorofíceas filamentosas de 0,8 m de ancho y 80% de cobertura, al que sigue otro de *F. ceranoides* de 1 m de ancho y 60% de cobertura. En los canales fangosos, se aprecian grandes matas laminares de *Ulva* sp. y también *Gracilaria* sp.

En la decimoquinta zona, que discurre entre el final de Belzenia y el comienzo de la pared que llega hasta el dique de la estación, se desarrolla un horizonte de clorofíceas de 1-1,5 m de ancho y 60-70% de cobertura, y un cinturón de *F. ceranoides* de 0,5-15 m de ancho y 30-95% de cobertura. Las superficies arenosas se encuentran desprovistas de vegetación, pero las piedras depositadas sobre las superficies fangosas se encuentran cubiertas sobre todo por clorofíceas, aunque también por *F. ceranoides* y rodofíceas cespitosas (*G. pusillum* y *C. ustulatus*). También se observa algunas matas laminares grandes de *Ulva* sp., así como manchas de *Z. noltei*, algunas de ellas desarrolladas con posterioridad a 2019, y de *Gracilaria* sp., así como un pequeño cinturón, en el tramo final de la zona, formado por *Magallana* sp. y rodofíceas.

Sobre el dique de la estación de ferrocarril de Hendaia (M-EBI16) se desarrolla un cinturón de clorofíceas de 2 m de ancho y 10% de cobertura (hasta un 90% en 2019). Por debajo, se distingue un cinturón de *Magallana* sp. de 1,5 m de ancho, junto con un cinturón de matas muy desarrolladas de *F. ceranoides* (70% de cobertura, frente a un 20% en 2019). En la parte más baja, junto con *Magallana* sp., se extiende un tapiz de algas rojas (*G. pusillum* y *C. ustulatus*) de 1,5 m de ancho y 50% de cobertura (30% en 2019).

La decimoséptima zona corresponde a plataforma de 7.000 m² que, a raíz de un relleno, ha perdido su carácter intermareal al menos en parte de esta. Sobre ella se desarrolla una banda de *Spartina* sp. de 7 m de ancho y 100% de cobertura. Algunas zonas están siendo colonizadas por *Phragmites* sp. y se observan también ejemplares de *Salicornia* sp. y *S. maritima*, así como de *Limonium* sp. y de *Juncus* sp. La superficie fangoso-pedregosa se encuentra cubierta por *F. ceranoides* y *Vaucheria* sp. (una mancha de 20 m² y 30% de cobertura). Por debajo, se desarrolla un cinturón de *F. ceranoides* de 3-8 m de ancho y 80-100% de cobertura. En algunos tramos, por encima del cinturón de *F. ceranoides*, se desarrolla también un cinturón de clorofíceas de 3 m de ancho y 75% de cobertura. En la parte más baja, se extiende un intermareal rocoso con *Magallana* sp. y rodofíceas (*G. pusillum* y *C. ustulatus*), así como con algunos ejemplares de *Ulva* sp. (formas laminares). En tramos concretos, se llega a definir un cinturón de formas laminares de *Ulva* sp. de 3 m de ancho. Se observan algunos ejemplares de *B. halimifolia*.

En zona superior de la decimoctava zona, que abarca el tramo entre los puentes internacionales y una plataforma fangosa frente a la isla Santiago Aurrera, se distinguen matas de *L. vulgare*, sobre un horizonte de clorofíceas de 1,5 m de ancho y 50% (70% en 2019) de cobertura. Las piedras del intermareal están colonizadas por un horizonte de *F. ceranoides* de 1-10 m de ancho y 30-90% de cobertura. También se observa *Spartina* sp., y llegando a delimitar la ribera en algunos tramos, de *P. australis*, con matas dispersas de *B. scorpioides* sobre sus rizomas. En la parte baja, las piedras quedan cubiertas por *Magallana* sp. También se observan manchas de *Gracilaria* sp. (hasta 6 m de ancho y 40-60% de cobertura), así como algunas matas laminares de *Ulva* sp., *Vaucheria* sp. y rodofíceas (*G. pusillum* y *C. ustulatus*). En alguna zona se llega a formar un cinturón de clorofíceas de 1 m de ancho. También se ha observado una pequeña zona de unos 60 cm de diámetro, con *Z. noltei*, así como algunos ejemplares de *B. halimifolia*.

En la decimonovena zona la plataforma fangosa está delimitada por un lezón con un horizonte de clorofíceas de 1 m de ancho y 50% de cobertura (95% en 2019), festoneado por *P. australis* y matas dispersas de *B. scorpioides*. Por debajo, se observa un cinturón mixto de 2 m de ancho y 40% de cobertura (2,5 m de ancho y 80% de cobertura en 2019), formado por *F. ceranoides*. En la plataforma, *F. ceranoides* crece sobre restos de ramas, troncos, piedras, etc., con manchas aisladas de *Vaucheria* sp. Se observan también algunos islotes de *Spartina* sp. de hasta 600 m². Por encima del cinturón de *F. ceranoides* también se observa un cinturón de clorofíceas de 1 m de ancho y 95% de cobertura. Se han identificado también abundantes plantas de *B. halimifolia*.

En la vigésima zona (desde el canal de desagüe de la EDAR de Hendaia, hasta el puente de Behobia), la ribera está ocupada por *P. australis*. También se observan arbustos dispersos de *B. halimifolia*. En la plataforma fangosa, *F. ceranoides* crece sobre piedras, en una banda de 1-3 m de ancho y con una cobertura del 40-80%. Por encima, *Vaucheria* sp. forma un cinturón continuo. También se desarrolla un tenue cinturón de clorofíceas de 0,5 m de ancho y 50% de cobertura.

En el tramo de la regata de Jaizubia que queda delimitado por los puentes de Amute y Zubiberri, las grandes piedras depositadas sobre el fango se encuentran cubiertas por *Magallana* sp. y, en el cauce, en las piedras sumergidas, se desarrollan grandes matas de *Gracilaria* sp. En la parte alta de la pared del paseo se desarrolla un cinturón de clorofíceas de 0,8 m de ancho y 90% de cobertura. Las plataformas fangosas quedan delimitadas por un cinturón discontinuo de *P. australis* y *Juncus* sp., con *B. scorpioides* en algunas zonas, y con *Spartina* sp. por debajo. Las zonas enfangadas se encuentran cubiertas por una pradera de *Gracilaria* sp. (10-90% de cobertura), *F. ceranoides* (10-40%) y *Ulva* sp. de forma laminar (5%). También se distingue alguna zona con *H. portulacoides*, así como algunas manchas de *Limonium* sp., de *Salicornia* sp. y de *S. marina*. En algunas zonas, *Vaucheria* sp. llega a formar un cinturón de 0,5 m de ancho y hasta un 70% de cobertura.

En la zona M-EBI22, las partes más altas están colonizadas por *P. australis*, con una banda debajo de *Vaucheria* sp. de 0,8 m de ancho y 90% de cobertura. En las zonas de marisma también se observan manchas de *Spartina* sp., acompañada de *Bolboschoenus* sp., con matas de *F. ceranoides* y de *B. scorpioides* en los tallos, mientras que en los canales se asientan algunos ejemplares de *Gracilaria* sp., *F. ceranoides* y *Ulva* sp. laminares. En las plataformas fangosas más altas se distribuyen matas dispersas de *Limonium* sp.

Aunque las comunidades de macroalgas de estuario no se emplean para la determinación del estado ecológico, sí se realiza una valoración, para la que se aplica el índice TMI. En la Tabla 153 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.

La calificación obtenida en 2022 es de Buen Estado para todas las zonas analizadas, a excepción de M-EBI1 y M-EBI13 (Muy Buen Estado), y M-EBI7 y M-EBI12 (Estado Moderado) (Tabla 153). Este resultado responde, básicamente, a las altas riquezas y a los bajos valores para el ratio de cobertura de clorófitas, respecto a la cobertura vegetal total, con valores moderados de cobertura de especies no indicadoras de contaminación. La cobertura de especies indicadoras de contaminación es la que determina que las zonas arriba indicadas se encuentren en mejor o peor estado que el resto. Con estos resultados, los tramos exterior y medio del estuario, así como las marismas de Jaizubia, quedarían calificados en Buen Estado, con Estado Moderado para el tramo interior, con una calificación global de **Buen Estado** también para 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.

Tabla 153 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las zonas de la masa de agua de transición del Bidasoa (TMI_{zona}), así como a nivel de estación (TMI_{estación}) y a nivel de estuario (TMI_{estuario}). 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).

Indicadores	ZONA										
	M-EBI1	M-EBI2	M-EBI3	M-EBI13	M-EBI14	M-EBI15	M-EBI7	M-EBI12	M-EBI20	M-EBI21	M-EBI22
R	5	5	3	5	5	5	5	3	5	5	5
Ct	3	3	3	3	3	1	1	3	3	1	3
Cr	5	3	3	5	3	5	1	1	1	3	3
V/R	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Suma	18	16	14	18	16	16	12	12	14	14	16
TMI _{zona}	0,875	0,750	0,625	0,875	0,750	0,750	0,500	0,500	0,625	0,625	0,750
Superficie (m ²)	3.375	7.000	8.500	13.800	100.000	21.700	12.000	4.500	6.600	100.000	100.000
Superficie relativa (% zona)	0,02	0,05	0,06	0,09	0,65	0,14	0,52	0,19	0,29	0,50	0,50
Estación	E-BI20						E-BI5			Jaizubia	
TMI _{estación}	0,757						0,536			0,688	
Superficie relativa (% estuario)	0,01	0,01	0,02	0,02	0,18	0,04	0,02	0,01	0,01	0,18	0,18
	M-EBI4	M-EBI5	M-EBI6	M-EBI8	M-EBI9	M-EBI10	M-EBI11	M-EBI16	M-EBI17	M-EBI18	M-EBI19
R	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5
Ct	3	1	3	3	3	1	3	3	1	3	3
Cr	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	1
V/R	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Suma	16	16	16	16	16	14	16	14	14	16	14
TMI _{zona}	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,625	0,750	0,625	0,625	0,750	0,625
Superficie (m ²)	26.000	46.000	18.000	13.200	9.000	22.800	6.950	4.000	11.000	14.700	8.200
Superficie relativa (% zona)	0,14	0,26	0,10	0,07	0,05	0,13	0,04	0,02	0,06	0,08	0,05
Estación	E-BI10										
TMI _{estación}	0,718										
Superficie relativa (% estuario)	0,05	0,08	0,03	0,02	0,02	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01
TMI _{estuario}	0,710										

16.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un tramo interno en el que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos es pobre, con los menores valores de densidad y de riqueza de la serie histórica, y un valor de biomasa también bajo (Tabla 154). Probablemente esto pueda deberse a procesos de arrastre por aumento del caudal del río en días anteriores al muestreo, pues también se observa un cambio granulométrico del sedimento como consecuencia de una reducción importante de la fracción fangosa. Las especies más abundantes se adscriben al GE II (tolerantes), lo que, unido a la densidad relativa también alta de las especies oportunistas de primer orden (GE V), limita la calificación de la estación, en términos de AMBI, a moderadamente alterada (AMBI=4,2).

Del mismo modo, también la estación próxima a la desembocadura de la regata de Jaizubia presenta una comunidad empobrecida (Tabla 154), con valores de los parámetros estructurales inferiores a los promedios de la serie histórica (1.300 ind·m⁻² y 12 taxa), e incluso alcanzándose el valor mínimo en el caso de la diversidad. Respecto a la composición faunística, domina el poliqueto *H. diversicolor*. En densidad, dominan las especies tolerantes al enriquecimiento orgánico (como es el caso de *H. diversicolor*) lo que explica que la estación quede calificada, en términos de AMBI, como ligeramente alterada (AMBI=3,1).

Tabla 154 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)	39	268	15
Biomasa	(g·m ⁻²)	0,027	0,840	0,026
Riqueza	(# taxa)	4	6	5
Diversidad densidad	(bit·ind ⁻¹)	1,66	1,02	1,97
Equitabilidad densidad		0,83	0,39	0,85
Diversidad biomasa	(bit·g ⁻¹)	1,78	0,97	1,88
Equitabilidad biomasa		0,89	0,38	0,81
Diversidad máxima	(bit)	2,00	2,58	2,32
AMBI		4,192	3,102	1,357
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Ligera	Alteración Ligera
M-AMBI _{estación}		0,517	0,557	0,713
M-AMBI _{global}		0,614		

En el tramo exterior, como viene siendo habitual, se ha encontrado una comunidad pobre (63 ind·m⁻² y 11 taxa de promedio para la serie histórica) (Tabla 154). La fracción predominantemente arenosa y la presencia de especies como *Haustorius arenarius* y *Eurydice affinis*, indican que se trata de una estación sometida a fuerte hidrodinamismo. En este caso, como en la anterior estación, vuelve a dominar el GE III, pero con abundancia relativa también importante de especies sensibles a la alteración (GE I), lo que permite que la estación quede calificada como ligeramente alterada en términos de AMBI (1,4).

En cuanto a los valores de M-AMBI estimados para 2022, indican Estado Moderado para la estación más interior (E-BI5), con Buen Estado para las estaciones de los tramos medio 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 dos últimas campañas (2021 y 2022). En la pasada campaña, 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 presente campaña, la situación, en términos de M-AMBI mejora, pero no se alcanza el Buen Estado determinado para campañas anteriores, como consecuencia de la baja riqueza y el alto valor de AMBI. Se ha indicado más arriba que, probablemente, el empobrecimiento ha podido deberse a un efecto de arrastre como consecuencia de crecidas en días previos al muestreo, aunque también puede ser que la estación se esté recuperando desde algún proceso de impacto que sufriera en 2021, pero que no hemos conseguido identificar. Si así fuera, se debería esperar una recuperación en próximas campañas. Por tanto, será importante mantener la vigilancia sobre la zona para comprobar esto último.

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 tanto en la pasada campaña de 2020, como en la actual campaña de 2022 (aunque la calificación de la estación sigue siendo de Buen Estado). 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 pasada campaña de 2021, en cambio, se observó una recuperación, pero vuelve a detectarse una regresión en 2022. 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 ocho últimas campañas se han detectado valores de EQR mayores que en 2014, y con tendencia positiva.

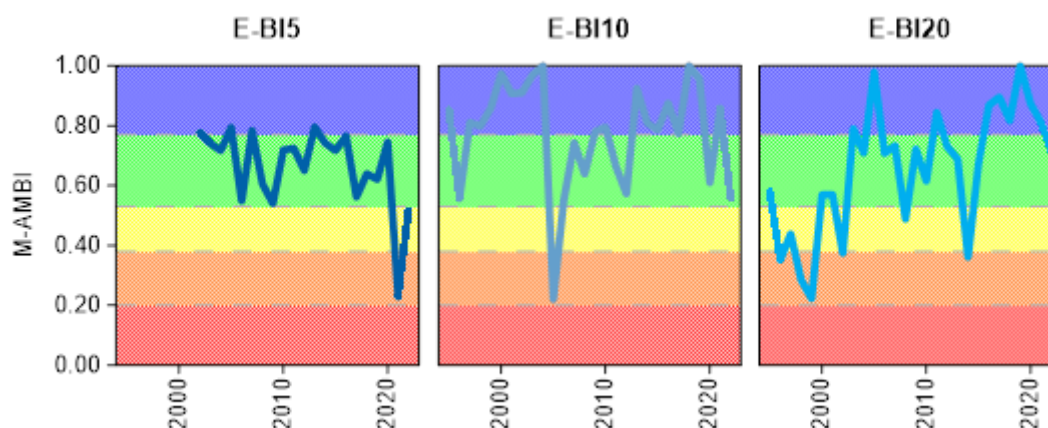


Figura 210 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la masa de agua de transición del Bidasoa a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

16.3.4. Fauna ictiológica

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2022 (muestreos realizados trienalmente desde 2004). 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” (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 2022) 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 2022 la pérdida de la riqueza ha sido destacada, detectándose solamente cuatro taxones, los cuatro más frecuentes en el estuario: cabuxinos del género *Pomatoschistus*, chaparrudos (*Gobius niger*), lenguado común (*Solea solea*) y platija (*Platichthys flesus*).

En cuanto a los parámetros estructurales (riqueza, abundancia y diversidad), la Figura 212 muestra su evolución entre 1995 y 2022, por estación. En 2022 todas las estaciones muestran valores ligeramente superiores o similares a los obtenidos en 2019, excepto la estación externa, estación donde todos los parámetros muestran valores inferiores, y la estación interior 2 donde la diversidad desciende claramente.

En líneas generales, se aprecia un ligero aumento de la riqueza de peces en los tramos más internos del estuario. En cuanto a la abundancia y diversidad, no se observan tendencias significativas que indiquen un incremento o descenso significativo 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”.

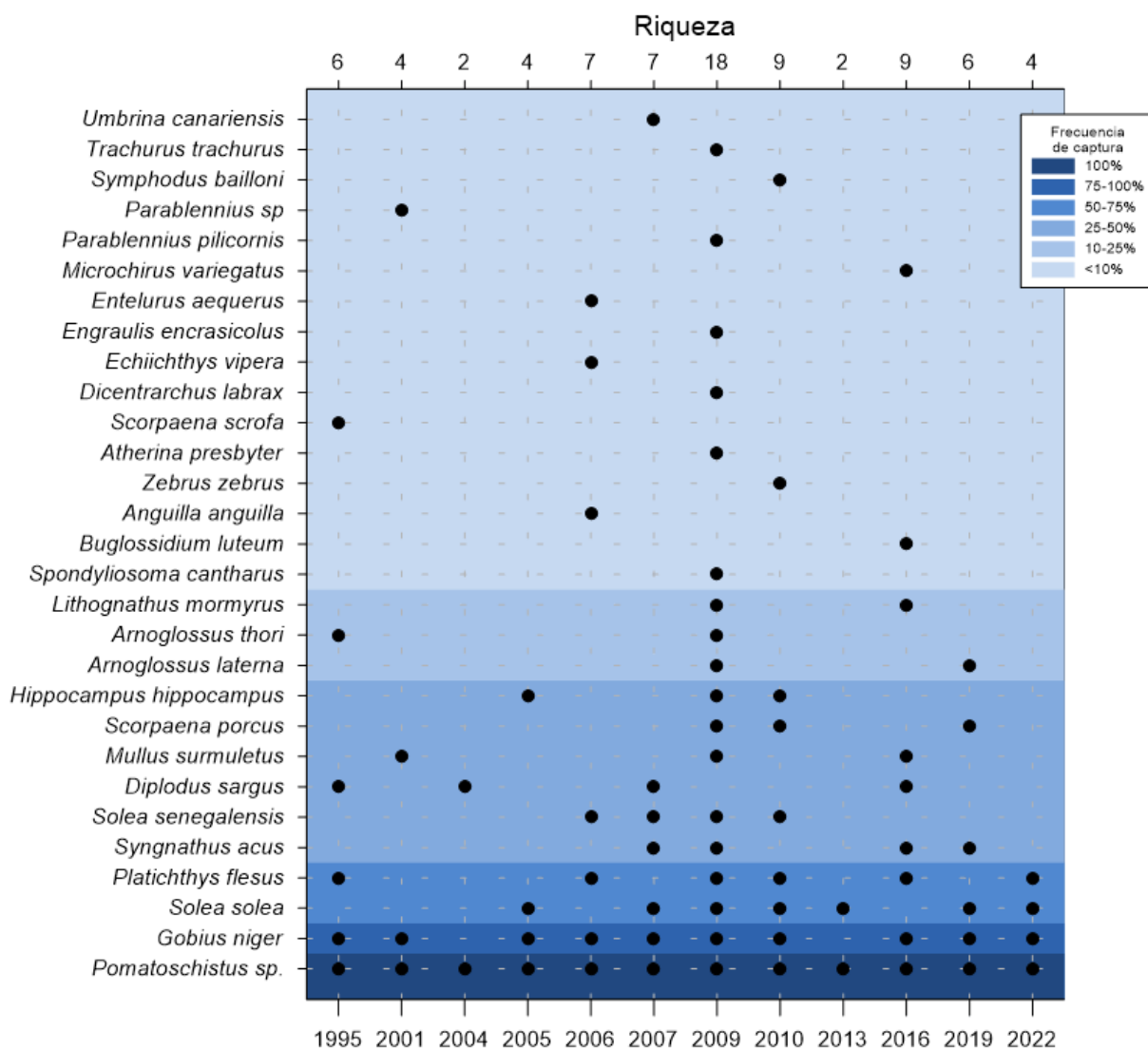


Figura 211. Listado de especies capturadas en el estuario del Bidasoa (1995-2022). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. Origen de los datos: GFA - DFG 1995 y 2001, IRSTEA 2005, 2006 y 2009, resto de los años URA.

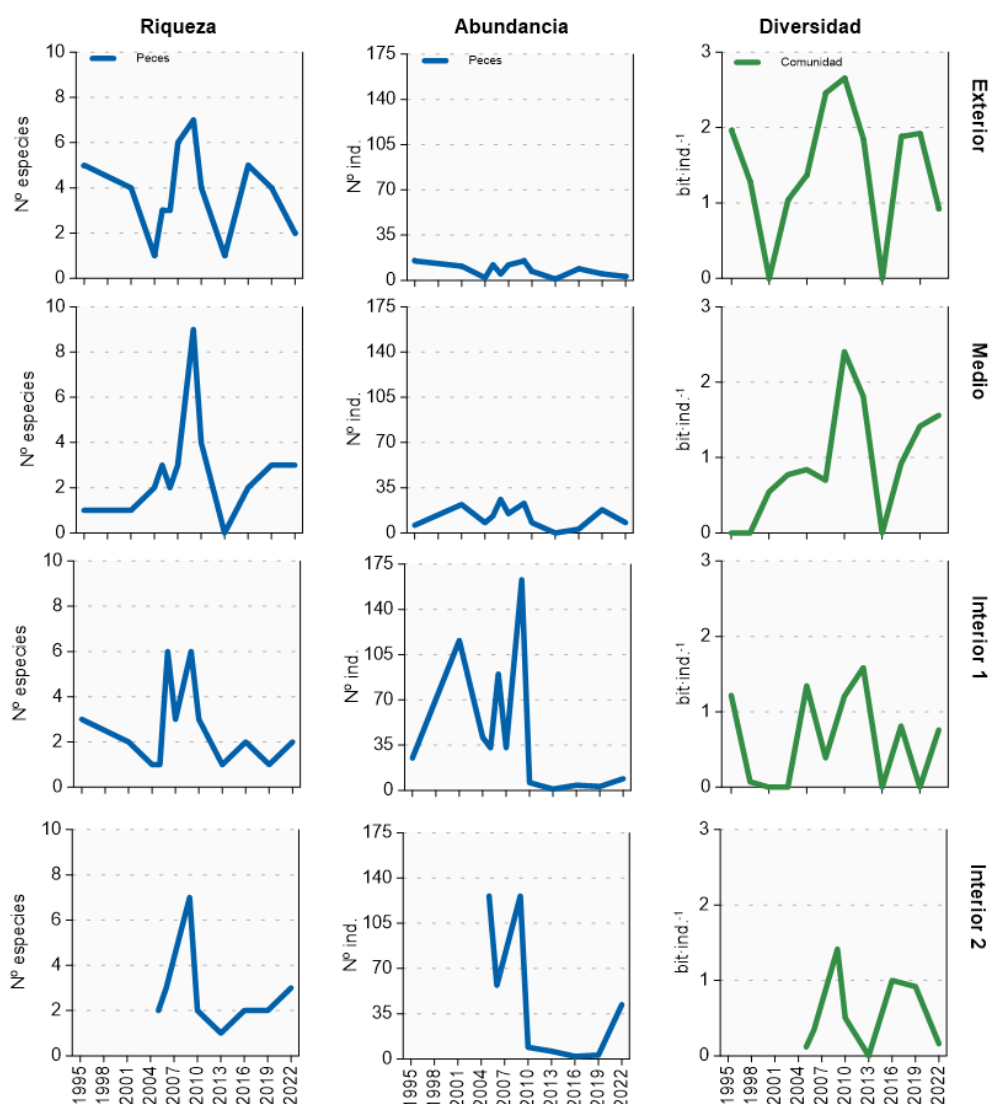


Figura 212 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Bidasoa entre 1995 y 2022. En 1995, 2001, 2004 y 2007 la estación interior 2 no fue muestreada. Origen de los datos: GFA - DFG 1995 y 2001, IRSTEA 2005, 2006 y 2009, resto de los años URA.

De acuerdo con los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2022 la valoración global de la masa de agua alcanza la calificación de 'Moderado', valor menor 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.

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 no sean capturados por el arte de arrastre.

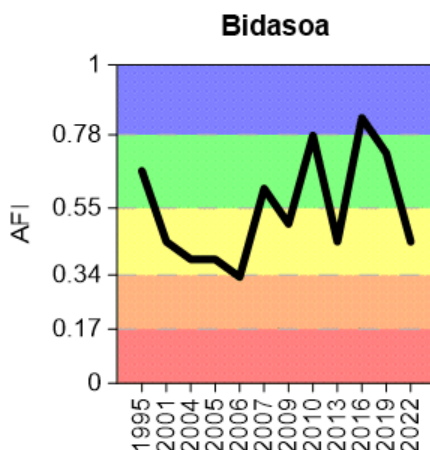


Figura 213 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para todo el estuario del Bidasoa entre 1995 y 2022. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: $\geq 0,667$; Bueno: $0,467-0,667$; Moderado: $0,289-0,467$; Deficiente: $0,145-0,289$ Malo: $\leq 0,145$. AFI: AZTI's Fish Index.

16.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2022 no se han llevado a cabo actuaciones que supongan una alteración significativa de los indicadores hidromorfológicos, aunque la situación general del estuario para este indicador se declara como moderado, por las alteraciones antiguas, como los encauzamientos, el aeropuerto o los puertos.

17.

Masa de agua costera Cantabria-Matxitxako

17.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua de costera de Cantabria-Matxitxako se analizan 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 2021, cada tres años, se analizaron 6 estaciones para macroalgas litorales. Sus posiciones se observan en la Figura 214.

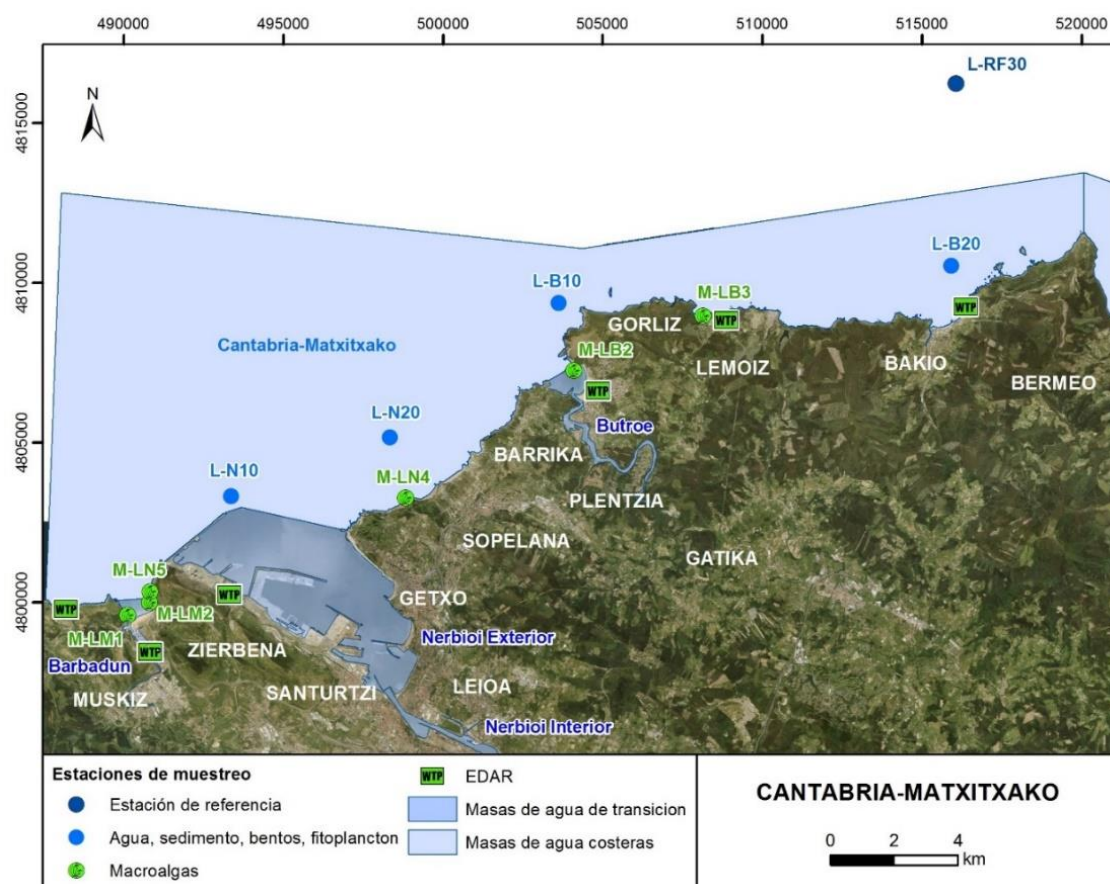


Figura 214 Ubicación de estaciones en la masa de agua Cantabria-Matxitxako.

La masa de agua costera Cantabria-Matxitxako se diagnostica en la campaña 2022 en un estado bueno puesto que tanto el estado ecológico como el estado químico se diagnostican en buen estado. Esto viene determinado fundamentalmente por las condiciones generales (Tabla 155 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.

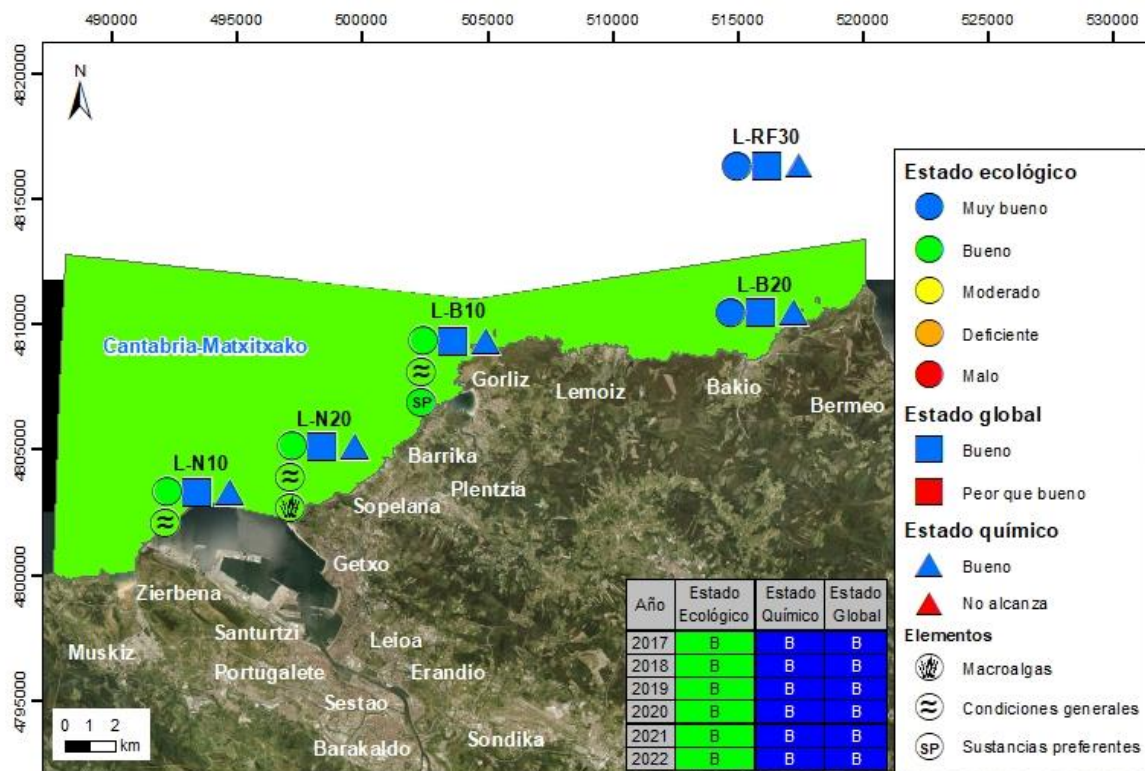


Figura 215 Masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 155 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako en 2022. 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	B	B	MB	B	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	MB	MB		MB	MB	MB	MB	MB	B	B

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), la descarga del Nerbioi (cerca de L-N10), el vertido de sedimentos dragados en el puerto de Bilbao

(cerca de L-N10) o el dragado de arenas para relleno de playas o del puerto de Bilbao (cerca de L-B20 y L-N10, respectivamente), que se realizó en 2018-2019.

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 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a los muestreos de las cuatro campañas de 2022, 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 156). La masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako se califica en estado Bueno.

Tabla 156 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		103,14	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L ⁻¹	≤6,7	1,6	2,15	Muy Bueno
			Nitrato	μmol·L ⁻¹	≤12,9	1,6	3,62	Bueno
			Fosfato	μmol·L ⁻¹	≤0,65	0,16	0,31	Bueno
L-N20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		104,72	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L ⁻¹	≤6,7	1,6	2,21	Muy Bueno
			Nitrato	μmol·L ⁻¹	≤12,9	1,6	4,79	Bueno
			Fosfato	μmol·L ⁻¹	≤0,65	0,16	0,43	Bueno
L-B10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,77	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L ⁻¹	≤6,7	1,6	1,90	Muy Bueno
			Nitrato	μmol·L ⁻¹	≤12,9	1,6	2,50	Muy Bueno
			Fosfato	μmol·L ⁻¹	≤0,65	0,16	0,26	Bueno
L-B20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,25	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L ⁻¹	≤6,7	1,6	1,67	Muy Bueno
			Nitrato	μmol·L ⁻¹	≤12,9	1,6	1,73	Muy Bueno
			Fosfato	μmol·L ⁻¹	≤0,65	0,16	0,23	Muy Bueno
L-RF30	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,20	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L ⁻¹	≤6,7	1,6	2,11	Muy Bueno
			Nitrato	μmol·L ⁻¹	≤12,9	1,6	1,83	Muy Bueno
			Fosfato	μmol·L ⁻¹	≤0,65	0,16	0,22	Muy Bueno

En cuanto a la evolución temporal de las condiciones fisicoquímicas, se observa un descenso 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-N10 y un aumento significativo ($p < 0,05$) en la estación L-RF30. En el resto de las estaciones no se observa ninguna tendencia significativa en los valores de P_{25} PCQI a lo largo de la serie histórica.

Todas las estaciones se mantienen en niveles de estado “Muy Bueno” a lo largo de toda la serie disponible (Figura 216).

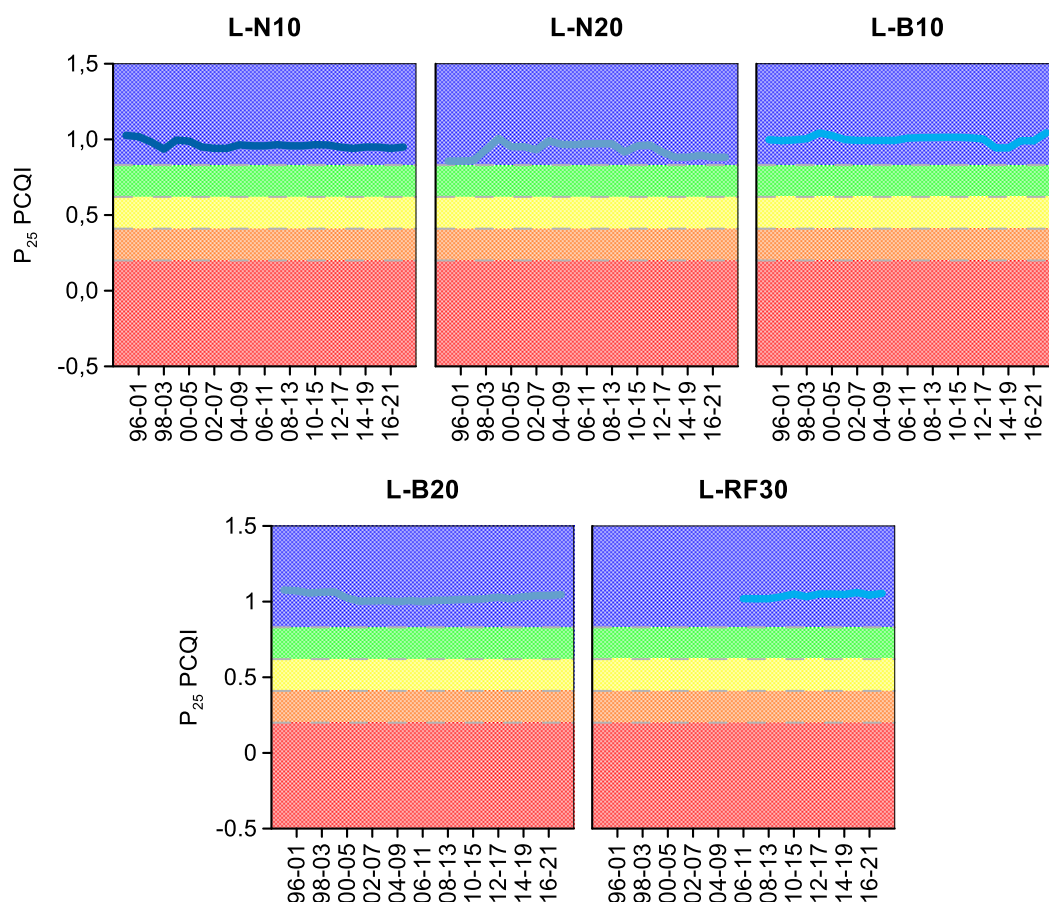


Figura 216 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado físico-químico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de las estaciones de muestreo L-N10, L-N20, L-B10, L-B20 y L-RF30 de la masa de agua de agua costera Cantabria-Matxitxako. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 217 y en la Figura 218 se presenta la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y de la saturación de oxígeno en las estaciones de esta masa de agua, en el periodo de 1994 a 2022.

En la serie de datos disponibles, salvo un incremento de la saturación de oxígeno en la estación L-B10 ($p < 0,05$), 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” (Figura 217 y Figura 218). Además, en general, todas las estaciones cumplen los objetivos de calidad físico-química a lo largo de toda la serie temporal.

Las excepciones más destacables son los valores máximos de amonio y fosfato y los valores mínimos de oxígeno que se registraron al inicio de la serie en la estación L-N10 (Figura 217), los valores máximos de nitrato y fosfato encontrados en la estación L-B10 en un muestreo puntual y dos picos máximos de nitrato en la estación L-N20 (Figura 218). Los incumplimientos iniciales de la estación L-N10 se podrían relacionar con la influencia del estuario del Nerbioi, que se ha ido atenuando a medida que se ha completado el saneamiento. Los incumplimientos en la estación L-B10 podrían ser tanto un artefacto como un hecho puntual natural o antrópico.

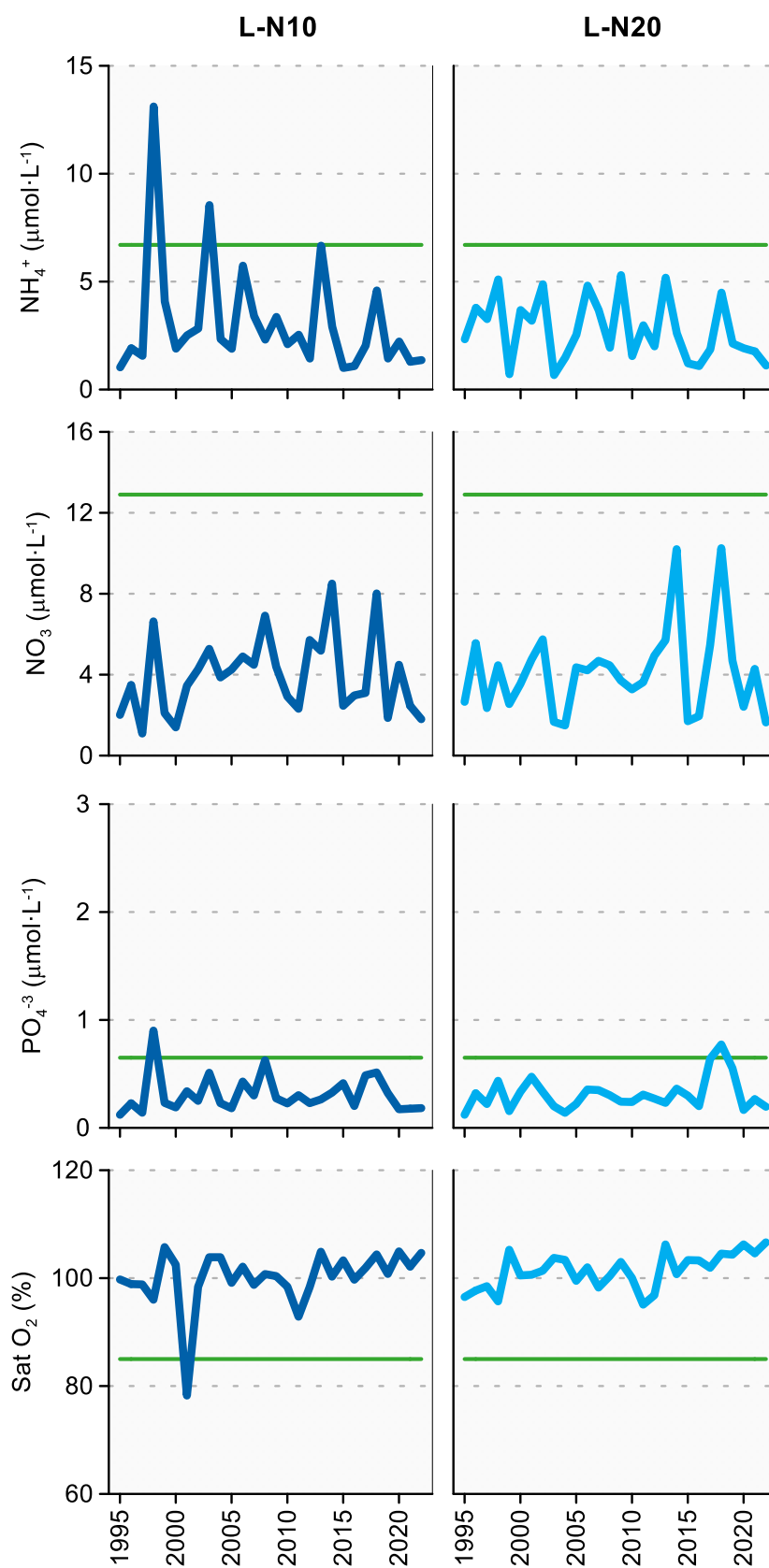


Figura 217 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Buena y Moderado.

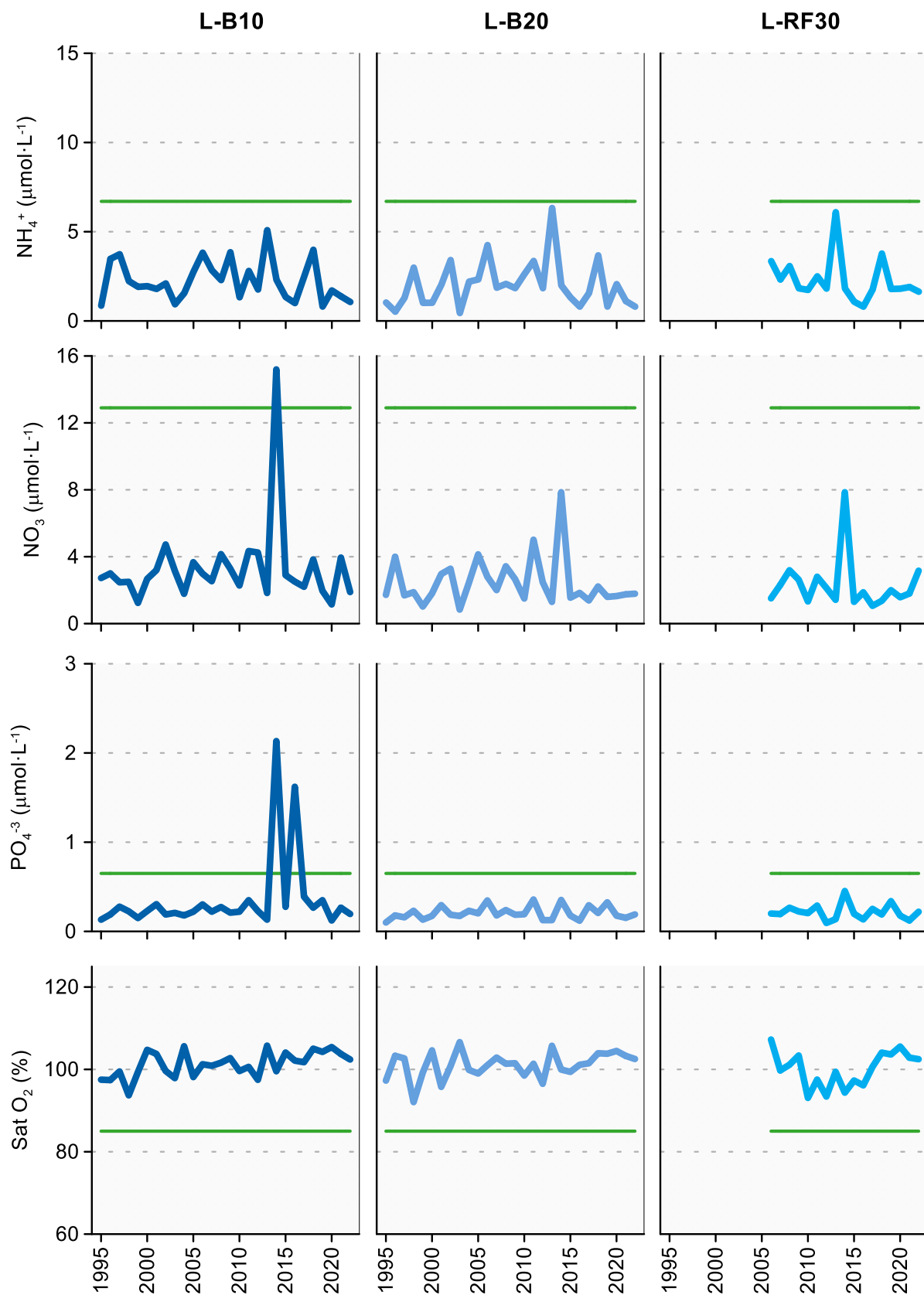


Figura 218 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako en el periodo que abarca desde 1994 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Buena y Moderado.

17.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado, siendo también muy bueno para tres de las estaciones de la masa (Tabla 157), y bueno para la L-B10, por la influencia del zinc. 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 en 2022, se alcanza el buen estado químico (Tabla 158). Desde 2008, el único año que no alcanzó el buen estado químico fue en 2011, por presencia de plomo. En la estación L-B20 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) que haría que la masa no alcanzase el buen estado, pero 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.

Tabla 157 Evaluación del Estado Fisicoquímico (contaminantes específicos) en la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako en 2022.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20	Global	L-RF30
Zinc	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	60	9	<LC	<LC	<LC	9,8	Muy	16,9
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	0%	Bueno	25%
Cobre	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	25	5	<LC	<LC	<LC	<LC	Muy	<LC
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	25%	100%	0%	Bueno	0%
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 158 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$.

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	<LC	0,0015	0,0025	Cumple	<LC
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	0,0026	Cumple	<LC
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	<LC	0,0011	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	0,0009	0,0006	0,0015	<LC	Cumple	<LC
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0007	0,0013	0,0019	0,0007	Cumple	0,0009
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0014	0,0025	0,0070	0,0020	Cumple	<LC
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	0,018	0,018	<LC	Cumple	0,015
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	0,1	0,033	<LC	Cumple	0,027
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	0,0002	0,0008	0,0023	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	0,90
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	<LC	0,50	Cumple	1,40
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 de los metales para el periodo comprendido entre 1995 y 2022.

A lo largo de la serie temporal excepto el cadmio y puntualmente zinc y plomo, el resto de los metales no superan la NCA-MA establecida para cada uno (Tabla 158 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).

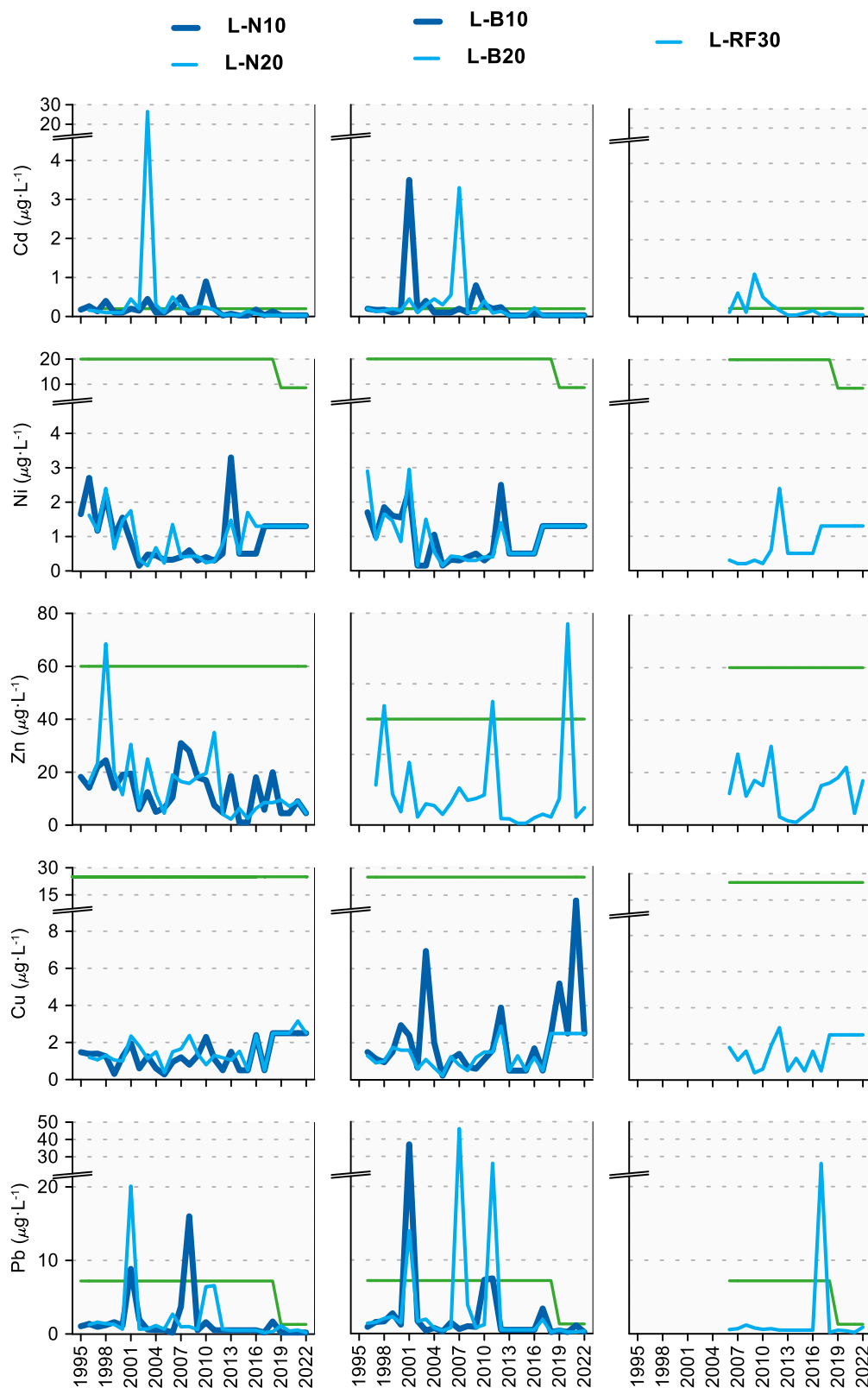


Figura 219 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako en el periodo que abarca desde 1995 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

17.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa de agua y de la estación L-RF30 se muestrearon en marzo de 2022. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años (Tabla 159).

Tabla 159 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 costera Cantabria-Matxitxako y en la estación L-RF30 en la campaña de invierno de 2022.

L-N10 (Fecha de muestreo: 23/03/2022)				L-B20 (Fecha de muestreo: 23/03/2022)			
Gravas (%)	0,4	Cd	0,19	Gravas (%)	0,0	Cd	0,25
Arenas (%)	97,3	Cr	18	Arenas (%)	98,8	Cr	19
Limos (%)	2,3	Cu	19	Limos (%)	1,2	Cu	22
MO (%)	0,7	Hg	0,1	MO (%)	1,7	Hg	0,14
Eh (mV)	307	Ni	11	Eh (mV)	477	Ni	13
		Pb	27			Pb	25
		Zn	91			Zn	122
L-N20 (Fecha de muestreo: 23/03/2022)				L-RF30 (Fecha de muestreo: 23/03/2022)			
Gravas (%)	0,1	Cd	0,28	Gravas (%)	9,7	Cd	0,26
Arenas (%)	97,6	Cr	37	Arenas (%)	90,0	Cr	35
Limos (%)	2,3	Cu	39	Limos (%)	0,3	Cu	18
MO (%)	1,2	Hg	0,36	MO (%)	1,6	Hg	0,44
Eh (mV)	346	Ni	16	Eh (mV)	531	Ni	17
		Pb	40			Pb	73
		Zn	147			Zn	132
L-B10 (Fecha de muestreo: 23/03/2022)							
Gravas (%)	0,0	Cd	0,19				
Arenas (%)	99,5	Cr	37				
Limos (%)	0,5	Cu	26				
MO (%)	2,1	Hg	0,11				
Eh (mV)	405	Ni	16				
		Pb	31				
		Zn	123				

Tanto las estaciones de esta masa de agua como la estación L-RF30 presentan un sedimento fundamentalmente arenoso (Tabla 159), con un contenido en materia orgánica relativamente bajo y valores altos de potencial redox.

En lo que refiere a la variación temporal, en la masa de agua en general, se observa una disminución en el contenido en materia orgánica desde 2003 que no se acompaña con ninguna tendencia en el potencial redox (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 se observa una tendencia clara ni en el contenido en materia orgánica ni en el potencial redox (Figura 220).

En relación con la concentración de metales en 2022, las mayores concentraciones en la masa de agua se observan en las estaciones L-N20, L-B10 y L-RF30 (Tabla 159). En todo caso, sus valores no son problemáticos.

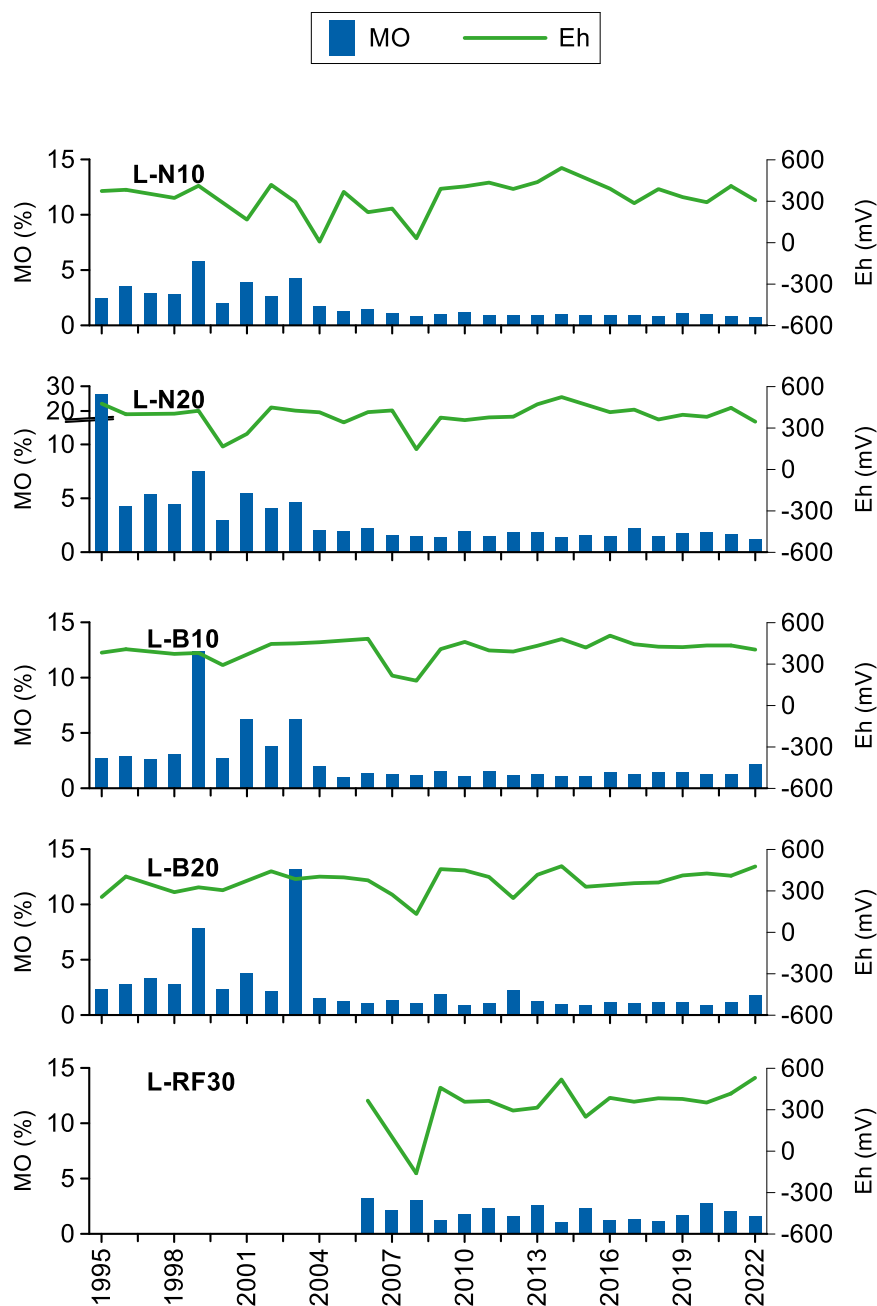


Figura 220 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y en la estación L-RF30 (muestreos de invierno).

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. El descenso en Hg se observa en todas las estaciones a excepción de L-RF30. En las estaciones L-N20 y L-B20 se observa además un descenso significativo en las concentraciones de Cu, Pb y Zn. En la estación L-RF30 se observa 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.

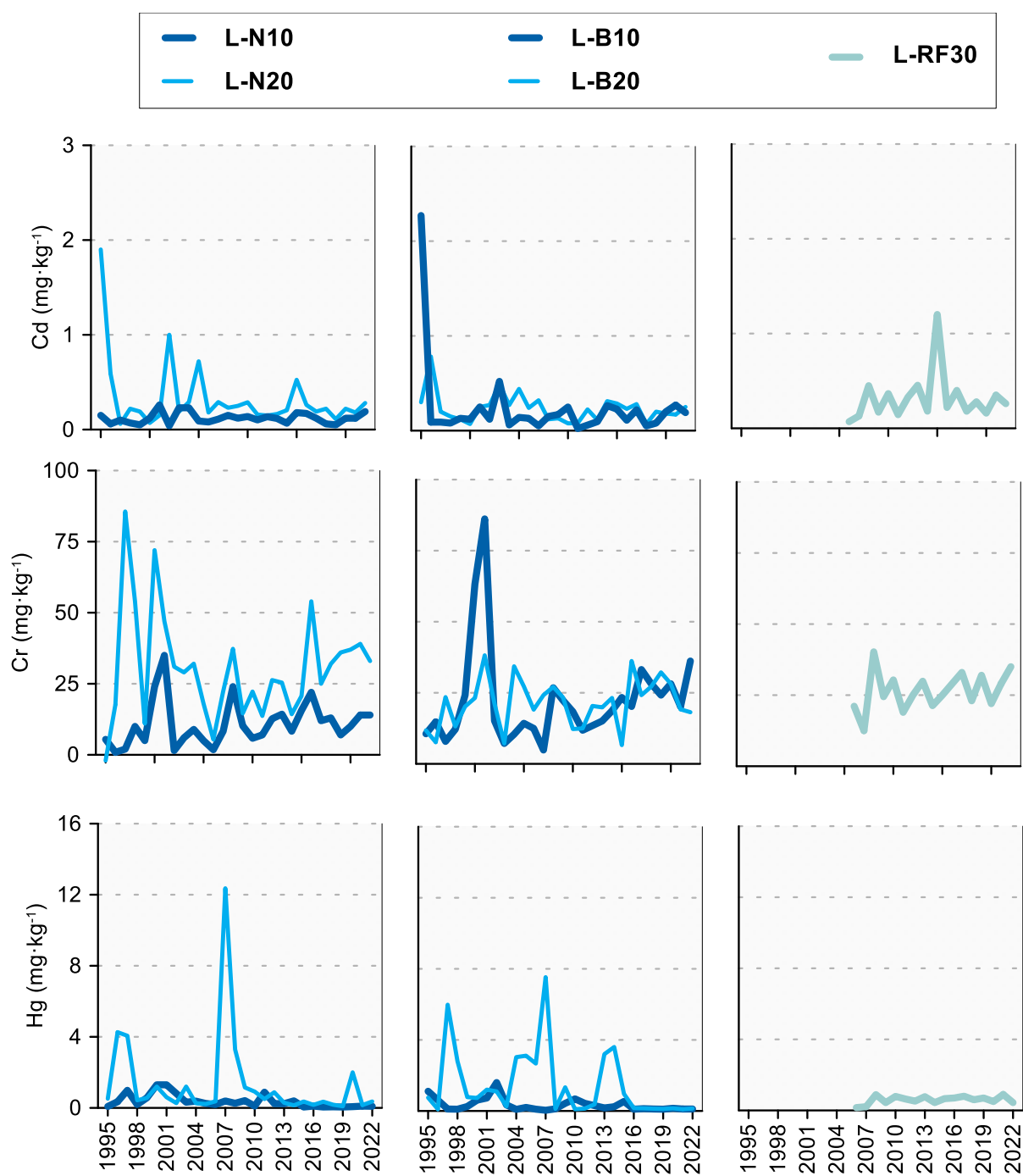


Figura 221 Evolución temporal de la concentración de Cd, Cr y Hg ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y en la estación L-RF30 (muestreos de invierno).

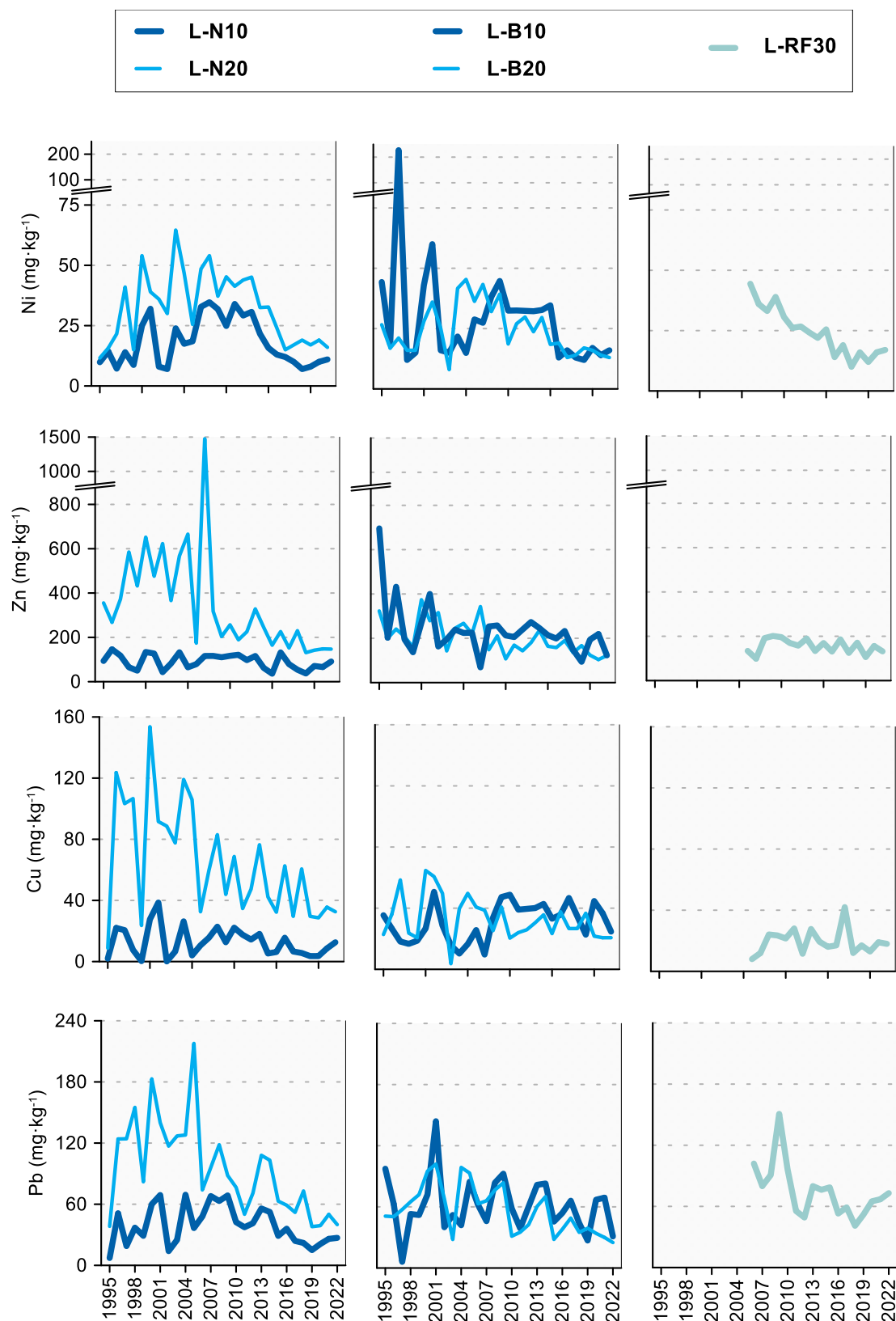


Figura 222 Evolución temporal de la concentración de Ni, Zn, Cu y Pb ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y en la estación L-RF30 (muestreos de invierno).

17.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

17.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

En cuanto a la **clorofila-a superficial** durante las campañas trimestrales de 2022 su rango fue desde valores inferiores al límite de cuantificación ($<0,05 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) hasta $1,76 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. El máximo se midió en verano en L-N20, pero el resto de los valores se pueden considerar bajos al no alcanzar $1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

En promedio anual las aguas de fondo mostraron una concentración de clorofila algo mayor que las de superficie ($0,52$ frente a $0,36 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). El contenido medio de agua dulce fue bajo, incluso en superficie ($2,0\%$), pero el pico de clorofila superficial coincidió con el máximo de proporción de agua dulce ($3,4\%$).

En la estación de referencia más cercana (L-RF30) los valores de clorofila-a medidos en superficie fueron desde un mínimo de $0,10 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (registrado en primavera), hasta $1,07 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (invierno). Al contrario que en la costa, el mayor contenido de agua dulce ($2,9\%$) coincidió con el mínimo de clorofila. En las aguas de fondo de la estación L-RF30 ninguna de las medidas de clorofila alcanzó el límite de cuantificación, 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).

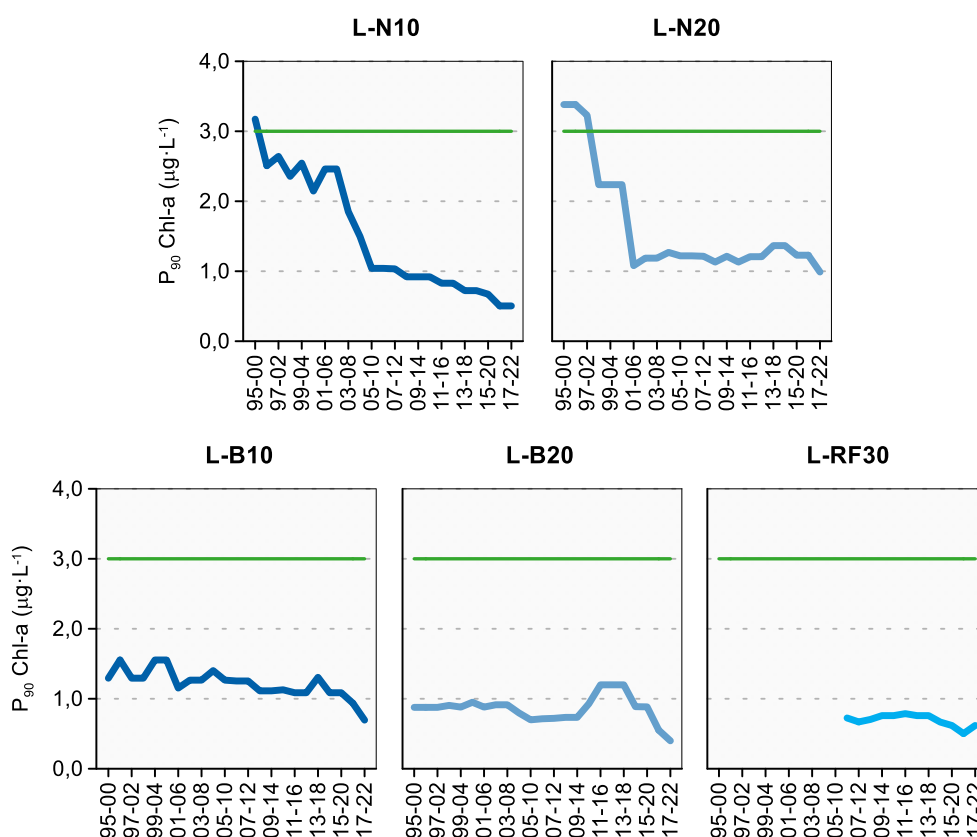


Figura 223 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako (ordenadas de oeste a este) y en la estación offshore utilizada como referencia (L-RF30). Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado para periodos de seis años con datos obtenidos “in situ” en superficie, en cuatro épocas del año. Línea verde: objetivo de calidad para aguas costeras Tipo 12.

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 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 ($\sim 5000 \text{ t año}^{-1}$) 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 dos últimos periodos en valores mínimos. También en la estación L-RF30 se observa cierta disminución del 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.

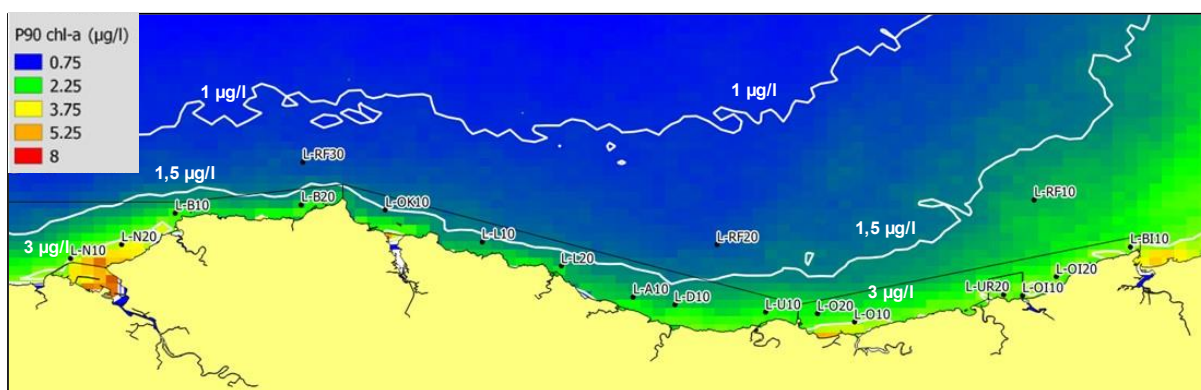


Figura 224 Percentil 90 de clorofila-a ($\mu\text{g L}^{-1}$) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, entre 2017 y 2022.

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 píxeles 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”.

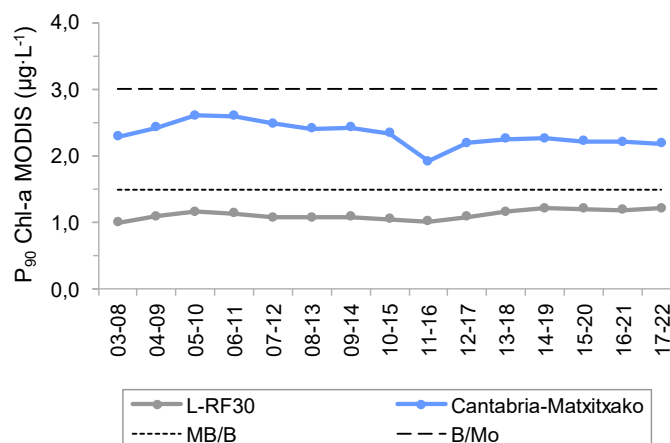


Figura 225 Percentil 90 de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en la masa de agua y en la estación de referencia. Se muestran los límites de clase entre los estados Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado.

El P_{90} calculado con datos diarios de satélite para el conjunto de la masa de agua presenta oscilaciones a largo plazo (Figura 225). Estas son más amplias hasta el periodo 2012-2017, pero posteriormente se mantiene bastante estable (entre $\sim 2,2$ y $2,3\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). Esto contrasta con la tendencia general de descenso que se observa en los últimos años en el P_{90} calculado con la clorofila medida “in situ” trimestralmente en las estaciones de muestreo (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, desde un mínimo cercano a $1\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (primer periodo), hasta aproximadamente $1,2\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (periodo más reciente, 2017-2022).

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, al igual que en 2020 y 2021, las comunidades se estudiaron con microscopía sólo en la estación L-N20, que se localiza al nordeste del Abra exterior. En informes previos se había visto que en esta zona de la masa de agua era donde se producían con mayor frecuencia las floraciones. Además, presenta mayor concentración de clorofila y es donde generalmente la influencia de plumas fluviales es más destacable.

Como puede verse en la Tabla 160, la abundancia del fitoplancton en las aguas de superficie en 2022 presentó valores bajos en invierno y en otoño, moderados en primavera y bastante altos en verano. El pico estival fue del orden de los que habitualmente se han encontrado en esta estación.

Tabla 160 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
	08/02/2022	05/05/2022	09/08/2022	01/12/2022
Abundancia ($10^3\ \text{cél}\cdot\text{L}^{-1}$)	70	830	2522	230
Diversidad ($\text{bit}\cdot\text{cel}^{-1}$)	3,4	2,0	3,6	3,0
Riqueza (# taxa)	29	28	78	39

Aplicado un umbral de $400\cdot 10^3\ \text{células}\cdot\text{L}^{-1}$ a cada taxón, como aproximación para detectar blooms en aguas costeras, solo se superó en la muestra de verano. Concretamente, por diatomeas centrales de pequeño tamaño ($476\cdot 10^3\ \text{células}\cdot\text{L}^{-1}$) y por unas pequeñas formas sin identificar ($807\cdot 10^3\ \text{células}\cdot\text{L}^{-1}$). A estos les siguieron en contribución a la abundancia: varias criptofitas (entre las que destacó *Plagioselmis* sp.), haptofitas primnesiales (*Chrysochromulina*/*Imantonia*/*Phaeocystis*), pequeños dinoflagelados (principalmente *Heterocapsa* sp. y formas gymnodiniales) y clorofitas. Por lo tanto, el pico de abundancia de la muestra de agosto no se debió a un bloom mono-específico, sino a una comunidad muy diversa.

En todas las muestras de fitoplancton predominaron las células de pequeño tamaño. Así, además del bloom de formas no identificables y de diatomeas solitarias de tamaño inferior a 10 µm en verano, las criptofitas fueron un componente relativamente importante a lo largo de las cuatro campañas, y las haptofitas primnesiales en primavera.

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 observaron en L-N20, pero su abundancia fue muy baja comparada con la de otras especies.

Por tanto, las comunidades de fitoplancton presentaron una estructura coherente con las bajas concentraciones de clorofila (Figura 223) y de nutrientes (Figura 217) 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 161). En el global de la masa de agua el estado del fitoplancton es **“Muy Bueno” (EQR = 1,544)**, ligeramente inferior al de la estación de referencia L-RF30 (EQR = 1,613).

Tabla 161 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 (µg·L ⁻¹)	Chl-a
2017-2022	L-N10	0,50	2,000
	L-N20	0,99	1,010
	L-B10	0,70	1,429
	L-B20	0,40	2,500
	Costera Cantabria-Matxitxako	0,6475*	1,544
	L-RF30	0,62	1,613

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

Como se observa en la Figura 226, el estado del fitoplancton en la masa de agua siguió una tendencia de mejoría progresiva desde la primera evaluación (realizada con el periodo de datos 1995–2000) hasta la del periodo 2008–2013 y, desde entonces, se mantiene en niveles altos. 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).

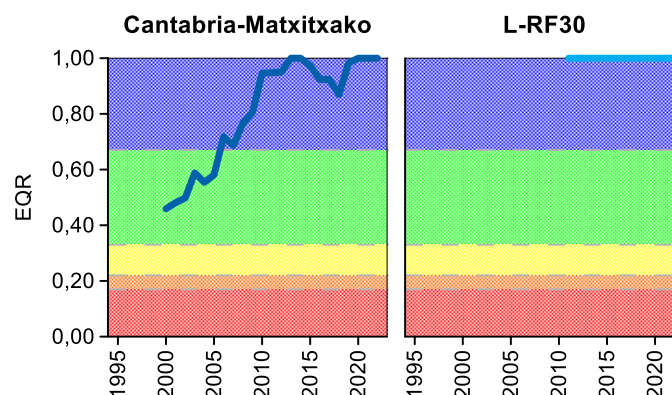


Figura 226 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y para la estación de referencia a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

Cabe mencionar que, en las dos evaluaciones más recientes, el EQR obtenido con la clorofila para esta masa de agua ha superado por mucho el máximo teórico (1,000). También se están midiendo en años recientes valores de EQR muy por encima de lo habitual en la estación L-RF30, así como en la masa de agua Matxitxako-Getaria y en su estación de referencia (L-RF20). 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 general a lo largo de todo el año. 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 esas zonas. En las muestras de fitoplancton también se percibe en estos últimos años un descenso de la abundancia celular durante la campaña de primavera en las estaciones costeras de Cantabria-Matxitxako y de Matxitxako-Getaria. En la zona más oriental de la costa, así como en la estación L-RF10, no se aprecia tan claramente una tendencia de descenso, ni en la clorofila, ni en la abundancia celular.

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 2022 no se analizó ningún transecto. En cambio, se han tenido en cuenta un transecto próximo a la desembocadura del Butroe y otro localizado en la ensenada de Armintza analizados en la campaña de 2020, así como los dos transectos próximos a la desembocadura del Barbadun y los dos próximos a la desembocadura del Nerbioi analizados en 2021. Estos seis transectos abarcan la totalidad de la masa de agua (Figura 214).

En general, todos los transectos salvo M-LN4, presentan valores altos de riqueza de poblaciones de macroalgas características, así como una baja fracción de cobertura de especies oportunistas. Además, en general, la cobertura de las poblaciones de macroalgas características es alta. Todo ello permite que la calificación de todos esos transectos a partir del CFR sea de Estado Muy Bueno, a excepción de M-LN4, que presenta Buen Estado debido a las limitaciones indicadas. Con estos valores, todas las estaciones de la Red de Calidad a las que se adscriben dichos transectos se encontrarían en un Estado Muy Bueno para las macroalgas, salvo la estación L-N20, que mantendría un Estado Bueno. Por último, la calificación para las macroalgas de la masa de agua sería de Estado Muy Bueno (Tabla 162).

Tabla 162 Calificación de cada indicador de macroalgas y valor de CFR para cada uno de los transectos analizados ($CFR_{\text{transecto}}$) en la masa de agua Cantabria-Matxitxako en las campañas de 2020 (M-LB2 y M-LB3) y 2021 (M-LM3, M-LM2, M-LN5 y M-LN4). Se muestran también las estaciones a las que se adscribe cada uno de los transectos y el CFR correspondiente ($CFR_{\text{estación}}$), 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	67,3	73,5
R (nº de taxones)	13	9	10	5	9	11
F (%)	4,5	2,0	3,8	15,5	4,6	3,4
CFR _{transecto}	0,946	1,000	1,000	0,644	0,866	1,000
Estación	-	-	L-N10	L-N20	L-B10	
CFR _{estación}	0,975		1,000	0,644	0,933	
CFR _{global}	0,910					

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 y riqueza moderadas en la campaña de 2022 (Tabla 163). En términos de AMBI, la dominancia de especies sensibles a la alteración del medio (GE I), con densidades relativas moderadas de especies indiferentes (GE II) y tolerantes a la alteración (GE III) califica a la estación como no alterada (AMBI=1,0).

Por otro lado, la estación L-N20, situada en la zona de Sopelana, presenta densidad ligeramente inferior al promedio de la serie histórica para la estación (484 ind·m⁻²), pero uno de los mayores valores de riqueza específica (28 *taxa*). La dominancia de *D. curvimanus*, así como la ausencia de moluscos, parecen responder al fuerte hidrodinamismo de la zona. La dominancia de especies indiferentes a la alteración del medio permite que esta estación quede calificada como ligeramente alterada según AMBI (1,2).

Tabla 163 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	413	283	227	2.247
Biomasa	(g·m ⁻²)	3,085	0,468	0,317	0,891	81,207
Riqueza	(# <i>taxa</i>)	46	28	13	30	93
Diversidad densidad	(bit·ind ⁻¹)	4,67	3,05	2,41	4,46	5,27
Equitabilidad densidad		0,85	0,63	0,65	0,91	0,81
Diversidad biomasa	(bit·g ⁻¹)	2,82	2,89	2,40	2,26	0,62
Equitabilidad biomasa		0,51	0,60	0,65	0,46	0,09
Diversidad máxima	(bit)	5,52	4,81	3,70	4,91	6,54
AMBI		0,951	1,229	0,668	0,983	2,367
Clasificación AMBI		Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Nula	Alteración Ligera
M-AMBI _{estación}		1,000	0,841	0,784	0,999	0,791
M-AMBI _{global}		0,906				

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 163) en comparación con los promedios de la serie histórica de la estación (386 ind·m⁻² y 18 *taxa*, respectivamente). La composición específica permite caracterizar la comunidad presente como 'Comunidad empobrecida de arenas limpias infralitorales' (Martínez *et al.*, 2007). 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, tanto el valor de densidad como el de riqueza (Tabla 163), son superiores a los registrados la campaña de 2021 (200 ind·m⁻² y 24 *taxa*, respectivamente), con una de las diversidades más altas (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 *N. cirrosa* y *Magelona johnstoni*, que, junto con otras especies típicas de sedimentos arenosos del circalitoral (como los anfípodos *Bathyporeia 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=1,0).

Por último, la estación L-RF30, situada a unos 120 m de profundidad, frente al litoral de Bakio, presenta unos valores de densidad y de riqueza (Tabla 163) superiores a los promedios para la estación desde que se iniciara su seguimiento en 2006 (1.661 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 indiferentes a la alteración, con abundancia relativa moderada de especies sensibles y tolerantes, lo que hace que, según AMBI, la estación quede calificada como ligeramente alterada (AMBI=2,4).

Los valores de M-AMBI estimados para 2022 apoyan la calificación obtenida a partir del índice AMBI. Así, todas las estaciones analizadas presentarían Muy Buen Estado (Tabla 163). Con estos resultados, y sin tener en cuenta el valor de M-AMBI de 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**.

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. 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.

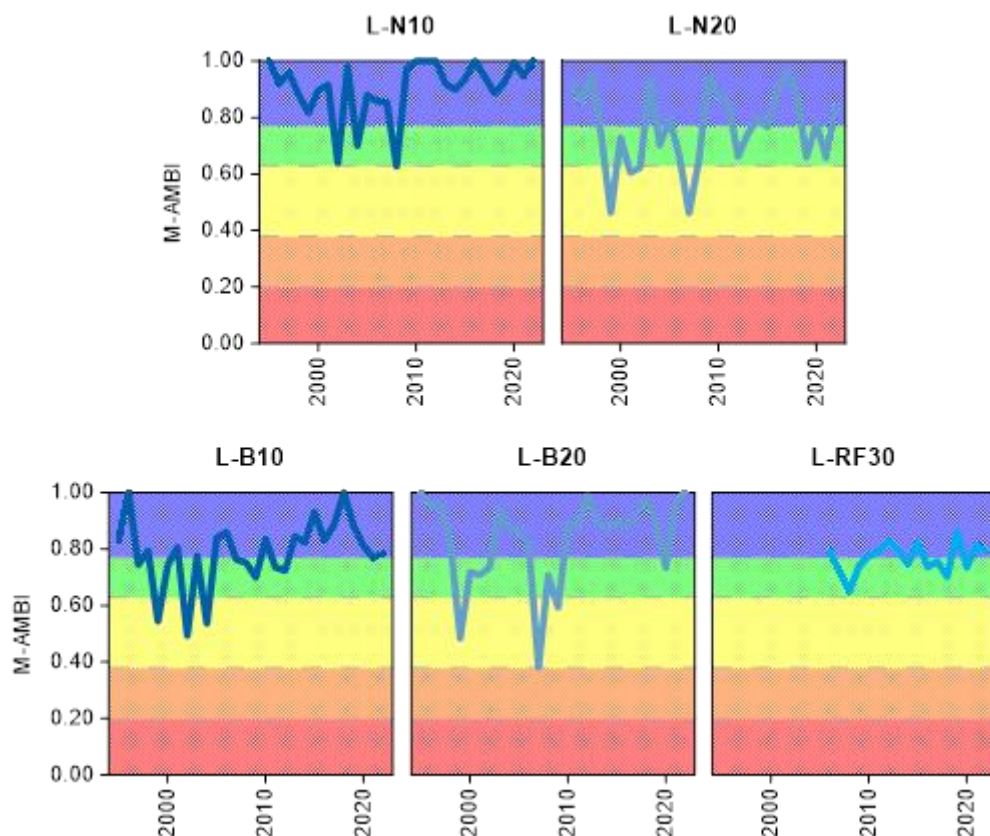


Figura 227 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las cuatro estaciones muestreadas en la masa de agua de costera Cantabria-Matxitxako, y en la estación L-RF30 (frente al litoral de Bakio, aunque más allá del ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua), a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

17.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2022 se dragaron 900.000 m³ de la zona de influencia del puerto (cerca de la L-N10), pero no se ha detectado impacto que haya modificado las condiciones hidromorfológicas.

18.

Masa de agua costera Matxixako-Getaria

18.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua litoral de Matxixako-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 2022, 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.

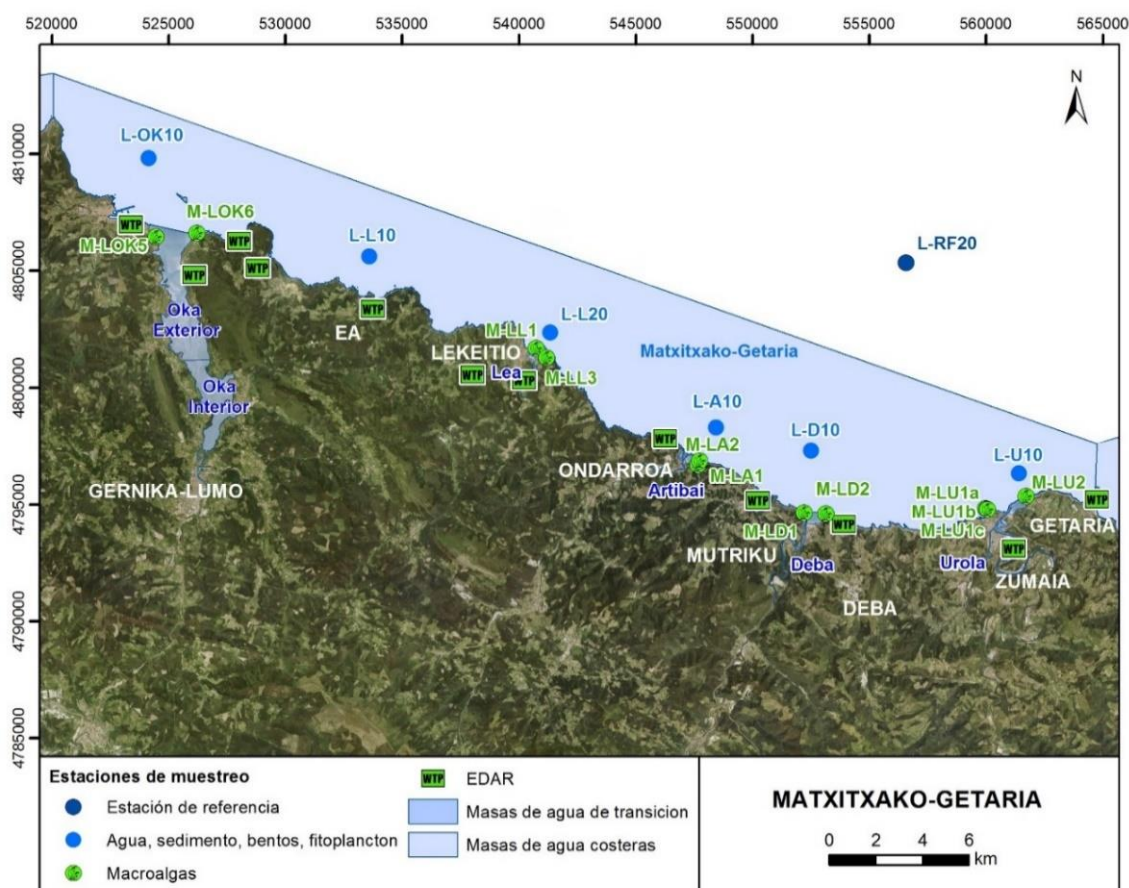


Figura 228 Ubicación de estaciones en la masa de agua Matxixako-Getaria.

La masa de agua costera Matxitxako-Getaria se diagnostica en la campaña 2022 en un estado bueno, puesto que tanto el estado ecológico como el químico están en buen estado (Tabla 164 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).

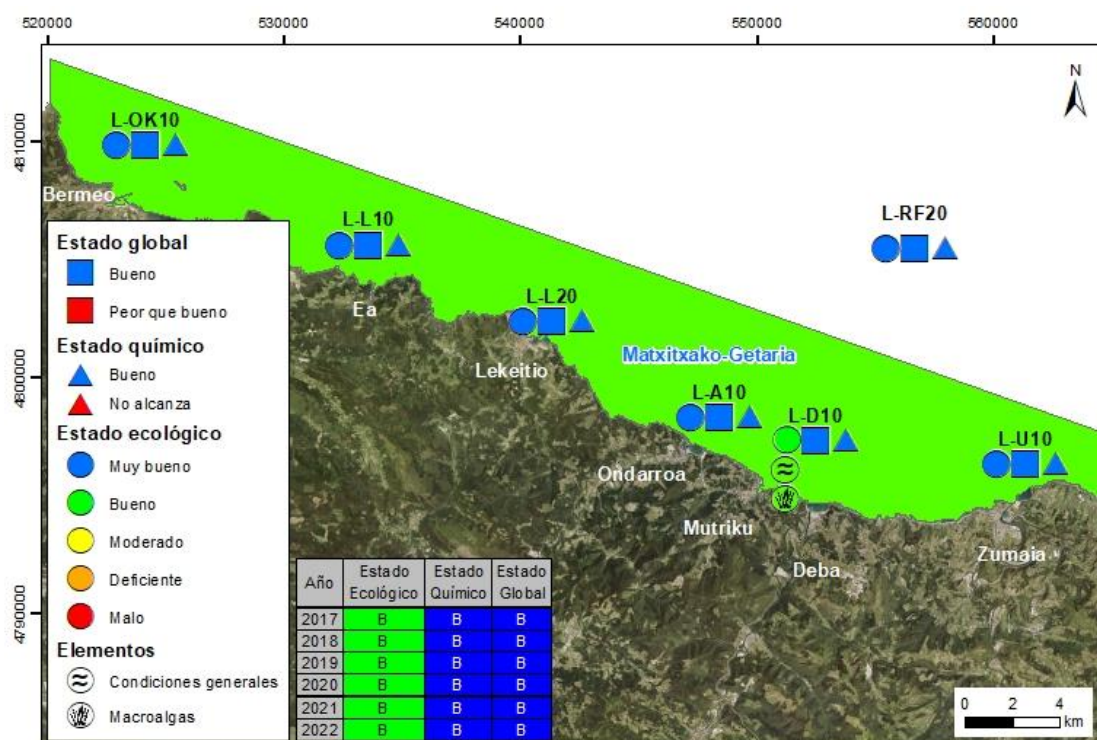


Figura 229 Masa de agua costera de Matxitxako-Getaria: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 164 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en 2022. 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	MB	MB	B	B
L-L10	Litoral de Elantxobe (Kai Arri) (Lea)	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B
L-L20	Litoral de Lekeitio (Lea)	MB	MB		MB	MB	MB	MB	MB	B	B
L-A10	Litoral de Ondarroa (Artibai)	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B
L-D10	Litoral de Deba (Deba)	MB	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B
L-U10	Litoral de Zumaia (Urola)	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B
	Matxitxako-Getaria	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
L-RF20	Litoral Deba - plataforma	MB	MB		MB	MB	MB	MB	MB	B	B

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 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a las cuatro campañas de 2022, 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 165).

Tabla 165 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		102,41	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 6,7$	1,6	2,02	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 12,9$	1,6	2,08	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 0,65$	0,16	0,22	Muy Bueno
L-L10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		102,52	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 6,7$	1,6	1,82	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 12,9$	1,6	1,96	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 0,65$	0,16	0,20	Muy Bueno
L-L20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		101,51	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 6,7$	1,6	1,58	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 12,9$	1,6	2,14	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 0,65$	0,16	0,21	Muy Bueno
L-A10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,10	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 6,7$	1,6	1,92	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 12,9$	1,6	2,12	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 0,65$	0,16	0,19	Muy Bueno
L-D10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,05	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 6,7$	1,6	1,91	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 12,9$	1,6	3,65	Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 0,65$	0,16	0,23	Muy Bueno
L-U10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,40	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 6,7$	1,6	1,87	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 12,9$	1,6	2,98	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 0,65$	0,16	0,20	Muy Bueno
L-RF20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,17	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 6,7$	1,6	1,93	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 12,9$	1,6	1,66	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 0,65$	0,16	0,18	Muy 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 230), aunque la estación L-L10 presenta una tendencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) al decremento de los valores del P_{25} del PCQI entre 1995 y 2022 (pero siempre en muy buen estado). Por el contrario, la estación de referencia L-RF20 muestra un aumento significativo ($p < 0,05$) del P_{25} del PCQI. 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.

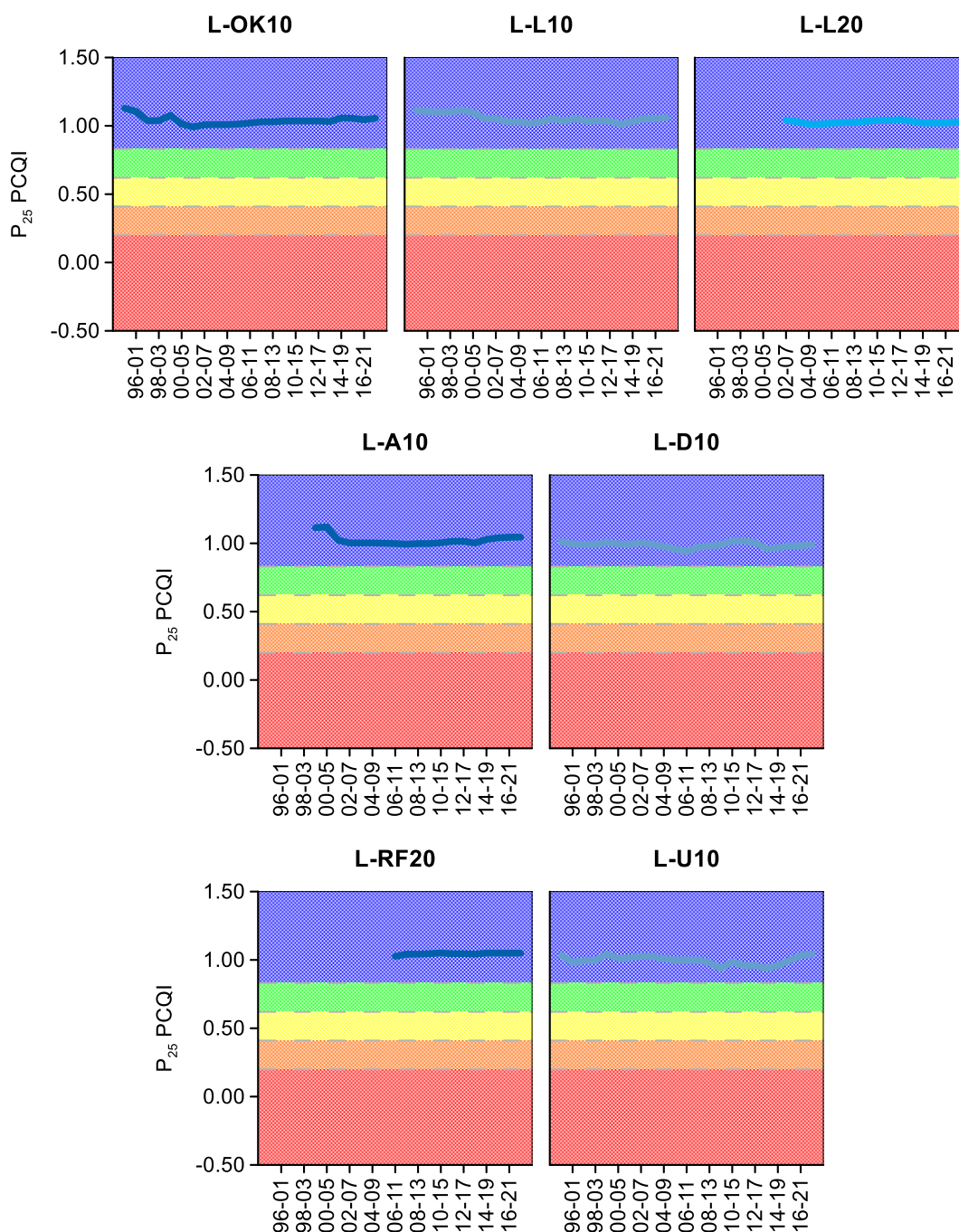


Figura 230 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de las estaciones de muestreo L-OK10, L-L10, L-L20, L-A10, L-D10, L-RF20 y L-U10 de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 231, Figura 232 y Figura 233 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en la masa costera Matxitxako-Getaria en el periodo de 1995 a 2022.

En las series de datos disponibles, se observa una tendencia significativa ($p < 0,05$) a la mejora en la saturación de oxígeno en las estaciones L-O10 y L-OI10 y en el descenso de amonio en la estación L-LOI10. 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, con una distribución de tipo “dientes de sierra” (Figura 231, Figura 232 y Figura 233).

En cualquier caso, todas las estaciones cumplen, en general, 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.

Los únicos incumplimientos se dieron de forma puntual en las estaciones L-OK10 y L-L10, en las que no se alcanzó el objetivo de calidad del oxígeno en 2003 (Figura 231), y en la estación L-U10, en la que se superó el objetivo de calidad del amonio en 2013 (Figura 233).

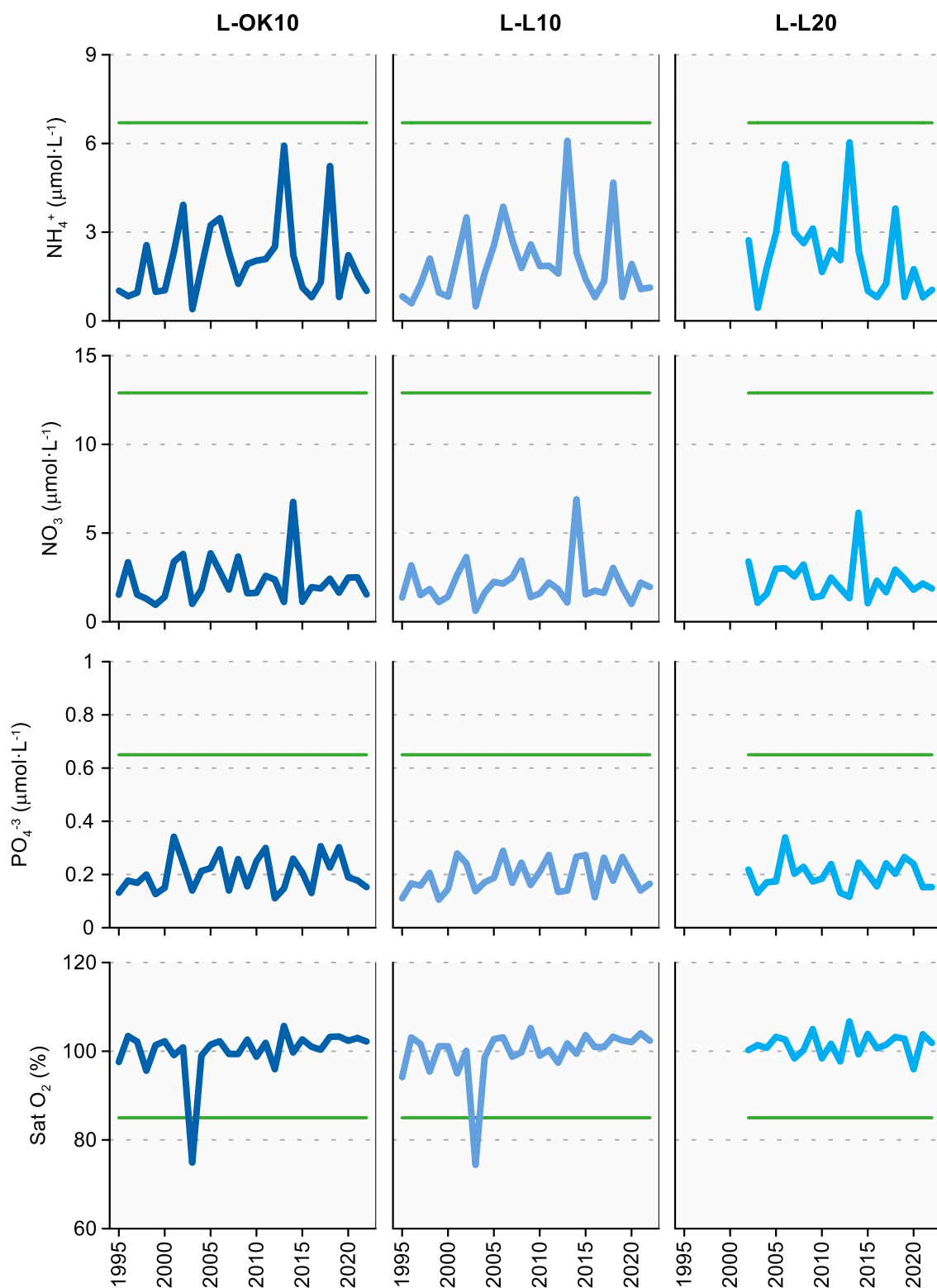


Figura 231 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en el periodo que abarca desde 1995 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

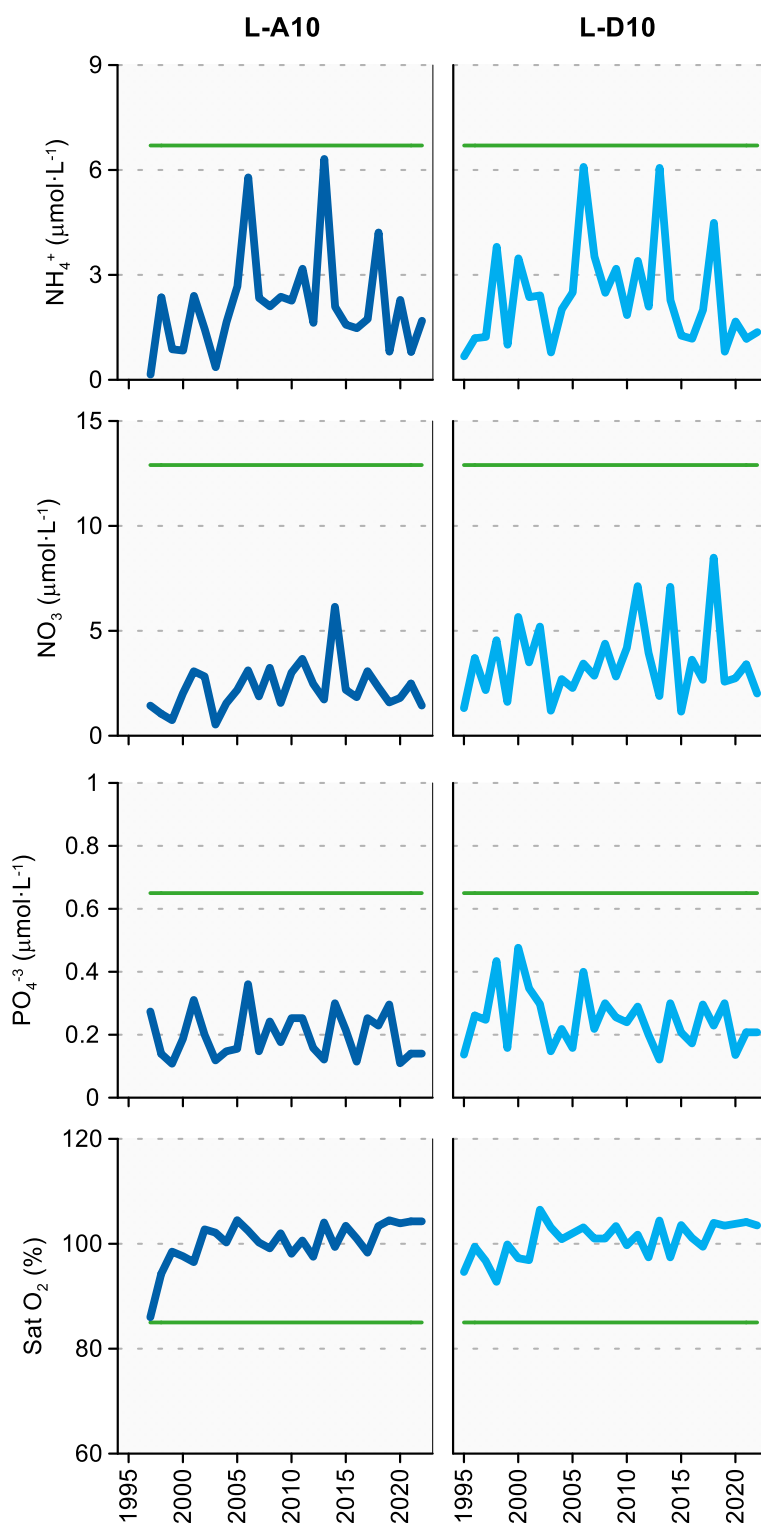


Figura 232 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en el periodo que abarca desde 1995 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

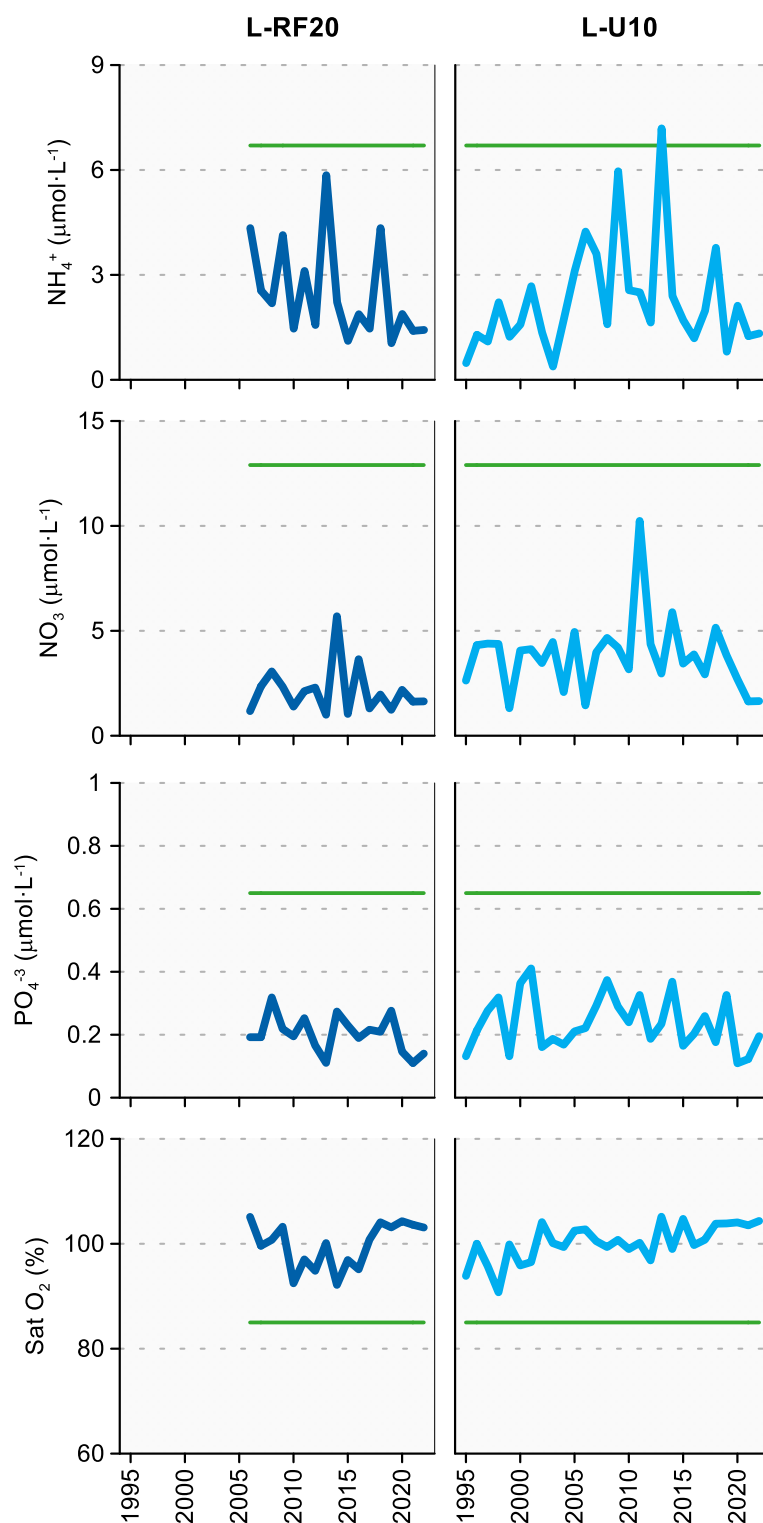


Figura 233 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en el periodo que abarca desde 1995 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

18.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado siendo también muy bueno para todas las estaciones (Tabla 166) 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 2022 indica que, en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el buen estado (Tabla 167), lo que viene haciendo desde 2008.

Tabla 166 Evaluación del Estado Físicoquímico (contaminantes específicos) en la masa de agua costera de Matxitxako-Getaria en 2022.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10	Global	L-RF20
Zinc	Concentración Promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	60	9	11,1	<LC	9,3	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno	9,5
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	Muy Bueno	0%
Cobre	Concentración Promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	25	5	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno	<LC
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		25%	0%	0%	0%	0%	0%	Muy Bueno	0%
Estado Físicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 167 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua costera de Matxitxako-Getaria en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$.

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	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,026
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,003
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,008
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	0,001	<LC	Cumple	0,003
	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	0,001	0,001	<LC	Cumple	0,012
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,001	<LC	<LC	0,001	0,001	<LC	Cumple	0,0127
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,002	0,001	<LC	0,003	0,003	<LC	Cumple	0,05
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	0,011	0,010	0,011	0,011	<LC	Cumple	0,0
	NCA-CMA Agua	130	0,01	0,0110	0,0220	0,0250	0,0190	0,030	0,021	Cumple	0,2
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	<LC	<LC	0,00	0,00030	<LC	Cumple	0,01
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	0,070	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	0,47	<LC	<LC	0,70	<LC	0,77	Cumple	0,67
	NCA-CMA Agua	14	0,39	0,70	0,60	0,50	1,20	0,40	2,50	Cumple	2,10
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 2021 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.

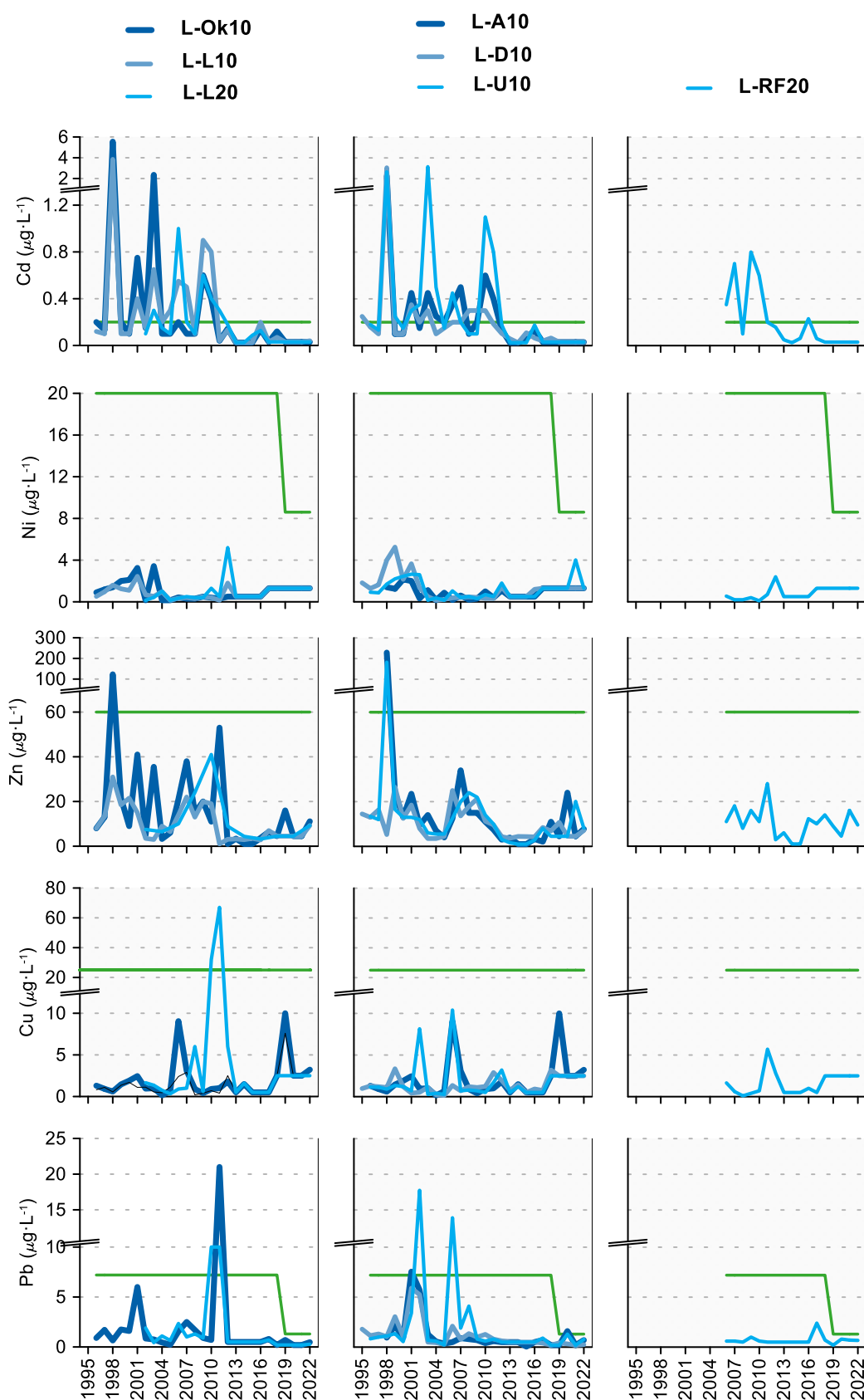


Figura 234 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua costera de Matxitxako-Getaria en el periodo que abarca desde 1995 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

18.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa de agua y de la estación L-RF20 se muestrearon en marzo de 2022. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años (Tabla 168).

Tabla 168 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 costera Matxitxako-Getaria y estación L-RF20 en la campaña de invierno de 2022.

L-OK10 (Fecha de muestreo: 21/03/2022)				L-D10 (Fecha de muestreo: 21/03/2022)			
Gravas (%)	0,0	Cd	0,40	Gravas (%)	10,5	Cd	0,14
Arenas (%)	98,8	Cr	47	Arenas (%)	89,2	Cr	25
Limos (%)	1,2	Cu	36	Limos (%)	0,3	Cu	11
MO (%)	0,5	Hg	0,24	MO (%)	0,9	Hg	0,15
Eh (mV)	329	Ni	26	Eh (mV)	312	Ni	12
		Pb	141			Pb	32
		Zn	318			Zn	71
L-L10 (Fecha de muestreo: 21/03/2022)				L-U10 (Fecha de muestreo: 21/03/2022)			
Gravas (%)	3,4	Cd	0,19	Gravas (%)	0,1	Cd	0,22
Arenas (%)	96,5	Cr	25	Arenas (%)	95,4	Cr	35
Limos (%)	0,1	Cu	18	Limos (%)	4,5	Cu	13
MO (%)	1,1	Hg	0,23	MO (%)	1,9	Hg	0,24
Eh (mV)	324	Ni	14	Eh (mV)	309	Ni	20
		Pb	31			Pb	19
		Zn	75			Zn	79
L-L20 (Fecha de muestreo: 21/03/2022)				L-RF20 (Fecha de muestreo: 24/03/2022)			
Gravas (%)	0,1	Cd	0,16	Gravas (%)	0,0	Cd	0,31
Arenas (%)	98,1	Cr	21	Arenas (%)	48,2	Cr	24
Limos (%)	1,8	Cu	12	Limos (%)	51,8	Cu	17
MO (%)	1,3	Hg	0,11	MO (%)	1,4	Hg	0,6
Eh (mV)	309	Ni	13	Eh (mV)	358	Ni	13
		Pb	19			Pb	60
		Zn	68			Zn	139
L-A10 (Fecha de muestreo: 21/03/2022)							
Gravas (%)	0,1	Cd	0,16				
Arenas (%)	99,3	Cr	20				
Limos (%)	0,7	Cu	<10				
MO (%)	1,3	Hg	0,11				
Eh (mV)	354	Ni	12				
		Pb	22				
		Zn	71				

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 168) y muestra ligeramente los valores más altos de materia orgánica.

En lo que se refiere a variación temporal, en la masa de agua se observa, en general, una disminución del contenido en materia orgánica respecto a las primeras campañas. 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 se ha visto acompañado de un incremento del potencial redox desde 2008 (Figura 235). Por el contrario, en la estación L-RF20, con datos desde 2006, no se observa una tendencia clara en el contenido en materia orgánica (Figura 235), aunque en la presente campaña se observa uno de los valores más bajos de materia orgánica desde 2006.

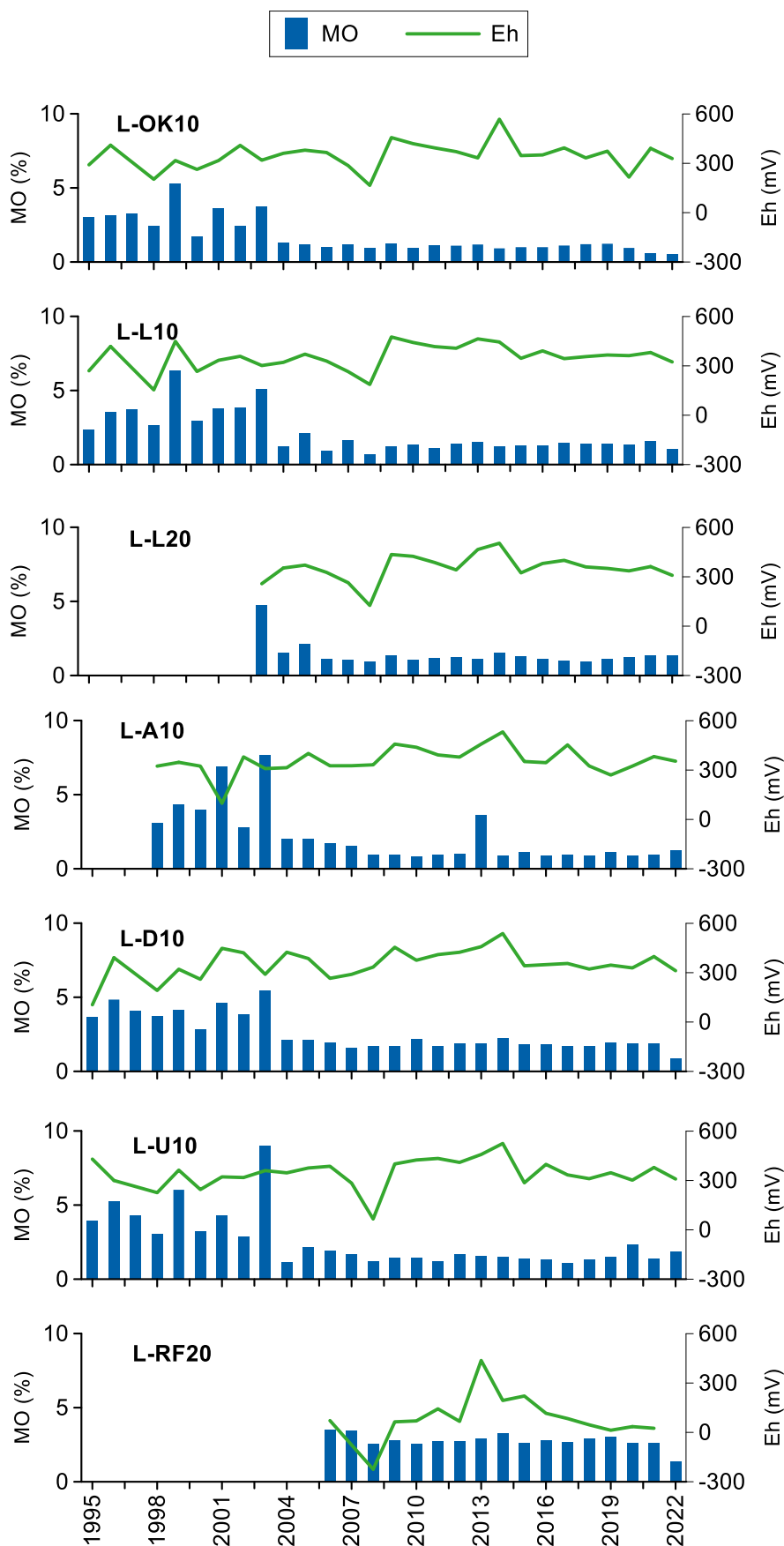


Figura 235 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y en la estación L-RF20 (muestreos de invierno).

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.

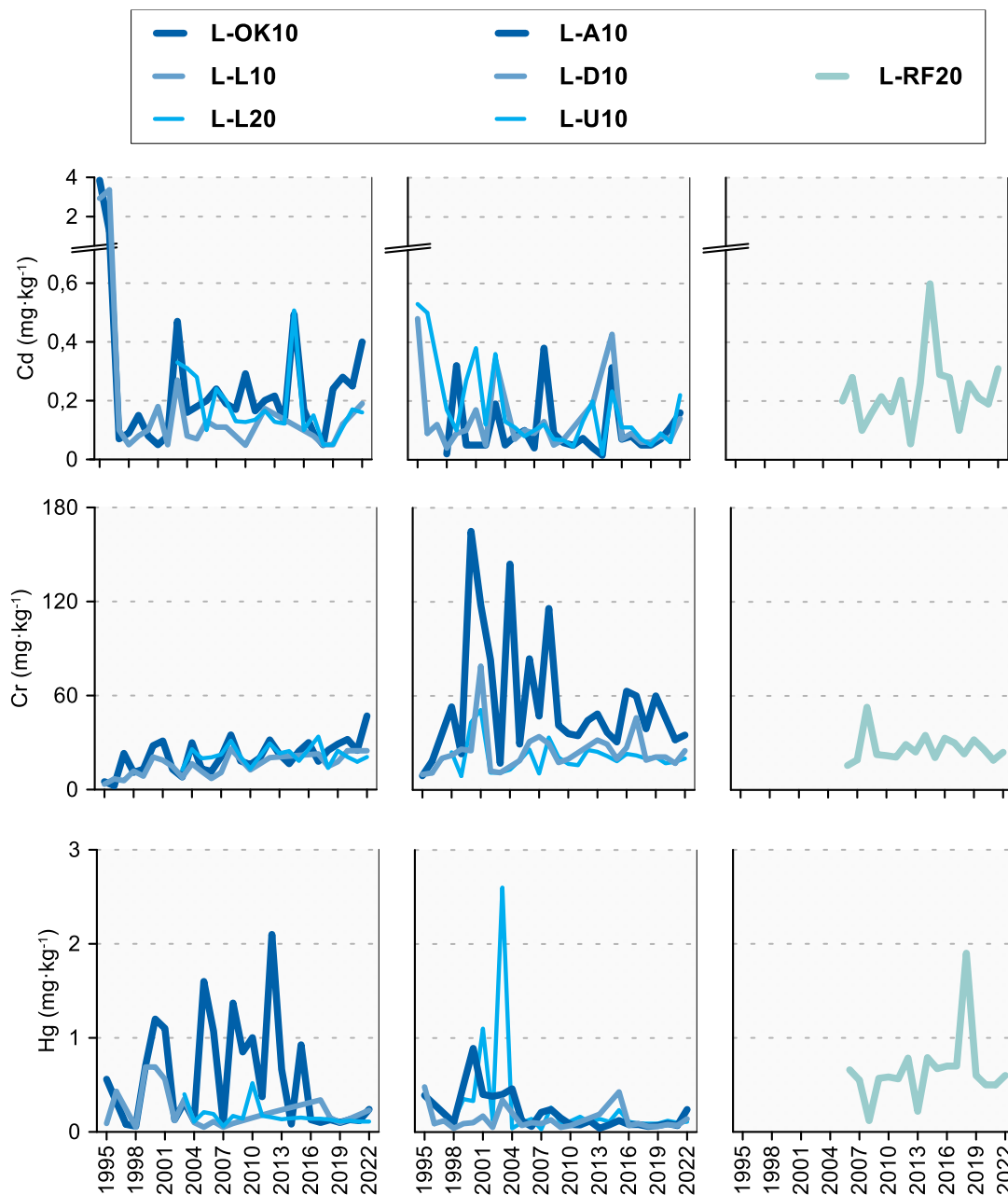


Figura 236 Evolución temporal de la concentración de Cd, Cr y Hg ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y estación L-RF20 (muestreos de invierno).

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 observa un máximo de Hg (entre octubre de 2017 y abril de 2018, se vertieron 85.000 m^3 de sedimentos dragados, en una zona autorizada no lejos de este punto, 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).

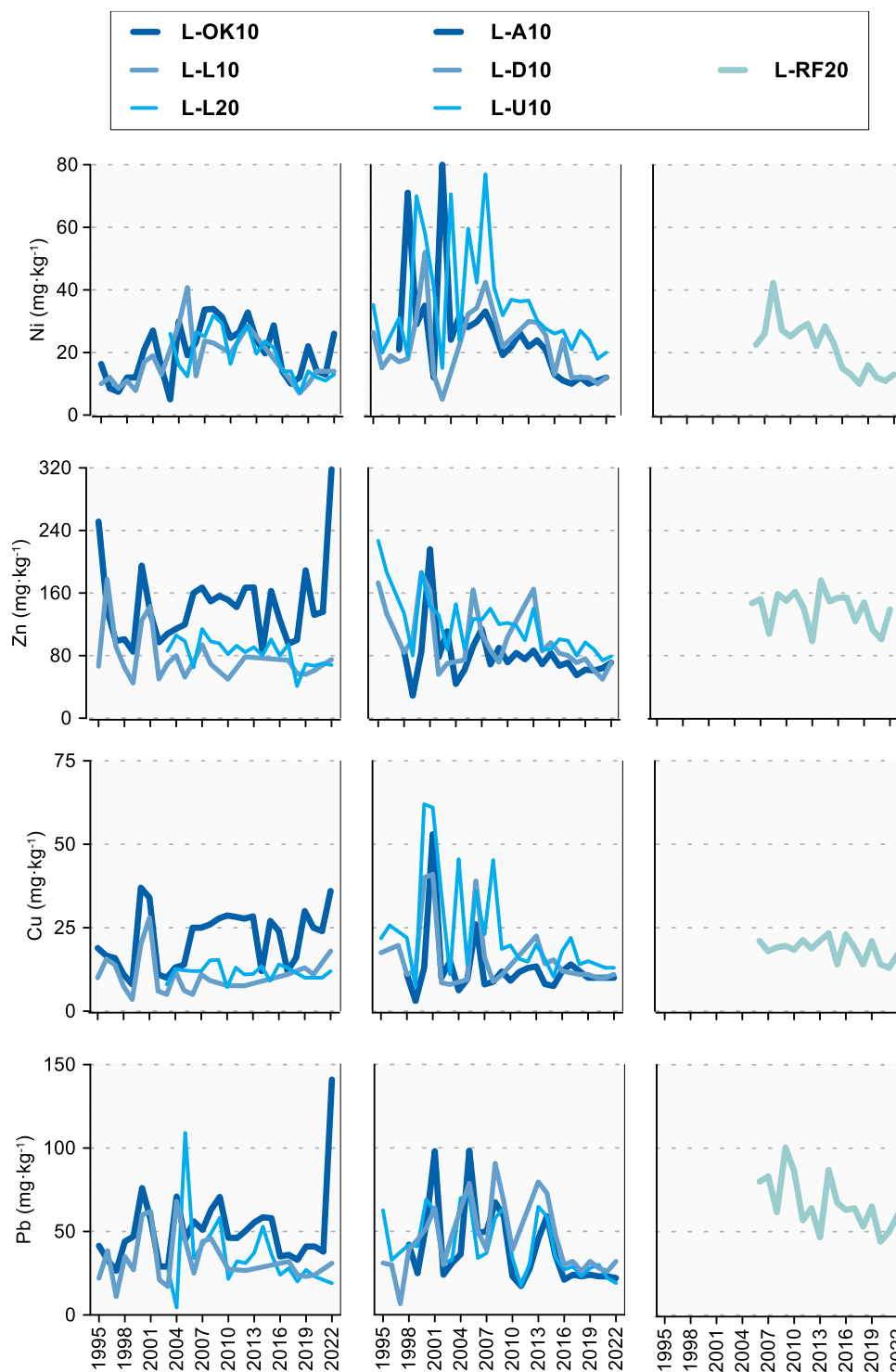


Figura 237 Evolución temporal de la concentración de Ni, Zn, Cu y Pb ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y estación L-RF20 (muestreos de invierno).

18.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

18.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a superficial** en 2022 osciló entre valores inferiores a $0,05 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (límite de cuantificación) y $1,16 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. El máximo, que no fue destacable, se midió el 2 de marzo en L-L20. Sin embargo, el resto de los valores de superficie observados en las campañas de invierno y de primavera fueron muy bajos. En las aguas de fondo de la masa costera las concentraciones fueron en general más altas, especialmente en verano. Los valores más elevados en las aguas de fondo se midieron el 24 de agosto, día en el que se muestrearon las estaciones situadas frente al Lea y al Oka ($\sim 2 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). En la estación de referencia (L-RF20) las concentraciones fueron muy bajas en fondo ($< 0,05 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), como cabe esperar por su profundidad (unos 100 m) y la consiguiente limitación de la fotosíntesis por escasez de luz. En superficie esta estación de referencia mostró su máximo en febrero y en mayo ($\sim 0,5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$).

El contenido de agua dulce en superficie fue bajo, con un 2% en promedio anual, lo que indica una escasa influencia de aportes de aguas continentales durante estas campañas. El mismo contenido medio de agua dulce le correspondió a la estación de referencia.

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 ($< 3 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) a lo largo del seguimiento. Aunque no se observa en general una tendencia definida, los dos últimos periodos muestran valores mínimos en todas las estaciones.

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).

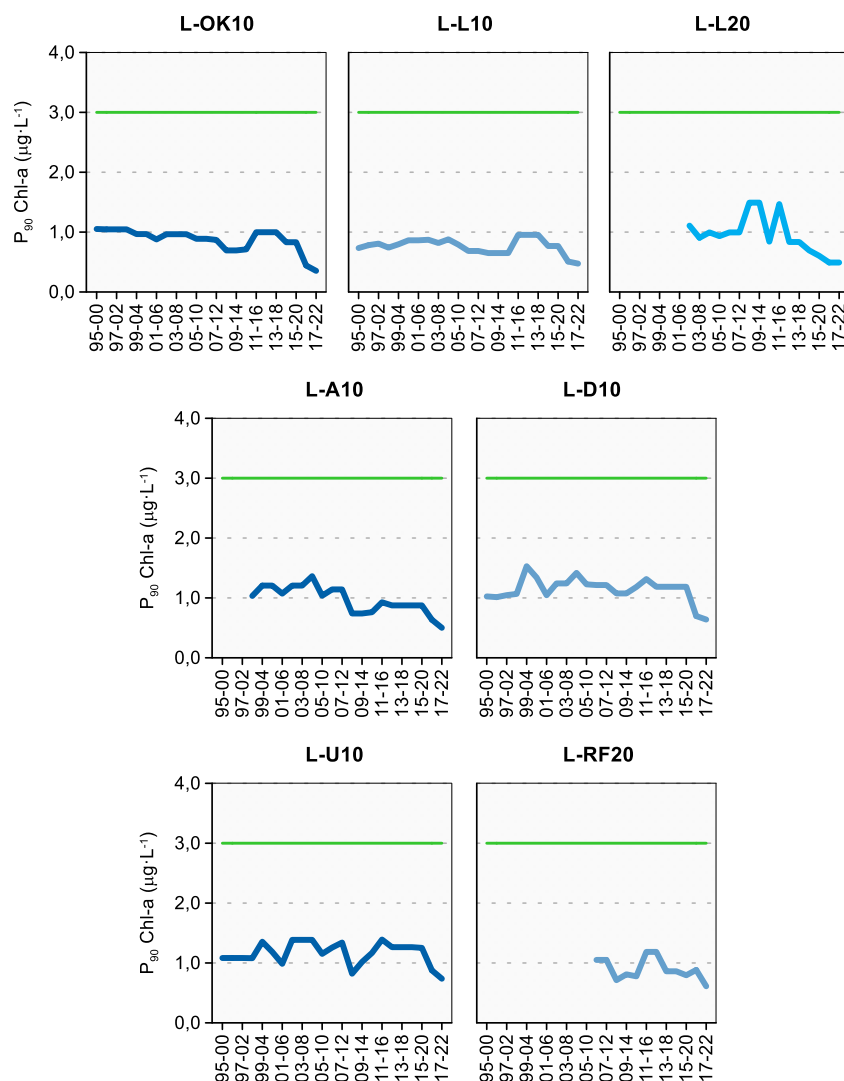


Figura 238 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria (ordenadas de Oeste a Este) y en la estación offshore utilizada como referencia (L-RF20). Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado para periodos de seis años con datos obtenidos “in situ” en superficie, en cuatro épocas del año. Línea verde: objetivo de calidad para aguas costeras Tipo 12.

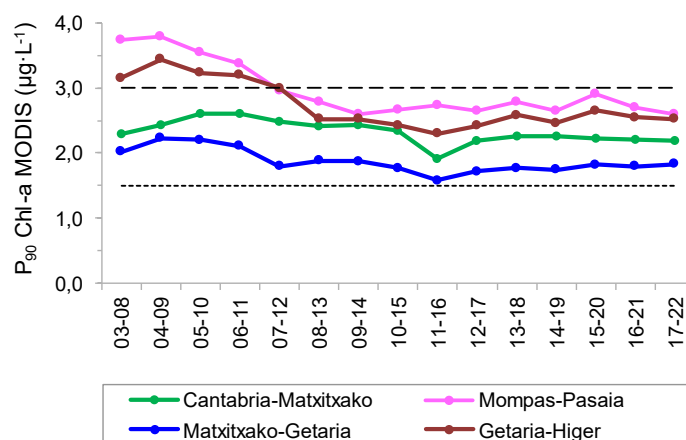


Figura 239 Percentil 90 de clorofila-a ($\mu\text{g L}^{-1}$) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en las masas de agua costera del País Vasco. El valor mostrado es la media aritmética de los P_{90} obtenidos en todos los píxeles. A modo orientativo, 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).

Para los datos de satélite, el P90 de la masa de agua se compara con el de la estación de referencia en la Figura 240. La estación L-RF20 hasta ahora siempre ha presentado un P₉₀ 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”.

El P₉₀ 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 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (Figura 240). Por tanto, no se observa un descenso en los dos últimos periodos, al contrario de lo que ocurre en el P₉₀ calculado con datos procedentes de medidas “in situ” realizadas trimestralmente (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, también parece ser consecuencia de un descenso de las concentraciones de clorofila superficial en la campaña trimestral primavera, que se refleja también en la abundancia celular del fitoplancton.

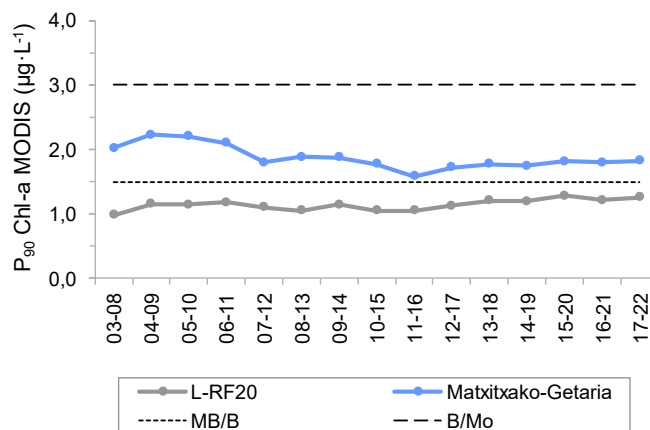


Figura 240 Percentil 90 de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en la masa de agua y en la estación de referencia. Se muestran los límites de clase entre los estados Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en la Tabla 169 se muestran los resultados obtenidos en L-OK10 (superficie). A partir de 2019 esta es la única estación de la masa de agua donde se analizan las comunidades de fitoplancton.

Tabla 169 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie de la estación costera situada frente al estuario del Oka.

	L-OK10 02/03/2022	L-OK10 31/05/2022	L-OK10 24/08/2022	L-OK10 01/12/2022
Abundancia (10^3 cél·L ⁻¹)	382	551	627	118
Diversidad (bit·cel ⁻¹)	3,5	2,3	2,6	3,0
Riqueza (# taxa)	38	44	55	32

En las campañas de 2022 la abundancia celular no mostró mucha variabilidad en la estación L-OK10: se mantuvo en valores bajos en invierno y otoño, y moderados en primavera y verano (Tabla 169). Ningún taxón individual superó el umbral de bloom ($400\cdot 10^3$ células·L⁻¹). Los más abundantes fueron las criptofitas *Plagioselmis* spp. y unas pequeñas formas que no fue posible identificar. En invierno también contribuyeron de forma relativamente importante otras criptofitas, junto con clorofitas y haptofitas. El porcentaje de contribución de las diatomeas fue muy bajo en todas las muestras (< 5%). Los dinoflagelados contribuyeron alrededor de un 20% en verano y en otoño, siendo los más abundantes *Heterocapsa* spp. y unas formas gymnodiniales de tamaño inferior a 20 μm .

Los dinoflagelados también contribuyeron de manera importante a la riqueza de las muestras de primavera y verano, con 28 y 30 *taxa*, respectivamente. En el grupo de las diatomeas se registraron entre un mínimo de 8 *taxa* en primavera y un máximo de 15 en otoño.

En la Tabla 170 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 bastante por encima del máximo teórico. En el global de la masa de agua el estado del fitoplancton actualmente es **“Muy Bueno” (EQR = 1,943)**.

Tabla 170 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 (µg·L ⁻¹)	Chl-a
2017-2022	L-OK10	0,35	2,857
	L-L10	0,47	2,128
	L-L20	0,49	2,041
	L-A10	0,50	2,000
	L-D10	0,64	1,563
	L-U10	0,74	1,351
	Costera Matxitxako-Getaria	0,5148*	1,943
	L-RF20	0,61	1,639

(*) 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 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, los valores presentan bastante similitud.

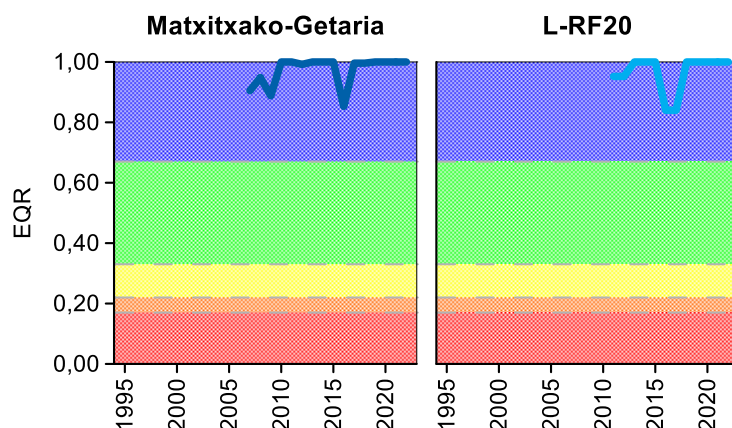


Figura 241 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y para la estación de referencia a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores 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 2022 se analizaron dos transectos próximos a la desembocadura del Urola (Figura 228). La evaluación de la calidad biológica

de la masa de agua se llevó a cabo combinando los datos de esta campaña con los de las campañas de 2020 (con dos transectos próximos a la desembocadura del Artibai, dos próximos a la desembocadura del Lea y otros dos próximos a la desembocadura del Oka) y de 2021 (con dos transectos próximos a la desembocadura del Deba), abarcando así la totalidad de la masa.

El transecto M-LU1 se sitúa en una gran laja en las cercanías de la punta Mariantón. En virtud del diferente grado de exposición al oleaje, se han considerado tres subtransectos en la laja, denominados M-LU1a, M-LU1b y M-LU1c. El primero de ellos se localiza en la parte distal de la laja, en un tramo muy alejado de la costa, y presenta un considerable grado de exposición y una pendiente muy pronunciada.

La franja infralitoral del subtransecto presenta un horizonte poco homogéneo, y destaca el desarrollo de las coberturas algales. La mayor parte de la superficie rocosa presenta amplias coberturas del alga calcárea incrustante *Lithophyllum incrustans* (30-40%). Por encima, crecen frondes de *Pterosiphonia complanata* (30-40%), y destaca la cobertura de *E. elongata* (15-20%) y las matas de *Gelidium corneum* (10-15%), y, a mayor altura, de *Cystoseira tamariscifolia* (10-20%) y de *Gelidium spinosum* (10-15%).

La comunidad que se desarrolla en el nivel mediolitoral inferior es muy diferente de la franja infralitoral, ya que especies de algas erectas dominantes en el nivel inferior dan paso a especies incrustantes. Este nivel mareal queda caracterizado por el cinturón de *L. incrustans* (70-80%) y *E. elongata* (40-50%). También destacan las lapas *Patella ulyssiponensis* (50-75 ind·m⁻²) y *Patella intermedia* (20-40 ind·m⁻²).

El segundo subtransecto se localiza en el tramo posterior de la laja, más próximo a la costa, y, por tanto, las comunidades presentes se benefician de un mayor grado de protección frente al oleaje. La franja infralitoral del subtransecto presenta un horizonte rico y diverso, y con diferencias importantes respecto al mismo nivel mareal en el subtransecto anterior. La superficie rocosa presenta un tapiz de *L. incrustans* (15-25%), sobre el que crecen abundantes matas de la rodofita ceramial *Halopithys incurva* (35-45%). Entre sus ramas, destacan las matas de otras especies de menor tamaño, como otra ceramial, *P. complanata* (10-20%); y la rodofita *E. elongata*.

En el nivel mediolitoral inferior, que se muestra temporalmente muy variable, desde 2013 destacan las coberturas de la feofícea *Stypocaulon scoparium* (60-70%) y del alga roja incrustante *L. incrustans* (30%), junto con algunas especies del género *Pterosiphonia* (10-15%), entre otras.

En el nivel mediolitoral medio se observa una zona caracterizada por la abundancia de *L. incrustans* (75-80%) y de *E. elongata* (30-40%), que dominan sobre el resto de las especies y aparecen cirrípedos del género *Chthamalus* (100-1.000 ind·m⁻²), y lapas *P. intermedia* (15-25 ind·m⁻²) y *P. ulyssiponensis* (10-20 ind·m⁻²). En una segunda zona más posterior de este nivel, el aspecto general cambia respecto a las pasadas campañas. Sin embargo, se sigue observando el inicio del cinturón de *Chthamalus montagui* (30.000 ind·m⁻²) y la feofícea incrustante *Ralfsia verrucosa* también sigue siendo el alga dominante en la zona (20-25%).

En el nivel mediolitoral superior el cinturón de *Chthamalus* sp. se densifica (30.000-50.000 ind·m⁻²) respecto al nivel inferior, lo que no impide el incremento de la cobertura de *R. verrucosa* (30-35%), aunque sí disminuye la cobertura algal general. Se observa también un incremento de la densidad de las lapas *P. intermedia* (50-100 ind·m⁻²) y *Patella vulgata* (10-20 ind·m⁻²).

El tercer subtransecto se localiza en el tramo más próximo a la costa de la misma laja, por lo que el efecto del oleaje queda muy amortiguado, lo que se refleja en los recubrimientos biológicos. El tramo inferior de la franja infralitoral del subtransecto se encuentra recubierto por un tapiz de pequeñas algas cespitosas, entre las que dominan *P. complanata* (30-40%) y *L. incrustans* (25-35%). También presenta coberturas reseñables *S. scoparium* (10-15%). Respecto a las campañas de 2016 y de 2019, destaca

la reducción en la cobertura de *P. complanata* y de *S. scoparium*. En cambio, *L. incrustans* presenta cobertura similar a la de 2016, pero superior a la de 2019. En el tramo final domina *S. scoparium* (40-50%), con recubrimientos también destacables de *P. complanata* (30-40%, frente 10-15% en 2019), *L. inrustans* (20-25%) y *Acrosorium ciliolatum* (10-15%).

La zona mediolitoral inferior presenta también dos zonas diferenciadas. En la primera de ellas desaparece el cinturón de *S. scoparium*, dando paso a un horizonte formado por las algas *L. incrustans* (60-70%), y *E. elongata*, *Dictyota dichotoma* y *C. acicularis* (10-15% de cobertura de cada una de ellas). Respecto a la fauna, hay lapa *P. ulyssiponensis* (15-25 ind·m⁻²), y pequeñas colonias de cirrípedos del género *Chthamalus* (30-50 ind·m⁻²). En una segunda zona, más alta, se mantiene el horizonte de *L. incrustans* (60-70%) y *E. elongata* (30-40%), con coberturas menores que en 2019, abundantes manchas de *R. verrucosa* (10-15%), e incremento de fauna, destacando *Chthamalus* sp. (500-1.000 ind·m⁻²), y las lapas *P. intermedia* y *P. ulyssiponensis* (15-25 ind·m⁻² en ambos casos).

En la zona mediolitoral media la cobertura de algas frondosas y cespitosas se reduce drásticamente, incrementándose la cobertura de algas incrustantes y de la fauna. La facies de *Lithophylum incrustans-Ellisolandia elongata* es sustituida por una facies de *Chthamalus* spp.-*Ralfsia verrucosa*-*Patella* spp. Destacan los cirrípedos del género *Chthamalus* (10.000-30.000 ind·m⁻²). En cuanto a las algas, destaca *R. verrucosa*, que tapiza amplias superficies de la laja (25-35%).

La zona mediolitoral superior presenta un aspecto muy similar al de la zona mediolitoral media, con dominancia de las poblaciones de *Chthamalus* sp. (30.000-50.000 ind·m⁻²) y de *R. verrucosa*. Respecto al nivel anterior, se incrementan las de *P. vulgata* (50 ind·m⁻²).

En la franja supralitoral se desarrolla un cinturón de cirrípedos *Chthamalus*, con *Melarhaphé neritoides* y *Patella* como principales especies acompañantes. Respecto al nivel inmediatamente inferior, destaca que la presencia de *R. verrucosa* queda reducida a manchas dispersas. Se observan también manchas de la incrustante *Hildenbrandia rubra*. En la parte más alta del presente nivel, comienzan a aparecer matas y manchas de los líquenes *Lichina pygmaea* y *Verrucaria maura*.

La altura que se alcanza en la zona supralitoral, y la ausencia de cubetas y oquedades, dificulta el desarrollo de comunidades biológicas más o menos complejas. Se observa una presencia regular de la lapa *Patella rustica* (15-25 ind·m⁻²) y de los líquenes halófitos *L. pygmaea* y *V. maura*. Las densidades de las poblaciones de *Chthamalus* sp. se reducen de forma evidente (1.500-3.000 ind·m⁻²).

A pesar de que la pendiente llega a ser importante en algún subtransecto, la cobertura de poblaciones de algas características es alta en todos ellos y también lo es su riqueza. Además, la fracción de especies oportunistas es prácticamente despreciable, lo que permite la máxima calificación para los tres subtransectos M-LU1 en función del índice CFR, con Muy Buen Estado (Tabla 171). Por otro lado, la presencia de algas de la especie *Cystoseira baccata* y la composición de la muestra, con un grado de similaridad alto respecto a una comunidad que podría considerarse de referencia para la zona, permite que la calificación según el índice RICQI sea también de Muy Buen Estado.

El segundo transecto analizado en la campaña de 2022 (M-LU2) se sitúa en la margen oriental del estuario del Urola. El transecto discurre a lo largo de una plataforma constituida por bloques sueltos, finalizando en una pared subvertical de más de 8 m de altura. Como en campañas previas, las especies más conspicuas de la franja infralitoral son las algas *G. corneum* (15-25%) y *G. spinosum* (10-15%). Sin embargo, otras algas alcanzan mayores coberturas: *E. elongata* (50-60%) y *L. incrustans* (40-50%). También alcanza niveles de cobertura importantes la ceramial *P. complanata* (10%).

En la zona mediolitoral inferior, la cobertura de algas se reduce y la comunidad biológica que la define

es la formada por las algas *L. incrustans* (70-80%) y *E. elongata* (60-75%), acompañadas por *P. complanata* (10-15%). Además, en las zonas más altas de las piedras y lajas, se encuentran ejemplares del cirrípedo *Chthamalus* (15-30 ind·m⁻²), y lapas de la especie *P. ulyssiponensis* (15-25 ind·m⁻²).

Tabla 171 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 2020 (M-LOK5, M-LOK6, M-LL1, M-LL3, M-LA1 y M-LA2), de 2021 (M-LD1 y M-LD2) y de 2022 (M-LU1a, M-LU1b, M-LU1c y M-LU2). 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 (%)	81,7	55,2	53,0	77,6	77,2	72,7
R (nº de taxones)	9	8	11	8	5	6
F (%)	8,1	15,0	22,5	4,6	8,9	3,9
CFR _{transecto}	0,969	0,685	0,640	1,000	0,903	0,971
Estación	L-OK10		L-L10		L-A10	
CFR _{estación}	0,827		0,820		0,937	
Transecto	M-LD1	M-LD2	M-LU1a	M-LU1b	M-LU1c	M-LU2
C (%)	58,6	65,5	97,3	86,6	87,6	49,9
R (nº de taxones)	4	7	11	9	9	7
F (%)	7,2	21,3	4,5	2,0	2,0	5,9
CFR _{transecto}	0,701	0,654	1,000	1,000	1,000	0,730
Estación	LD10		L-U10			
CFR _{estación}	0,678		0,933			
CFR _{global}	0,854					

En el inicio de la zona mediolitoral media aparece el cinturón de *Chthamalus* sp. y manchas de *R. verrucosa*. En la parte más próxima al mar, aunque se reduce su cobertura, *L. incrustans* y *E. elongata* tienen coberturas reseñables (15-20% y 10-15%, respectivamente). En la cara superior de algunos bloques, se encuentran *Chthamalus* (100-1.000 ind·m⁻²), *M. neritoides* (25-50 ind·m⁻²) y lapas *P. ulyssiponensis* y *P. intermedia* (25-50 ind·m⁻²). En un tramo superior se desarrolla una comunidad de *Chthamalus* spp.-*Patella* spp., junto con *R. verrucosa* (10-20%), destacando las densidades de *C. montagui* (10.000 ind·m⁻²), *P. intermedia* (50-100 ind·m⁻²) y *P. ulyssiponensis* (15-25 ind·m⁻²).

El cinturón de *Chthamalus* sp. alcanza su máximo desarrollo (30.000 ind·m⁻²) en la zona mediolitoral superior, con especies acompañantes como lapas *P. intermedia* (25-50 ind·m⁻²), *P. vulgata* (15-25 ind·m⁻²) y *Patella rustica* (10-20 ind·m⁻²), el bígara *M. neritoides* (10.000-30.000 ind·m⁻²) y la feofícea *R. verrucosa* (10-15%). Un 15% de la superficie está ocupada por grietas y pozas, en las que llegan a encontrarse algunas algas, caso de *L. incrustans*, *E. elongata*, etc.

En la franja supralitoral *Chthamalus* sp. va perdiendo densidad (10.000-30.000 ind·m⁻²) y se observan manchas del liquen *L. pygmaea* (5%), *M. neritoides* (10.000 ind·m⁻²), y lapas *P. vulgata* (15-25 ind·m⁻²) y *P. rustica* (10-20 ind·m⁻²). Las pocas algas presentes quedan relegadas a las cubetas.

Por último, la zona supralitoral queda caracterizada por la asociación que forman el liquen *V. maura* y el caracolillo *M. neritoides*. En algunos tramos más altos del transecto también se observan ejemplares de *Chthamalus*, así como matas en forma de cojinetes del liquen *Lichina confinis*.

Las poblaciones características presentes en el transecto presentan una cobertura moderada y su riqueza tampoco es alta, probablemente debido a la fuerte exposición al oleaje de la zona (Tabla 171). La fracción de algas oportunistas presente es muy pequeña, por lo que la calificación del transecto M-LU2 a partir del índice CFR es de Buena (Tabla 171). La ausencia de algas de la especie *C. baccata*, y el un grado de similitud no muy alto respecto a una comunidad de referencia para la zona, limitan la calificación según el índice RICQI a la misma que la obtenida con el CFR, es decir, a Buen Estado.

Combinados estos resultados con los obtenidos en las campañas de 2020 y de 2021, se obtiene una calificación global de las macroalgas de la masa de agua de **Muy Buen Estado** (Tabla 171).

18.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La estación L-OK10 (desembocadura del Oka) presenta una densidad (Tabla 172) inferior al valor promedio de la estación para su seguimiento (526 ind·m⁻²); aunque debe tenerse en cuenta 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 *Macra stultorum* (5.727 ind·m⁻²), debido a que, probablemente, en aquella ocasión el muestreo coincidió con la época de reclutamiento de la especie. En cambio, la riqueza (Tabla 172) 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 2022 (Tabla 172), como consecuencia de la dominancia de un único ejemplar grande del equinodermo *Echinocardium cordatum*, que alcanza el 65% de la biomasa total de la estación. Como en campañas anteriores, la dominancia de especies como el crustáceo *Urothoe pulchella* y el poliqueto *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., 2004). 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=0,8).

Tabla 172 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)	293	651	447	823	2.151	337	4.100
Biomasa	(g·m ⁻²)	10,697	0,699	7,076	0,403	0,565	0,594	9,457
Riqueza	(# taxa)	34	31	43	48	47	44	111
Diversidad densidad	(bit·ind ⁻¹)	4,38	3,71	4,93	4,26	3,10	5,02	4,96
Equitabilidad densidad		0,86	0,75	0,91	0,76	0,56	0,92	0,73
Diversidad biomasa	(bit·g ⁻¹)	1,30	2,19	1,53	4,65	4,03	4,39	3,40
Equitabilidad biomasa		0,25	0,44	0,28	0,83	0,73	0,80	0,50
Diversidad máxima	(bit)	5,09	4,95	5,43	5,58	5,55	5,46	6,79
AMBI		0,811	1,845	1,141	2,599	2,127	0,985	1,535
Clasificación AMBI		Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Ligera
M-AMBI _{estación}		1,000	0,834	1,000	0,889	0,808	1,000	0,871
M-AMBI _{global}		0,929						

La estación L-L10 (frente a Ea), presenta una densidad inferior al promedio histórico (1.603 ind·m⁻²), con un valor de riqueza específica en torno al promedio (34 taxa) (Tabla 172). En cambio, el valor de biomasa es de los más bajos de la estación desde que se iniciara el seguimiento (Tabla 172). La composición faunística, con dominancia de los poliquetos *P. appendiculatus* y *Pisione remota*, 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 II y I (especies indiferentes y sensibles a la alteración, respectivamente), calificando la estación como ligeramente alterada (AMBI=1,8).

La estación L-L20 (frente a la desembocadura del Lea), presenta una densidad (Tabla 172) inferior al promedio de la estación (721 ind·m⁻²). En cambio, la riqueza específica (Tabla 172), es del orden del promedio de la estación (39 taxa), con una diversidad de las más altas del circalitoral y superior al promedio de la serie histórica (4,24 bit·ind⁻¹). Dominan las especies del GE I, con densidad relativa moderada de los GEs II y III, calificando la estación como no alterada (AMBI=1,1).

La estación L-A10 (frente a la desembocadura del Artibai) presenta densidad y riqueza específica relativamente altos (Tabla 172), sólo superados en esta estación por los valores registrados en 2015 (3.130 ind·m⁻² y 61 taxa, respectivamente). Del mismo modo, también la diversidad es de las mayores del seguimiento de la estación, alcanzándose incluso el valor máximo del circalitoral en la presente campaña de 2022. 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, pero presentan también densidad relativa moderada las especies oportunistas de primer orden (GE V), por lo que la calificación de la estación, según AMBI, es de ligeramente alterada (AMBI=2,6).

La estación L-D10 (frente a la desembocadura del Deba) presenta valores de densidad y riqueza (Tabla 172) superiores a los promedios para la serie histórica (1.736 ind·m⁻², 40 taxa), confirmando la progresiva mejora que se viene observando desde 2006. En cambio, la diversidad (Tabla 172) es de las menores desde el inicio del estudio (3,9 bit·ind⁻¹ en promedio). La composición específica permite caracterizar la población de invertebrados bentónicos como 'Comunidad de arenas de *Amphioxus*', aunque destaca la ausencia de ejemplares de *Branchiostoma lanceolatum*, especie que da nombre a la comunidad. Sí se han identificado (y dominan) otras especies características, como los poliquetos *P. appendiculatus*, *P. remota* y *Sphaerosyllis bulbosa*. 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=2,1).

En la estación L-U10 (frente a la desembocadura del Urola), el valor de densidad (Tabla 172) es inferior al promedio desde que se iniciara el seguimiento (565 ind·m⁻²). En cambio, el valor de riqueza específica (Tabla 172) es superior al promedio histórico (35 taxa), con una de las mayores diversidades registradas en la estación, máxima del circalitoral en la presente campaña de 2022. 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=1,0), 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 2022 los mayores valores de densidad y de riqueza específica desde que se iniciara su seguimiento en 2006 (Tabla 172). Además, la riqueza alcanza el máximo histórico para todas las estaciones contempladas en el presente seguimiento. En cambio, la diversidad específica es del orden del promedio del seguimiento de la estación (4,97 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 y de especies tolerantes. La estación se califica como ligeramente alterada (AMBI=1,5).

Los valores de M-AMBI en 2022 apoyan la calificación obtenida a partir del índice AMBI. Así, todas las estaciones analizadas presentarían **Muy Buen Estado** (Tabla 172). 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.

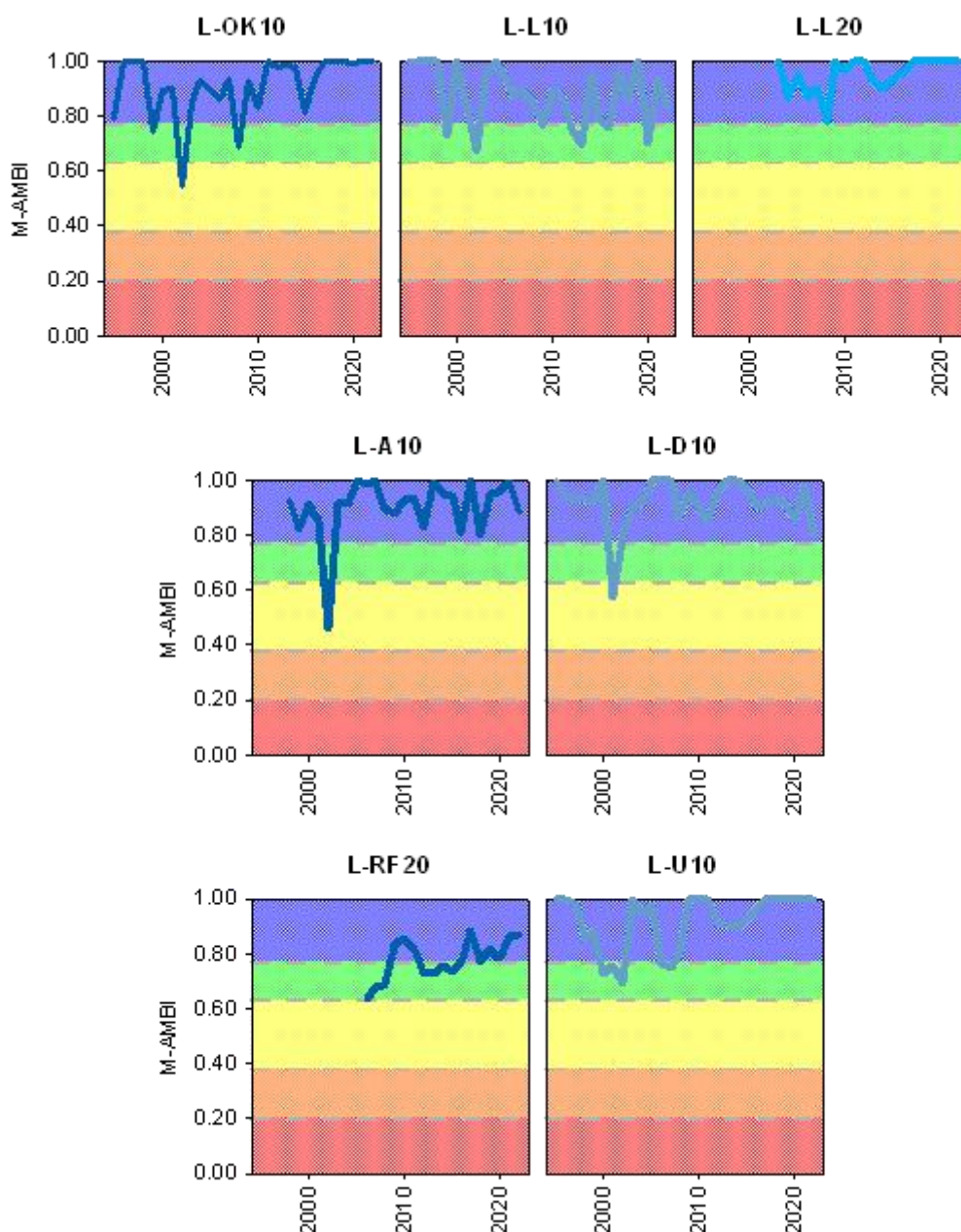


Figura 242 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las cinco estaciones muestreadas en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria, y en la estación L-RF20 (frente al litoral de Zumaia, aunque más allá del ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua), a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

18.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2022 no ha habido alteraciones hidromorfológicas en la zona.

19.

Masa de agua 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.

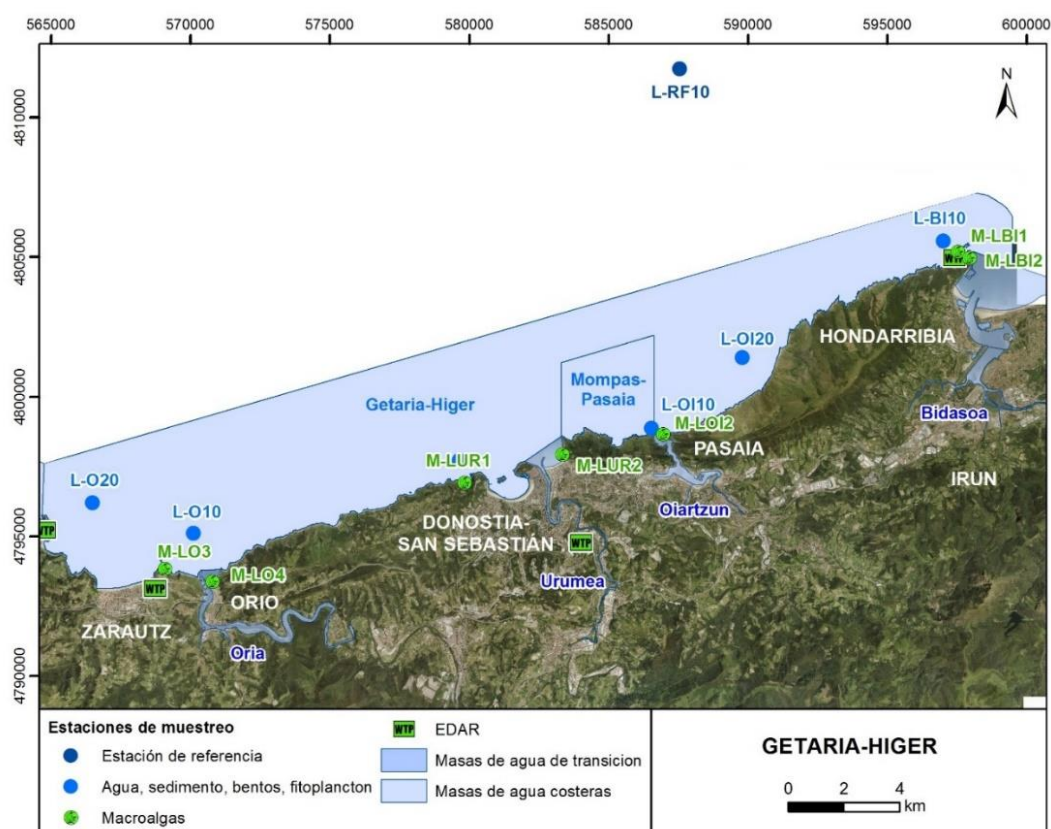


Figura 243 Ubicación de estaciones en la masa de agua Getaria-Higer.

La masa de agua costera Getaria-Higer se diagnostica en 2022 con un estado bueno, alcanzando tanto el buen estado químico como el buen estado ecológico (Tabla 173 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.

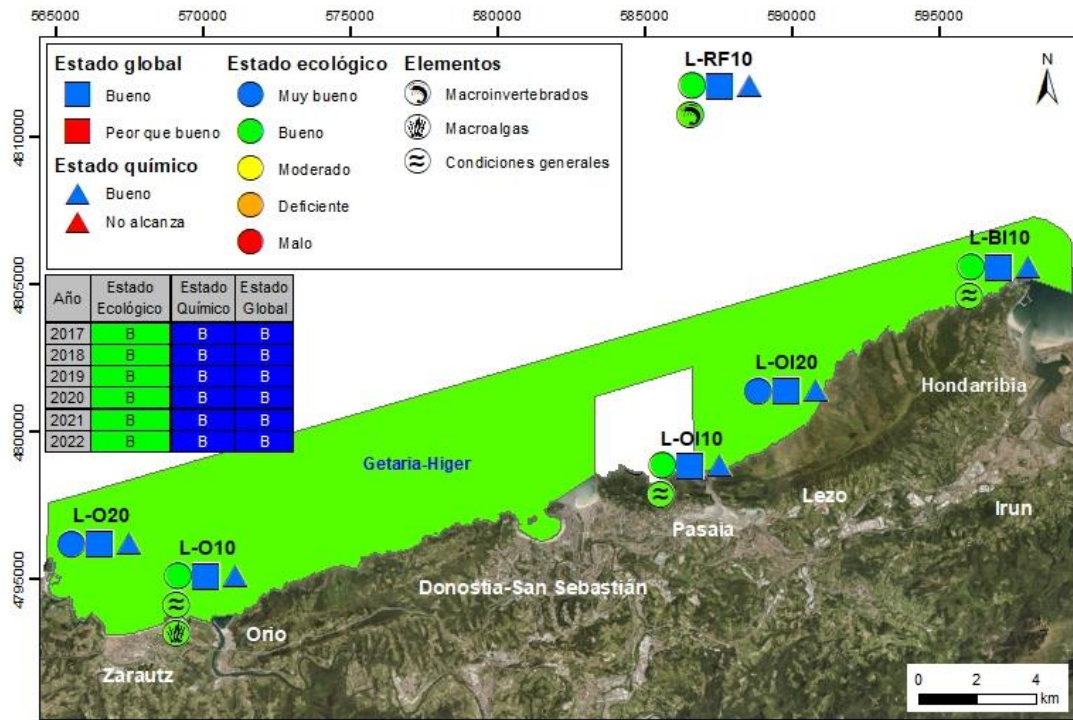


Figura 244 Masa de agua costera de Getaria-Higer: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 173 Resumen y diagnóstico de Estado en la masa de agua costera Getaria-Higer, en 2022. 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	MB	B	B	B
L-O20	Litoral de Getaria (Oria)	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B
L-OI10	Litoral de Pasaia (Oartzun)	MB	MB	-	MB	B	MB	MB	B	B	B
L-OI20	Litoral de Pasaia (Asabaratza)(Oartzun)	MB	MB	-	MB	MB	MB	MB	MB	B	B
L-BI10	Litoral de Hondarribia (Bidasoa)	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
	Getaria-Higer	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
L-RF10	Litoral Oartzun - plataforma	B	MB		B	MB	MB	MB	B	B	B

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 convergido en 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 m³

procedentes de Orio (aunque en este caso no hay disminución de la calidad), y entre octubre y diciembre de 2017 se vertieron 25.000 m³ dragados en los muelles del puerto de Pasaia (aquí 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 en las cuencas adyacentes, a lo largo de las dos últimas décadas, se ha reflejado 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 los indicadores biológicos (ver sección correspondiente). 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 2017 a 2022, 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 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a los datos de las cuatro campañas de 2022, 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 174). La masa de agua costera de Getaria-Higer se califica como en estado Bueno.

Tabla 174 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		104,27	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L ⁻¹	≤6,7	1,6	1,9	Muy Bueno
			Nitrato	μmol·L ⁻¹	≤12,9	1,6	3,34	Bueno
			Fosfato	μmol·L ⁻¹	≤0,65	0,16	0,20	Muy Bueno
L-O20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,89	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L ⁻¹	≤6,7	1,6	1,95	Muy Bueno
			Nitrato	μmol·L ⁻¹	≤12,9	1,6	1,85	Muy Bueno
			Fosfato	μmol·L ⁻¹	≤0,65	0,16	0,17	Muy Bueno
L-OI10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		102,81	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L ⁻¹	≤6,7	1,6	2,56	Bueno
			Nitrato	μmol·L ⁻¹	≤12,9	1,6	3,36	Bueno
			Fosfato	μmol·L ⁻¹	≤0,65	0,16	0,26	Bueno
L-RF10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,50	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L ⁻¹	≤6,7	1,6	2,0	Muy Bueno
			Nitrato	μmol·L ⁻¹	≤12,9	1,6	1,85	Muy Bueno
			Fosfato	μmol·L ⁻¹	≤0,65	0,16	0,21	Muy Bueno
L-OI20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		104,43	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L ⁻¹	≤6,7	1,6	2,24	Muy Bueno
			Nitrato	μmol·L ⁻¹	≤12,9	1,6	2,12	Muy Bueno
			Fosfato	μmol·L ⁻¹	≤0,65	0,16	0,21	Muy Bueno
L-BI10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,13	Muy Bueno
			Amonio	μmol·L ⁻¹	≤6,7	1,6	2,53	Bueno
			Nitrato	μmol·L ⁻¹	≤12,9	1,6	3,06	Muy Bueno
			Fosfato	μmol·L ⁻¹	≤0,65	0,16	0,23	Muy Bueno

La única estación de esta masa de agua litoral en presentar una tendencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) a aumentar los valores del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años, entre 1995 y 2022, es la estación L-OI20. El resto de las estaciones no presentan ninguna tendencia temporal significativa en el valor del P_{25} del PCQI y todas se mantienen en niveles de “Muy Buen” estado a lo largo de toda la serie histórica disponible (Figura 245).

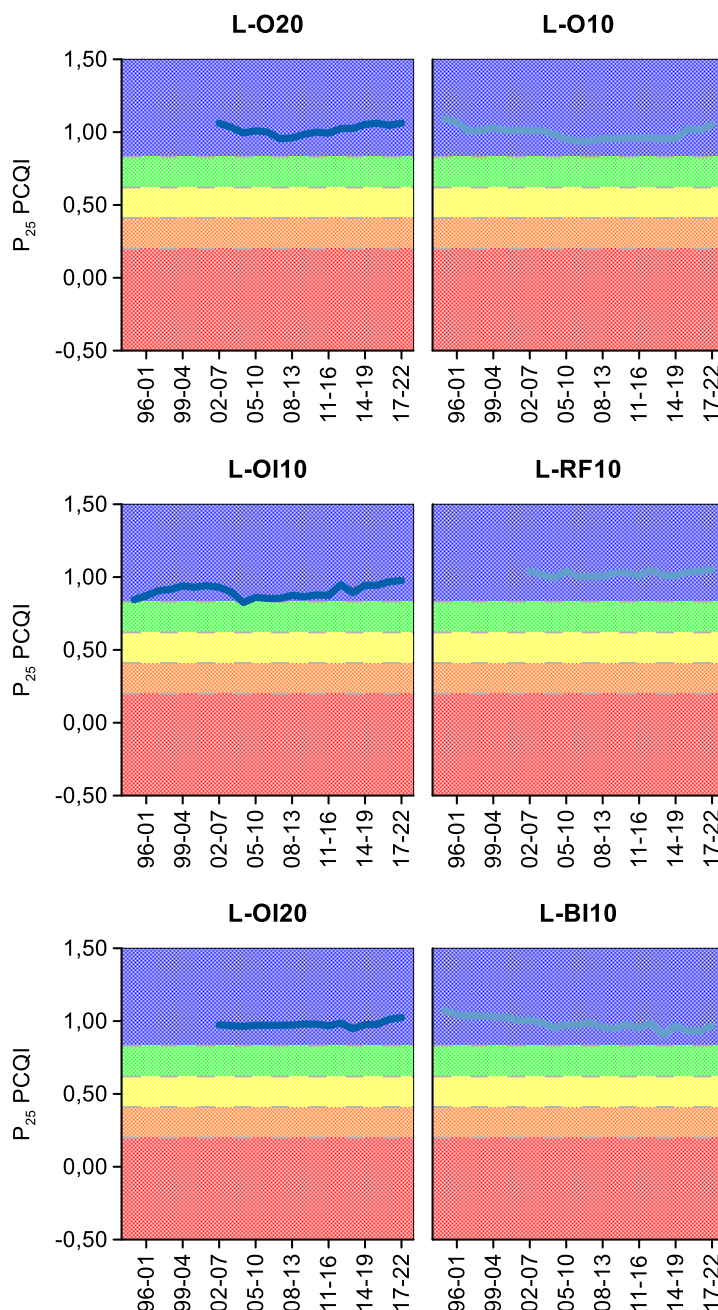


Figura 245 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de las estaciones de muestreo L-O20, L-O10, L-OI10, L-RF10, L-OI20 y L-BI10 de la masa de agua costera Getaria-Higer. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 246 y Figura 247 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en Getaria-Higer en el periodo de 1995 a 2022.

En las series de datos disponibles, se observan algunas tendencias significativas en las variables fisicoquímicas. El fosfato desciende significativamente en la estación L-OI10 ($p < 0,05$). Por el contrario, la saturación de oxígeno aumenta significativamente en L-O10 y L-OI10 ($p < 0,05$). 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.

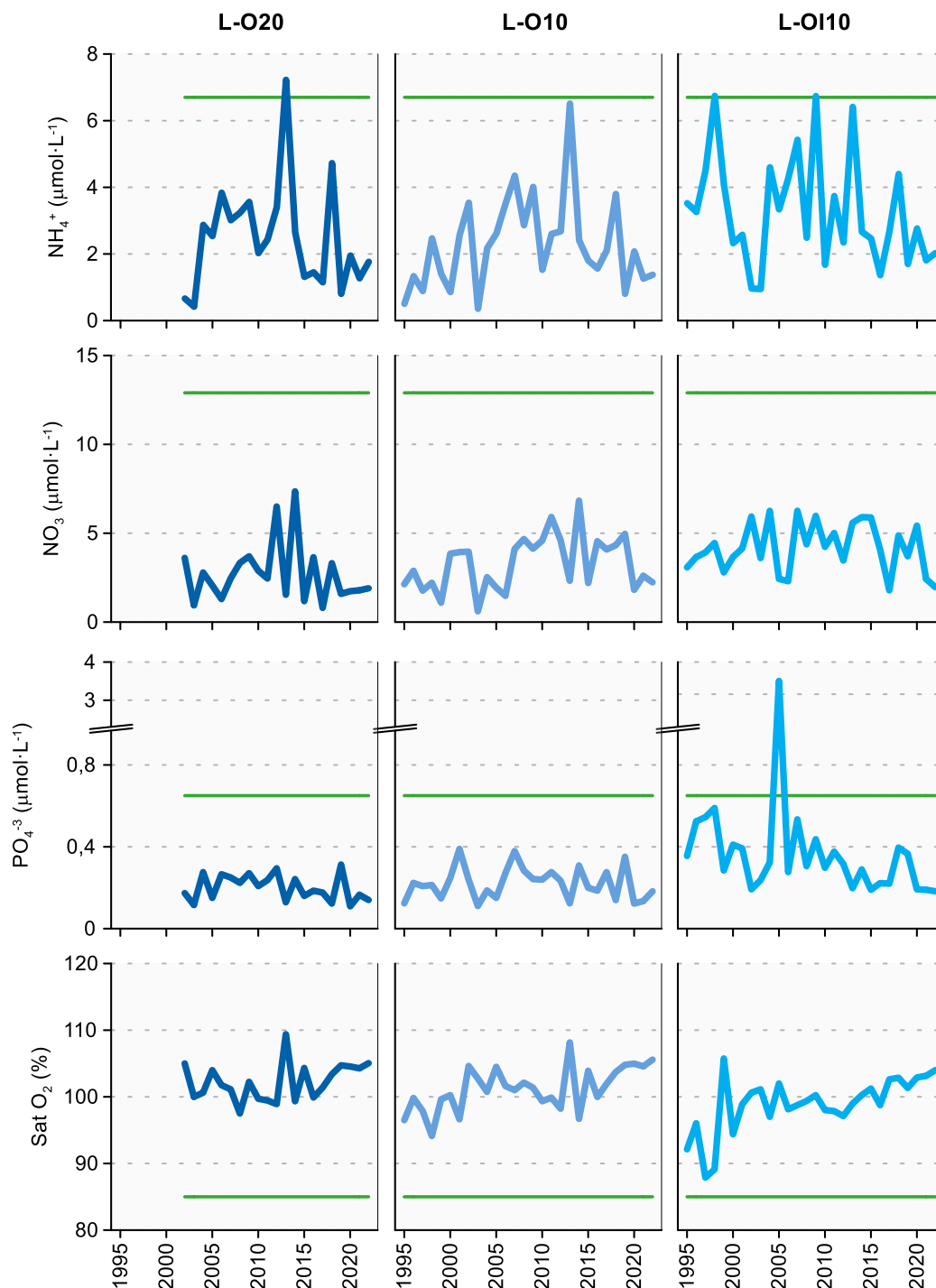


Figura 246 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer en el periodo que abarca desde 1995 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

Predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra” (Figura 246 y Figura 247) cumpliéndose los objetivos de calidad fisicoquímica a lo largo de toda la serie histórica

disponible. Salvo un pico de fosfato en la estación L-OI10 y otro por amonio en la estación L-O20 (cerca del límite entre el buen estado y el moderado), 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).

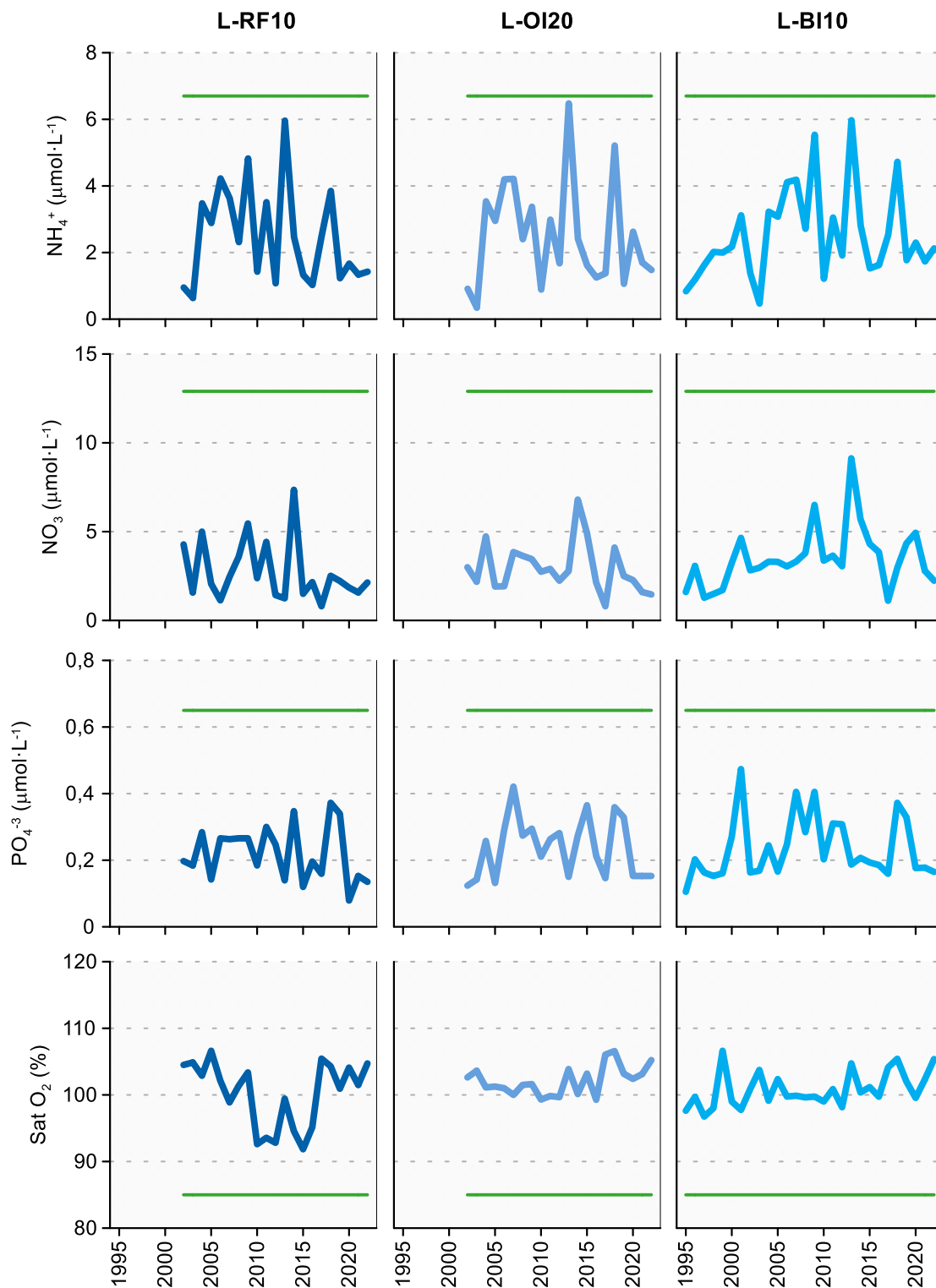


Figura 247 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer en el periodo que abarca desde 1995 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

19.2.1.2. Sustancias preferentes y sustancias prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado, siendo también muy bueno para todas las estaciones de la masa (Tabla 175) y para la estación de referencia, como viene ocurriendo desde 2008.

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2022 en esta masa de agua indica que, de forma global, alcanza el buen estado químico (Tabla 176), situación en la que se encuentra desde 2012. En la estación L-O10 hay un único dato de 3 obtenidas en esta estación que supera tanto el límite de cuantificación como la norma del NCA-CMA para el plomo. Pero al ser un único dato y teniendo en cuenta la incertidumbre del dato y el bajo nivel de confianza de la información obtenida, no se ha considerado para la evaluación del estado químico.

Tabla 175 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua costera de Getaria-Higer en 2022. LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10	Global	L-RF10
Zinc	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	60	9	<LC	<LC	13,7	<LC	<LC	Muy bueno	<LC
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	33%	0%	0%	Muy bueno	0%
Cobre	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	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%	Muy bueno	0%
Estado Físicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 176 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua costera de Getaria-Higer en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$.

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	0,0008	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	0,00	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	0,00	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	0,00	0,00	Cumple	<LC
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	<LC	<LC	0,0007	0,0016	0,0014	Cumple	0,0005
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	<LC	<LC	0,0009	0,0027	0,0040	Cumple	0,0011
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	<LC	0,0	0,0123	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	<LC	0,0	0,0	0,0340	Cumple	<LC
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	<LC	<LC	0,00	0,0007	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	0,40	1,40	<LC	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	14	0,39	0,60	0,60	3,80	<LC	<LC	Cumple	0,60
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	<LC	<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 2022, 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 supera 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.

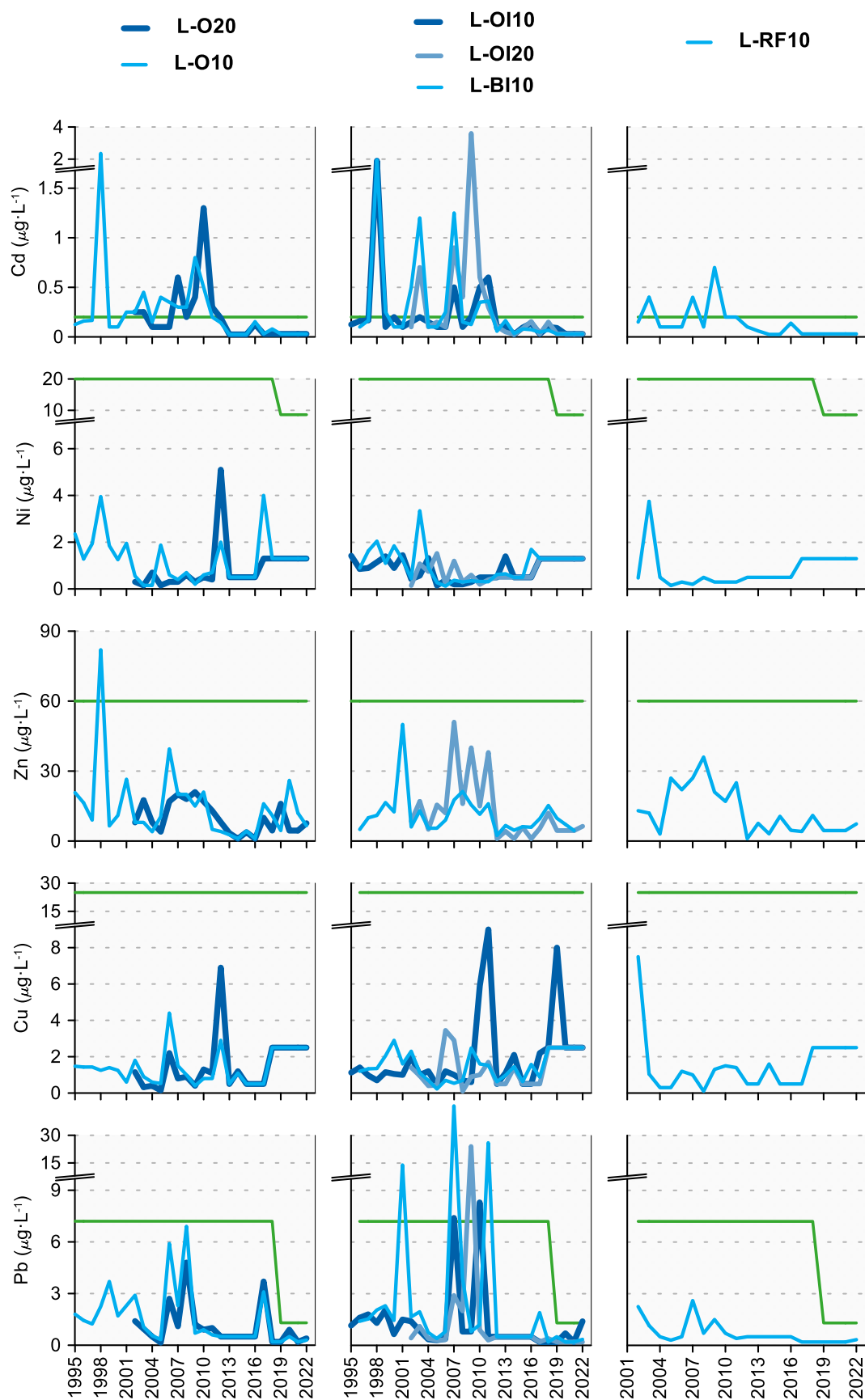


Figura 248 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua costera de Getaria-Higer en el período que abarca desde 1995 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

19.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa de agua y de la estación L-RF10 se muestrearon entre febrero y marzo de 2022. 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 177).

Las estaciones de la masa de agua presentan, en 2022, un sedimento arenoso, mientras que la estación L-RF10 muestra un sedimento limo-arenoso con un 77% de limos (Tabla 177). 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 177 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox, 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 costera Getaria-Higer y en la estación L-RF10, en la campaña de invierno de 2022.

L-O20 (Fecha de muestreo: 21/03/2022)				L-OI20 (Fecha de muestreo: 23/03/2022)			
Gravas (%)	0,1	Cd	0,17	Gravas (%)	0,1	Cd	0,10
Arenas (%)	96,3	Cr	65	Arenas (%)	99,8	Cr	15
Limos (%)	3,6	Cu	18	Limos (%)	0,1	Cu	<10
MO (%)	1,5	Hg	0,05	MO (%)	1,6	Hg	<0,05
Eh (mV)	331	Ni	25	Eh (mV)	398	Ni	7
		Pb	21			Pb	17
		Zn	92			Zn	66
L-O10 (Fecha de muestreo: 21/03/2022)				L-BI10 (Fecha de muestreo: 23/03/2022)			
Gravas (%)	0,9	Cd	0,17	Gravas (%)	0,8	Cd	-
Arenas (%)	94,0	Cr	49	Arenas (%)	99,2	Cr	-
Limos (%)	5,1	Cu	21	Limos (%)	0,1	Cu	-
MO (%)	1,5	Hg	0,07	MO (%)	4,2	Hg	-
Eh (mV)	371	Ni	26	Eh (mV)	406	Ni	-
		Pb	26			Pb	-
		Zn	113			Zn	-
L-OI10 (Fecha de muestreo: 22/02/2022)				L-RF10 (Fecha de muestreo: 24/03/2022)			
Gravas (%)	0,1	Cd	0,34	Gravas (%)	0,0	Cd	0,21
Arenas (%)	89,7	Cr	33	Arenas (%)	23,0	Cr	39
Limos (%)	10,2	Cu	16	Limos (%)	77,0	Cu	18
MO (%)	0,8	Hg	0,11	MO (%)	6,4	Hg	0,8
Eh (mV)	375	Ni	17	Eh (mV)	108	Ni	19
		Pb	26			Pb	71
		Zn	106			Zn	128

En lo que se refiere a la variación temporal, en la masa de agua se observa, en general, una disminución en el contenido en materia orgánica desde los años 2004-2006, excepto en las estaciones L-OI20 y L-BI10 (Figura 249). La estación L-RF10, a excepción de 2021, presenta mayor contenido de materia orgánica que las estaciones de la masa de agua (Figura 249).

En relación con la concentración de metales, en 2022 las concentraciones de Hg y de Pb en la estación L-RF10 continúan superando a las de la masa de agua Getaria-Higer (Tabla 177), 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 2022, la concentración de Zn también es mayor en L-RF10.

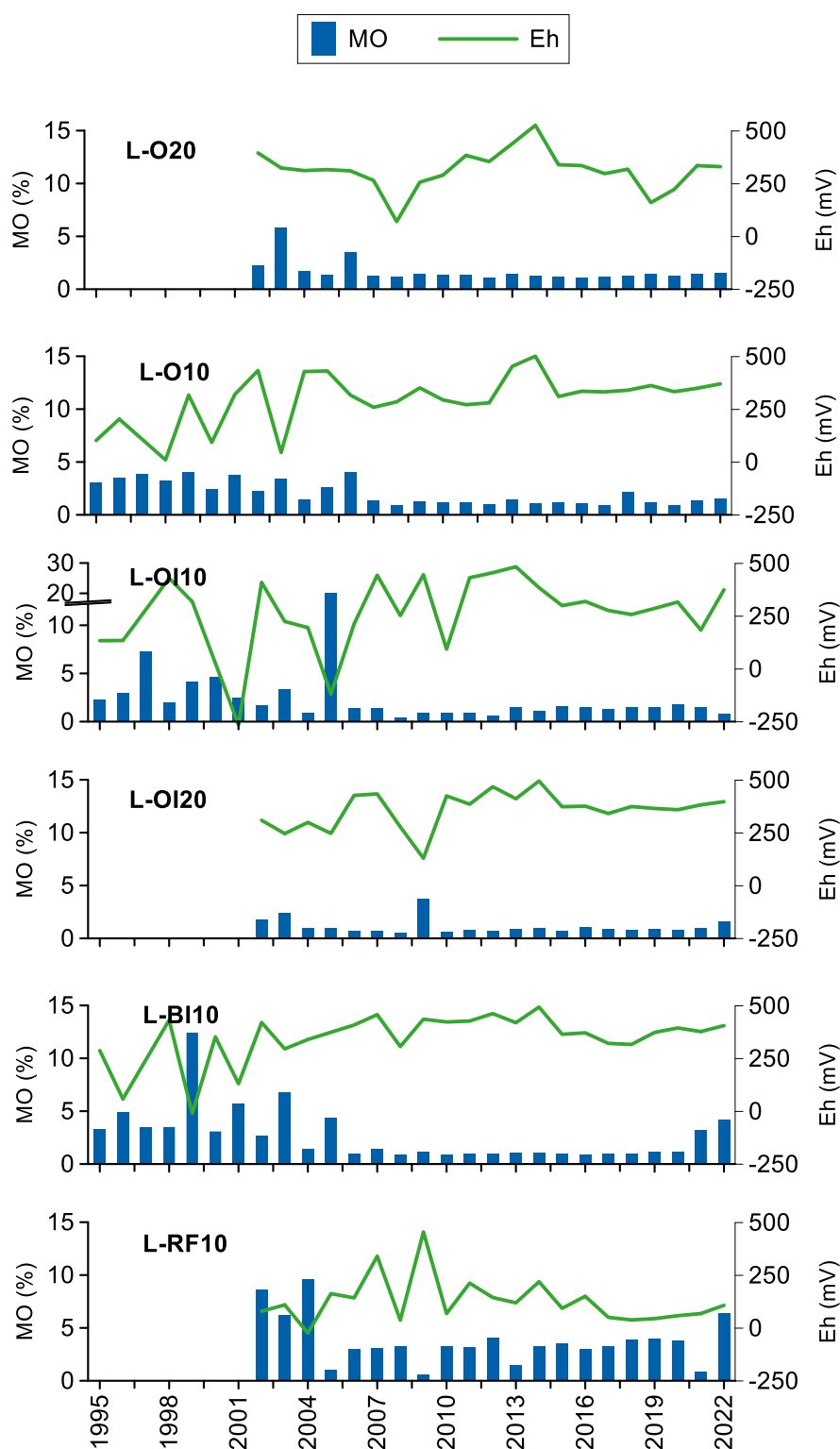


Figura 249 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua costera Getaria-Higer y estación L-RF10 (muestréos de invierno).

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 la Figura 250, 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 Atallerreka). 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. En la estación L-OI20 y L-RF10 se observa un descenso significativo en las concentraciones de Ni y en la estación L-OI20 también de Zn.

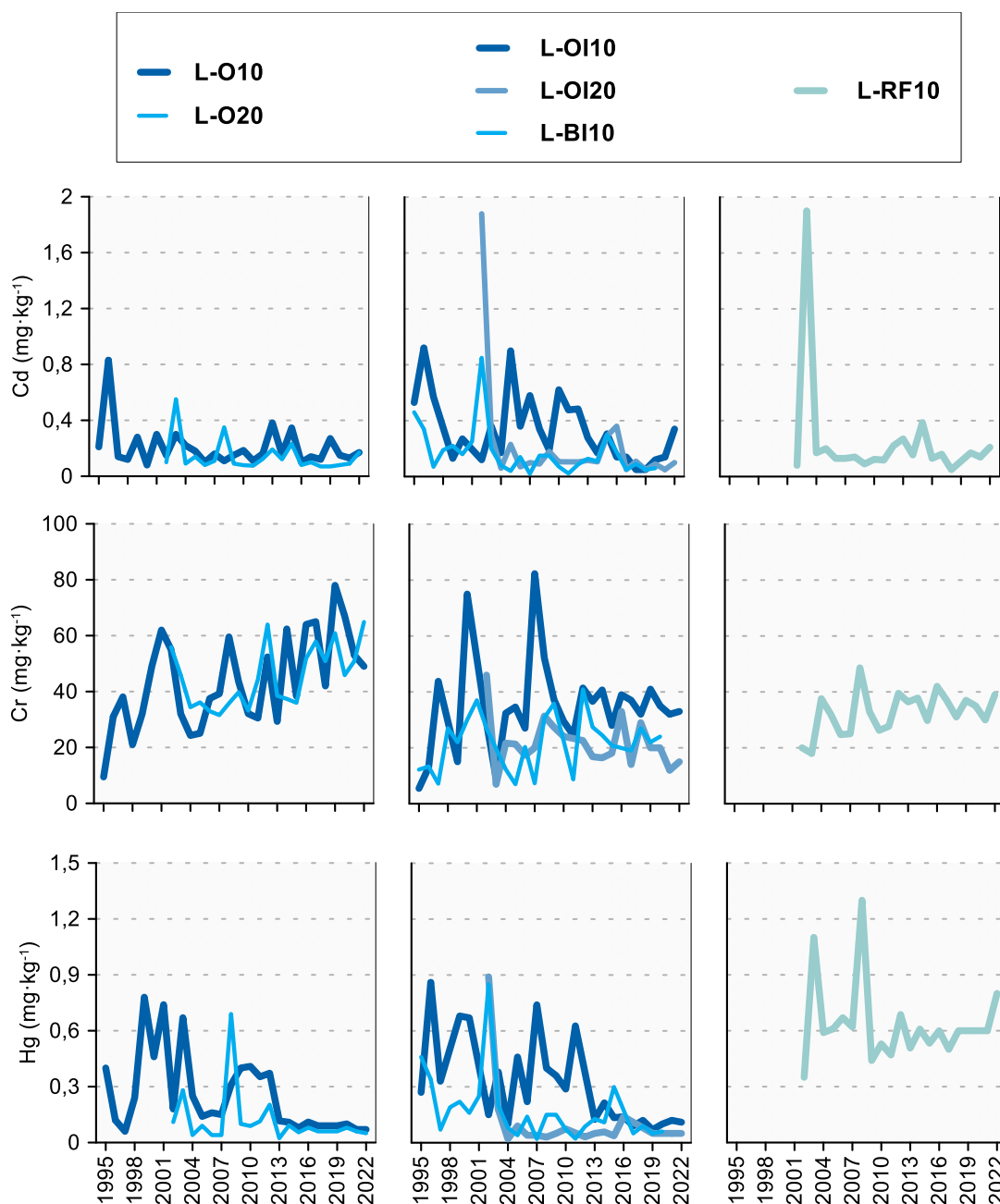


Figura 250 Evolución temporal de la concentración de Cd, Cr y Hg ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Getaria-Higer y estación L-RF10 (muestreos de invierno).

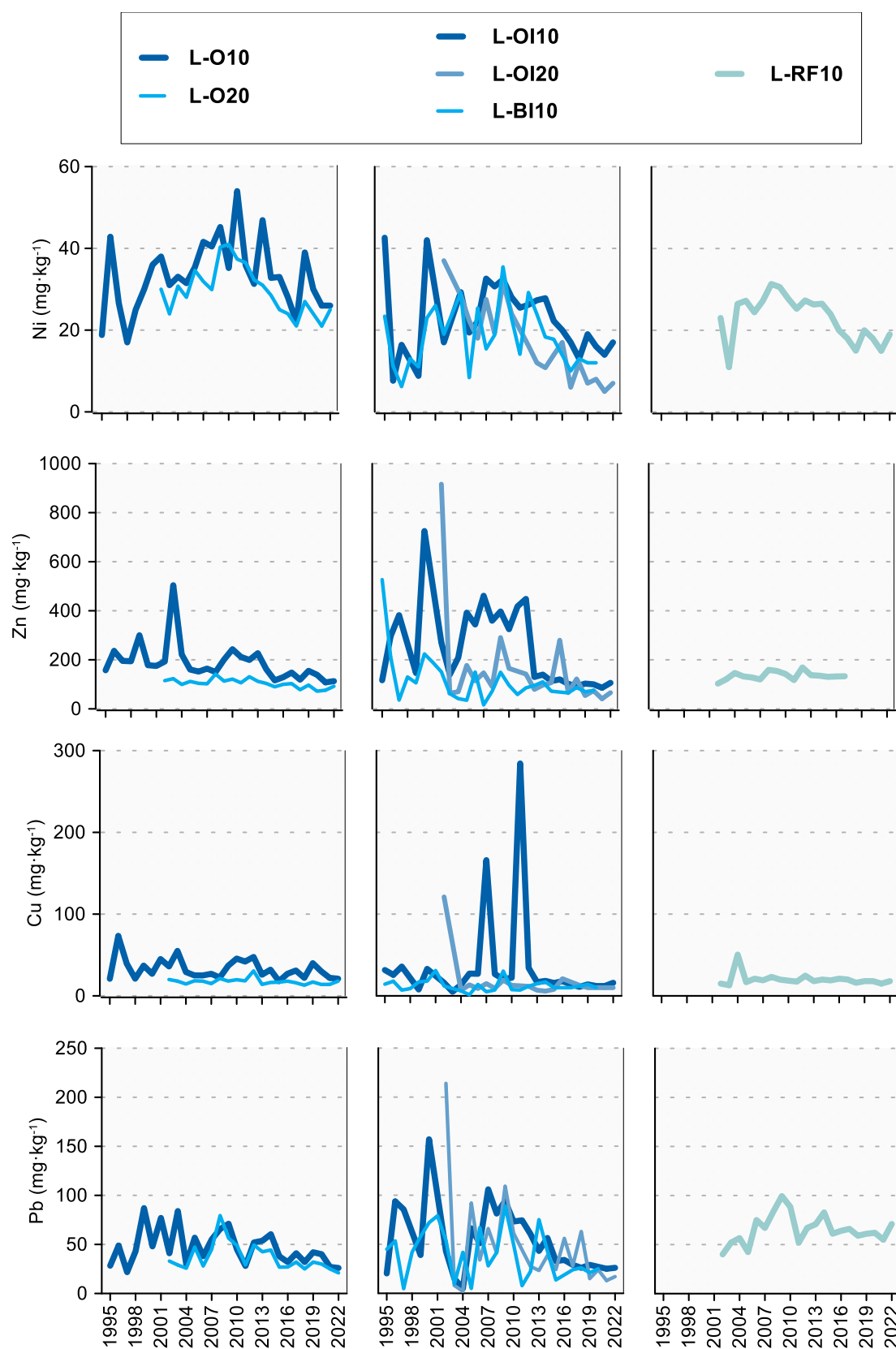


Figura 251 Evolución temporal de la concentración de Ni, Zn, Cu y Pb (mg·kg⁻¹) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Getaria-Higer y estación L-RF10 (muestreos de invierno).

19.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

19.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a superficial** durante las campañas trimestrales de 2022 osciló en un rango desde 0,10 hasta 1,45 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. El máximo se midió el 9 de mayo en L-OI20, exceptuando ese pico moderado, no se percibieron patrones de variabilidad temporal. El contenido medio de agua dulce indicado por la salinidad en las aguas de superficie fue desde 1 % (otoño), hasta 5 % (primavera).

En la estación de referencia (L-RF10) la concentración de clorofila en superficie también mostró poca variabilidad temporal, entre unos 0,5 y 0,9 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. Esta estación presentó un contenido de agua dulce bastante similar al de la masa costera, su máximo también se observó en mayo (9%) e indicó una influencia importante de los aportes de aguas continentales sobre esta zona de la plataforma.

En el nivel de fondo de las estaciones costeras se encontraron concentraciones de clorofila relativamente altas durante la campaña de verano ($\sim 3 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). Este muestreo se realizó a primeros de agosto con una termoclina marcada, lo que habría propiciado los picos subsuperficiales (p.ej., Broullon et al., 2020). Por el contrario, en las aguas de fondo de L-RF10 la concentración de clorofila fue muy baja, como cabe esperar por su profundidad (unos 100 m) y la consiguiente limitación por luz. No obstante, la estación de referencia mostró también picos cercanos a 2 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ a unos 40 m de profundidad, cerca del límite de la capa fótica.

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).

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.

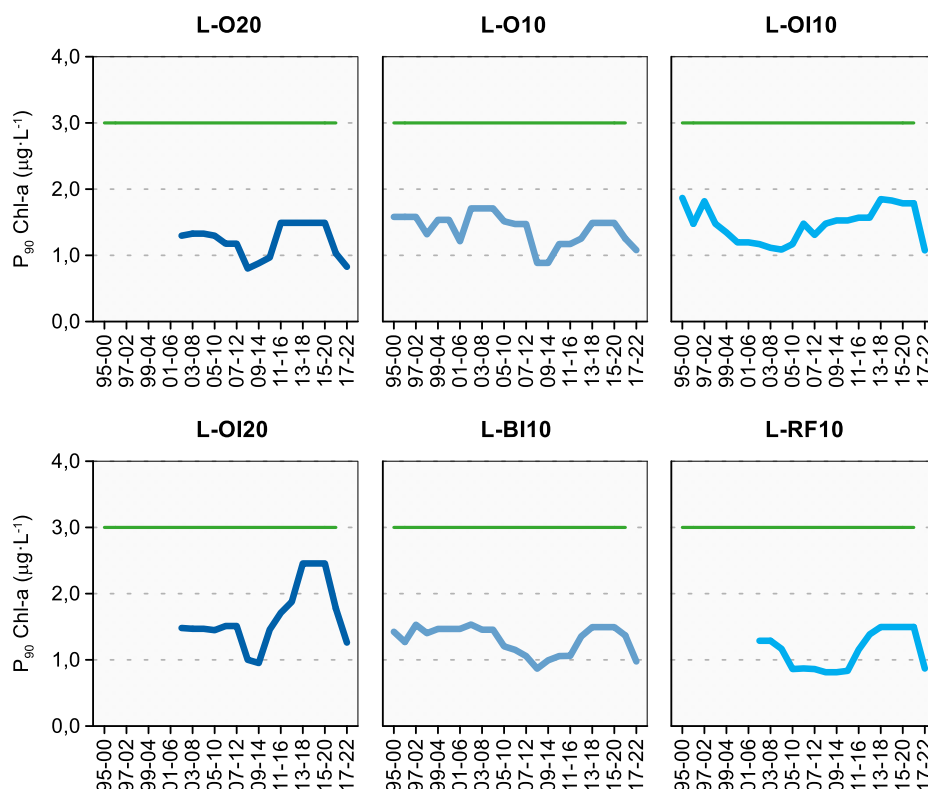


Figura 252 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer (ordenadas de Oeste a Este) y en la estación en mar abierto utilizada como referencia (L-RF10). Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado para periodos de seis años con datos obtenidos “in situ” en superficie, en cuatro épocas del año. Línea verde: objetivo de calidad para aguas costeras Tipo 12.

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 píxeles. La serie comienza en el periodo 2003-2008, ya que es el primero con seis años completos de datos. Hasta el periodo 2011-2016 se aprecia una tendencia de descenso y, después, un leve repunte. 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 bastante más estable y menor que el de la masa costera, aunque a partir del periodo 2011-2016 también presenta una tendencia de aumento.

Por tanto, con los datos de satélite, es en los últimos años cuando más se acortan las diferencias entre el P_{90} global de la masa de agua y el de la estación de referencia, y cuando ambos evolucionan de manera más similar (Figura 253). Esto parece indicar que ahora los vertidos locales no influyen de manera relevante sobre la clorofila del conjunto de la masa de agua costera, sino que habría otros factores de control (posiblemente océano-meteorológicos) actuando a mayor escala espacial.

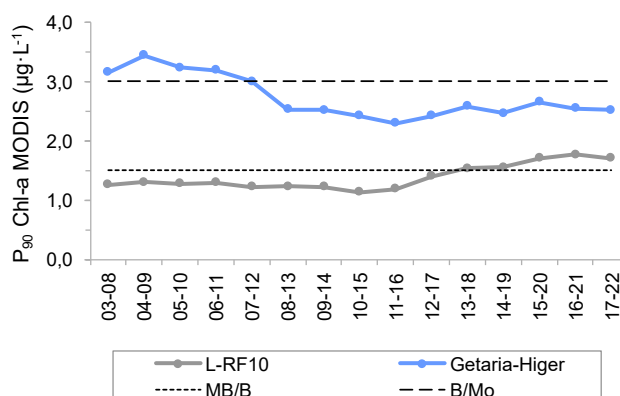


Figura 253 Percentil 90 de clorofila-a ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en la masa de agua y en la estación de referencia. Se muestran los límites de clase entre los estados Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en la Tabla 178 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 178 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie de la estación costera situada frente al estuario del Oiartzun.

	L-OI10 28/01/2022	L-OI10 09/05/2022	L-OI10 04/08/2022	L-OI10 03/11/2022
Abundancia ($10^3\text{ cél}\cdot\text{L}^{-1}$)	101	2126	831	233
Diversidad ($\text{bit}\cdot\text{cel}^{-1}$)	3,1	2,6	2,5	3,6
Riqueza (# taxa)	30	62	56	47

En las campañas de 2022 la densidad celular de las aguas de superficie osciló entre valores del orden de 105 y de 106 células·L⁻¹. El máximo se registró en primavera, algo no muy frecuente en esta estación, donde ha solido observarse en verano. En la campaña de mayo se debió principalmente a una floración de la diatomea *Chaetoceros salsugineus* (969·103 células·L⁻¹), con aportaciones complementarias de otras diatomeas, dinoflagelados, criptofitas, haptofitas y pequeñas formas sin identificar.

En agosto también se superó el umbral de bloom, en este caso por pequeñas formas no identificadas (467·103 células·L⁻¹).

La abundancia y composición florística presentó bastante similitud con la de la estación offshore L-RF10, que se muestreó el mismo día o con un día de diferencia. La muestra de primavera también se asemejó algo en su composición a la tomada tres días antes en la zona inferior del estuario del Oiartzun (E-OI20). Sin embargo, en la campaña de verano la muestra de la estación litoral fue muy diferente a la del estuario, dado que en éste se registraron varias floraciones de diatomeas (el 17 de agosto).

En cuanto al **estado asociado al indicador fitoplancton**, en la Tabla 179 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 = 0,969)**. La estación de referencia también presenta muy buen estado, al igual que cada una de las estaciones de la masa de agua.

Tabla 179 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 ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	Chl-a
2017-2022	L-O20	0,83	1,205
	L-O10	1,08	0,926
	L-OI10	1,08	0,926
	L-OI20	1,26	0,794
	L-BI10	0,98	1,020
	Costera Getaria-Higer	1,0319*	0,969
	L-RF10	0,87	1,149

La evolución a largo plazo del estado del fitoplancton se muestra en la Figura 254. La primera evaluación de la masa de agua completa se puede realizar en 2007 (periodo 2002-2007), cuando ya hay datos de clorofila en todas las estaciones de muestreo. En las primeras evaluaciones se observa una tendencia de aumento del EQR, a la cual siguió un descenso acusado que le hizo situarse en algunos periodos en la categoría de buen estado. Sin embargo, en los últimos tres periodos ha vuelto a aumentar de manera muy pronunciada.

La estación de referencia presenta un patrón con el tiempo bastante similar al de la masa costera, especialmente desde mediados de la década de 2010. 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.

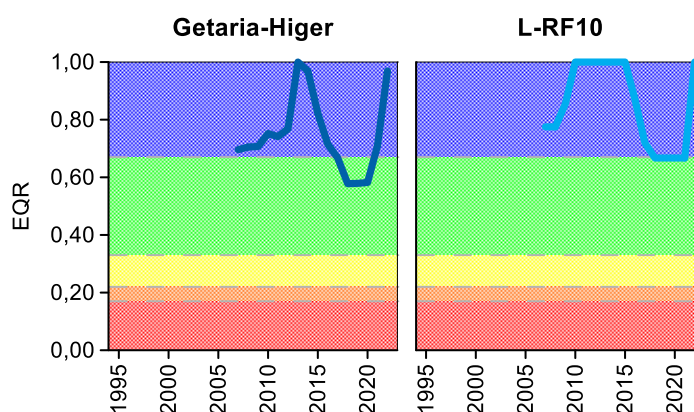


Figura 254 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua costera Getaria-Higer y para la estación de referencia a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores 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) de la masa de agua costera Getaria-Higer, en la campaña de 2022 se analizaron dos transectos próximos a la desembocadura del Urumea y otros dos transectos próximos a la desembocadura del Bidasoa (Figura 243), y se combinaron con los datos de la campaña de 2021 (correspondientes a dos transectos próximos a la desembocadura del Oria), abarcando así la totalidad de la masa de agua.

El transecto M-LUR3 (sustituye al transecto M-LUR1, con acceso bloqueado por un desprendimiento)

se sitúa en Donostia, al pie de uno de los diques rompeolas en la cala Tximistarri, y discurre a través de una laja con una pendiente de 24° en orientación de 80° N. En la franja infralitoral del transecto, la comunidad se encuentra dominada por las algas calcáreas *L. incrustans* (75-85% de cobertura) y *E. elongata* (60-75%). El resto de las especies presentes no superan el 5-10% de cobertura.

En un primer tramo de la zona mediolitoral inferior, que ocupa una pequeña área casi horizontal del tramo final de la laja, sigue dominando la facies *Lithophyllum incrustans-Ellisolandia elongata*, con 90% y 75-80% de cobertura, respectivamente, de las dos especies que dan nombre a la facies. También son reseñables las coberturas de las poblaciones de las algas *P. complanata* y *Xiphosiphonia pennata*, con 10-15% de cobertura. Más arriba se reducen las poblaciones de *L. incrustans* (70-80%) y se incrementan las de las algas ceramiales (10%) y las poblaciones de lapas (25-50 ind·m⁻² de *P. ulyssiponensis* y 15-25 ind·m⁻² de *P. intermedia*)

En la zona mediolitoral media la cobertura de *E. elongata* se reduce respecto a la zona anterior (65-75%), estando epifitada por *C. ustulatus* (15%). En cambio, aumentan las poblaciones de las lapas *P. ulyssiponensis* (50-75 ind·m⁻²) y *P. intermedia* (20-40 ind·m⁻²). Al aumentar la altura, desaparece el horizonte de *Lithophyllum incrustans-Ellisolandia elongata*, destacando la presencia de *R. verrucosa* (10-20%), así como de cirrípedos *Chthamalus* (10.000 ind·m⁻²) y lapas *P. intermedia* (25-50 ind·m⁻²), *Patella vulgata* (25-50 ind·m⁻²), *P. ulyssiponensis* (15-25 ind·m⁻²) y *P. rustica* (10-25 ind·m⁻²).

En la zona mediolitoral superior se desarrolla una facies *Chthamalus* spp.-*Patella* spp., siendo la cobertura de *Chthamalus* sp. inferior a la de la zona anterior (1.000-2.500 ind·m⁻²). Se han identificado poblaciones de *P. rustica* (20-40 ind·m⁻²), *P. vulgata* (20-40 ind·m⁻²) y *P. intermedia* (15-25 ind·m⁻²).

La franja supralitoral está dominada por especies animales sobre las vegetales. Destacan las poblaciones de las lapas, en especial de *P. rustica* (75-100 ind·m⁻²). Además, comienzan a aparecer manchas del líquen negro incrustante *V. maura*.

A pesar de que la riqueza específica de las poblaciones de algas características es moderada, su cobertura es alta y la fracción de especies oportunistas es baja (Tabla 180). Esto permite que la calificación de la zona M-LUR3, a partir del índice CFR, sea Muy Buena. En cambio, el índice RICQI se encuentra penalizado por la similitud respecto a una comunidad de referencia para la zona no especialmente alta, porque no se encuentran algas de la especie *C. baccata*, y porque la cobertura de algas morfológicamente complejas es relativamente baja. Con todo esto, si se aplicara el índice RICQI, la calificación de la zona sería de Estado Bueno.

Tabla 180 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 (%)	83,4	67,8	93,6	91,6	68,5	70,3
R (nº de taxones)	7	4	4	7	4	6
F (%)	9,7	23,4	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		0,910	
CFR _{global}	0,876					

El transecto M-LUR2 se sitúa en la margen izquierda de la playa de Gros, en la ensenada de la Zurriola, y discurre longitudinalmente a lo largo de una serie de lajas del *flysch* costero. En la franja infralitoral del transecto, situada en una pared subvertical al final de una gran laja, se observan densos recubrimientos de algas. Las especies más características son *G. corneum* y *G. spinosum*, aunque no supera el 10-15% de cobertura en la presente campaña de 2022 (20-30% en 2013, 15-20% en 2016 y 5-10% en 2019). Mayores coberturas presentan las calcáreas *E. elongata* (55-65%) y *L. incrustans* (50-60%). También presenta coberturas reseñables *P. complanata* (10-15%).

En la zona mediolitoral inferior desaparece *G. corneum*, y se incrementa la cobertura de *L. incrustans* (70-80%) que, junto con *E. elongata* (60-70%), llega a definir un horizonte. También en este nivel alcanza coberturas importantes *P. complanata* (15-20%). En la zona de transición hacia la zona mediolitoral media, destacan también las poblaciones del erizo *Paracentrotus lividus*, que alcanzan densidades de 25-50 ind·m⁻² en las pequeñas concavidades de la laja.

En la zona mediolitoral media disminuye la cobertura de *L. incrustans* (55-65%) y de *E. elongata* (50-60%), con *C. ustulatus* como principal acompañante (15-20%), aunque sigue siendo identificable la comunidad de *Lithophyllum incrustans-Ellisolandia elongata*. Por otro lado, aumenta la presencia de fauna, destacando las lapas *P. ulyssiponensis* (20-40 ind·m⁻²). A medida que se gana altura, el cinturón de *Lithophyllum incrustans-Ellisolandia elongata* se hace menos denso (10-20% de cobertura), manteniéndose la cobertura de *C. ustulatus*, y la densidad de las lapas se incrementa (25-50 ind·m⁻² de *P. ulyssiponensis* y de *P. intermedia*, y 15-25 ind·m⁻² de *P. vulgata*). Además, la superficie rocosa no cubierta por el cinturón de *Lithophyllum incrustans-Ellisolandia elongata* se encuentra tapizada por *Chthamalus* sp. (5.000-7.500 ind·m⁻²) y por manchas de la feofícea incrustante *R. verrucosa* (15-20%).

En el mediolitoral superior las coberturas biológicas disminuyen de forma notable, destacando los cirrípedos *Chthamalus* sp. (2.500-5.000 ind·m⁻²), y las lapas *P. intermedia* y *P. vulgata* (20-40 ind·m⁻² de cada una), y *P. rustica* (15-30 ind·m⁻²).

En las zonas más secas y soleadas de la franja supralitoral destaca la cobertura de *Chthamalus* sp. (1.500-3.000 ind·m⁻²). En las grietas y pozas hay matas de algas (*C. ustulatus*, *Ulva rigida*, *R. verrucosa*, *Lithophyllum byssoides*, *E. elongata*, *H. rubra*, etc.). En este punto cabe destacar la importante reducción de las coberturas de lapas en la zona, en comparación con la pasada campaña de 2019.

La zona supralitoral tampoco presenta coberturas biológicas importantes. En el tramo bajo destaca una pequeña cobertura del alga verde *Blidingia mínima* (ausente en 2019). Destacan las poblaciones de los cirrípedos del género *Chthamalus* (100-500 ind·m⁻²). Como en la zona anterior, prácticamente desaparecen las lapas. En el tramo más alto de la zona destacan las manchas del liquen *V. maura*.

Tanto la cobertura de las poblaciones de macroalgas características, como su riqueza, son altos en el transecto M-LUR2. 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 180). La composición de la comunidad no presenta un grado de similaridad especialmente alto respecto a una comunidad de referencia, lo que unido a la ausencia de algas de la especie *C. baccata* y a una cobertura moderada de algas morfológicamente complejas, impide que la calificación según RICQI pase de Buen Estado.

El transecto M-LBI1 se sitúa al oeste de la punta del cabo Higer, frente a la EDAR de Atallerreka, y discurre a lo largo de una serie de lajas del *flysch* costero. Como en campañas previas, en la franja infralitoral del transecto se observan abundantes recubrimientos del alga calcárea *L. incrustans* (50% de cobertura), sobre la que se asienta un denso y tupido tapiz de *E. elongata* (55-65%). Entre las matas de *E. elongata*, destacan las matas con irisaciones verdeazuladas de *Chondria coerulescens* (15-20%). Respecto a la fauna, en las fisuras y grietas de las lajas del tramo inferior, se encuentran ejemplares

del erizo *P. lividus* (10 ind·m⁻²).

Cualitativamente, la zona mediolitoral inferior es similar a la anterior, dominando la asociación entre *L. incrustans* (70-80%) y *E. elongata* (50-60%). Como principal acompañante, destaca la rodofita *C. ustulatus* (10-15%). Sin embargo, se observan grandes calvas en el sustrato, producto, a pesar de su menor densidad respecto a la pasada campaña de 2019, del ramoneo de las numerosas lapas presentes en la zona, caso de *P. ulyssiponensis* (20-40 ind·m⁻²).

La zona mediolitoral media queda caracterizada por el comienzo del cinturón de *Chthamalus* sp., que, como en las pasadas campañas, cubre amplias superficies del sustrato, alcanzando grandes densidades (10.000-30.000 ind·m⁻²). También se encuentran densidades reseñables de las lapas *P. intermedia* (50-75 ind·m⁻²) y *P. ulyssiponensis* (20-40 ind·m⁻²), y del antozoo *Actinia equina* (10-20 ind·m⁻²). En cuanto a las algas, *L. incrustans* sigue estando entre las dominantes (60% de cobertura), seguida por *R. verrucosa* (15-20%) y por *C. ustulatus* (10-15%).

Entre el mediolitoral superior y la franja supralitoral, la dominancia de *Chthamalus* sp. se hace evidente (hasta 50.000 ind·m⁻²). Le acompañan, entre otras, la anémona *A. equina* (20-40 ind·m⁻²), y las lapas *P. intermedia* (60-75 ind·m⁻²) y *P. vulgata* (50-60 ind·m⁻²). También se observan grandes coberturas del alga roja *C. ustulatus* y del alga parda *R. verrucosa* (20-30% de cobertura en ambos casos).

En el tramo más bajo de la zona supralitoral aparecen numerosas pozas y oquedades que retienen una película de agua de forma permanente, lo cual permite la presencia de numerosas especies de algas, aunque ninguna alcanza coberturas reseñables. De la fauna presente, destacan el cirrípedo *Chthamalus* sp. (2.500-5.000 ind·m⁻²) y las lapas *P. rustica* (25-50 ind·m⁻²). A medida que se gana altura, aparecen abundantes manchas del liquen *L. pygmaea* (15-15%). Más arriba, las coberturas biológicas disminuyen. Siguen encontrándose algunas algas en las pozas, pero son cuantitativamente más importantes: *Chthamalus* sp. (25-50 ind·m⁻²) y las lapas *P. rustica* (10-20 ind·m⁻²). Por último, el tramo más alto de la zona queda definido por un difuso horizonte del liquen *V. maura*.

A pesar de que la cobertura y riqueza de las poblaciones de macroalgas características son moderadas, el transecto M-LBI1 se encuentra en una zona fuertemente expuesta. Además, unido a que la fracción de especies oportunistas es baja, hace que la clasificación de la zona por CFR sea Muy Buena (Tabla 180). Probablemente, el grado de exposición penaliza la calificación de la zona cuando se utiliza el índice RICQI, debido a que dificulta que las algas morfológicamente complejas alcancen coberturas importantes. A esto se suma la ausencia de algas de la especie *C. baccata* y, además, la composición de la comunidad presente no presenta un grado de similaridad especialmente alto respecto a una comunidad de referencia. Con todo esto, la calificación de la zona, según RICQI, sería de Buen Estado.

El transecto M-LBI2 se localiza en la cara este del cabo Higer, en la cala Manarranas, y atraviesa una serie de estratos del *flysch* costero parcialmente erosionados. En la franja infralitoral del transecto, destaca la sustitución del horizonte de *G. corneum* que se identificó en la campaña de 2016, por uno formado por la asociación entre *G. spinosum* (25-30%) y *Pterocladia capillacea* (20-25% de cobertura). También presentan coberturas reseñables *E. elongata* (15-25%), *M. lichenoides* y *A. ciliolatum* (10-15% cada una), y *L. incrustans* (10%).

En la transición entre la franja infralitoral y la zona mediolitoral inferior, destacan las coberturas de *E. elongata* (50-60%) y *L. incrustans* (25-35%), y de las rodofitas *Hypnea musciformis* (15%) y *P. capillacea* (10-15%). Ya en el mediolitoral inferior, se incrementan las coberturas de *E. elongata* (60-70%) y de *L. incrustans* (50-60%), aunque se reducen las de *H. musciformis* (10%).

La zona mediolitoral media es muy heterogénea. La especie más representativa es el alga *E. elongata*, con coberturas del 90-95%. Bajo ella se encuentran amplias coberturas de *L. incrustans* (60-70%). En el tramo hay algunas cubetas, con una composición ligeramente diferente en cuanto a coberturas: 40-65% de *E. elongata* y 30-65% de *L. incrustans*. También hay coberturas destacables del alga rodofícea *Centroceras gasparrinii* (10-25%), y en alguna de *P. capillacea* (10-20%). En las crestas de las lajas, destacan las coberturas de *Ulva clathrata* (5-40%), *G. pusillum* (20-30%), *E. elongata* (15-25%) y *C. ustulatus* (10-20%). La base de la laja principal del transecto, en esta misma zona, queda representada por un horizonte de *E. elongata* (70-80%) y *L. incrustans* (10-15% de cobertura), con coberturas importantes de *C. ustulatus*, *U. clathrata* y *Laurencia obtusa* (10-15%). En los tramos más o menos horizontales de la zona, destacan los recubrimientos de *E. elongata* (80-90%) y de *L. incrustans* (55-70%), junto con *C. ustulatus* (20-30%) y *U. clathrata* (10-35%). Cabe resaltar el importante incremento, respecto a la campaña de 2019, de las coberturas de la clorofícea *U. clathrata*. También ganan protagonismo en este tramo las especies animales, destacando *Chthamalus montagui* (10.000-50.000 ind·m⁻²), y un tapiz de algas formado por *U. clathrata* (30-40%), *C. ustulatus* (20-30%) y *E. elongata* (10-15%). También destacan *P. intermedia* (25-50 ind·m⁻²) y *P. ulyssiponensis* (10-25 ind·m⁻²).

En la transición entre la zona mediolitoral media y la superior, las coberturas algales se reducen de forma notable. Las algas más representativas son *L. incrustans* y *R. verrucosa* (10-15%). *Chthamalus* sp. delimita un compacto horizonte en las superficies más expuestas (>10.000 ind·m⁻²), con numerosos ejemplares de la lapa *P. intermedia* (50-75 ind·m⁻²) y del caracol *Gibbula umbilicalis* (15-30 ind·m⁻²). Esta zona está en la parte más alta de una laja próxima al mar, con una composición algo diferente, dominando las poblaciones de *Chthamalus* sp. (30.000-50.000 ind·m⁻²), con presencia importante de las lapas *P. intermedia* (50-75 ind·m⁻²) y *P. ulyssiponensis* (10-20 ind·m⁻²). Sin embargo, las coberturas de las algas *L. incrustans*, *R. verrucosa* y *E. elongata* (20-25%, 10-20% y 10-15%, respectivamente) son mayores que en zonas más alejadas del mar que también se encuentran en el mismo nivel mareal. En las zonas más expuestas, destaca la cobertura del alga roja *Nemalion helmintoides* (10-15%).

En el mediolitoral superior, al contrario que en 2019, en que destacaba la cobertura de *Chthamalus* sp., se desarrolla una facies de *Ulva clathrata*-*Caulacanthus ustulatus* (20-25%), con *E. elongata* (10-20%). Más arriba, hay colonias de *Chthamalus* (1.000-2.500 ind·m⁻²), y lapas *P. intermedia* (25-50 ind·m⁻²).

La franja supralitoral presenta una facies de *Chthamalus* spp (5.000-7.500 ind·m⁻², en los tramos inferiores de la zona)-*Lichina pygmaea* (con recubrimientos del 5-10%).

En el tramo más bajo de la zona supralitoral destaca la cobertura del liquen *V. maura* (20-25%), con un horizonte perfectamente delimitado. Por encima, se extiende un tramo de pared de roca desnuda en la que únicamente se observan manchas dispersas de los líquenes halófitos *Caloplaca marina* y *V. maura*.

La cobertura de las poblaciones de macroalgas características es moderadamente alta, pero su riqueza y la fracción de especies oportunistas son moderadas. Esto limita la clasificación de la zona M-LBI2 en términos de CFR a Buena (Tabla 180). El mismo resultado se obtiene cuando se aplica el índice RICQI, ya que, a pesar de la presencia de algas de la especie *C. baccata*, se ha encontrado una comunidad con un grado de similaridad no especialmente alto respecto a una comunidad de referencia.

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 180).

19.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La estación L-O20, situada frente a Zarautz, presenta unos valores de densidad y de riqueza específica (Tabla 181) inferiores a los de la pasada campaña de 2021 ($1.287 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ y 53 *taxa*), pero los mayores valores de diversidades (tanto estimada a partir de los datos de densidad como de biomasa) desde que se iniciara el seguimiento (Tabla 181). Las especies dominantes (*Spiophanes convexus*, *Magelona* sp., *Paradoneis armata*, *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 ligeramente alterada (AMBI=1,3) (Tabla 181).

La estación L-O10 (frente a la desembocadura del Oria), también presenta una densidad en 2022 (Tabla 181) inferior a la de la pasada campaña de 2021 ($708 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$), con riqueza específica similar al promedio histórico (39 *taxa*). 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 no alterada (AMBI=1,2).

Tabla 181 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	($\text{ind}\cdot\text{m}^{-2}$)	630	520	1.863	130	193	1.127
Biomasa	($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)	0,991	0,891	5,288	0,243	27,031	2,581
Riqueza	(# <i>taxa</i>)	48	41	59	17	21	50
Diversidad densidad	($\text{bit}\cdot\text{ind}^{-1}$)	4,77	4,16	4,34	3,60	3,31	3,36
Equitabilidad densidad		0,85	0,78	0,74	0,88	0,75	0,59
Diversidad biomasa	($\text{bit}\cdot\text{g}^{-1}$)	4,34	2,58	2,69	2,73	0,14	3,97
Equitabilidad biomasa		0,78	0,48	0,46	0,67	0,03	0,70
Diversidad máxima	(bit)	5,58	5,36	5,88	4,09	4,39	5,64
AMBI		1,324	1,181	1,399	1,379	1,001	0,872
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Nula
M-AMBI _{estación}		1,000	0,993	1,000	0,824	0,862	0,681
M-AMBI _{global}		0,942					

La estación L-OI10 (frente a la desembocadura del Oiartzun) tiene gran heterogeneidad temporal. En 2022, se estiman valores de densidad, de riqueza y de diversidad estimada a partir de las densidades (Tabla 181) por encima de los promedios del seguimiento para la estación ($1.558 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$, 38 *taxa* y $3.5047 \text{ bit}\cdot\text{ind}^{-1}$). De hecho, la riqueza estimada es la máxima de todas las estaciones del circalitoral en la presente campaña. 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 a la alteración (GE III), lo que explica que la estación quede calificada como ligeramente alterada (AMBI=1,6).

La estación L-OI20 (frente a la cala Asabaratz) presenta valores de densidad y de riqueza específica de entre los menores de las estaciones litorales (Tabla 181). 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, lo que da un valor de AMBI de 1,4, correspondiente a alteración ligera.

La estación L-BI10 (frente a la desembocadura del Bidasoa) presenta en 2022 el menor valor de

densidad desde que se iniciara su seguimiento, y una riqueza (Tabla 181) inferior al promedio histórico (26 *taxa*). La diversidad para las densidades (Tabla 181), en cambio, es próxima al promedio de la estación (3,51 bit-ind⁻¹). Por otro lado, la diversidad para la biomasa es la menor entre las registradas en esta campaña (Tabla 181). 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 I, con densidad relativa moderada de especies indiferentes a la alteración (GE II), calificando la estación como no alterada (AMBI=1,0).

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 181) del orden de los promedios históricos (910 ind·m⁻² y 58 *taxa*, respectivamente), aunque un valor de diversidad específica inferior (4,75 bit-ind⁻¹). 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. Como consecuencia, la estación obtiene una calificación de alteración nula (AMBI=0,9).

Los valores de M-AMBI en 2022 califican las estaciones analizadas en Muy Buen estado, a excepción de la estación L-RF10, con Buen estado (Tabla 181). 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 y L-BI10 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.*, 2022), 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.

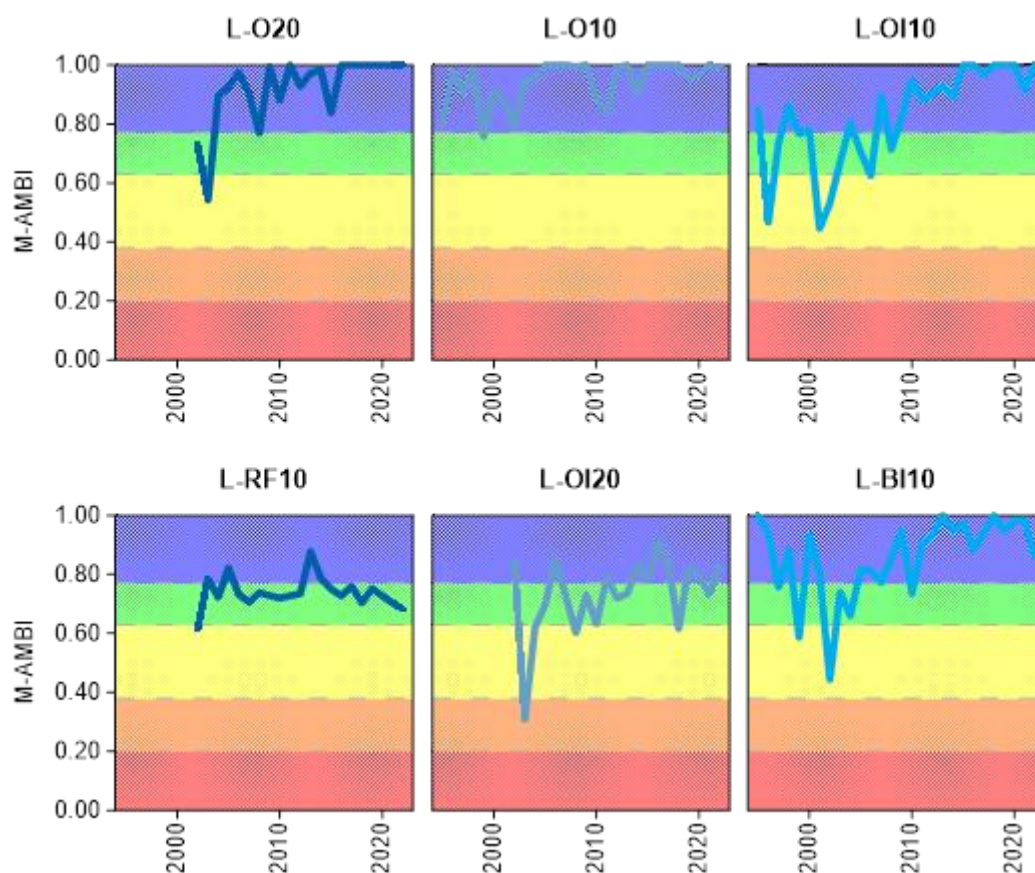


Figura 255 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las cinco estaciones muestreadas en la masa de agua de costera Getaria-Higer, y en la estación L-RF10 (frente al litoral de Jaizkibel, aunque más allá del ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua), a lo 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 2022.

20.

Masa de agua 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.

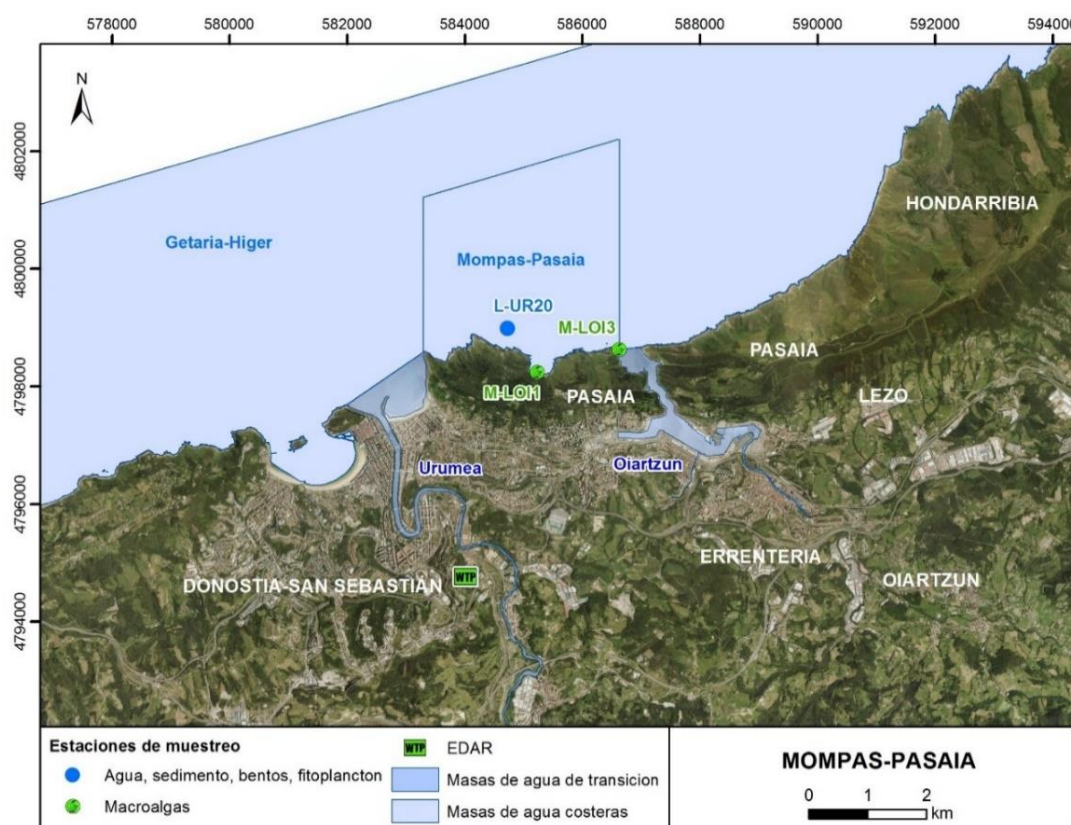


Figura 256 Ubicación de estaciones en la masa de agua costera de Mompas-Pasaia.

La masa de agua costera Mompas-Pasaia se diagnostica en la campaña de 2022 en un estado bueno, puesto que alcanza el buen estado ecológico y el buen estado químico (Tabla 182 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.

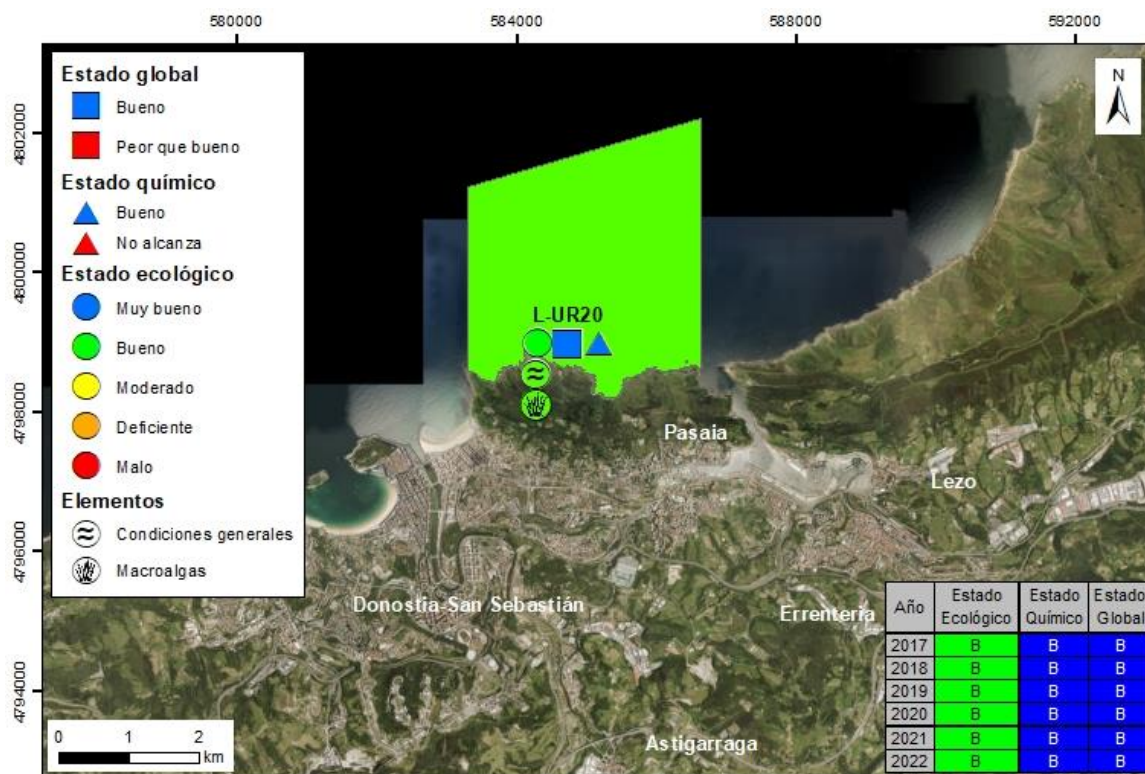


Figura 257 Masa de agua costera de Mompas-Pasaia: Calificación del estado ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2022, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 182 Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua costera Mompas-Pasaia en 2022. 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

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 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales, correspondientes a las cuatro campañas de 2022, 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 183). La masa de agua costera de Mompas-Pasaia se califica en estado Bueno.

Tabla 183 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		102,66	Muy Bueno
			Amonio	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 6,7$	1,6	3,01	Bueno
			Nitrato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 12,9$	1,6	2,17	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\leq 0,65$	0,16	0,23	Muy Bueno

El percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 no muestra una tendencia significativa a lo largo de la serie, estando siempre en muy buen estado (Figura 258).

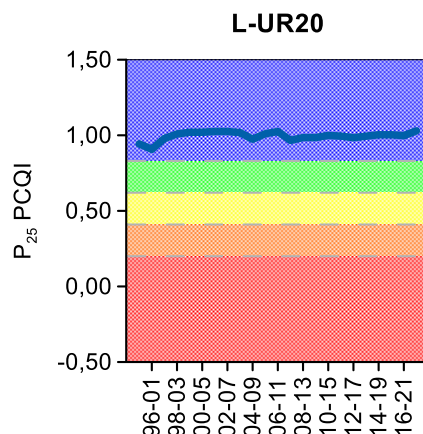


Figura 258 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2022 de la estación de muestreo L-UR20 de la masa de agua costera Mompas-Pasaia. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

En la Figura 259 se muestra la evolución temporal de la concentración media anual del amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en la estación L-UR20, en el periodo de 1995 a 2022.

En los años de estudio, 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. Sin embargo, el fosfato presenta valores mucho más bajos en los últimos años, comparados con los primeros años de la serie, y el oxígeno disuelto parece haber aumentado al comienzo, estabilizándose ahora ligeramente por encima del 100% de saturación.

En general, predominan las situaciones alternantes, con una distribución de tipo “dientes de sierra” (Figura 259). Salvo un valor máximo de fosfato en 1996 y otro valor máximo de amonio en 1998, todas las variables fisicoquímicas cumplen los objetivos de calidad a lo largo de toda la serie histórica disponible (1995-2022). 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 estable la calidad del agua.

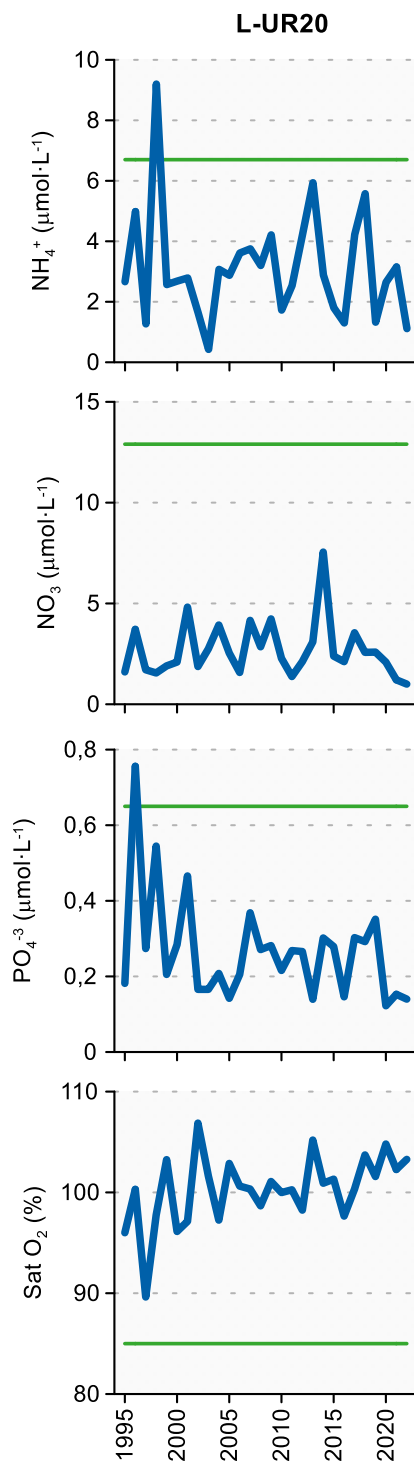


Figura 259 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Mompas-Pasaia en el periodo que abarca desde 1995 a 2022. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

20.2.1.2. Sustancias preferentes y sustancias prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2022 implica que la masa alcanza el muy buen estado en la estación de estudio (Tabla 184). 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 184 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua costera Mompas-Pasaia en 2022.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-UR20	Global
Zinc	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	60	9	9,9	Muy bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	
Cobre	Concentración promedio ($\mu\text{g L}^{-1}$)	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 2022 indica que esta masa de agua alcanza el buen estado químico (Tabla 185). 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 que supera el límite de cuantificación y también la norma del máximo anual en agosto. Además, en el resto de los hidrocarburos (PAHs) en agosto se observan concentraciones altas, mientras que en el resto de las muestras y datos de este punto no se supera el límite de cuantificación. Por ello, se sospecha de contaminación en el muestreo o en el laboratorio, por lo que no se tiene en cuenta en la evaluación.

Tabla 185 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua costera Mompas-Pasaia en 2022, 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 $\mu\text{g L}^{-1}$.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-UR20	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	0,0025	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	0,0007	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	0,0034	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	0,0009	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0032	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0120	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	0,011	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	0,020	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	0,002	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	0,220	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	0,44	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	2,80	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 2022 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. Cadmio y plomo, que tenían algunos incumplimientos al comienzo de la serie, cumplen a partir de 2011-2012, al igual que mercurio (Figura 260).

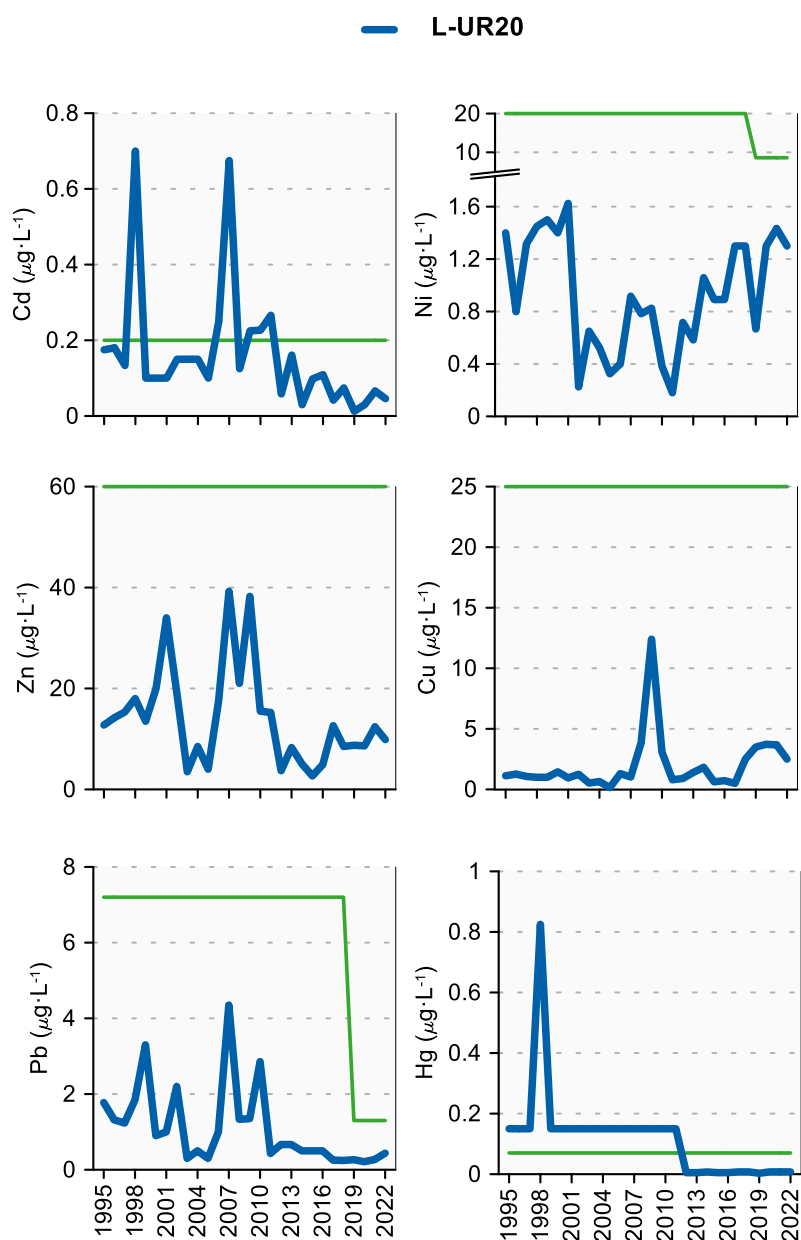


Figura 260 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua costera de Mompas-Pasaia en el periodo que abarca desde 1996 a 2022. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

20.2.2. Sedimentos

El sedimento de esta masa se muestreó en marzo de 2022. Las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años (Tabla 186).

En la campaña de 2022 el sedimento es predominantemente arenoso (Tabla 186). En lo que refiere a la evolución temporal, el potencial redox presenta un incremento discontinuo, acorde con los bajos valores de materia orgánica, habiendo pasado de valores redox negativos de casi -300 mV, al comienzo de la serie, a valores cercanos o superiores a 300 mV en años más recientes (Figura 261).

Tabla 186 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 μm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 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 2022.

L-UR20 (Fecha de muestreo: 22/03/2022)			
Gravas (%)	0,1	Cd	0,12
Arenas (%)	95,9	Cr	50
Limos (%)	4,0	Cu	20
MO (%)	2,0	Hg	0,09
Eh (mV)	348	Ni	22
		Pb	44
		Zn	102

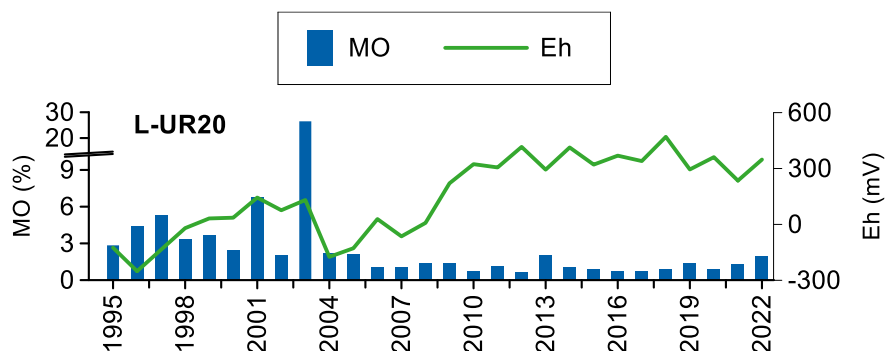


Figura 261 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa costera Mompas-Pasaia (muestreos de invierno).

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.

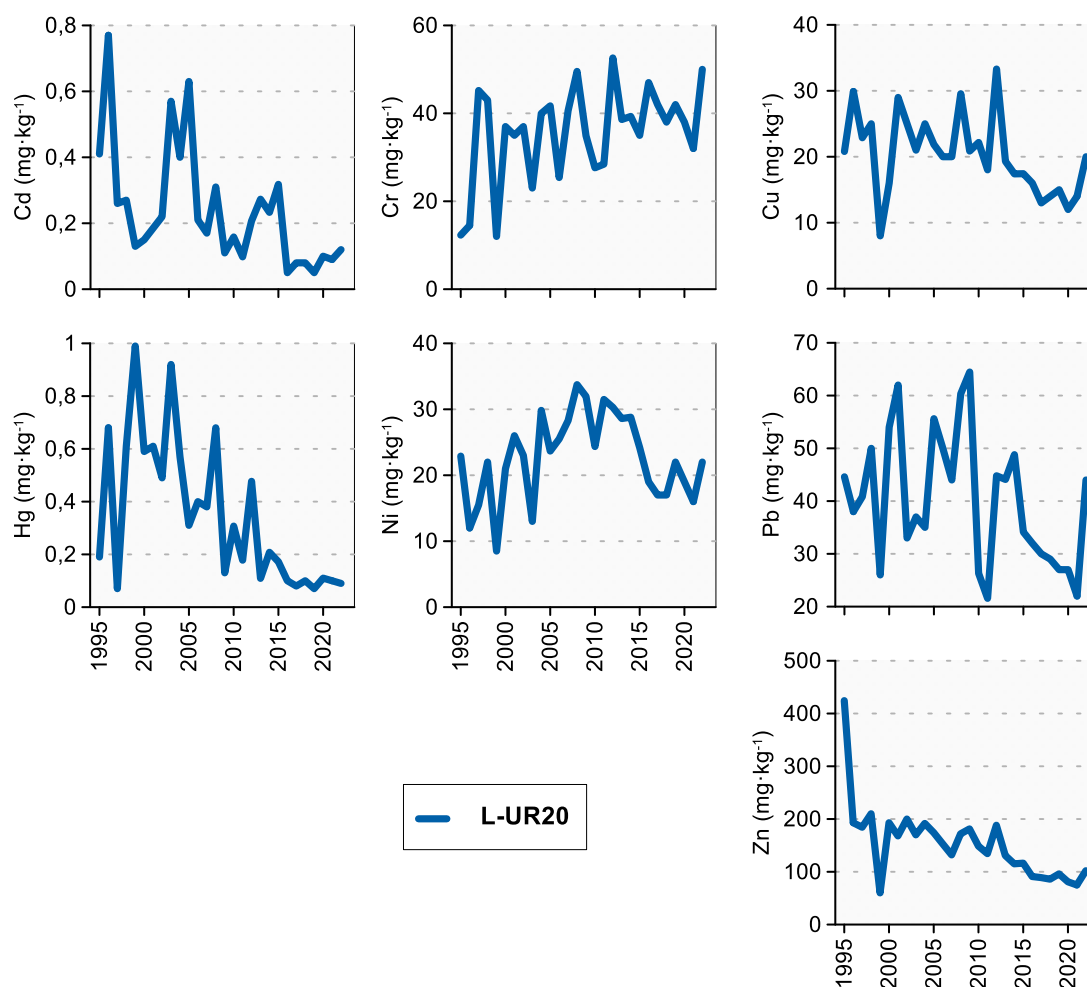


Figura 262 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg⁻¹) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa costera Mompas-Pasaia (muestréos de invierno).

20.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

20.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

En cuanto a la clorofila-a, la estación L-UR20 en las campañas trimestrales de 2022 osciló entre el mínimo de 0,12 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (medido en superficie, en mayo) y el máximo de 1,35 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (medido en fondo, en agosto). La fracción de agua dulce durante las cuatro campañas no fue alta, en promedio 3% en superficie y 1% en fondo. En el muestreo de agosto se observó una fuerte estratificación térmica.

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. En esta estación offshore, situada sobre unos 100 m de profundidad, también se registró un pico subsuperficial en agosto. Pero, al contrario que L-UR20, en invierno mostró valores de clorofila relativamente altos en superficie (0,92 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) y no presentó valores inferiores a 0,50 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ en ninguna de las campañas trimestrales.

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 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) 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).

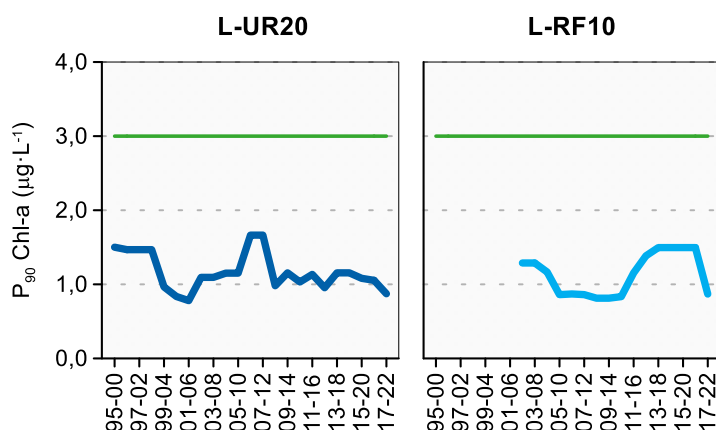


Figura 263 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en la estación de la masa de agua costera Mompas-Pasaia y en la estación offshore utilizada como referencia (L-RF10). Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado para periodos de seis años con datos obtenidos "in situ" en superficie, en cuatro 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, aproximadamente. 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, pero 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 presentan las zonas cercanas a las desembocaduras del Urumea y del Oiartzun.

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).

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 en un rango de $2,6-2,9 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. 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 a partir del periodo 2010-2015 sigue una tendencia de aumento (Figura 265). Este aumento podría deberse a factores océano-meteorológicos, dado que la estación se encuentra alejada de fuentes de vertido. Cabe destacar la gran diferencia en el último periodo respecto al valor obtenido con los datos trimestrales que, por el contrario, desciende bruscamente (Figura 263).

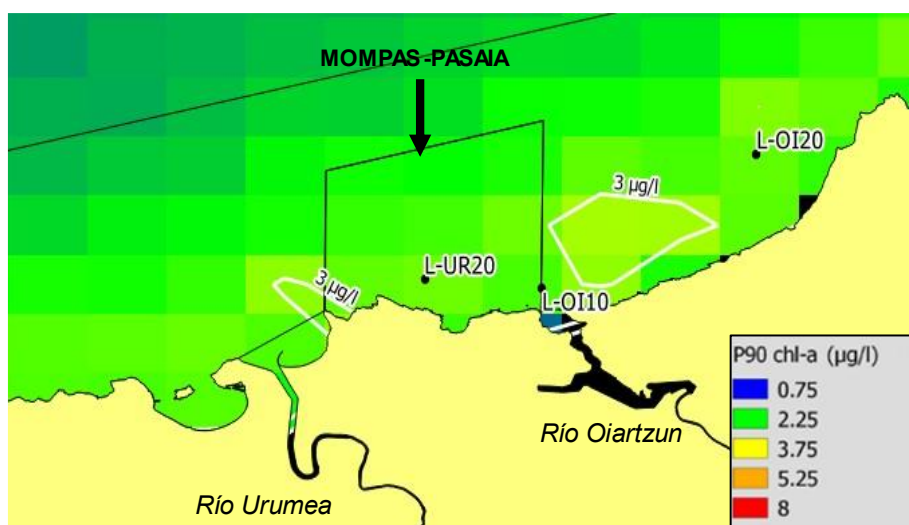


Figura 264 Percentil 90 de clorofila-a calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, entre 2017 y 2022.

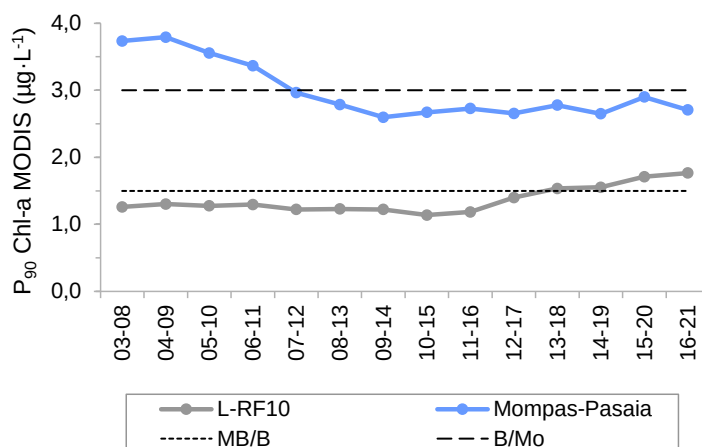


Figura 265 Percentil 90 de clorofila-a ($\mu\text{g L}^{-1}$) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en la masa de agua Mompas-Pasaia y en la estación de referencia (L-RF10). Se muestran los límites de clase entre los estados Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en la Tabla 187 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. Se ha visto conveniente compararlas también con la estación L-OI10, cuyos resultados se muestran en el capítulo sobre Getaria-Higer. Las campañas de primavera y verano se realizaron durante los mismos días en las tres estaciones.

Tabla 187 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 16/02/2022	L-UR20 09/05/2022	L-UR20 04/08/2022	L-UR20 14/11/2022
Abundancia ($10^3 \text{ cél} \cdot \text{L}^{-1}$)	293	863	429	76
Diversidad ($\text{bit} \cdot \text{cél}^{-1}$)	3,6	3,1	2,3	3,8
Riqueza (# taxa)	38	60	55	38
	L-RF10 28/01/2022	L-RF10 09/05/2022	L-RF10 04/08/2022	L-RF10 02/11/2022
Abundancia ($10^3 \text{ cél} \cdot \text{L}^{-1}$)	445	3113	784	195
Diversidad ($\text{bit} \cdot \text{cél}^{-1}$)	3,4	2,5	2,7	3,3
Riqueza (# taxa)	39	58	46	55

La densidad celular fue menor en la estación L-UR20, comparada con la estación de referencia L-RF10 (Tabla 187) y, generalmente, también en comparación con L-OI10. Las mayores diferencias se observaron en la campaña de primavera, cuando todas ellas mostraron los máximos. Así, aunque el 9 de mayo la composición florística fue muy similar entre las tres estaciones, la abundancia de varias diatomeas aumentó entre L-UR20, L-OI10 (litoral del Oiartzun) y L-RF10 (zona de influencia del Adour). El gradiente de aumento más notable lo manifestaron *Chaetoceros salsugineus* y *Leptocylindrus* spp. Las formas más pequeñas (criptofitas, haptofitas y células sin identificar) fueron, además, menos abundantes en L-UR20. Sin embargo, la abundancia de los dinoflagelados fue muy similar entre estas tres zonas. Las mediciones hidrográficas ese día indican un gradiente de aumento en superficie para el agua dulce y la temperatura, que es leve entre L-UR20 y L-OI10, pero más marcado en L-RF10.

En la estación costera L-UR20 no se detectaron floraciones durante 2022, aplicando un umbral de $400 \cdot 10^3$ células $\cdot L^{-1}$ a cada taxón por individual. Durante el máximo observado en primavera en L-UR20 el grupo de los dinoflagelados contribuyó en alta proporción a la abundancia celular (33%), así como a la riqueza (37 taxa). Además, la especie con mayor abundancia en la muestra fue el dinoflagelado *Gyrodinium* cf. *flagellare* ($246 \cdot 10^3$ células $\cdot L^{-1}$). Estos resultados son bastante similares a los obtenidos en mayo de 2021.

En relación con el **estado del fitoplancton** (Tabla 188) en la masa de agua Mompas-Pasaia (estación L-UR20), el indicador de clorofila lo clasifica en el último periodo como **“Muy Bueno”** (EQR = 1,149). La estación de referencia presenta una calificación idéntica.

Tabla 188 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
2017-2027	L-UR20	0,87	1,149
	Costera Mompas-Pasaia		
	L-RF10	0,87	1,149

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, entre ambas estaciones los valores de EQR han llegado a presentar en algunos periodos diferencias notables (no así en el último).

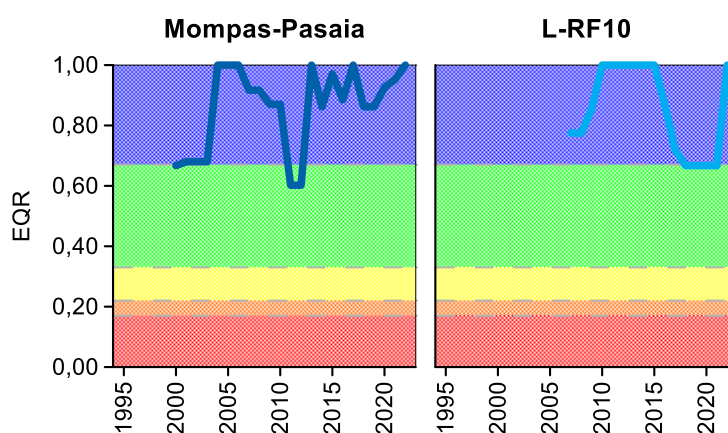


Figura 266 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua costera Mompas-Pasaia y para la estación de referencia a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores 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) de esta masa de agua, en la campaña de 2022 se han muestreado sendos transectos situados en la cala Murguita (M-LOI1) y en la margen izquierda de la bocana del Puerto de Pasaia (M-LOI3) (Figura 256).

El transecto M-LOI1 se localiza en Donostia, en la parte media de la cala Murguita, y discurre a través de un acúmulo rocoso constituido por bloques de mediano y gran tamaño, desprendidos del monte Ulia. La primera parte de la franja infralitoral, consta de bloques de diverso tamaño, presenta coberturas biológicas bien desarrolladas, a pesar de la relativa inestabilidad del sustrato. La composición de las comunidades varía entre bloques, y destacan las coberturas de las calcáreas *L. incrustans* (35-40%) y *E. elongata* (20-25%), así como de las clorofíceas *C. adhaerens* y *U. rigida* (15-20% de cada una de ellas), y de la rodofícea *Hypnea musciformis* (10%).

En la base de un gran bloque desprendido del acantilado se forma una pequeña cornisa con un extraplomo, donde las comunidades varían de forma considerable respecto a la serie de bloques tendidos arriba descritos, a pesar de compartir el mismo nivel mareal. Aquí, se reducen las coberturas de *L. incrustans* (15-20%) y de *E. elongata* (10-15%), y se les unen, como especies más características, las rodofíceas *Acrosorium ciliolatum* (20-30%) y *C. acicularis* (10%).

En el tramo más bajo de la zona mediolitoral inferior (en una pared vertical) la comunidad está dominada por *L. incrustans* y *E. elongata* (50-60%), con *H. rubra* (10-15%) y *C. adhaerens* (10%) como principales especies acompañantes, destacando respecto a la campaña de 2019 el incremento de *H. rubra*. Más arriba, *E. elongata* prácticamente desaparece y *L. incrustans* pasa a dominar (70-80%). El resto de las algas no presentan coberturas reseñables y aparecen cirrípedos *Chthamalus* (2.500-5.000 ind·m⁻²).

En el nivel mediolitoral medio las algas disminuyen progresivamente, siendo sustituidas por comunidades animales. En algas destaca *R. verrucosa* (10%) y en fauna, los cirrípedos *Chthamalus* (7.500-10.000 ind·m⁻²) comienzan a definir un horizonte propio.

En el nivel mediolitoral superior, a pesar de encontrarse en una posición relativamente alta, presenta numerosas pozas y cubetas que permiten la presencia de comunidades algales relativamente diversas, destacando *L. incrustans* (90%). Fuera de las cubetas, la mayor parte del sustrato está colonizado por la clorofita *Cladophora* sp. (15-20%) y por el alga roja *H. rubra* (10-15%). En cuanto a fauna, destacan *Chthamalus* sp. (3.000-6.000 ind·m⁻²), a los que acompañan lapas *P. vulgata* (15-30 ind·m⁻²).

La franja supralitoral muestra cierta continuidad respecto al nivel inferior, aunque se distingue por la paulatina reducción de las coberturas biológicas, en especial de *Chthamalus* sp. (1.000-2.500 ind·m⁻²). Como acompañantes, destacan las lapas *P. vulgata* (15-25 ind·m⁻²) y manchas de *Verrucaria maura*.

La zona supralitoral queda caracterizada por un cinturón bien desarrollado del líquen *V. maura*. El resto de los organismos tiene una presencia limitada a pequeños grupos y manchas o frondes aislados.

La cobertura de las poblaciones de macroalgas características es relativamente alta en el transecto. Sin embargo, al ser un transecto situado en una zona más o menos protegida (en el interior de una cala), la riqueza de dichas poblaciones no es especialmente alta. Además, la cobertura de especies indicadoras de contaminación es moderada, por lo que la calificación del transecto M-LOI1 a partir del índice CFR es de Buen Estado (Tabla 189). La ausencia de algas de la especie *C. baccata* junto con un grado de similaridad no especialmente alto respecto a una comunidad de referencia, explican que se obtenga la misma calificación de Buen Estado cuando se aplica el índice RICQI.

Tabla 189 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	
$CFR_{estación}$	0,800	
CFR_{global}	0,800	

El transecto M-LOI3 se sitúa en la margen izquierda de la bocana del Puerto de Pasaia. Atraviesa una laja con una pronunciada pendiente y una fuerte exposición al oleaje, lo que permite la presencia de organismos marinos en cotas relativamente altas. La franja infralitoral, y las zonas mediolitoral inferior y media albergan un amplio horizonte dominado por las algas calcáreas *L. incrustans* (65-75%) y *E. elongata* (65-75%), con un 10-15% de cobertura de ceramiales epifitando *E. elongata*. También se observan abundantes frondes de *P. complanata* (10-15%) en el tramo más bajo de la zona. En cuanto a la fauna, destacan las poblaciones de *Chthamalus* sp. (100-1.000 ind·m⁻²).

En el nivel mediolitoral superior, aunque siguen dominando, se reducen las coberturas de *L. incrustans* (50-60%), alcanzando cobertura reseñable *C. ustulatus* (10-20%) que crece sobre *E. elongata*. La fauna se encuentra representada, fundamentalmente, por los cirrípedos *Chthamalus* (500-1.000 ind·m⁻²), y las lapas *P. intermedia* (30-50 ind·m⁻²) y *P. ulyssiponensis* (25-40 ind·m⁻²).

La franja supralitoral alberga una comunidad en la que dominan las algas incrustantes *L. byssoides* (25-35%), *R. verrucosa* (15-20%) y *Phymatolithon lenormandii* (10-15%), y la filamentosa *Nemalion helminthoides* (10-15%), junto a los cirrípedos *Chthamalus* (7.500-10.000 ind·m⁻²) y lapas de las especies *P. intermedia* (30-40 ind·m⁻²) y *P. rustica* (10-20 ind·m⁻²).

En la zona supralitoral, la comunidad se encuentra dominada por los cirrípedos del género *Chthamalus* (10.000-30.000 ind·m⁻²), el alga incrustante *R. verrucosa* (15-25%) y la fucácea *Fucus spiralis limitaneus* (10-15%). También destacan el caracolillo *Melarhaphe neritoides* (5.000-7.500 ind·m⁻²), y las lapas *P. intermedia* y *Patella rustica* (15-25 ind·m⁻² cada una).

En general, la cobertura de las poblaciones de macroalgas características es alta en el transecto, más si cabe teniendo en cuenta el grado de exposición de la zona en la que se localiza. Sin embargo, la riqueza de dichas poblaciones no es especialmente alta. En cualquier caso, la cobertura de especies indicadoras de contaminación respecto a la cobertura algal total es moderadamente baja, por lo que la calificación del transecto M-LOI3 a partir del índice CFR es de Muy Buen Estado (Tabla 189).

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 189).

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 moderada y una riqueza específica alta (Tabla 190) en relación con los promedios históricos (1.216 ind·m⁻² y 31 taxa, respectivamente). La comunidad presente se encuentra dominada por especies sensibles a la alteración del medio (GE I), aunque con densidades relativas moderadas de los GEs III y II, lo que hace que la calificación de la estación, en términos de AMBI, sea no alterada (AMBI=1,1).

El valor de M-AMBI estimado para 2022 apoya la calificación obtenida a partir del índice AMBI. Así, la estación presenta **Muy Buen Estado** (Tabla 190). Al estar la masa de agua caracterizada por una única estación, su calificación es también de **Muy Buen Estado**.

Tabla 190 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-AMBI_{estación}) y para el global de la masa de agua (M-AMBI_{global}), que en este caso son coincidentes.

Parámetro	Unidad	L-UR20
Densidad	(ind·m ⁻²)	943
Biomasa	(g·m ⁻²)	4,363
Riqueza	(# taxa)	53
Diversidad densidad	(bit·ind ⁻¹)	4,17
Equitabilidad densidad		0,73
Diversidad biomasa	(bit·g ⁻¹)	1,83
Equitabilidad biomasa		0,32
Diversidad máxima	(bit)	5,73
AMBI		1,122
Clasificación AMBI		Alteración Nula
M-AMBI _{estación}		1,000
M-AMBI _{global}		1,000

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 EDAR 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.

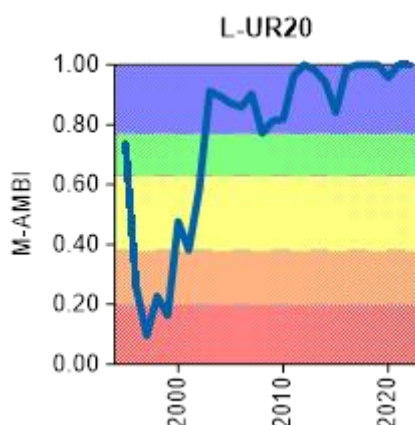


Figura 267 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para la estación muestreada en la masa de agua costera Mompas-Pasaia a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

20.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2022 no ha habido ninguna modificación de la hidromorfología de la zona.

21.

Anexos

Tabla 191 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 Mompas	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
	E-UR10	582856	4796532	Donostia (puente de Santa Catalina)	Mesohalino	64
Urumea	E-UR5	583597	4796227	Donostia (Loiola)	Oligohalino	36
	E-O5	571392	4791824	Orio (rampa)	Mesohalino	63
Oria	E-O10	570456	4792569	Orio (puente de la autopista)	Polihalino	37
	E-U10	560329	4793991	Zumaia (puente Narrondo)	Polihalino	66
Urola	E-U5	560693	4792078	Zumaia (Bedua)	Oligohalino	12
	E-U8	561250	4793514	Zumaia (puente del ferrocarril)	Mesohalino	22
	E-D5	551601	4793594	Deba (campo de fútbol)	Oligohalino	54
Deba	E-D10*	552145	4793494	Deba (puente)	Mesohalino	46
	E-A5	545136	4796732	Ondarroa (Errenteria)	Oligohalino	15
Artibai	E-A10	546950	4796501	Ondarroa (embarcadero)	Polihalino	85
	E-L10	540602	4800938	Lekeitio (molino)	Polihalino	90
Lea	E-L5	540135	4800565	Lekeitio (astillero)	Mesohalino	10
	E-OK5	527059	4798683	Gernika (salida de la depuradora)	Oligohalino	100
Oka Interior	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 192 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 193 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 194 Valores medios anuales, correspondientes a las cuatro campañas de 2022, de las variables fisicoquímicas analizadas en superficie (S) y fondo (F) en las masas de agua del País Vasco.

Estación	Nivel	Temperatura (°C)	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-M5	S	15,51	8,03	77,45	101,24	8,28	57,09	3,56	0,66	56,81	0,56
E-M5	F	17,27	26,33	26,05	93,36	8,18					
E-M10	S	16,88	26,26	26,24	104,28	8,11	15,94	2,39	0,41	16,19	0,32
E-M10	F	16,90	26,28	26,18	103,94	8,21					
E-N10	S	15,36	9,07	74,53	107,40	8,24	55,60	3,40	1,05	47,43	1,16
E-N10	F	16,07	29,99	15,77	69,94	7,85					
E-N15	S	15,81	13,04	63,38	114,95	8,18	39,41	4,54	1,09	47,33	2,23
E-N15	F	16,25	32,11	9,81	89,79	8,09					
E-N17	S	16,27	18,72	47,42	110,66	8,08	29,51	5,30	1,02	53,06	4,61
E-N17	F	16,05	33,77	5,15	99,71	8,13					
E-N20	S	16,39	27,73	22,11	109,41	8,15	22,63	3,68	0,71	33,03	2,58
E-N20	F	14,48	35,10	1,42	99,00	8,17					
E-N30	S	16,60	32,46	8,82	114,78	8,19	7,33	1,58	0,29	9,74	0,69
E-N30	F	14,02	35,24	1,01	100,15	8,17					
E-B5	S	16,67	14,68	58,76	100,95	8,12	54,84	4,36	1,41	28,79	2,19
E-B5	F	17,44	25,56	28,21	96,38	8,06					
E-B7	S	16,73	25,32	28,87	103,36	8,25	19,21	2,38	0,58	10,28	0,79
E-B7	F	16,97	28,40	20,23	104,34	8,24					
E-B10	S	16,82	30,11	15,42	105,69	8,25	12,09	1,68	0,33	5,96	0,48
E-B10	F	16,97	30,38	14,66	105,85	8,28					
E-OK5	S	16,73	9,49	73,34	94,41	7,65	72,79	11,03	2,24	29,33	0,98
E-OK5	F	17,05	15,31	57,01	78,39	7,61					
E-OK10	S	17,14	26,62	25,24	96,73	8,01	19,69	3,77	0,51	5,91	0,36
E-OK10	F	17,50	29,31	17,68	94,78	7,96					
E-OK20	S	17,48	33,37	6,27	108,18	8,20	4,98	1,13	0,20	2,57	0,24
E-OK20	F	17,55	33,43	6,08	108,56	8,20					
E-L5	S	16,45	13,07	63,28	105,91	7,55	38,93	1,27	0,20	27,45	0,30
E-L5	F	16,61	18,21	48,85	103,58	7,74					
E-L10	S	16,47	17,13	51,88	101,33	7,94	30,40	0,96	0,20	27,11	0,28
E-L10	F	17,46	31,53	11,44	99,23	8,02					
E-A5	S	15,86	3,96	88,87	112,55	8,55	50,16	1,34	0,46	37,26	0,36
E-A5	F	16,14	6,31	82,28	115,24	8,50					
E-A10	S	16,46	18,50	48,03	96,49	8,05	19,79	1,85	0,31	21,43	0,29
E-A10	F	17,37	33,98	4,55	89,51	8,09					
E-D5	S	17,00	5,59	84,30	93,54	7,62	51,24	1,98	1,14	65,03	2,35
E-D5	F	17,50	18,03	49,37	87,40	7,83					
E-D10	S	17,22	16,93	52,44	99,81	8,07	26,34	1,43	0,64	30,46	1,16
E-D10	F	18,00	30,29	14,93	95,15	8,06					
E-U5	S	17,01	4,51	87,35	100,49	8,34	43,49	1,44	0,67	64,24	0,93
E-U5	F	17,53	15,36	56,87	93,21	8,20					
E-U8	S	17,45	18,35	48,46	96,64	8,16	20,56	2,14	0,56	33,61	0,91
E-U8	F	17,90	27,01	24,13	89,38	8,07					
E-U10	S	17,63	23,42	34,21	97,36	8,18	15,97	1,91	0,39	24,39	0,53
E-U10	F	17,99	30,08	15,50	91,45	8,11					
E-O5	S	16,39	16,97	52,34	103,83	8,13	25,40	2,94	0,76	22,76	0,58
E-O5	F	17,11	30,03	15,64	98,78	8,10					
E-O10	S	16,51	20,33	42,88	105,58	7,97	19,74	2,59	0,63	19,36	0,43
E-O10	F	17,03	29,86	16,12	101,90	8,02					
E-UR5	S	15,31	7,53	78,85	94,75	8,29	53,90	3,12	0,48	20,13	0,42
E-UR5	F	15,96	17,53	50,75	96,31	8,19					
E-UR10	S	16,85	21,81	38,73	100,96	8,18	31,10	2,99	0,39	11,06	0,32
E-UR10	F	17,21	28,95	18,68	94,08	8,10					
E-OI10	S	17,33	32,49	8,73	89,69	8,01	35,58	9,81	0,51	17,73	1,01
E-OI10	F	17,17	34,57	2,89	88,45	8,04					
E-OI15	S	17,47	33,05	7,15	92,54	8,05	9,16	5,89	0,51	9,49	0,74
E-OI15	F	17,27	34,51	3,07	89,55	8,06					
E-OI20	S	17,27	32,49	8,73	98,14	8,06	15,96	4,83	0,38	9,76	0,53
E-OI20	F	17,25	34,70	2,52	98,54	8,09					
E-BI5	S	16,16	2,79	92,16	101,48	8,39	50,70	1,81	0,41	27,91	0,49

Estación	Nivel	Temperatura (°C)	Salinidad	Agua fluvial (%)	Oxígeno (%)	pH	Silicato ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Amonio ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Nitrito ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Nitrato ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Fosfato ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)
E-BI5	F	17,64	21,53	39,51	80,00	8,13					
E-BI10	S	17,71	17,68	50,35	96,14	8,13	35,42	4,79	0,56	22,84	0,72
E-BI10	F	18,19	23,43	34,18	88,46	8,08					
E-BI20	S	17,78	27,01	24,14	104,90	8,15	17,51	2,74	0,36	13,02	0,49
E-BI20	F	18,06	30,23	15,10	103,80	8,26					
L-N10	S	16,58	34,83	2,16	104,68	8,21	1,31	1,36	0,26	1,80	0,18
L-N10	F	13,91	35,36	0,67	97,55	8,21					
L-N20	S	16,32	34,69	2,55	106,63	8,21	1,05	1,11	0,26	1,64	0,20
L-N20	F	14,05	35,37	0,66	98,53	8,21					
L-B10	S	16,52	34,87	2,06	102,40	8,19	1,64	1,06	0,20	1,89	0,20
L-B10	F	14,85	35,31	0,83	98,60	8,20					
L-B20	S	16,76	35,10	1,40	102,53	8,18	1,43	0,80	0,26	1,79	0,19
L-B20	F	14,22	35,39	0,60	95,55	8,17					
L-OK10	S	17,33	34,99	1,71	102,20	8,19	1,30	1,01	0,20	1,54	0,15
L-OK10	F	14,10	35,35	0,71	98,80	8,19					
L-L10	S	17,36	34,95	1,84	102,38	8,19	1,64	1,13	0,20	1,96	0,17
L-L10	F	14,49	35,35	0,72	95,25	8,17					
L-L20	S	16,77	34,91	1,95	101,88	8,18	1,65	1,05	0,20	1,88	0,15
L-L20	F	15,04	35,25	0,98	99,83	8,18					
L-A10	S	17,75	34,77	2,32	104,28	8,21	1,08	1,69	0,20	1,44	0,14
L-A10	F	13,78	35,27	0,93	97,73	8,21					
L-D10	S	17,74	34,46	3,22	103,50	8,21	1,08	1,36	0,20	2,01	0,21
L-D10	F	14,01	35,23	1,04	101,68	8,21					
L-U10	S	17,70	34,66	2,65	104,35	8,20	0,80	1,33	0,20	1,65	0,20
L-U10	F	13,98	35,26	0,95	99,85	8,22					
L-O10	S	17,72	34,42	3,31	105,58	8,12	1,56	1,38	0,25	2,24	0,18
L-O10	F	14,21	35,25	0,98	100,65	8,14					
L-O20	S	17,65	34,52	3,04	105,05	8,15	1,71	1,76	0,33	1,90	0,14
L-O20	F	13,98	35,28	0,91	99,68	8,19					
L-UR20	S	17,33	34,57	2,90	103,28	8,15	0,80	1,11	0,20	1,00	0,14
L-UR20	F	14,06	35,12	1,34	105,25	8,18					
L-OI10	S	17,77	34,52	3,04	104,00	8,13	1,36	2,03	0,20	1,96	0,18
L-OI10	F	14,52	35,22	1,08	103,50	8,15					
L-OI20	S	17,90	34,43	3,28	105,23	8,15	1,54	1,48	0,20	1,46	0,15
L-OI20	F	14,66	35,24	1,01	102,50	8,15					
L-BI10	S	17,65	34,14	4,09	105,38	8,16	1,23	2,13	0,20	2,24	0,17
L-BI10	F	14,91	35,24	1,03	100,70	8,15					
L-RF10	S	17,49	34,04	4,40	104,73	8,17	1,35	1,43	0,20	2,14	0,14
L-RF10	F	12,68	35,50	0,27	85,35	8,03					
L-RF20	S	17,63	34,86	2,09	103,10	8,20	1,21	1,43	0,20	1,64	0,14
L-RF20	F	12,18	35,50	0,27	83,95	8,07					
L-RF30	S	17,47	34,94	1,85	102,48	8,19	2,78	1,64	0,28	3,16	0,22
L-RF30	F	12,75	35,53	0,21	86,58	8,12					

Tabla 195 Aguas de transición. Resumen y diagnóstico de Estado en 2022. 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	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Ecológico	Químico	Estado
Barbadun	E-M5	MB	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
	E-M10	B	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
Nervión interior	E-N10	BP	BP	BP	PM	BP	B	MP	PM	BP	B	B
	E-N15	BP	BP	BP	PM	BP	<B	MP	PM	PMo	NA	PqB
	E-N17	BP	BP	BP	PMo	BP	<B	MP	PM	PMo	NA	PqB
Nervión exterior	E-N20	MP	MP	PMo	BP	PMo	<B	MP	PM	PMo	NA	PqB
	E-N30	MP		BP		BP	B	MP	PM	BP	NA	PqB
Butroe	E-B5	B	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	B
	E-B7	Mo	B	B	B	Mo	B	MB	B	Mo	B	PqB
	E-B10	B	B	MB	B	B	MB	MB	B	B	B	B
Oka interior	E-OK5	B	B	M	MB	M	<B	MB	Mo	M	B	PqB
Oka exterior	E-OK10	Mo	B	B	B	Mo	B	MB	MB	Mo	B	PqB
	E-OK20	Mo	B	B	B	Mo	MB	MB	MB	Mo	B	PqB
Lea	E-L5	MB		MB	B	MB	MB	MB	B	B	B	B
	E-L10	B		MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
Artibai	E-A5	MB	B	B	D	B	MB	MB	D	B	B	B
	E-A10	Mo	B	MB	Mo	Mo	B	MB	D	Mo	B	PqB
Deba	E-D5	B	B	B	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	B	B	B	B
	E-U8	MB	MB	MB	B	MB	B	MB	B	B	B	B
	E-U10	B	MB	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
Oria	E-O5	Mo	B	MB	Mo	Mo	B	MB	Mo	Mo	B	PqB
	E-O10	B	B	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	B
Urumea	E-UR5	PMo	BP	BP	PMo	PMo	MB	MP	PD	PMo	B	PqB
	E-UR10	MP	BP	MP	PMo	BP	MB	MP	PD	BP	B	B
Oiartzun	E-OI10	PD	PMo	PMo	BP	PD	<B	MP	PM	PD	B	PqB
	E-OI15	PM	PMo	PD	BP	PM	<B	MP	PM	PM	B	PqB
	E-OI20	MP	PMo	PMo	MP	PMo	<B	MP	PM	PMo	B	PqB
Bidasoa	E-BI5	Mo	Mo	B	Mo	Mo	MB	MB	Mo	Mo	B	PqB
	E-BI10	B	Mo	MB	B	Mo	MB	MB	Mo	Mo	B	PqB
	E-BI20	B	Mo	MB	B	Mo	MB	MB	Mo	Mo	B	PqB

Tabla 196 Aguas costeras. Resumen y diagnóstico de Estado en 2022. Valoración asociada a cada estación de control. Claves: Macroinvertebrados (MI), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB - azul), bueno (B - verde), moderado (Mo - amarillo), deficiente (D - naranja) y malo (M - rojo). Condiciones generales (CG): muy bueno (MB - azul), bueno (B - verde), peor que bueno (<B - amarillo), Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB - 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	MI	F	M	BI	CG	SP	HM	Ecológico	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	B	B	MB	B	B	B
	L-B20	MB	MB		MB	MB	MB	MB	MB	B	B
Matxitxako-Getaria	L-OK10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B
	L-L10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B
	L-L20	MB	MB		MB	MB	MB	MB	MB	B	B
	L-A10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B
	L-D10	MB	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B
	L-U10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B
Getaria-Higer	L-O10	MB	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B
	L-O20	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B
	L-OI10	MB	MB		MB	B	MB	MB	B	B	B
	L-OI20	MB	MB		MB	MB	MB	MB	MB	B	B
	L-BI10	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	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	MB	B	B	B
	L-RF20	MB	MB		MB	MB	MB	MB	MB	B	B
	L-RF30	MB	MB		MB	MB	MB	MB	MB	B	B

Tabla 197 Evolución de la calidad fisicoquímica en aguas de la Red de Calidad, para el período 1999-2022, 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
Barbadun	E-M5				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
Nervión 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
	E-N15				<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
Nervión 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
	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
Butroe	E-B5				MB	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
	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
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
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
	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
Lea	E-L5				MB	<B	<B	<B	B	B	B	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	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
Artibai	E-A5				B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	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
Deba	E-D5				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
Urola	E-U5				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
	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
Oria	E-O5				MB	MB	MB	MB	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
Urumea	E-UR5				MB	B	B	MB	B	MB	B	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
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
	E-OI15				<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
Bidasoa	E-BI5				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
	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
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
	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
	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
	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
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
	L-L10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB
	L-L20				B	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	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
	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
	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
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
	L-O20				B	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	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
	L-OI20				MB	MB	B	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	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
Mompás-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
Plataforma litoral	L-RF10				B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB
	L-RF20								B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB
	L-RF30								B	B	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	MB

Tabla 198 Evolución de la calidad del fitoplancton de la Red de Calidad, para el período 2000-2022, 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
Barbadun	E-M5								B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	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
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
	E-N15								B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B
	E-N17								B	B	B	B	B	B	MB	MB	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
	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
Butroe	E-B5								B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B
	E-B7								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	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
Oka interior	E-OK5								M	M	M	D	D	Mo	Mo	Mo	Mo	D	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
	E-OK20				MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B
Lea	E-L5								B	B	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB
	E-L10	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	MB	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
	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
Deba	E-D5								MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	B
	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
Urola	E-U5								MB	B	B	B	B	B	B	M	M	M	M	D	D	B	MB	B
	E-U8								MB	MB	MB	MB	MB	B	B	MB	B	B	B	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
Oria	E-O5								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	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
Urumea	E-UR5								B	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	Mo	B	B	B	Mo	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
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
	E-OI15								B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D	D	D	D	Mo	D	Mo	Mo	Mo	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
Bidaxoa	E-BI5								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	Mo	Mo	B	B	B
	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
	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
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
	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
	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
	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
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
	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
	L-L20								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
	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
	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
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
	L-O20								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	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB
	L-OI20								MB	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	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
Mompás-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
Plataforma litoral	L-RF10								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	MB
	L-RF20													MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-RF30													MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB

Tabla 199 Evolución de la calidad de las macroalgas de la Red de Calidad, en 2002-2022, 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
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		Mo			Mo			D			Mo			D			Mo			Mo	
Nerbioi exterior	E-N20		D			D			D			Mo			D			Mo			B	
	E-N30																					
Butroe	E-B5	B			B			Mo			Mo			B			B				B	
	E-B7	B			Mo			B			B			B			B				B	
	E-B10	B			Mo			B			B			B			B				B	
Oka interior	E-OK5	B			B			B			B			B			B				MB	
Oka exterior	E-OK10	B			MB			B			B			B			B				B	
	E-OK20	B			B			B			B			B			B				B	
Lea	E-L5	Mo			D			B			Mo			Mo			Mo				B	
	E-L10	B			B			B			B			Mo			Mo				Mo	
Artibai	E-A5	Mo			D			Mo			D			D			D				D	
	E-A10	Mo			D			D			M			D			Mo				Mo	
Deba	E-D5		B			Mo			D			Mo			Mo			Mo			Mo	
	E-D10		Mo			D			D			D			Mo			Mo			Mo	
Urola	E-U5			D			D			Mo			Mo			Mo			B			B
	E-U8			Mo			Mo			B			MB			B			B			B
	E-U10			Mo			Mo			B			B			B			B			B
Oria	E-O5		Mo			Mo			Mo			Mo			Mo			B			Mo	
	E-O10		D			D			D			Mo			Mo			Mo			B	
Urumea	E-UR5			Mo			Mo			Mo			Mo			Mo			Mo			Mo
	E-UR10			Mo			Mo			Mo			Mo			Mo			D			Mo
Oiartzun	E-OI10			D			D			D			D			Mo			B			B
	E-OI15			Mo			Mo			Mo			B			B			B			B
	E-OI20			B			Mo			B			B			B			MB			MB
Bidasoa	E-BI5			D			Mo			Mo			Mo			Mo			Mo			Mo
	E-BI10			B			B			B			B			B			B			B
	E-BI20			B			B			MB			MB			MB			B			B
Cantabria-Matxitxako	L-N10		D			D			B			MB			MB			MB			MB	
	L-N20								Mo			B			Mo			Mo			B	
	L-B10	D			D			Mo			Mo			Mo			MB				MB	
	L-B20																					
Matxitxako-Getaria	L-OK10	Mo			Mo			B			B			MB			MB				MB	
	L-L10	Mo			Mo			Mo			Mo			B			B				MB	
	L-L20																					
	L-A10	B			MB			Mo			B			B			MB				MB	
	L-D10		Mo			Mo			Mo			B			B			B			B	
	L-U10			B			B			MB			MB			MB			MB			MB
Getaria-Higer	L-O10		M			M			M			Mo			Mo			Mo			B	
	L-O20								MB			MB			MB			MB			MB	
	L-OI10			B			B			Mo			MB			MB						
	L-OI20																					
	L-BI10			MB			B			B			MB			MB			MB			MB
Mompás-Pasaia	L-UR20			B			B			D			B			B	MB		MB			B

Tabla 200 Evolución de la calidad del bentos de la Red de Calidad, para el período 1995-2022, 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	
Barbadun	E-M5								D	B	B	Mo	B	B	D	MB	B	B	Mo	MB	B	B	B	B	MB	B	B	B	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	
Nervión 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	
	E-N15								Mo	B	B	B	B	Mo	B	D	Mo	MB	D	MB	B	D	MB	B	MB	MB	MB	B	B	
	E-N17								B	B	MB	B	B	B	B	MB	B	MB	B	MB	B	Mo	MB	Mo	B	D	B	MB	B	
Nervión 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	
	E-N30	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	D	B	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	B	MB	MB	B	MB	MB	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	
	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	B	Mo	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	
	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	
Oka exterior	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	Mo	
	E-L5								B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	
Lea	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	
	E-A5								M	Mo	D	M	D	D	Mo	B	D	D	M	B	D	B	B	B	B	D	MB	D	MB	
Artibai	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	
	E-D5								D	B	Mo	Mo	Mo	B	B	Mo	MB	B	B	Mo	B	B	Mo	MB	B	MB	B	B	B	
Deba	E-D10	Mo	MB	Mo	D	B	MB	B	B	B	B	D	B	B	B	B	MB	B	MB	B	MB	B	B	B	MB	MB	B	MB	MB	
	E-U5								Mo	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	
Urola	E-U8								B	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	Mo	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	
	E-O5								Mo	B	B	B	MB	MB	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	B	Mo	Mo	Mo	
Oria	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	
	E-UR5								Mo	M	D	D	D	Mo	D	M	D	M	D	M	D	Mo	D	D	Mo	D	Mo	B	Mo	
Urumea	E-UR10	Mo	MB	B	B	Mo	B	Mo	B	M	Mo	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	
	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	
Oiartzun	E-Oi15								M	M	M	Mo	M	Mo	Mo	D	D	M	M	M	D	M	M	D	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	
	E-Bi5								MB	MB	B	MB	B	MB	B	B	B	B	MB	MB	B	MB	B	B	B	B	MB	D	Mo	
Bidasoa	E-Bi10	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	D	B	MB	B	MB	B	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	B
	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	
	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	
Cantabria-Matxitxako	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	
	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	MB	B	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	MB	MB	B	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	
	L-L10	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	MB	MB	B	MB	MB	B	MB	MB	B	MB	
	L-L20																													
	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	
	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	
	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	
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	
	L-O20								B	B	MB	MB	MB	MB	B	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	
	L-Oi20								MB	D	B	B	MB	B	B	B	B	MB	B	B	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	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	
Mompás-Pasaia	L-UR20	B	D	M	D	M	Mo	Mo	B	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	
Plataforma litoral	L-RF10								B	MB	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	
	L-RF20																													
	L-RF30																													

Tabla 201 Evolución de la calidad de los peces de la Red de Calidad, para el período 1995-2022, 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
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	D	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	D	Mo	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	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		
	E-B7			Mo	Mo	Mo	B	Mo	Mo	Mo		Mo	B	B			B			B			B				B		
	E-B10			Mo	D	B	Mo	Mo	Mo	B		B	B	B			B			B			B				B		
Oka interior	E-OK5								Mo			B			B			B			Mo		B				B		
Oka exterior	E-OK10								Mo			B			B			B			Mo		B				B		
	E-OK20								Mo			B			B			B			Mo		B				B		
Lea	E-L5								Mo			Mo			Mo		Mo	D	D	B			Mo				Mo		
	E-L10								Mo			B			Mo		Mo			B			Mo				Mo		
Artibai	E-A5								D			D			Mo			B			B			B			B		
	E-A10								Mo			Mo			B			B			B			B			B		
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			MB		
	E-UR10	Mo								Mo			Mo			B			MB			B		MB			MB		
Oiartzun	E-OI10			Mo				Mo			Mo			Mo		Mo			B			MB			MB			Mo	
	E-OI15							D			D			Mo		Mo			B			MB			MB			Mo	
	E-OI20			Mo				B			Mo			MB			B			B			MB			MB			Mo
Bidasoa	E-BI5	Mo						Mo			Mo	Mo		Mo		Mo			Mo			MB			B			Mo	
	E-BI10	Mo						Mo			Mo	Mo		Mo		Mo			Mo			MB			B			Mo	
	E-BI20	Mo						Mo			D	B		B			B			Mo			MB			B			Mo

Tabla 202 Evolución del estado ecológico, químico y global, para el período 2013-2022, en cada estación de control.

Masa de agua	Estación	Estado ecológico										Estado químico										Estado global									
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
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	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-M10	M	B	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B	PqB	B	B	B	B	B	B	B
Nerbioi interior	E-N10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	NA	B	B	NA	NA	NA	NA	NA	B	B	PqB	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	B	B
	E-N15	Mo	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	NA	NA	B	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
	E-N17	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D	Mo	Mo	Mo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
Nerbioi exterior	E-N20	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
	E-N30	Mo	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	NA	B	B	B	NA	B	NA	NA	NA	PqB	B	PqB	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
Butroe	E-B5	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-B7	B	B	Mo	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
	E-B10	B	B	B	B	B	B	B	B	Mo	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B	B	B	B	B	PqB	B
Oka interior	E-OK5	M	D	M	D	M	M	M	M	M	M	NA	B	NA	NA	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
Oka exterior	E-OK10	M	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
	E-OK20	D	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	B	B	B	B	B	PqB
Lea	E-L5	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	B	B	B	B	B
	E-L10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	Mo	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B	B	B	B	PqB	B
Artibai	E-A5	Mo	D	Mo	B	Mo	B	D	B	D	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	B	PqB	B	PqB	B	PqB	B
	E-A10	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	NA	NA	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
Deba	E-D5	Mo	B	Mo	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B	PqB	B	B	B	B	B	B
	E-D10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	NA	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B	PqB	B	B	B	B	B	B
Urola	E-U5	Mo	M	M	M	D	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
	E-U8	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-U10	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	B	B	B
Oria	E-O5	B	B	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	B	B	B	PqB
	E-O10	B	Mo	Mo	Mo	Mo	B	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	B	PqB	PqB	B	B
Urumea	E-UR5	M	D	Mo	D	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
	E-UR10	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	B	B	B	B	B
Oiartzun	E-Oi10	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D	D	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
	E-Oi15	M	D	M	D	M	M	M	M	M	M	B	NA	NA	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
	E-Oi20	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
Bidaxoa	E-Bi5	Mo	Mo	Mo	B	B	B	Mo	Mo	D	Mo	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB
	E-Bi10	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	Mo	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	B	B	B	B	B	PqB	
	E-Bi20	Mo	D	Mo	B	B	B	B	B	B	Mo	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	B	B	B	B	B	PqB	
Cantabria-Matxitxako	L-N10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-N20	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	B
	L-B10	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	B	B	B	B	B	B	B
	L-B20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	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	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-L10	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-L20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-A10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	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	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Getaria-Higer	L-U10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-O10	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	B	B
	L-O20	B	B	B	B	B	B	B	MB	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	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	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Mompás-Pasaia	L-Oi20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	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	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Referencia	L-UR20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-RF10	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	B	B	B	B	B
	L-RF20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B	B	B
	L-RF30	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B	B	B
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	B	B	B	B	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.
- Bamber, R.N., J.F. Spencer, 1984. The benthos of a coastal power station thermal discharge canal. Journal of marine biology Assessment U.K., 64: 603-623.
- 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-ium.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. *Marine 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.M^a 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.M^a Tello, V. Valencia, M. Aboal, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, L. Gurtubai, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.M^a Ruiz, J.C. Sola, J.M^a 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.M^a Ruiz, J.C. Sola, J.M^a 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. *Marine Pollution 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. *Marine Pollution Bulletin*, 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. Embrow, 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, A., M. Elliott, J. Carstensen, A.-S. Heiskanen, W. van de Bund, 2010a. Marine management – towards an integrated implementation of the European Marine Strategy Framework and the Water Framework Directives. *Marine Pollution Bulletin*, 60(12) : 2175-2186.
- Borja, A., D.M. Dauer, M. Elliott, C. Simenstad, 2010b. Medium and long-term recovery of estuarine and coastal ecosystems: patterns, rates and restoration effectiveness. *Estuaries and Coasts*, 33(6): 1249-1260.
- Borja, A., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, J. Larreta, I. Muxika, M. Revilla, J.G. Rodríguez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.M^a Ruiz, S. Seoane, J.C. Sola, A. Manzanos, 2010c. 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 Agencia Vasca del Agua. 21 Tomos, 707 pp.
- Borja, A., J.G. Rodríguez, 2010. Problems associated with the ‘one-out, all-out’ principle, when using multiple ecosystem components in assessing the ecological status of marine waters. *Marine Pollution Bulletin*, 60(8): 1143-1146.
- Borja, Á., I. Galparsoro, X. Irigoien, A. Iriondo, I. Menchaca, I. Muxika, M. Pascual, I. Quincoces, M. Revilla, J. Germán Rodríguez, M. Santurtún, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, 2011a. Implementation of the European Marine Strategy Framework Directive: A methodological approach for the assessment of environmental status, from the Basque Country (Bay of Biscay). *Marine Pollution Bulletin*, 62(5): 889-904.
- Borja, A., E. Barbone, A. Basset, G. Borgersen, M. Brkljacic, M. Elliott, J.M. Garmendia, J.C. Marques, K. Mazik, I. Muxika, J.M. Neto, K. Norling, J.G. Rodríguez, I. Rosati, B. Rygg, H. Teixeira, A. Trayanova, 2011b. Response of single benthic metrics and multimetric methods to anthropogenic pressure gradients, in five distinct European coastal and transitional ecosystems. *Marine Pollution Bulletin*, 62(3): 499-513.

- 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, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.M^a Ruiz, S. Seoane, J.C. Sola, A. Manzanos, 2011c. 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 Agencia Vasca del Agua. 21 Tomos, 707 pp.
- Borja, Á., B.G. Tunberg, 2011. Assessing benthic health in stressed subtropical estuaries, eastern Florida, USA using AMBI and M-AMBI. *Ecological Indicators*, 11: 295-303.
- 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.M^a Ruiz, S. Seoane, J.C. Sola, A. Manzanos, 2014. 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, 657 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, I. Cruz, A. Laza-Martínez, M.A. Marquiegui, J. Martínez, J.M^a 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.M^a 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.M^a Ruiz, M. Cano, A. Laza-Martínez, A. Manzanos, 2017. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV. Informe de resultados. Campaña 2016. Informe de AZTI para la Agencia Vasca del Agua, 414 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.M^a 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.M^a 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.s Sola, I. Cruz, M.A. Marquiegui, J. Martínez, J.M. Ruiz, M. Cano, A. Laza-Martínez, A. Manzanos, 2022. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV. Informe de resultados. Campaña 2021. Informe de AZTI para la Agencia Vasca del Agua, 384 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.
- Denis, P., 1983. La macrofaune benthique des vasières du bassin oriental du Golfe de Morhihan. *Cahier de Biologie Marine*, 24: 257-268.
- 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.
- 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 Biscay389cal 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/>
- Kathman, R.D., S.F. Cross, M. Waldichuk, 1984. Effects of wood waste on the recruitment potential of marine benthic communities. *Can. Tech. Rep. Fis. Aquat. Sci.*, 1284: 1-50.
- 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., O. Solaun, J.G. Rodríguez, 2022. Estudio de la contaminación por TBT (tributilo de estaño) en la masa de agua de transición del Bidasoa. Informe 2021. Elaborado por AZTI-Tecnalia para URA. 27 pp.

- 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. https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/documentacion/azti_ur_diagnostikoa_011/es_def/adjuntos/Informe_IMPRESS_2018_FINAL.pdf
- Tomlinson, D.L, J.G. Wilson, C.R. Marris y D.W. Jeffrey, 1980. Problems in the assessment of heavy metal levels in estuaries and the formation of pollution index. Helgolander Meeresuntersuchungen, 33: 566-575.
- Solaun, O., Á. Borja, I. Menchaca, J. Franco, 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). Informe elaborado por AZTI para URA, 107 pp.
- 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>.