

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

Informe de resultado.
Campaña 2021

Fundación AZTI Fundazioa

ura
URAREN EUSKAL AGENTZIA | AGENCIA VASCA DEL AGUA

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

JUNO 2022

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 2021.
ELABORADO POR:	Fundación AZTI Fundazioa
AUTORES:	Ángel Borja, Juan Bald, María Jesús Belzunce, María Calvo Uyarra, Almudena Fontán, Javier Franco, Jose Mikel Garmendia, Anders Lanzén, Joana Larreta, Iratxe Menchaca, Iñigo Muxika, Sarai Pouso, Marta Revilla, J. Germán Rodríguez, Yolanda Sagarmínaga, Oihana Solaun, Ainhize Uriarte, Izaskun Zorita, Idoia Adarraga, Florencio Aguirrezabalaga, Juan Carlos Sola, Igor Cruz, Mikel Aitor Marquiegui, Julián Martínez, José Mª Ruiz, María Cano, Aitor Laza-Martínez, Alberto Manzanos.
FECHA:	Junio 2022

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 2021

1. Introducción, material y métodos....4
2. Síntesis de resultados....28
3. Masa de agua de transición del Barbadun....42
4. Masa de agua de transición del Nerbioi interior....59
5. Masa de agua de transición del Nerbioi exterior....80
6. Masa de agua de transición del Butroe....98
7. Masa de agua de transición del Oka interior....115
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....196
13. Masa de agua de transición del Oria....212
14. Masa de agua de transición del Urumea....228
15. Masa de agua de transición del Oiartzun....243
16. Masa de agua de transición del Bidasoa....262
17. Masa de agua de costera Cantabria-Matxitxako....280
18. Masa de agua de costera Matxitxako-Getaria....301
19. Masa de agua de costera Getaria-Higer....322
20. Masa de agua de costera Mompas-Pasaia....342
21. Anexos....356

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 2021 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 2021, su evolución histórica y la calificación de su estado ecológico y químico en 2021.

Además, los datos obtenidos a lo largo del estudio están disponibles 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 la misma 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 el caso de las aguas de transición y costeras de la CAPV resulta de aplicación el Plan Hidrológico

de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental (aprobado mediante el Real Decreto 1/2016, de 8 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 aprobación el Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica del Cantábrico Oriental, 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 elemental 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 2015-2021 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), y que se mantienen en el nuevo plan para 2022-2027.

Asimismo, se han identificado 3 tipologías asociadas a aguas de transición y una para costeras (Tabla 3). En el caso de aguas muy modificadas de la categoría aguas de transición se les asigna la tipología de masas naturales por similitud con las características de la masa de agua artificial o muy modificada.

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

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

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

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

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

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

En respuesta a los requerimientos del artículo 8 de la DMA, se mantiene una estrategia de seguimiento estable que ha dado lugar al establecimiento de una serie de puntos de 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 muestreo y análisis de contaminantes en sedimentos en todas las estaciones y en biomonitores en 7 estaciones específicas.

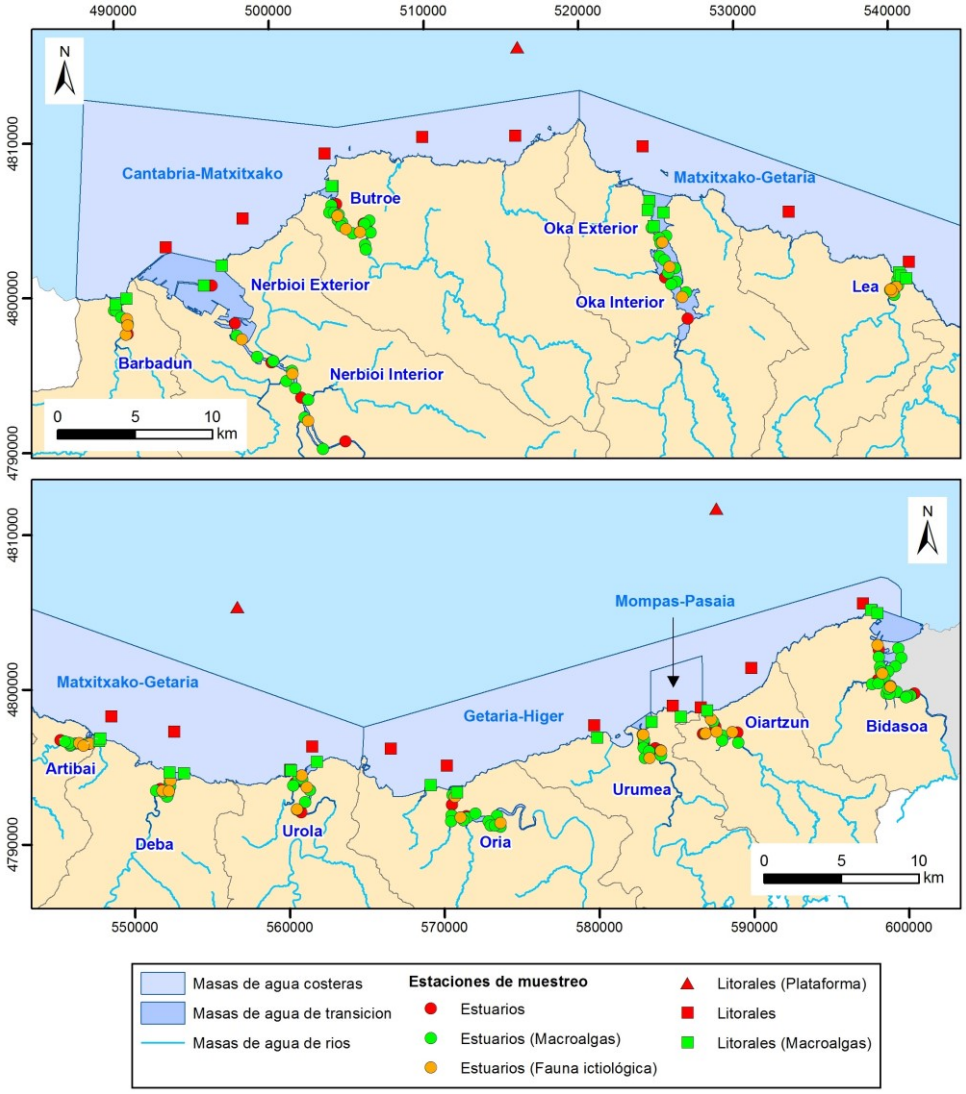


Figura 1 Mapa que muestra la ubicación de las estaciones de control de la Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV.

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 las mismas.

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 moderado, 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.

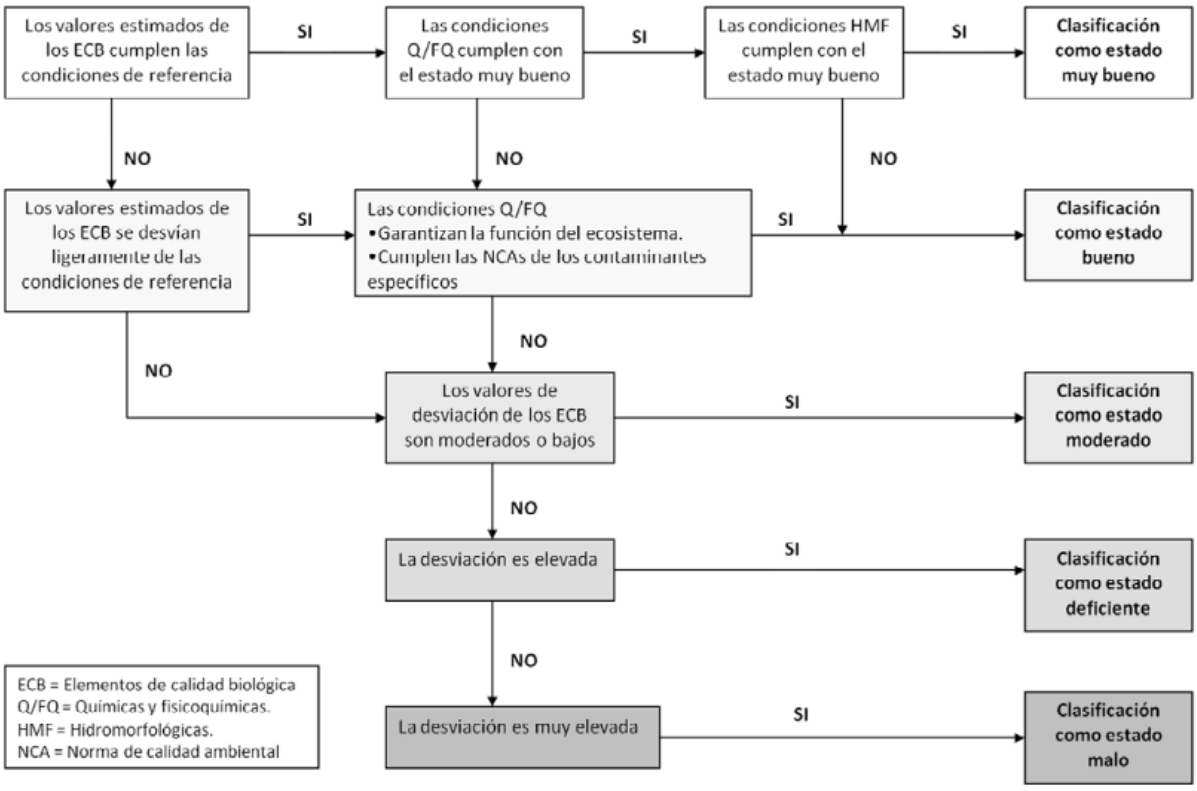


Figura 2 Proceso de calificación del Estado Ecológico, basado en la Directiva Marco del Agua, según el RDSE.

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 de las aguas superficiales' 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 1/2016. 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 la propuesta de proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental correspondiente a la revisión para el 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, 2004b, 2004c, 2006, 2007, 2008a, b, 2009a, b; 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 2021. 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 2021 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 (Tabla 191 del Anexo).

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 el caso de aguas de transición y aguas costeras, la DMA establece que las condiciones fisicoquímicas generales en aguas que son objeto de análisis 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 1/2016.

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 1/2016, según los objetivos de calidad definidos en 2009 (umbrales Bueno-Moderado y Muy Bueno – Bueno). Sin embargo, en un estudio de Rodríguez et al. (2021), se calcularon nuevos límites de clase de estado para nutrientes en la CAPV, basándose en un documento técnico de la Estrategia Común de Implementación de la DMA, titulado "*Best practice for establishing nutrient concentrations to support good ecological status*".

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.

[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

Como consecuencia de la modificación de los límites de clase de estado para nutrientes en la CAPV se ha derivado la necesidad de revisar 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) con el fin de mantener la distancia relativa de las condiciones de referencia con respecto a estos nuevos límites de clase en nutrientes (Tabla 5).

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

El estado de calidad de cada estación viene definido por el peor de los estados de cada variable; y el estado anual de calidad de cada masa de agua corresponde al peor de los estados de las estaciones 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 integrar en un índice el estado según las condiciones fisicoquímicas.

Para ello, se llevó a cabo un Análisis Factorial (AF), mediante el método de las componentes principales, como método de extracción, incluyendo en dicho análisis los valores de superficie, tanto en pleamar como bajamar, correspondientes a todas las estaciones de muestreo con todos los datos disponibles desde el comienzo del seguimiento, es decir, 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 condiciones relativas a los 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 físico-químico 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. (2004e).

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 $mg \cdot L^{-1}$ 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 2021 se han recogido muestras 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 primavera y otoño.

- En las estaciones E-N17 y E-N20 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 e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs).

- En las estaciones E-D10, E-OI15, L-UR20, E-A10, E-B10, E-BI10, E-L10, E-M10, E-O10, E-OK10, E-OK20, E-U10, E-UR10, L-BI10, L-D10, L-N20, se han determinado mercurio, cadmio, níquel, plomo, cromo, cobre, manganeso, zinc, hierro y PAH.

Muestreo trimestral de verano.

- 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 2021 se ha dado continuidad a los estudios de prospección comenzados en 2019 y que continuaron en 2020, muestreándose aquellas estaciones estuáricas más cercanas a la desembocadura del estuario (E-N20, E-N17, E-D10, E-OI15, EA10, E-B10, E-L10, E-M10, E-O10, E-OK10, E-OK20, E-U10, E-UR10) y cuatro estaciones litorales (L-N20, L-D10, 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.

Los estudios de TBT en aguas se han completado con los estudios de TBT en sedimento y gasterópodos, además de la determinación del imposex en gasterópodos en 11 puntos de zonas portuarias del Nerbioi Exterior (Zierbena y Santurtzi), Butroe transición (Plentzia), Artibai transición (Ondarroa) y Oiartzun Transición (5 puntos de muestreo) (Larreta et al., 2022).

Además, para mejorar el conocimiento del estado del HCH, en el resto de las aguas de transición se ha determinado trimestralmente en 11 estaciones (E-M10, E-N10, EN15, E-N30, E-B10, E-OK5, E-L10, E-L5, E-A10, E-D10, E-U10) sus cinco congéneres (a-HCH, g-HCH, d-HCH, b-HCH, e-HCH).

Así, en relación con sustancias prioritarias en la edición de 2021 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 2021. Se indican los métodos analíticos utilizados para su determinación.

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

1.5.2.2. Criterio de evaluación

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

Una masa de agua alcanza el buen estado químico cuando en todos sus puntos de control los valores de concentración media anual para todas las sustancias del anexo IV medidas son inferiores o iguales a la correspondiente NCA-MA y no hay valores puntuales que sobrepasen la NCA-CMA; 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.

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 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.

Tabla 8 Real Decreto 817/2015. Anexo IV. Normas de calidad ambiental (NCA). Concentraciones en µg L^{-1}. (a- Prioritaria, b- Peligrosa prioritaria, c- Otros contaminantes, NA: no aplicable). Sustancias controladas en agua 2021.

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 CO3/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.

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

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

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

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

En el caso de que el límite de cuantificación con el que se trabaje sea superior a la correspondiente NCA 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

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 aquellas que se había demostrado que presentaban valores que pueden ser nocivos o que superaban los objetivos de calidad, como zinc y cobre. Por tanto, en esta campaña se han analizado ambos metales. La frecuencia de control es trimestral (ver apartado 1.5.2.1 de este informe). En aguas de transición la determinación es en bajamar en superficie; y en aguas costeras en superficie independientemente de la marea.

1.5.3.2. Criterio de evaluación

El artículo 10 del RDSE también establece que los Contaminantes específicos vertidos en cantidades significativas son elementos de calidad químicos y fisicoquímicos de soporte a los elementos de calidad biológicos. En el Anexo V del RDSE se establecen las NCA para sustancias preferentes que se definen como contaminantes con un riesgo significativo para las aguas superficiales debido a su especial toxicidad, persistencia y bioacumulación o por la importancia de su presencia en el medio acuático.

Por tanto, a efectos de evaluación de estado ecológico se debe considerar el cumplimiento de las

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

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

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

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.

En el marco de este trabajo 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 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 µg L^{-1}.

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

1.5.4. Contaminantes en Sedimentos

La frecuencia de control de sedimentos es anual para las estaciones de aguas de transición y costeras (total 51). 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 2021. Para la metodología detallada véase Larreta et al. (2012, 2013) y Borja et al. (2015). PAHs (hidrocarburos poliaromáticos): Fenantreno, Indeno[1,2,3-cd]pireno, Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Antraceno, Benzo(k)fluoranteno, Dibenzo(a,h)antraceno, Perileno, Pireno, Criseno, Benzo[e]pireno, Benzo[g,h,i]perileno, Fluoranteno, Benzo[a]antraceno, Benzo[b]fluoranteno, Benzo[a]pireno. PCBs (policlorobifenilos): 28, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 156, y 180. DDTs: p,p-DDE, p,p-DDD, p,p-DDT. Hexaclorociclohexano: αHCH, γHCH.

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

1.5.5. Contaminantes en biomonitores

1.5.5.1. Estrategia de control

De acuerdo con URA, en 2018 se decidió no seguir muestreando biomonitores para el control de contaminantes, puesto que los datos no se utilizaban en la evaluación del estado. Los datos históricos pueden verse en informes anteriores.

Sin embargo, en 2020 y 2021 y con el incremento de NCA asociados a biota, se han muestreado biomonitores en trece masas de agua con frecuencia de anual en otoño:

- En Nerbioi (I-N20 e I-N10, Artibai (I-A10), 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 las dioxinas y compuestos similares y los difeniléteres bromados, por lo que esta norma se ha utilizado para realizar el correspondiente cálculo de estado químico de dichas masas (Tabla 12).

- En Lea (I-L10), 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 µg kg^{-1} referidos a peso húmedo. (a- Prioritaria, b- Peligrosa prioritaria, c- Otros contaminantes, NA: no aplicable). Sustancias controladas en biomonitores en 2021.

Nº		Sustancia	Nº: Chemical Abstracts Service.	NCA-biota µg kg^{-1} p.h	Límite de Cuantificación µg kg^{-1} p.h	Observaciones
(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	Hexabromociclodecano (HBCDD)		167	100	
(44)(**)	b	Heptacloro y epóxido de heptacloro	76-44-8/ 1024-57-3	0.0067	0,004	

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

1.5.5.2. Criterio de evaluación

En el apartado D del Anexo I del RDSE se establece 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; la determinación de condiciones de referencia y evaluar el estado y por ende el grado de cumplimiento de objetivos ambientales de forma coherente con lo requerido por la DMA.

En el caso de las aguas de transición y costeras de la CAPV se dispone de protocolos muestreo, de laboratorio y de cálculo de índices y métricas disponibles en la página web de URA[4] y que de forma resumida se presentan en el anexo VIII de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental.

En las aguas costeras los indicadores de calidad biológica para los que se dispone de sistemas de evaluación y condiciones de referencia son: Percentil 90 de clorofila-a (fitoplancton); M-AMBI (macroinvertebrados bentónicos de sustrato blando); índice CFR e índice RICQI (macroalgas). Todos estos indicadores han sido intercalibrados y sus resultados son públicos (European Commission, 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

[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/

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, y presentando únicamente los de fisicoquímica al no estar aún disponibles en la web.

Por otra parte, en el caso del fitoplancton en masas de agua costeras, además de los métodos descritos en el protocolo correspondiente, se estima la concentración de clorofila-a también mediante teledetección, siguiendo una aproximación similar al estudio realizado por Revilla et al. (2012). Los resultados derivados de datos de clorofila de satélite se muestran únicamente 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 $\mu g \cdot L^{-1}$ 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

Teniendo en cuenta que se dispone de varias estaciones de muestro por masa, uno de los problemas que se plantea es determinar cuál es la **valoración global del estado para el conjunto de la masa de agua.**

Para dar solución a este problema se plantea lo siguiente:

- Se realiza la asociación de estación principal a masa de agua (ver la Tabla 191 del Anexo), y las estaciones de control de macroalgas y de peces se han asociado a las estaciones según se expone en la Tabla 191 del Anexo.

- 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 (o la longitud, o el volumen de agua de cada tramo).

- Tenido en cuenta tanto la tipología como la naturaleza de la masa de agua en la que se encuentra la estación de muestreo, para cada una de las estaciones se determina estado o potencial ecológico y estado químico siguiendo los criterios de evaluación de los apartados 1.4 y 1.5 de este informe.

- Cuando para los elementos de calidad biológicos se puede calcular un valor de ratio de calidad ecológica (EQR[5]), la evaluación de ese elemento de calidad a nivel de masa se hace multiplicado dicho EQR por la representatividad de la estación en la masa de agua, sumando todo y determinando un EQR y un estado global, como se puede ver en el ejemplo de la Tabla 13 para los macroinvertebrados en el Urola. En el caso del fitoplancton, la ponderación se realiza sobre el valor del percentil 90 y posteriormente se calcula el EQR de la masa de agua utilizando una condición de referencia propia de la misma (ejemplos de su cálculo pueden verse en el protocolo correspondiente).

Tabla 13 Propuesta de determinación de estado según los macroinvertebrados para el conjunto de una masa, 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 el caso de macroalgas de estuario, para el que no se puede calcular un valor de EQR, las zonas de muestreo se asocian a estaciones de aguas de transición (Tabla 193 del Anexo) 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 (en este caso la E-O10) 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 (por ejemplo, en el caso del Oria, 11 zonas de muestreo).

[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

Tabla 14 Ejemplo de determinación de estado de las macroalgas para una estación de muestreo en el estuario del Oria, 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 otros contaminantes como para 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 (norma de calidad ambiental de la media anual) y la NCA-CAM (norma de calidad ambiental de la concentración máxima admisible). 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 representativo de la masa de agua, no excede de la norma.

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

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

Según la DMA, la valoración global asociada a los indicadores biológicos se corresponde con la peor de las valoraciones efectuadas para cada uno de los indicadores biológicos (el principio ‘uno fuera, todos fuera’). 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 2021

En cuanto al **estado ecológico**[6] en 2021, 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.

- **Estado o potencial ecológico deficiente:** ninguna de las masas de agua se diagnostica en estado ecológico deficiente.

- **Estado o potencial ecológico moderado:** hay siete masas que se encuentran en este estado, Nerbioi interior, Nerbioi exterior, Oka exterior, Oiartzun, Butroe, Lea, y Artibai. En los cuatro primeros casos se debe a que no alcanzan el buen estado físico-químico, debido a algún nutriente, y en el caso del Oiartzun además porque no alcanza el fitoplancton. En los tres últimos casos se debe a los macroinvertebrados, que no han cumplido este año.

- **Buen estado ecológico o buen potencial ecológico:** un total de 10 masas de agua se diagnostican en buen estado ecológico o buen potencial ecológico: 5 de transición natural (Barbadun, Deba, Urola, Oria y Bidasoa), una de transición muy modificada (Urumea) y las cuatro costeras (Cantabria-Matxitxako, Matxitxako-Getaria, Getaria-Higer y Mompas).

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

Un total de dos masas de agua no alcanzan el **buen estado químico** (Tabla 15 y Figura 3). Éstas se corresponden con aquellas más industrializadas, con historia de minería o cuencas industriales, con puertos, o aquellas con saneamiento incompleto, como el Nerbioi interior y exterior. El resto de las masas cumple el buen estado químico, incluidas las tres estaciones de referencia en la plataforma continental vasca.

Los incumplimientos de normas de calidad en 2021 en las dos masas del Nerbioi se han debido a HCH. Esta contaminación es crónica, tal y como se ha visto en muestreos intensivos y extensivos en estas

[6] En el Anexo se pueden ver los datos asociados a cada estación de muestreo para aguas de transición y aguas costeras (Tabla 191).

masas de agua, que confirman estos resultados (Larreta et al., 2021a).

En el caso del Bidasoa, en el pasado ha incumplido por TBT, según trabajos intensivos realizados en esta masa de agua (Larreta et al., 2021b), sin embargo, posteriormente volvió a cumplir. Parece que la tendencia en la concentración se va reduciendo, por lo que es previsible que se mantenga en cumplimiento en el futuro.

Por todo ello, en 2021 un total de 10 masas de agua se diagnostican en **buen estado global.** Son las masas de agua de transición de Barbadun, Deba, Urola, Oria, Urumea y Bidasoa y las cuatro costeras (Cantabria-Matxitxako, Matxitxako-Getaria, Getaria-Higer, Mompás-Pasaia). Por otro lado, Butroe, Oka interior, Oka exterior, Lea, Artibai y Oiartzun 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.

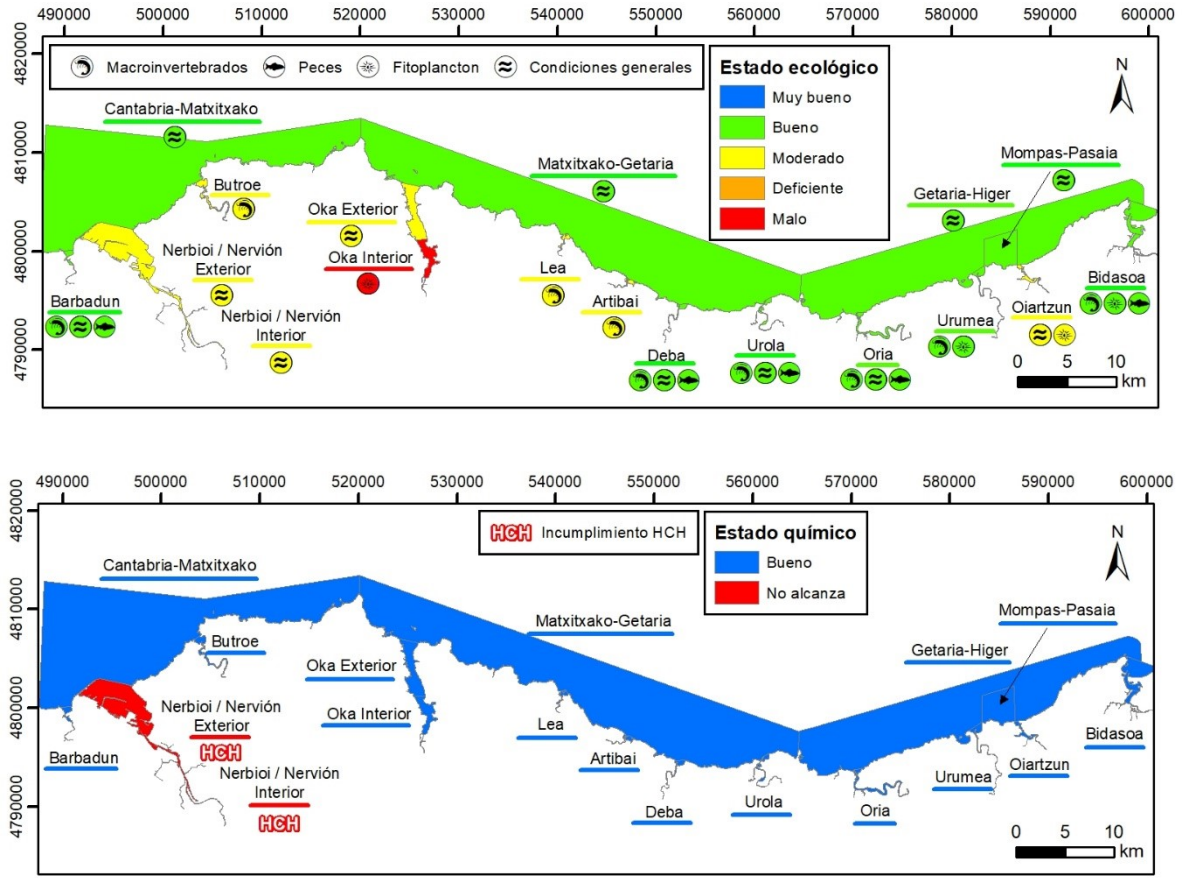


Figura 3 Estado Ecológico y Estado Químico en las masas de agua de transición y costeras (en plano y subrayado en el nombre) de la Comunidad Autónoma del País Vasco, para el año 2021. En cada caso se indican los elementos que han contribuido al estado en concreto, bajo el concepto de “uno fuera, todos fuera”.

Tabla 15 Resumen y el diagnóstico de Estado en 2021. 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), condiciones generales (CG), hidromorfología (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). 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	PB	PB	PB	PMo	PB	PMo	MP	PM	PMo	NA	PqB
Nerbioi Exterior	MP	MP	PB	PB	PB	PMo	MP	PM	PMo	NA	PqB
Butroe	Mo	B	B	B	Mo	B	MB	B	Mo	B	PqB
Oka Interior	D	B	M	MB	M	Mo	MB	Mo	M	B	PqB
Oka Exterior	B	B	B	B	B	Mo	MB	MB	Mo	B	PqB
Lea	Mo		MB	B	Mo	B	MB	B	Mo	B	PqB
Artibai	Mo	B	B	Mo	Mo	B	MB	D	Mo	B	PqB
Deba	B	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
Urola	B	B	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
Oria	B	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B
Urumea	PB	MP	PB	PMo	PB	MP	MP	PD	PB	B	B
Oiartzun	PB	PB	PMo	PB	PMo	PMo	MP	PM	PMo	B	PqB
Bidasoa	B	B	B	B	B	MB	MB	Mo	B	B	B

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

2.2. EVOLUCIÓN DE ESTADO. PERIODO 2016-2021

2.2.1. Análisis por masa de agua

En el periodo 2016-2021 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).

Tabla 16 Resumen de la evolución del diagnóstico de Estado entre 2016 y 2021. Valoración asociada a cada masa de agua de transición y costera de la CAPV. (ver claves en la Tabla 15)

MASA	ESTADO ECOLÓGICO						ESTADO QUÍMICO						ESTADO					
	16	17	18	19	20	21	16	17	18	19	20	21	16	17	18	19	20	21
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
Matxitxako-Getaria	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Cantabria-Matxitxako	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Bidasoa	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Oiartzun	PMo	PMo	PD	PMo	PMo	PMo	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB	PqB
Urumea	BP	BP	BP	BP	BP	BP	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Oria	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	B	B	B	B
Urola	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	B	B
Deba	B	B	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	PqB	B	B	B	B	B
Artibai	Mo	Mo	Mo	Mo	B	Mo	B	B	B	B	B	B	PqB	PqB	PqB	PqB	B	PqB
Lea	B	B	B	B	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB
Oka Interior	D	M	M	M	M	M	NA	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
Butroe	B	B	B	B	B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PqB
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
Barbadun	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Respecto al **estado ecológico**, en el periodo 2016-2021, en las masas costeras hay un buen estado ecológico en toda la serie, cumpliendo en el 100% de los casos (Figura 4). Aunque en Mompás-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.

Por su parte, en las masas de agua de transición en el 45 al 65% de los casos se alcanzan los objetivos en las masas de agua de transición, con incrementos progresivos en el cumplimiento estos últimos años (si bien en 2021 han aumentado las que no cumplen). Oiartzun, Oka interior y exterior y Nerbioi interior no cumplen el estado ecológico ningún año. En cambio, Bidasoa, Urumea, Deba, y Barbadun cumplen todos los años, mientras que el Oria, Artibai, Lea, y Butroe lo hacen todos los años excepto en uno o tres.

La mayoría de los incumplimientos del estado ecológico en los años más recientes se corresponden con moderado estado, excepto en Oka interior (masa sin saneamiento completado, siempre en deficiente o mal estado). En su mayor parte los incumplimientos se deben a la físico-química y a peces, y, en menor medida, por macroinvertebrados y fitoplancton.

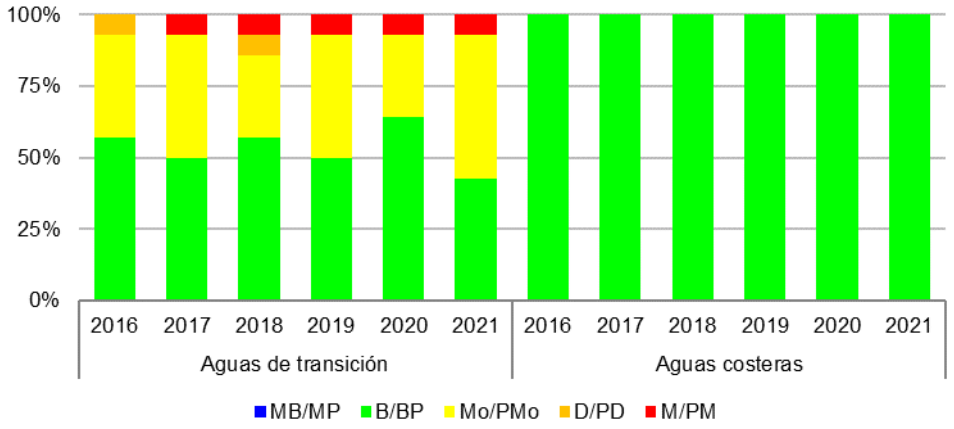


Figura 4 Evolución del estado/potencial ecológico de las masas de agua de transición y costeras. Período 2016-2021. Estado/potencial ecológico: muy bueno/máximo potencial (MB/MP), bueno/buen potencial (B/BP), moderado/potencial moderado (Mo/PMo), deficiente/potencial deficiente (D/PD) y malo/potencial malo (M/PM).

Respecto al **estado químico** las aguas de transición cumplen entre un 70% y un 85% de los casos en el periodo 2016-2021 (Figura 5). Los incumplimientos de normas de calidad de estado químico suelen deberse a picos ocasionales de algunas sustancias como HCH, benzo(g,h,i)perileno + Indeno(1,2,3-cd)pireno, TBT, naftaleno, cadmio, níquel y plomo. Sin embargo, algunas masas de agua de transición no alcanzan sistemáticamente el buen estado químico (Nerbioi interior y exterior), por contaminación crónica de algunas sustancias (HCH). Del resto de las masas de transición, solo han incumplido el estado químico el Oka interior y Deba en 2016. El resto de las masas de agua de transición han alcanzado el buen estado químico estos últimos seis años.

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 2016 el grado de cumplimiento es total.

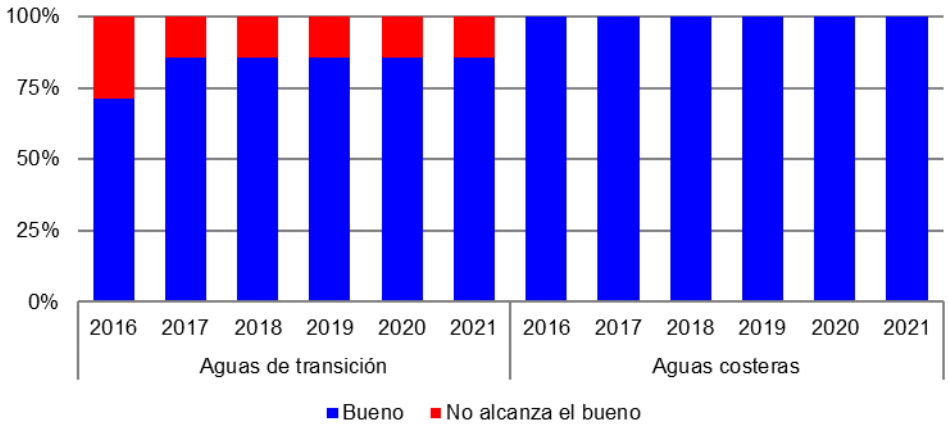


Figura 5 Evolución del estado químico de las masas de agua de transición y costeras. Período 2016-2021.

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, excepto en 2021, y del 100% en masas de agua costeras. Así de las 14 masas de agua de transición sólo el Bidasoa, Urumea y Barbadun han cumplido todos los años del periodo 2016-2021 el estado global. Por su lado, todas las masas de agua costeras alcanzan el buen estado.

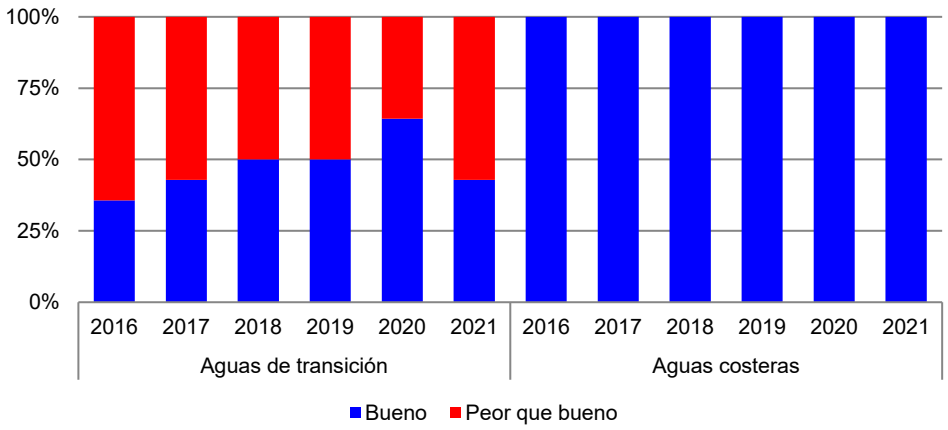


Figura 6 Evolución del estado de las masas de agua de transición y costeras. Período 2016-2021.

Realizando un análisis por indicadores implicados en la evaluación de **estado ecológico** (Tabla 17), que permita interpretar los resultados del '*uno fuera, todos fuera*' anterior, para el periodo 2016-2021 se observa que:

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

- **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, que no se cumplen de manera sistemática. Como se ha

dicho, el Oka es uno de los lugares donde el saneamiento es deficiente y el Oiartzun está en vías de recuperación de una degradación histórica importante. En el caso del Oka interior se observa un empeoramiento progresivo, el hecho de que pase de deficiente a malo puede ser porque anteriormente hubiera una limitación para el crecimiento de fitoplancton debido a turbidez y ahora esa limitación sea menor. Sin embargo, cuando se complete el saneamiento en 2021, se espera una recuperación rápida.

Tabla 17 Indicadores de estado ecológico. Evolución de las masas de agua de transición y costeras. Período 2016-2021. (ver claves en la Tabla 15).

	Macroinvertebrados						Fitoplancton						Macroalgas					
MASA	16	17	18	19	20	21	16	17	18	19	20	21	16	17	18	19	20	21
Getaria-Higer	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Mompas-Pasaia	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	MB	MB	MB
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	B	MB	MB	MB	MB
Bidasoa	MB	B	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Oiartzun	MP	BP	MP	BP	MP	BP	PMo	PMo	PD	PMo	PMo	PMo	BP	BP	BP	BP	BP	BP
Urumea	MP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	PMo	PMo	PMo	PMo	PMo	PMo
Oria	B	MB	MB	B	B	B	MB	MB	MB	B	MB	MB	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Urola	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	B	B	B	B	B	B
Deba	B	MB	B	MB	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Artibai	Mo	Mo	Mo	Mo	B	Mo	B	B	MB	B	MB	B	D	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Lea	MB	B	MB	MB	MB	Mo	MB	MB	MB	MB	MB	MB	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B
Oka interior	B	D	D	MB	B	D	D	M	M	M	M	M	B	B	B	B	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	B	Mo	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B
Nerbioi interior	MP	BP	MP	BP	MP	BP	MP	MP	MP	BP	BP	BP	PD	PD	PD	PD	PD	PMo
Nerbioi exterior	MP	MP	MP	MP	MP	MP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	PD	PD	PMo	PMo	PMo	BP
Barbadun	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	D	D	Mo	Mo	Mo	Mo

	Fauna ictiológica						Condiciones generales						Sustancias preferentes					
MASA	16	17	18	19	20	21	16	17	18	19	20	21	16	17	18	19	20	21
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	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Oiartzun	MP	MP	MP	BP	BP	BP	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Urumea	BP	BP	MP	MP	MP	MP	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Oria	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Urola	B	B	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	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	Mo	Mo	Mo	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Lea							B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Oka interior	Mo	B	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Oka exterior	Mo	B	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	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	MP	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Nerbioi exterior	MP	MP	BP	BP	BP	BP	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	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

- **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 Artibai, 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. 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 Oka interior y exterior. En el Lea, incumple desde 2017, aunque parece deberse a problemas metodológicos, por lo que no se ha tenido en cuenta en la evaluación.

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).

La aplicación del principio '*uno fuera, todos fuera'* requerido por la DMA hace que no se vea una evolución clara, con pequeños incrementos del buen estado en estaciones de transición, por mejoras en algunas masas como el Barbadun, Artibai, Deba, Urola o Bidasoa, aunque el último año hayan aumentado los incumplimientos. En el caso de las estaciones litorales hay también un incremento en las estaciones en buen estado, 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. Las mejoras se ven hasta cierto punto enmascaradas por la aplicación del 'uno fuera', ya que las posibilidades de que uno de los elementos presente un estado inferior a bueno (y que una estación no cumpla) son altas.

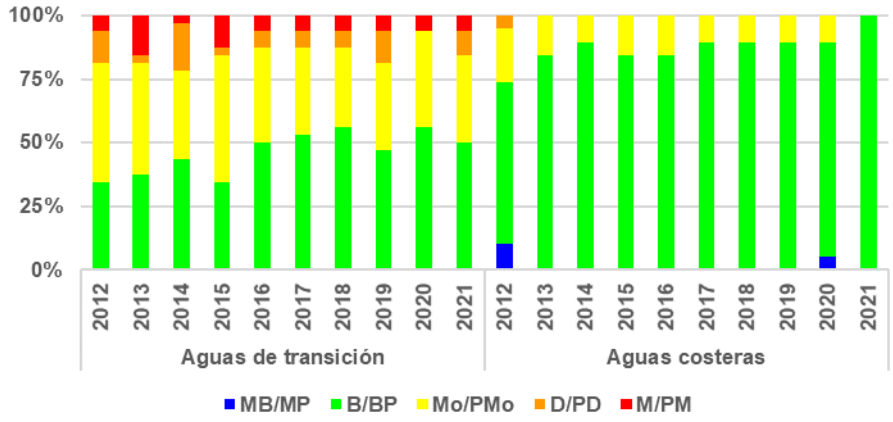


Figura 7 Evolución del estado ecológico en las estaciones de aguas de transición (izquierda) y litoral-plataforma (derecha) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (muy bueno/máximo potencial (MB/MP), bueno/buen potencial (B/BP), moderado/potencial moderado (Mo/PMo), deficiente/potencial deficiente (D/PD) 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 la Red, entre 2012 y 2021. Entre un 56 y un 85% de las estaciones de aguas de transición cumplen el buen estado químico, mientras en las estaciones costeras cumple entre el 80 y 100% de las estaciones, especialmente desde 2018.

Nuevamente hay que decir que, excepto en algunos lugares, como Nerbioi, donde parece haber una situación de contaminación crónica debida a HCH, en el resto de los casos son situaciones puntuales donde algún metal (por ejemplo, Cd, Ni, Pb), algún compuesto orgánico (como algún PAH) o TBT, superan la norma de calidad, pero no se repite sistemáticamente. Esto es una muestra más de que en gran parte es un efecto del principio '*uno fuera, todos fuera'*, que penaliza en exceso la situación de mala calidad.

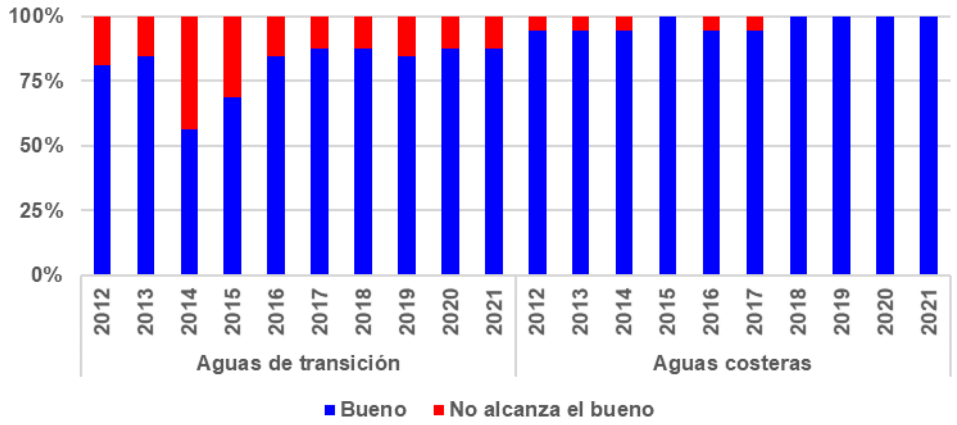


Figura 8 Evolución del estado químico en las estaciones de aguas de transición (izquierda) y litoral-plataforma (derecha) de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

En la Figura 9 y Tabla 195 (ver Anexo) se observa la evolución del **estado global**, en cada una de las estaciones de la Red desde 2012. En las estaciones de aguas de transición el cumplimiento de objetivos de buen estado al comienzo del periodo fue del 50-75%, con una tendencia de incremento hasta los últimos años, en que los niveles de cumplimiento se sitúan por encima del 85%. En las costeras sucede algo similar, pero con niveles de cumplimiento globales superiores, ya que desde 2018 cumple el 100% de las estaciones de control.

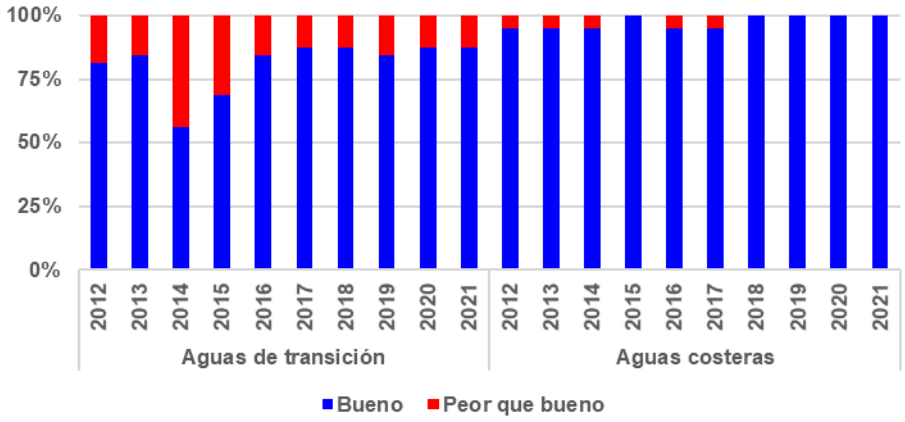


Figura 9 Evolución del estado global en las estaciones de aguas de transición (izquierda) y litoral-plataforma (derecha) de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

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 que el grado de incumplimiento sea elevado.

Esto podría llevar a pensar que la situación ambiental en las masas de agua de transición y costeras del País Vasco está peor de lo que debiera. Sin embargo, esto no es así. Borja et al. (2016) han estudiado todas las variables analizadas en la red de calidad entre 1995 y 2015, con objeto de ver cuántas tendencias hay significativas ($p<0,05$) de mejora o empeoramiento en cada elemento y matriz analizados. En total se analizaron 3247 series (variables x estaciones de muestreo x estado de marea en su caso). En aguas, más del 40% de las series mostraron mejoría, en sedimentos más del 60% y en biota el 100%. En cuanto a los elementos biológicos se observa que el fitoplancton muestra algunos

empeoramientos, sin embargo, en macroinvertebrados, M-AMBI mejora en más del 40% de las series, y en peces mejoran todas las variables.

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 por la Red 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 197 (ver Anexo) se observa la evolución de la calidad fisicoquímica en aguas, entre 1999 y 2021, en cada una de las estaciones de la Red. 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 estado desde 2011. En el caso de aguas de transición, casi el 75% de las estaciones está en muy buen estado o buen estado.

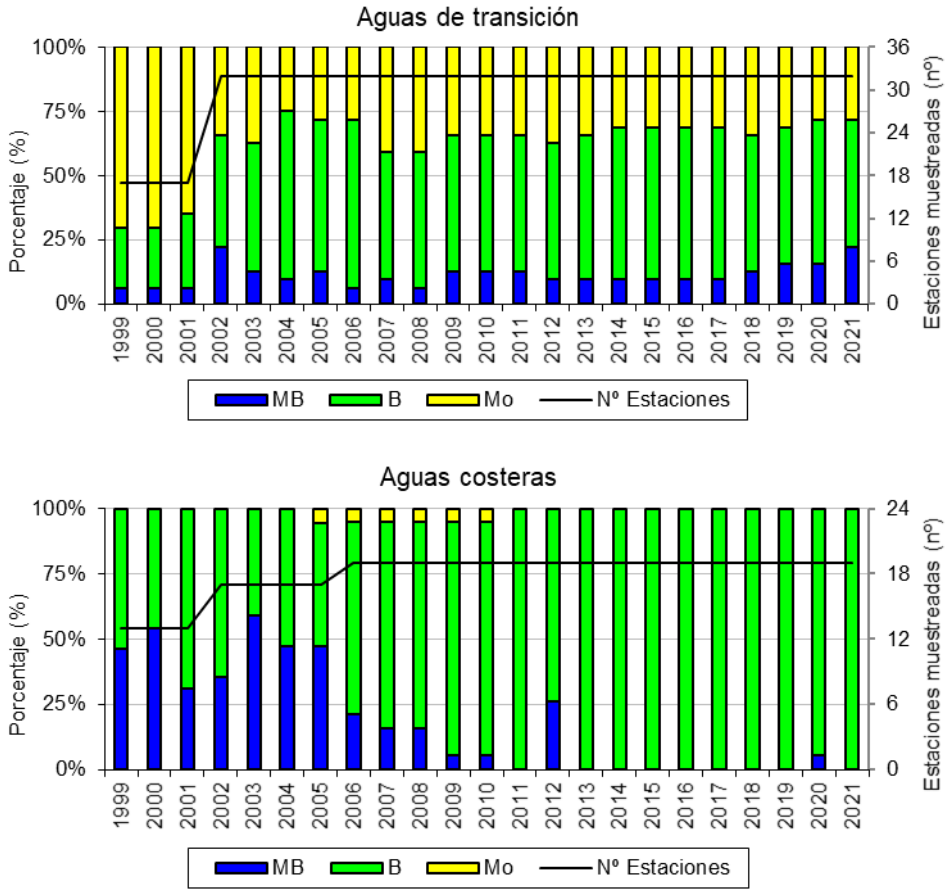


Figura 10 Evolución de la calidad fisicoquímica en los estuarios (arriba) y litoral-plataforma (abajo) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado o peor), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra).

2.3.2. Fitoplancton

En la Tabla 198 (ver Anexo) y Figura 11 se observa la evolución del fitoplancton, entre 2000 y 2021, en cada una de las estaciones de la Red.

La evolución positiva se manifiesta en aguas costeras donde todas las estaciones de control cumplen objetivos medioambientales desde 2003, mientras que en estuarios 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, tanto los empeoramientos como las mejoras se deben principalmente a vertidos de nutrientes (en el primer caso) o a saneamiento y depuración (en el segundo).

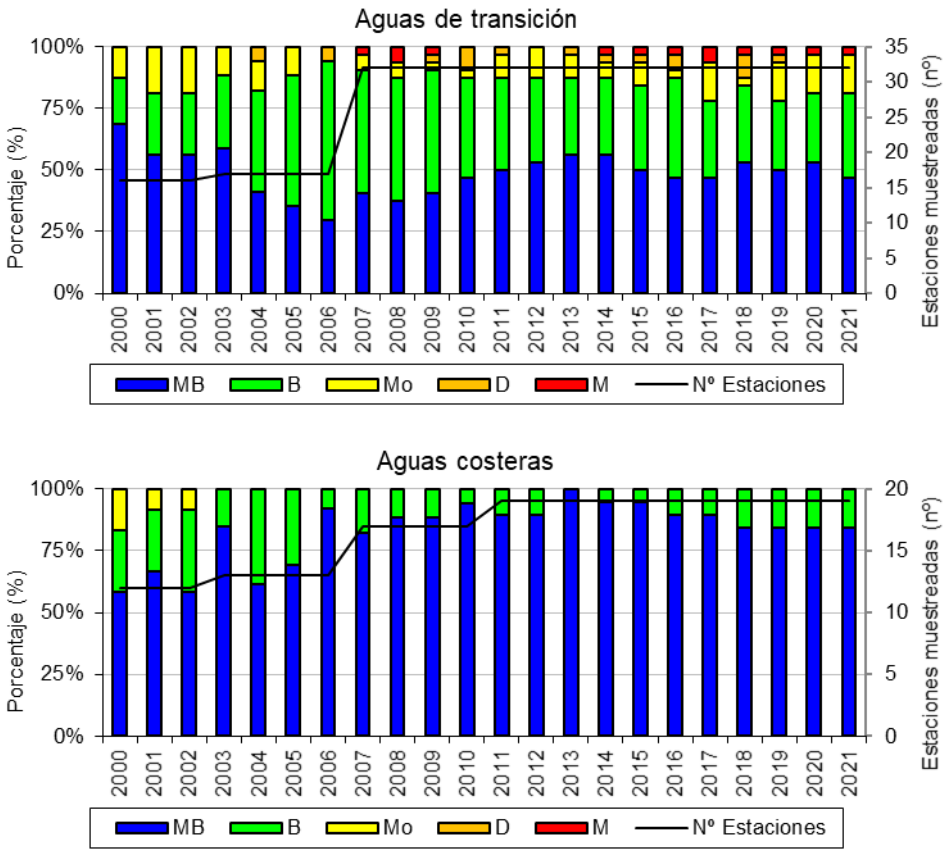


Figura 11 Evolución de la calidad del fitoplancton en los estuarios (arriba) y litoral-plataforma (abajo) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra).

2.3.3. Macroalgas

En la Tabla 199 (ver Anexo) y Figura 12 se observa la evolución de las macroalgas, entre 2002 y 2021, en cada una de las estaciones de la Red. 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. Hay que hacer notar, que todos los periodos son completos, pero en el último (2020-2021*), que correspondería a 2020-2022, se ha incluido las últimas valoraciones disponibles (2019-2021).

En general, en las masas de agua 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 llegando a superar el 50% en 2020-2021. Hay que recordar que las macroalgas no son un elemento adecuado para la evaluación en los estuarios objeto de estudio, por lo que no se utilizan en la evaluación general.

El diagnóstico asociado a masas de agua costeras parece haber mejorado sobre todo desde el periodo 2008-2010 al periodo 2020-2021. 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, tanto los empeoramientos como las mejoras se deben principalmente a vertidos de nutrientes y dragados (en el primer caso) o a saneamiento, depuración y recuperación de hábitats (en el segundo).

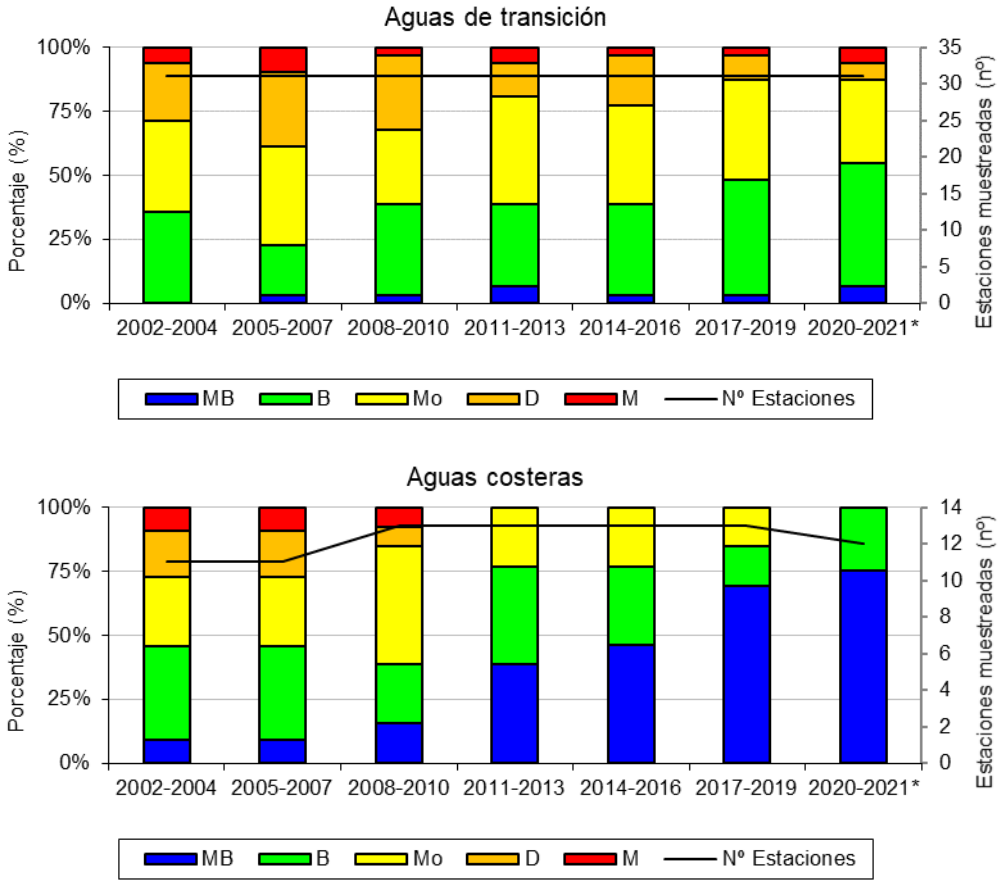


Figura 12 Evolución de la calidad de las macroalgas en los estuarios (arriba) y litoral (abajo) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra). Nota: 2020-2021* corresponde a los años 2019-2021.

2.3.4. Fauna bentónica de invertebrados

En la Figura 13 y Tabla 200 (ver Anexo) se observa la evolución de los macroinvertebrados, entre 1995 y 2021, en cada una de las estaciones de la Red. En general, y al igual que sucede con otros elementos, se asiste a una mejora en la calidad de algunas estaciones y masas de agua.

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 los estuarios. Se ha pasado de un cumplimiento del 50-60% en 1995 al 70-80% en 2016-2020, aunque con un empeoramiento en 2021 (68% cumplen). Las estaciones en mal estado son ahora solo un 3% del total, mientras que las moderadas son el 16%. En aguas de transición es reseñable la mejora detectada en el caso del Nervión, el Oria y Urola, aunque aún hay lugares que deben mejorar, como Artibai o las partes internas del Oka, 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.

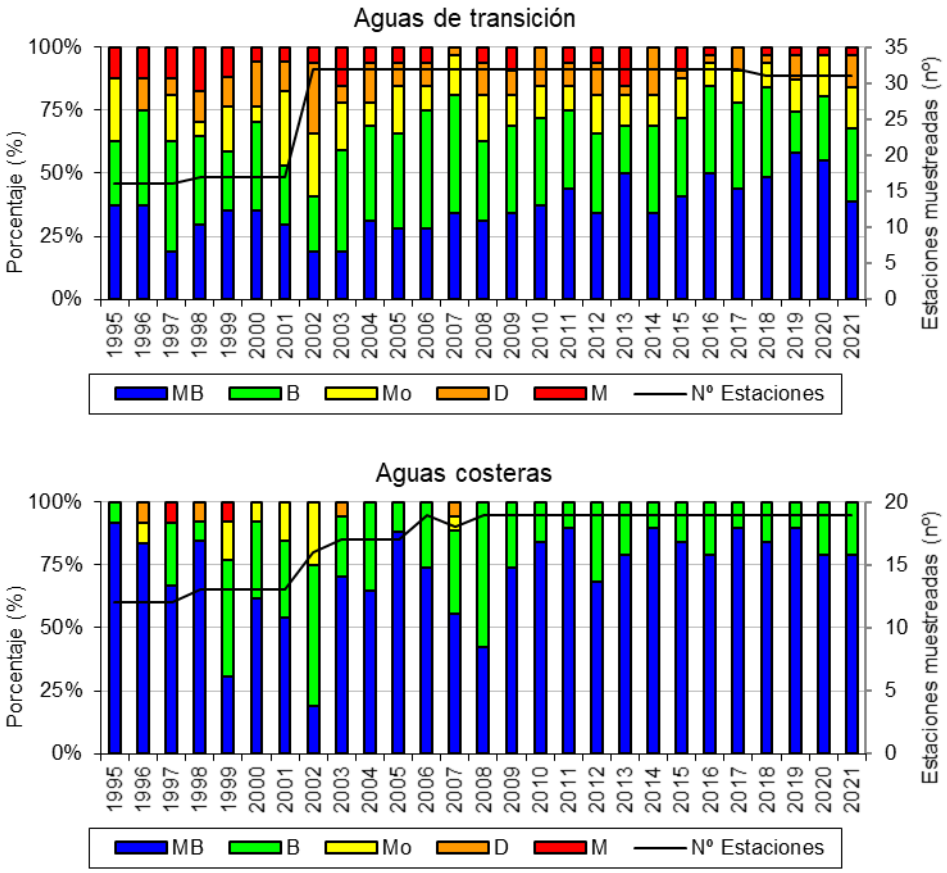


Figura 13 Evolución de la calidad del bentos en los estuarios (arriba) y litoral-plataforma (abajo) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra).

2.3.5. Fauna ictiológica

En la Tabla 201 (ver Anexo) y Figura 14 se observa se observa la evolución del indicador fauna ictiológica en aguas de transición, entre 2002 y 2021, en cada una de las estaciones de la Red. 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. Hay que hacer notar, que todos los periodos son completos, pero en el último (2020-2021*), que correspondería a 2020-2022, se ha incluido las últimas valoraciones disponibles (2019-2021).

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 2011-2021.

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 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.

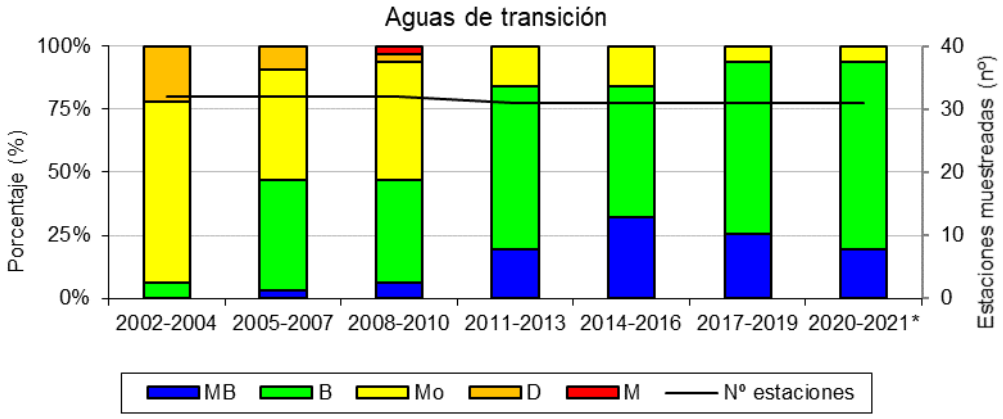


Figura 14 Evolución de la calidad de los peces en los estuarios de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra). Evaluación trienal de las estaciones de la Red de Calidad. Nota: 2020-2021* corresponde a los años 2019-2021

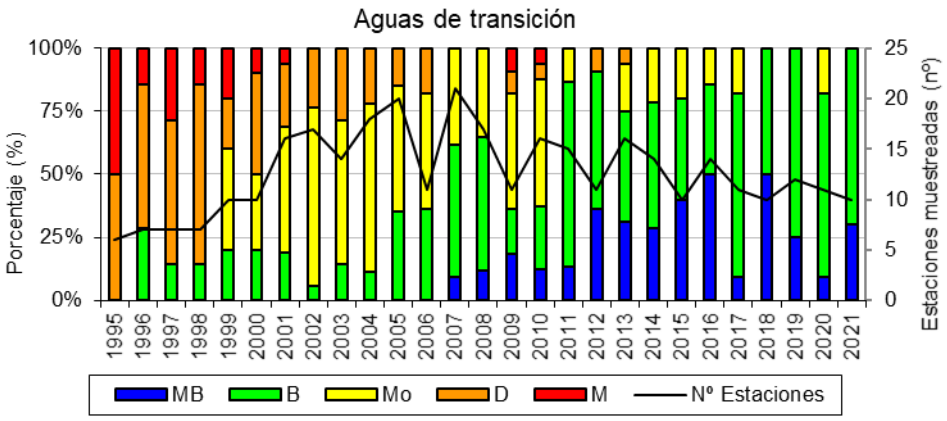


Figura 15 Evolución de la calidad de los peces en los estuarios de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MB: Muy Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente y M: Malo), junto con el número de estaciones muestreadas anualmente (línea negra). Resultados de la Red de Calidad, más las del Consorcio de Aguas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

2.4. CONCLUSIONES

En relación con la **campaña de 2021** se debe destacar que se dispone de sistemas de evaluación y de programas de seguimiento del estado que permiten una evaluación homogénea y acorde con el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, que establece los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad.

En **2021** se ha diagnosticado que 8 de las 18 masas de agua objeto de este trabajo se encuentran en un estado ecológico peor que bueno (Oka interior en estado malo, y Nerbioi interior y exterior, Butroe, Oka exterior, Lea, Artibai y Oiartzun en estado moderado). Son masas en las que no hay saneamiento completo (Oka) o han estado degradadas y están experimentando una recuperación que aún no ha alcanzado el buen estado (Oiartzun). Debido a ello, el incumplimiento se da en el elemento fitoplancton y en la físico-química. Por tanto, actualmente 10 de las 18 masas están en buen estado ecológico. Son masas que, o bien no han tenido problemas importantes en el pasado (las costeras), o se ha ido completando el saneamiento y se ha dado una mejoría en ellas.

En cuanto a la evaluación de estado químico, en **2021** un total de dos de las masas (Nerbioi interior y exterior) no alcanzan el buen estado químico. Éstas se corresponden con masas más industrializadas, con historia de minería o cuencas industriales, con puertos (es decir, con cierta cronicidad en la contaminación por metales o compuestos orgánicos).

Además de las razones arriba indicadas para el cumplimiento o no del estado ecológico o químico, hay que hacer notar que el principio '*uno fuera, todos fuera'* penaliza especialmente el hecho de analizar muchas variables químicas (la posibilidad de que una no alcance el buen estado se multiplica). En 2021 cuando no se alcanza el buen estado químico se debe más a una situación crónica de contaminación (como el Nerbioi) que a una situación puntual en la que una u otra variable ha superado en un momento dado el objetivo de calidad.

Respecto a la evolución del estado en la serie histórica debe indicarse que se ha analizado el **periodo 2016 a 2021**. El planteamiento de programas de seguimiento estables durante este periodo permite un análisis de tendencias.

En el periodo analizado, las masas de agua costeras presentan un estado ecológico bueno. Por otro lado, las masas de agua de transición van presentando un grado creciente de cumplimiento, aunque Oiartzun, Oka interior y exterior, y Nerbioi interior incumplen los 6 años del periodo de estudio, Nerbioi exterior y Urola incumplen 4 años, Artibai incumple 3 años, mientras que el resto o bien cumplen todos los años o solo lo incumplen uno o dos años.

Debido a la aplicación del principio '*uno fuera, todos fuera'* se observa solo una ligera evolución hacia la mejoría, de manera que el estado global (el peor del ecológico y el químico) se cumple en un rango que varía del 45% al 55% en las masas de estuarios y del 100% en las masas de agua costeras.

Según nuestro diagnóstico, las masas de agua costeras y de transición del País Vasco han experimentado una gran mejoría entre 1995 y 2021, como se demuestra a partir de múltiples variables y elementos biológicos y químicos estudiados. Esto ha resultado a partir de las medidas de saneamiento en las cuencas, estuarios y zonas costeras. Sin embargo, aún existen masas sin saneamiento completado que conducen a situaciones peor que buenas (ej. Oka). En el resto, cuando no se alcanza el buen estado, se debe principalmente a una situación crónica de contaminación, que necesitará medidas (ej. Nerbioi, Oiartzun).

3.

Masa de agua de transición del Barbadun

3.1. RESUMEN ESTADO

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 2021 se ha analizado una estación de biomonitores (moluscos). Las posiciones de todas ellas se observan en la Figura 16.

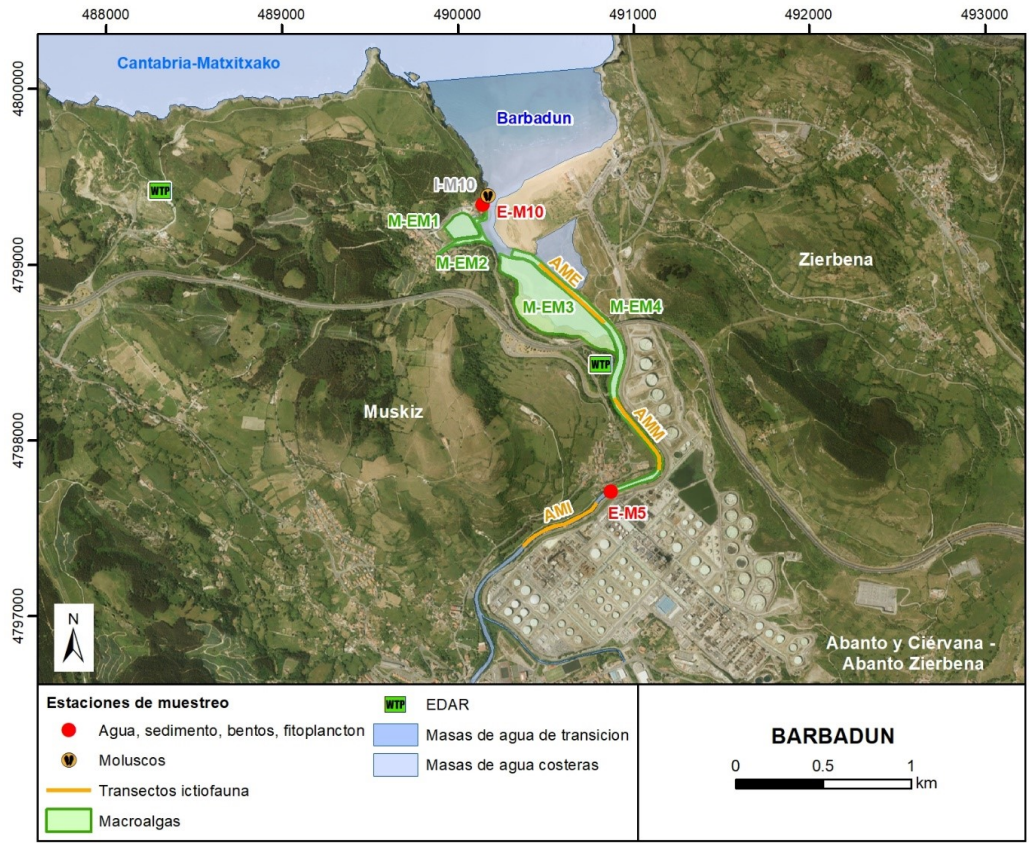


Figura 16 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Barbadun.

La masa de agua de transición del Barbadun se diagnostica en la campaña 2021 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 interna), los peces y las condiciones generales los que determinan el buen estado, mientras que el fitoplancton se encuentra en muy buen estado.

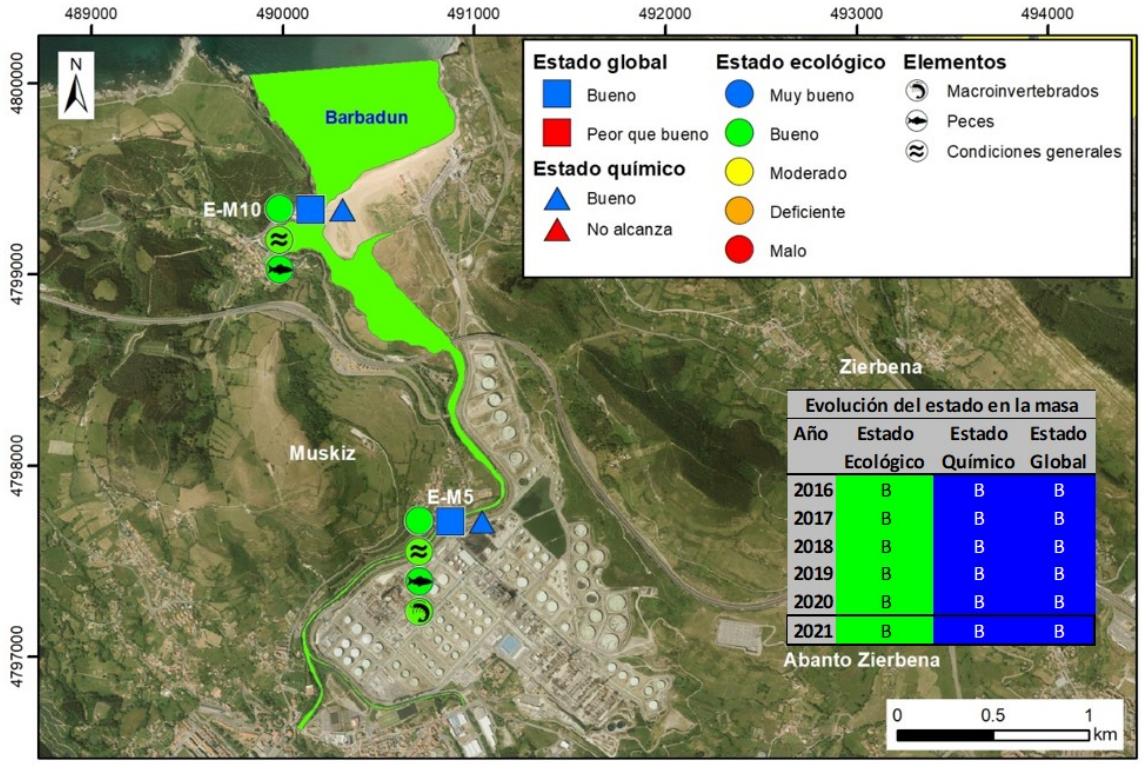


Figura 17 Masa de agua de transición del Barbadun: Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 18 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Barbadun en 2021. (Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). 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)	B	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
E-M10	Pobeña (puente) (Barbadun)		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 físico-químicos 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.

3.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

3.2.1. Aguas

3.2.1.1. 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 2021, 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		93,46	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤34,3	1,6	4,15	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤121,3	1,6	46,32	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤3,39	0,16	0,58	Muy Bueno
E-M10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		99,16	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤18,6	1,6	4,81	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤52,3	1,6	16,61	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤1,82	0,16	0,34	Muy Bueno

Además, las condiciones fisicoquímicas generales determinadas mediante el percentil 25 del PCQI, calculado para el periodo de seis años entre 1995 y 2021, 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 bueno en la actualidad, muy cercano al muy bueno (Figura 18).

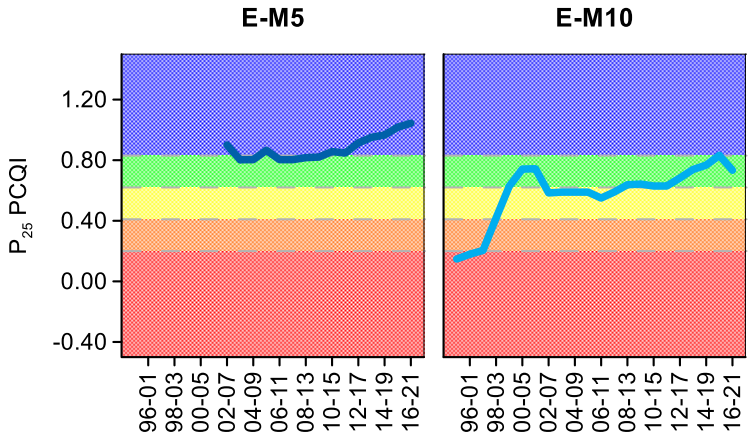


Figura 18 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI), calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021, de las estaciones de muestreo E-M5 y E-M10 de la masa de agua de transición del Barbadun. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: 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 2021.

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 2021 (Figura 19).

En el caso de la estación de la desembocadura (E-M10), si bien al comienzo de la serie, de 1994 a 1998, se registran incumplimientos del objetivo de calidad del amonio y fosfato, se constata una mejoría 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 27 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.

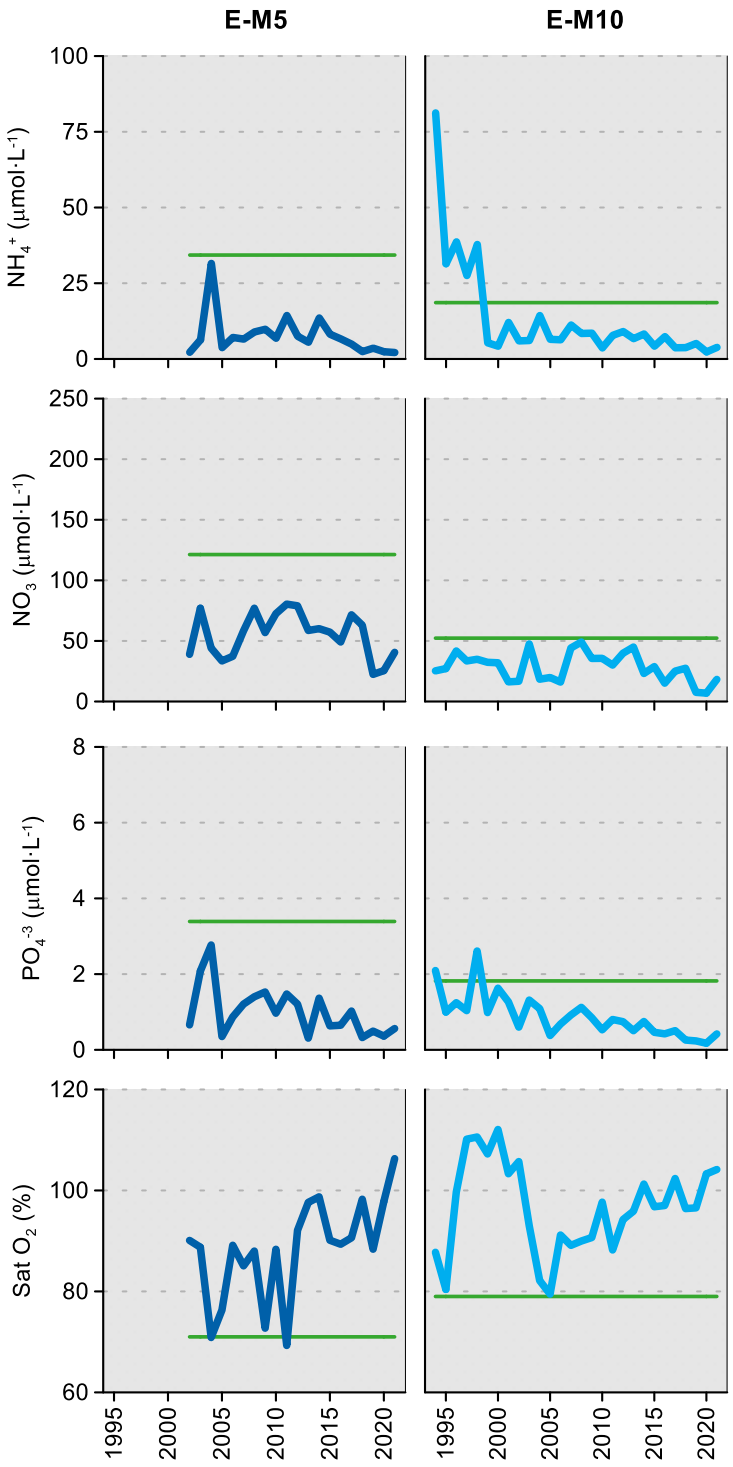


Figura 19 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadun en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

3.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2021 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 2021. LC: Límite de Cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-M5	E-M10	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	14	10	Muy Bueno
	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico determinada en 2021 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 2021. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-M5	E-M10	Global
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0005	-	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-CMA Agua	0,02	0,0005	-	<LC	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	<LC	0,0008	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<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).

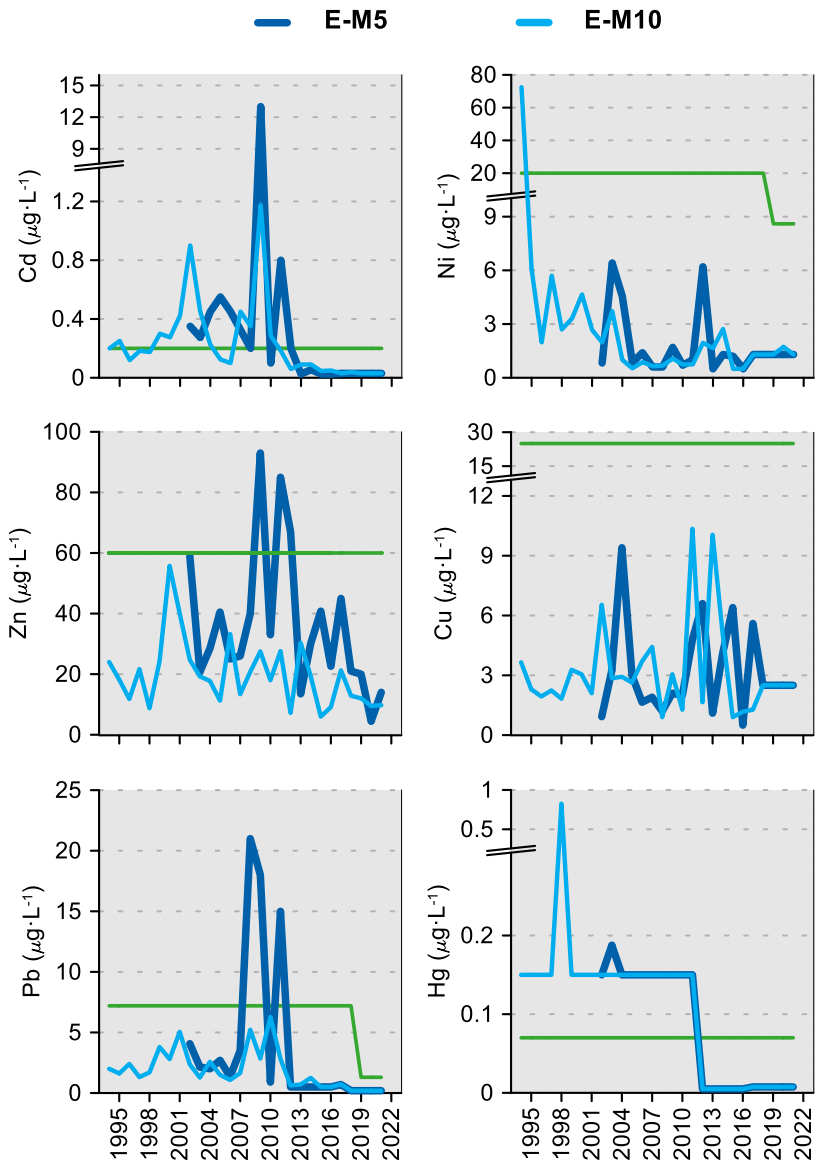


Figura 20 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Barbadun en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

3.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2021, los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero en ambas estaciones. Los resultados se presentan en la Tabla 22. Ambas estaciones presentan un sedimento fundamentalmente arenoso, con un contenido en materia orgánica similar, donde la estación más interna (E-M5) presenta mayor porcentaje de limos (Tabla 22).

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 $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Barbadun en la campaña de invierno de 2021.

E-M5 (Fecha de muestreo: 02/02/2021)				E-M10 (Fecha de muestreo: 02/02/2021)			
Gravas (%)	0,11	Cd	0,19	Gravas (%)	0,11	Cd	0,2
Arenas (%)	86,65	Cr	22	Arenas (%)	99,79	Cr	17
Limos (%)	13,24	Cu	34	Limos (%)	0,1	Cu	72
MO (%)	1,72	Hg	0,06	MO (%)	1,94	Hg	0,07
Eh (mV)	222	Ni	18	Eh (mV)	355	Ni	25
		Pb	23			Pb	76
		Zn	107			Zn	214

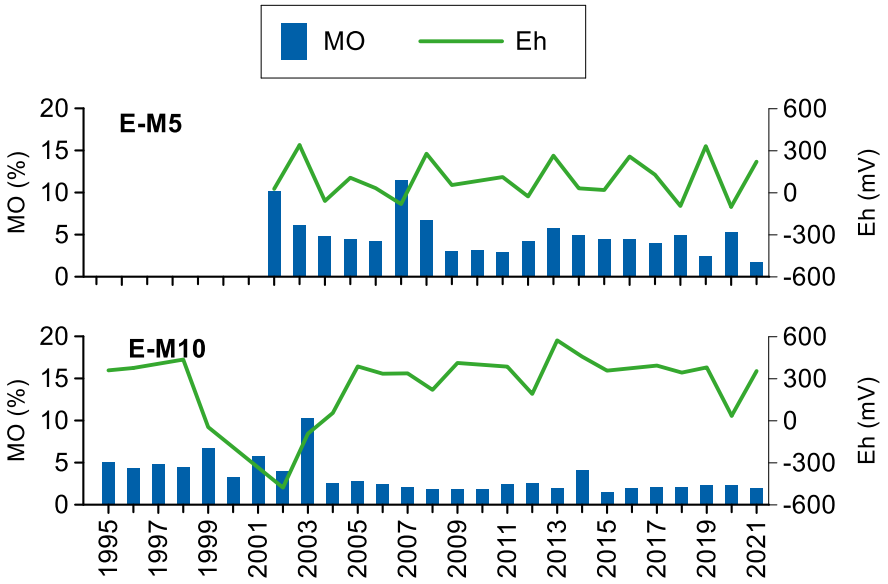


Figura 21 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Barbadun (muestreos de invierno).

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 elevada 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) y de Cr en la E-M5 en 2020. En relación con el análisis de tendencias a largo plazo, y teniendo en cuenta el período representado en la Figura 22, en la estación E-M5 se observa una tendencia ascendente estadísticamente significativa en las concentraciones de Cr ($p<0,05$) y en la estación E-M10 la tendencia ascendente estadísticamente significativa en las concentraciones de Pb ($p<0,05$).

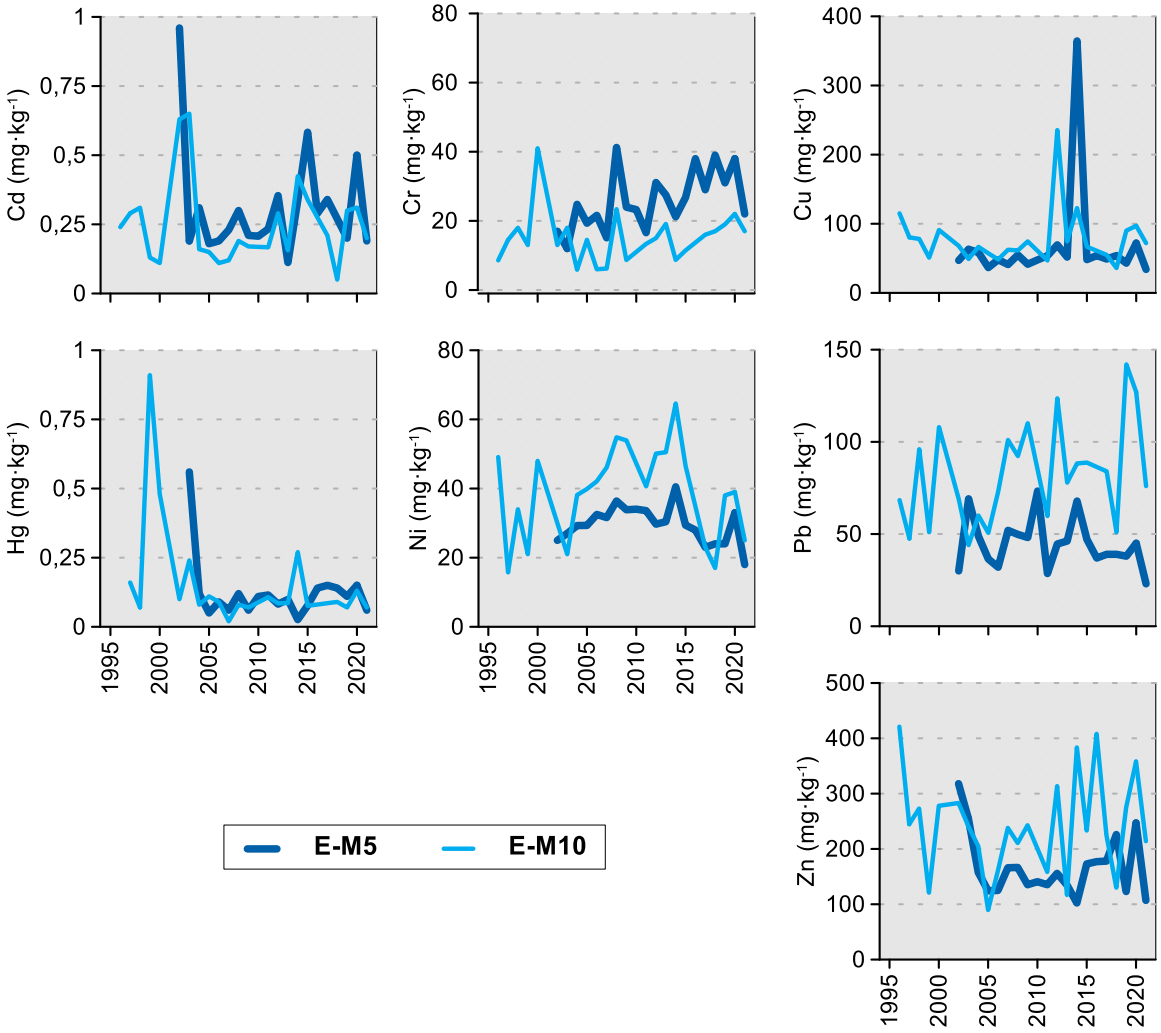


Figura 22 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Barbadun (muestreos de invierno).

3.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2021, 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 buenos indicadores 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 2021, 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	0,354	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

3.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

3.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a en 2021** osciló entre 0,38 y 23,19 µg·L^{-1}. El máximo se observó en primavera durante la bajamar, aunque hubo un pico muy similar en pleamar (20,51 µg·L^{-1}). Como viene siendo habitual, estos se encontraron en la estación de cabecera (E-M5) y con baja salinidad (Figura 23).

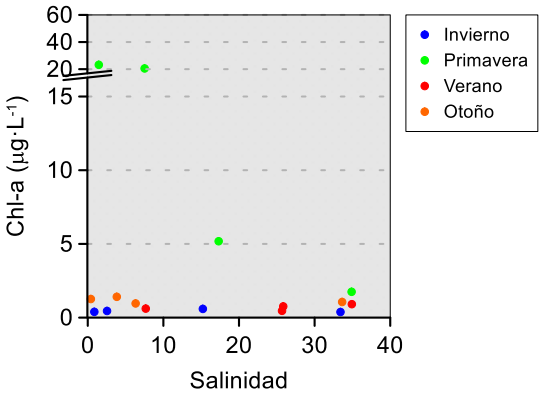


Figura 23 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Barbadun en las cuatro épocas de estudio durante 2021. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

Aunque las concentraciones de clorofila observadas el 5 de mayo de 2021 son elevadas, es probable que no reflejen una alta presión antrópica, sino una situación prolongada de baja descarga fluvial que habría hecho que aumentara el tiempo de residencia en la cabecera del estuario. De hecho, la precipitación acumulada registrada en el Observatorio de Loiu de AEMET para los meses de marzo y abril (40 y 48 mm) estuvo muy por debajo de la media de los mismos meses en el periodo 1991-2020 (97 mm). Además, en mayo, durante los cuatro días anteriores al muestreo no llovió en absoluto y tanto la insolación, como la temperatura máxima del aire fueron en ascenso.

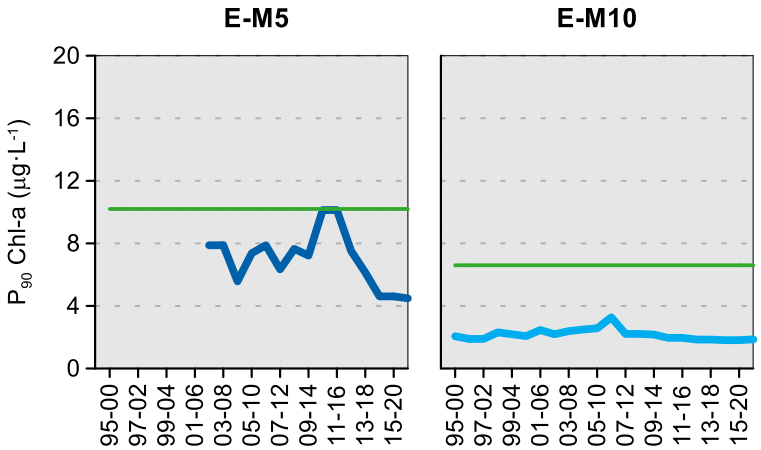


Figura 24 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Barbadun. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: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

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, que como se acaba de explicar más arriba, influyen de manera importante sobre el fitoplancton.

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**, en 2020 y 2021 no se tomaron muestras en esta masa de agua. Como puede verse en informes previos, desde 2015 se han registrado pocas floraciones. Especies que han destacado en abundancia (del orden de 10^5 células·L^{-1}) han sido, por ejemplo, la euglenofícea *Eutreptiella marina* y las criptofíceas *Hemiselmis* spp. y *Tetraselmis* spp. en la estación E-M5.

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 = 1,149).**

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
2016-2021	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%).

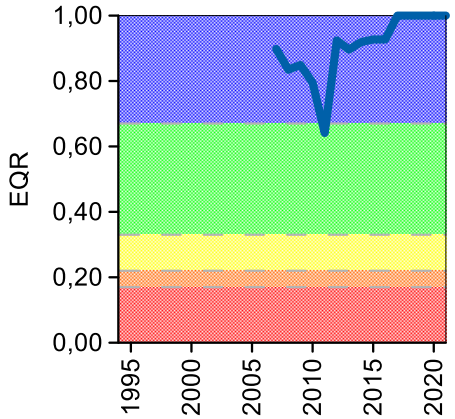


Figura 25 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Barbadun a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality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

3.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

En la presente campaña de 2021, como en las anteriores campañas realizadas trienalmente desde 2003, la Masa de Agua de Transición del Barbadun se dividió en cuatro zonas distintas para la evaluación de las macroalgas presentes (Figura 16).

La composición de las comunidades vegetales presentes en 2021 en las plataformas intermareales y en los canales entre ellas, es similar a la descrita en el informe correspondiente a la campaña de 2018 (Borja *et al.*, 2019). Sin embargo, es importante destacar las menores coberturas algales en algunas de las zonas analizadas.

Así, en la Zona 1 (la más exterior y que corresponde a las marismas de Pobeña), no se han identificado especies algales (sí vegetación halófita característica de marisma), y en la Zona 2, la cobertura algal del tramo de muro orientado hacia la playa de La Arena disminuyó del 90% de 2018 al 10% de la presente campaña de 2021. También en la Zona 4, correspondiente al cauce principal del río se observan menores coberturas.

Como excepción a esta reducción generalizada, en la Zona 2 destaca el desarrollo de un cinturón dominado por *Caulacanthus ustulatus* entre el cinturón de clorofíceas característico de la zona y otro cinturón de rodofíceas (*Bostrychia scorpioides* y *Catenella caespitosa*) que se sitúa a un nivel más elevado. Del mismo modo, también en la Zona 3 (marismas de Areño) se observa un mayor desarrollo (formando manchas dispersas) de *Vaucheria* sp. y de clorofíceas laminares del género *Ulva*, y la presencia de una banda de *Gracilaria* sp. en el canal principal, así como de ejemplares aislados de *Fucus spiralis spiralis*. Por último, se observa un incremento de las coberturas de clorofíceas filamentosas del género *Ulva* en la orilla derecha (Zona 4).

En la Tabla 25 se muestran los resultados obtenidos en la presente campaña 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 25 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las zonas de la Masa de Agua de Transición del Barbadun (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).

	ZONA			
Indicadores	M-EM1	M-EM2	M-EM3	M-EM4
R	1	5	3	1
Ct	5	1	5	3
Cr	1	3	1	1
V/R	1	5	3	1
Suma	8	14	12	6
TMI_{zona}	0,25	0,63	0,50	0,13
Superficie (m^2)	2.000	3.000	17.000	7.500
Superficie relativa (% zona)	0,40	0,60	0,69	0,31
Estación	E-M10		E-M5	
$TMI_{estación}$	0,475		0,385	
Superficie relativa (% estuario)	0,07	0,10	0,58	0,25
$TMI_{estuario}$	0,400			

La calificación obtenida en 2021 es de Estado Bueno para la zona M-EM2, Estado Moderado para la zona M-EM3, Estado Deficiente para la zona M-EM1 y Estado Malo para la zona M-EM4 (Tabla 25). La cobertura de especies indicadoras de contaminación es, en general, moderada a baja, pero, a excepción de las dos zonas centrales, el resto de los indicadores presenta valores negativos (riqueza y cobertura de algas no indicadoras de contaminación bajas, y ratio de algas verdes frente al resto, alto). Con estos resultados, las dos estaciones que quedan representadas por las zonas analizadas (E-M5 y E-M10) y, por tanto, el global de la masa de agua presentan **Estado Moderado**. Sin embargo, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

3.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un **tramo interno** en el que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se encuentra dominada por el gasterópodo *Peringia ulvae* y por el isópodo *Cyathura carinata*, con una densidad total (440 ind·m^{-2}) inferior al promedio del seguimiento de la estación (585 ind·m^{-2}) y una riqueza específica (9 *taxa*) en el rango de las estimadas en campañas previas (Tabla 26). 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 *P. ulvae* y *C. carinata*, en este caso concreto), hace que la estación quede calificada como ligeramente alterada en términos de AMBI (3,1).

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

Parámetro	Unidad	E-M5	E-M10
Densidad	(ind·m^{-2})	440	12
Biomasa	(g·m^{-2})	2,550	0,013
Riqueza	(*# taxa*)	9	2
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	1,67	0,50
Equitabilidad densidad		1,36	0,68
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	0,53	0,50
Equitabilidad biomasa		0,43	0,68
Diversidad máxima	(bit)	3,17	1,00
AMBI		3,097	1,625
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera
M-AMBI$_{estación}$		0,721	0,494
M-AMBI$_{global}$		0,507	

En el **tramo más exterior**, en cambio, se han registrado valores bajos de densidad y de riqueza específica (12 ind·m^{-2} y 2 *taxa*, respectivamente), los menores de la presente campaña. Se trata de una estación en la que es habitual encontrar bajas densidades y riquezas específicas. Sin embargo, se considera que no existen presiones antrópicas que justifiquen esto; más bien las causas de esta pobreza posiblemente estén relacionadas con el pequeño tamaño del estuario y con la inestabilidad del sedimento, debida al fuerte hidrodinamismo de la zona, lo que dificulta el establecimiento de comunidades maduras en el sedimento, formado por arenas muy móviles. Este hecho puede corroborarse debido a la presencia de especies como *Eurydice naylori*, propia de playas batidas. De hecho, la presencia exclusiva de una especie indiferente y otra tolerante a la alteración permite que la estación quede calificada, en términos de AMBI como ligeramente alterada (AMBI=1,6).

Los valores de M-AMBI estimados para 2021 indican **Buen Estado** para la estación interior y **Estado Moderado** 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, mientras que algunos mínimos puntuales pueden relacionarse con las obras de restauración que se realizaron en las instalaciones de CLH.

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 últimas campañas (2017-2021) la estación presenta 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 dificulta el establecimiento de comunidades maduras y explica la baja densidad y riqueza específica de la zona, que hacen que pequeñas variaciones absolutas impliquen cambios relativos importantes. En anteriores informes se ha estudiado este cambio en relación con el hidrodinamismo y se ha visto que el oleaje explica un 34% de la variabilidad del índice en esta estación. Es por ello por lo que se sugirió no tener en cuenta esta estación en la evaluación del estado en 2015 y 2016, y se sugiere no tenerla en cuenta tampoco en las campañas posteriores, incluida la presente campaña de 2021. Además, en 2022 se procederá a desplazar la estación de muestreo algo hacia el interior del estuario, evitando la variabilidad natural de la actual estación.

Por tanto, para la calificación global de la masa de agua, en 2021 se considera únicamente la estación interior, lo que permite que se alcance el **Buen Estado**.

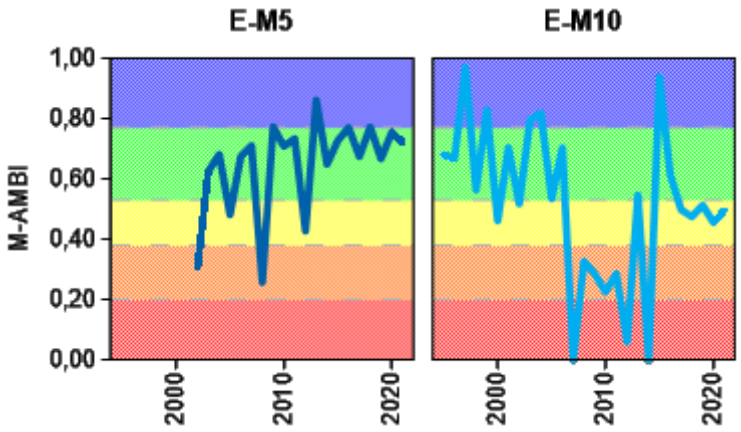


Figura 26 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua de Transición del Barbadun a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado). En la estación E-M10 la evaluación se encuentra limitada a Estado Moderado en las cinco últimas campañas (2017-2021) probablemente por causas naturales, por lo que se sugiere no tener en cuenta estos resultados para la evaluación del Estado a nivel de la masa de agua.

3.3.4. Fauna ictiológica

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2021 (muestreos realizados trienalmente desde 2002), analizándose los datos obtenidos mediante la metodología actualizada explicada en el Tomo 1. Además de los datos propios de la "Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV" (2003, 2006, 2009, 2012, 2015 y 2018), en este estuario disponemos también de los datos pertenecientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia entre los años 1990 y 2002.

En todos estos años han sido identificados 32 taxones, 20 de peces y 12 de crustáceos. Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición. Tal y como se muestra en la Figura 27, la frecuencia de aparición de las especies difiere año a año, presentando un máximo de

riqueza los últimos años y un mínimo a mediados de la década de los noventa.

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

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

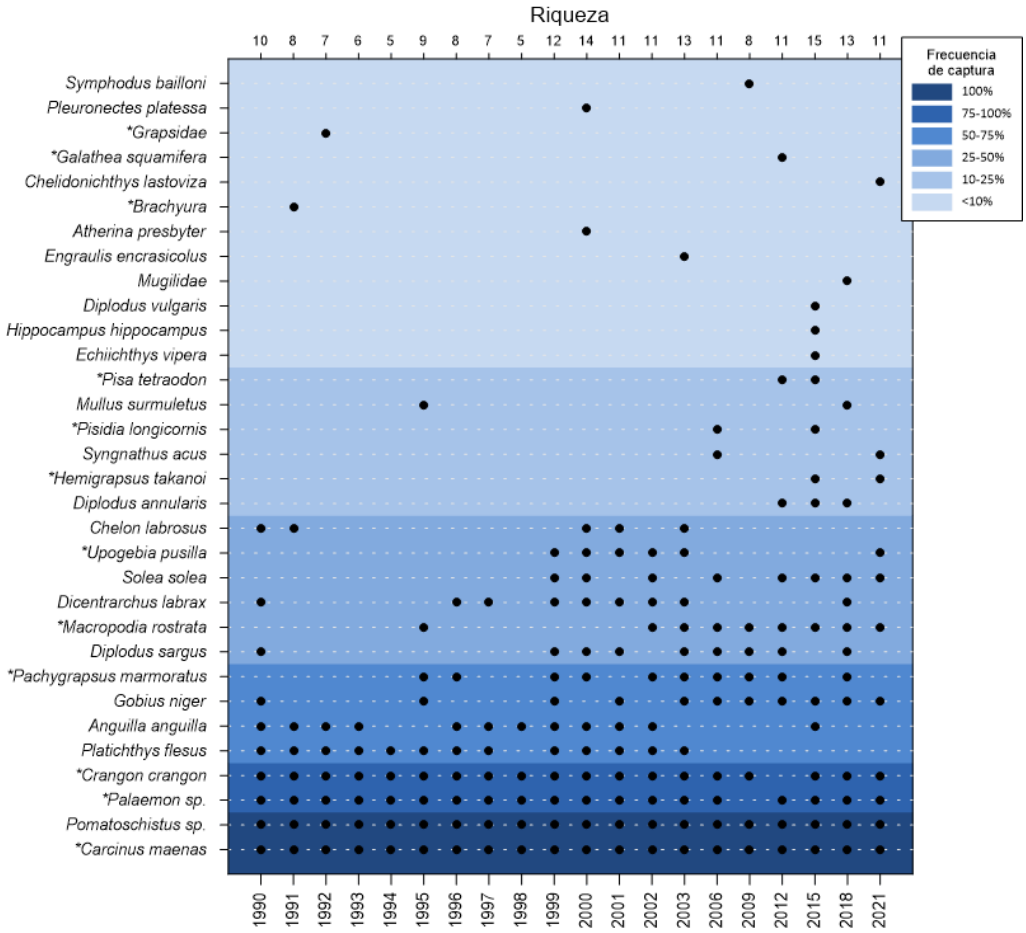


Figura 27 Listado de especies capturadas en el estuario del Barbadun (1990-2021). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El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

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

Se puede apreciar también que, en la mayoría de las ocasiones, se ha recogido un mayor número de individuos de crustáceos que de peces. Los grandes picos de abundancias detectados en las tres

estaciones corresponden a la captura máxima de cangrejos verdes, quisquillas comunes y cabuxinos.

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

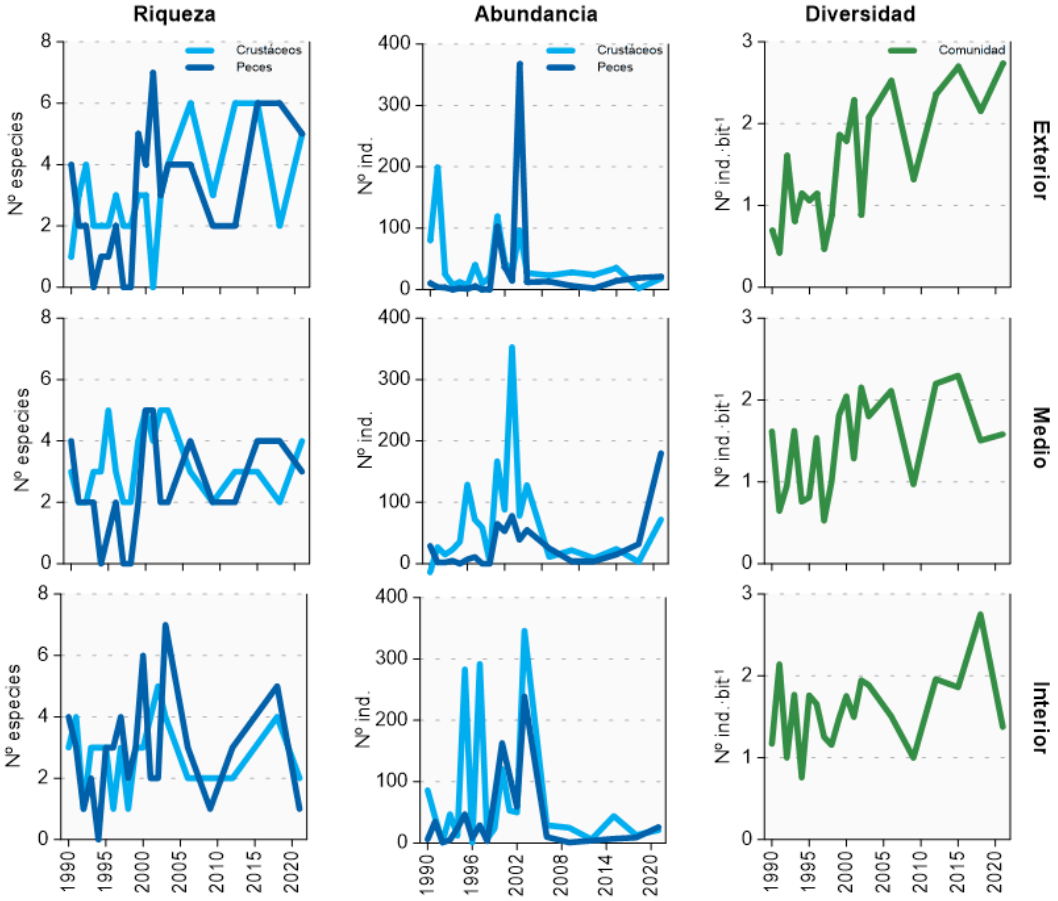


Figura 28 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Barbadun entre 1990 y 2021.

De acuerdo a los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2021 la valoración global de la masa de agua alcanza 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.

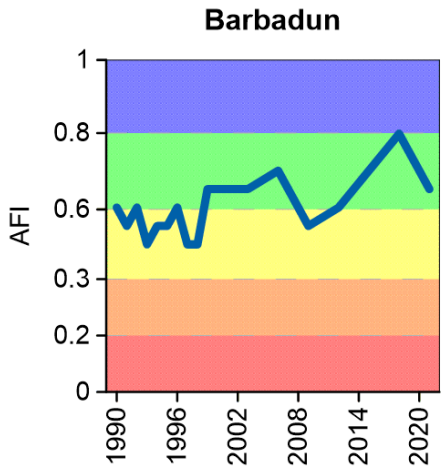


Figura 29 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Barbadun entre 1990 y 2021. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17). AFI: AZTI's Fish Index.

3.4. 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 2021.

4.

Masa de agua 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, en 2020 y 2021 se ha analizado una estación para biomonitores (moluscos), localizada en el Abra interior. Sus posiciones y denominación pueden verse en la Figura 30.

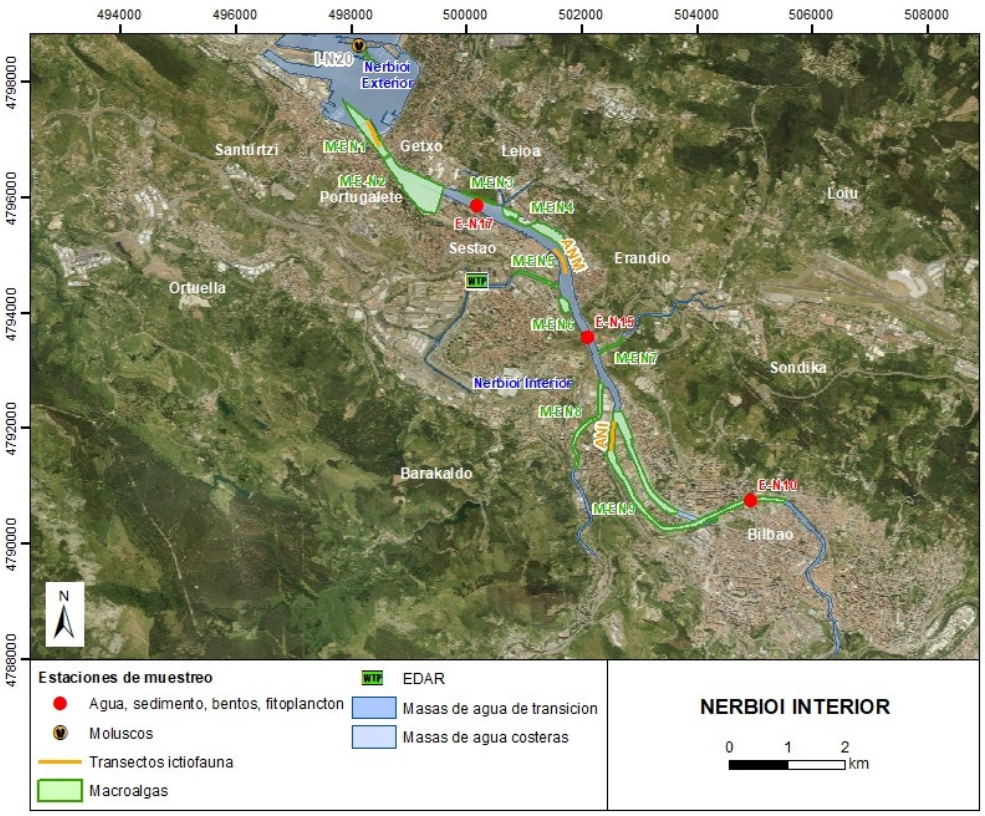


Figura 30 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Nerbioi interior.

La masa de agua de transición muy modificada del Nerbioi interior se diagnostica en la campaña 2021 en un estado peor que bueno puesto que no alcanza el buen potencial ecológico ni el buen estado químico (superación de la NCA-MA 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 físico-químicas 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).

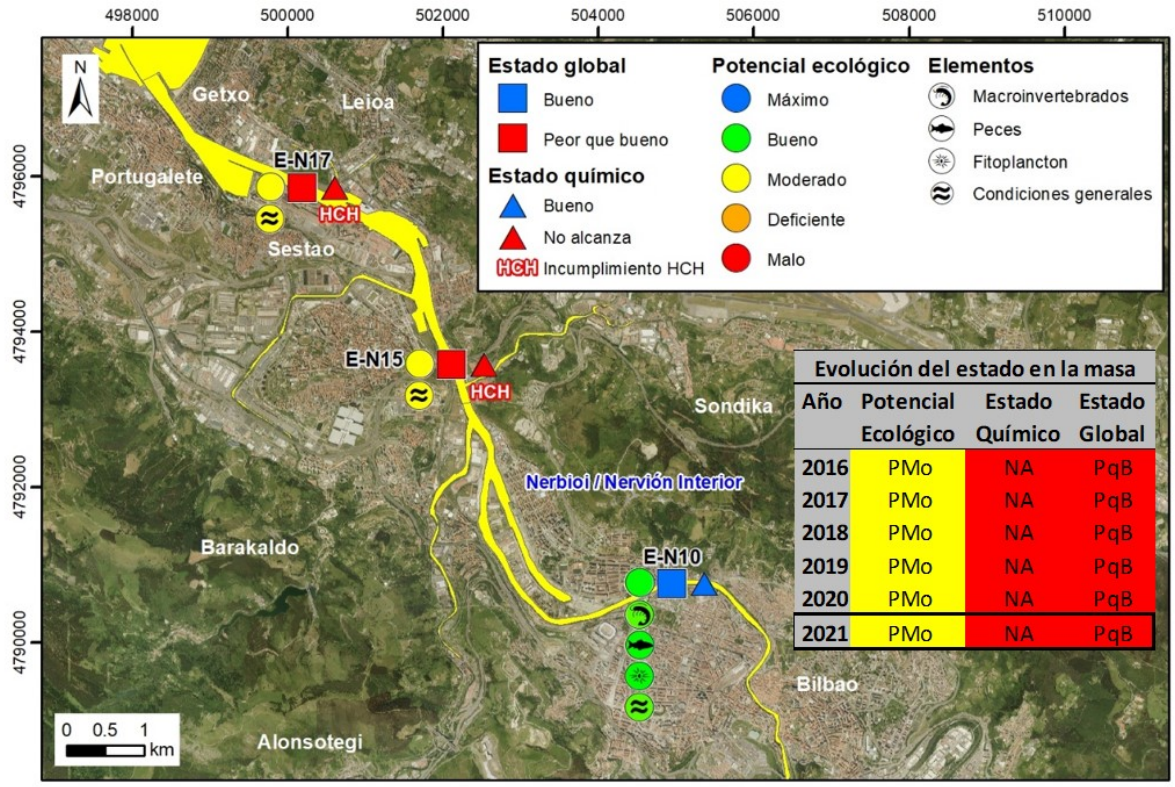


Figura 31 Masa de agua de transición muy modificada del Nerbioi interior: Calificación del potencial ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes 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 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Nerbioi interior en 2021. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), 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). 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	Mo	B	M	PMo	NA	PqB
E-N17	Leioa (Lamiako) (Ibaizabal)	MP	BP	BP	PMo	BP	Mo	MB	M	PMo	NA	PqB
	Nerbioi / Nervión Interior Transición	BP	BP	BP	PMo	BP	Mo	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 físico-química, 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 m^3 de fangos extraídos, pudieron tener un efecto en el bentos de la estación E-N17, muestreada unos meses más tarde (invierno de 2017) en las cercanías del lugar. Generalmente la recuperación tiende a ser relativamente rápida (1-2 años), aunque esto depende de la intensidad y duración de la presión ejercida, y, de hecho, en 2018, se volvió a alcanzar el buen estado de bentos, cayendo a deficiente en 2019, tras un dragado realizado en las inmediaciones en junio-julio de 2018. En 2019 se dragaron un total de 90.000 m^3 de sedimento en la Dársena de Udondo, el canal de acceso a Astilleros, La Mudela-Vicinay, La Naval y en la apertura del canal de Deusto. En 2020 se dragaron 19.400 m^3 en la zona de Zorrotzaurre; entre 2020 y 2021, 9.500 m^3 en dársena de Udondo; y en 2021, 25.800 m^3 en la zona de Arcelor-Mittal y el muelle AZ-1.

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 2021, 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 no cumplen por la concentración de nitrato y fosfato ya que 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		88,03	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤34,3	1,6	5,56	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤121,3	1,6	58,12	Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤3,39	0,16	1,46	Bueno
E-N15	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		92,86	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤18,6	1,6	6,84	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤52,3	1,6	69,32	Moderado
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤1,82	0,16	5,11	Moderado
E-N17	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		95,34	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤18,6	1,6	10,72	Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤52,3	1,6	72,42	Moderado
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤1,82	0,16	6,85	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 2021 (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 moderado (Figura 32).

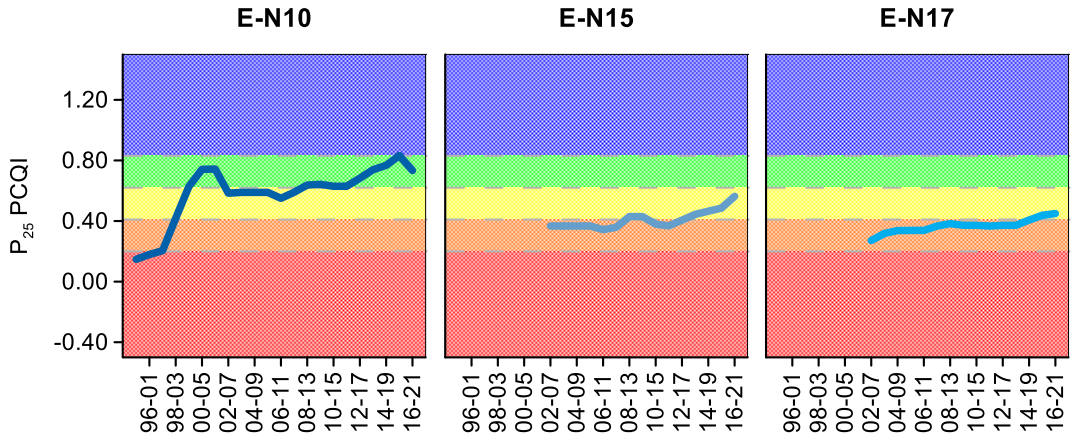


Figura 32 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones de muestreo E-N10, E-N15 y E-N17 de la masa de agua de transición del Nerbioi interior. Se indican los rangos de calidad: Azul: 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 2021.

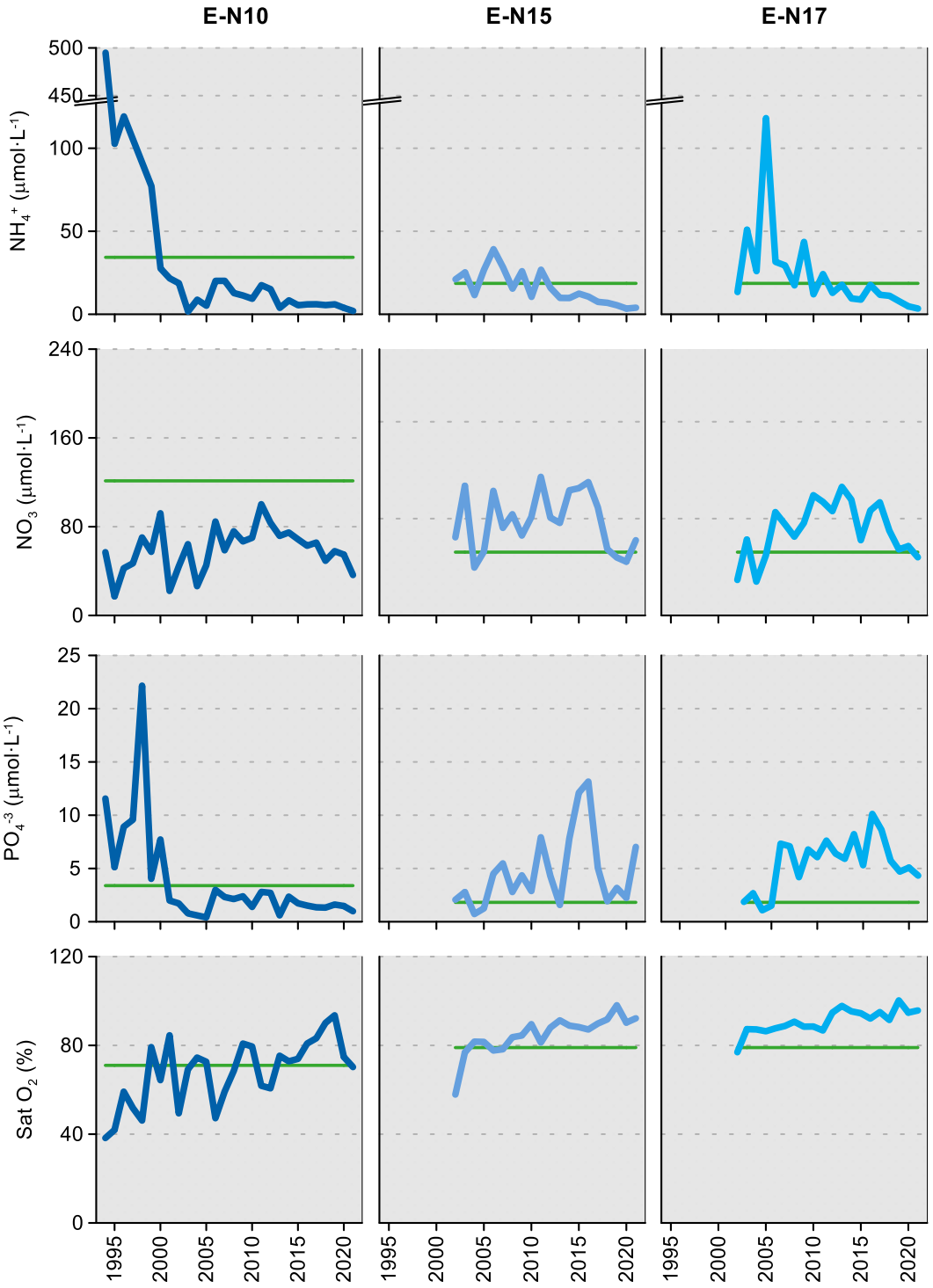


Figura 33 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi interior en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

De una serie temporal de 28 años, la estación E-N10 presenta una tendencia a la mejora entre 1994 y 2021 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 µmol·L^{-1}) (Figura 33).

En el caso de la estación intermedia (E-N15), la serie temporal consta de 20 años. Desde 2002 a 2021 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 2021, 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 20 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 20 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 2021 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 2021.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-N10	E-N15	E-N17	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	23,0	50,0	15,5	Muy Bueno
	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	5,4	<LC	Muy Bueno
	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	100%	0%	
Estado Fisicoquímico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico determinada en 2021 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 2021 las concentraciones de los compuestos orgánicos analizados se encuentran por debajo de sus respectivas NCA-MA, excepto el HCH y el fluoranteno, que superan la NCA-MA en

las tres estaciones E-N15 y E-N17 en el caso del HCH, y en E-N15 en caso del fluoranteno (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 2021, 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 µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-N10	E-N15	E-N17	Global
DDT total (2DDT + 2DDD+ 2DDE)	NCA-MA Agua	0,025	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
p,p-DDT	NCA-MA Agua	0,01	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Plaguicidas de tipo ciclodieno (Aldrín, Dieldrín, Isodrín)	NCA-MA Agua	0,005	0,0005	<LC	<LC	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0005	0,0010	0,0028	0,0213	No Cumple
	NCA-CMA Agua	0,02	0,0005	0,0031	0,0064	0,0480	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	0,0013	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	0,001	0,00	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	0,001	0,002	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0012	0,0080	0,0061	No Cumple
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0012	0,0080	0,0100	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	0,0230	0,02	Cumple
	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	0,0230	0,04	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	0,0004	0,00030	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	0,62	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	1,90	0,60	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	4,00	2,98	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	34	2,60	4,00	8,00	4,00	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 2008-2021.

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

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)*"[7], se hace un seguimiento más exhaustivo con muestreos mensuales 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 ∑HCH, 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.

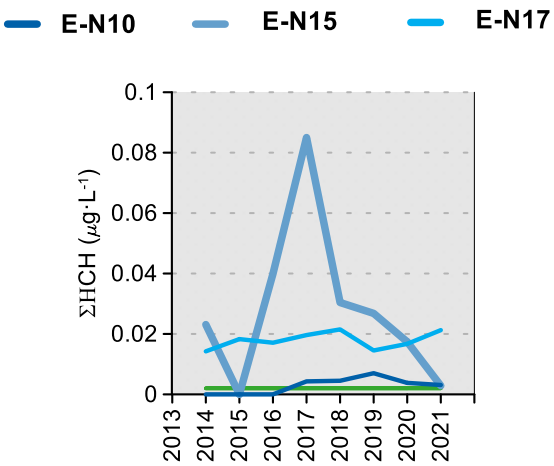


Figura 34 Evolución temporal de la concentración media anual para el ∑HCH en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Nerbioi interior en el periodo que abarca desde 2014 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

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

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

El cambio de la norma de calidad para plomo en 2018 (7,2 µg L^{-1} a 1,3 µg L^{-1}) ha 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).

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

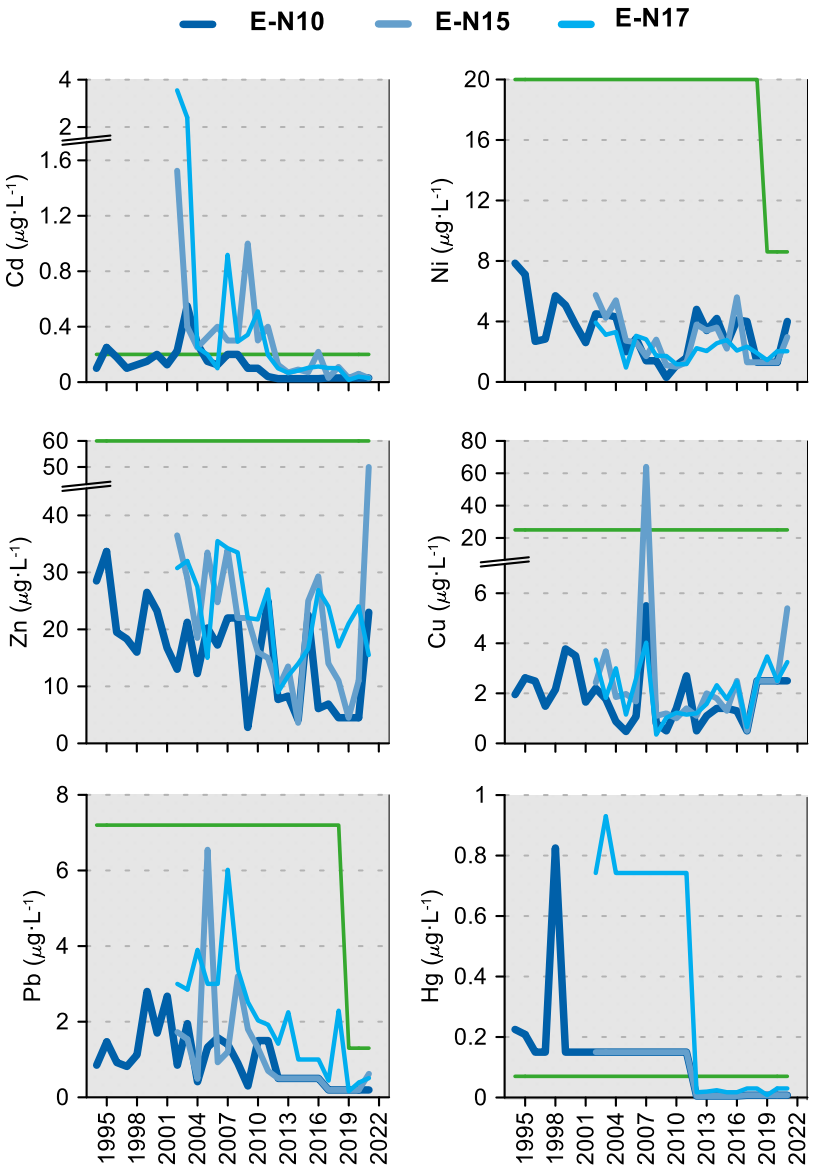


Figura 35 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Nerbioi interior en el periodo que abarca desde 1996 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

4.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa se muestrearon en febrero de 2021 en las tres estaciones. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 32.

En la campaña de 2021, las estaciones E-N15 y E-N17 poseen un sedimento areno-limoso y la estación E-N10 posee mayor contenido en arenas (Tabla 32). La estación E-N15 posee el 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 Nerbioi interior en la campaña de invierno de 2021.

E-N10 (Fecha de muestreo: 09/02/2021)							
Gravas (%)	19,14	PCB 28	1,0	Aldrín	<1	Pireno	14
Arenas (%)	79,2	PCB 52	1,0	Dieldrín	<1	Criseno	<10
Limos (%)	1,7	PCB 101	1,7	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	<10
MO (%)	3,7	PCB 105	<1	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	<10
Eh (mV)	294	PCB 118	<1	Fenantreno	<10	Fluoranteno	21
Cd	0,60	PCB 138	2,1	Indeno[1,2,3-cd]pireno	<10	Benzo[a]antraceno	11
Cr	77	PCB 153	4,0	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	16
Cu	67	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	<10
Hg	0,14	PCB 180	4,0	Acenafteno	<10		
Ni	38	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	68	p,p-DDD	<1	Antraceno	<10		
Zn	446	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	<10		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	<10		
		gHCH	<1	Perileno	<10		
E-N15 (Fecha de muestreo: 09/02/2021)							
Gravas (%)	0,0	PCB 28	1,0	Aldrín	<1	Pireno	120
Arenas (%)	32,2	PCB 52	<1	Dieldrín	<1	Criseno	60
Limos (%)	67,8	PCB 101	3	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	34
MO (%)	8,0	PCB 105	<1	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	26
Eh (mV)	-122	PCB 118	<1	Fenantreno	130	Fluoranteno	170
Cd	0,6	PCB 138	3	Indeno[1,2,3-cd]pireno	33	Benzo[a]antraceno	80
Cr	39	PCB 153	5	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	90
Cu	36	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	50
Hg	0,44	PCB 180	6	Acenafteno	<10		
Ni	19	p,p-DDE	<1	Fluoreno	17		
Pb	58	p,p-DDD	<1	Antraceno	26		
Zn	152	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	31		
		αHCH	4,00	Dibenzo(a,h)antraceno	13		
		gHCH	<1	Perileno	14		
E-N17 (Fecha de muestreo: 09/02/2021)							
Gravas (%)	1,0	PCB 28	10,0	Aldrín	<1	Pireno	61000
Arenas (%)	31,6	PCB 52	7,0	Dieldrín	<1	Criseno	13000
Limos (%)	67,4	PCB 101	32	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	7000
MO (%)	4,7	PCB 105	2,1	HCB	9	Benzo[g,h,i]perileno	2600
Eh (mV)	-127	PCB 118	8,0	Fenantreno	12000	Fluoranteno	70000
Cd	0,7	PCB 138	40	Indeno[1,2,3-cd]pireno	4000	Benzo[a]antraceno	20000
Cr	53	PCB 153	80	Naftaleno	70	Benzo[b]fluoranteno	17000
Cu	46	PCB 156	2,7	Acenaftileno	1100	Benzo[a]pireno	8000
Hg	0,45	PCB 180	80	Acenafteno	100		
Ni	23	p,p-DDE	2,5	Fluoreno	800		
Pb	73	p,p-DDD	<1	Antraceno	7000		
Zn	201	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	7000		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	1700		
		gHCH	<1	Perileno	2300		

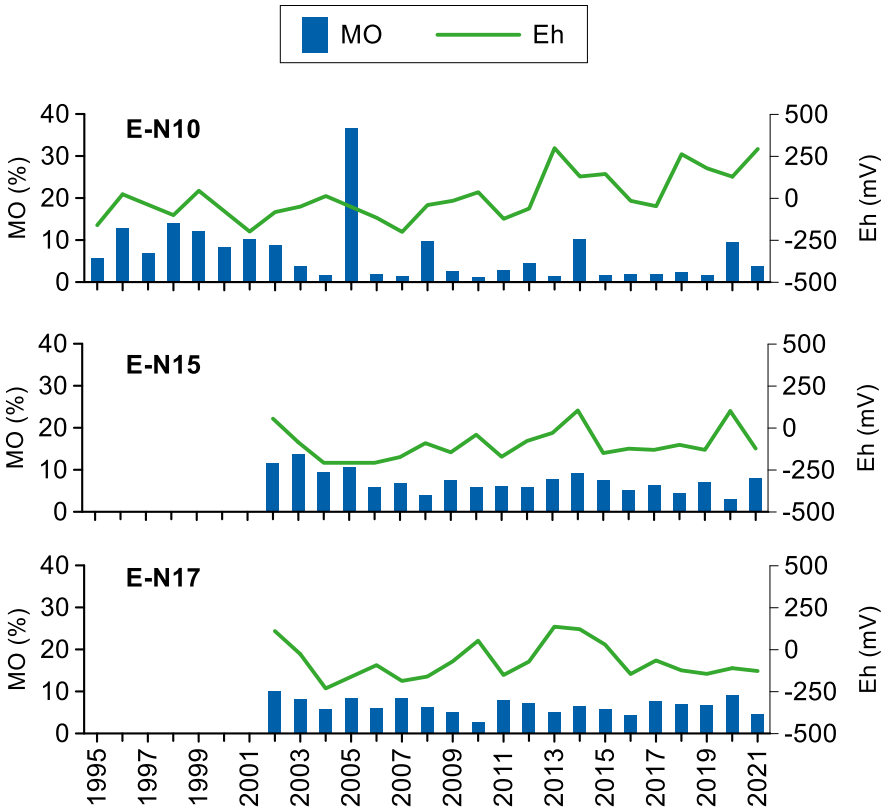


Figura 36 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Nerbioi interior (muestreos de invierno).

En lo referente a metales, las mayores concentraciones se localizan en las estaciones E-N10 y E-N17 (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 la mayoría de los congéneres de PCBs y PAHs desde la estación más interna (E-N10) a la estación más externa (E-N17), acorde con la variabilidad espacial en el contenido en limos.

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 ninguna tendencia estadísticamente significativa en las concentraciones de los metales evaluados.

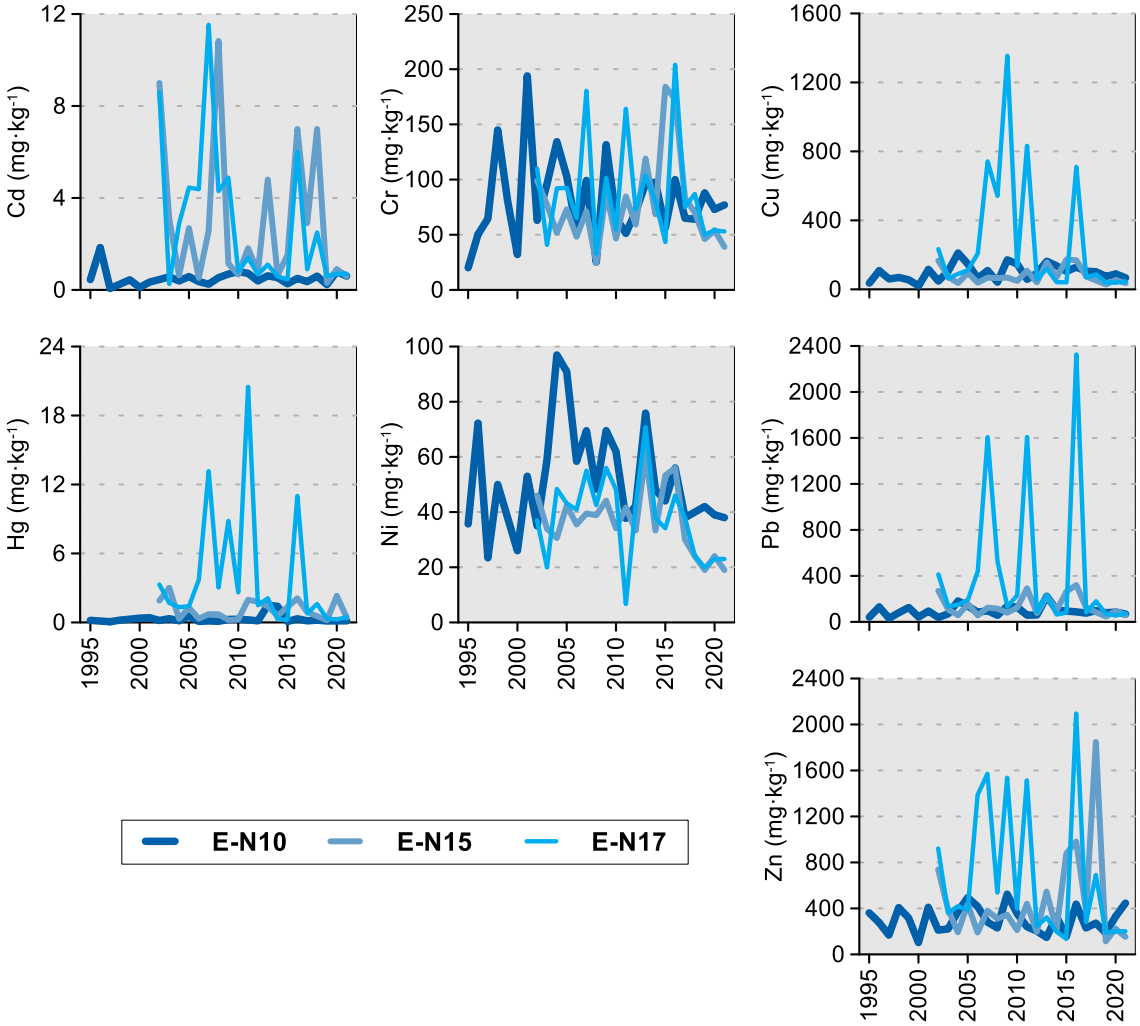


Figura 37 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Nerbioi interior (muestreos de invierno).

4.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2021, 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 es de aplicación en peces, siendo en moluscos solo fluoranteno y benzo(a)pireno, por lo que la evaluación sólo aplica a estos dos.

Como las ostras son filtradoras, pueden acumular contaminantes, por lo que son buenos indicadores 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.

Tabla 33 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Nerbioi Interior en 2021, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-N20	Global
Dicofol	NCA biota	33	20	<LC	No aplica
PFOS	NCA biota	9,1	1	<LC	No aplica
Hexabromociclododecano	NCA biota	167	100	<LC	No aplica
Hexaclorobenceno	NCA biota	10	1	<LC	No aplica
Hexaclorobutadieno	NCA biota	55	50	<LC	No aplica
Mercurio y sus compuestos	NCA biota	20	6	19	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	0,014	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	22,33	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,34	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

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 2021** osciló entre 0,09 y 9,02 µg·L^{-1} (Figura 38). Como viene siendo habitual, en general se trató de valores bajos, con algunos picos moderados en verano, que se midieron en las aguas de superficie. El máximo absoluto se midió en pleamar en la estación de cabecera (E-N10), pero en bajamar también se registraron valores bastante similares (5-8 µg·L^{-1}) en las estaciones situadas aguas abajo.

La salinidad en los niveles de fondo se mantuvo en el rango de las aguas costeras (es decir, entre aproximadamente 30 y 35). Durante la campaña de invierno todos los valores obtenidos en superficie fueron típicos de aguas oligohalinas (salinidad <5). Aunque la salinidad abarcó en superficie un rango muy amplio a lo largo del año, si nos limitamos a los picos estivales de clorofila las condiciones fueron muy concretas: entre 16 y 27, características de aguas meso- y polihalinas (Figura 38).

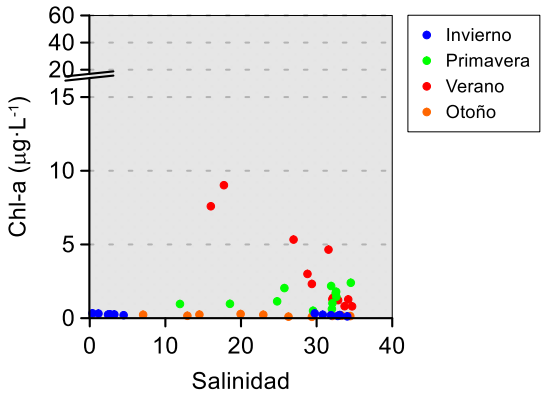


Figura 38 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior en las cuatro épocas de estudio durante 2021. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

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). Las aguas de superficie de la estación E-N10 se consideran de carácter mesohalino, aunque su salinidad las sitúa muy cerca del tramo oligohalino. En la estación E-N10 el P_{90} aumentó considerablemente desde el principio de la serie, en 1995, hasta comienzos de la década de 2000. En el periodo 2000-2005 se aprecia un descenso brusco, que posteriormente se hace más progresivo. Desde el periodo 2007-2012 el P_{90} se encuentra en niveles relativamente bajos, aunque en años recientes tiende a aumentar.

En la zona media del estuario (estaciones E-N15 y E-N17, polihalinas) el primer periodo completo de datos es 2002-2007. Desde entonces la clorofila cumple con el objetivo de calidad, con ligeras variaciones del P_{90} (recientemente también tiende a aumentar).

La serie temporal de la clorofila en la estación E-N10 permite detectar una importante disminución a largo plazo de esta variable indicadora de impacto antrópico (Figura 39). Como se señala en otros capítulos del informe, esto también se observa en la masa de transición del Nerbioi Exterior (estaciones E-N20 y E-N30) y en la zona costera cercana a la desembocadura del estuario (L-N10 y L-N20). Sin embargo, el incremento del P_{90} que se produce en la estación E-N10 al comienzo de la serie no se aprecia en las otras. Dicho aumento podría explicarse por la secuencia en la que se llevó a cabo el saneamiento del estuario. A partir del año 1990, aproximadamente, comenzó el tratamiento primario que produjo una mejora sustancial en las condiciones ópticas de la columna de agua (mayor transparencia). Esto explicaría que la clorofila aumentase en la cabecera del estuario, donde el crecimiento fitoplanctónico habría estado antes limitado por la luz. El brusco descenso observado en la clorofila en el periodo 2000-2005 coincide con la puesta en marcha del tratamiento biológico, que elimina buena parte del amonio (aproximadamente entre los años 2000 y 2002).

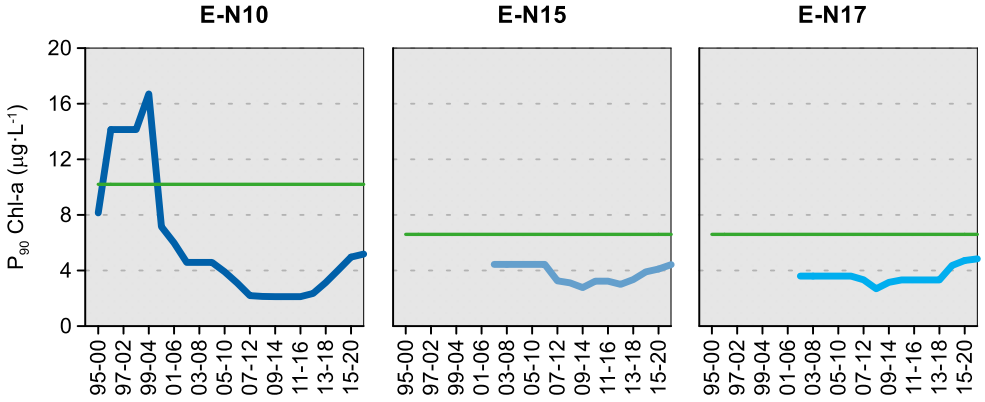


Figura 39 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Interior. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas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

Respecto a la **composición y abundancia del fitoplancton**, se ha hecho uso de datos del seguimiento que realiza el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia. Para ello, se han seleccionado las estaciones de éste cuya salinidad es más semejante a las del Nerbioi interior: dos están situadas en la zona superior y media del estuario y tienen carácter mesohalino (RESN06 y RESN04) y la otra es de una zona cercana al Nerbioi exterior, polihalina (RESN03). En la Tabla 34 se muestran las variables que describen de manera general a la comunidad fitoplanctónica, en superficie, estacionalmente.

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.

		17/02/2021			**18/05/2021**		
Parámetro	**Unidad**	**RESN06**	**RESN04**	**RESN03**	**RESN06**	**RESN04**	**RESN03**
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	146	101	54	816	716	659
Diversidad	(bit·cel^{-1})	2,2	2,8	2,3	3,1	2,9	3,0
Riqueza	(*# taxa*)	9	11	9	16	20	30
		13/07/2021			26/10/2021		
Parámetro	Unidad	RESN06	RESN04	RESN03	RESN06	RESN04	RESN03
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	13426	7624	5482	1553	628	631
Diversidad	(bit·cel^{-1})	3,0	3,1	3,0	2,6	2,8	3,8
Riqueza	(*# taxa*)	27	28	32	35	27	52

La abundancia celular presentó en las muestras recogidas en 2021 un rango muy amplio, entre valores del orden de 10^4 y 10^7 células·L^{-1}. Aunque en las cuatro campañas se observó un gradiente de aumento hacia la zona superior del estuario, los grandes cambios en la abundancia siguieron un patrón estacional muy similar al de la temperatura.

Las muestras tomadas en febrero fueron las de menor densidad celular y estuvieron constituidas principalmente por diatomeas pennales y criptofitas.

En las muestras de mayo se observó un aumento general de la abundancia celular, pero sin llegar a niveles de bloom. También se incrementó la riqueza, especialmente en la estación cercana a la confluencia con el Abra (RESN03, Puente de Bizkaia). Las criptofitas fueron abundantes en las tres estaciones. Además, la diatomea *Conticribra weissflogii* presentó un gradiente de aumento hacia la zona superior, la de menor salinidad; esta especie cuando alcanza densidades muy elevadas puede causar mortandad de peces.

En julio la densidad celular aumentó considerablemente y su máximo a lo largo del estuario se registró a la altura de Zorroza (RESN06). Todas las estaciones de esta masa de agua presentaron floraciones, siendo las más intensas las de *Plagioselmis* spp., unas criptofitas que alcanzaron hasta 5,5 millones de células por litro. Las criptofitas *Hemiselmis* spp. y *Teleaulax* spp. presentaron un gradiente de aumento hacia la zona superior y blooms en aguas oligohalinas-fluviales (datos no mostrados). Otros blooms se detectaron en la zona de Axpe (RESN04), causados por las prasinofíceas *Pyramimonas* spp., y en la estación RESN06, causados por la diatomea *Minidiscus* sp. y los dinoflagelados *Heterocapsa* spp.

En octubre las muestras presentaron una abundancia moderada, junto con un alto número de especies. Sólo se observó una floración: *Hemiselmis* spp. en la estación RESN06, con $765 \cdot 10^3$ células·L^{-1}.

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, pero se detecta un patrón de disminución del EQR desde la zona de mayor influencia fluvial (E-N10) hasta la zona más cercana a la masa de agua del Nerbioi Exterior (E-N17).

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
2016-2021	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 en su zona media, especialmente de fosfato (Figura 33). Esto posiblemente hace disminuir el potencial del fitoplancton en las estaciones E-N15 y E-N17, y afecta a la estación E-N20, que presenta un EQR menor para el fitoplancton (véase capítulo sobre la masa de transición del Nerbioi Exterior). 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.

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 desde el periodo de evaluación 2008-2013 lleva una tendencia de descenso.

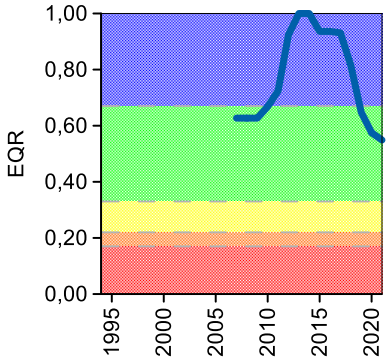


Figura 40 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Nerbioi Interior a lo largo del seguimiento (rojo: potencial malo; naranja: potencial deficiente; amarillo: potencial moderado; verde: buen potencial; azul: máximo potencial). Los valores de EQR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

4.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

En la presente campaña de 2021, como en las anteriores campañas realizadas trienalmente desde 2003, la Masa de Agua de Transición del Nerbioi interior se dividió en ocho zonas distintas para la evaluación de las macroalgas presentes (Figura 30).

Las comunidades algales presentan, en general, un aspecto similar al descrito en 2018 (Borja *et al.*, 2019). Como principales diferencias, cabría destacar, por un lado, la importante regresión de algas clorofíceas en el muro de la carretera que delimita la Vega de Lamiako, donde se ha registrado la menor cobertura del seguimiento (10%, frente a un 90% en 2018); aunque, por contra, en la zona fangosa próxima se han desarrollado dos manchas de *Vaucheria* sp. de unos 40 m^2 en total. Por otro lado, en el Canal de Deusto se están desarrollando unas obras que lo han abierto, aislando la isla de Zorrotzaurre. Dicha isla presentaba en el momento del muestreo un perímetro de 5 km canalizado por diques verticales de nueva construcción, con un cinturón uniforme de algas filamentosas de 1 m de ancho y 90% de cobertura.

En la Tabla 36 se muestran los resultados obtenidos en la presente campaña 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 2021 es de Estado Bueno para la zona M-EN3, Estado Moderado para la zona M-EN2, Estado Deficiente para la zona M-EN5 y Estado Malo para el resto de las zonas (Tabla 36). En general, la riqueza algal y la cobertura de especies no indicadoras de contaminación es baja, y la cobertura de algas indicadoras de contaminación es moderada. Con estos resultados, las dos estaciones más interiores que quedan representadas por las zonas analizadas (E-N15 y E-N10), presentan Mal Estado y únicamente la estación más exterior (E-N17), gracias a los valores más moderados de las dos zonas más exteriores, presenta Estado Moderado. Así, debido a la mayor superficie relativa representada por dicha estación, la calificación para el global de la masa de agua es también de Estado Moderado.

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

Tabla 36 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las zonas de la Masa de Agua Muy Modificada del Nerbioi Interior (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).

	ZONA							
Indicadores	M-EN2	M-EN3	M-EN4	M-EN5	M-EN6	M-EN7	M-EN8	M-EN9
R	3	3	1	1	1	1	1	1
Ct	3	5	3	5	3	3	3	3
Cr	3	1	1	1	1	1	1	1
V/R	3	5	1	1	1	1	1	1
Suma	12	14	6	8	6	6	6	6
TMI_{zona}	0,50	0,63	0,13	0,25	0,13	0,13	0,13	0,13
Superficie (m^2)	17.350	42.550	11.000	5.400	2.000	2.250	5.000	30.000
Superficie relativa (% zona)	0,23	0,56	0,14	0,07	0,47	0,53	0,14	0,86
Estación	E-N17				E-N15		E-N10	
$TMI_{estación}$	0,50				0,13		0,13	
Superficie relativa (% estuario)	0,15	0,37	0,10	0,05	0,02	0,02	0,04	0,26
$TMI_{estuario}$	0,37							

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 (930 ind·m-2) es superior al promedio de la estación para el seguimiento (376 ind·m-2), con un valor de riqueza específica (6 taxa) del orden del promedio de la estación (7 taxa). En cambio, la diversidad específica (0,54 bit·ind-1) es sensiblemente menor que el promedio (1,87 bit·ind-1) (Tabla 37). Por especies, domina el caracolillo P. ulvae, que supone hasta un 92% de la densidad de la estación y un 47% de la biomasa. También cabe destacar el bivalvo de origen asiático Xenostrobus securis, que alcanza el 51% de la biomasa de la estación. En cuanto a AMBI, dominan las especies tolerantes (GE III), por lo que la estación queda calificada como ligeramente alterada (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 ($M\text{-}AMBI_{estación}$) y para el global de la masa de agua ($M\text{-}AMBI_{global}$).

Parámetro	Unidad	E-N10	E-N15	E-N17
Densidad	($ind \cdot m^{-2}$)	930	1743	743
Biomasa	($g \cdot m^{-2}$)	3,441	3,762	14,297
Riqueza	(*# taxa*)	6	24	28
Diversidad densidad	($bit \cdot ind^{-1}$)	0,54	2,01	2,88
Equitabilidad densidad		0,21	0,44	0,60
Diversidad biomasa	($bit \cdot g^{-1}$)	1,20	2,86	2,07
Equitabilidad biomasa		0,46	0,62	0,43
Diversidad máxima	(bit)	2,58	4,58	4,81
AMBI		3,016	3,881	2,731
Clasificación AMBI		Ligeramente alterada	Alteración Moderada	Ligeramente alterada
$M\text{-}AMBI_{estación}$		0,487	0,573	0,786
$M\text{-}AMBI_{global}$		0,606		

En el tramo medio, representado por la estación E-N15, se ha registrado una densidad (1.183 $ind \cdot m^{-2}$) superior a la de las dos campañas previas, pero inferior al promedio de la estación (4.179 ind·m-2). En

cambio, el valor de riqueza específica (24 taxa) es superior al promedio (19 taxa) (Tabla 37). La especie dominante es el poliqueto Capitella capitata, que aporta hasta un 66% de la densidad total de la estación. Se trata de una especie que se considera indicadora de enriquecimiento orgánico. Además, destaca también la presencia del anfípodo de origen asiático Grandidierella japonica, con una densidad de 207 ind·m-2. Esta especie apareció por primera vez en la costa vasca en 2015 en dos estuarios: Nerbioi (Revilla et al., 2016) y Urola (Borja et al., 2016). En la presente campaña, además de en este estuario, también aparece en el estuario del Artibai (E-A10), Urola (E-U8), Oiartzun (E-OI10) y Bidasoa (E-BI10). Por otro lado, dominan las especies oportunistas de primer orden, con una densidad relativa moderada de tolerantes al enriquecimiento orgánico, lo que explica que la estación quede calificada, en términos de AMBI, como moderadamente alterada (AMBI=3,9).

Por último, la estación E-N17 presenta uno de los menores valores de densidad del seguimiento de la estación (743 ind·m^{-2}, frente a un promedio histórico de 4.353 ind·m^{-2}). En cambio, la riqueza específica (28 *taxa*) es del orden del promedio de la estación (30 *taxa*). Por especies, domina el isópodo *C. carinata*, seguido por el anfípodo *G. japonica*, especie alóctona que ya fue identificada en la presente estación en las campañas de 2016, 2018 y 2020. Además, en la presente estación también se han encontrado almejas del género *Ruditapes*, así como el bivalvo *Corbula gibba* y el poliqueto *Pseudopolydora paucibranchiata*. La presencia de especies encontradas también en las dos estaciones anteriores, junto con otras más características de zonas exteriores, 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 tolerantes al enriquecimiento, lo que hace que la estación quede calificada, según AMBI, como ligeramente alterada (AMBI=2,9).

Los valores de M-AMBI estimados para 2021 indican Máximo Potencial para la estación más exterior, con Buen Potencial en las dos estaciones más internas. Con estos resultados, la calificación para el global de la masa de agua sería de **Buen Potencial** (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 presente campaña se ha obtenido el mayor valor del seguimiento (Figura 41).

Esta tendencia negativa en la estación E-N17, que se ha 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 m^3 de fango en los muelles de la Naval, que están cerca de la estación E-N17, lo que podría haber supuesto la caída de máximo potencial a moderado que se produjo ese año en ella. En 2018 se detectó cierta recuperación en la zona, en consonancia con lo que venimos advirtiendo en otros casos, en que la recuperación tras un dragado tarda de 1 a 3 años. Sin embargo, entre el 25 de junio y el 2 de julio de 2018, se dragaron 4.000 m^3 de fango del muelle de Axpe (Navacel), muy cerca de la estación E-N17, por lo que no habría que descartar que la caída de calidad a comienzos de 2019 se deba a esta presión, que es coherente con la dominancia de especies oportunistas de primer orden, que son las primeras que recolonizan el sistema tras una degradación. En 2019 se dragaron un total de 90.000 m^3 de sedimento en la Dársena de Udondo, el canal de acceso a Astilleros, La Mudela-Vicinay, La Naval y en

la apertura del canal de Deusto. Entre 2020 y 2021, se dragaron 9.500 m^3 en la dársena de Udondo; y en 2021, 25.800 m^3 en la zona de Arcelor-Mittal y el muelle AZ-1.

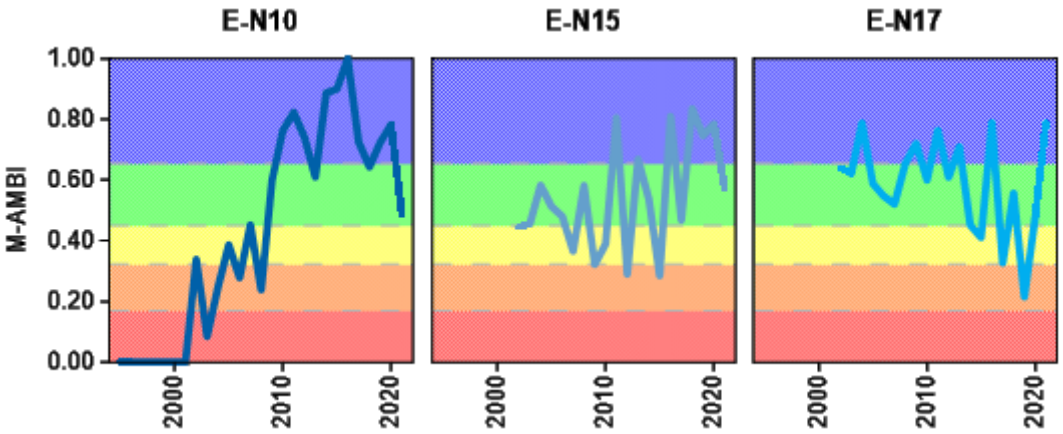


Figura 41 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua Muy Modificada del Nerbioi Interior a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Potencial; naranja: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado; verde: Buen Potencial; 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), por lo que este informe se analizan todos los datos obtenidos hasta ahora, mediante la metodología actualizada y explicada en la introducción.

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

- las especies capturadas en el 100% de las ocasiones son tres: *Solea solea* (lenguado común), *Gobius niger* (chaparrudo) y cabuxinos del género *Pomatoschistus;*
- por primera vez en 2021 se detectó *Raja undulata* (raya mosaico), el góbido *Zebrus zebrus* (propia del Mediterráneo) y el pez plano *Arnoglossus thori* (soldado);
- más de la mitad de los taxones registrados aparecen de forma esporádica (1-3 apariciones a lo largo de toda la serie de datos).

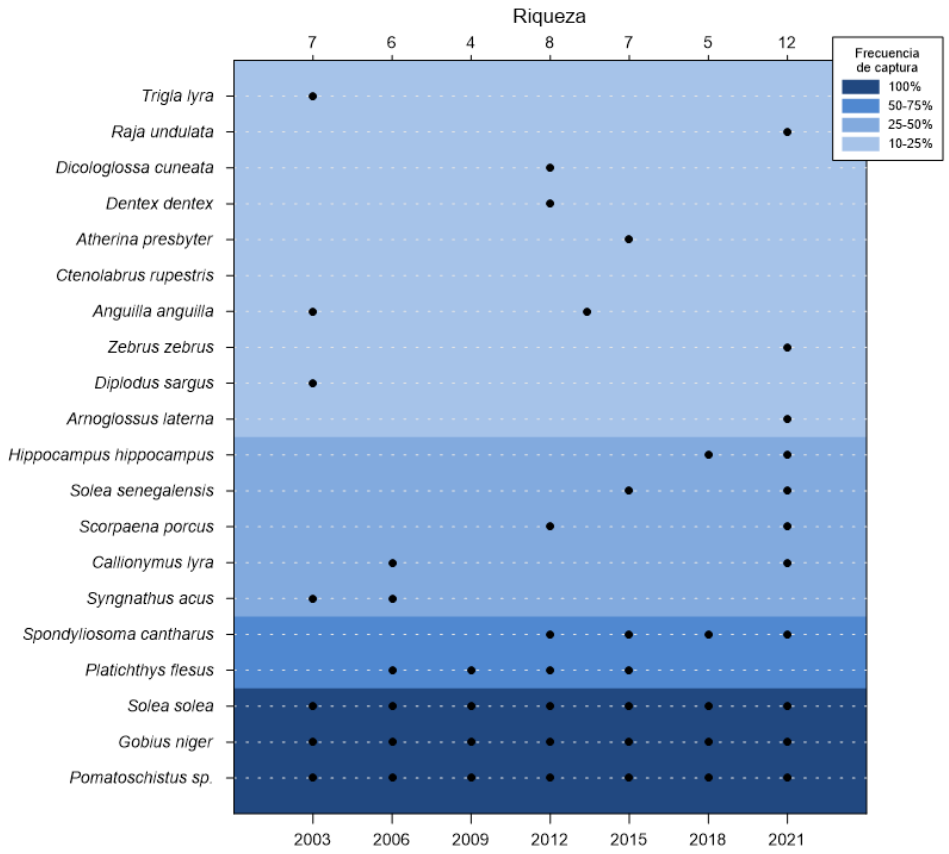


Figura 42 Listado de especies de peces capturados en la masa de agua de transición del Nerbioi interior (2003-2021). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (entre 10 y 25% de las ocasiones). El eje X superior indica el número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

En cuanto a los parámetros estructurales, y tal y como muestra la Figura 43, en 2021 se rompe con la tendencia general hacia el empobrecimiento mostrado en las tres estaciones, alcanzando además en 2021 el máximo de riqueza de especies en el tramo exterior y medio. Los grandes picos de abundancias detectados en las tres estaciones corresponden a la captura máxima de cabuxinos. En líneas generales ninguna de las estaciones muestra un patrón de comportamiento claro.

De acuerdo a los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2021 la valoración global de la masa de agua alcanza la calificación de `Potencial Bueno' (Figura 44), con un valor de AFI muy cercano al límite con 'Potencial Moderado'.

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

El descenso puntual de la calidad puede ser un ejemplo de respuesta ante la presión ejercida sobre el medio, aunque sea ocasionalmente. Entre agosto y diciembre de 2015 también se dieron dragados en la parte más baja (Olabeaga, Zorroza, Elorrieta, Galindo, Lamiako y Portugalete), con 69.000 m^3, lo que pudo haber originado la ligera caída de 2015 en la calidad de peces, ya que el muestreo se realiza en otoño. Entre junio y julio de 2018 se dragaron 4.000 m^3 de fango del muelle de Axpe (Navacel), cerca de la estación exterior. En 2019 se dragaron un total de 90.000 m^3 de sedimento en la Dársena de Udondo, el canal de acceso a Astilleros, La Mudela-Vicinay, La Naval y en la apertura del canal de Deusto. En 2020 se dragaron 19.400 m^3 en la zona de Zorrotzaurre; entre 2020 y 2021, 9.500 m^3 en la

dársena de Udondo; y en 2021, 25.800 m^3 en la zona de Arcelor-Mittal y el muelle AZ-1. Todas estas actuaciones han podido tener también alguna influencia sobre los peces.

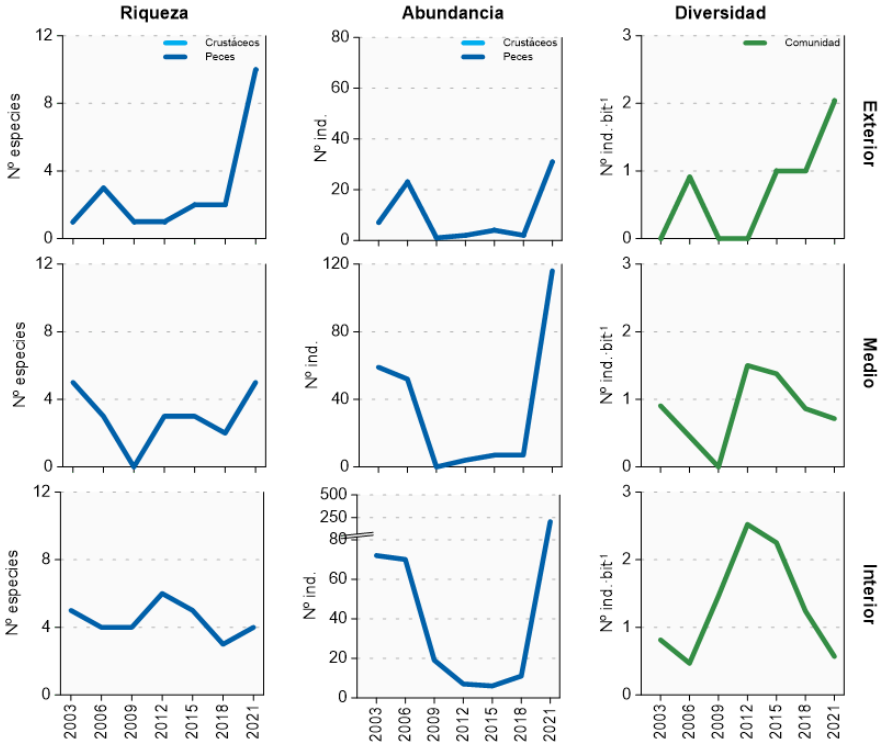


Figura 43 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones identificados en cada uno de los tramos muestreados de la masa de agua de transición del Nerbioi interior entre 2003 y 2021.

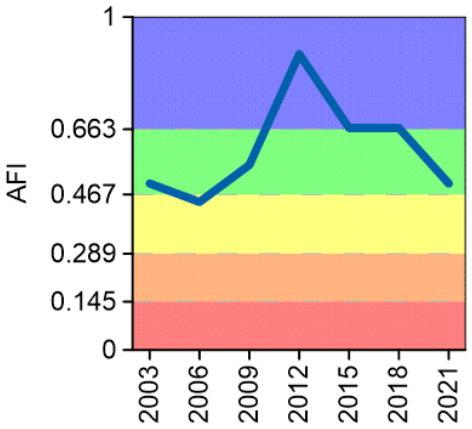


Figura 44 Valor de la calidad biológica de peces demersales obtenido para la masa de agua de transición del Nerbioi interior entre 2003 y 2021. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Máximo Potencial: ≥ 0,663; Buen Potencial: 0,467-0,663; Potencial Moderado: 0,289-0,467; Potencial Deficiente: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

4.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2021 se dragaron 9.500 m^3 en el acceso a la dársena de Udondo y 10.786 m^3 en el muelle de Arcelor-Mittal (ACB Sestao). 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, en 2021 se ha analizado 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.

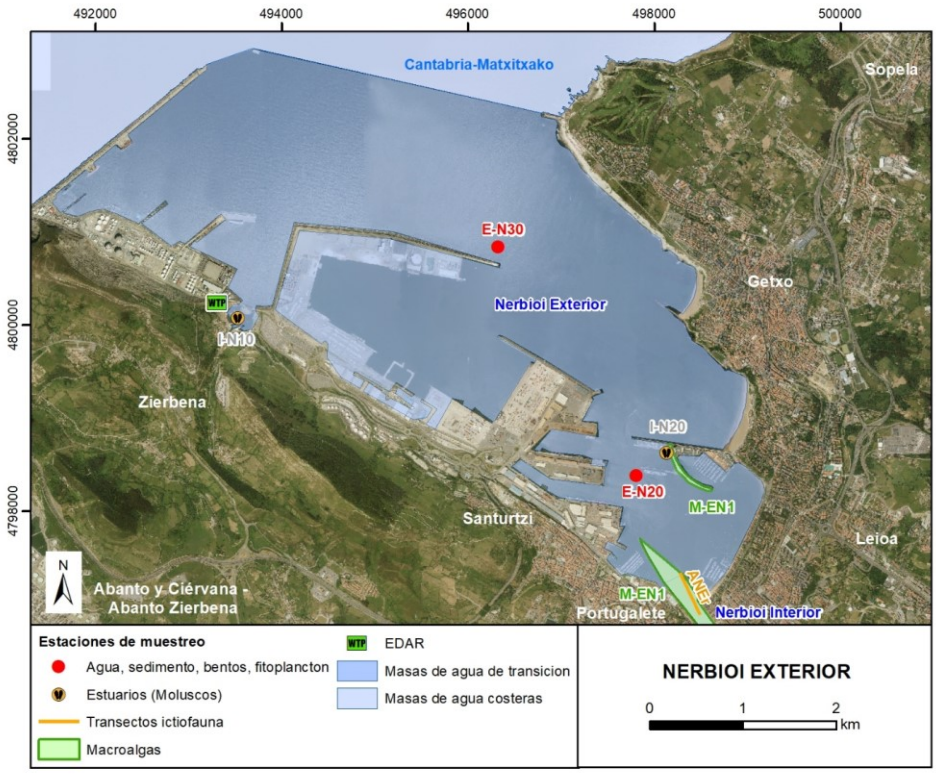


Figura 45 Ubicación de estaciones en la masa de agua muy modificada de transición del Nerbioi exterior.

La masa de agua de transición muy modificada del Nerbioi exterior se diagnostica en la campaña 2021 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).

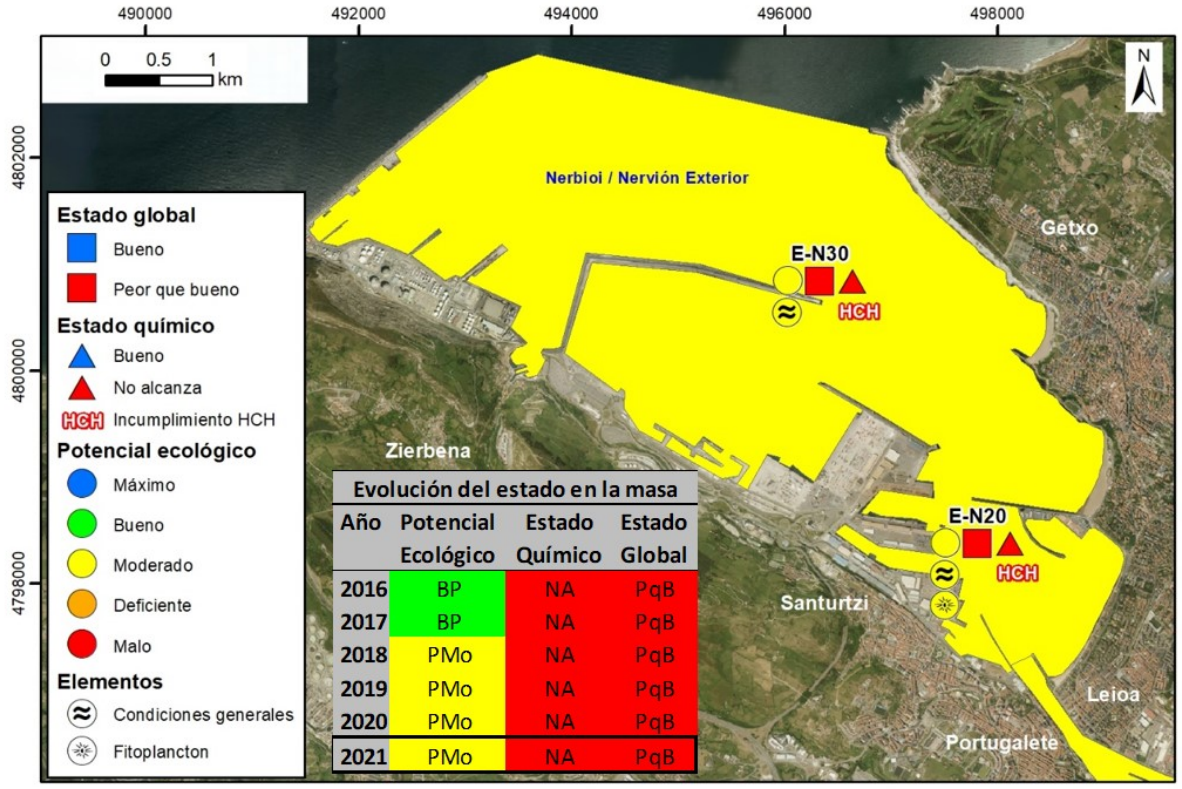


Figura 46 Masa de agua de transición muy modificada del Nerbioi exterior: Calificación del potencial ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes 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 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Nerbioi exterior en 2021. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), 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). 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	PMo	MB	M	PMo	NA	PqB
E-N30	Abra exterior (Ibaizabal)	MP		BP		BP	PMo	MB	M	PMo	NA	PqB
	Nerbioi / Nervión Exterior Transición	MP	MP	BP	BP	BP	PMo	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 en 2018. 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 2021, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie). Las dos estaciones (E-N20 y E-N30) incumplen con los objetivos de calidad. La estación E-N20 no cumple por nitrato y fosfato, mientras que la estación E-N30 no cumple por fosfato, aunque ambas estaciones presentan un estado “Muy Bueno” para la concentración de amonio y un estado “Bueno” para la saturación de oxígeno (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		100,95	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤9,1	1,6	8,47	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤19,6	1,6	41,37	Moderado
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,88	0,16	3,53	Moderado
E-N30	Euhalino estuárico	Límite de Clases de estado	Oxígeno	%	83		104,40	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤9,1	1,6	4,26	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤19,6	1,6	10,92	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,88	0,16	0,99	Moderado

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 2021, 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 está en buen estado, cerca del muy bueno (Figura 47).

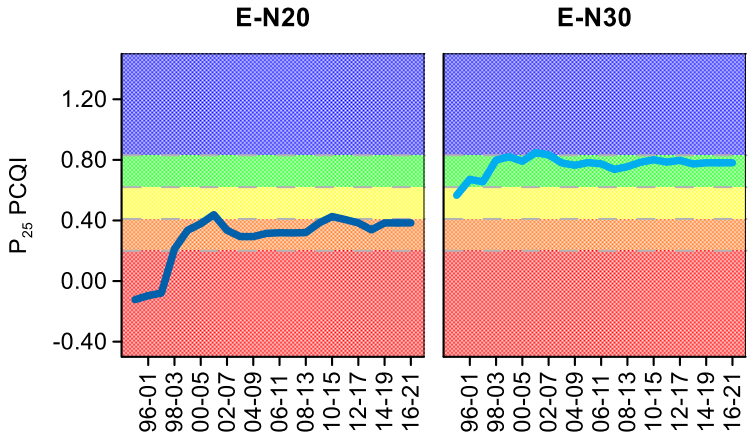


Figura 47 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones muestreo E-N20 y E-N30 de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; 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 2021.

La estación E-N20 presenta una tendencia a la mejora entre 1995 y 2021 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 ha aumentado significativamente a partir de 2005. 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.

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).

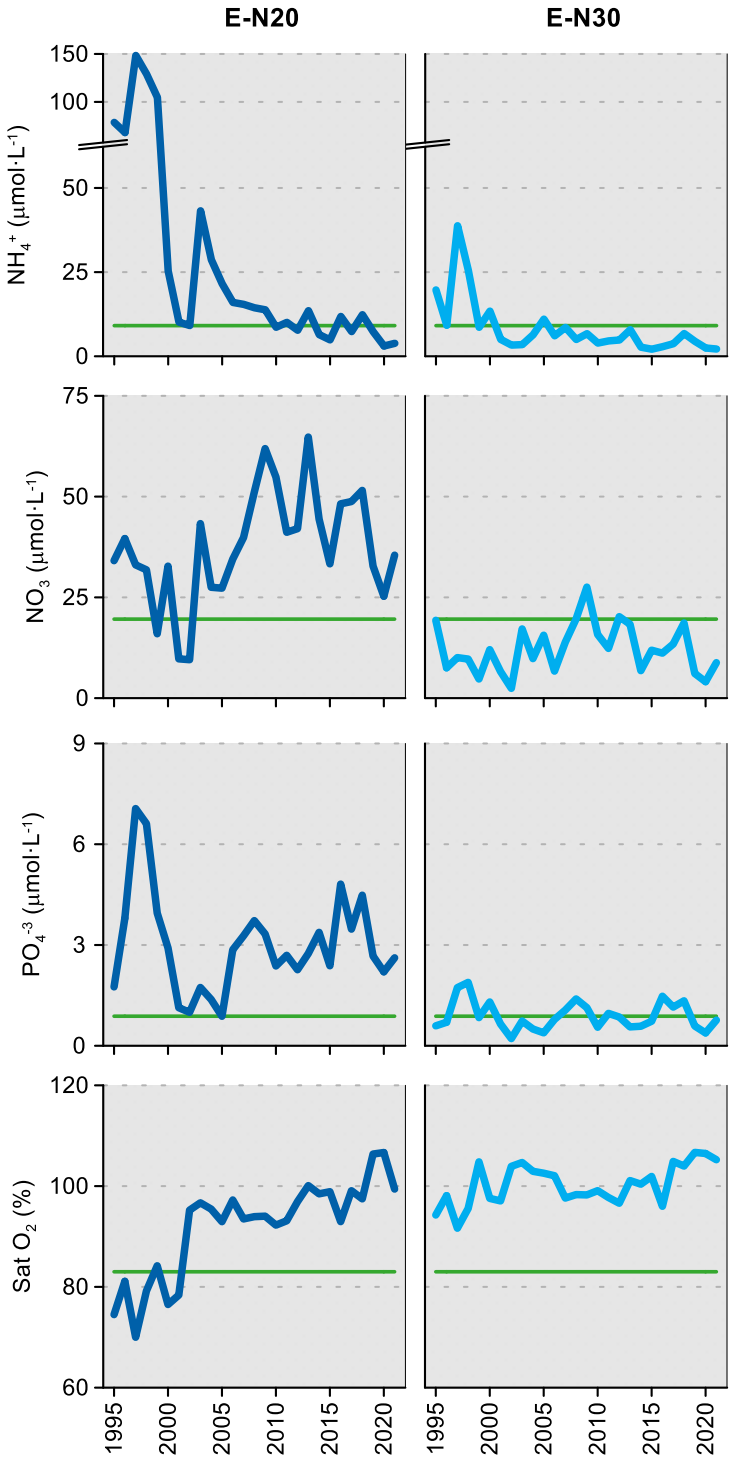


Figura 48 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

5.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de sustancias preferentes en 2021 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 2021.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-N20	E-N30	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	16,0	13,0	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Físico-Químico (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 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. "-": no se ha determinado. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-N20	E-N30	Global
DDT total (2DDT + 2DDD+ 2DDE)	NCA-MA Agua	0,025	0,0005	<LC	<LC	Cumple
p,p-DDT	NCA-MA Agua	0,01	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Plaguicidas de tipo ciclodieno (Aldrín, Dieldrín, Isodrín)	NCA-MA Agua	0,005	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0005	0,0116	0,0169	No Cumple
	NCA-CMA Agua	0,02	0,0005	0,0279	0,0670	No Cumple
Hexaclorobenceno	NCA-CMA Agua	0,05	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	0,001	<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	0,00075	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	0,0015	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0059	0,0036	Cumple
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0090	0,0036	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	0,01	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	130	0,01	0,03	<LC	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	0,00030	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	Cumple
	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<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	4,00	<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 2008-2021.

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

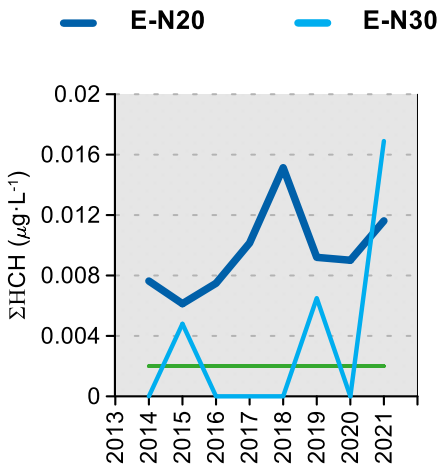


Figura 49 Evolución temporal de la concentración media anual para el ∑HCH en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Nerbioi exterior en el periodo que abarca desde 2014 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

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.

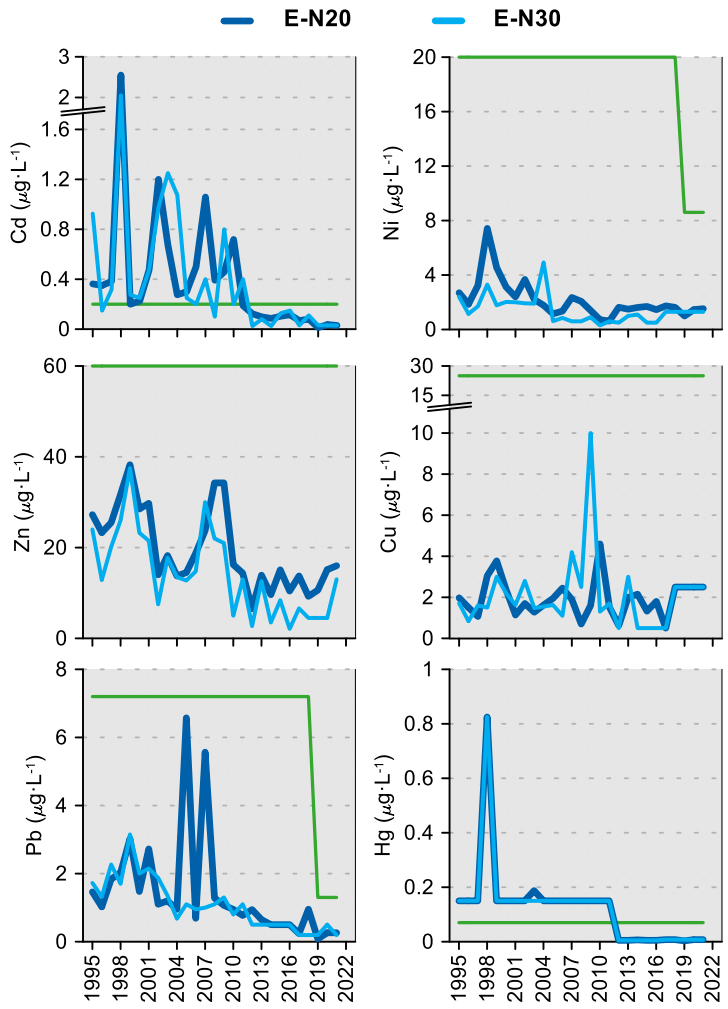


Figura 50 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Nerbioi exterior en el periodo que abarca desde 1995 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

5.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa de agua se muestrearon en febrero de 2021. 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, la mayor parte de los compuestos orgánicos presentan concentraciones superiores a sus respectivos límites de cuantificación.

En la campaña de 2021, 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 desde el comienzo del periodo de estudio, 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 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 (mg·kg^{-1}, peso seco) y compuestos orgánicos (µg·kg^{-1}, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimento de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior en la campaña de invierno de 2021.

E-N20 (Fecha de muestreo: 09/02/2021)							
Gravas (%)	0	PCB 28	2,0	Aldrín	<1	Pireno	1000
Arenas (%)	31,4	PCB 52	1,9	Dieldrín	<1	Criseno	500
Limos (%)	68,6	PCB 101	5	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	150
MO (%)	5,5	PCB 105	<1	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	100
Eh (mV)	-126	PCB 118	1,3	Fenantreno	800	Fluoranteno	1500
Cd	0,50	PCB 138	7	Indeno[1,2,3-cd]pireno	140	Benzo[a]antraceno	700
Cr	54	PCB 153	11	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	600
Cu	43	PCB 156	<1	Acenaftileno	30	Benzo[a]pireno	310
Hg	0,46	PCB 180	10	Acenafteno	14		
Ni	22	p,p-DDE	<1	Fluoreno	70		
Pb	66	p,p-DDD	<1	Antraceno	500		
Zn	180	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	150		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	60		
		gHCH	<1	Perileno	70		

E-N30 (Fecha de muestreo: 09/02/2021)							
Gravas (%)	0	PCB 28	<1	Aldrín	<1	Pireno	20
Arenas (%)	99,6	PCB 52	<1	Dieldrín	<1	Criseno	13
Limos (%)	0,2	PCB 101	<1	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	<10
MO (%)	1,2	PCB 105	<1	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	<10
Eh (mV)	327	PCB 118	<1	Fenantreno	<10	Fluoranteno	25
Cd	0,16	PCB 138	<1	Indeno[1,2,3-cd]pireno	<10	Benzo[a]antraceno	21
Cr	57	PCB 153	<1	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	33
Cu	42	PCB 156	<1	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	17
Hg	0,21	PCB 180	<1	Acenafteno	<10		
Ni	30	p,p-DDE	<1	Fluoreno	<10		
Pb	66	p,p-DDD	<1	Antraceno	<10		
Zn	182	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	<10		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	<10		
		gHCH	<1	Perileno	<10		

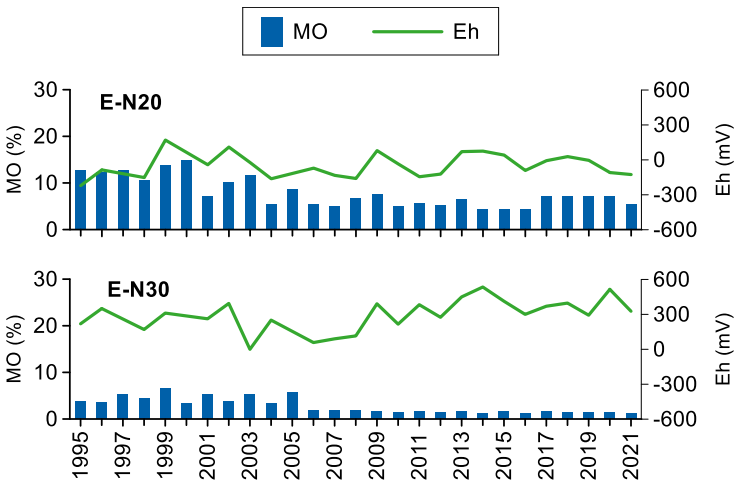


Figura 51 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior (muestreos de invierno).

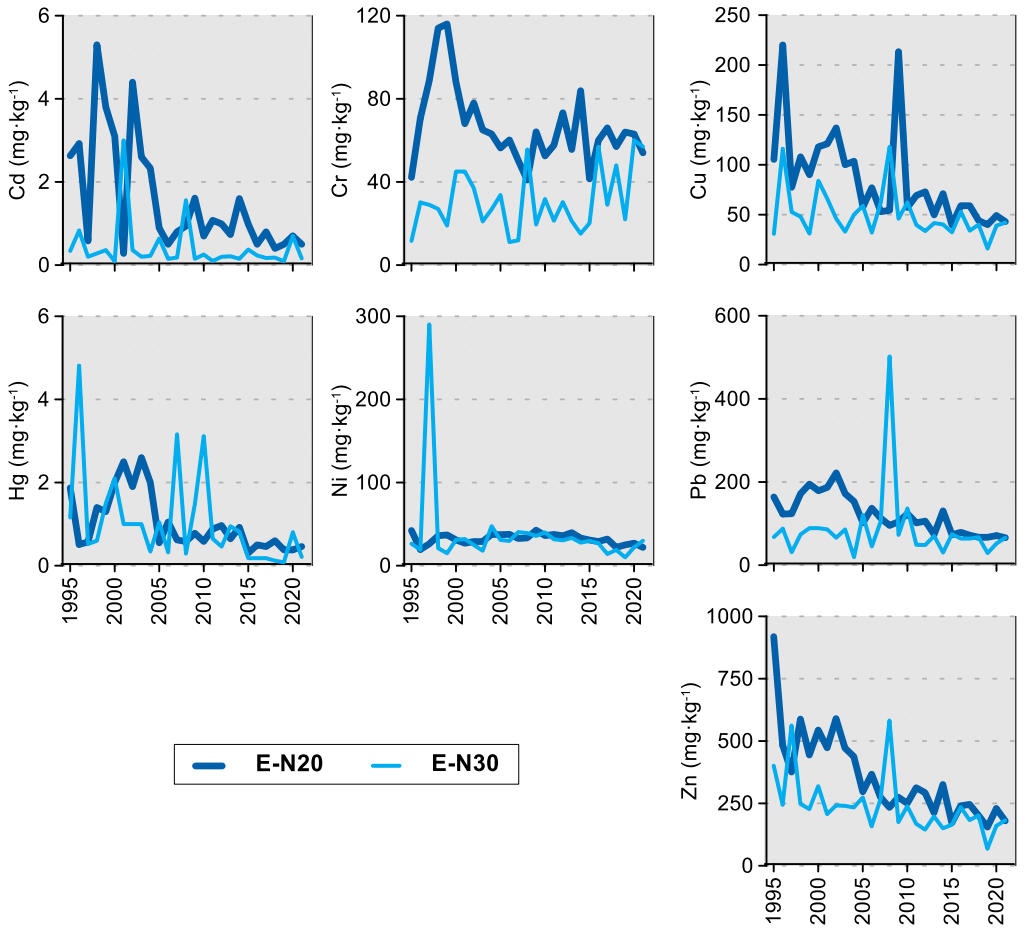


Figura 52 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Nerbioi exterior (muestreos de invierno).

5.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2021, 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 es de aplicación 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 2021, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-N10	Global
Dicofol	NCA biota	33	20	<LC	No aplica
Ácido perfluoro-octanosulfónico y sus derivados (PFOS)	NCA biota	9,1	1	<LC	No aplica
Hexabromociclododecano	NCA biota	167	100	<LC	No aplica
Hexaclorobenceno	NCA biota	10	1	<LC	No aplica
Hexaclorobutadieno	NCA biota	55	50	<LC	No aplica
Mercurio y sus compuestos	NCA biota	20	6	35	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	1,35	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 buenos indicadores 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 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 2021** fue muy baja durante las campañas de invierno y otoño, cuando la salinidad también mostró los valores mínimos (Figura 53).

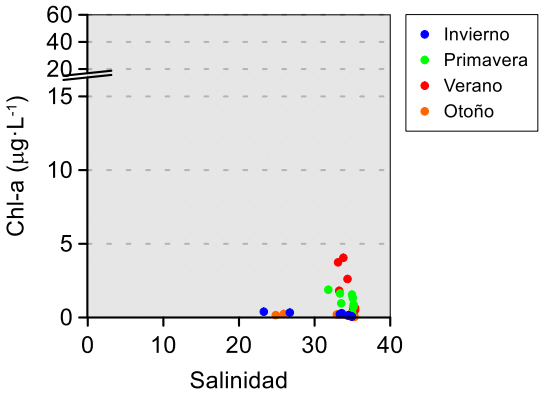


Figura 53 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior en las cuatro épocas de estudio durante 2021. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

Los máximos se observaron en verano, con diferencias muy pronunciadas con la profundidad. Así, el 19 de agosto en superficie osciló entre 2 y 4 $\mu g \cdot L^{-1}$, pero en fondo no alcanzó 1 $\mu g \cdot L^{-1}$.

En comparación con otras masas de agua de similar salinidad y de Tipo 10 (estuarios submareales), el 25 de agosto de 2021 se observó un pico ligeramente más alto en el estuario del Oiartzun (5,5 $\mu g \cdot L^{-1}$), también en superficie.

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). En la estación E-N30, situada en el Abra Exterior, puede observarse una clara disminución. Esto también se ha señalado para las estaciones costeras más cercanas (L-N10 y L-N20) y posiblemente responda a las mejoras realizadas en la depuración de las aguas residuales. El descenso del P_{90} 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 que tienen lugar en el estuario (García-Barcina et al., 2006; Franco et al., 2011).

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). Pero, después, su P_{90} fue en aumento y en los tres últimos periodos ha incumplido, ligeramente, el objetivo de calidad. Esto indica que la zona situada más al abrigo del puerto soporta mayor presión antrópica y que el impacto de eutrofización ha aumentado ahí en años recientes. La concentración de fosfato está siendo bastante más elevada que lo que cabría esperar en un medio con

baja presión. También hay exceso de nitrato, aunque este último presenta fuertes oscilaciones de unos años a otros (Figura 48). En todo caso, la estación E-N20 representa una extensión del estuario mucho menor que la estación E-N30, concretamente el 20%.

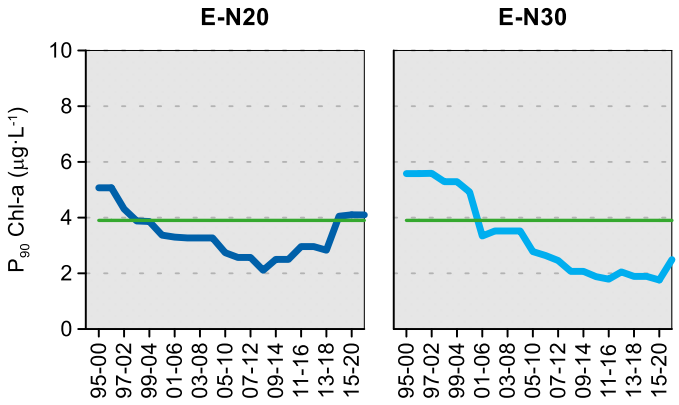


Figura 54 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Nerbioi Exterior. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas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

En relación a 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 en dos puntos de esta masa de agua (Revilla et al., 2022). Concretamente: en la estación RESN02, que se localiza en el Abra Interior y es de carácter 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.

		17/02/2021		18/05/2021	24/05/2021
Parámetro	**Unidad**	**RESN02**	**RESN01**	**RESN02**	**RESN01**
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	94	303	757	1516
Diversidad	(bit·cel^{-1})	2,7	3,0	4,3	1,8
Riqueza	(*# taxa*)	20	22	59	62
		13/07/2021	08/09/2021	26/10/2021	
Parámetro	Unidad	RESN02	RESN01	RESN02	RESN01
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	1468	5444	324	237
Diversidad	(bit·cel^{-1})	2,9	2,6	4,3	4,4
Riqueza	(*# taxa*)	45	60	61	71

Como viene siendo habitual en esta masa de agua, la abundancia celular presentó una fuerte variabilidad. En 2021 abarcó desde valores del orden de 10^4 hasta 10^6. Los más bajos se registraron en invierno y en otoño, mientras que el máximo tuvo lugar en verano, al igual que ocurría con la clorofila.

En invierno la comunidad estuvo dominada por criptofitas, que aumentaron en densidad hacia la zona exterior (RESN01) al igual que otros pequeños flagelados, así como, dinoflagelados y diatomeas.

En primavera siguió observándose mayor densidad celular en la zona exterior y esta diferencia se acentuó mucho más en verano. Aunque durante ambas campañas no se muestrearon los dos puntos simultáneamente, el efecto que esto pudo causar en la heterogeneidad espacial de los datos tuvo que ser mayor en verano, por el tiempo transcurrido entre el muestreo del Abra Interior (julio) y el del Abra Exterior (septiembre). Además, los primeros días del mes de septiembre se caracterizaron por una temperatura atmosférica muy alta.

La muestra de mayo del Abra Exterior (RESN01) presentó una floración de la diatomea *Leptocylindrus danicus/hargravesii* con $1{,}1 \cdot 10^6$ células·L^{-1}. Además, en esta muestra se observó una elevada riqueza de dinoflagelados. Sin embargo, hacia el interior en mayo cobraron más importancia las criptofitas.

En septiembre la muestra del Abra Exterior estuvo de nuevo dominada por diatomeas. Al igual que en primavera, *Leptocylindrus danicus/hargravesii* presentó un bloom ($0{,}8 \cdot 10^6$ células·L^{-1}). Sin embargo, la especie de mayor abundancia fue *Leptocylindrus minimus* ($2{,}8 \cdot 10^6$ células·L^{-1}), diatomea que puede causar daños en las agallas de los peces cuando alcanza elevadas densidades. También se observó en esta muestra al dinoflagelado *Dinophysis acuminata* (80 células·L^{-1}), especie con capacidad para producir toxinas diarreicas que son bioacumuladas por bivalvos filtradores. Por el contrario, la muestra de verano del Abra Interior (tomada en julio) presentó una menor contribución de diatomeas y estuvo dominada por las criptofitas *Plagioselmis* spp. ($0{,}7 \cdot 10^6$ células·L^{-1}).

En el muestreo realizado en octubre no se observaron floraciones, ni dominancia de especies. 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 = 0,462**) 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
2016-2021	E-N20	4,10	0,317
	E-N30	2,49	0,522
	Nerbioi Exterior Transición	2,812*	0,462

(*) 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 la evaluación correspondiente al periodo 2011-2016 se observa una tendencia de descenso.

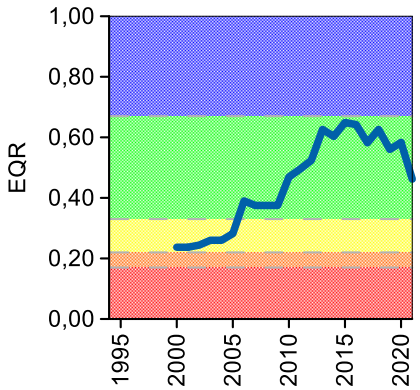


Figura 55 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Nerbioi Exterior a lo largo del seguimiento (rojo: potencial malo; naranja: potencial deficiente; amarillo: potencial moderado; verde: potencial bueno; azul: máximo potencial).

5.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

En la presente campaña de 2021, en la masa de agua del Nerbioi Exterior se muestreó una única zona para la evaluación de las macroalgas presentes (Figura 45).

En dicho tramo no se aprecian diferencias importantes respecto a la pasada campaña de 2018, observándose una banda de *Mytilus galloprovincialis, Balanus* sp. y *Crassostrea gigas*, y una banda superior de clorofíceas filamentosas del género *Ulva*. Únicamente cabe destacar el desarrollo de un cinturón de rodofíceas filamentosas de *Gelidium pusillum* y *Chondracanthus acicularis* entre las dos bandas indicadas en la zona de la escollera del puerto deportivo de Getxo, donde en la pasada campaña de 2018 únicamente formaban manchas dispersas.

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 47 se muestran los resultados obtenidos en la presente campañas para cada uno de los indicadores de que consta el índice. Además, se muestran los valores de TMI para la zona estudiada, que, en este caso, se repite para la estación a la que se adscribe y para el global de la masa de agua.

Tabla 47 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las zonas de la Masa de Agua Fuertemente Modificada del Nerbioi Exterior (TMIzona), así como a nivel de estación (TMIestación) y a nivel de estuario (TMIestuario). Se muestran también las calificaciones para cada uno de los indicadores que se consideran en el método: R: riqueza específica; Ct: cobertura de especies tolerantes a la contaminación; Cr: cobertura del resto de especies de algas; V/R: ratio entre la cobertura de clorofíceas y la del resto de algas (verde: Potencial Bueno).

	Zona
Indicadores	M-EN1
R	3
Ct	3
Cr	5
V/R	5
Suma	10
TMI_{zona}	0,75
Superficie (m^2)	13.250
Superficie relativa (% zona)	1,00
Estación	E-N20
$TMI_{estación}$	0,75
Superficie relativa (% estuario)	1,00
$TMI_{estuario}$	0,75

La calificación 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 a los valores moderados de riqueza de algas y de cobertura de algas tolerantes a la contaminación, así como a la alta cobertura de especies no indicadoras de contaminación, y al bajo ratio entre las coberturas de clorofíceas y resto de algas (en estos dos últimos casos, propiciado por el desarrollo del cinturón de rodofíceas). 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 que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del potencial ecológico.

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, destacando la dominancia en biomasa del erizo *Echinocardium cordatum,* que aporta el 68% del total de la estación. Los parámetros estructurales

muestran una comunidad con abundancia baja (523 ind·m^{-2}, frente a los 3.616 ind·m^{-2} en promedio desde que se iniciara el seguimiento), pero diversidad alta (4,34 bit·ind^{-1}, frente a 3,50 bit·ind^{-1} de promedio desde que se iniciara el seguimiento). La riqueza también es baja (37 *taxa*, con un promedio histórico de 53 *taxa*) (Tabla 48). Dominan las especies sensibles a la alteración del medio (GE I), por lo que la estación queda calificada, en términos de AMBI, como ligeramente alterada (AMBI=1,4).

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

Parámetro	Unidad	E-N20	E-N30
Densidad	(ind·m^{-2})	523	63
Biomasa	(g·m^{-2})	44,240	0,404
Riqueza	(# *taxa*)	37	8
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	4,34	2,54
Equitabilidad densidad		0,83	0,85
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	2,02	1,57
Equitabilidad biomasa		0,39	0,52
Diversidad máxima	(bit)	5,21	3,00
AMBI		1,448	1,048
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Nula
M-AMBI$_{estación}$		1,000	0,737
M-AMBI$_{global}$		0,789	

En la estación más exterior, destaca la presencia de especies típicamente marinas, algunas de ellas encontradas en las muestras litorales (*Nephtys cirrosa*, *Diogenes pugilator*, 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 también alta de especies sensibles a la alteración lo que permite que la estación quede calificada, según AMBI, como no alterada (AMBI=1,0).

Los valores de M-AMBI estimados para 2021 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).

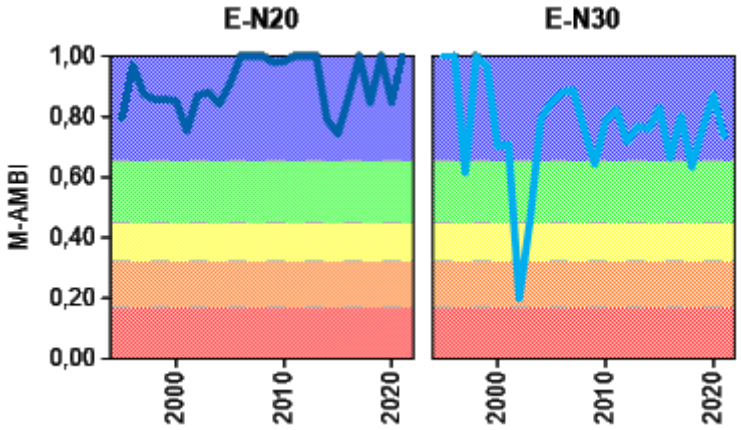


Figura 56 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua Muy Modificada del Nerbioi Exterior a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Potencial; naranja: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado; verde: Buen Potencial; 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 2021, campaña realizada para el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia y, que se realiza anualmente dentro del proyecto de *Evaluación del estado de calidad del estuario del Nervión y su evolución con las actuaciones enmarcadas en el Plan de Saneamiento*. Estos estudios contemplan tanto el componente físico-químico, como biológico y, por extensión, ofrecen una perspectiva ecológica. Actualmente, las estaciones muestreadas se reducen al Abra interior (1989-2021); 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 44 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.

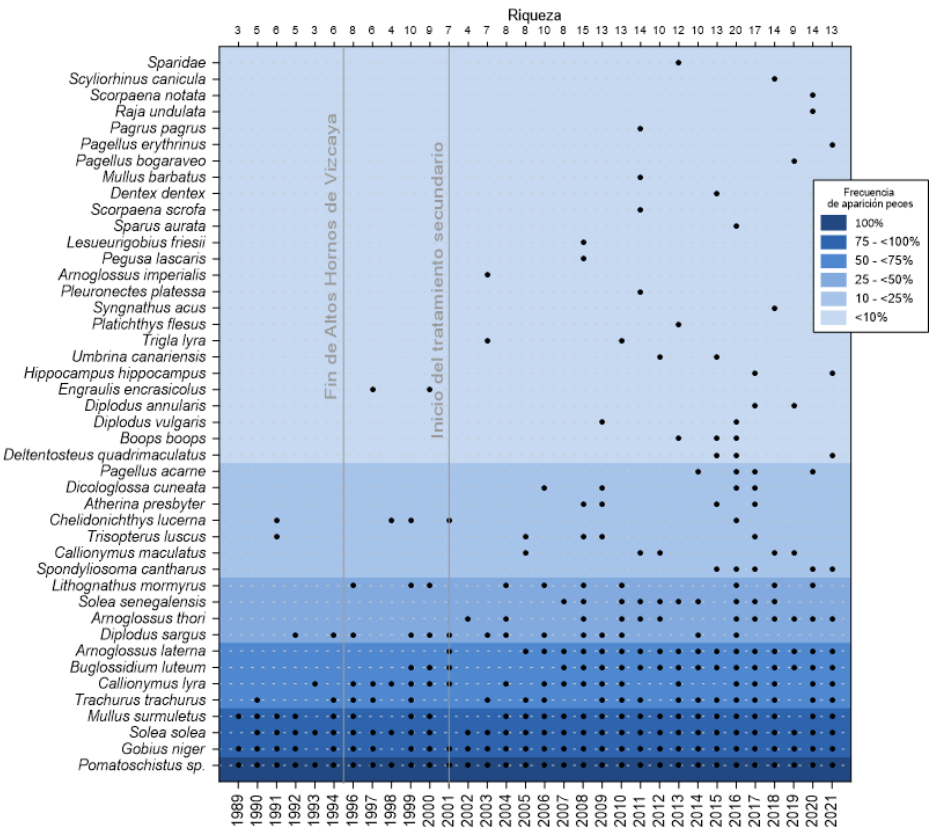


Figura 57 Listado de especies de peces capturados en la masa de agua de transición del Nerbioi exterior (1989-2021). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (75-100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado.

En cuanto a los parámetros estructurales, la Figura 58 presenta la riqueza de taxones encontrada entre 1989 y 2021 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 incremento respecto a años anteriores. La mejoría general está en relación con el saneamiento de la cuenca y del estuario, que se ha traducido en una mejora de la calidad físico-química en aguas y sedimentos, que ha incidido en la mejora biológica.

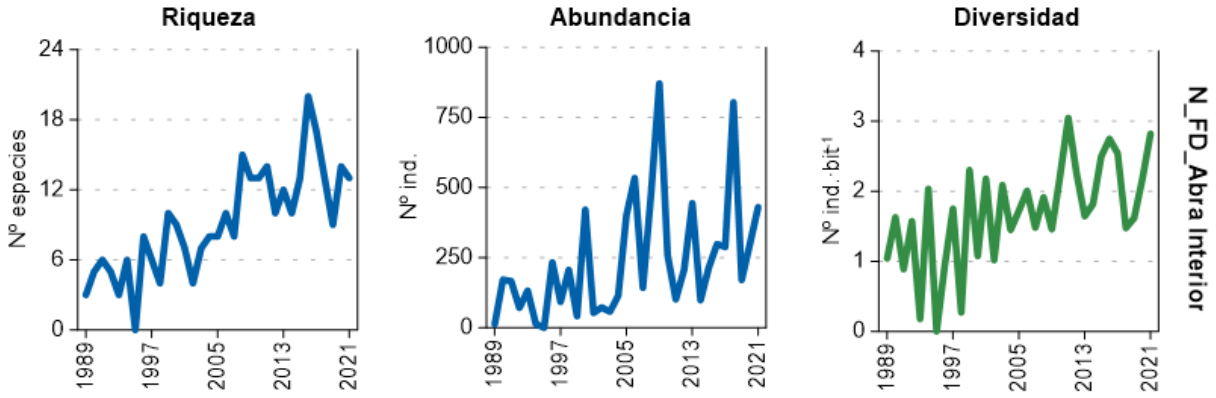


Figura 58 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones identificados en el Abra interior entre 1989 y 2021.

De acuerdo a los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2021 la valoración global de la masa de agua vuelve a alcanzar la calificación de 'Máximo Potencial' (Figura 59), con un valor de AFI superior a los obtenidos en los tres años anteriores.

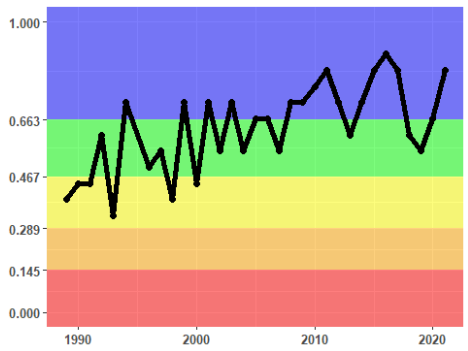


Figura 59 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para toda la masa de agua de transición del Nerbioi exterior entre 1989 y 2021. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Máximo Potencial: ≥ 0,663; Buen Potencial: 0,467-0,663; Potencial Moderado: 0,289-0,467; Deficiente: 0,145-0,289 Malo: ≤ 0,145. AFI: AZTI's Fish Index.

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

La mejoría detectada a lo largo de todos estos años se debe principalmente al cierre de Altos Hornos

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

5.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Durante 2021 han continuado las obras de relleno del espigón central dentro del proyecto de ampliación del Puerto de Bilbao. 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. Además, en 2020 y 2021 se ha analizado una estación de biomonitores (moluscos). Las posiciones se pueden ver en la Figura 60.

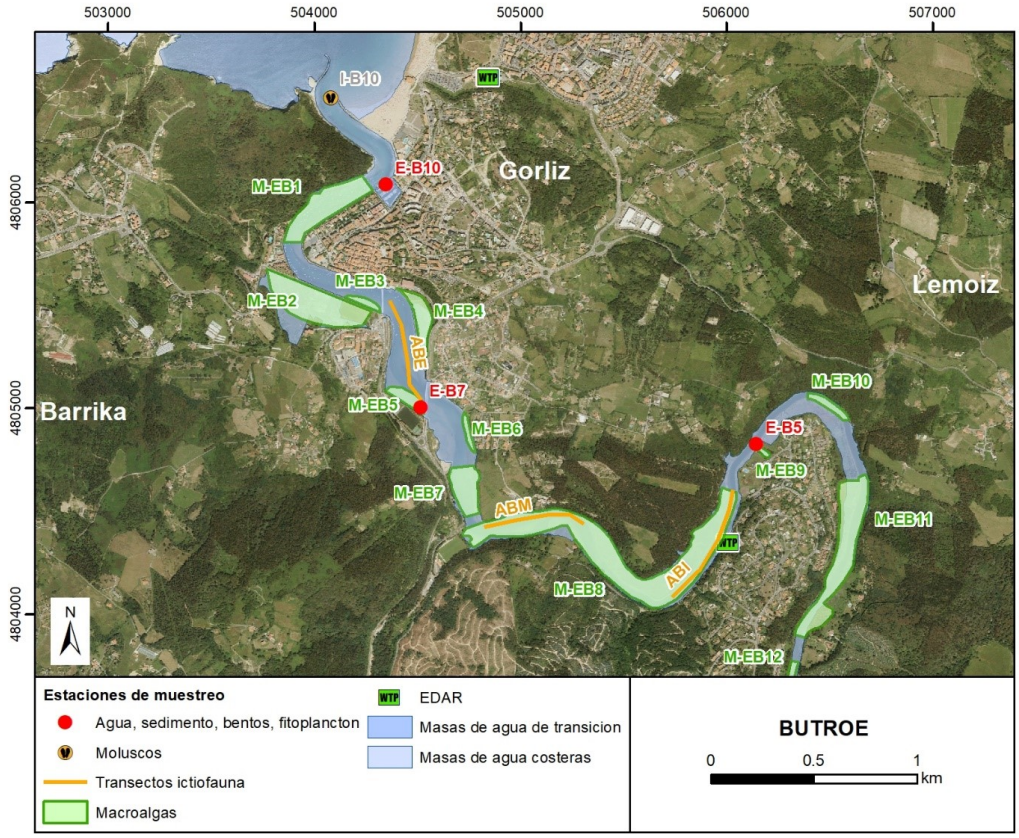


Figura 60 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Butroe.

La masa de agua de transición del Butroe se diagnostica en 2021 en estado peor que bueno ya que aunque alcanza el buen estado químico, no cumple el estado ecológico asociado a macroinvertebrados en las estaciones E-B7 y E-B10, que están en estado moderado (Tabla 49 y Figura 61).

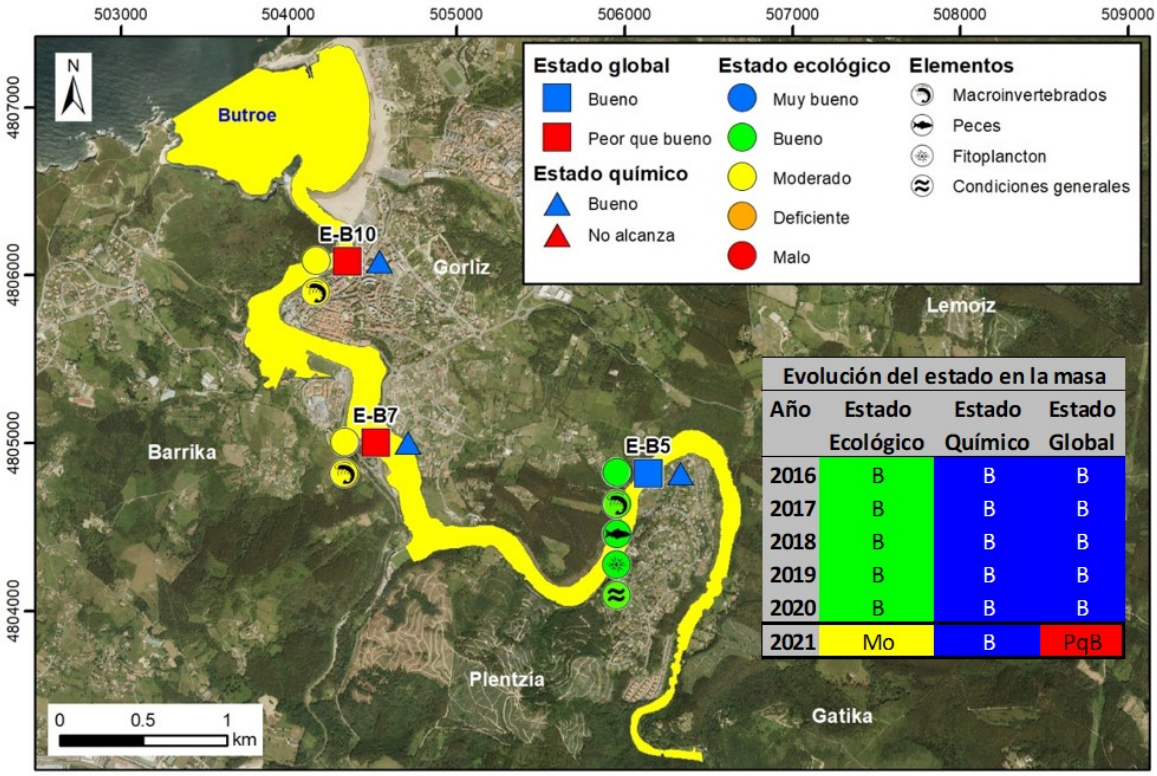


Figura 61 Masa de agua de transición del Butroe: Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 49 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Butroe en 2021. (Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). 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)	Mo	B	MB	B	Mo	B	MB	B	Mo	B	PqB
	Butroe Transición	Mo	B	B	B	Mo	B	MB	B	Mo	B	PqB

Excepto en 2021, en el resto de los últimos seis años analizados se ha dado cumplimiento de objetivos en cuanto a estado ecológico (Figura 61). En el caso del estado químico que incumplió en 2014, debido a contaminantes que presentaron valores elevados puntualmente, no se ha repetido en la serie. En 2021 alcanza el buen estado químico.

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 físico-químicos 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. No obstante, en años recientes se observa un ligero empeoramiento en este indicador en las tres estaciones del estuario, 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 2021, 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 2021, se observa una tendencia estadísticamente significativa ($p<0,05$) a la mejora en las estaciones E-B5 y E-B7. En la estación E-B10 no se observa ninguna tendencia estadísticamente significativa, aunque desde 2007 parece que la situación mejora y se sitúa entre buen y muy buen estado (Figura 62).

Tabla 50 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Butroe mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-B5	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		95,22	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤34,3	1,6	5,59	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤121,3	1,6	38,85	Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤3,39	0,16	1,81	Bueno
E-B7	Euhalino estuárico	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	83		99,91	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤9	1,6	4,32	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤18	1,6	22,91	Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤1,1	0,16	0,91	Bueno
E-B10	Euhalino estuárico	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	83		96,37	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤9	1,6	4,61	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤18	1,6	17,24	Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤1,1	0,16	0,70	Muy Bueno

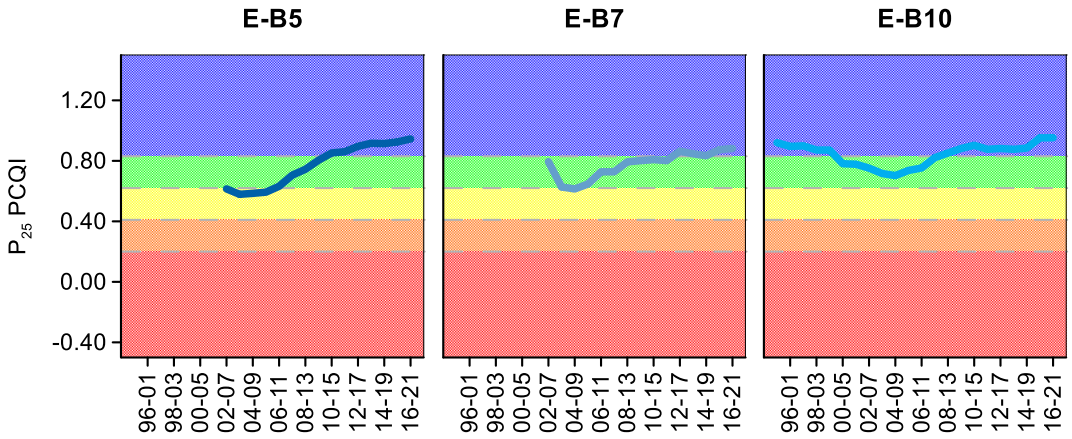


Figura 62 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones de muestreo E-B5, E-B7 y E-B10 de la masa de agua de transición del Butroe. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: 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 2021. 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).

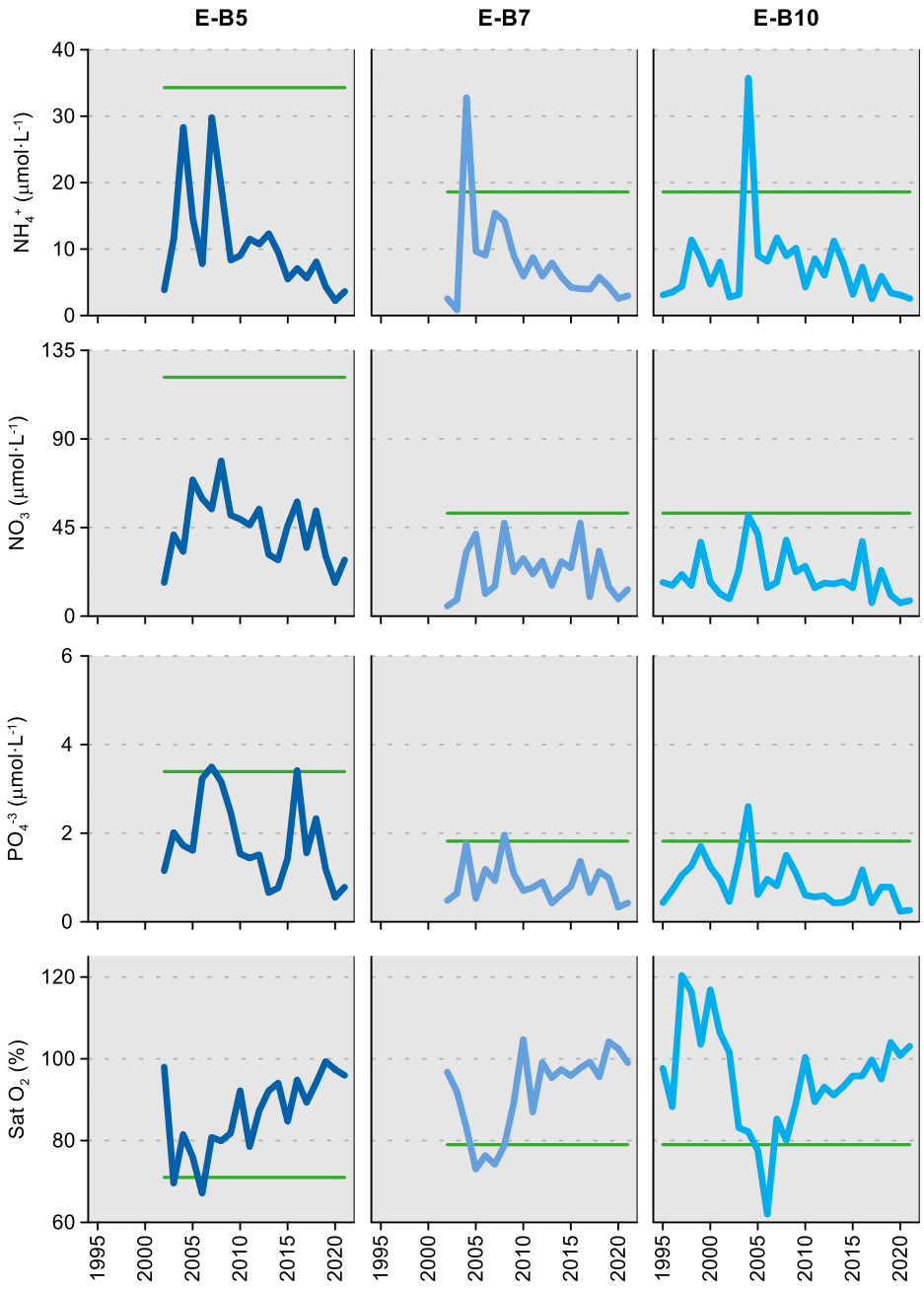


Figura 63 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

6.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2021 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 (µg L^{-1})	60	9	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico determinada en 2021, para las sustancias prioritarias, indica que la masa de agua alcanza el buen estado químico (Tabla 52). Las concentraciones promedio de compuestos orgánicos en 2021 se encuentran por debajo de las normas de calidad correspondientes, excepto el benzo(a)pireno en la estación E-B10, que supera la NCA-MA, aunque esta sustancia no se considera en la evaluación en aguas (ver Introducción).

Tabla 52 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Butroe en 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}. "-": no determinado.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-B5	E-B7	E-B10	Global
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0005	-	-	0,00125	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-CMA Agua	0,02	0,0005	-	-	0,00125	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	0,0010	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	0,0008	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	0,0007	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0012	0,0016	0,0016	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0012	0,0016	0,0022	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	0,0006	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).

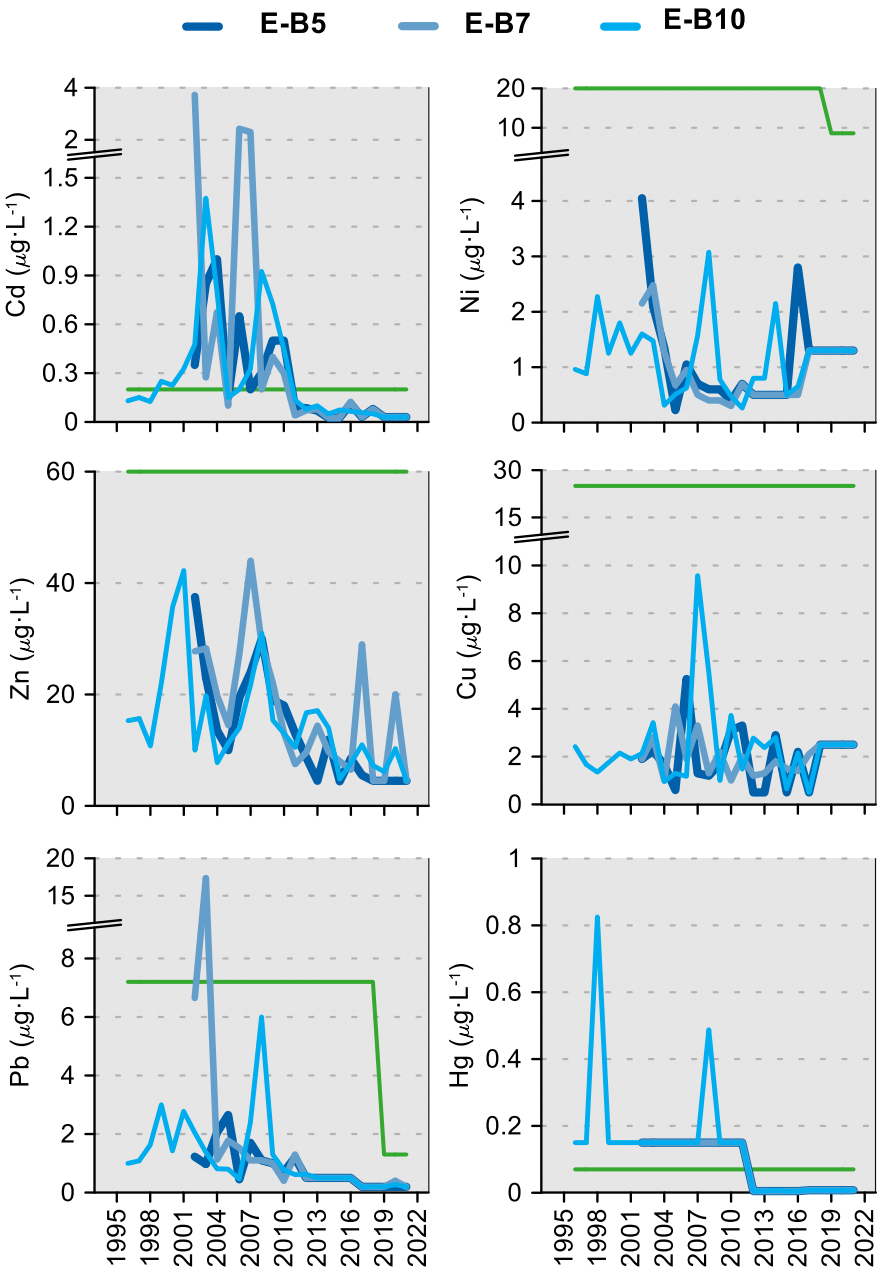


Figura 64 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe en el periodo que abarca desde 1995 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

6.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2021, 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, la estación situada en la zona intermedia (E-B7) muestra un sedimento con mayor contenido en arenas, 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 (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 $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Butroe en la campaña de invierno de 2021.

E-B5 (Fecha de muestreo: 25/01/2021)			
Gravas (%)	0,0	Cd	0,2
Arenas (%)	39,62	Cr	34
Limos (%)	60,38	Cu	20
MO (%)	4,78	Hg	0,23
Eh (mV)	84	Ni	19
		Pb	29
		Zn	104

E-B10 (Fecha de muestreo: 25/01/2021)			
Gravas (%)	26,81	Cd	0,1
Arenas (%)	67,4	Cr	21
Limos (%)	5,79	Cu	12
MO (%)	1,11	Hg	0,13
Eh (mV)	381	Ni	11
		Pb	25
		Zn	65

E-B7 (Fecha de muestreo: 25/01/2021)			
Gravas (%)	0,4	Cd	0,05
Arenas (%)	99,47	Cr	15
Limos (%)	0,13	Cu	<10
MO (%)	0,49	Hg	0,1
Eh (mV)	348	Ni	7
		Pb	11
		Zn	42

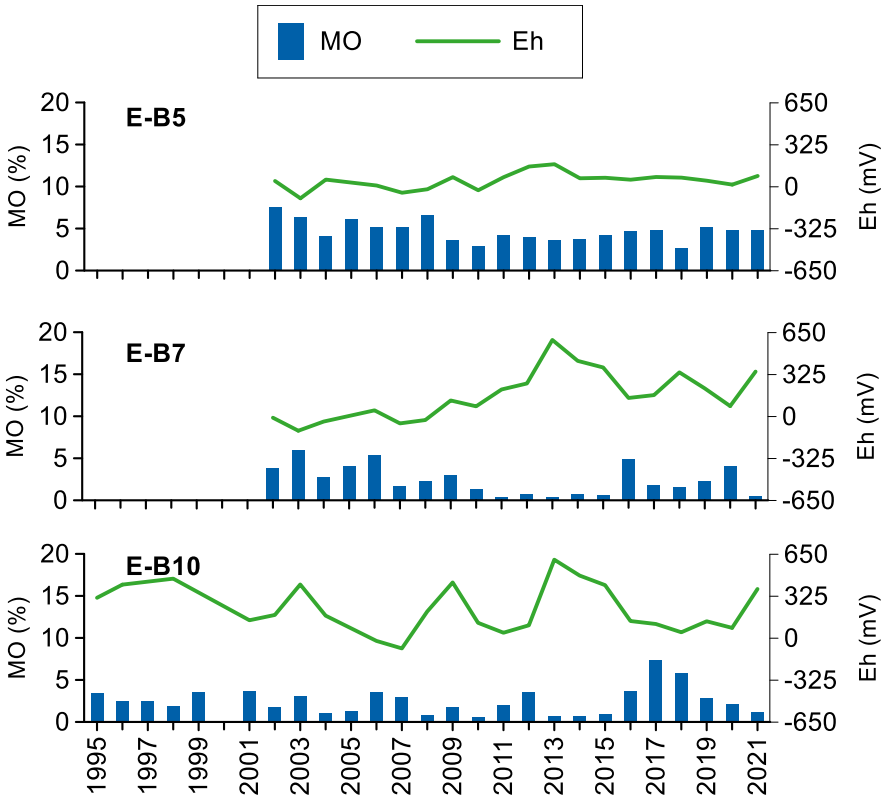


Figura 65 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Butroe (muestreos de invierno).

En lo que respecta a metales, las tres estaciones presentan rangos de concentraciones similares (Tabla 53). La Figura 66 muestra la evolución temporal de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados, donde en la estación E-B10 se observa una tendencia temporal creciente estadísticamente significativa en la concentración de Cr.

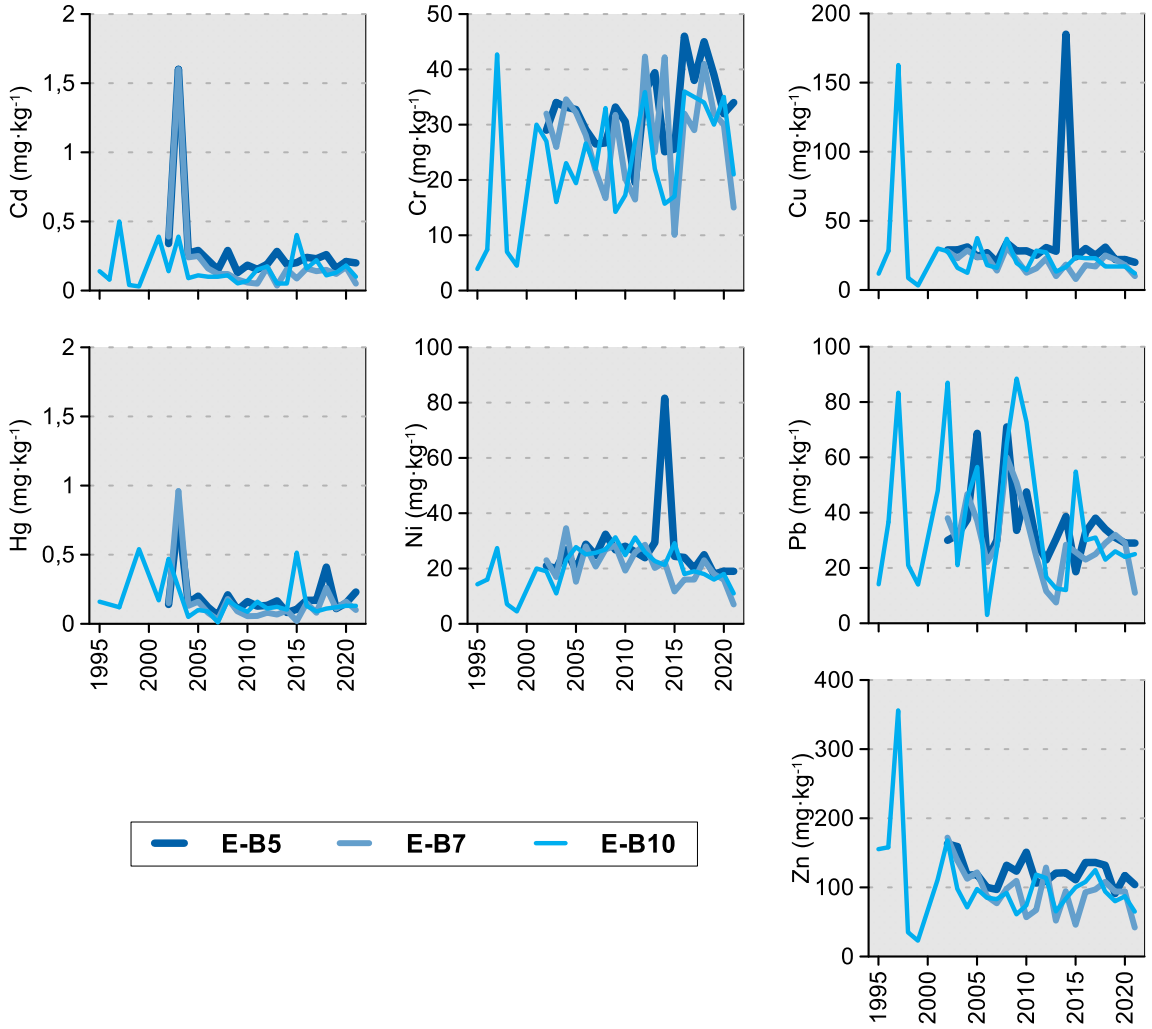


Figura 66 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Butroe (muestreos de invierno).

6.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2021, los biomonitores (mejillón, *Mytilus galloprovincialis*) 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 los mejillones son filtradores, pueden acumular contaminantes, por lo que son buenos indicadores 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 2021, basada en las sustancias prioritarias en biota (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA: norma de calidad ambiental; LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-B10	Global
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	1,54	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,45	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

6.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

6.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a en 2021** osciló entre 0,03 y 7,96 µg·L^{-1}. Se midieron algunos picos, no muy acusados, en la estación E-B5, en primavera y en otoño (Figura 67).

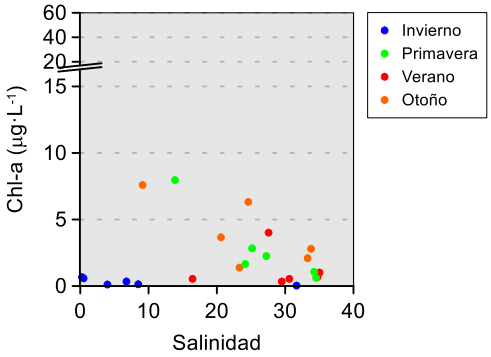


Figura 67 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Butroe en las cuatro épocas de estudio durante 2021. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

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).

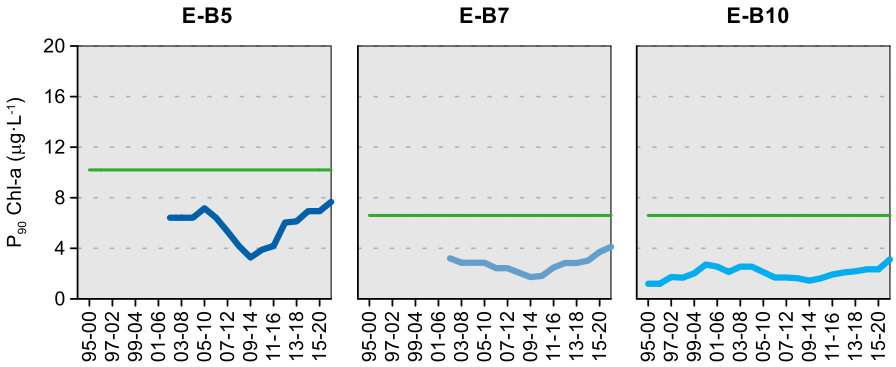


Figura 68 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Butroe. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: 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. 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, la tendencia del P_{90} ha revertido desde el periodo 2010-2015, aproximadamente, percibiéndose un aumento. Hay que indicar que hasta el año 2016 todavía se observaban picos acusados de fosfato y nitrato (Figura 63).

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**, en 2021 se dispone de datos de la estación E-B5 obtenidos en pleamar durante las campañas de primavera y verano (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.

		29/04/2021	12/08/2021
Parámetro	**Unidad**	**E-B5**	**E-B5**
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	1297	329
Diversidad	(bit·cel^{-1})	1,6	3,1
Riqueza	(*# taxa*)	18	27

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 las criptofíceas *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 2021 se repite un patrón bastante similar, al encontrarse una floración de *Plagioselmis* spp. a finales de abril en la cabecera del estuario ($935 \cdot 10^3$ células·L^{-1}). En esta muestra la especie de segundo orden fue el dinoflagelado potencialmente nocivo cf. *Pfiesteria* ($127 \cdot 10^3$ células·L^{-1}).

En la muestra de verano no se observan floraciones, las abundancias están bastante bien repartidas entre diferentes grupos taxonómicos y la diversidad de la comunidad es alta. Las especies más abundantes el 12 de agosto en la cabecera del estuario son *Plagioselmis* spp. y las clorofitas prasinofíceas *Tetraselmis* spp. (aportando cada una $64 \cdot 10^3$ células·L^{-1}). Además, se observa un número muy similar de diatomeas pennales (10-50 µm) y de pequeñas formas sin identificar. Entre los dinoflagelados destaca *Heterocapsa* spp., aunque su abundancia es baja ($21 \cdot 10^3$ células·L^{-1}), en el rango de la contabilizada el 26 de agosto en el estuario del Oka, pero un orden de magnitud inferior a la medida el 9 de agosto en la cabecera del Oiartzun.

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 "**Bueno**" **(EQR= 0,597)**.

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).

Periodo	**Estación/ Masa de agua**	**Métrica**	**EQR**
		P_{90} clorofila-a (µg·L^{-1})	Chl-a
2016-2021	E-B5	7,67	0,443
	E-B7	4,12	0,534
	E-B10	3,12	0,705
	Butroe Transición	4,008*	0,597

(*) 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. Hasta el presente periodo se había mantenido en la categoría de "Muy Bueno", pero su tendencia de descenso tras la evaluación de 2014 (periodo 2009-2014) le ha llevado actualmente a una categoría inferior.

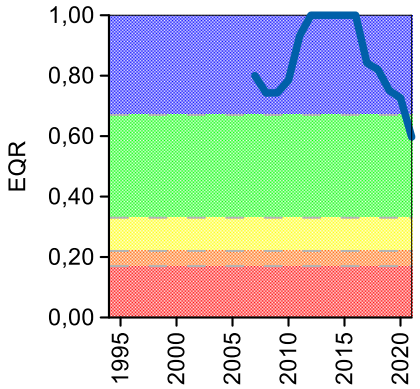


Figura 69 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Butroe a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) 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 2021 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	0,587	0,622
2005	0,607	0,478	0,541	0,500
2008	0,544	0,608	0,587	0,600
2011	0,526	0,689	0,722	0,686
2014	0,618	0,682	0,743	0,690
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 (a excepción de la campaña de 2005, en que la calificación quedó limitada a Estado Moderado). Sin embargo, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

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*, las larvas de dípteros, el bivalvo *Scrobicularia 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 riqueza y de la diversidad (inferiores a los respectivos promedios históricos de la estación). La clasificación de la estación, según AMBI, es de alteración ligera (AMBI=3,2), 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})	1.812	931	696
Biomasa	(g·m^{-2})	17,094	2,221	12,517
Riqueza	(*# taxa*)	8	15	17
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	1,59	1,01	0,92
Equitabilidad densidad		0,53	0,26	0,22
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	0,98	0,71	1,59
Equitabilidad biomasa		0,33	0,18	0,39
Diversidad máxima	(bit)	3,00	3,91	4,09
AMBI		3,165	3,012	2,887
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera
M-AMBI$_{estación}$		0,681	0,462	0,473
M-AMBI$_{global}$		0,505		

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 los valores de diversidad, tanto el estimado a partir de los datos de densidad, como el estimado a partir de las biomasas, sean bajos. En cambio, tanto la densidad (931 ind·m^{-2}), como la riqueza específica (15 *taxa*) son del orden de los promedios registrados para la estación (894 ind·m^{-2} y 14 *taxa*, respectivamente). Por el contrario, la biomasa determinada es la menor de serie histórica. Como en la estación anterior, dominan las especies adscritas al GE III y la estación queda calificada, en términos de AMBI, como ligeramente alterada (AMBI=3,0).

El tramo exterior alberga también la 'Comunidad de *Cerastoderma edule-Scrobicularia plana*', con dominancia, una vez más, del caracolillo *P. ulvae*. Los valores densidad y de riqueza son altos en relación a los valores históricos de la estación, aunque la diversidad estimada a partir de los valores de densidad es la menor de la serie histórica, con la excepción de la campaña de 1999 (en la que únicamente se recolecto un individuo del isópodo *Sphaeroma serratum*). También en esta estación dominan las especies tolerantes al enriquecimiento orgánico, con una calificación para la estación, en términos de AMBI, de alteración ligera (AMBI=2,9).

Los valores de M-AMBI estimados para 2021 indican Buen Estado para la estación más interior (E-B5), con Estado Moderado en la estación intermedia (E-B7) y en la estación más exterior (E-B10) (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 cuatro 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 se encuentran en niveles admisibles, el estado físico-químico 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 se ha alcanzado el peor valor del seguimiento en la estación más interior, por lo que no es 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). 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 **Estado Moderado**.

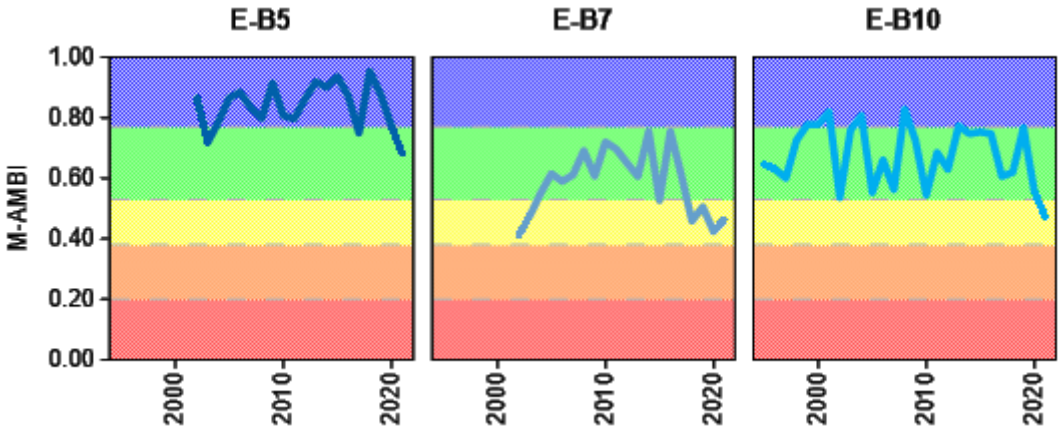


Figura 70 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua de Transición del Butroe a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

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

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

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

- En 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 linaresi* (cangrejo araña), y los taxones de peces *Spondyliosoma cantharus* (chopa), *Syngnathus acus* (aguja) *y Salaria pavo* (gallerbo), está última, nunca antes había sido

capturada en ningún estuario.

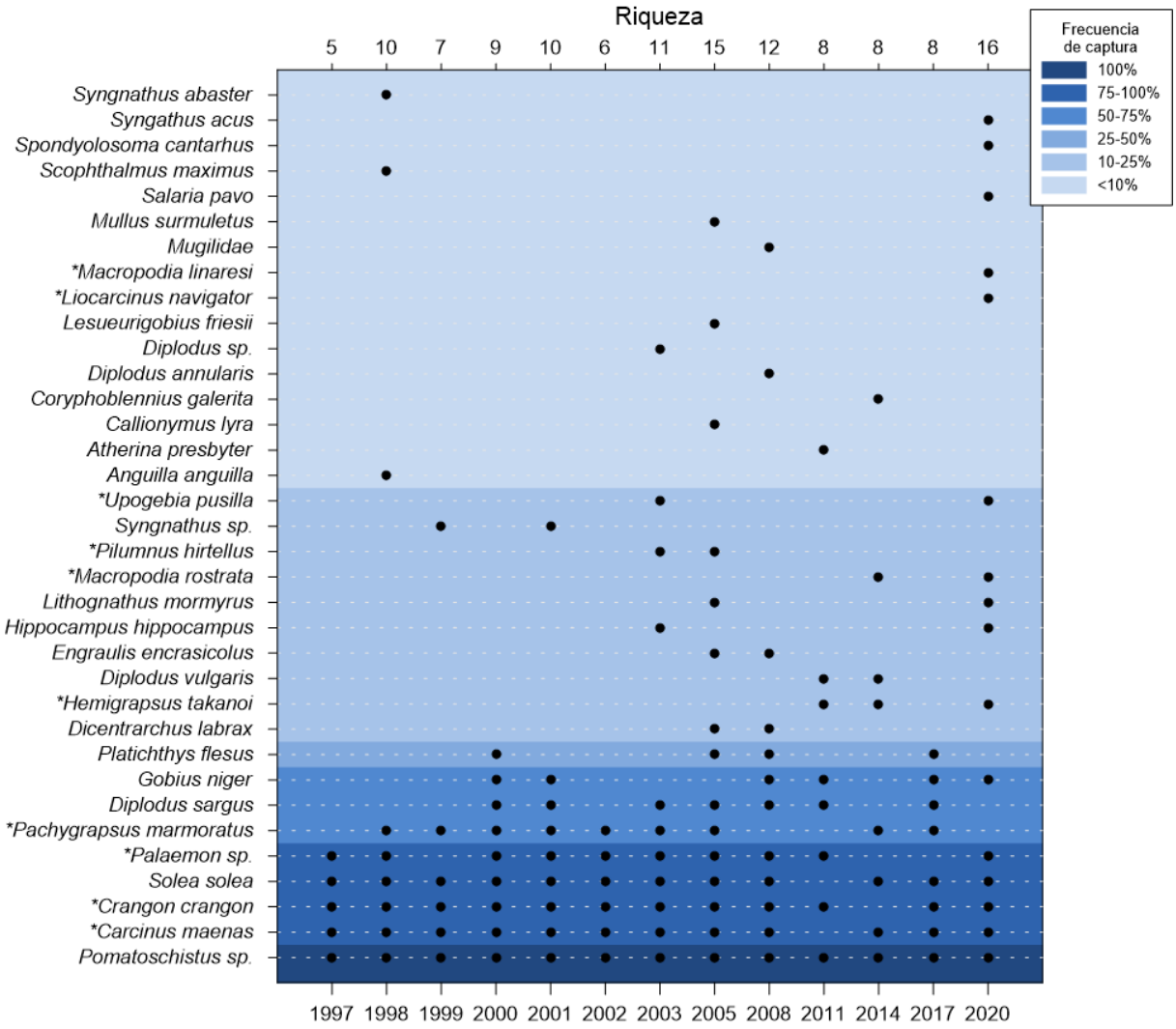


Figura 71 Listado de especies capturadas en el estuario del Butroe (1997-2020). Entre 1997 y 2003 (excepto 2002), datos pertenecientes a los estudios realizados para el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia; resto, "Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV. 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".

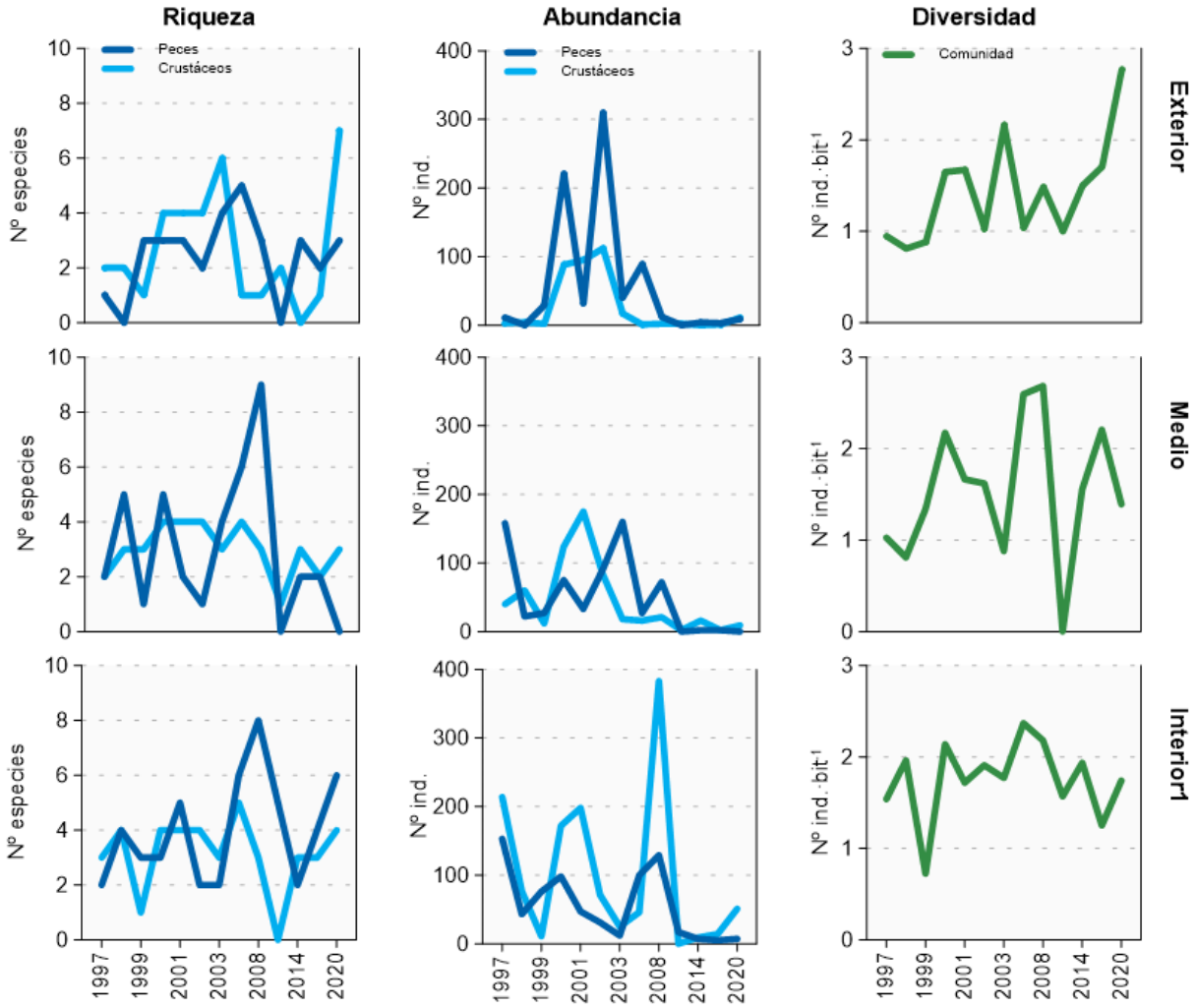


Figura 72 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Butroe entre 1997 y 2020.

De acuerdo a 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.

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).

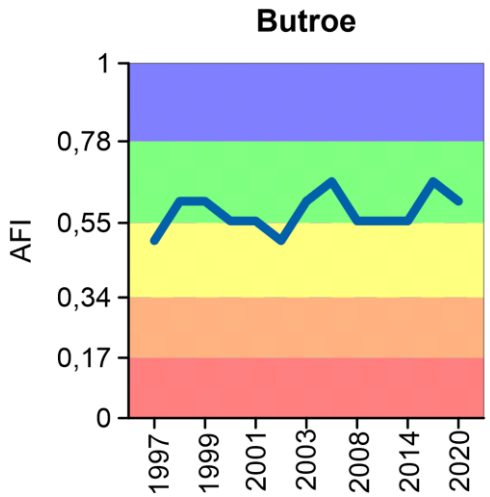


Figura 73 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenido para el estuario del Butroe entre 1997 y 2020. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17). AFI: AZTI's Fish Index.

6.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2021 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 2021 en un estado peor que bueno puesto que el estado ecológico se diagnostica como malo, fundamentalmente debido a fitoplancton, los macroinvertebrados en estado deficiente y las condiciones generales 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 habitual del estado químico, excepto en 2016 debido principalmente a níquel.

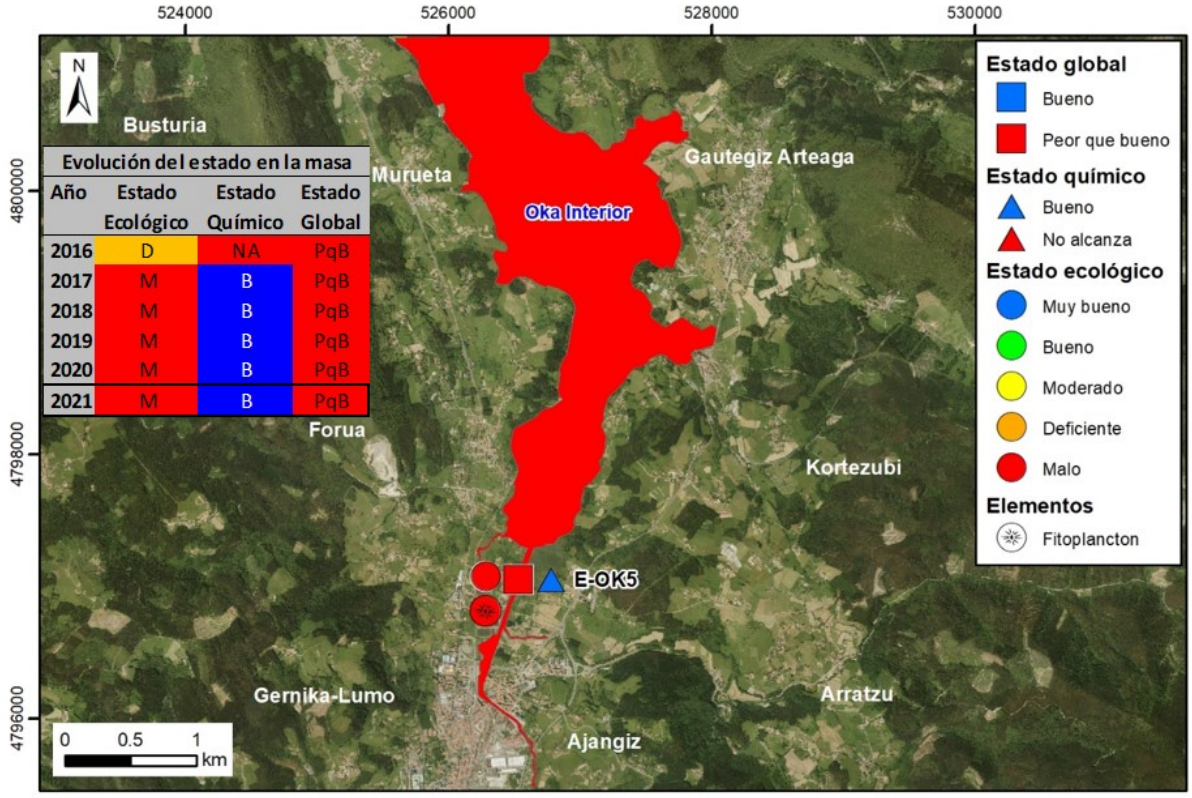


Figura 75 Masa de agua de transición del Oka interior: Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los 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 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Oka interior en 2021. (Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). 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)	D	B	M	MB	M	Mo	MB	Mo	M	B	PqB
	Oka Interior Transición	D	B	M	MB	M	Mo	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 espera que esta situación cambie y se alcance en un futuro un buen estado ecológico.

7.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

7.2.1. Aguas

7.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2021, 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 físico-químico calculado mediante la media de los seis últimos años de cada variable, según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, la estación E-OK5 no cumple con los objetivos 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 Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Oka interior mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-OK5	Oligohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	66		82,71	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤51,6	1,6	155,11	Moderado
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤212,5	1,6	44,57	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤5,13	0,16	5,01	Bueno

Por otra parte, al determinar las condiciones fisicoquímicas generales, mediante el percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 2002 y 2021, la estación E-OK5 no presenta una tendencia clara, aunque mejora progresiva y ligeramente desde 2014, quizá al irse eliminando algunos vertidos (Figura 76).

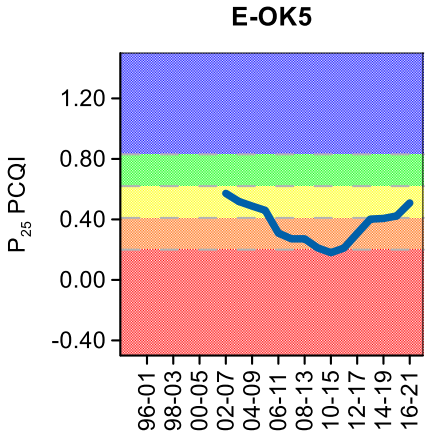


Figura 76 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 2002 y 2021 de la estación de muestreo E-OK5 de la masa de agua de transición del Oka interior. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; 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 2021. No se observa tendencia significativa alguna para ninguno de los nutrientes.

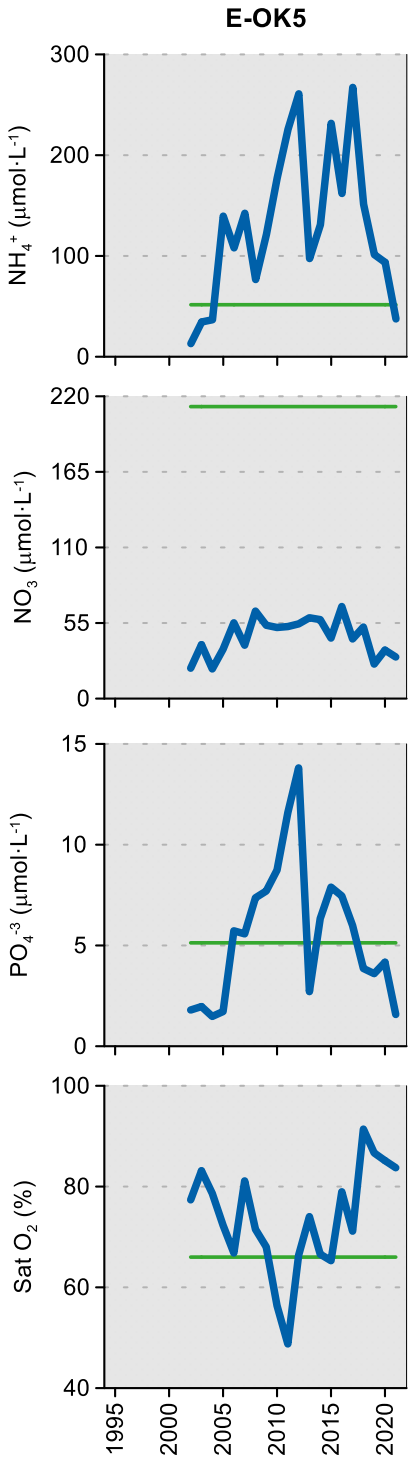


Figura 77 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en la estación de la masa de agua de transición del Oka interior en el periodo que abarca desde 2002 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

En el caso del amonio, las únicas veces que se cumplió con el objetivo de calidad fue al inicio de la serie, en el año 2002, y ahora en 2021. Al comienzo, la concentración de amonio fue aumentando progresivamente, para reducirse en años recientes, a medida que avanza el saneamiento. Así, en 2021, la concentración de amonio se encuentra por debajo del objetivo de calidad, tras empezar a bajar en 2014. 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 en los años recientes (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 2021 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 2021.

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

La evaluación del estado químico determinada en 2021 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.

En la campaña de 2021, 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).

Tabla 62 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oka interior en 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OK5	Global
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0025	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-CMA Agua	0,02	0,0025	<LC	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<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	0,001	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	0,001	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0013	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0013	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

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OK5	Global
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	4,00	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	4,00	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

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.

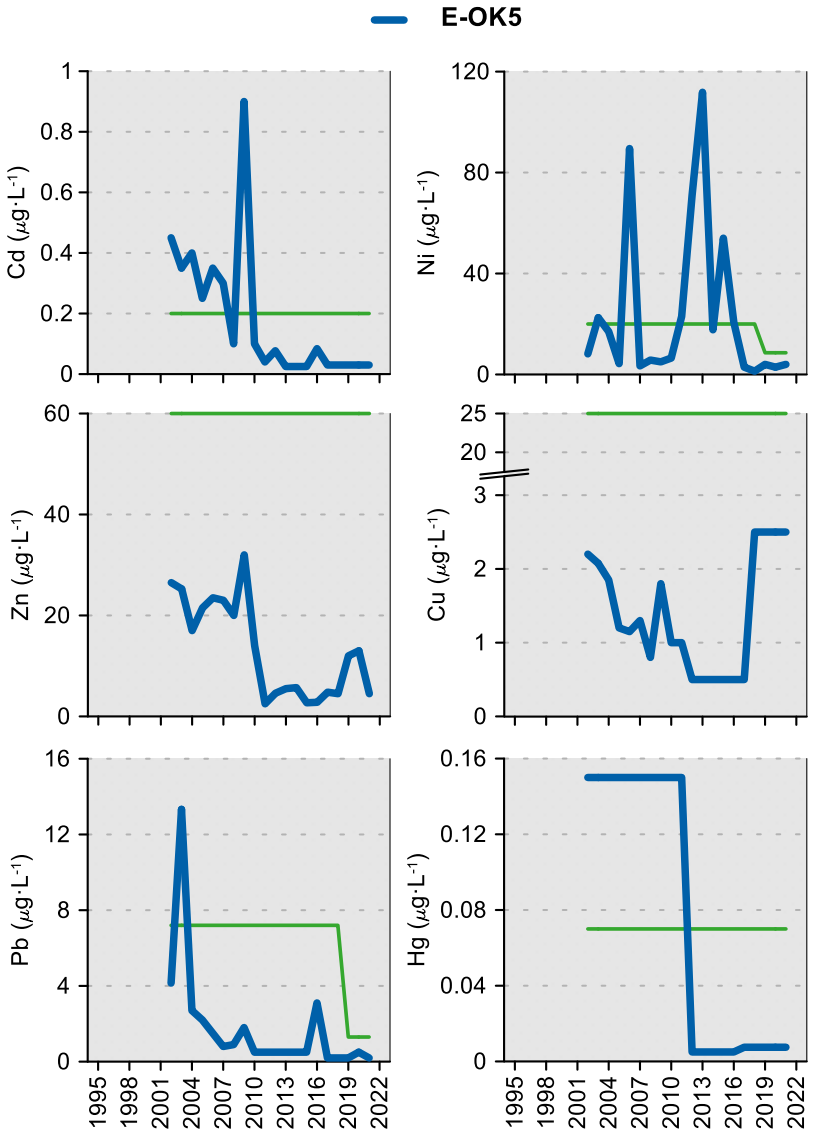


Figura 78 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Oka interior en el periodo que abarca desde 2002 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

7.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2021, el sedimento de este estuario se muestreó en marzo. 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 (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 $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Oka interior en la campaña de invierno de 2021.

E-OK5 (Fecha de muestreo: 15/03/2021)			
Gravas (%)	0,0	Cd	0,26
Arenas (%)	42,1	Cr	61
Limos (%)	57,9	Cu	29
MO (%)	6,5	Hg	0,12
Eh (mV)	-102	Ni	33
		Pb	20
		Zn	76

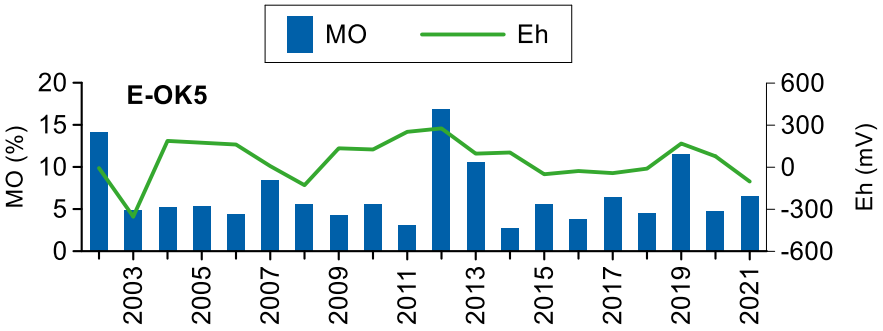


Figura 79 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Oka interior (muestreos de invierno).

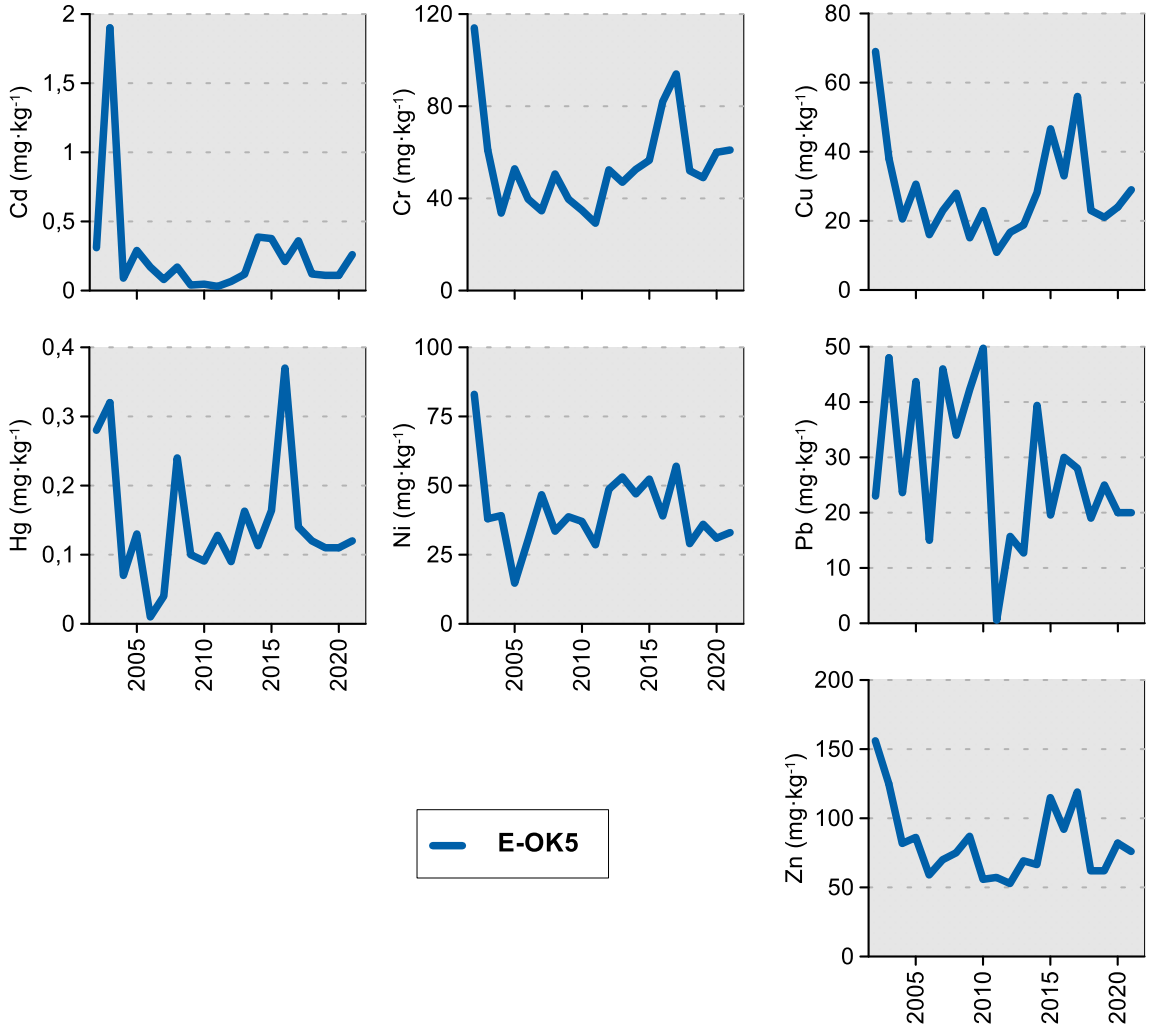


Figura 80 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Oka interior (muestreos de invierno).

7.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

7.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

En superficie, la concentración de **clorofila-a en 2021** osciló entre 0,42 y 50,81 µg·L^{-1}. El máximo superó a los del resto de las masas de agua de transición del País Vasco, al igual que había sucedido en 2020.

A diferencia de otros años, el máximo anual de clorofila no se registró en la campaña de verano, sino que tuvo lugar en otoño (Figura 81). Este pico no es de los mayores de la serie, en esta masa de agua se han medido en verano concentraciones superiores a 60 µg·L^{-1} (2004, 2006, 2008 y 2018), estando el máximo absoluto en 117 µg·L^{-1} (2014). Sin embargo, hasta el presente año, el máximo encontrado en otoño era de unos 26 µg·L^{-1} (2007).

A finales de abril de 2021 también se midió una concentración bastante alta (Figura 81). El máximo de la serie de primavera se registró en 2017 y fue muy similar al de este año, con unos 43 µg·L^{-1}. Parece que en esta masa de agua está teniendo lugar un aumento de la clorofila en primavera, a la vista de que en 2019 se registró otro máximo secundario (~28 µg·L^{-1}).

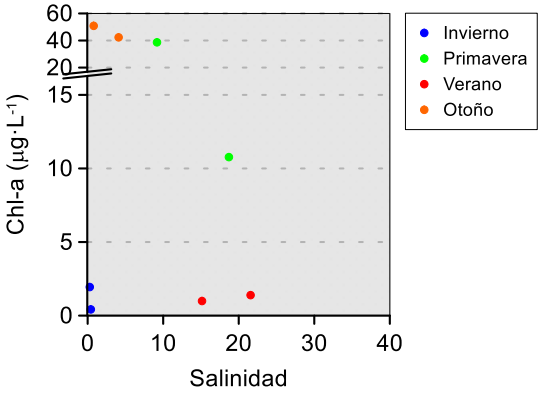


Figura 81 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Oka Interior en las cuatro épocas de estudio durante 2021. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

Los nutrientes que mejor pueden servir de indicadores de vertidos de aguas residuales urbanas, el fosfato y el amonio, desde mediados de la década de 2000 han presentado frecuentemente concentraciones medias anuales muy por encima del máximo recomendable (véase Figura 77, indicadores fisicoquímicos). La disponibilidad de nutrientes (nitrógeno y fósforo inorgánico, y posiblemente también compuestos orgánicos que pueden ser aprovechados por ciertas especies fitoplanctónicas) puede explicar el desarrollo y acumulación de la clorofila en la cabecera del estuario del Oka. Esto se ve propiciado cuando se reduce el caudal fluvial y la disponibilidad de luz es suficiente para permitir la producción primaria (condiciones ambas que no es probable que ocurran en invierno, pero sí durante el resto del año).

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 esta métrica ha mostrado fuertes oscilaciones, sin llegar a cumplir el objetivo de calidad para aguas de carácter oligohalino. Como acaba de comentarse, ello es reflejo de la fuerte presión antrópica (aporte de nutrientes), unida a la baja tasa de renovación del agua que presenta la zona superior del estuario del Oka.

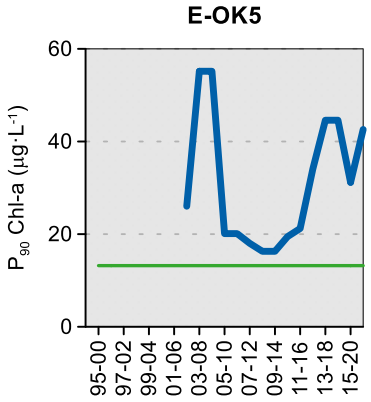


Figura 82 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oka Interior. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas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

Considerando el promedio de los últimos seis años, aunque el fosfato y el nitrato cumplen sus objetivos, la concentración de amonio todavía es muy elevada (Tabla 60). La tendencia reciente es de disminución de concentraciones en todas las formas de nutrientes (Figura 77). Se plantea la hipótesis de que esta tendencia, si se consolida, causará a medio plazo una disminución de la biomasa fitoplanctónica.

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 puede que no sea inmediata. Es posible que transcurran unos años hasta que otros organismos colonicen esta zona y, por consumo, competencia u otras interacciones biológicas, controlen los blooms.

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.

		29/04/2021	26/08/2021
Parámetro	**Unidad**	**E-OK5**	**E-OK5**
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	2123	930
Diversidad	(bit·cel^{-1})	2,6	2,9
Riqueza	(*# taxa*)	18	13

Los valores de abundancia total no se encontraron entre los más altos medidos en esta masa de agua (se han medido valores del orden de 10^7 células·L^{-1}), aunque fueron algo elevados en primavera. En cuanto a la composición taxonómica, 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 abril de la estación E-OK5 fue muy distinta a la observada en la misma fecha aguas abajo (donde los dinoflagelados eran cuantitativamente muy importantes). La del Oka Interior estuvo dominada por diatomeas (centrales y pennales de tamaño medio) y por la criptofícea *Teleaulax acuta;* la abundancia de cada uno de estos taxones no superó $0{,}7 \cdot 10^6$ células·L^{-1}. También contribuyeron otras criptofíceas (*Plagioselmis* sp., *Teleaulax amphioxeia* y *Hemiselmis* spp.).

En la muestra de agosto el taxón con mayor abundancia fue *Hemiselmis* spp. ($0{,}3 \cdot 10^6$ células·L^{-1}), que no se encontró en la estación situada aguas abajo. Sin embargo, se observaron similitudes con la estación E-OK10 por la contribución relativamente importante de diatomeas y la casi ausencia de dinoflagelados.

Las dos muestras de fitoplancton tomadas en 2021 en E-OK5 presentaron salinidad alta, cercana a 20. En ninguna de ellas se superó el umbral de blooms, al contrario de lo que sucedió con la muestra de verano de E-OK10 (salinidad ~34,5), donde sí lo hizo la diatomea *Chaetoceros* cf. *salsugineus*.

En cuanto al **estado asociado al indicador fitoplancton,** en el último periodo de evaluación se clasifica en **"Malo" (EQR = 0,103),** como muestra la Tabla 65.

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
2016-2021	E-OK5 Oka Interior Transición	42,60	0,103

A largo plazo, en la masa de agua el estado del fitoplancton evaluado en base a la clorofila ha oscilado entre malo, deficiente y moderado (Figura 83). Ello está en coherencia con la calidad fisicoquímica, que tampoco alcanza el buen estado (Figura 76).

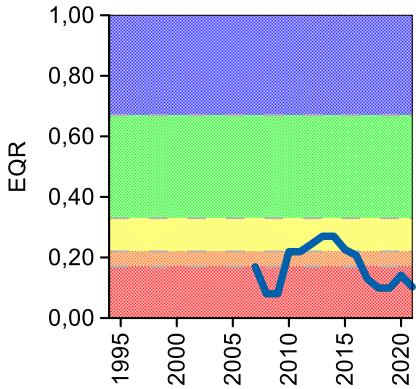


Figura 83 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Oka Interior a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado).

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 2021 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	0,652	0,652
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 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 fauna identificada en la masa de agua se caracteriza por la dominancia del grupo de los oligoquetos, característicos de medios oligohalinos, lo que parece indicar la fuerte influencia de las aguas fluviales en la estación. La comunidad presenta una densidad alta (Tabla 67) en comparación con la del resto de estaciones estuáricas, y es superior al promedio de la serie histórica (2.857 ind·m^{-2}). También la riqueza específica es relativamente alta (promedio de 6 *taxa* para el histórico). Por otro lado, en términos de AMBI, domina el grupo ecológico V, al que se adscriben las especies oportunistas de primer orden, como son los oligoquetos, lo que hace que la estación quede calificada como fuertemente alterada (AMBI=5,8).

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

Parámetro	Unidad	E-OK5
Densidad	(ind·m^{-2})	6.127
Biomasa	(g·m^{-2})	1,284
Riqueza	(*# taxa*)	10
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	0,41
Equitabilidad densidad		0,12
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	1,27
Equitabilidad biomasa		0,38
Diversidad máxima	(bit)	3,32
AMBI		5,824
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte
M-AMBI$_{estación}$		0,287
M-AMBI$_{global}$		0,287

A pesar del relativamente alto valor de riqueza, el también alto valor de AMBI y la baja diversidad provocan un valor de M-AMBI estimado para 2021 bajo, que indica **Estado Deficiente** 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 pasada campaña de 2020 se produjo un nuevo empeoramiento, aunque manteniendo el Buen Estado, que continua en la presente campaña, en la que se ha alcanzado el Estado Deficiente. A pesar de que en el informe correspondiente a la pasada campaña se indicaba que el mantener un Buen Estado podría indicar que el proceso de mejora se mantenía, la calificación actual parece indicar lo contrario. La calificación en la serie temporal, con pocos años en buen estado, está en relación con la deficiencia en el saneamiento, según se ha observado en las variables fisicoquímicas. Sin embargo, los cambios bruscos pueden estar en relación con una progresiva e incompleta mejora en el saneamiento, que habrá que ver si se asienta en próximos años, tras la conexión de la depuradora de Gernika a la EDAR de Lamiaran, en julio de 2021.

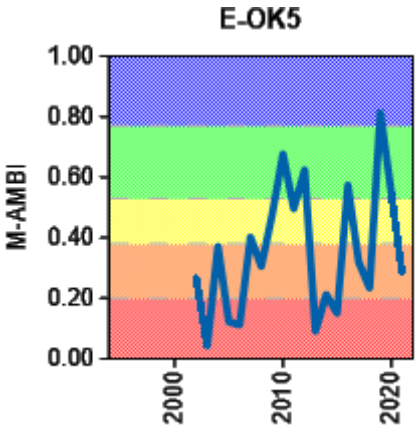


Figura 84 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para la estación muestreada en la Masa de Agua de Transición del Oka Interior a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

7.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal que fueron recogidas durante la campaña de 2020. Los muestreos se han realizado trienalmente desde 2002. 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 a la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

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

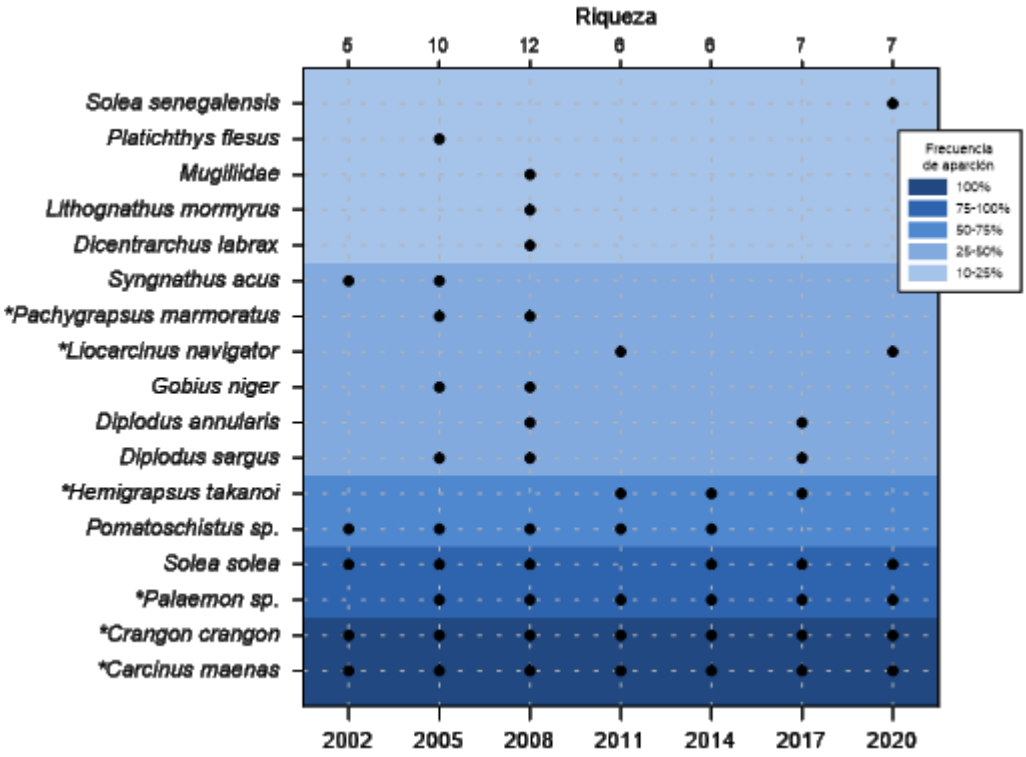


Figura 85 Listado de especies capturadas en la masa de agua de transición del Oka interior (2002-2020). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en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

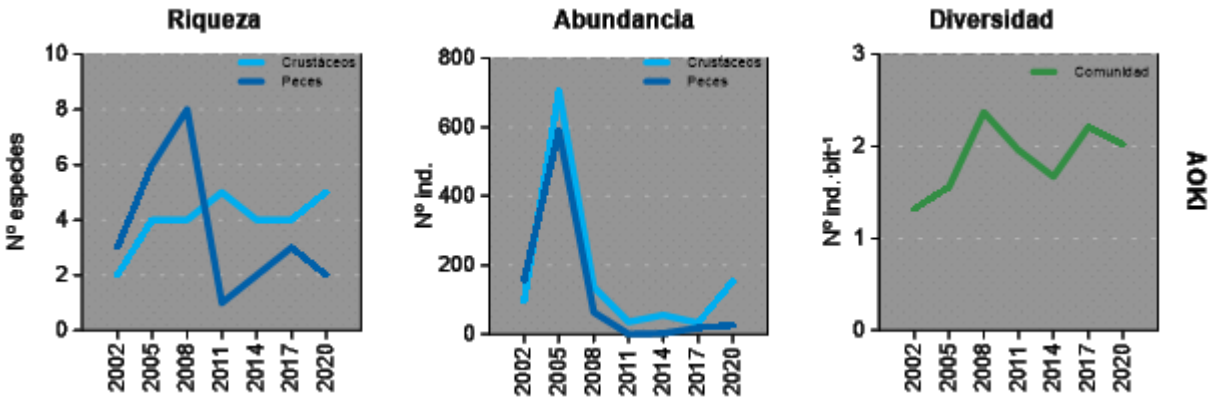


Figura 86 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones de taxones identificados en cada uno de los tramos muestreados de la masa de agua de transición del Oka exterior entre 2002 y 2020.

De acuerdo a 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 físico-química, probablemente por un mal funcionamiento de la depuradora, aunque los últimos años se percibe una mejoría.

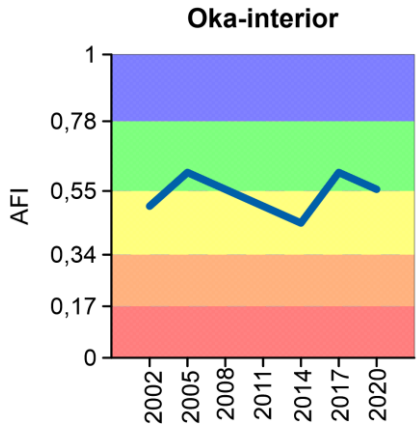


Figura 87 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para toda la masa de agua de transición del Oka interior entre 2002 y 2020. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17. AFI: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

7.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2021 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, en 2020 y 2021 se ha analizado una estación para biomonitores (moluscos). La situación de estas estaciones se presenta en la Figura 88.

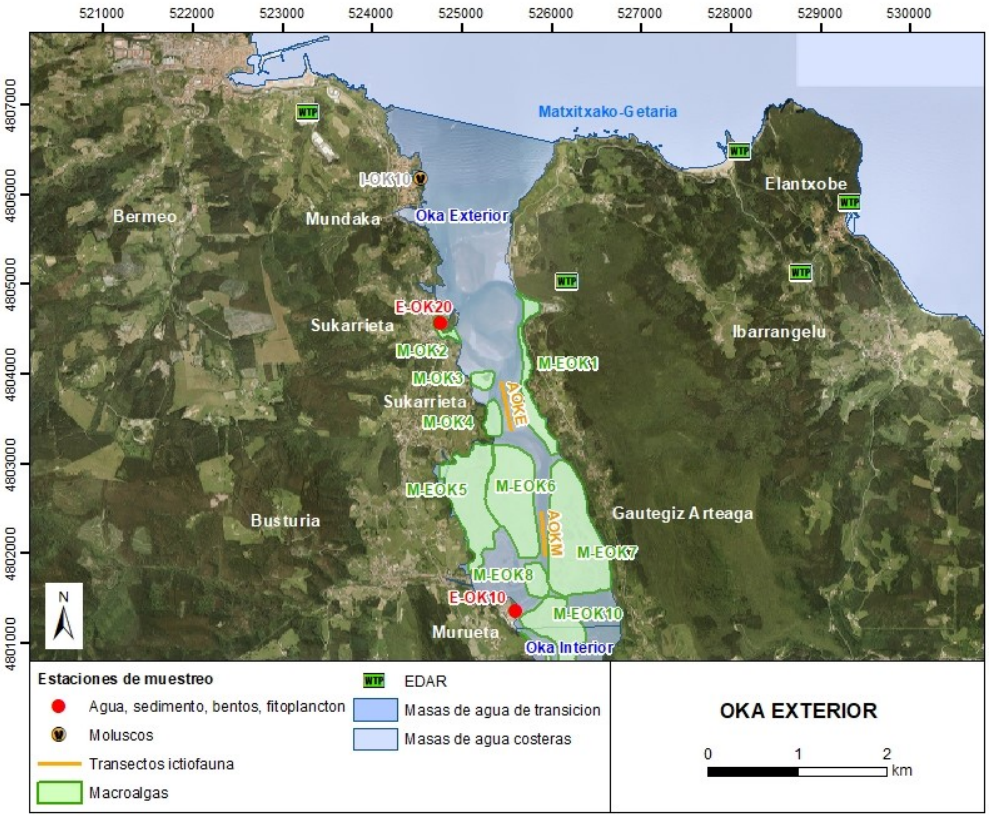


Figura 88 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Oka exterior.

La masa de agua de transición del Oka exterior se diagnostica en la campaña 2021 en un estado peor que bueno, debido a que la parte interna (E-OK10) presenta un estado ecológico moderado, fundamentalmente por macroinvertebrados y condiciones generales (Tabla 68 y Figura 89). Esto supone que hay un cierto gradiente de estado peor que bueno desde el Oka interior, a la estación E-OK10 del Oka exterior, para acabar en buen estado en la parte más externa (E-OK20).

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 2021.

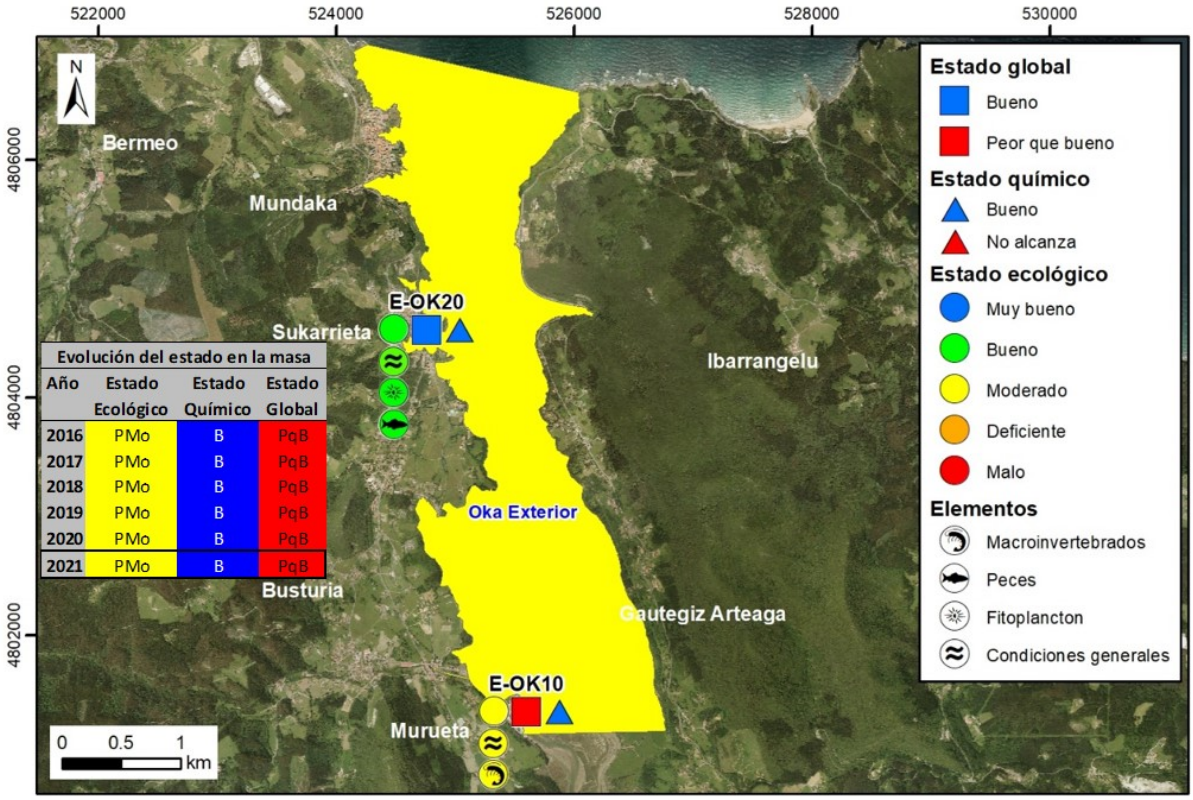


Figura 89 Masa de agua de transición del Oka exterior: Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los 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 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Oka exterior en 2021. (Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). 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	Mo	MB	MB	Mo	B	PqB
E-OK20	Sukarrieta (Txatxarramendi)	MB	B	B	B	B	B	MB	MB	B	B	B
	Oka Exterior Transición	B	B	B	B	B	Mo	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 físico-químicos 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. 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 problemas en el pasado, 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 2021, 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, la estación E-OK10 no cumple por el estado del amonio que se califica en estado “Moderado”. Sin embargo, la estación E-OK20 cumple 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		84,40	Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤18,6	1,6	20,53	Moderado
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤52,3	1,6	22,39	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤1,82	0,16	0,87	Bueno
E-OK20	Euhalino estuárico	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	83		99,77	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤9,1	1,6	4,25	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤19,6	1,6	8,84	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,88	0,16	0,35	Bueno

En lo relativo a la evolución del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021, mostró una tendencia significativa al empeoramiento en la estación E-OK10 hasta 2013, con una mejoría progresiva posterior. La estación E-OK20 no muestra ninguna tendencia clara, aunque también los últimos años va mejorando (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 2021 el valor más alto de la serie (Figura 90).

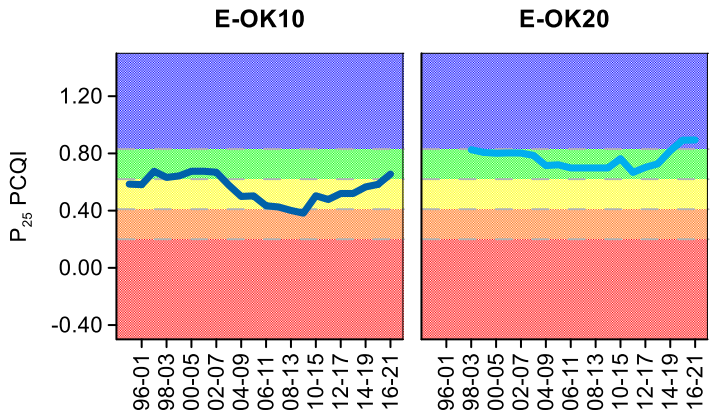


Figura 90 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones de muestreo E-OK10 y E-OK20 de la masa de agua de transición del Oka exterior. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; 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 2021.

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 28 años de estudio. En el resto de los nutrientes predomina un patrón de “dientes de sierra” (Figura 91). En el caso del oxígeno, los 8 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 (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).

Estos resultados indican que esta masa de agua todavía tiene problemas mientras no se complete el saneamiento. 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 desde el 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.

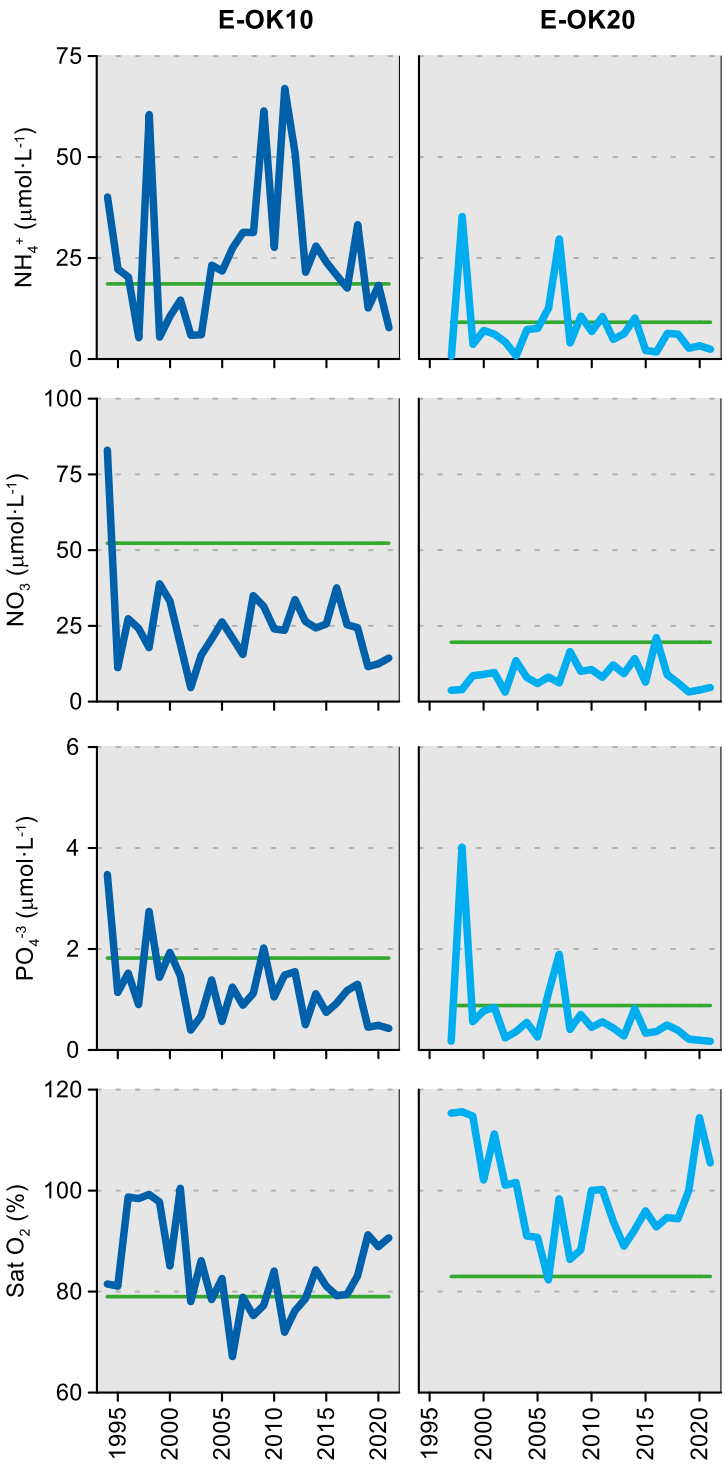


Figura 91 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Oka exterior en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

8.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2021 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 2021.

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

La evaluación del estado químico basada en las sustancias prioritarias en 2021 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 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OK10	E-OK20	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	0,0005	<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	0,0017	0,0008	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0038	0,0019	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	0,0002	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).

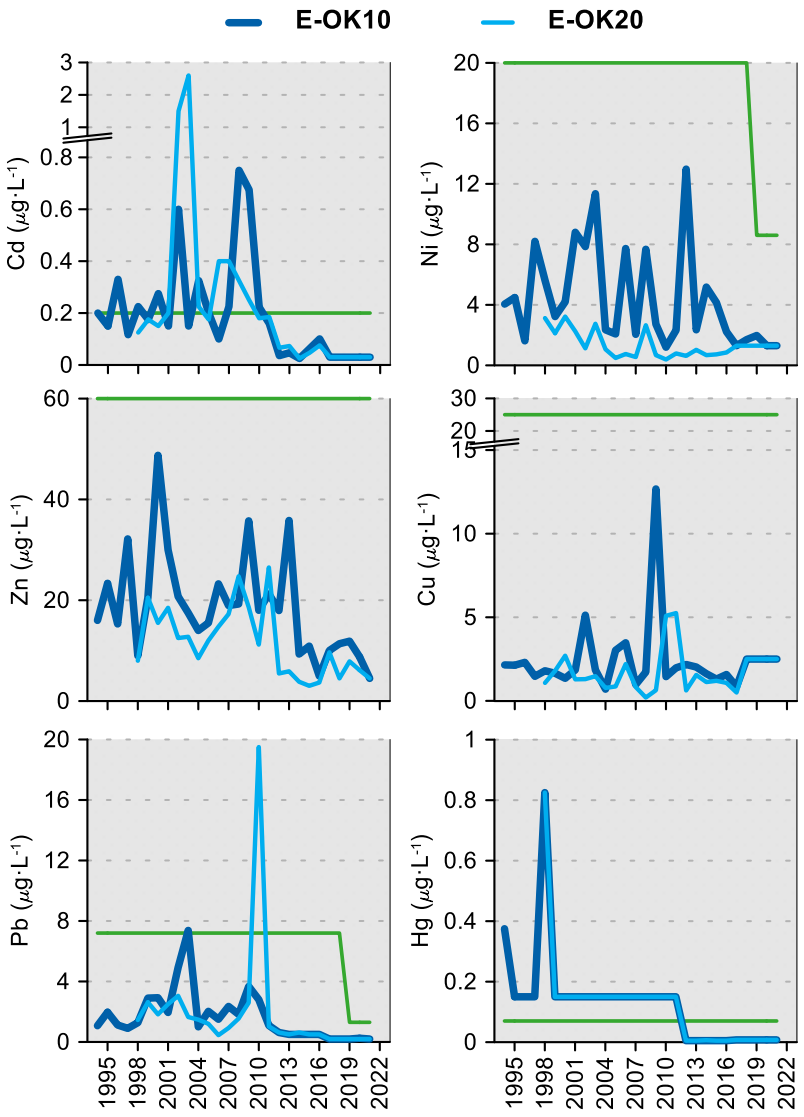


Figura 92 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Oka exterior en el periodo que abarca desde 1996 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

8.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2021, los sedimentos de este estuario se muestrearon en enero, 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 2021.

E-OK10 (Fecha de muestreo: 25/01/2021)					E-OK20 (Fecha de muestreo: 25/01/2021)			
Gravas (%)	1,6	Cd	0,13		Gravas	1,0	Cd	--
Arenas (%)	51,0	Cr	39		Arenas	99,0	Cr	--
Limos (%)	47,4	Cu	13		Limos (%)	0,1	Cu	--
MO (%)	4,0	Hg	0,13		MO (%)	0,6	Hg	--
Eh (mV)	-7	Ni	17		Eh (mV)	248	Ni	--
		Pb	18				Pb	--
		Zn	57				Zn	--

La estación más interna (E-OK10) muestra un sedimento areno-limoso, con un contenido en materia orgánica relativamente elevado, mientras que la estación más externa (E-OK20) corresponde a un sedimento arenoso (Tabla 72) y de bajo contenido en materia orgánica. 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). Únicamente, en la estación más externa, E-OK20, el contenido en materia orgánica se mantiene en valores inferiores a 1 en los últimos 15 años.

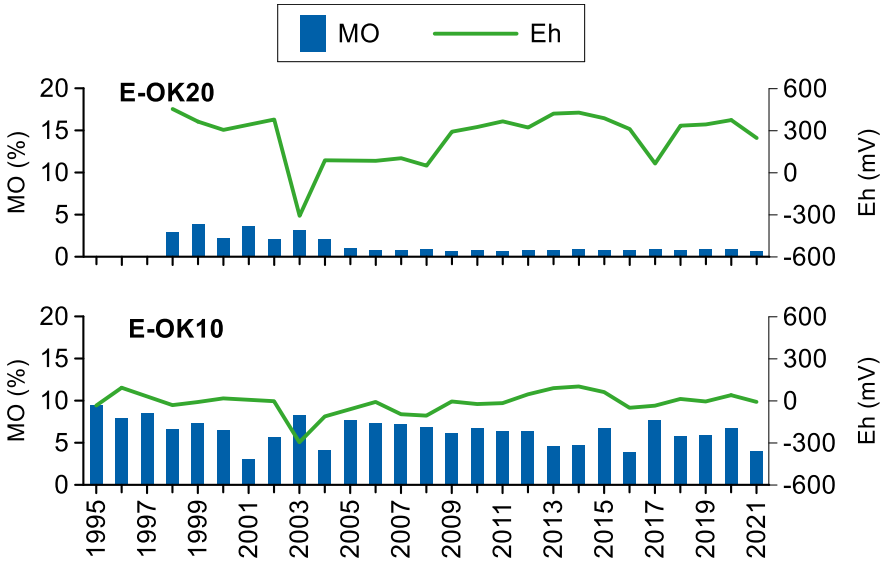


Figura 93 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Oka exterior (muestreos de invierno).

La Figura 94 muestra la evolución temporal de los metales en las campañas de invierno desde 1995, en la estación E-OK10, y desde 1998, en la estación E-OK20. Hay que anotar que, en 2021, en la estación E-OK20, con un contenido en arenas del 99%, no se ha obtenido sedimento fino para el análisis de metales. 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, Pb y Zn. En la estación E-OK20 no se observa ninguna tendencia estadísticamente significativa en las concentraciones de los metales evaluados hasta 2021.

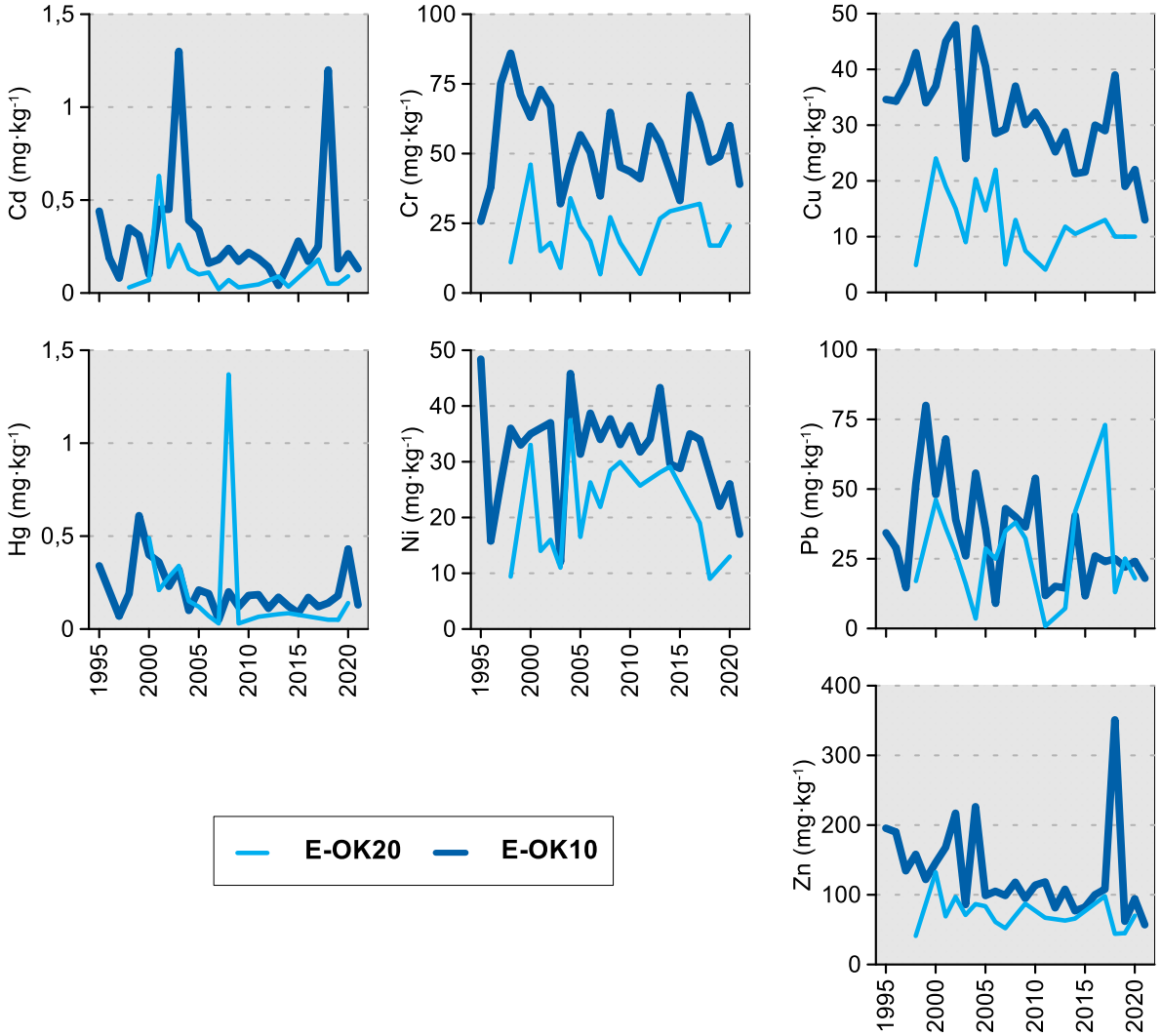


Figura 94 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Oka exterior (muestreos de invierno). En la estación E-OK20, no hay dato de metales en 2021.

8.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2021, los biomonitores (mejillón, *Mytilus galloprovincialis*) de esta masa de agua se muestrearon en noviembre 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 es de aplicación en peces, siendo en moluscos solo fluoranteno y benzo(a)pireno, por lo que la evaluación sólo aplica a estos dos.

Como los mejillones son filtradores, pueden acumular contaminantes, por lo que son buenos indicadores 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.

Tabla 73 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oka Exterior en 2021, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-N10	Global
Dicofol	NCA biota	33	20	<LC	No aplica
Ácido perfluoro-octanosulfónico y sus derivados (PFOS)	NCA biota	9,1	1	<LC	No aplica
Hexabromociclododecano	NCA biota	167	100	<LC	No aplica
Hexaclorobenceno	NCA biota	10	1	<LC	No aplica
Hexaclorobutadieno	NCA biota	55	50	<LC	No aplica
Mercurio y sus compuestos	NCA biota	20	6	140	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	1,27	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,53	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

8.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

8.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La concentración de **clorofila-a en 2021** osciló entre 0,23 y 1,90 µg·L^{-1}, concentraciones que pueden considerarse bajas. El rango de salinidad en superficie estuvo entre 2,2 y 35,7 (Figura 95).

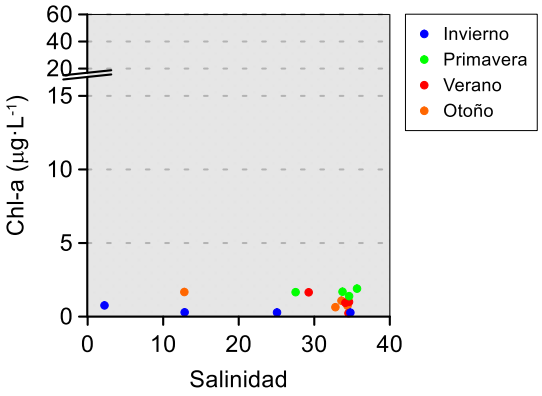


Figura 95 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Oka Exterior en las cuatro épocas de estudio durante 2021. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

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 et al., 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.

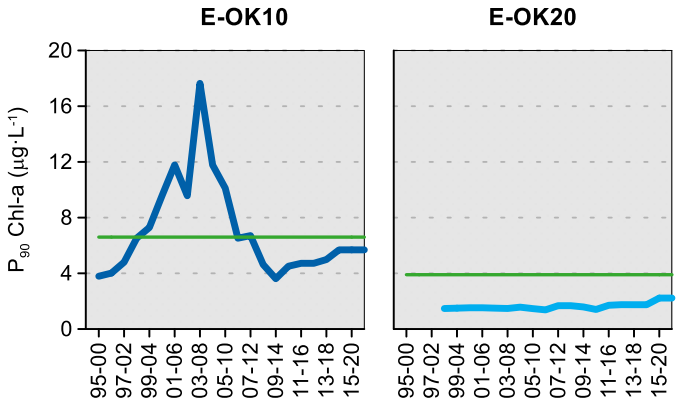


Figura 96 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oka Exterior. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas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

		25/01/2021		29/04/2021	
Parámetro	**Unidad**	**E-OK10**	**E-OK20**	**E-OK10**	**E-OK20**
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	-	69	730	665
Diversidad	(bit·cel^{-1})	-	2,4	2,6	2,5
Riqueza	(*# taxa*)	-	16	39	39
		26/08/2021		16/11/2021	
Parámetro	Unidad	E-OK10	E-OK20	E-OK10	E-OK20
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	3161	481	-	175
Diversidad	(bit·cel^{-1})	2,2	3,6	-	3,2
Riqueza	(*# taxa*)	23	43	-	37

La muestra de finales de enero fue pobre, con mínimos en abundancia celular y número de especies. La abundancia de la muestra de otoño fue también de las menores, pero no así su riqueza (Tabla 74). En la muestra de noviembre dominaron las criptofíceas, que fueron diversas, encontrándose además variedad de diatomeas y dinoflagelados.

A finales de abril las dos estaciones estuvieron ocupadas por la misma comunidad (Tabla 74). La especie más abundante fue el dinoflagelado identificado como *Prorocentrum cordatum* ($0{,}3 \cdot 10^6$ células·L^{-1}), seguido por las diatomeas *Pseudo-nitzschia* spp. >5 µm ($0{,}2 \cdot 10^6$ células·L^{-1}). Como diferencia interesante entre ambas zonas, en la más interior se encontraron abundancias más altas de *Dinophysis acuminata*, un dinoflagelado tóxico que produce el síndrome diarreico por consumo de marisco, así como del ciliado kleptoplastidial *Mesodinium rubrum* y de criptofíceas (especialmente, *Plagioselmis* sp). 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).

En verano aumentó la abundancia hacia el interior de manera muy acusada, como viene siendo habitual en este estuario. Las comunidades difirieron considerablemente entre las dos estaciones, a pesar de

que las condiciones generales del agua (salinidad y temperatura) durante la pleamar fueron prácticamente idénticas. En E-OK20 hubo una gran riqueza de dinoflagelados. El pico de abundancia de E-OK10 se debió a varias diatomeas, entre las que destacaron *Chaetoceros salsugineus* y *Minutocellus polymorphus*. Los blooms de estas especies son recurrentes en verano en la masa de agua (p.ej., 2018 y 2020).

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= 0,451**).

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; azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2016-2021	E-OK10	5,69	0,387
	E-OK20	2,22	0,586
	Oka Exterior Transición	3,7815*	0,451

(*) 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, continue cumpliendo objetivos, 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. En el último periodo de evaluación el EQR no ha experimentado cambios.

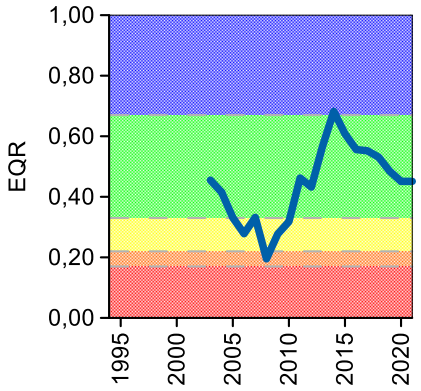


Figura 97 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Oka Exterior a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado).

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 2021 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 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 son los oligoquetos, las larvas de dípteros, el bivalvo *S. plana*, y los poliquetos *H. diversicolor* y *Streblospio eunateae*. La densidad y la riqueza son superiores a los respectivos promedios de la serie histórica para la estación (1.335 ind·m^{-2} y 11 *taxa*). En términos de AMBI, domina el GE V, con densidad relativa moderada del GE III, lo que explica que la estación quede calificada como fuertemente 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	(ind·m^{-2})	2.053	123
Biomasa	(g·m^{-2})	0,940	2,988
Riqueza	(*# taxa*)	16	19
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	1,90	2,85
Equitabilidad densidad		0,47	0,67
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	2,31	0,83
Equitabilidad biomasa		0,58	0,20
Diversidad máxima	(bit)	4,00	4,25
AMBI		5,150	1,019
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Nula
M-AMBI$_{estación}$		0,479	0,826
M-AMBI$_{global}$		0,659	

La estación muestreada en el tramo más exterior presenta una comunidad pobre en términos de densidad, aunque la riqueza y la diversidad son moderadas (Tabla 77), próximas al valor promedio desde que se iniciara el seguimiento de la estación. Según AMBI, la calificación de la estación es de alteración nula (AMBI=1,0), como consecuencia de la clara dominancia de especies sensibles a la alteración del medio en dos de las tres réplicas analizadas, acompañadas de especies tolerantes a la alteración.

Los valores de M-AMBI estimados para 2021, como en 2020, indican Estado Moderado para la estación E-OK10 y Muy Buen Estado para E-OK20, lo que permite una calificación de **Buen Estado** 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.

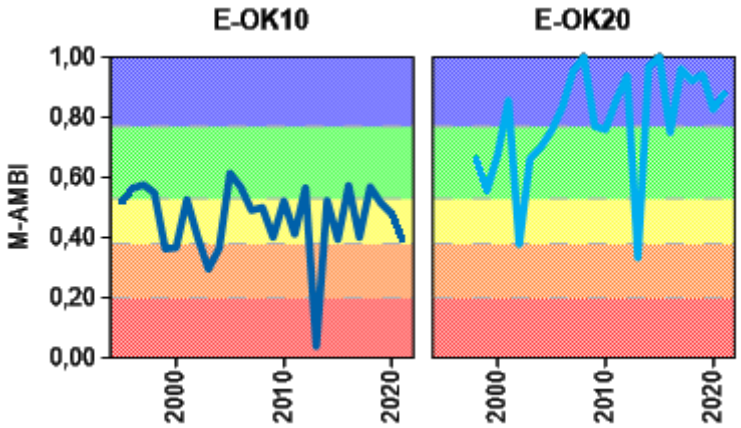


Figura 98 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua de Transición del Oka Exterior a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen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

8.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal que fueron recogidas durante la campaña de 2020. Los muestreos se han realizado trienalmente desde 2002.

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 a su frecuencia de aparición, reflejando que:

- las especies capturadas en la mayoría de las ocasiones son cinco: *Echiichthys vipera* (salvario/sabirón), *Solea solea* (lenguado común) y los crustáceos *Macropodia rostrata* (cangrejo araña), *Crangon crangon* (quisquilla gris) y *Carcinus maenas* (cangrejo verde);
- más de la mitad de los taxones registrados aparecen de forma esporádica (una única aparición a lo largo de toda la serie de datos);
- por primera vez en 2020 se detectó *Lithognathus mormyrus* (erla);
- en 2020, tras casi dos décadas, volvió a ser detectada la especie *Platichthys flesus* (platija);

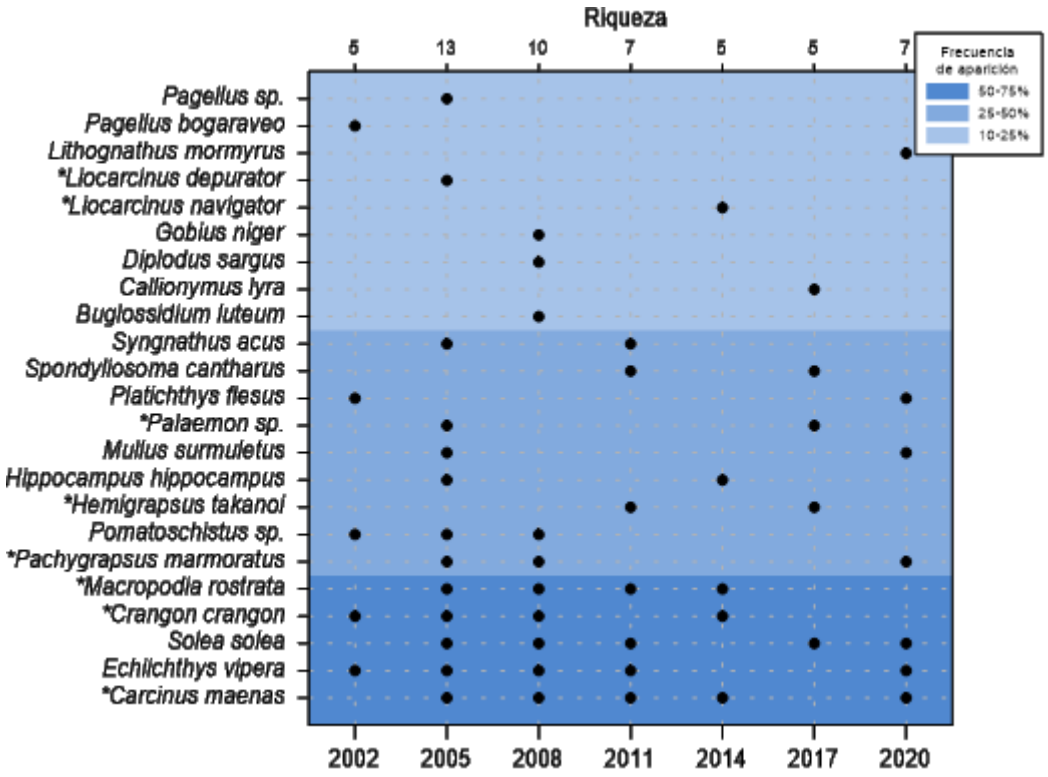


Figura 99 Listado de especies capturadas en la masa de agua de transición del Oka exterior (2002-2020). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (50-75% de las ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado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

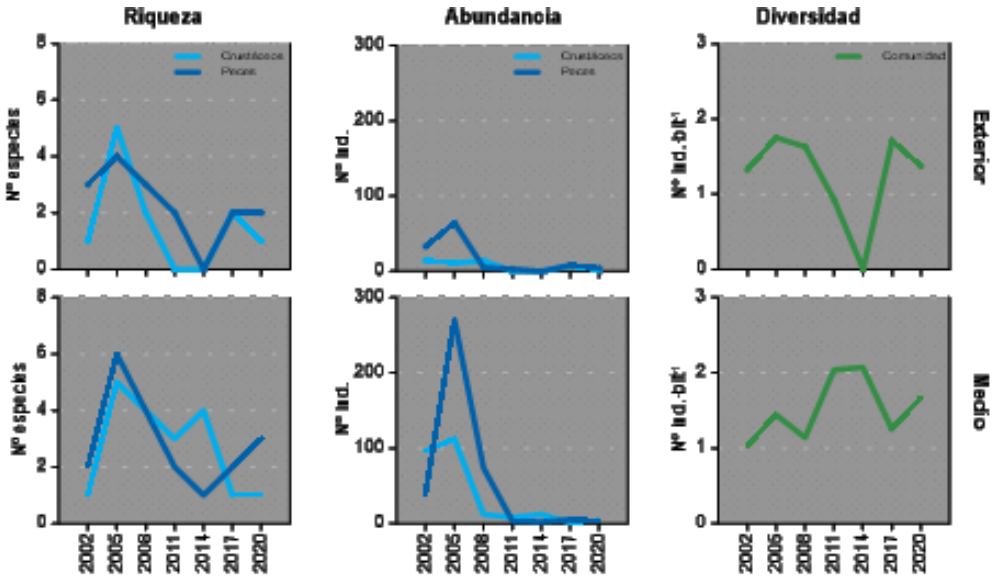


Figura 100 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones de taxones identificados en cada uno de los tramos muestreados de la masa de agua de transición del Oka exterior entre 2002 y 2020.

De acuerdo a 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.

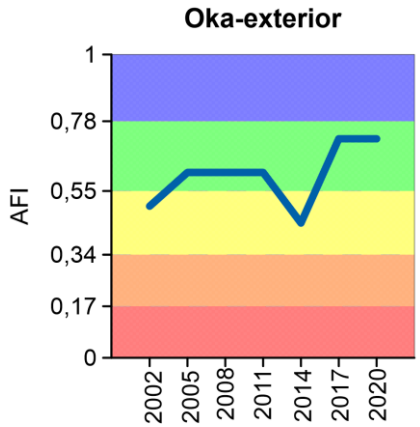


Figura 101 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para toda la masa de agua de transición del Oka exterior entre 2002 y 2020. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17. AFI: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

8.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2021 se han dragado 1.000 m^3 en la dársena exterior del puerto de Mundaka, pero esta actuación no supone cambios en los indicadores hidromorfológicos y la situación se califica como muy buena.

9.

Masa de agua de transición del Lea

9.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua del Lea se analizan anualmente dos estaciones estuáricas. Por otro lado, trienalmente entre 2002 y 2020 se analizaron tres estaciones para vida piscícola y 6 estaciones para macroalgas en el estuario. Además, en 2020 y 2021 se ha analizado una estación de biomonitores (moluscos). Las posiciones de todas ellas se observan en la Figura 102.

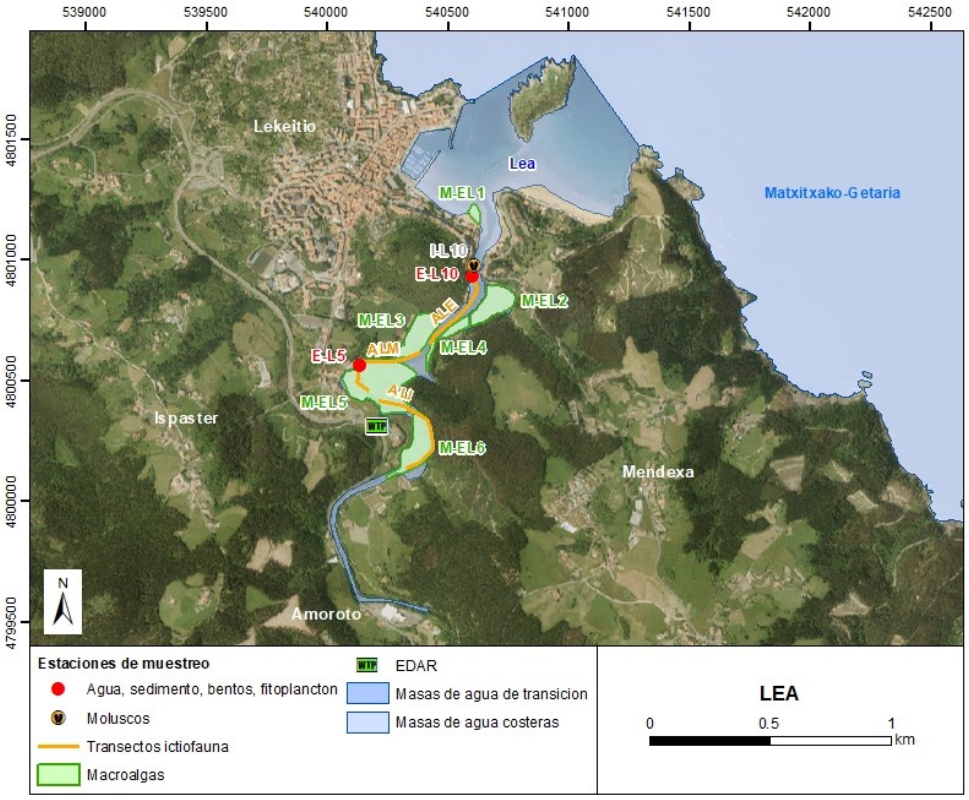


Figura 102 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Lea.

La masa de agua de transición del Lease diagnostica en la campaña 2021 en un estado peor que bueno, debido a que el estado ecológico es moderado y el químico es bueno (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).

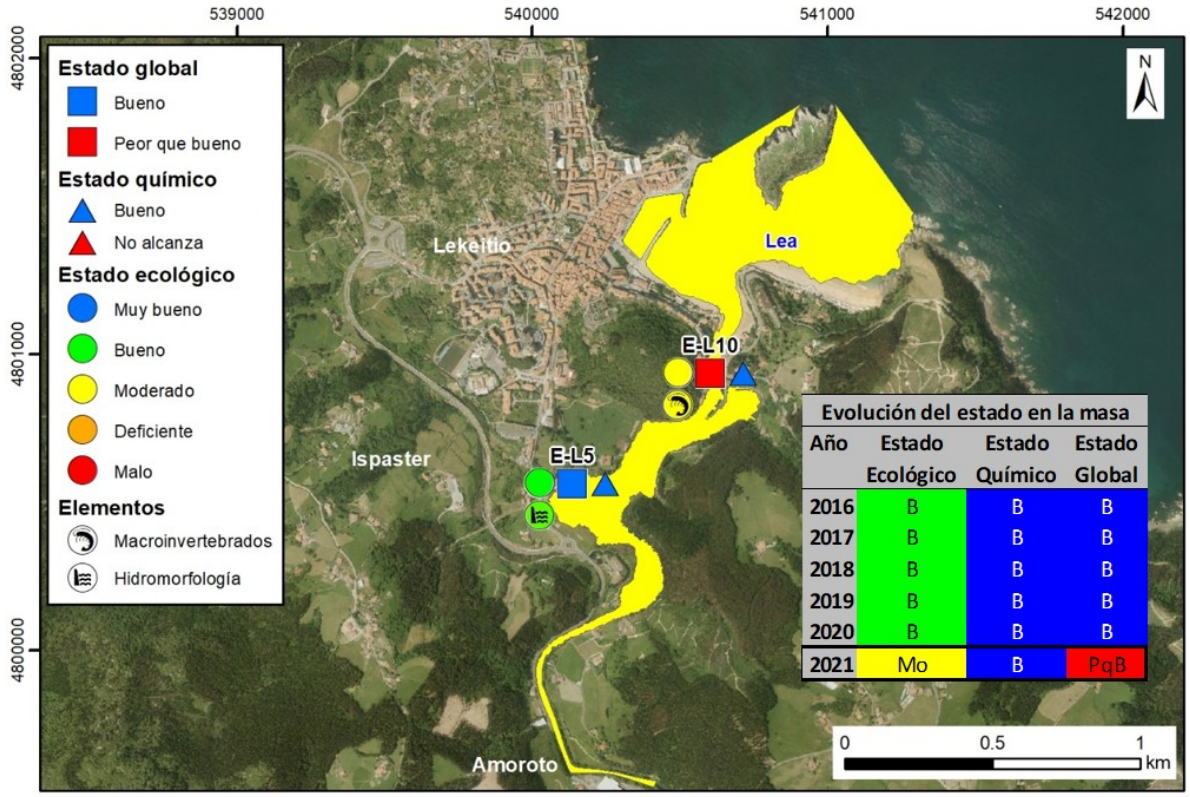


Figura 103 Masa de agua de transición del Lea: Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 78 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Lea en 2021. (Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). 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	Mo	MB	B	MB	MB	MB	B	B	B	B
E-L10	Lekeitio (molino)	Mo	Mo	MB	Mo	Mo	B	MB	B	Mo	B	PqB
	Lea Transición	Mo	Mo	MB	B	Mo	B	MB	B	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. 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 físico-químicos 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 2021, 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 en 2021. 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		104,27	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤34,3	1,6	2,21	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤121,3	1,6	27,12	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤3,39	0,16	0,34	Muy Bueno
E-L10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		97,25	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤18,6	1,6	2,80	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤52,3	1,6	20,67	Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤1,82	0,16	0,33	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 2021, habiéndose mantenido durante todo el periodo de seguimiento en niveles de buen o muy buen estado fisicoquímico (Figura 104).

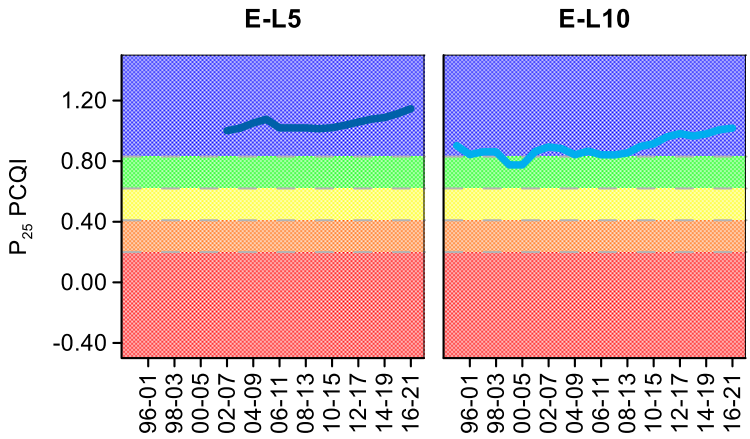


Figura 104 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones de muestreo E-L5 y E-L10 de la masa de agua de transición del Lea. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; 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 2021.

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.

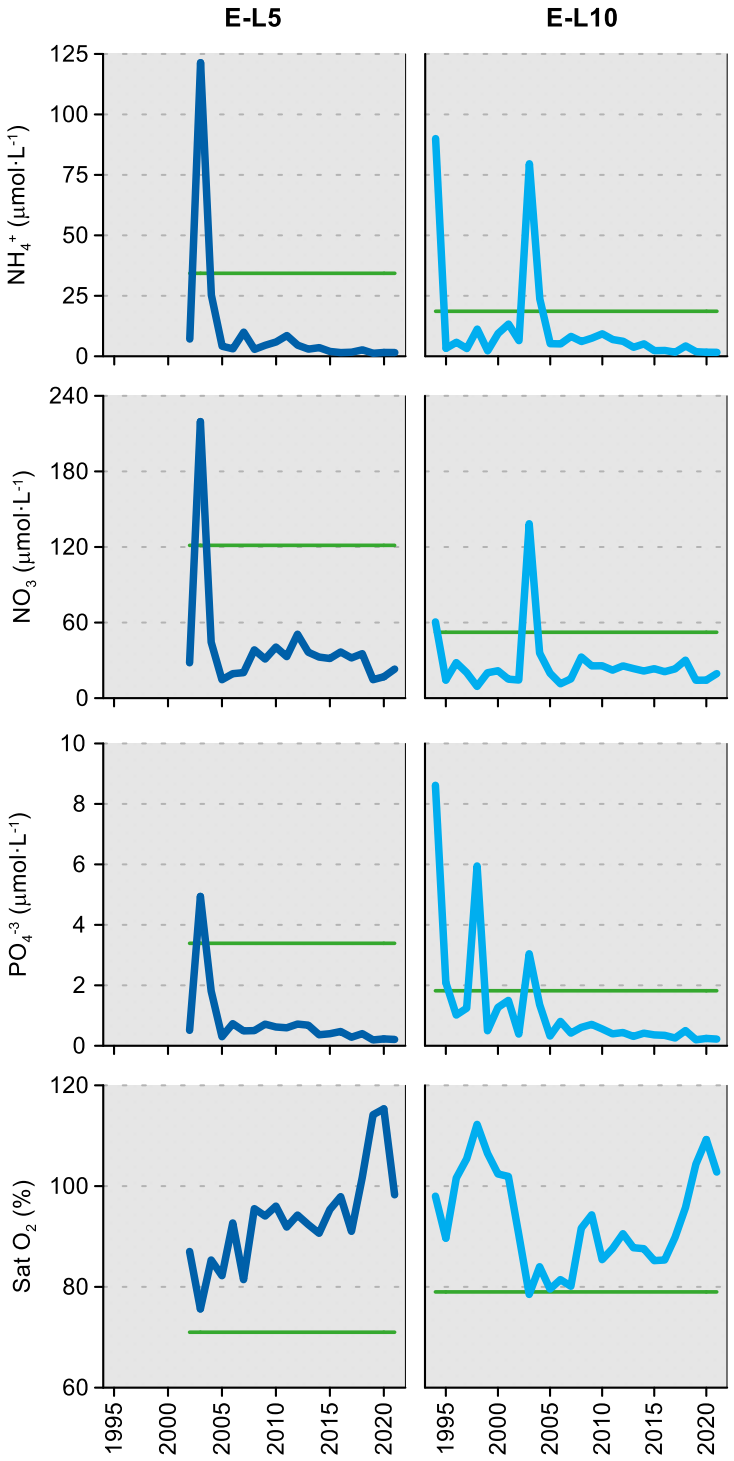


Figura 105 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Lea en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

9.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2021 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 2021 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 2021.

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

Tabla 81 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Lea en 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-L5	E-L10	Global
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-CMA Agua	0,02	0,0005	<LC	0,0014	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0007	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0007	0,0012	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 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.

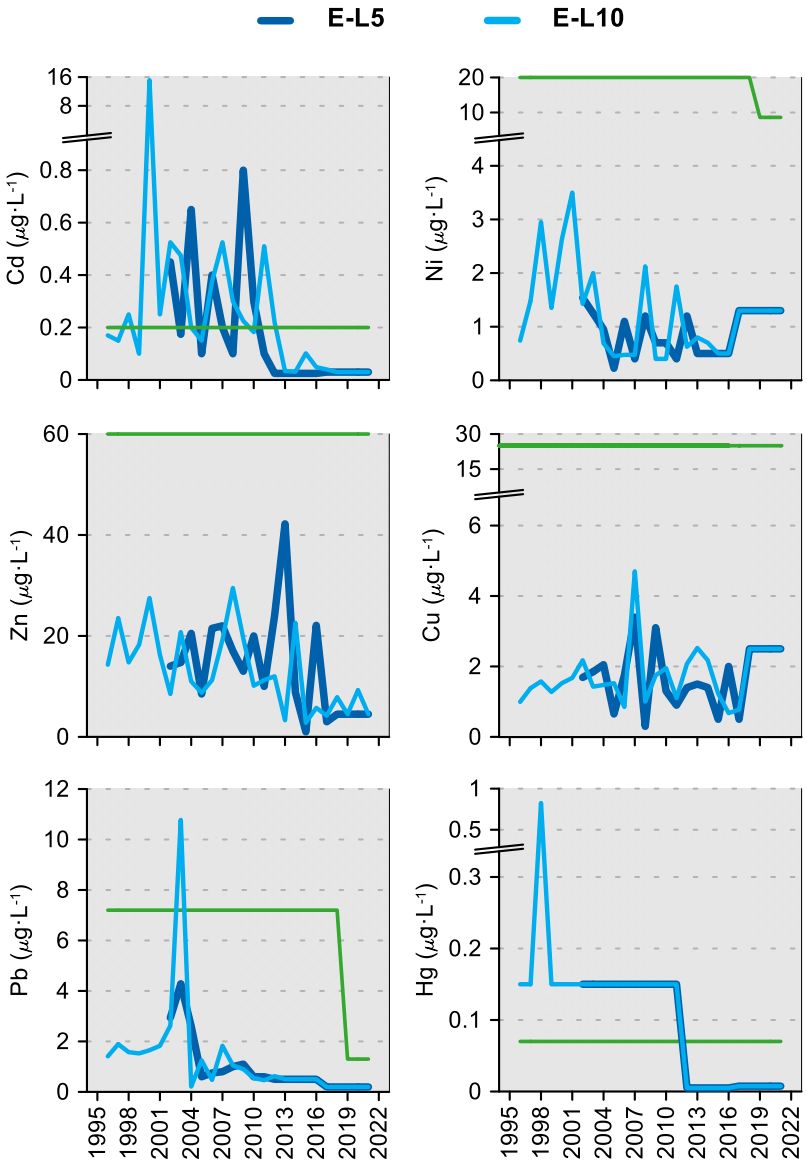


Figura 106 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Lea en el periodo que abarca desde 1996 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

9.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2021, los sedimentos de este estuario se muestrearon en enero, 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 areno-limoso (Tabla 82), y presenta mayor contenido en materia orgánica. En la estación E-L5 se observa un descenso discontinuo en el contenido en materia orgánica desde 2002 (Figura 107), posiblemente asociado al saneamiento. Por el contrario, en la estación E-L10 el contenido en materia orgánica no presenta una tendencia temporal clara.

Tabla 82 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos de la masa de agua de transición del Lea en la campaña de invierno de 2021.

E-L5 (Fecha de muestreo: 28/01/2021)					E-L10 (Fecha de muestreo: 28/01/2021)			
Gravas (%)	0,0	Cd	0,14		Gravas	0,08	Cd	0,09
Arenas (%)	47,85	Cr	36		Arenas	98,05	Cr	23
Limos (%)	52,15	Cu	37		Limos (%)	1,86	Cu	14
MO (%)	8,7	Hg	0,24		MO (%)	1,38	Hg	0,16
Eh (mV)	148	Ni	23		Eh (mV)	375	Ni	15
		Pb	28				Pb	23
		Zn	99				Zn	64

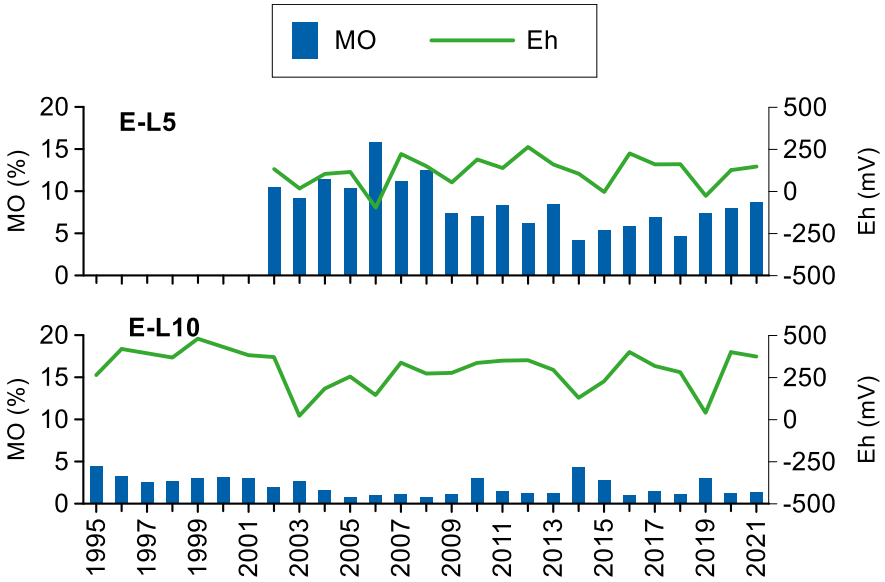


Figura 107 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Lea (muestreos de invierno).

Por otro lado, la Figura 108 muestra la evolución temporal de la concentración de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados desde 1995 en la estación E-L10, y desde 2002, en la estación E-L5. A excepción del significativo aumento del Cr en la estación E-L10 y la disminución significativa de Cd en la estación E-L5, 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 2021 en las concentraciones de Cr, Cu, Pb y Zn. En la estación E-L10 destaca el máximo de la concentración de Cr en 2000 y de Cd en 2008.

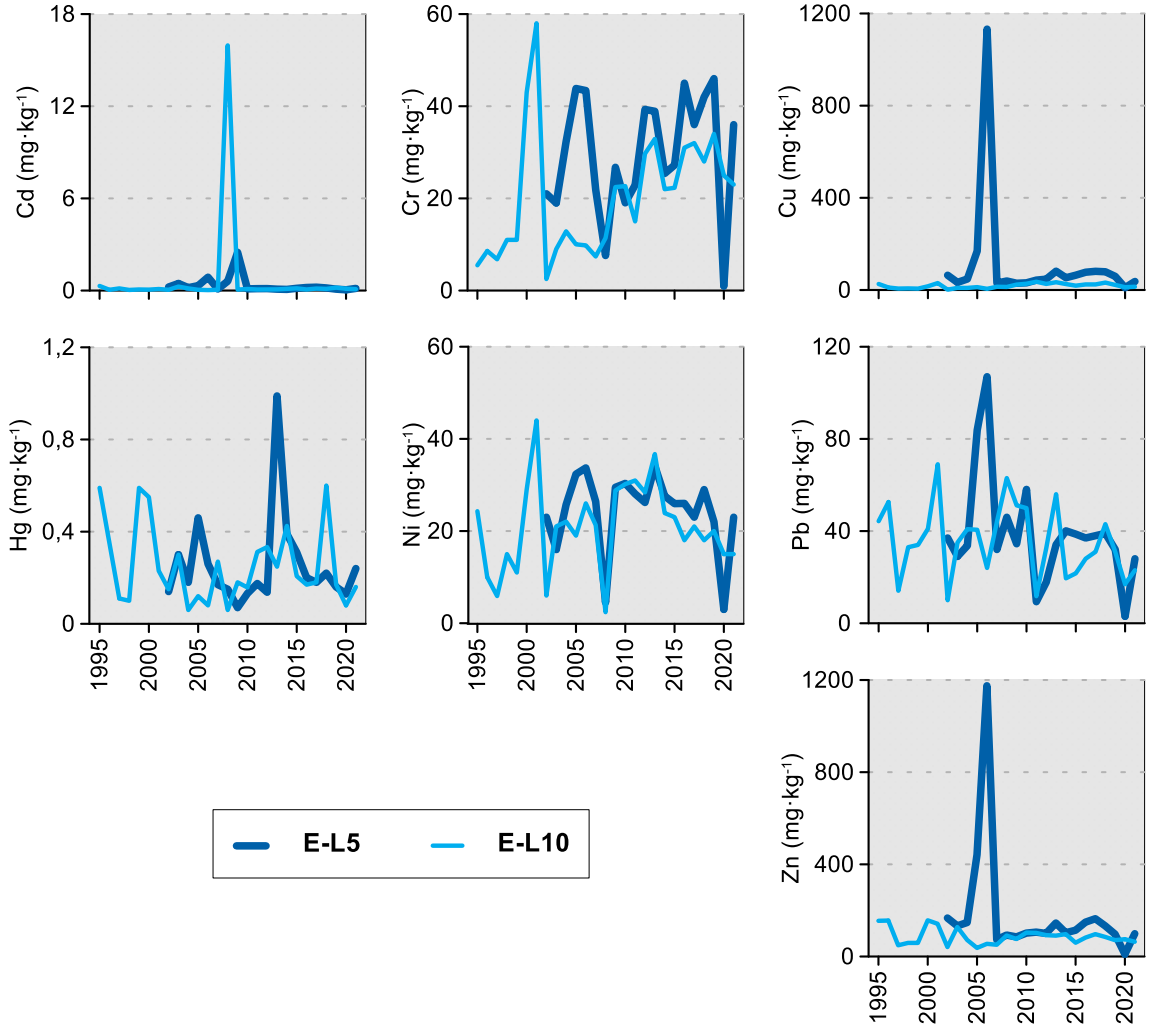


Figura 108 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Lea (muestreos de invierno).

9.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2021, 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).

Tabla 83 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Lea en 2021, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA: norma de calidad ambiental; LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-L10	Global
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,607	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,059	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Las ostras son filtradoras, y pueden acumular contaminantes, por lo que son buenos indicadores 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 Lea alcanza el buen estado químico.

9.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

9.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a en 2021** presentó valores muy bajos, inferiores a 5 µg·L^{-1}. La salinidad del conjunto de los datos de superficie mostró un gradiente muy amplio, desde aguas oligohalinas hasta euhalinas (Figura 109).

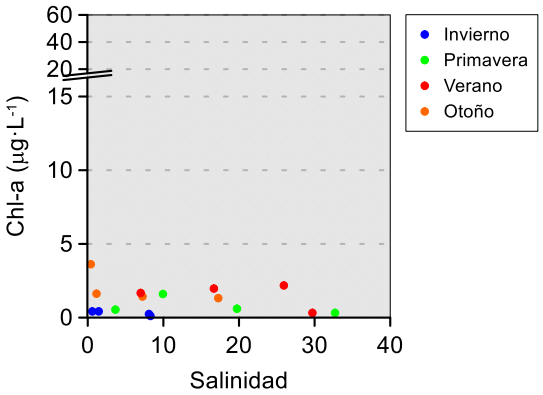


Figura 109 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Lea en las cuatro épocas de estudio durante 2021. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

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.

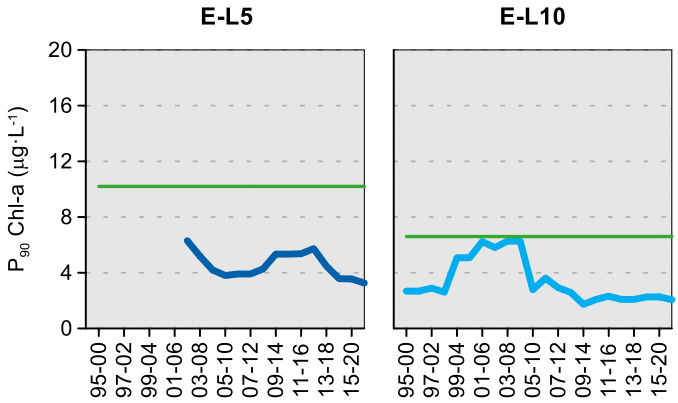


Figura 110 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Lea. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas mesohalinas (E-L5) y polihalinas (E-L10).

La evolución que presenta el indicador de clorofila en E-L10 guarda coherencia con la disminución de la presión por nutrientes. Así, en la masa de agua de transición del Lea la entrada de nitrógeno procedente del río se estima que disminuyó en algo más de 1700 kg d^{-1} km^{-2}, comparando las cargas medias calculadas para el periodo 2003-2008 con las del periodo 2008-2013 (Revilla et al., 2014).

En el estuario, además, la magnitud y la frecuencia de los picos de nutrientes inorgánicos (amonio, nitrato y fosfato) se han ido reduciendo desde mediados de la década de 2000 aproximadamente (véase

Figura 105). Esto refleja las mejoras producidas tanto en el saneamiento de la cuenca, como en el área más cercana al estuario (Revilla et al., 2017).

El incremento del P_{90} en la estación E-L10 a comienzos de la década de 2000, aunque estuvo a punto de provocar el incumplimiento de su objetivo de calidad, podría estar señalando una mejoría en las condiciones lumínicas que habría posibilitado mayores tasas de crecimiento del fitoplancton. Este tipo de dinámica en la clorofila también se observó en la masa de agua de transición del Nerbioi Interior, donde el saneamiento retiró en una primera fase el material particulado y mejoró considerablemente la transparencia del agua, y en una fase posterior redujo las concentraciones de nutrientes.

Las condiciones océano-meteorológicas también han podido ser, en parte, responsables de las oscilaciones observadas en el P_{90} en la estación E-L10. Así, algunas de sus oscilaciones se asemejan a los ciclos que ha presentado el indicador de biomasa fitoplanctónica en las desembocaduras de los estuarios del Butroe, Artibai, Urumea y Bidasoa. Sin embargo, la magnitud de los cambios ha sido distinta según el sistema, lo que apunta a que el factor natural posiblemente no ha sido el único que ha influido en la variabilidad de la clorofila.

En cuanto a la **composición y abundancia del fitoplancton**, en informes anteriores al de 2020 se habían estudiado estas variables en las dos estaciones de muestreo, durante las épocas de primavera y verano. De aquellos estudios se pudo deducir que las comunidades presentaban características muy similares a las del estuario del Artibai, muy próximo geográficamente y con gran semejanza en cuanto a morfología, tamaño de la cuenca y caudal de los ríos (ambos son los menores entre los principales que vierten a la costa vasca). La abundancia celular y frecuencia de floraciones en la masa de agua de transición del Lea era la normal para este tipo de sistemas. Comparándola con la del Artibai, en la zona de cabecera los valores eran algo inferiores, aunque las estaciones eran también diferentes en cuanto a salinidad: aguas generalmente mesohalinas en el caso de E-L5, y oligohalinas en el caso de E-A5.

En 2021 se reanudó el estudio de las comunidades de fitoplancton en la estación E-L5 (Tabla 84)

Tabla 84 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie, tomadas en pleamar, en la Masa de Agua de Transición del Lea.

		05/05/2021	04/08/2021
Parámetro	**Unidad**	**E-L5**	**E-L5**
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	935	2493
Diversidad	(bit·cel^{-1})	2,2	2,9
Riqueza	(*# taxa*)	12	27

En la muestra de primavera (salinidad ~20) no se observaron taxones que superasen el umbral de bloom, siendo el más abundante la ulvofícea cf. *Halochlorococcum* con $489 \cdot 10^3$ células·L^{-1} (zoosporas). La abundancia del dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum* ($117 \cdot 10^3$ células·L^{-1}) fue aproximadamente la mitad que la registrada ese día en la cabecera del Artibai. Otra diferencia con el Artibai es que no se detectó a la criptofícea *Urgorri complanatus* en la cabecera del Lea. Cabe recordar que tanto *K. foliaceum*, como *U. complanatus* causan coloraciones pardo-rojizas en el agua. Aunque los muestreos se realizaron con menos de una hora de diferencia entre los dos estuarios, la salinidad en las muestras de 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 (~30) la estación E-L5 mostró en agosto valores relativamente altos de abundancia celular y de número de especies (Tabla 84). Al igual que en la cabecera del Artibai, dominaron las criptofíceas. Sin embargo, en el Lea las abundancias fueron menores y solo se observó una floración (*Hemiselmis* spp., $1{,}1 \cdot 10^6$ células·L^{-1}). Hay que indicar que

también en esta campaña, aunque la estación E-A5 se muestreó casi simultáneamente, su salinidad fue mucho más baja (~4).

En relación al **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 casi idénticos. En el global de la masa de agua el estado del fitoplancton es actualmente **"Muy Bueno" (EQR = 1,060).**

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 ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2016-2021	E-L5	3,26	1,043
	E-L10	2,07	1,063
	Lea Transición	2,189*	1,060

(*) 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.

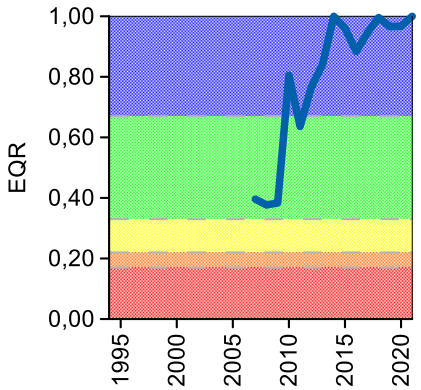


Figura 111 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Lea a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) 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 2021 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**. Esto supone una mejora respecto a la calificación obtenida en las dos últimas campañas (Estado Moderado), que viene explicada, sobre todo, por una reducción en el 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 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	0,466	0,427	0,447
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 gasterópodo *P. ulvae*, el isópodo *C. carinata*, el grupo de los oligoquetos 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 superior al promedio histórico de la estación (158 ind·m^{-2}) y riqueza similar al promedio (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})	844	463
Biomasa	(g·m^{-2})	3,161	0,430
Riqueza	(*# taxa*)	12	8
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	2,44	0,76
Equitabilidad densidad		0,68	0,25
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	1,22	0,45
Equitabilidad biomasa		0,34	0,15
Diversidad máxima	(bit)	3,58	3,00
AMBI		3,552	3,768
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Moderada
M-AMBI$_{estación}$		0,863	0,493
M-AMBI$_{global}$		0,530	

Los valores de M-AMBI en 2021 indican **Muy Buen Estado** para la estación más interior, con **Estado Moderado** 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 presente campaña de 2021 se observa un importante empeoramiento del valor de M-AMBI, sin que se tenga constancia de cambios en las presiones de la zona, por lo que será importante mantener la vigilancia sobre la estación para comprobar si se trata de un valor puntual achacable a algún problema en el muestreo o si, por el contrario, indica un cambio de tendencia.

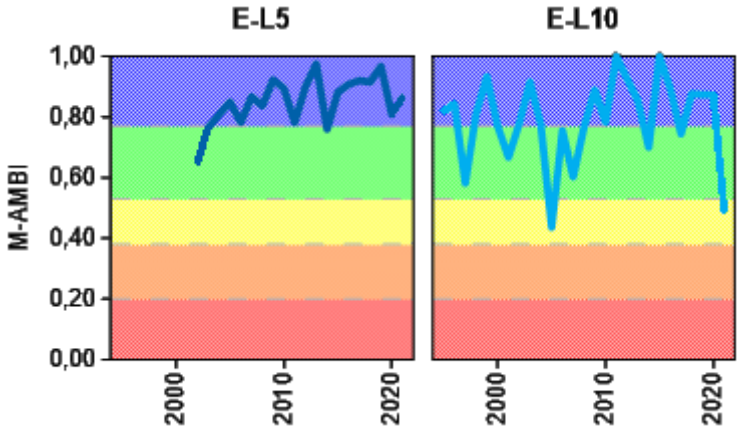


Figura 112 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua de Transición del Lea a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

9.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2020. Los muestreos se han realizado trienalmente desde 2002.

En todos estos años han sido identificados 23 taxones, 13 peces y 10 crustáceos. Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición.

Tal y como se muestra en la Figura 113, la frecuencia de aparición de todas las especies difiere año a año, presentado un máximo de riqueza en 2005 y un mínimo en 2012 (campaña llevada a cabo para comprobar que los resultados obtenidos en 2011 fueron correctos o resultado de un artefacto de muestreo). El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo a la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- las especies capturadas en la mayoría de las ocasiones son cuatro: *Pachygrapsus marmoratus* (cangrejo cuadrado), *Palaemon* sp. (quisquillas comunes) y *Carcinus maenas* (cangrejo verde);
- más de la mitad de los taxones registrados aparecen de forma ocasional (1-2 apariciones a lo largo de toda la serie de datos);
- la especie alóctona e invasora *Hemigrapsus takanoi* (cangrejo japonés) (Asakura y Watanabe, 2005; Martinez y Adarraga, 2005, 2006; Dauvin, et al., 2009) viene siendo detectada de forma continuada desde 2014;
- por primera vez en 2020, han sido detectados dos nuevas especies de crustáceos en este estuario: *Liocarcinus naviagator* (cangrejo nadador) y *Macropodia linarensi* (cangrejo araña).

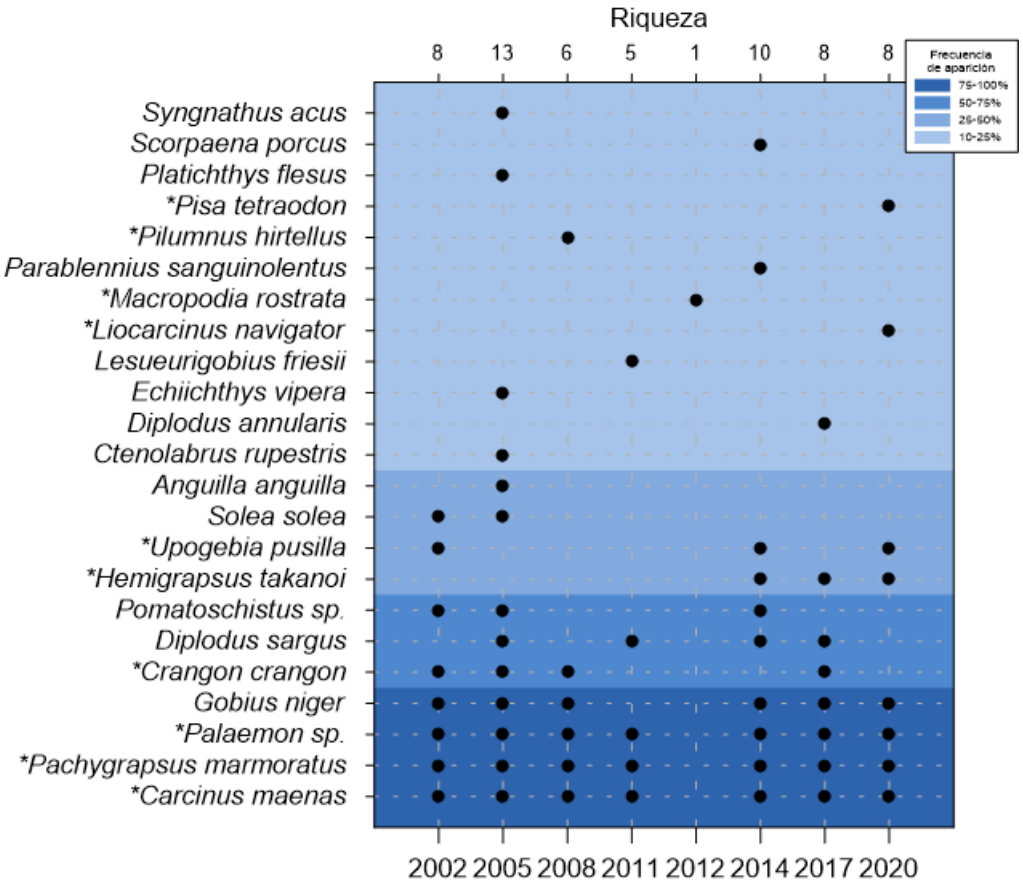


Figura 113 Listado de especies capturadas en el estuario del Lea (2002-2020). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco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

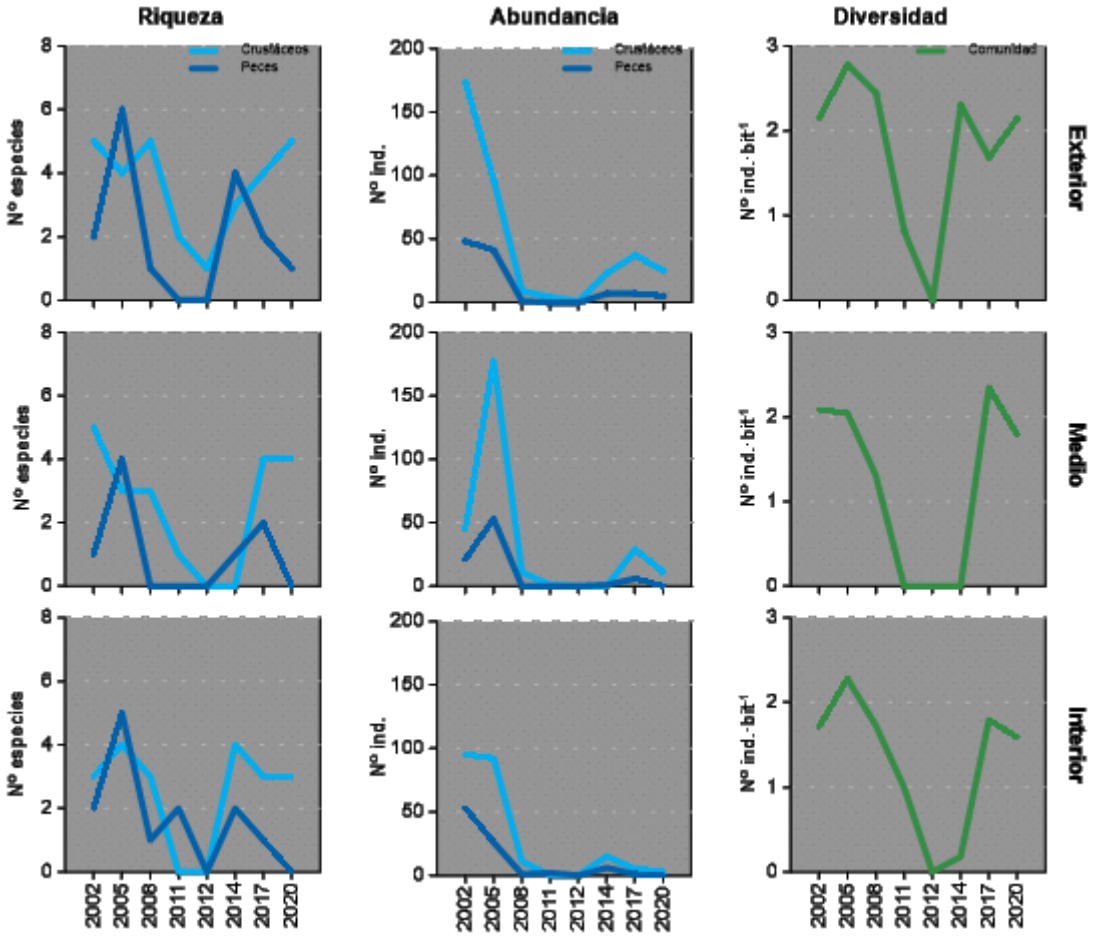


Figura 114 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones de taxones identificados en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Lea entre 2002 y 2020.

De acuerdo a 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.

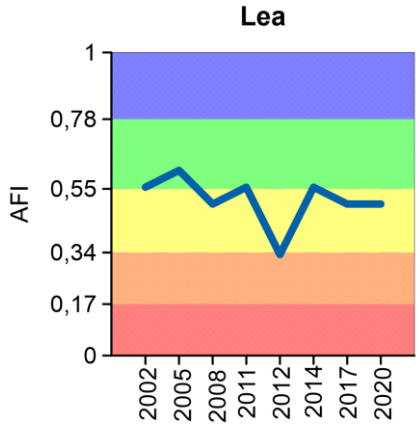


Figura 115 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Lea entre 2002 y 2020. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17. Interna (ALI), media (ALM) y externa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

La mejora detectada en 2005 se debe posiblemente a las mejoras dadas en el saneamiento y depuración de aguas residuales. Por el contrario, los resultados obtenidos a partir de 2011 no están en consonancia con la evolución de la calidad en el estuario (que presenta una tendencia progresiva de mejora, excepto en macroalgas), por lo que esta evaluación podría estar influenciada por factores naturales o factores ligados al muestreo. En 2016, se hizo un dragado de 10.000 m^3 de arenas en el

acceso al puerto, pero no 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 2021 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 m^3 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 2020 y 2021 se ha analizado una estación para biomonitores (moluscos). Las posiciones de todas las estaciones se observan en la Figura 116.

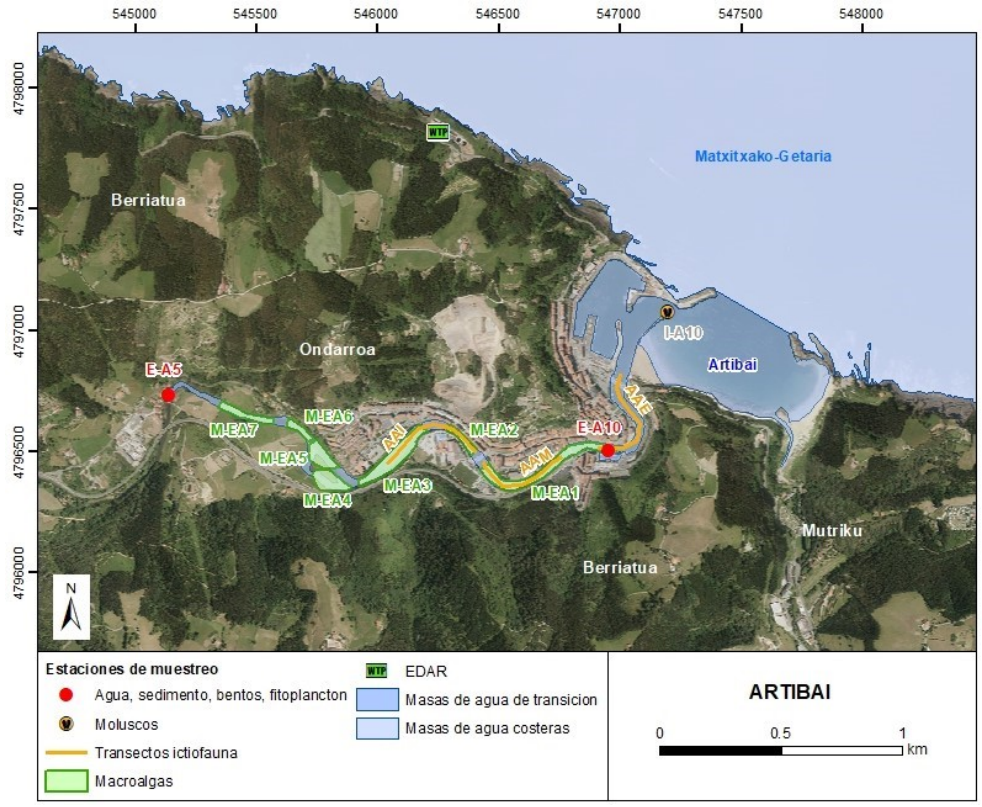


Figura 116 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Artibai.

La masa de agua de transición del Artibai se diagnostica en 2021 en un estado peor que bueno, ya que el estado ecológico es moderado, debido a los macroinvertebrados, y el estado químico es bueno (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. 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.

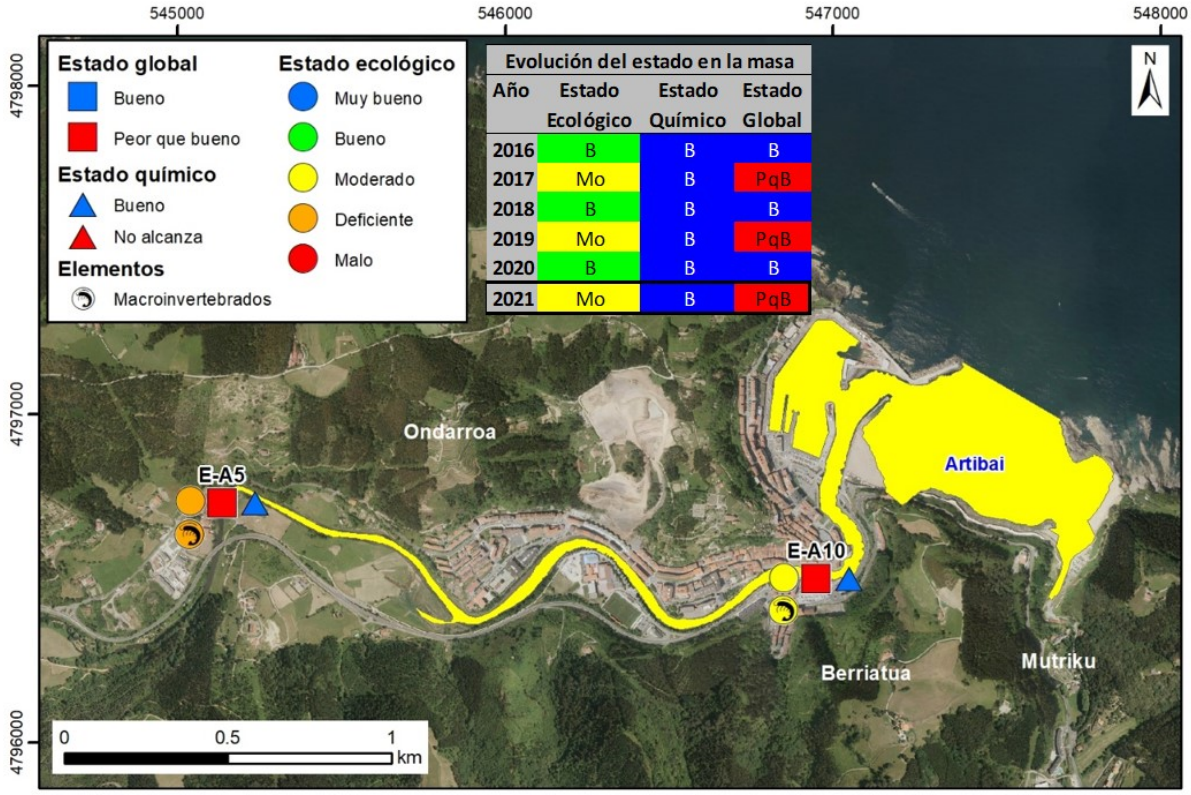


Figura 117 Masa de agua de transición del Artibai: Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 88 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Artibai en 2021. (Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). 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)	D	B	B	D	D	MB	MB	D	D	B	PqB
E-A10	Ondarroa (embarcadero)	Mo	B	B	Mo	Mo	B	MB	D	Mo	B	PqB
	Artibai Transición	Mo	B	B	Mo	Mo	B	MB	D	Mo	B	PqB

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 han dado 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. 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 2021, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las relacionadas con el estado trófico (sólo en superficie).

Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, calculados mediante la media de los últimos seis años de seguimiento, las dos estaciones (E-A5 y E-A10) cumplen los objetivos de calidad mostrando un estado “Bueno” o “Muy Bueno” en todas las variables (Tabla 89). La masa de agua de transición de Artibai se encuentra en buen estado físico-químico.

Tabla 89 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Artibai mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-A5	Oligohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	66		94,80	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤51,6	1,6	7,63	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤212,5	1,6	36,65	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤5,13	0,16	0,75	Muy Bueno
E-A10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		90,68	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤18,6	1,6	5,80	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤52,3	1,6	20,19	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤1,82	0,16	0,44	Muy Bueno

En cuanto a la evolución temporal del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 (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.

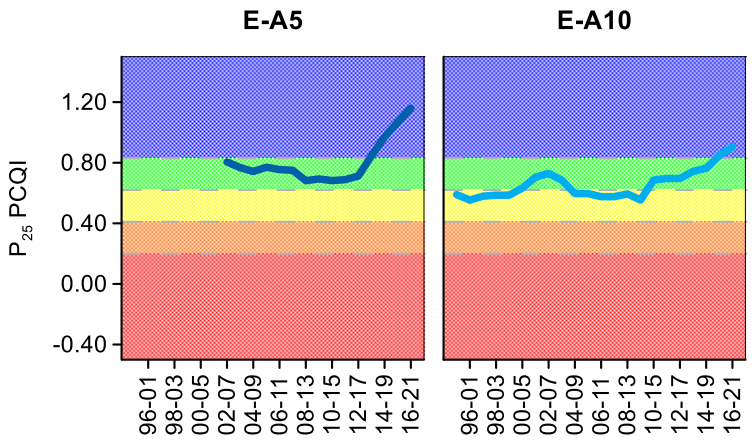


Figura 118 Evolución temporal del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones de muestreo E-A10 y E-A5 de la masa de agua de transición del Artibai. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; 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 2021.

En las series de datos disponibles, en la estación E-A5 las concentraciones de amonio y de fosfato descienden significativamente ($p<0,05$). En la estación E-A10 la única tendencia significativa es la del aumento de la saturación de oxígeno y el descenso de fosfato (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 20 años, en la estación E-A5, aunque hubo incumplimientos puntuales en el objetivo de calidad del oxígeno, fosfato y del amonio, pero desde 2013-2015 cumplen sistemáticamente (Figura 119).

En el caso de la estación de la desembocadura (E-A10), la serie temporal consta de 27 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).

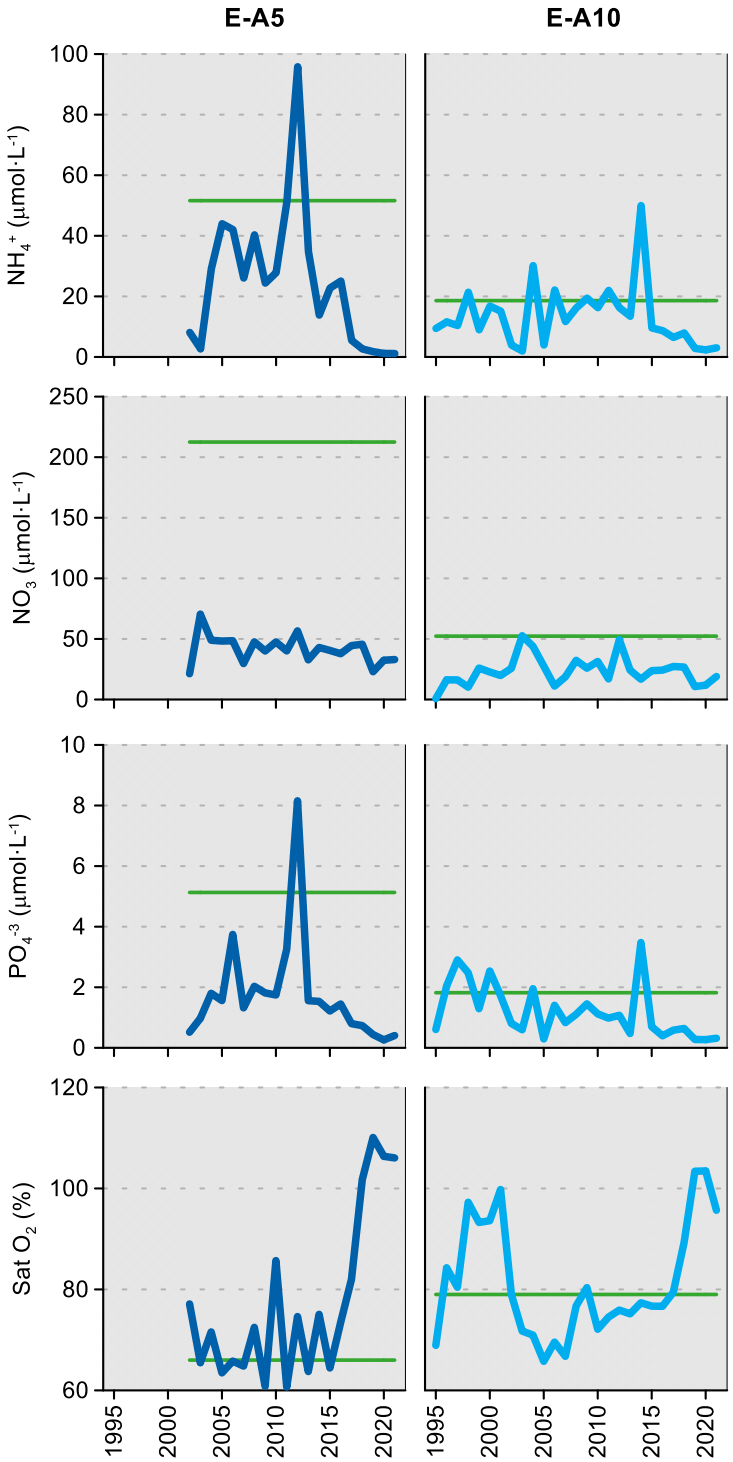


Figura 119 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Artibai en el periodo que abarca desde 1995 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

10.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2021 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 2021.

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

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2021 indica que, en esta masa de agua, de forma global, alcanza el buen estado químico (Tabla 91). En la campaña de 2021, 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 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}."-": no determinado.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-A5	E-A10	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	0,00070	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	0,0014	0,0007	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0014	0,0012	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	0,00030	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	0,40	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.

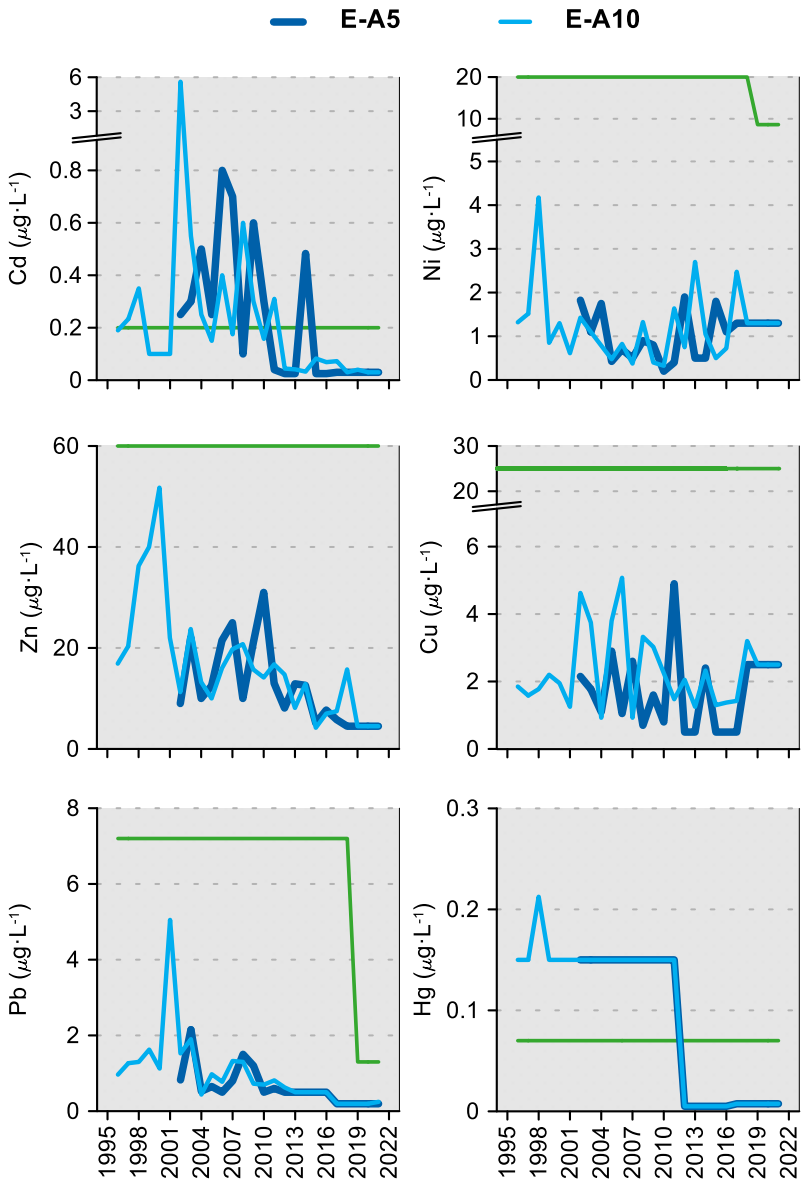


Figura 120 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Artibai en el periodo que abarca desde 1995 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

10.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2021, los sedimentos de este estuario se muestrearon en enero y en marzo. 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) sedimento areno-limoso (Tabla 92). El potencial redox y el contenido en materia orgánica no presentan una tendencia temporal clara, destacando el máximo de materia orgánica en 2021 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 $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Artibai en la campaña de invierno de 2021.

E-A5 (Fecha de muestreo: 15/03/2021)					E-A10 (Fecha de muestreo: 28/01/2021)			
Gravas (%)	3,07	Cd	0,16		Gravas	0	Cd	0,18
Arenas (%)	89,14	Cr	30		Arenas	39,91	Cr	32
Limos (%)	7,79	Cu	30		Limos (%)	60,09	Cu	32
MO (%)	3,34	Hg	0,07		MO (%)	6,47	Hg	0,11
Eh (mV)	441	Ni	22		Eh (mV)	-135	Ni	23
		Pb	23				Pb	24
		Zn	91			0	Cd	0,18

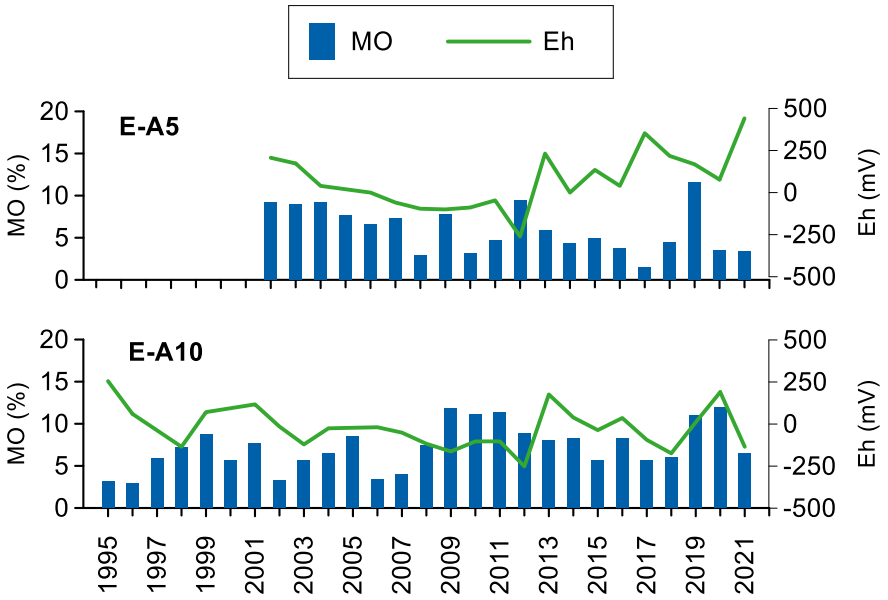


Figura 121 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Artibai (muestreos de invierno).

En lo que respecta a metales, en la campaña de invierno de 2021, 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. En la estación E-A5 se observa 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 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.

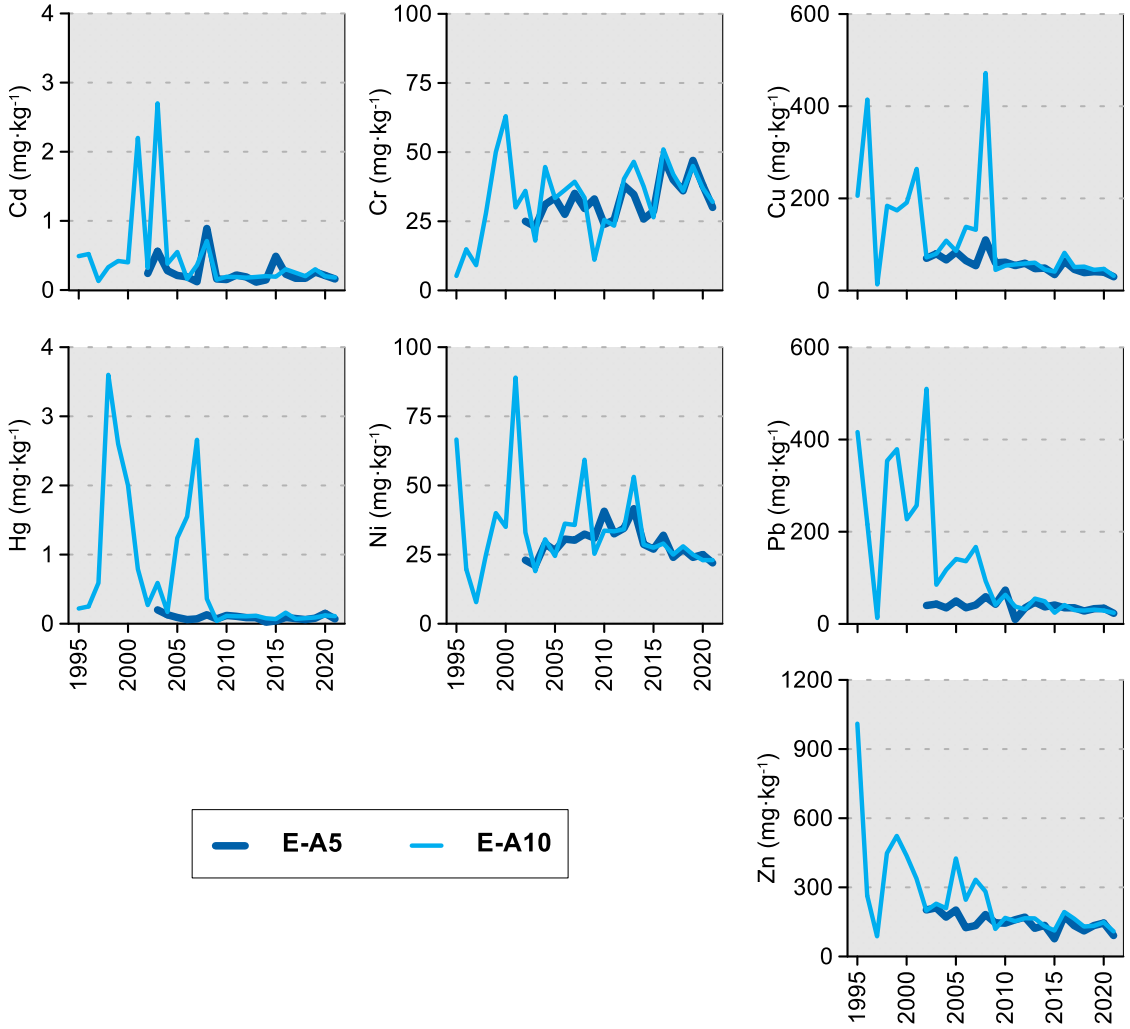


Figura 122 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Artibai (muestreos de invierno).

10.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2021, los biomonitores (mejillón, *Mytilus galloprovincialis*) 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 2021, 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
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	15	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,448	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,087	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Como los mejillones son filtradores pueden acumular contaminantes, por lo son buenos indicadores 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 2021** osciló entre 0,08 y 13,27 $\mu g \cdot L^{-1}$. Al igual que en 2020, no hay que destacar concentraciones elevadas. El máximo se encontró en la campaña de verano, en la cabecera del estuario (E-A5). A escala anual los muestreos abarcaron un gradiente de salinidad muy amplio, pero los máximos de biomasa fitoplanctónica ocurrieron en aguas de naturaleza oligohalina, como es habitual en los estuarios intermareales del País Vasco (Figura 123).

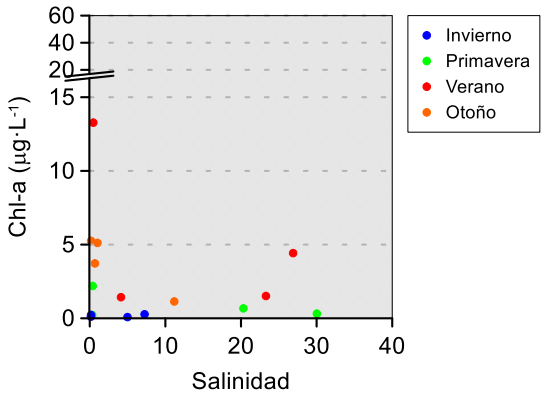


Figura 123 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Artibai en las cuatro épocas de estudio durante 2021. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

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 años recientes solo en algunos periodos alternos se cumplía el objetivo de calidad. 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.

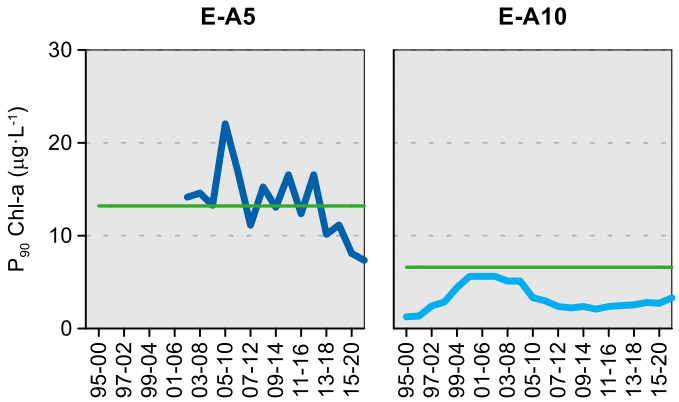


Figura 124 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Artibai. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: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

El descenso del percentil 90 de la clorofila en E-A5 se asemeja al del amonio y el fosfato (véase Figura

119). Aunque en años recientes se hayan observado los valores de clorofila más elevados (máximo absoluto en primavera de 2019 y secundario en verano de 2017), ello no impide que el percentil haya ido en descenso debido a que ha disminuido la frecuencia de otros picos más moderados. 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 sustancias orgánicas que algunas especies de fitoplancton son capaces de utilizar.

Las zonas de cabecera de los estuarios son relativamente ricas en nutrientes y, por ello, es posible el desarrollo y acumulación de biomasa fitoplanctónica en épocas en las que el caudal fluvial se reduce considerablemente 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 parecen haber producido una estabilización del percentil en niveles que ya no indican impacto antrópico. Aunque esporádicamente podrán observarse 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 se den de manera menos frecuente.

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, la frecuencia de floraciones había ido disminuyendo a lo largo de la década de 2010 en las dos zonas del estuario. Aun así, la zona de cabecera mostraba frecuencias relativamente altas en 2019 (no se dispone de datos de 2020). En 2021 se han estudiado las comunidades en la estación E-A5, con muestras obtenidas en pleamar durante las campañas de primavera y verano (Tabla 94).

El dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum* ha sido una especie recurrente en la zona superior del estuario, patrón que se repite también en mayo de 2021. Aunque no destaca por su abundancia (10^3-10^5 células·L^{-1}), al tener un tamaño relativamente grande puede contribuir bastante a la concentración de clorofila y, también, dar lugar a coloraciones rojizas en el agua. La criptofita *Urgorri complanatus* fue la especie más abundante en la campaña de primavera ($266 \cdot 10^5$ células·L^{-1}) y también puede causar una coloración similar.

En agosto de 2021 se observó una densidad celular muy elevada, a la cual contribuyeron varias especies de pequeño tamaño, concretamente criptofíceas y euglenofíceas. El máximo correspondió a *Urgorri complanatus* ($18 \cdot 10^6$ células·L^{-1}), seguida por cf. *Eutreptia globulifera* ($10 \cdot 10^6$ células·L^{-1}). En agosto de 2019 también se habían observado floraciones de especies de tamaño pequeño. Pero, en esa campaña se trató de la diatomea *Skeletonema* sp. (con algo más de un millón de células por litro), acompañada de un número no desdeñable de euglenofíceas (*Eutreptiella marina*); ambos géneros pueden contener especies indicadoras de eutrofización (Nincevic-Gladan *et al*., 2015).

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

		05/05/2021	04/08/2021
Parámetro	**Unidad**	**E-A5**	**E-A5**
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	762	36728
Diversidad	(bit·cel^{-1})	2,4	2,0
Riqueza	(*# taxa*)	11	17

En relación con el **estado asociado al fitoplancton** (Tabla 95), en el último periodo de evaluación el indicador basado en la clorofila indica estado "Bueno" en las dos estaciones de muestreo. En el global de la masa de agua la calificación es de "**Bueno" (EQR = 0,646).**

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).

Periodo	**Estación/ Masa de agua**	**Métrica**	**EQR**
		P_{90} clorofila-a (µg·L^{-1})	Chl-a
2016-2021	E-A5	7,34	0,599
	E-A10	3,31	0,665
	Artibai Transición	3,9145*	0,646

(*) 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 apenas 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).

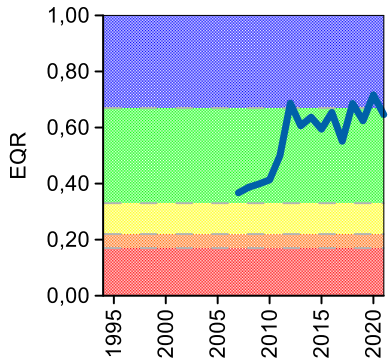


Figura 125 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Artibai a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado).

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 2021 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 a 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 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 los poliquetos. En cuanto a los parámetros estructurales, es de destacar que la comunidad presente muestra una abundancia superior al promedio histórico (2.122 ind·m^{-2}), con una riqueza del orden del promedio correspondiente (8 *taxa*) y una biomasa inferior (0,87 g·m^{-2}). Además, los valores de diversidad y equitabilidad se consideran bajos (Tabla 97). Los valores de AMBI indican alteración fuerte (AMBI=5,9), con dominancia de las 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)	2.931	1.273
Biomasa	(g·m-2)	0,377	0,552
Riqueza	(# *taxa*)	9	10
Diversidad densidad	(bit·ind-1)	0,46	2,29
Equitabilidad densidad		0,15	0,69
Diversidad biomasa	(bit·g-1)	2,08	1,83
Equitabilidad biomasa		0,66	0,55
Diversidad máxima	(bit)	3,17	3,32
AMBI		5,806	5,001
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Fuerte
M-AMBI$_{estación}$		0,276	0,419
M-AMBI$_{global}$		0,397	

En la estación más exterior, situada junto al puerto deportivo de Ondarroa, también dominan los oligoquetos, seguidos por los poliquetos *Heteromastus filiformis* y *C. capitata*. *C. capitata* se considera indicador de altos contenidos en materia orgánica (6,5% en la presente campaña) y habitual en sedimentos fangosos (60% en 2021). Los parámetros estructurales de la comunidad registrados en la presente campaña son del orden o superiores a los promedios históricos de la estación (1.411 ind·m^{-2}, 12 *taxa* y 1,59 bit·ind^{-1}). En términos de AMBI, la estación presenta alteración fuerte (AMBI=5,0), con dominancia del GE V, al que se adscribe *C. capitata*, y del GE IV.

Los valores de M-AMBI estimados para 2021 apuntan en la misma dirección que los valores de AMBI, e indican Estado Deficiente para la estación E-A5 y Estado Moderado para la estación E-A10 (Figura 126), con una valoración global de la masa de agua de **Estado Moderado**.

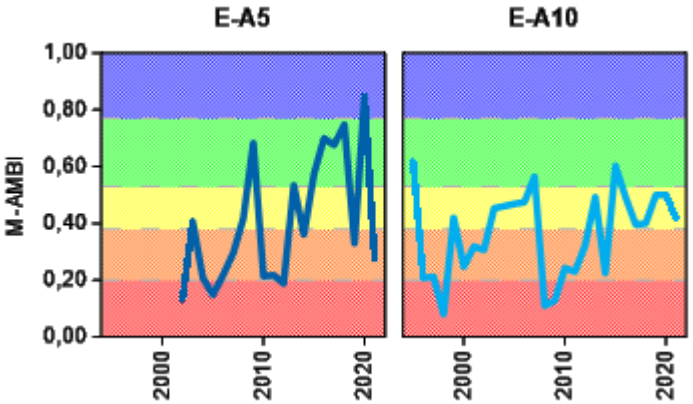


Figura 126 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua de Transición del Artibai a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

La estación más interior (E-A5), que comenzó a muestrearse en la campaña de 2002, parece presentar una evolución positiva (aunque en forma de dientes de sierra), con mínimos relativos cada vez mayores (a excepción de la presente 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 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. Efectivamente, en la pasada campaña se observó un importante incremento en M-AMBI, que venía acompañado con una importante reducción en la concentración de materia orgánica en sedimento (de 11,5% en 2019 a 3,5% en 2020), lo cual parecía apoyar la hipótesis planteada en 2019. En la presente campaña, en cambio, se mantiene el relativamente bajo valor de concentración de materia orgánica (3,3%), pero se produce un nuevo descenso del valor de M-AMBI, que no puede ser explicado por dicho parámetro. Por tanto, es recomendable mantener la vigilancia sobre la estación para determinar las posibles causas de estas variaciones.

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. Los muestreos se han realizado trienalmente desde 2002. En todos estos años han sido identificados 20 taxones, once de peces y nueve 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.

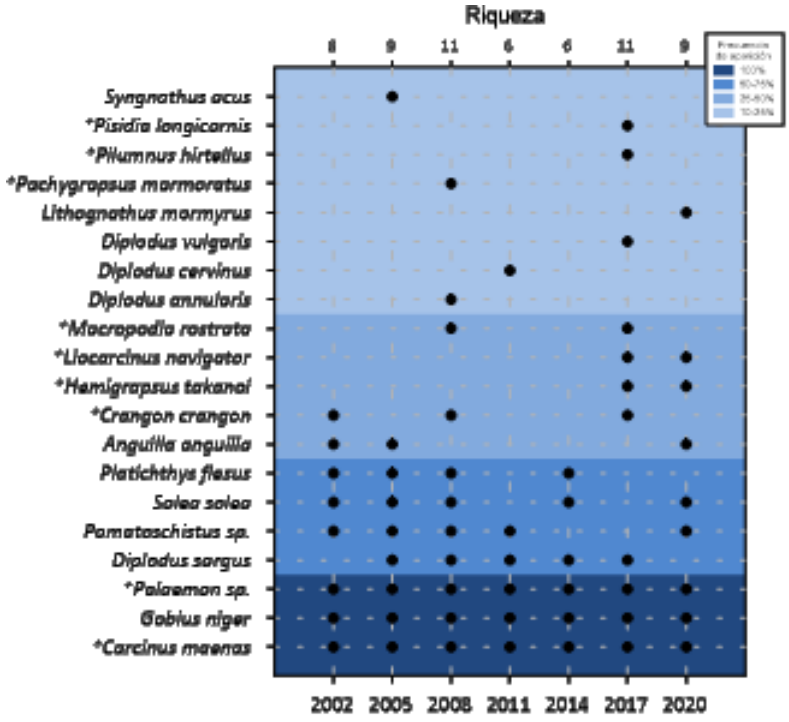


Figura 127 Listado de especies capturadas en la masa de agua de transición del Artibai (2002-2020). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada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

El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo a 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 *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.

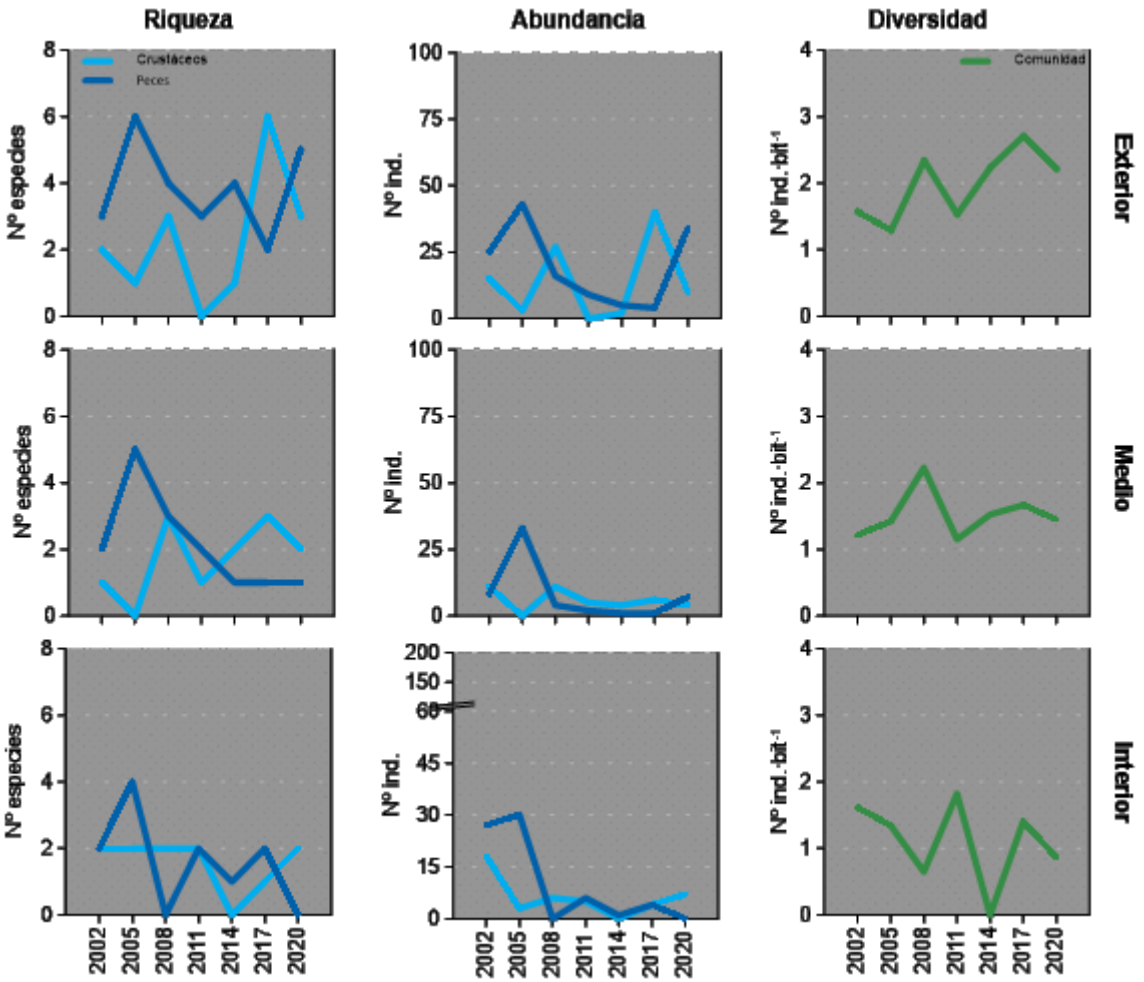


Figura 128 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones de taxones identificados en cada uno de los tramos de la masa de agua de transición del Artibai entre 2002 y 2020.

De acuerdo a 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.

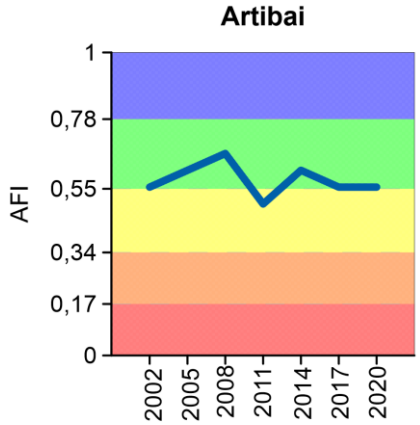


Figura 129 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para estuario del Artibai entre 2002 y 2020. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17. AFI: AZTI's Fish Index.

La mejora progresiva mostrada por el sistema desde inicios de la década del 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). 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, en 2020 y 2021 se ha analizado una estación de biomonitores (moluscos).

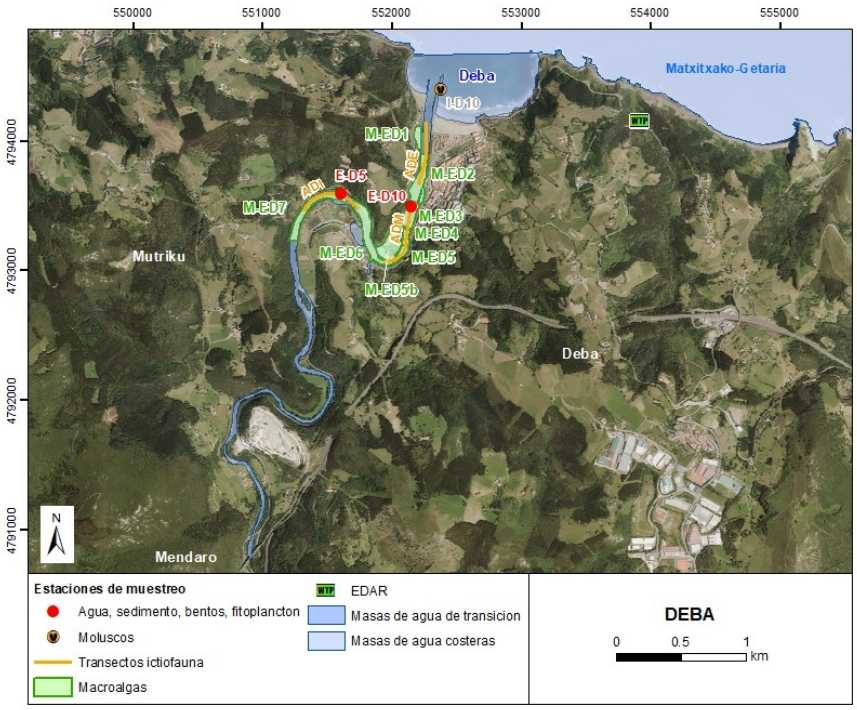


Figura 130 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Deba.

La masa de agua de transición del Deba, en la campaña 2021, 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 sólo hubo incumplimiento de objetivos medioambientales en 2016 debido a que no se alcanzó el buen estado químico por un valor puntual por cadmio. Todo esto podría estar indicando que en años venideros esta masa de agua podría mantener el buen estado global.

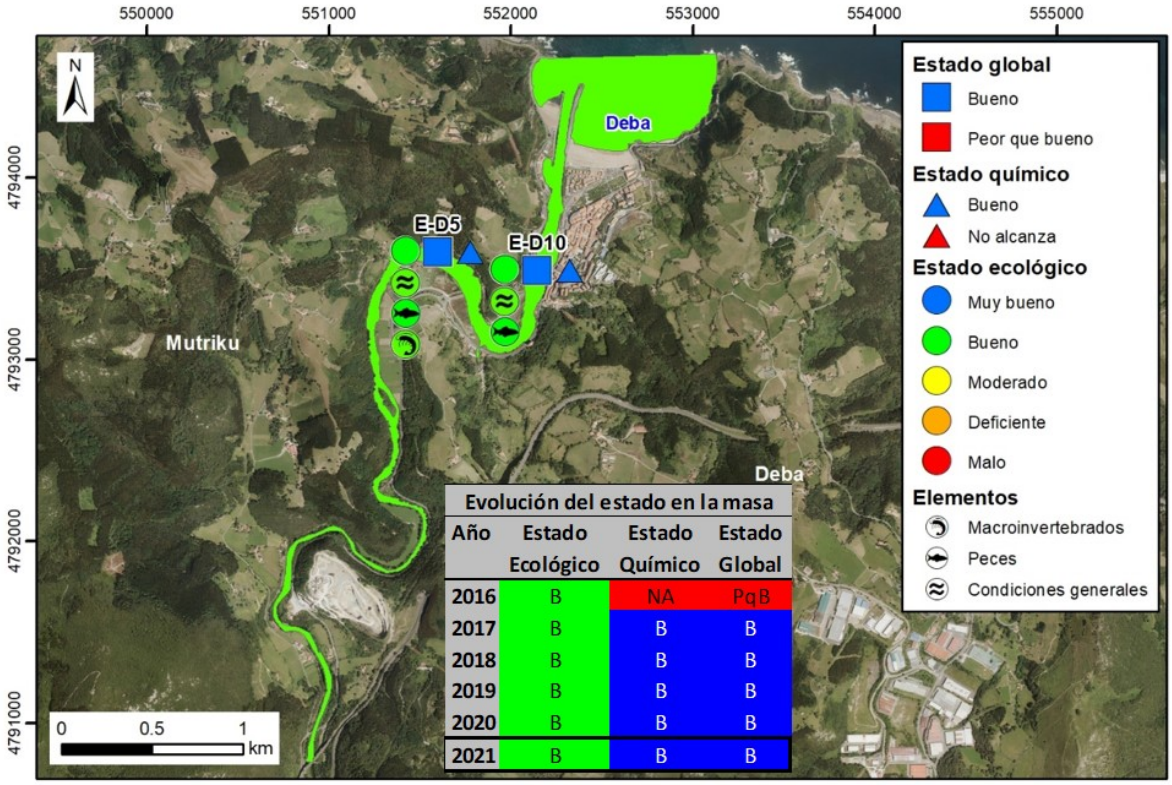


Figura 131 Masa de agua de transición del Deba: Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 98 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Deba en 2021. (Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado Ecológico	Estado químico	Estado
E-D5	Deba (campo de fútbol)	B	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
E-D10	Deba (puente)	MB	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
	Deba Transicion	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.

Todo esto tiene su reflejo en la mejoría de indicadores físico-químicos asociados a aguas y sedimentos, y en la mejoría de 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 a largo plazo 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 estuario del 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. Fisicoquímica general

En la Tabla 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2021, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las relacionadas con el estado trófico (sólo en superficie).

Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, las dos estaciones (E-D5 y E-D10) cumplen con los objetivos de calidad fisicoquímica según el valor medio calculado para los últimos seis años, presentando una calificación de “Muy Bueno” para la concentración de amonio y fosfato y la saturación de oxígeno, y “Bueno” para nitrato (Tabla 99).

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 2021, se aprecia un incremento significativo de la calidad ($p<0,05$) en ambas estaciones (Figura 132).

Tabla 99 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Deba mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-D5	Oligohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	66		94,89	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤51,6	1,6	4,58	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤212,5	1,6	62,27	Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤5,13	0,16	1,55	Muy Bueno
E-D10	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		94,11	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤34,3	1,6	5,40	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤121,3	1,6	48,03	Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤3,39	0,16	1,25	Muy Bueno

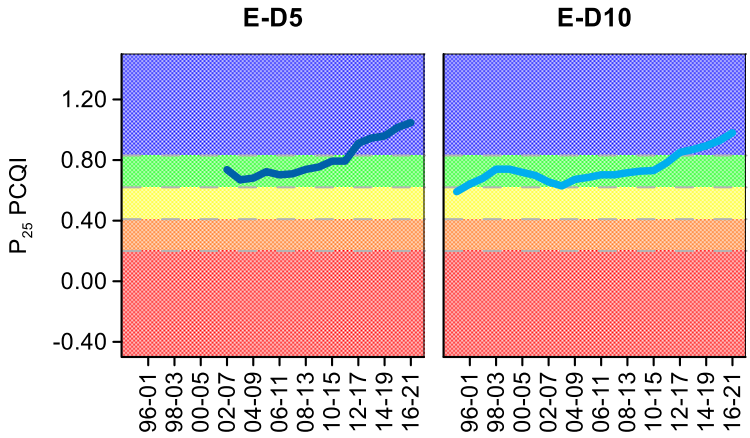


Figura 132 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones de muestreo E-D5 y E-D10 de la masa de agua de transición del Deba. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; 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 2021.

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 la estación E-D5 (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.

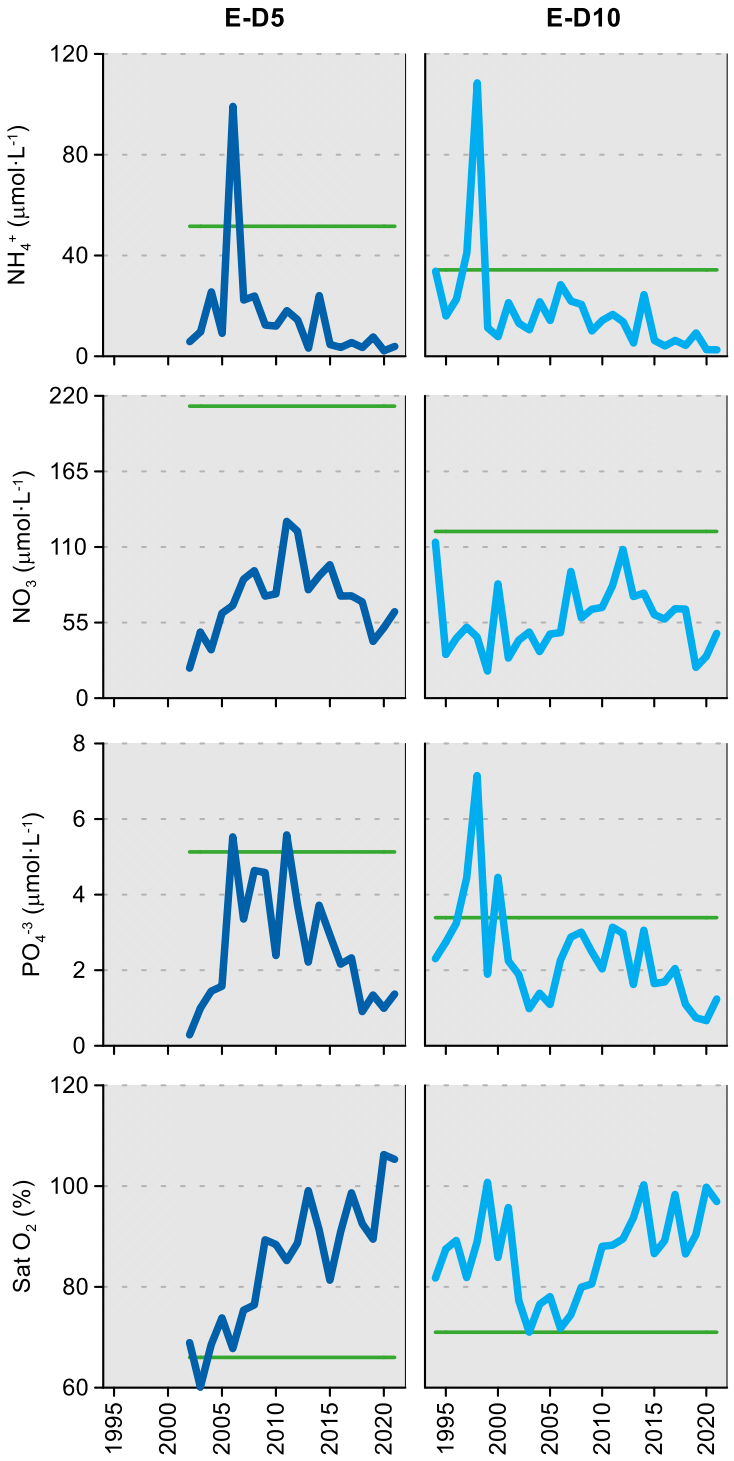


Figura 133 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones E-D5 y E-D10 de la masa de agua de transición del Deba en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

11.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2021 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 2021 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 2021.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-D5	E-D10	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	11,0	<LC	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

Tabla 101 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Deba en 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}."-": no determinado.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-D5	E-D10	Global
Hexaclorociclohexano	NCA-MA Agua	0,002	0,0005	-	<LC	Cumple
Hexaclorociclohexano	NCA-CMA Agua	0,02	0,0005	-	<LC	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	0,00	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	0,0006	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	<LC	0,0012	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	0,0002	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	0,80	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	<LC	3,18	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	7,00	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.

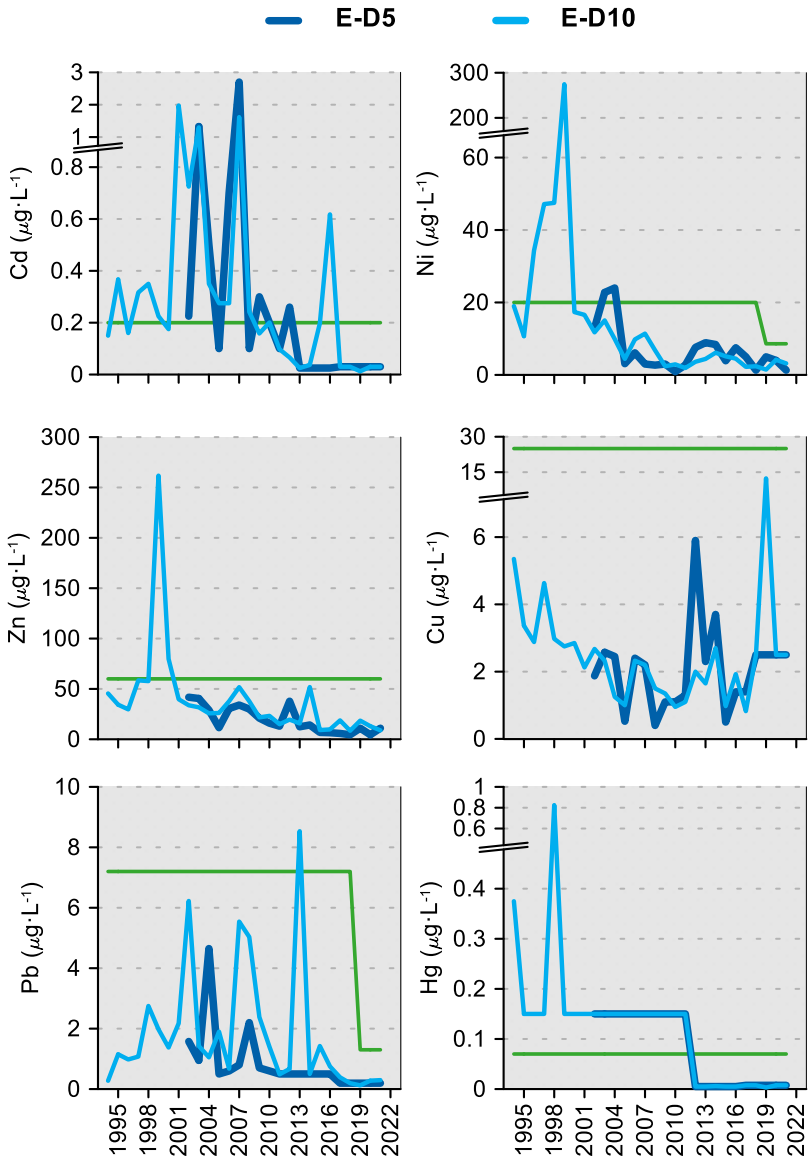


Figura 134 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Deba en el periodo que abarca desde 1996 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

11.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2021, 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 102).

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 102). 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 ninguna de las dos estaciones (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 $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Deba en la campaña de invierno de 2021.

E-D5 (Fecha de muestreo: 12/02/2021)					E-D10 (Fecha de muestreo: 12/02/2021)			
Gravas (%)	0,14	Cd	0,27		Gravas	0,22	Cd	0,17
Arenas (%)	57,83	Cr	49		Arenas	98,95	Cr	48
Limos (%)	42,02	Cu	36		Limos (%)	0,83	Cu	36
MO (%)	5,04	Hg	0,23		MO (%)	1,81	Hg	0,15
Eh (mV)	49	Ni	34		Eh (mV)	228	Ni	30
		Pb	32				Pb	26
		Zn	215				Zn	163

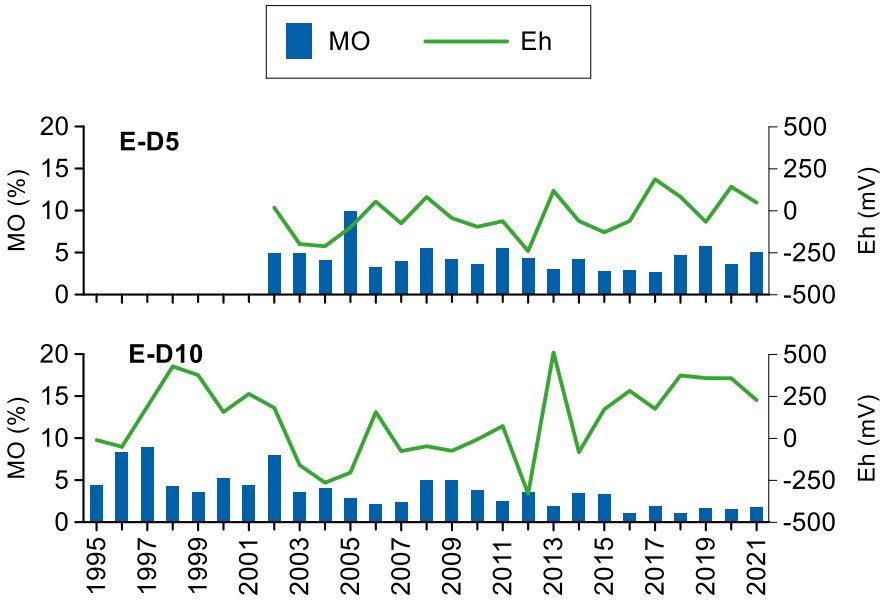


Figura 135 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Deba (muestreos de invierno).

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 observa una tendencia descendente estadísticamente significativa en las concentraciones de Cu, Ni, Pb y Zn.

En la estación E-D10 se observa 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.

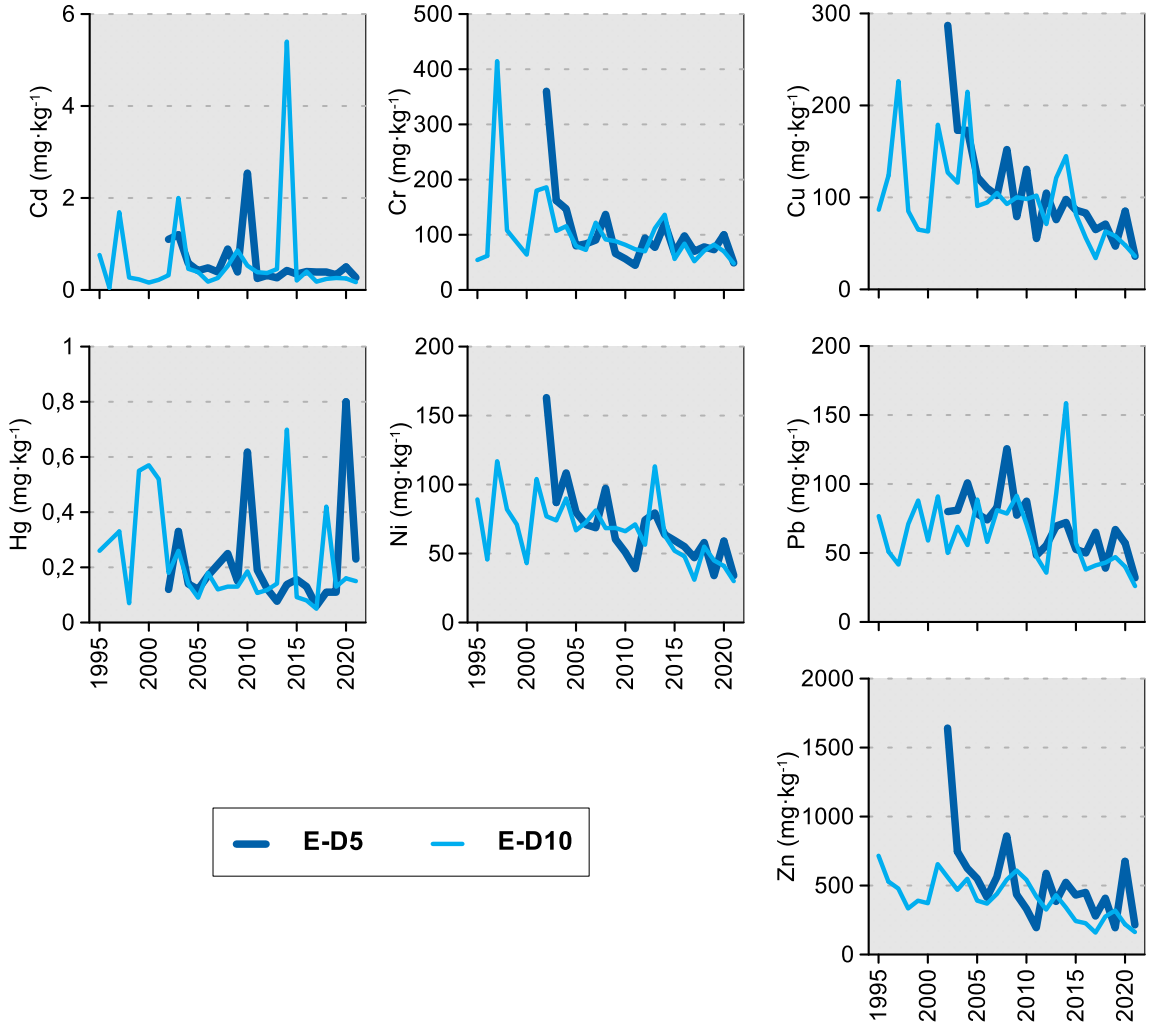


Figura 136 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Deba (muestreos de invierno).

11.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2021, 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). 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.

Las ostras son filtradoras y pueden acumular contaminantes, por lo son buenos indicadores 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.

Tabla 103 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Deba en 2021, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-D10	Global
Dicofol	NCA biota	33	20	<LC	No aplica
Ácido perfluoro-octanosulfónico y sus derivados (PFOS)	NCA biota	9,1	1	<LC	No aplica
Hexabromociclododecano	NCA biota	167	100	<LC	No aplica
Hexaclorobenceno	NCA biota	10	1	<LC	No aplica
Hexaclorobutadieno	NCA biota	55	50	<LC	No aplica
Mercurio y sus compuestos	NCA biota	20	6	34	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,299	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

11.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

11.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a en 2021** osciló entre 0,03 y 5,37 µg·L^{-1}, lo que pueden considerarse valores bajos o moderados para la salinidad de las aguas. Las concentraciones medidas en invierno fueron en general muy bajas (Figura 137).

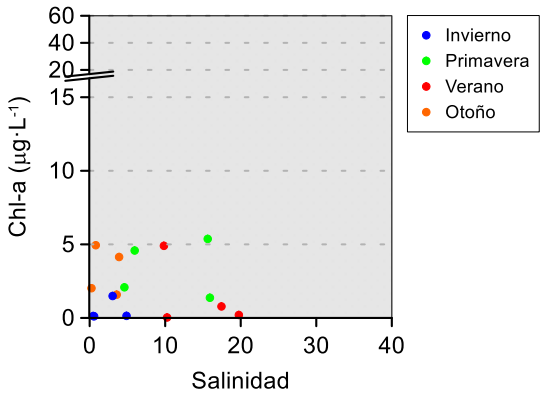


Figura 137 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Deba en las cuatro épocas de estudio durante 2021. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

No es frecuente encontrar altas concentraciones de clorofila en masas de transición de Tipo 8, ya que presentan un corto tiempo de residencia del agua, del orden de horas. Esto cambia en situaciones transitorias 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 ha encontrado en la estación E-D5 en la campaña de verano de 2004 (~99 µg·L^{-1}); en esa misma estación se han registrado picos entre 25 y 30 µg·L^{-1} en 2005 (verano), 2010 (primavera) y 2013 (otoño). En la zona inferior del estuario (E-D10) la concentración más alta se ha medido en primavera de 2015 (33 µg·L^{-1}). Desde 2018 la concentración de clorofila se ha mantenido por debajo de 10 µg·L^{-1} en ambas estaciones de muestreo.

En el presente informe se muestra que, en el estuario del Deba, las concentraciones de nutrientes (nitrógeno y fósforo inorgánicos) han seguido una tendencia neta de disminución desde finales de la década de 2000, tendencia que comenzó años antes en el caso del amonio (Figura 133). Todo 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 también han ido disminuyendo en intensidad y frecuencia, lo que parece correlacionarse con la disminución de las concentraciones de amonio y fosfato.

En el caso del nitrato llama la atención su tendencia de aumento durante la década del 2000, que lo situó en algunos años cerca de sobrepasar su objetivo de calidad en la estación E-D10 (Figura 133). Desde hace unos 10 años, aproximadamente, la tendencia es la contraria. Estas oscilaciones podrían responder, en buena parte, 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 la estación E-D5, el P_{90} fue en aumento a finales de la década de 2000, posteriormente se estabilizó e incluso parece haber iniciado recientemente una tendencia de descenso. La zona inferior del estuario (E-D10) también presenta oscilaciones, pero ambas cumplen con el objetivo de calidad a lo largo del seguimiento.

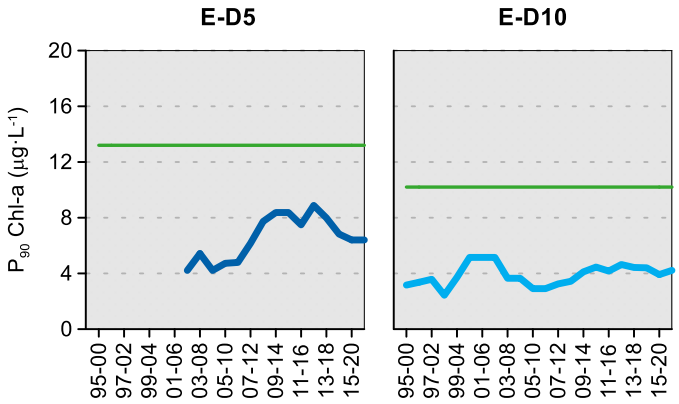


Figura 138 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Deba. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: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

En cuanto a la **composición y abundancia del fitoplancton**, al igual que en 2020, en 2021 no se tomaron muestras para su caracterización en esta masa de agua. En informes anteriores se ha visto que el estuario presenta 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 indica muy buen estado en ambas estaciones de muestreo. En la masa de agua el estado del fitoplancton actualmente es **"Muy Bueno"** (**EQR** = **0,730**).

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 los ratios de calidad ecológica (EQRs) y la clasificación correspondiente (azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a (µg·L^{-1})	Chl-a
2016-2021	E-D5	6,40	0,688
	E-D10	4,22	0,806
	Deba Transición	5,3972*	0,730

(*) 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 actualmente se encuentra en muy buen estado, el EQR muestra oscilaciones que lo han situado en buen estado a mediados de la década de 2010.

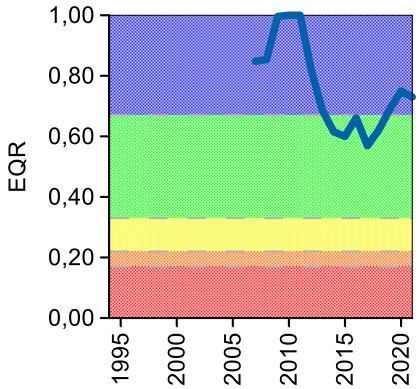


Figura 139 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Deba a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

11.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

En la presente campaña de 2021, como en las anteriores campañas realizadas trienalmente desde 2003, la Masa de Agua de Transición del Deba se dividió en ocho zonas distintas para la evaluación de las macroalgas presentes (Figura 130).

En general, las coberturas algales que caracterizan el estuario son similares a las descritas en el informe de la campaña de 2018 (Borja *et al.*, 2019). Tan sólo se han apreciado algunos ligeros cambios en:

- la zona M-ED2, donde las pequeñas matas de *Fucus ceranoides* encontradas en la margen izquierda en 2018 son algo más abundantes en 2021 y donde en la margen derecha llega a desarrollarse un cinturón de pequeñas matas de *F. ceranoides*;
- en la zona M-ED5, donde la cobertura sedimentaria es mucho menor que en 2018 y queda reducida a una pequeña zona fangosa en la parte final del intermareal, aguas arriba; y
- en la zona M-ED5b, donde el intermareal fangoso presenta menor cobertura fangosa y más cantos rodados, recubiertos de clorofíceas filamentosas del género *Ulva*, que en 2018.

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

La calificación obtenida en 2021 es de Estado Moderado para todas las zonas analizadas, salvo la zona M-ED6, que presenta Buen Estado (Tabla 105). Este resultado responde, básicamente, a la baja cobertura relativa de especies no tolerantes a la alteración en la mayor parte del estuario, y a los moderados valores tanto de riqueza específica, como de cobertura de especies indicadoras de contaminación y de cobertura de algas verdes frente al resto. A nivel de estación, la valoración obtenida a partir de los resultados indicados es de **Estado Moderado** para las dos estaciones a las que se adscriben las zonas estudiadas y, por tanto, esta valoración se repite para el global de la masa de agua. Sin embargo, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello 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 zonas de la Masa de Agua de Transición del Deba (TMIzona), así como a nivel de estación (TMIestación) y a nivel de estuario (TMIestuario). Se muestran también las calificaciones para cada uno de los indicadores que se consideran en el método: R: riqueza específica; Ct: cobertura de especies tolerantes a la contaminación; Cr: cobertura del resto de especies de algas; V/R: ratio entre la cobertura de clorofíceas y la del resto de algas (amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado).

	ZONA							
Indicadores	M-ED1	M-ED2	M-ED3	M-ED4	M-ED5	M-ED5b	M-ED6	M-ED7
R	3	3	3	3	3	3	3	3
Ct	3	3	1	3	3	3	5	3
Cr	1	1	3	3	3	1	1	1
V/R	3	3	3	3	3	3	5	5
Suma	10	10	10	12	12	10	14	12
TMI_{zona}	0,38	0,38	0,38	0,50	0,50	0,38	0,63	0,50
Superficie (m^2)	8.000	2.910	5.850	600	5.520	11.800	21.280	17.670
Superficie relativa (% zona)	0,46	0,17	0,34	0,03	0,10	0,21	0,38	0,31
Estación	E-D10				E-D5			
$TMI_{estación}$	0,38				0,52			
Superficie relativa (% estuario)	0,11	0,04	0,08	0,01	0,07	0,16	0,29	0,24
$TMI_{estuario}$	0,49							

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*, el grupo de los oligoquetos y las larvas de dípteros. 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 y una riqueza específica (Tabla 106) próximos a los promedios para la estación a lo largo del seguimiento (1.135 ind·m^{-2} y 8 *taxa*, respectivamente). Destaca 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 encontraron tampoco en la pasada campaña de 2020. En términos de AMBI, la dominancia de especies tolerantes al enriquecimiento orgánico, que se adscriben al GE III, con densidad relativa moderada de las especies oportunistas de primer y de segundo orden (GE V y GE IV), hace que la estación quede calificada como moderadamente alterada (AMBI=4,2) (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)	1135	460
Biomasa	(g·m-2)	0,723	0,449
Riqueza	(*# taxa*)	7	12
Diversidad densidad	(bit·ind-1)	1,84	2,63
Equitabilidad densidad		0,65	0,73
Diversidad biomasa	(bit·g-1)	1,87	2,60
Equitabilidad biomasa		0,67	0,73
Diversidad máxima	(bit)	2,81	3,58
AMBI		4,172	3,853
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Moderada
M-$AMBI_{estación}$		0,607	0,865
M-$AMBI_{global}$		0,726	

En el tramo más exterior, dominan los anélidos poliquetos *S. eunateae*, *C. capitata* y *H. diversicolor*, y el gasterópodo *P. ulvae*. Nuevamente, se trata de especies características de la 'Comunidad de *Cerastoderma edule-Scrobicularia plana*'. La densidad estimada en la presente campaña de 2021

(Tabla 106) es del orden del promedio de la serie histórica de la estación (464 ind·m^{-2}), pero la riqueza específica y la diversidad (Tabla 106) pueden considerarse altas (en promedio, 8 *taxa* y 1,66 bit·ind^{-1}, respectivamente). La calificación de la estación, en función de AMBI, es de alteración moderada (AMBI=3,9) (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 2021 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).

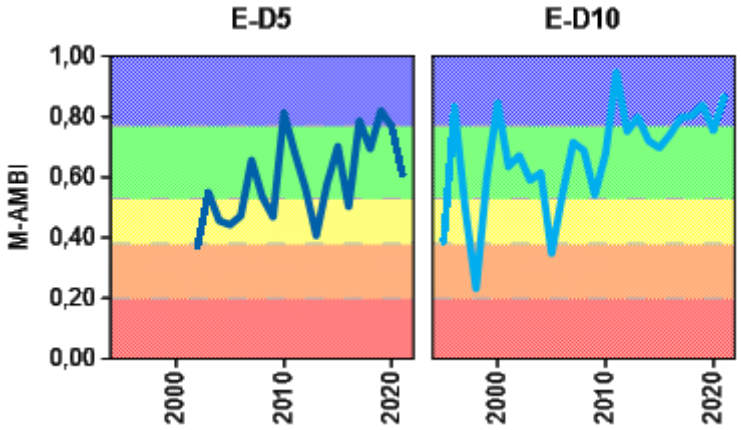


Figura 140 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua de Transición del Deba a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

11.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2021 (muestreos realizados trienalmente desde 2003), analizándose los datos obtenidos mediante la metodología actualizada explicada en el Tomo 1. Además de los datos propios de la "Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV" (2003, 2006, 2009, 2012, 2015 y 2018), también se dispone de los datos obtenidos en 1996 e incluidos en el informe inédito "Campaña de medición de variables biológicas y físico-químicas en el estuario del río Deba y área costera adyacente". Existen también datos anteriores (1987 y 1988), pero no se utilizan pues los transectos y metodología utilizada no son equiparables a los utilizados actualmente.

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 a 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 han sido detectados un pez plano *Arnoglosus thori* (soldado) y los crustáceos *Hemigrapsus takanoi* y *Liocarcinus zariquey.*

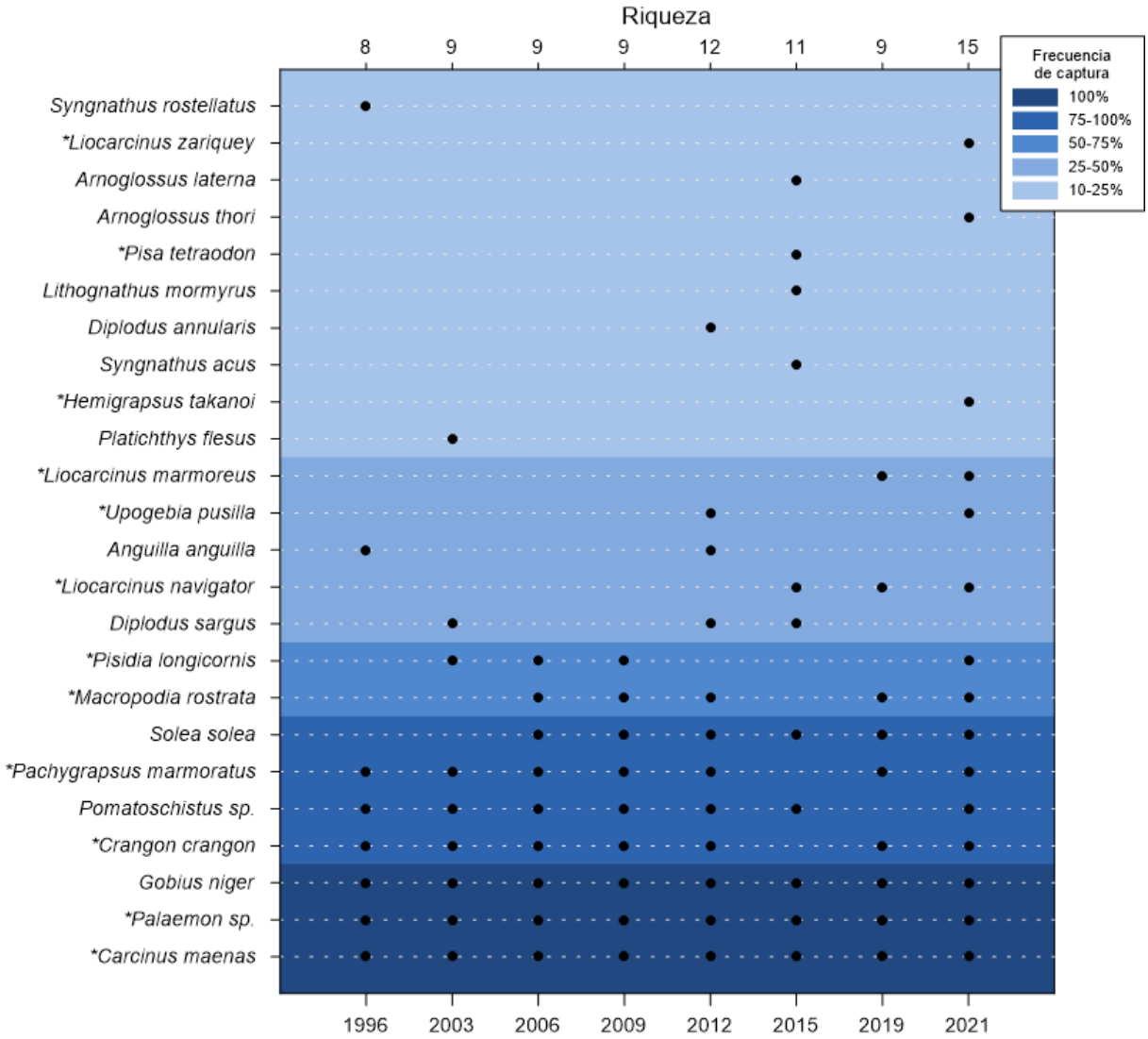


Figura 141 Listado de especies capturadas en el estuario del Deba (1996-2021). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco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

En cuanto a los parámetros estructurales, la Figura 142, en 2021 destacan la estación exterior y media, estaciones que mejoran los resultados obtenidos en 2018 y, en el caso de la estación exterior, alcanzando valores máximos de diversidad. Este último año se produce un aumento acusado de la riqueza en el tramo exterior y medio, así como una ligera mejoría de la abundancia respecto al año anterior en todos los tramos. Se aprecia un gradiente positivo hacia el exterior del estuario en casi todos los parámetros.

En líneas generales, se observa una fuerte variabilidad interanual, debido tanto a factores ambientales como a los inherentes al propio muestreo (condiciones de marea, cantidad de material en la red de arrastre…) por lo que no se aprecia un modelo de distribución concluyente en ninguna de las estaciones. Los grandes picos de abundancias detectados en las tres estaciones corresponden a la captura máxima de quisquillas grises (*Crangon crangon*) y cabuxinos.

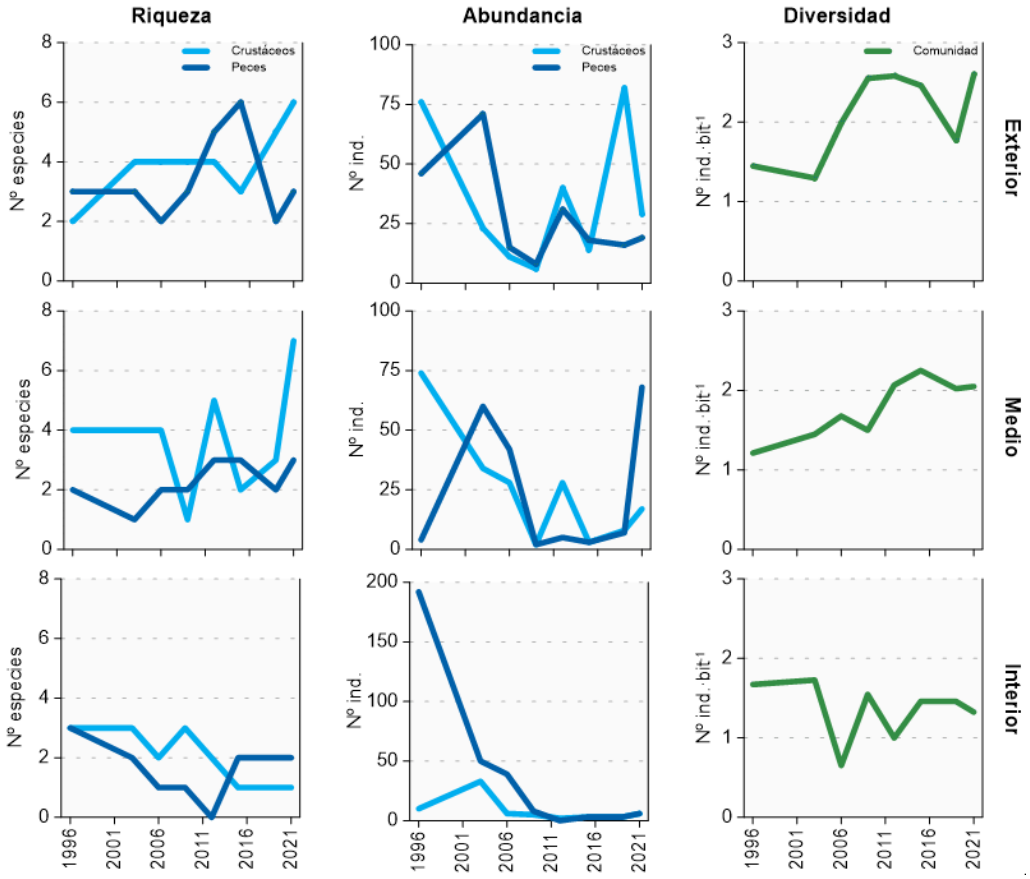


Figura 142 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Deba entre 1996 y 2021.

De acuerdo a 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 143), aunque con un valor de AFI inferior a los obtenidos años atrás. La evolución de la calidad de la masa de agua del Deba muestra una tendencia general positiva.

Tras un estado inicial con una calidad moderada, a principios de la década de 2000 la calidad de la masa de agua asciende, manteniéndose en estado bueno hasta mediados de dicha década. Es a partir de entonces cuando el sistema empieza a ganar calidad, mostrando los últimos años una tendencia clara de mejora, aunque haya bajado algo en 2021.

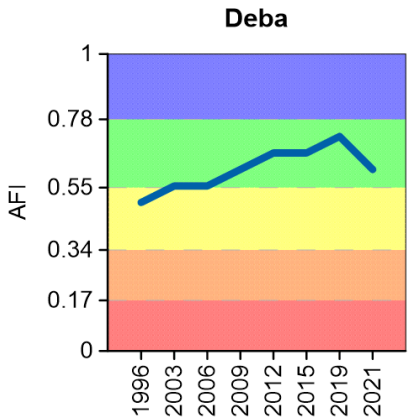


Figura 143 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Deba entre 1996 y 2021. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17). AFI: AZTI's Fish Index.

11.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En abril de 2021 se realizó un dragado 3.000 m^3 para el mantenimiento de calados en el canal de acceso al puerto de Deba, pero no ha supuesto 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 2019 se han analizado tres estaciones para vida piscícola y 6 estaciones para macroalgas. Además, en 2020 y 2021 se ha analizado una estación para biomonitores (moluscos). Las posiciones se pueden observar en la Figura 144.

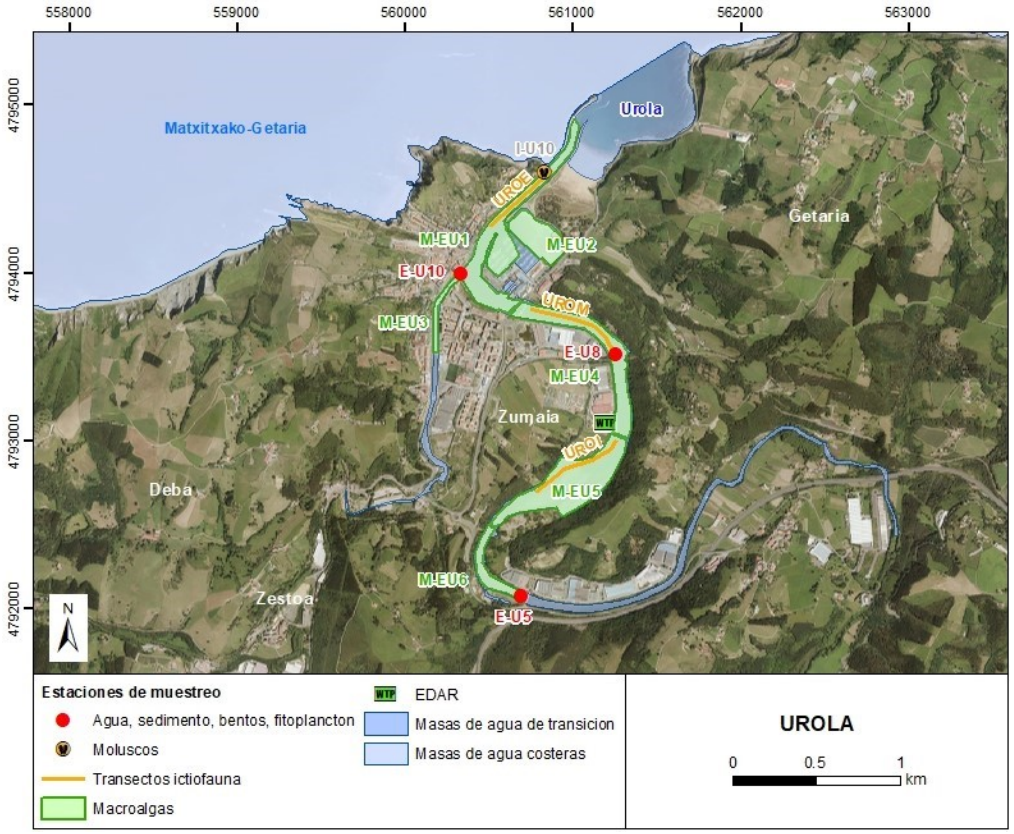


Figura 144 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Urola.

La masa de agua de transición del Urola se diagnostica en la campaña 2021 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 2016 y 2019 se han incumplido los objetivos medioambientales, debido al estado ecológico, y luego ya se cumplen (Figura 145).

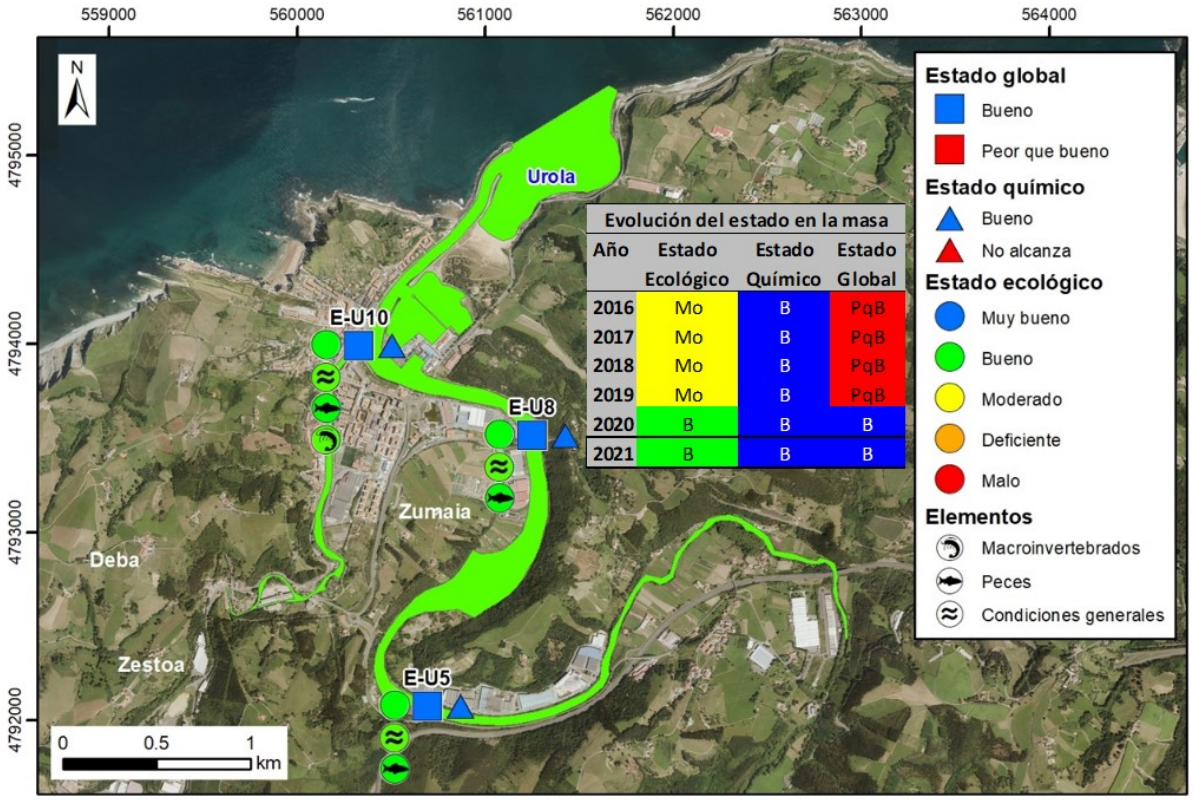


Figura 145 Masa de agua de transición del Urola: Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 107 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Urola en 2021. (Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). 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	B	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
E-U8	Zumaia (puente del ferrocarril)	MB	B	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
E-U10	Zumaia (puente Narrondo)	B	B	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
	Urola Transición	B	B	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 progresiva 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 los dragados realizados desde astilleros Balenciaga hasta la bocana (por ejemplo, 85.000 m^3 de sedimento extraído entre octubre de 2017 y abril de 2018, o entre noviembre de 2019 y abril de 2020, 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, en 2020 y 2021 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 2021, 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 Físico-químico 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		95,69	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤51,6	1,6	3,86	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤212,5	1,6	96,63	Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤5,13	0,16	1,85	Bueno
E-U8	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		90,78	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤34,3	1,6	4,09	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤121,3	1,6	56,28	Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤3,39	0,16	1,11	Muy Bueno
E-U10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		91,58	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤18,6	1,6	4,13	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤52,3	1,6	48,31	Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤1,82	0,16	1,01	Bueno

En relación con la evolución temporal del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021, se observa una tendencia significativa ($p<0,05$) a la mejoría en la estación E-U8. En las otras dos estaciones no se aprecia ninguna tendencia temporal clara. 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).

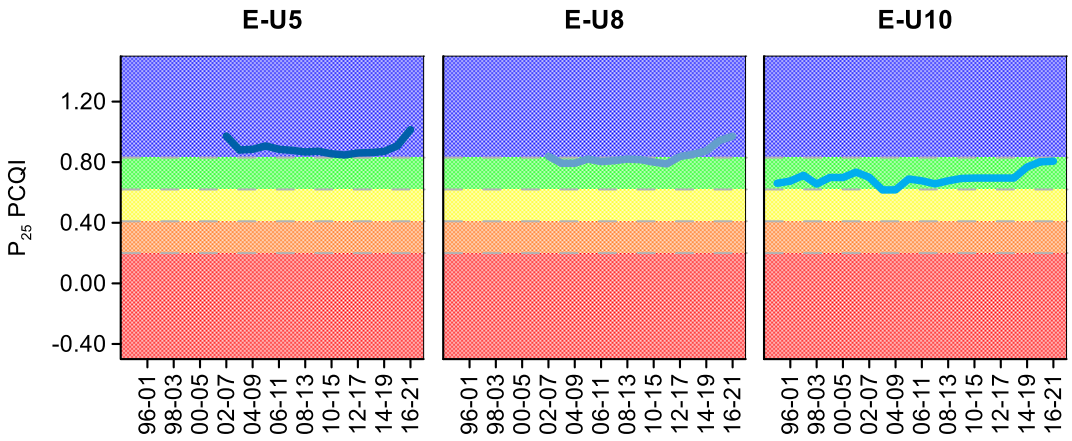


Figura 146 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones de muestreo E-U5, E-U8 y E-U10 de la masa de agua de transición del Urola. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

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 2021.

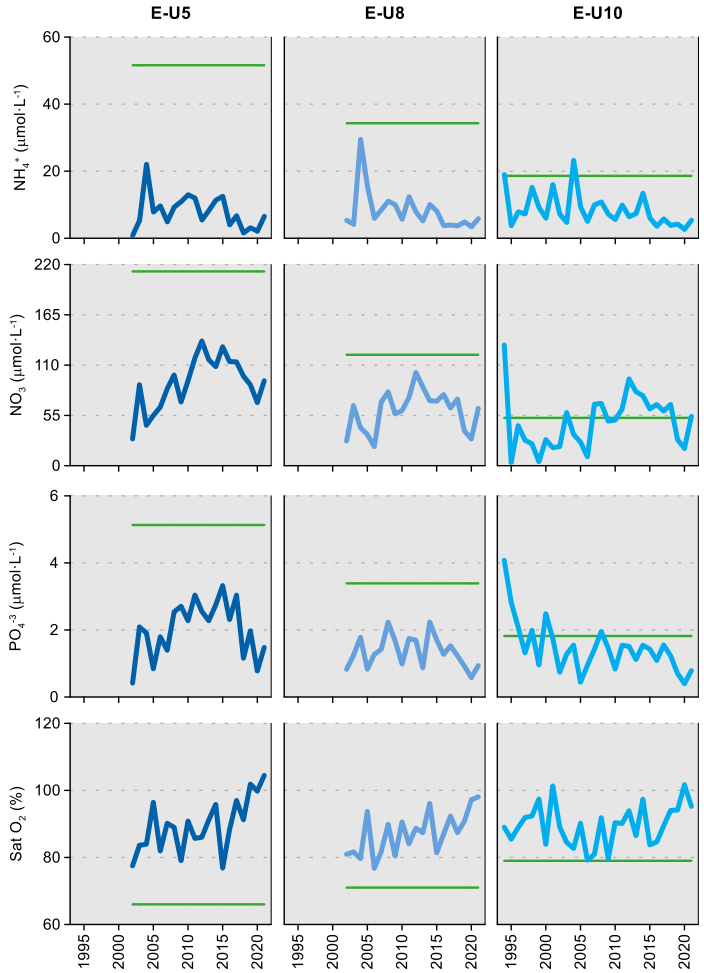


Figura 147 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Urola en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

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. Sin embargo, se detecta un empeoramiento significativo en la concentración de nitrato en la estación E-U5 (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 (aunque cumple desde 2006) de forma alternante y el objetivo de calidad del nitrato en los últimos años, 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 2021 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 2021.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-U5	E-U8	E-U10	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L-1)	60	9	14,0	<LC	20,1	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L-1)	25	5	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2021 indica que, en 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 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}."-": no determinado.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-U5	E-U8	E-U10	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	<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	0,0008	0,0006	0,0006	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0008	0,0006	0,0012	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	<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	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	2,7	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, y que no se ha repetido en la serie de control.

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 las estaciones en bajamar.

A lo largo de la serie temporal el cobre ha cumplido siempre los objetivos de calidad, al igual que el níquel y zinc (si bien han tenido algunas superaciones puntuales de norma). En cambio, cadmio y plomo superaban al comienzo de la serie las normas. Sin embargo, desde 2011-2013, tanto estos dos metales, como el mercurio, presentan las concentraciones más bajas de la serie y cumplen las normas de calidad.

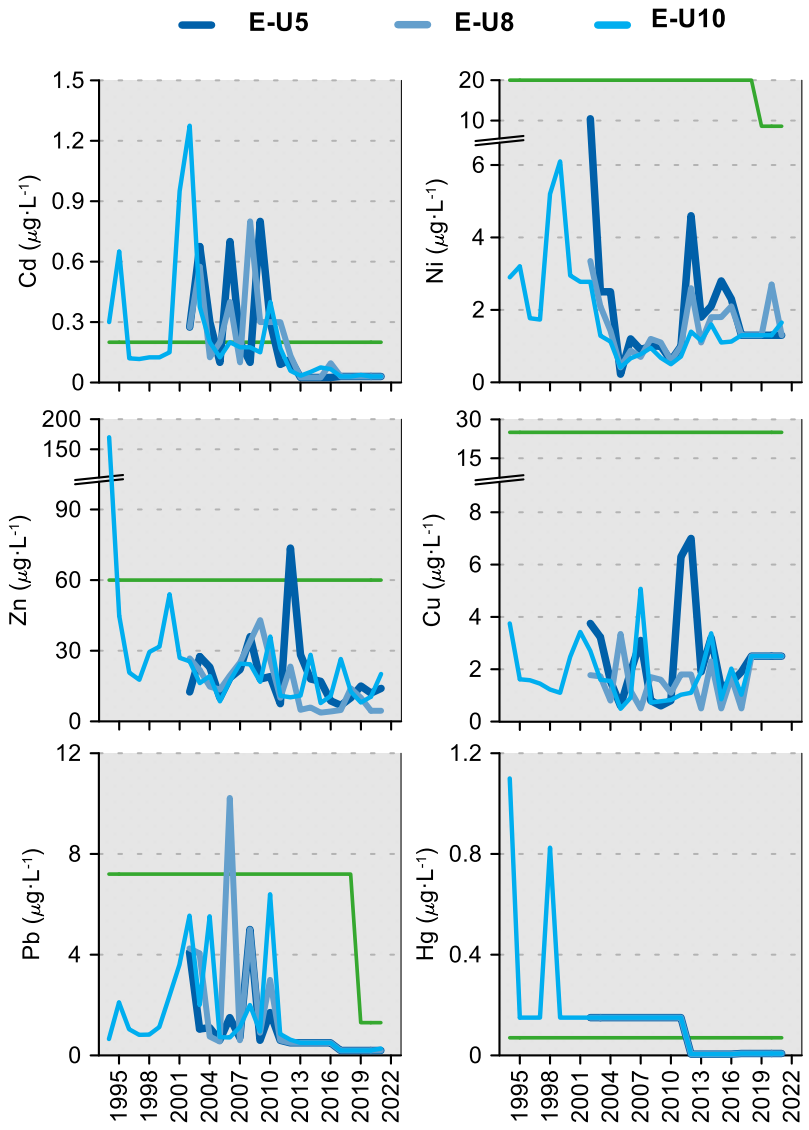


Figura 148 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Urola en el periodo que abarca desde 1996 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

12.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero de 2021. En general, las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años (Tabla 111). En 2021, los sedimentos de las estaciones E-U8 y E-U10 son limo-arenosos, mientras que E-U5, más interior, presenta un mayor porcentaje de arenas que de fangos. El contenido en materia orgánica es elevado para las tres estaciones (Tabla 111). El potencial redox y el contenido en materia orgánica no presentan una tendencia temporal 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 $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Urola en la campaña de invierno de 2021.

E-U5 (Fecha de muestreo: 12/02/2021)			
Gravas (%)	1,2	Cd	0,4
Arenas (%)	61,12	Cr	71
Limos (%)	37,68	Cu	42
MO (%)	7,12	Hg	0,17
Eh (mV)	35	Ni	35
		Pb	50
		Zn	199

E-U10 (Fecha de muestreo: 12/02/2021)			
Gravas (%)	1,12	Cd	0,29
Arenas (%)	27	Cr	45
Limos (%)	71,88	Cu	32
MO (%)	6,7	Hg	0,11
Eh (mV)	33	Ni	24
		Pb	43
		Zn	179

E-U8 (Fecha de muestreo: 12/02/2021)			
Gravas (%)	0	Cd	0,5
Arenas (%)	34,41	Cr	57
Limos (%)	65,59	Cu	47
MO (%)	7,56	Hg	0,16
Eh (mV)	7	Ni	30
		Pb	57
		Zn	233

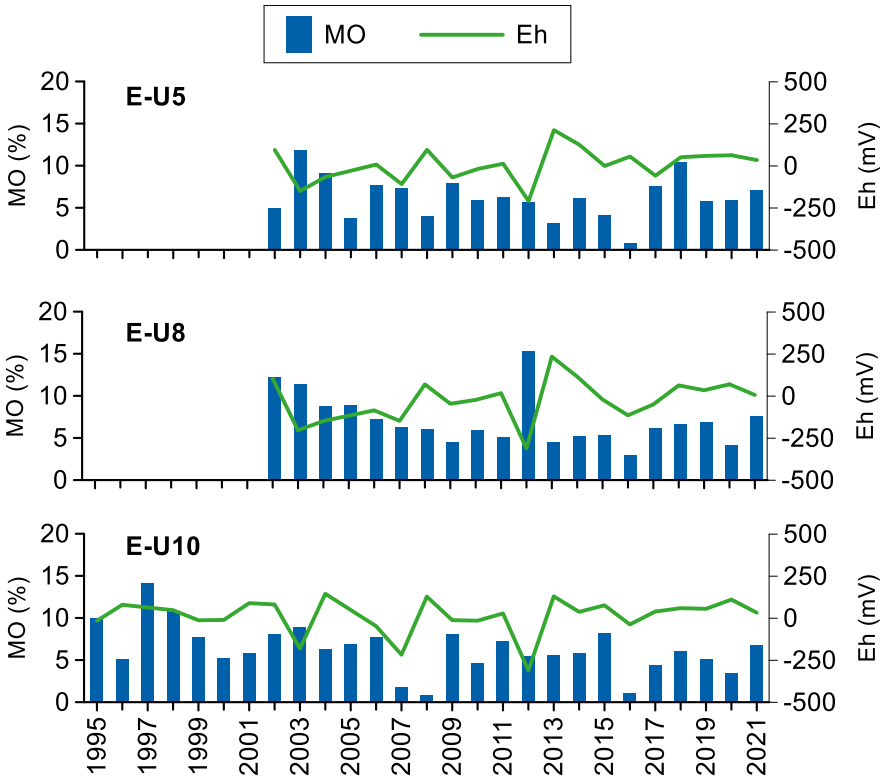


Figura 149 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Urola (muestreos de invierno).

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 todos los metales, excepto del Cr. En la estación E-U8 se observa tendencia decreciente significativa en las concentraciones de 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.

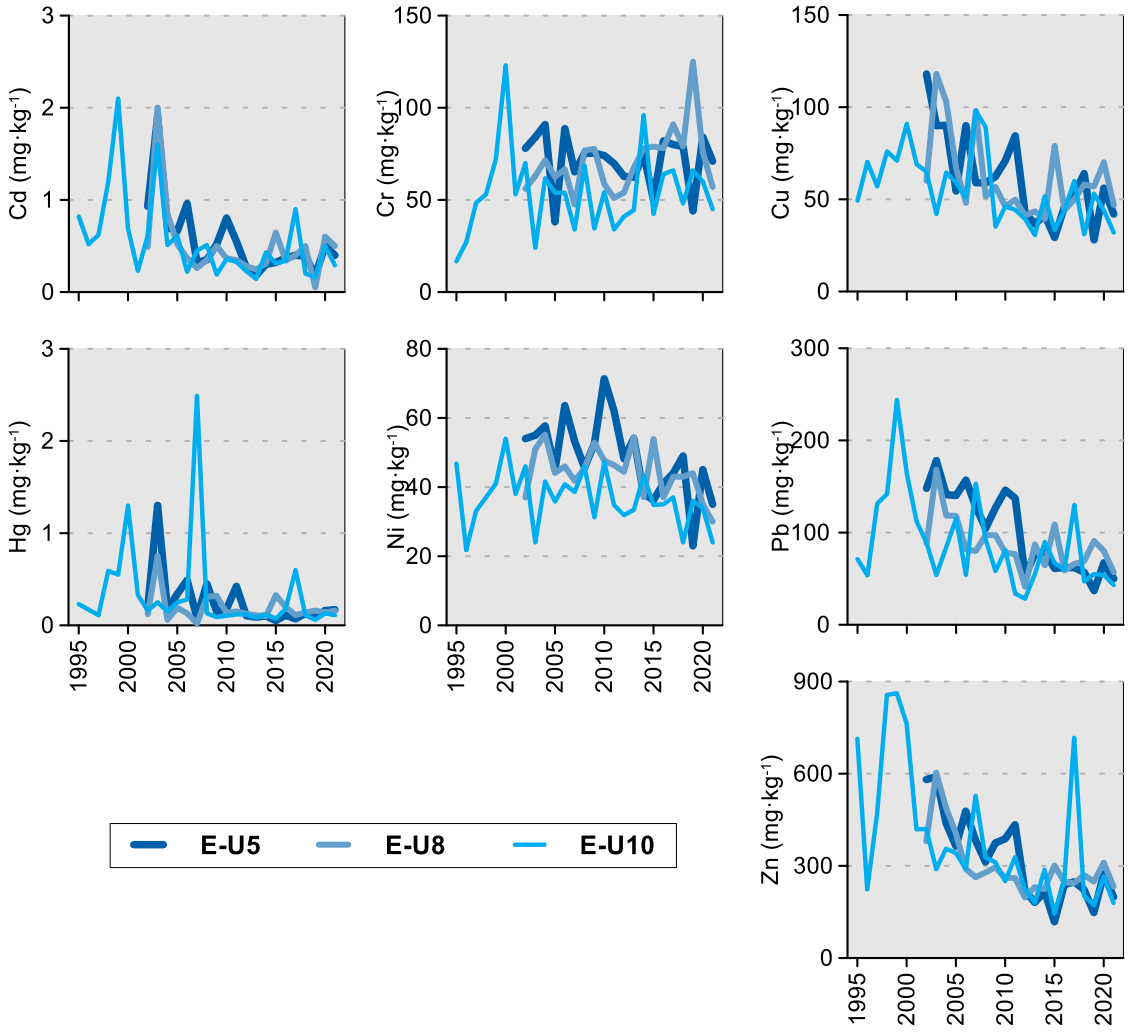


Figura 150 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Urola (muestreos de invierno).

12.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2021, los biomonitores (ostras, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-U10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 112, donde los valores registrados se encuentran por debajo de la norma de calidad establecida para biota (NCA-biota). En el caso del mercurio 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.

Las ostras son filtradoras, pueden acumular contaminantes, por lo que son buenos indicadores 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 2021, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-U10	Global
Dicofol	NCA biota	33	20	<LC	No aplica
Ácido perfluoro-octanosulfónico y sus derivados (PFOS)	NCA biota	9,1	1	<LC	No aplica
Hexabromociclododecano	NCA biota	167	100	<LC	No aplica
Hexaclorobenceno	NCA biota	10	1	<LC	No aplica
Hexaclorobutadieno	NCA biota	55	50	<LC	No aplica
Mercurio y sus compuestos	NCA biota	20	6	42	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0063	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,707	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,149	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

12.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

12.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a en 2021** osciló entre 0,40 y 27,27 µg·L^{-1}. El máximo se encontró en primavera, en la zona superior del estuario (E-U5), coincidiendo con una salinidad algo alta para esa zona (Figura 151).

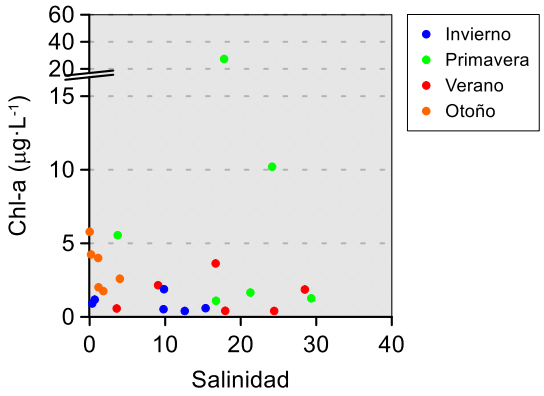


Figura 151 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Urola en las cuatro épocas de estudio durante 2021. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

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 es 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, también más acentuada que en las otras zonas del estuario.

Los incumplimientos se debieron a que, en la década de 2010, en la zona superior del estuario se diese un aumento de la frecuencia e intensidad de picos de clorofila. Las concentraciones más altas se registraron en los años 2010 (70-80 µg·L^{-1}), 2014 (46 µg·L^{-1}), 2015 (~300 µg·L^{-1}) y 2017 (114 µg·L^{-1}). También se detectaron varios picos secundarios de unos 30-40 µg·L^{-1}, cuando en la década anterior en ese rango solo había un registro (año 2002).

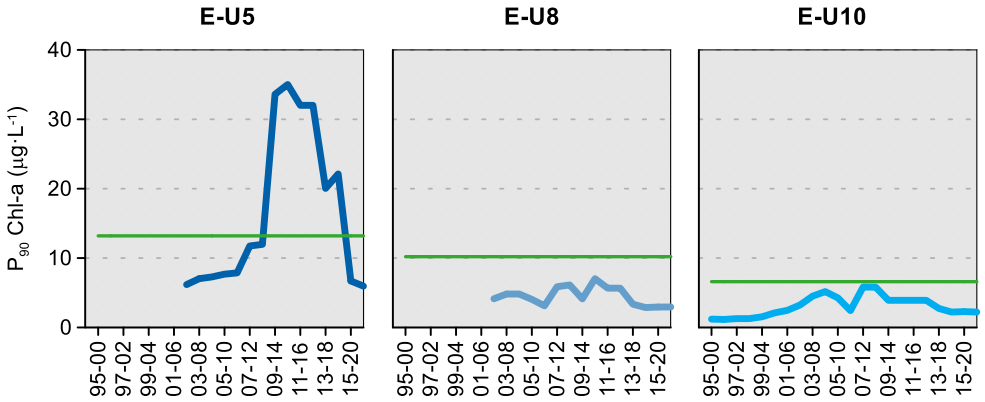


Figura 152 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Urola. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: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

Dicho incremento de los picos de clorofila en la zona superior del estuario podría responder a una mayor presión antrópica por vertidos insuficientemente depurados que hubieran tenido lugar aguas arriba. En la sección sobre fisicoquímica puede verse cómo las concentraciones de nitrato y fosfato, aunque siguieron cumpliendo sus objetivos, presentaron los máximos en la década de 2010 (Figura 147). Es posible que la fracción disuelta quedara mermada en esa época al asimilarla el fitoplancton.

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 a mediados de la década de 2010 y en primavera (Revilla y Garmendia, 2021). En dicho estudio se señala la posible influencia de factores climáticos: por ejemplo, una mayor duración de los periodos sin precipitaciones, que tendría como consecuencia un incremento general de la insolación y, en la cabecera de los estuarios, del tiempo de residencia del agua.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en 2021 se dispone de datos de la estación E-U5 obtenidos en pleamar durante las campañas de primavera y verano (Tabla 55).

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

		12/05/2021	18/08/2021
Parámetro	**Unidad**	**E-U5**	**E-U5**
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	309	13127
Diversidad	(bit·cel^{-1})	2,1	0,5
Riqueza	(*# taxa*)	15	18

La muestra de primavera estuvo dominada por *Urgorri complanatus* (180·10^3 células·L^{-1}), una criptofícea que produce coloración del agua.

En el muestreo de fitoplancton de agosto la salinidad medida en superficie fue ~9, bastante menor que en el de mayo (~18). Esto indica bastante más influencia del río en el muestreo de verano. En dichas condiciones se observó una floración de euglenofíceas (*Eutreptia* cf. *globulifera*), que aportó aproximadamente 12·10^6 células·L^{-1}. También contribuyeron la euglenofícea *Eutreptiella eupharyngea*,

varias criptofíceas y el dinoflagelado *Kryptoperidinium foliaceum*.

Aunque no se tomaron muestras en 2020, el análisis de las comunidades de fitoplancton realizado en años anteriores en E-U5 mostró floraciones de criptofíceas (*Urgorri complanatus*), dinoflagelados o euglenofíceas. Una composición muy similar se ha observado en las muestras de 2021.

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 = 0,965).**

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 (azul: muy buen estado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2016-2021	E-U5	5,95	0,739
	E-U8	2,95	1,153
	E-U10	2,22	0,991
	Urola Transición	2,8282*	0,965

(*) 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). Desde entonces presenta una tendencia de mejoría (Figura 153).

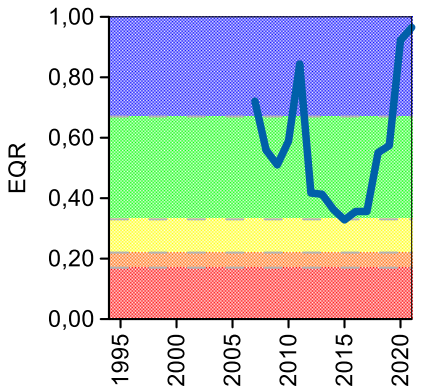


Figura 153 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Urola a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado).

12.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2004 y 2019, por lo que la evaluación de 2021 corresponde a la campaña de 2019. En la Tabla 115 se muestran los resultados obtenidos en dichas campañas para cada una de las estaciones a las que se adscriben las zonas estudiadas y para el global de la masa de agua.

La calificación obtenida en 2019 fue de **Buen Estado** para las tres estaciones que representan la masa de agua y, por tanto, también para el global (Tabla 115). Este resultado responde, básicamente, al bajo ratio de cobertura de clorofíceas, respecto a la cobertura vegetal total, y a los valores altos de riqueza específica, con valores más variables de coberturas tanto de algas indicadoras de contaminación, como

del resto.

La calificación obtenida es igual a las de las tres campañas previas, mejor que la correspondiente a las dos primeras campañas completadas en el estuario, en que se obtuvo una calificación de Estado Moderado, confirmando la mejora detectada entre las campañas de 2007 y de 2010. En cualquier caso, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

Tabla 115 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la Masa de Agua de Transición del Urola, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

Campaña	Estación			Global
	E-U5	E-U8	E-U10	
2004	0,250	0,546	0,336	0,443
2007	0,250	0,461	0,336	0,399
2010	0,500	0,627	0,594	0,608
2013	0,500	0,875	0,639	0,757
2016	0,500	0,750	0,705	0,721
2019	0,750	0,750	0,758	0,753

12.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un tramo interno en el que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se encuentra dominada por los poliquetos *S. eunateae* y *H. diversicolor*, el gasterópodo *P. ulvae* y el isópodo *C. carinata*. Se trata de taxones habituales en la 'Comunidad de *Scrobicularia plana-Cerastoderma edule*', habitual en los estuarios vascos. Los parámetros estructurales estimados presentan valores moderados en comparación con el histórico de la estación (1.651 ind·m^{-2}, 9 *taxa*, 2,37 g·m^{-2} y 1,9 bit·ind^{-1}) (Tabla 116). 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).

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})	1.559	5.459	2.520
Biomasa	(g·m^{-2})	2,389	11,450	29,753
Riqueza	(*# taxa*)	10	15	24
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	2,34	2,50	2,18
Equitabilidad densidad		0,70	0,64	0,48
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	1,01	1,66	0,88
Equitabilidad biomasa		0,30	0,42	0,19
Diversidad máxima	(bit)	3,32	3,91	4,58
AMBI		3,205	4,040	3,550
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Moderada	Alteración Moderada
M-AMBI$_{estación}$		0,838	0,888	0,625
M-AMBI$_{global}$		0,709		

La segunda de las estaciones muestreadas en el estuario presenta una composición específica similar a la de las pasadas campañas, con dominancia del grupo de los oligoquetos, de los poliquetos *Alkmaria romijni*, *S. eunateae* y *H. diversicolor*, el gasterópodo *P. ulvae* y el bivalvo *S. plana*. Cabe resaltar la presencia del anfípodo de origen asiático *Grandidiriella japonica*, que apareció por primera en esta estación en la campaña de 2016. Los valores estimados de densidad y de riqueza son moderados o altos en comparación con los valores estimados a lo largo del seguimiento (3.505 ind·m^{-2} y 14 *taxa*)

(Tabla 116). 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 superior (4,0).

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 el poliqueto *S. eunateae*, seguido por el grupo de los oligoquetos, el bivalvo *S. plana* y el gasterópodo *P. ulvae*. Como en la estación anterior, cabe citar, además, la presencia del anfípodo *G. japonica*. Tanto la densidad, como la riqueza y la biomasa estimadas para la estación son altas (Tabla 116) en comparación con los promedios históricos (1.902 ind·m^{-2}, 24 *taxa* y 8,5 g·m^{-2}), con valor bajo para la diversidad estimada a partir de los datos de biomasa como consecuencia de la dominancia de una única especie (el bivalvo *Magallana gigas* aporta el 88% de la biomasa total de la estación). Como en las dos estaciones anteriores, dominan las especies adscritas al GE III, con abundancia relativa moderada de especies oportunistas de segundo orden, lo que limita la calificación de la estación en función de AMBI a alteración moderada (AMBI=3,550).

Los valores de M-AMBI estimados para 2021 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, en los años 1995, 1998, 2000, 2002, 2004-2006, 2010, 2012-2013, 2017-2020, pudiendo ser esta la causa de que el estado se encuentre entre moderado y bueno. Además, casi todas las primaveras se trasvasan las arenas de la bocana (alrededor de 10.000 m^3) 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.

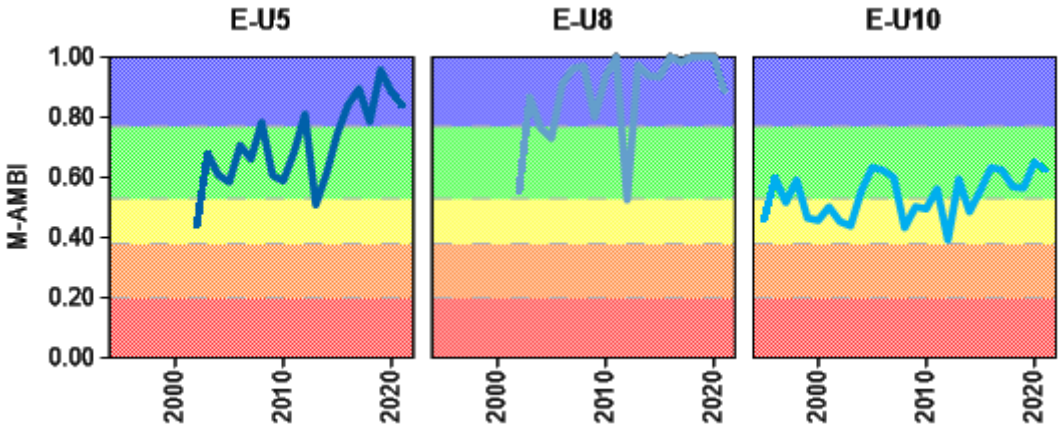


Figura 154 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua de Transición del Urola a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

12.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2019. Además de los datos pertenecientes de la "Red de Seguimiento" (trienalmente entre 2004 y 2019), 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".

En todos estos años han sido identificados 25 taxones, 15 de peces y 10 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.

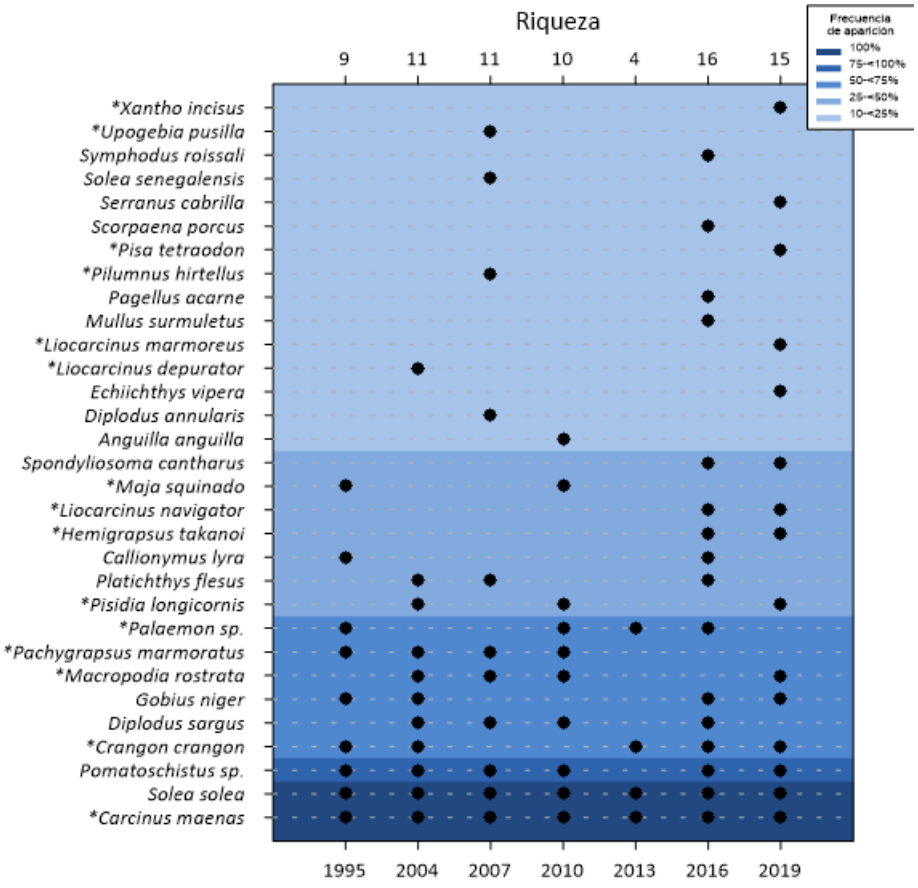


Figura 155 Listado de especies capturadas en el estuario del Urola (1996-2019). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

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

- las especies capturadas el 100% de las ocasiones son dos: *Solea solea* (lenguado común), y el crustáceo *C. maenas* (cangrejo verde);
- la mitad de los taxones registrados aparecen de forma esporádica (1-2 apariciones a lo largo de toda la serie de datos); la mayoría de todos ellos capturados a partir de 2016;
- por primera vez en 2019, se detectaron tres nuevas especies de crustáceos *Liocarcinus*

marmoreus (cangrejo nadador), *Pisa tetraodon* y *Xhanto incisus* y, dos nuevas especies de peces *Echiithys vipera* (sabirón) y *Serranus cabrilla* (cabrilla). Esta última, además, aparece por primera vez en todos los estuarios.

La Figura 156 presenta la evolución de los parámetros estructurales por estación entre 1995 y 2019. En 2019 se percibe un ligero aumento en la mayoría de los parámetros, alcanzando valores máximos de presencia y abundancia de taxones en los tramos exterior y medio. La diversidad alcanza también los valores más altos de toda la serie histórica en todas las estaciones. En líneas generales, se mantiene la mejora iniciada en 2016, año en el que se rompe con la tendencia negativa generalizada mostrada durante los últimos años por todos los parámetros y a lo largo de todo el estuario (valores mínimos en 2013).

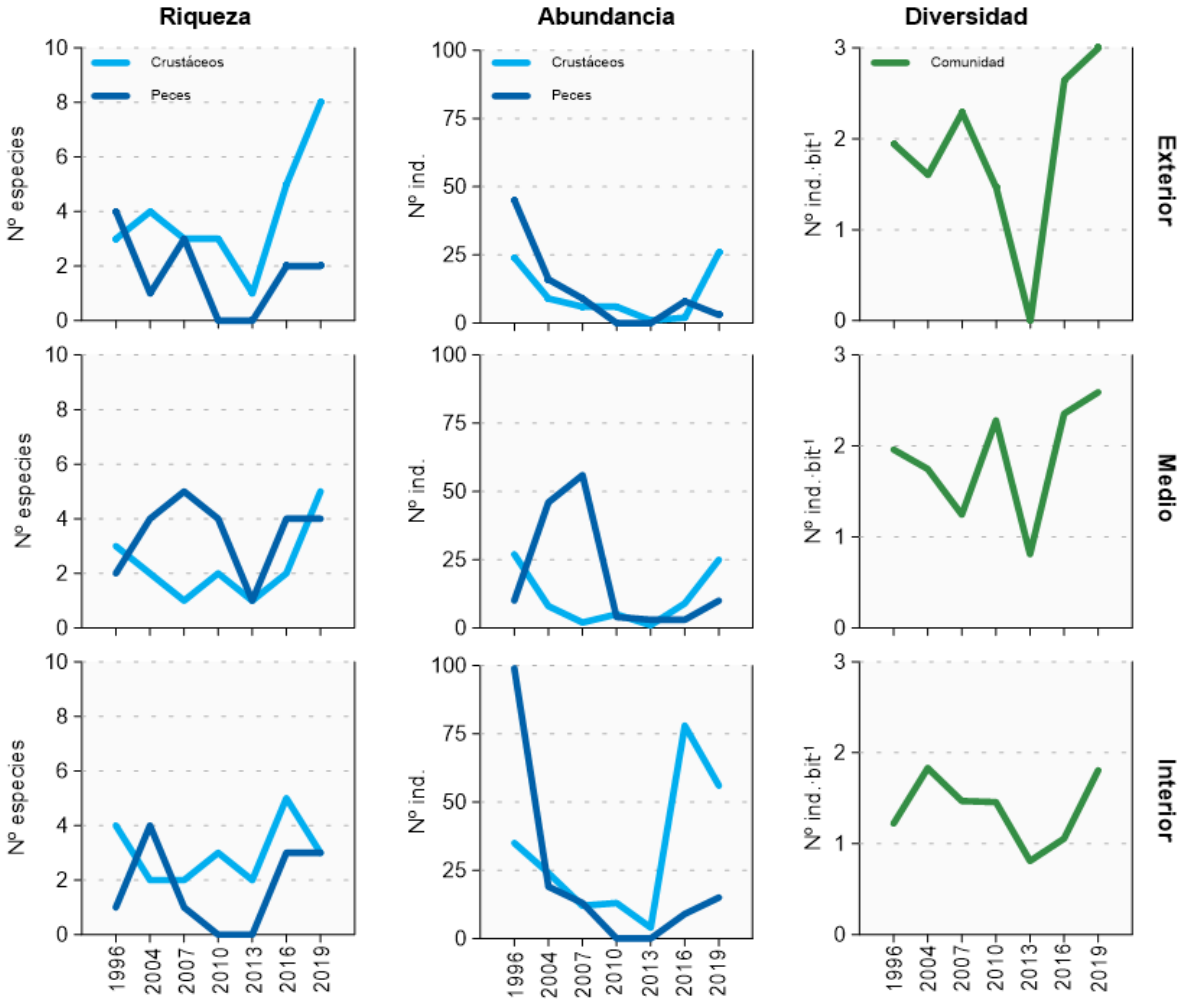


Figura 156 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Urola entre 1996 y 2019.

De acuerdo a los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2019 la valoración global de la masa de agua alcanza la calificación de '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.

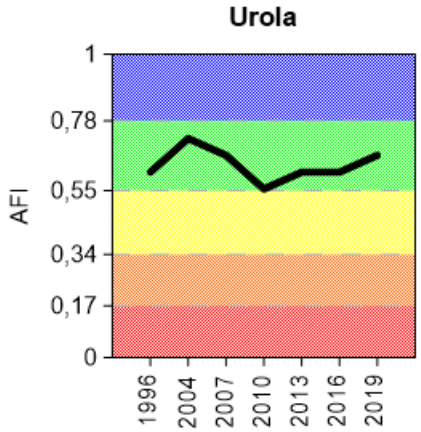


Figura 157 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Urola entre 1996 y 2019. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17). AFI: AZTI's Fish Index.

12.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En octubre de 2021, comenzó el dragado de la bocana del estuario, pero esta actividad no modificó 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, en 2021 se ha analizado una estación de biomonitores (moluscos). Las posiciones de todas ellas se pueden ver en la Figura 158.

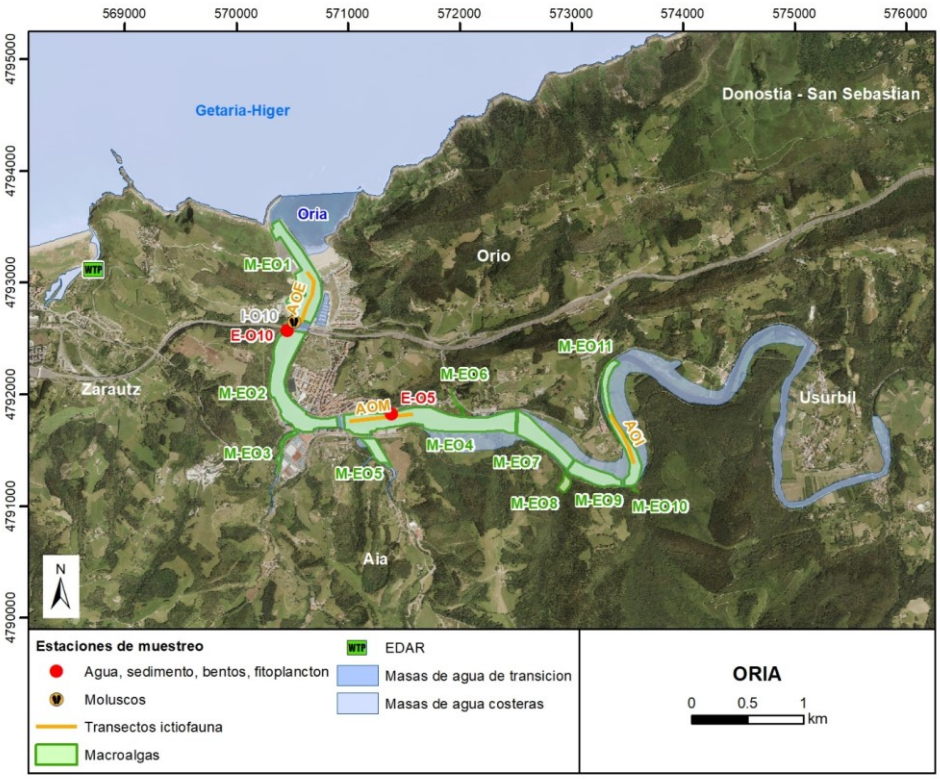


Figura 158 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Oria.

La masa de agua de transición del Oria se diagnostica en la campaña 2021 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 cuatro años (Figura 159).

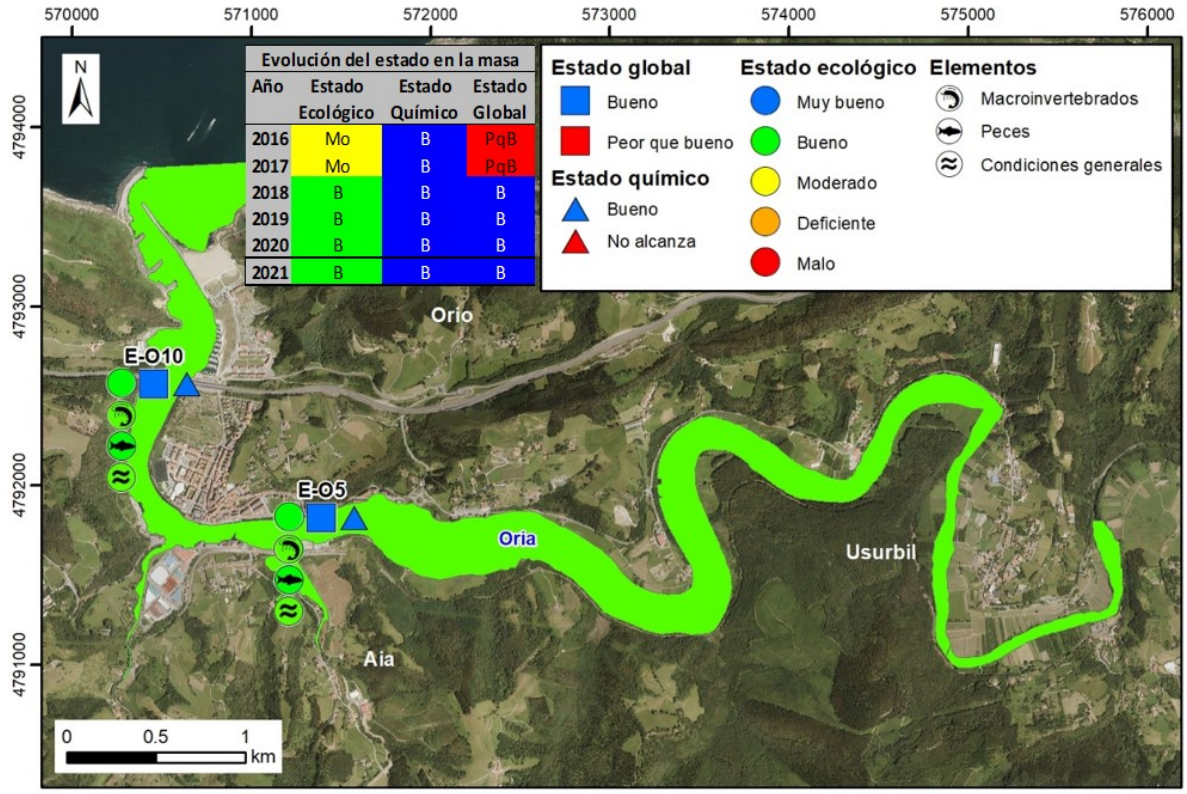


Figura 159 Masa de agua de transición del Oria: Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 117 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Oria en 2021. (Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). Sustancias preferentes (SP): muy bueno (MB), bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado químico: bueno (B), y no alcanza el buen estado (NA). Estado: bueno (B) y peor que bueno (PqB).

Código	Estación	MI	P	F	M	BI	CG	SP	HM	Estado Ecológico	Estado químico	Estado
E-O5	Orio (rampa)	B	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B
E-O10	Orio (puente de la autopista)	B	B	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	B
	Oria Transición	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 físico-químicos asociados a aguas, especialmente en la parte interna, que es la que recibe inicialmente 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, niquel, zinc, plomo o mercurio disueltos. En sedimentos, en la parte externa, disminuye la materia orgánica y aumenta el potencial redox, disminuyendo la concentración de algunos metales como mercurio.

La mejora en la físico-química 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 (el último entre abril y julio de 2018, extrayendo 100.000 m^3 de sedimento), que podrían explicar por qué los macroinvertebrados en la parte externa a veces están en estado moderado y la caída de calidad de peces en la parte externa en 2018. A partir de noviembre de 2021 y en 2022 está previsto dragar el muelle de tablestacas y el fondeadero interior, extrayendo 100.000 m^3 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 2021, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie).

Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica (nutrientes, oxígeno) de las masas de agua superficial naturales, las dos estaciones (E-O5 y E-O10) cumplen los objetivos de calidad tal y como revela la media calculada para cada variable en los últimos seis años (Tabla 118). Las variables presentan un estado “Bueno” o “Muy Bueno” (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		96,23	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤34,3	1,6	5,44	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤121,3	1,6	40,56	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤3,39	0,16	0,79	Muy Bueno
E-O10	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		97,76	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤18,6	1,6	4,48	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤52,3	1,6	30,62	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤1,82	0,16	0,53	Muy Bueno

En cuanto a la evolución temporal del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años, la estación E-O5 muestra una tendencia significativa ($p<0,05$) al aumento a lo largo del tiempo. Sin embargo, la estación E-O10 no presenta ninguna tendencia (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 2021. 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).

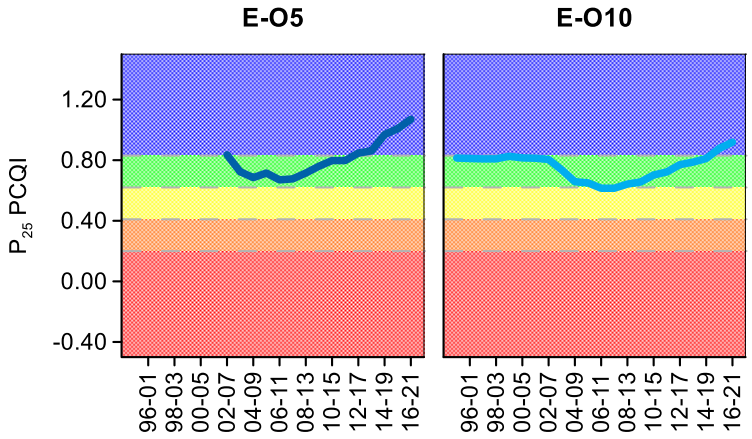


Figura 160 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones de muestreo E-O5 y E-O10 de la masa de agua de transición del Oria. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

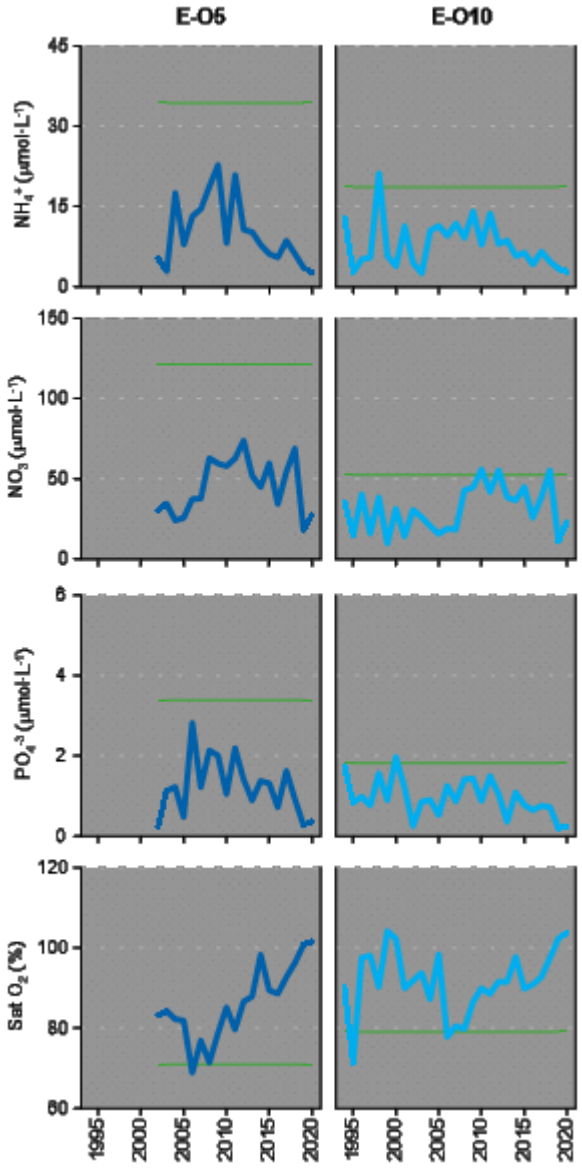


Figura 161 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones E-O5 y E-O10 de la masa de agua de transición del Oria en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

El resto de las variables no presenta tendencias que indiquen un incremento o descenso significativo en ambas estaciones (E-O5 y E-O10) (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 2021 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.

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2021 indica que, en esta masa de agua, de forma global, se alcanza el buen estado químico (Tabla 120).

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.

Tabla 119 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua de transición del Oria en 2021.

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

Tabla 120 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oria en 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-O5	E-O10	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	0,0008	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	0,0008	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0011	0,0010	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0011	0,0021	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	5,00	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	5,00	5,00	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 162 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con normas de calidad. 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.

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, ahora cumplen desde 2011-2012 (también lo hace el mercurio desde 2012). Las tendencias a la reducción de la concentración se aprecian en cadmio, zinc y plomo (Figura 162).

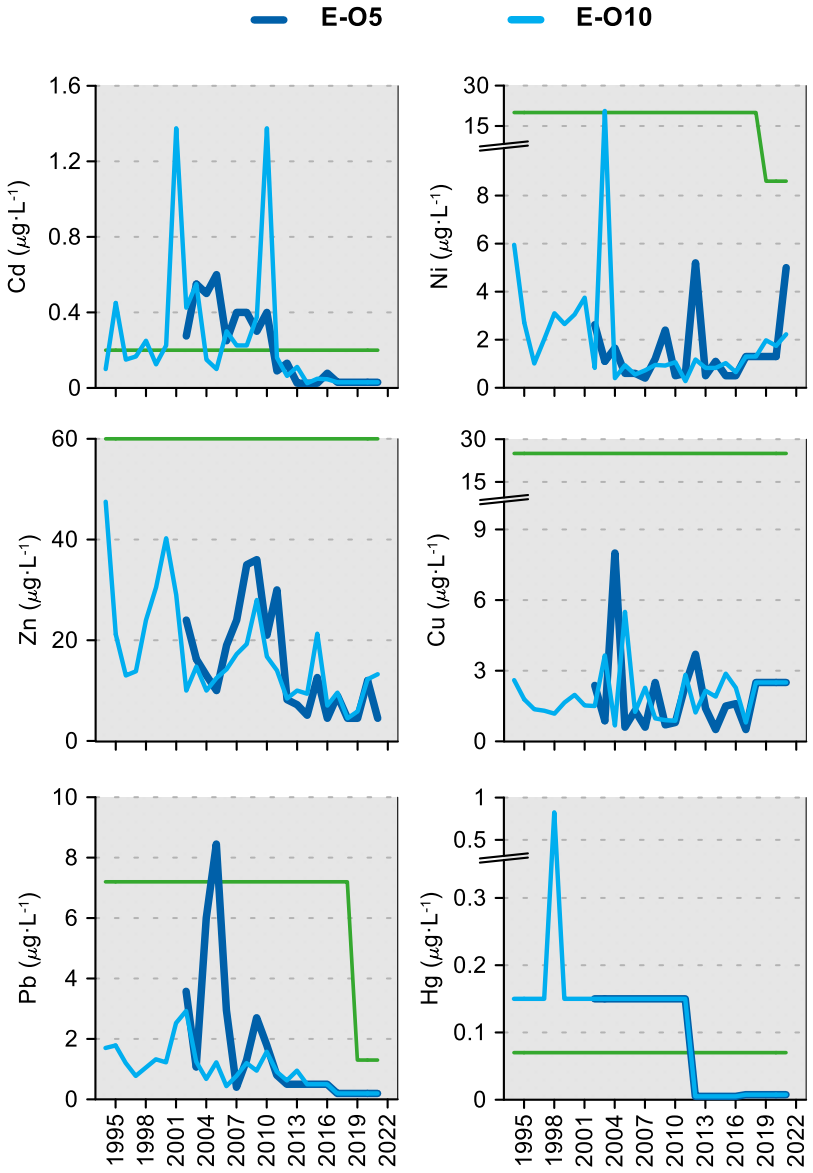


Figura 162 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Oria en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

13.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero de 2021 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, en la estación E-O10, el potencial redox 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 $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) y compuestos orgánicos ($\mu g \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Oria en la campaña de invierno de 2021.

E-O5 (Fecha de muestreo: 01/02/2021)					E-O10 (Fecha de muestreo: 01/02/2021)			
Gravas (%)	0	Cd	0,32		Gravas	0,6	Cd	0,15
Arenas (%)	38	Cr	46		Arenas	99,2	Cr	97
Limos (%)	62	Cu	48		Limos (%)	0,2	Cu	41
MO (%)	8,8	Hg	0,16		MO (%)	0,8	Hg	0,24
Eh (mV)	91	Ni	28		Eh (mV)	346	Ni	44
		Pb	44				Pb	42
		Zn	184				Zn	154

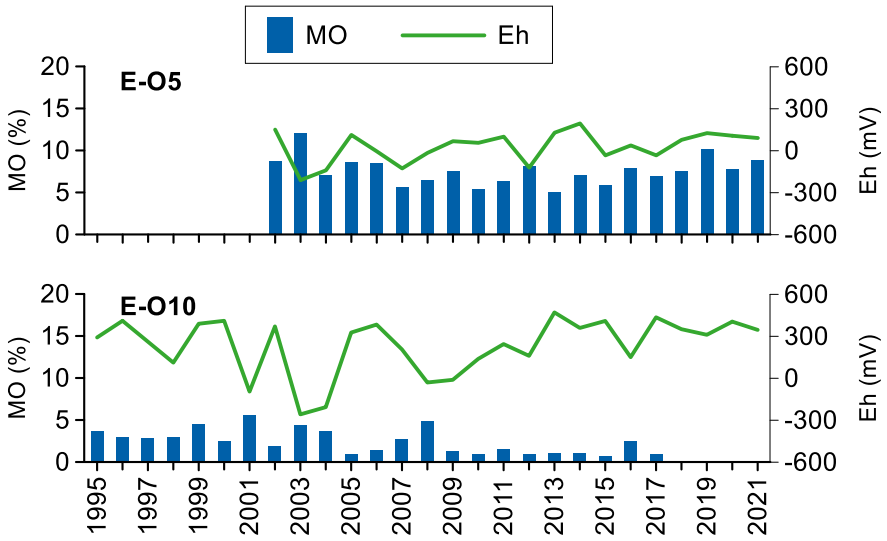


Figura 163 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Oria (muestreos de invierno).

En relación con el contenido en metales, en la campaña de 2021, todas las concentraciones de los metales analizados son cuantificables (Tabla 121), a diferencia de lo encontrado en la campaña de 2020, en la que la mayoría de los metales estaban en valores inferiores al límite de detección. 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. Además, se observa una tendencia ascendente significativa en la concentración de Ni en la estación E-O10. Por el contrario, la estación más interior, E-O5, muestra una tendencia descendente significativa en Cu, Hg y Zn.

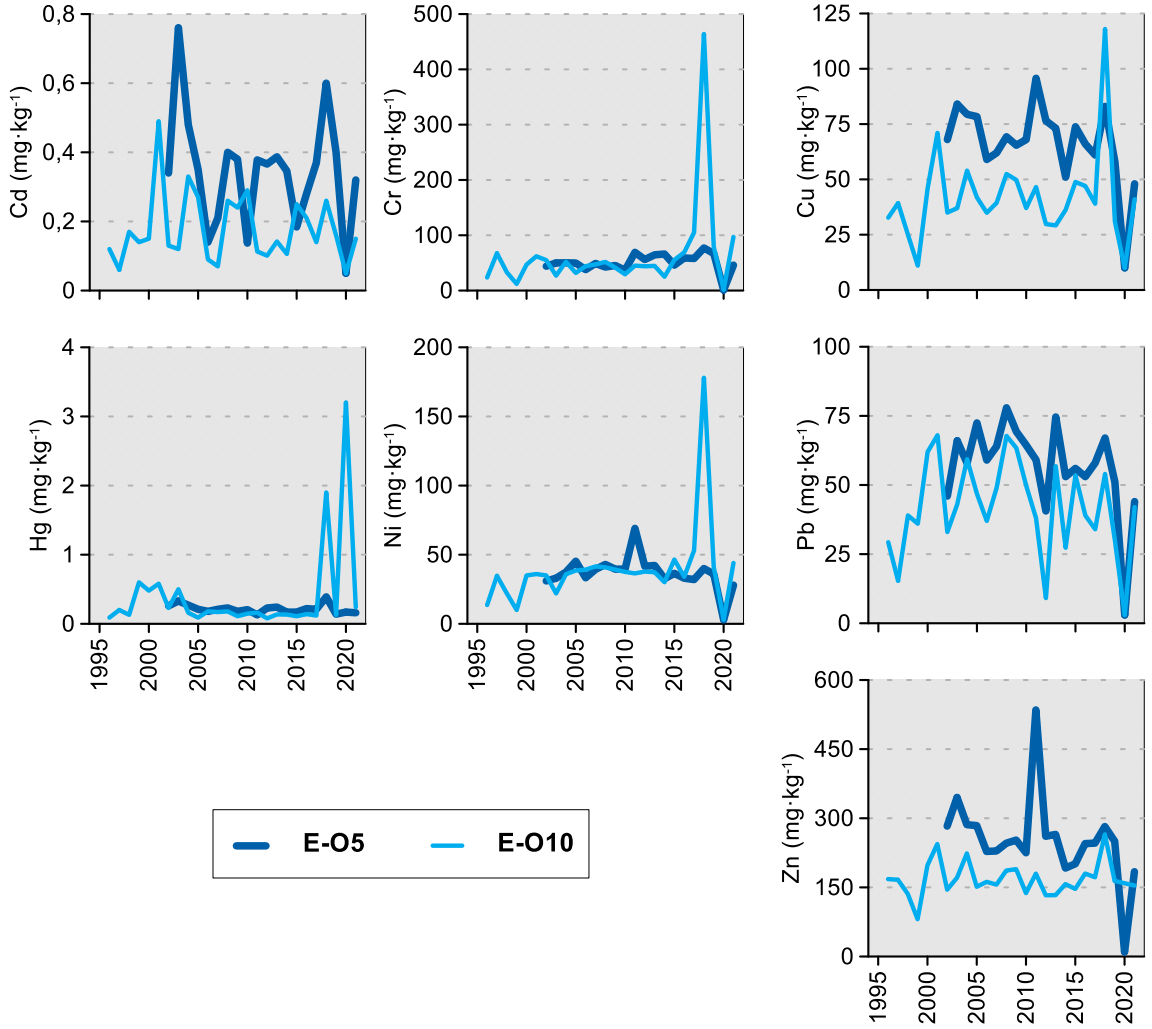


Figura 164 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Oria (muestreos de invierno).

13.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2021, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-O10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo 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 2021, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA: norma de calidad ambiental; LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-O10	Global
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	0,558	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,059	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Las ostras son filtradoras, y pueden acumular contaminantes, por lo que son buenos indicadores 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 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 2021** osciló entre 0,11 y 2,52 µg·L^{-1}. El gradiente de salinidad fue amplio en los muestreos de primavera y en otoño. Sin embargo, se redujo a aguas de salinidad muy baja en el de invierno e intermedia en el de verano (Figura 165).

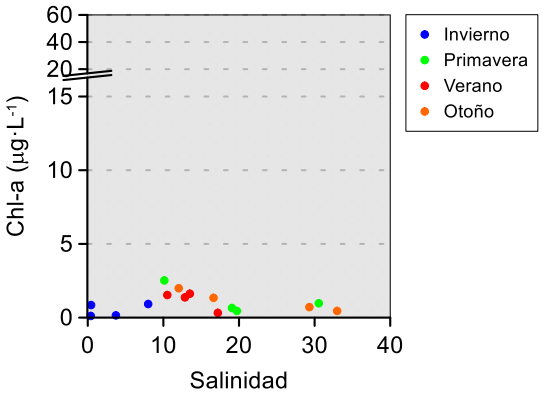


Figura 165 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Oria en las cuatro épocas de estudio durante 2021. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

En 2021 las concentraciones de clorofila fueron bajas, 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., 2004). De manera excepcional, se midió en primavera de 2019 un pico de 42 µg·L^{-1} que pudo estar favorecido por las condiciones meteorológicas previas.

Con el fin de estudiar **la evolución de la biomasa fitoplanctónica a largo plazo**, se ha calculado el valor del percentil 90 de la clorofila-a (P_{90}) en periodos móviles de seis años. Tal y como muestra la Figura 166, ambas estaciones cumplen con el objetivo de calidad a lo largo de la serie temporal, aunque en la zona superior del estuario (E-O5, mesohalina) se observan oscilaciones de mayor amplitud.

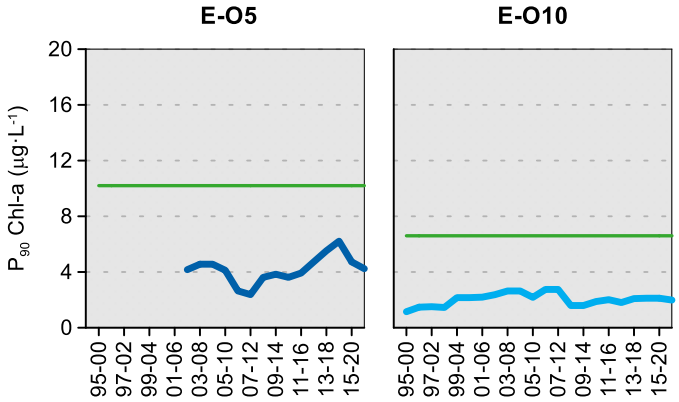


Figura 166 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oria. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: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

En la zona inferior del estuario (E-O10, polihalina), donde la serie es más larga, las oscilaciones del P_{90} son muy leves (entre aproximadamente 1 y 3 µg·L^{-1}). En las desembocaduras de otros estuarios del

País Vasco también se aprecian variaciones a largo plazo en el P_{90}, dentro de un rango de valores que no indica un impacto significativo sobre las comunidades biológicas (por ejemplo, en el Butroe, en el Deba y en el Bidasoa). Dichas oscilaciones probablemente no respondan, o no lo hagan únicamente, a cambios en la presión antrópica. Entre las causas que podrían provocarlas se puede apuntar a factores naturales, meteorológicos y oceanográficos, como insolación, pluviosidad, grado de estratificación y mezcla, procesos de afloramiento y hundimiento, etc., que actúan a escalas espaciales más amplias y afectan también a zonas más exteriores de la plataforma costera (Revilla et al., 2012).

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en 2021 no se tomaron muestras para la caracterización de estas variables en el estuario del Oria (al igual que en 2020). Sin embargo, en los informes de 2002 a 2019 se dispone de datos de primavera y verano, para las aguas de superficie en condiciones de pleamar. Con ellos, se ha visto que presenta una baja frecuencia de floraciones a lo largo de toda la serie temporal y que los máximos de densidad celular son relativamente bajos en comparación con los de la mayoría de los estuarios intermareales del País Vasco. Todo ello es coherente con el corto tiempo de residencia del agua de este estuario, lo que le confiere una baja susceptibilidad a la eutrofización.

En la Tabla 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 = 0,867.**

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 ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2016-2021	E-O5	4,24	0,802
	E-O10	1,99	1,106
	Oria Transición	3,4075*	0,867

(*) 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.

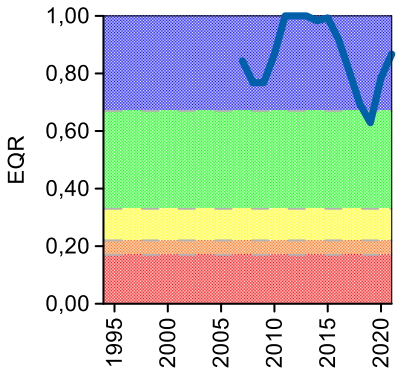


Figura 167 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Oria a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

13.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

En la presente campaña de 2021, la Masa de Agua de Transición del Oria se dividió en 11 zonas distintas para la evaluación de las macroalgas presentes (Figura 158).

Las comunidades macroalgales del estuario del Oria presentan, en general, características similares a las de la pasada campaña de 2018. Como cambios más significativos, únicamente cabe destacar que en la zona M-EO3 las zonas intermareales de la regata Altxerri se encuentran tapizadas por clorofíceas (70% de cobertura), mientras que su cobertura se reduce en el cauce. Además, en las zonas M-EO4 y M-EO7 aumenta la cobertura de *Spartina* sp., en detrimento de *Vaucheria* sp. y de *Bolboschoenus maritimus*, respectivamente. También aumenta la cobertura de *F. ceranoides* tanto en la zona M-EO4, como en la zona M-EO6, donde llega a forma un cinturón con matas bien desarrolladas, y en la zona M-EO9, donde también forma un cinturón de 20 m de longitud y 5 m de anchura (60% de cobertura). En la zona M-EO5, en cambio, la reducción de la cobertura de *Gracilaria* sp. favorece el desarrollo de clorofíceas filamentosas. Por último, en la zona M-EO8 destaca la desaparición de *B. maritimus* y de *Vaucheria* 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 124 se muestran los resultados obtenidos en la presente campaña para cada uno de los indicadores de que consta el índice, para cada una de las zonas estudiadas. Además, se muestran los valores de TMI para cada una de dichas zonas, para las estaciones a las que se adscriben y para el global de la masa de agua.

Tabla 124 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las zonas de la Masa de Agua de Transición del Oria (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 (amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado).

	ZONA						
Indicadores	M-EO1	M-EO2	M-EO3	M-EO4	M-EO5	M-EO6	M-EO7
R	3	5	3	3	5	5	3
Ct	1	3	3	1	1	1	3
Cr	3	1	1	1	3	3	1
V/R	3	5	5	5	5	5	5
Suma	10	14	12	10	14	14	12
TMI_{zona}	0,38	0,63	0,50	0,38	0,63	0,63	0,50
Superficie (m^2)	3.800	25.240	8.600	22.470	30.000	1.000	43.700
Superficie relativa (% zona)	0,10	0,67	0,23	0,23	0,31	0,01	0,45
Estación	E-O10			E-O5			
$TMI_{estación}$	0,57			0,51			
Superficie relativa (% estuario)	0,02	0,13	0,05	0,12	0,16	0,01	0,23

	ZONA			
Indicadores	M-EO8	M-EO9	M-EO10	M-EO11
R	5	3	3	3
Ct	5	1	3	5
Cr	1	1	1	1
V/R	5	5	5	5
Suma	16	10	12	14
TMI_{zona}	0,75	0,38	0,50	0,63
Superficie (m^2)	20.000	17.700	2.000	13.600
Superficie relativa (% zona)	0,38	0,33	0,04	0,26
Estación	-			
$TMI_{estación}$	0,58			
Superficie relativa (% estuario)	0,11	0,09	0,01	0,07
$TMI_{estuario}$	0,54			

La calificación obtenida en 2021 es de Estado Moderado para seis de las once zonas analizadas, con Buen Estado para las zonas M-EO2, M-EO5, M-EO6, M-EO8 y M-EO11 (Tabla 124). Este resultado responde a los bajos a moderados valores encontrados tanto para la cobertura de algas no indicadoras de contaminación como para la cobertura de algas indicadoras de contaminación. En cambio, con bajos valores para el ratio de cobertura de algas verdes frente al resto, los valores de riqueza son entre moderados y altos.

A nivel de estación, la valoración obtenida a partir de los resultados indicados es de Estado Moderado para la estación E-O5, y de Buen Estado para la estación más exterior y para el tramo más interior, al que se adscriben las cuatro zonas más interiores y donde no existe estación de muestreo para el resto de los elementos biológicos.

Por último, la valoración global para la masa de agua es de **Estado Moderado**. Sin embargo, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

13.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un tramo interno en el que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se encuentra dominada por el grupo de los oligoquetos, seguido por el poliqueto *A. romijni*, ambas especies características de la 'Comunidad de *Scrobicularia plana-Cerastoderma edule*'. El valor de densidad estimado para la presente campaña de 2021 (Tabla 125) es superior al promedio para la estación (3.165 ind·m^{-2}), con una riqueza menor (12 *taxa*, en promedio para la serie histórica). La dominancia de especies tolerantes a la alteración, que se adscriben al grupo ecológico III (GE III), con una importante densidad relativa también de oportunistas de primer orden (GE V) hace que la estación quede calificada como moderadamente alterada, en términos de AMBI (4,4).

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 (31 ind·m^{-2}), previene de hablar de especies dominantes. Por otro lado, la riqueza específica estimada para la presente campaña es también inferior al valor promedio para la serie histórica, aunque la diversidad es del orden del promedio (1,86 bit·ind^{-1}) (Tabla 125). Por último, la mayor parte de la densidad corresponde a especies sensibles a la alteración del medio (GE I), con densidad relativa también alta de especies tolerantes (GE III), por lo que la estación presenta alteración ligera, según AMBI (1,4).

Los valores de M-AMBI estimados para 2021 indican **Buen Estado** para las dos estaciones analizadas y, por extensión, para el global 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 en la presente campaña de 2021, aunque la calificación sigue siendo buena. Sería importante comprobar en próximas campañas, si, como en las pasadas campañas de 2011 y 2016, se trata de un valor extremo puntual.

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})	7.492	31
Biomasa	(g·m^{-2})	5,435	0,029
Riqueza	(*# taxa*)	9	5
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	1,82	1,90
Equitabilidad densidad		0,57	0,82
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	1,80	1,78
Equitabilidad biomasa		0,57	0,77
Diversidad máxima	(bit)	3,17	2,32
AMBI		4,443	1,375
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Ligera
M-AMBI$_{estación}$		0,620	0,704
M-AMBI$_{global}$		0,651	

En la estación exterior, en cambio, M-AMBI presenta una variabilidad importante, sin claras tendencias. Hasta la campaña de 2002, la tendencia era negativa, pero le siguió una notable mejora entre 2002 y 2005. Posteriormente, coincidiendo con una serie de dragados realizados en la parte externa del estuario, se produjo una nueva regresión en 2009. De hecho, en este estuario, en su parte externa, se ha dragado arena para construcción, de manera regular entre 1983 y 2010. Además, para mantenimiento de calados y obras portuarias, se ha dragado en el canal de acceso (2003), fondeadero interior (2004-2006, 2011, 2021-2022), y muelle de tablestacas (1998, 2005, 2011, 2021-2022). Así, en el muelle de tablestacas, el puerto deportivo y el puerto pesquero se dragaron 100.000 m^3 de arena, fango y grava, entre el 7 de abril y el 30 de julio de 2018, lo que podría explicar la caída de calidad en E-O10 de 2018 a 2019 y 2020, y está previsto dragar la misma cantidad en 2021-2022 (Figura 168).

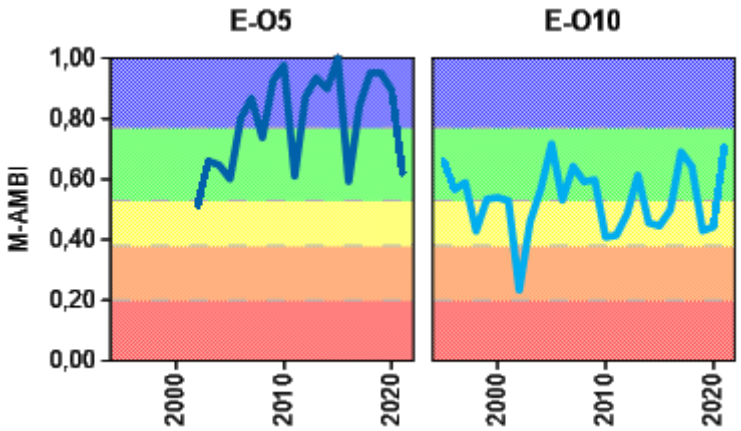


Figura 168 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua de Transición del Oria a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

13.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2021 (los muestreos se han realizado trienalmente desde 2002), por lo que este informe se analizan todos los datos obtenidos hasta ahora, mediante la metodología actualizada y explicada en la introducción.

Además de los datos pertenecientes de la "Red de Seguimiento del Estado Ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV" recogidos (trienalmente desde 2003 a 2021), disponemos también de los datos obtenidos en 1995 e incluidos en el informe "Estudio de la calidad biológica de los sedimentos de los estuarios interiores de los ríos Oria y Urola".

En los muestreos realizados entre 2003 y 2021 han sido identificados 23 taxones, 15 de peces y 8 de crustáceos); en los realizados previamente para la Diputación Foral de Gipuzkoa, un total de 18 (12 peces y 6 crustáceos). Todos los taxones identificados son especies habituales de estos ecosistemas que soportan amplios rangos de salinidad, principal condicionante de la vida en estas zonas de transición. Tal y como se muestra en la Figura 169, la frecuencia de aparición de todas las especies difiere año a año, presentado un máximo de riqueza los últimos años y un mínimo a mediados de la década de los noventa.

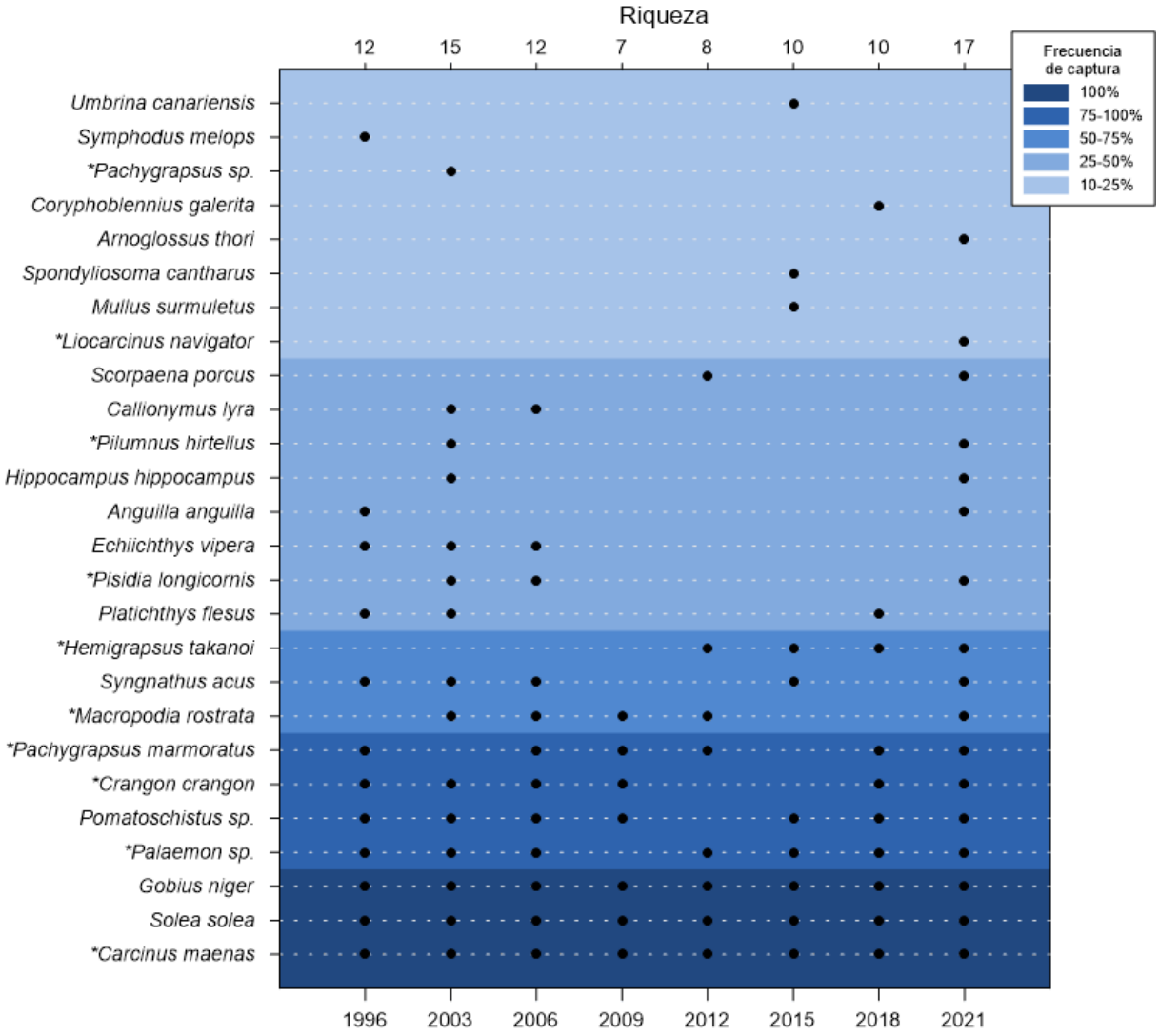


Figura 169 Listado de especies capturadas en el estuario del Oria (1996-2021). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco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

En la última campaña realizada el aumento de la riqueza obtenida ha sido destacado. El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo a 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 hippocamus),* que es indicador de calidad.

- Desde 2012, es continua la presencia de la especie alóctona e invasora *Hemigrapsus takanoi* (cangrejo japonés) (Asakura y Watanabe, 2005; Martinez y Adarraga, 2005, 2006; Dauvin, et al., 2009).

La Figura 170 presenta evolución de los parámetros estructurales entre 1996 y 2021. Este último año destaca la recuperación generalizada de la riqueza, la abundancia y la diversidad en los tres tramos de la masa de agua, y en el caso de la estación exterior, alcanzando valores máximos de diversidad. Sin embargo, en líneas generales, se observa una fuerte variabilidad interanual, mostrando una serie alterna de valores máximos y mínimos desde finales de la década de los 90.

Los grandes picos de abundancias detectados en las tres estaciones corresponden a la captura máxima de cangrejos verdes, quisquillas comunes y cabuxinos.

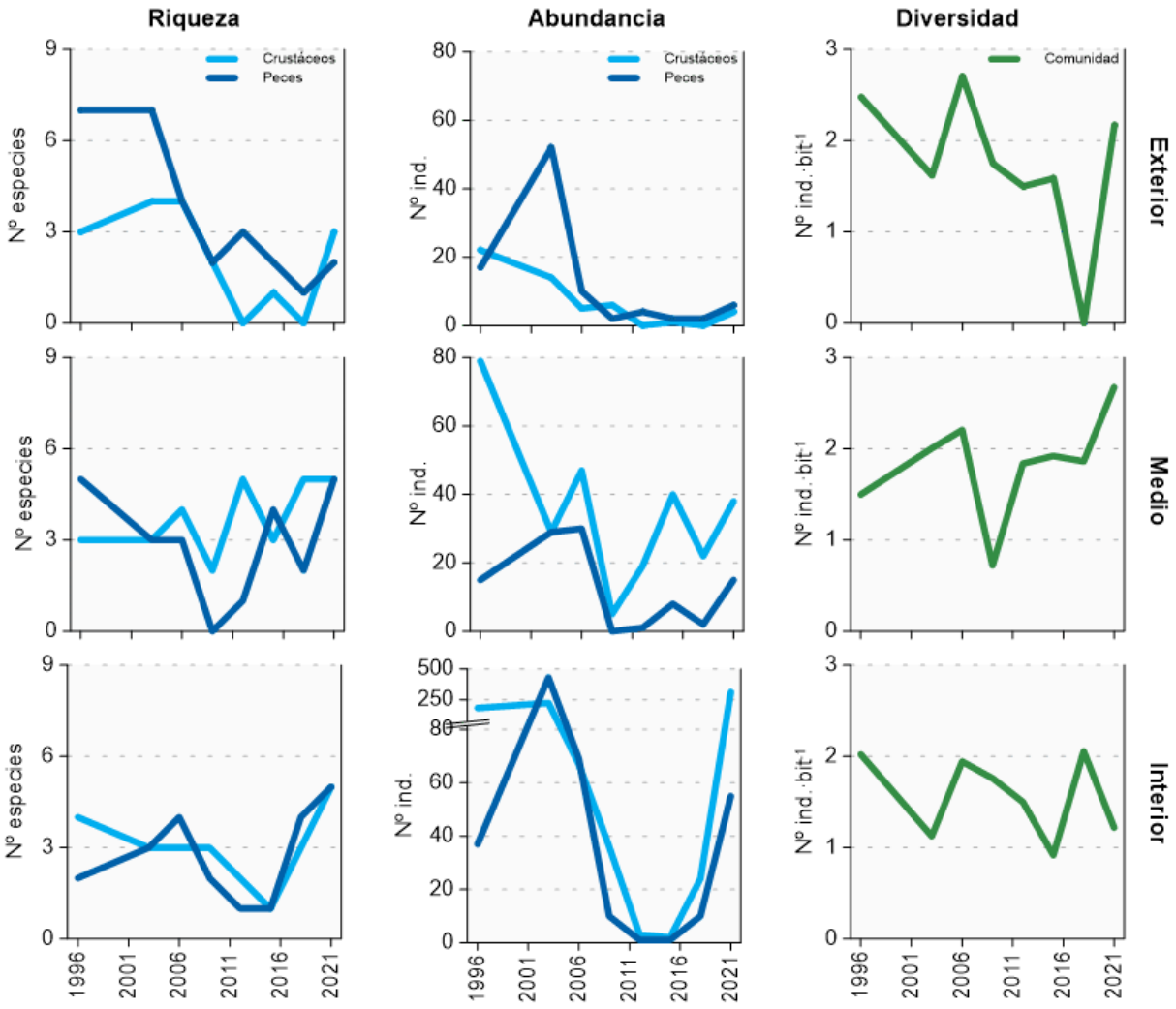


Figura 170 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Oria entre 1996 y 2021.

De acuerdo a 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 en este año. Se desconocen las causas que hayan podido ocasionar el empeoramiento mostrado en 2015.

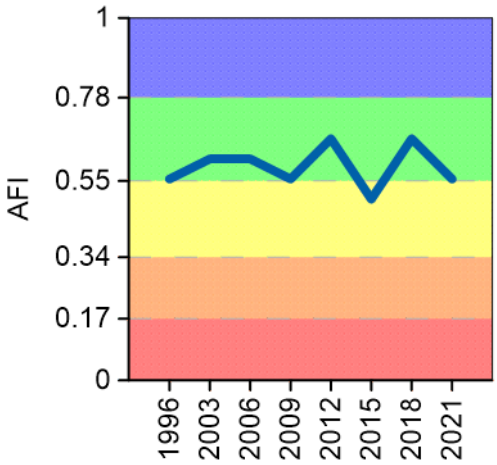


Figura 171 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para el estuario del Oria entre 1996 y 2021. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,78; Bueno: 0,55-0,78; Moderado: 0,34-0,55; Deficiente: 0,17-0,34 Malo: ≤ 0,17). AFI: AZTI's Fish Index.

13.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

A finales de 2021 comenzó el dragado del canal de acceso al puerto de Orio y del fondeadero interior, pero esta actividad no produjo cambios significativos en los indicadores hidromorfológicos. Sin embargo, 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 2019 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. Además, en 2021 se ha analizado una estación de biomonitores (moluscos).

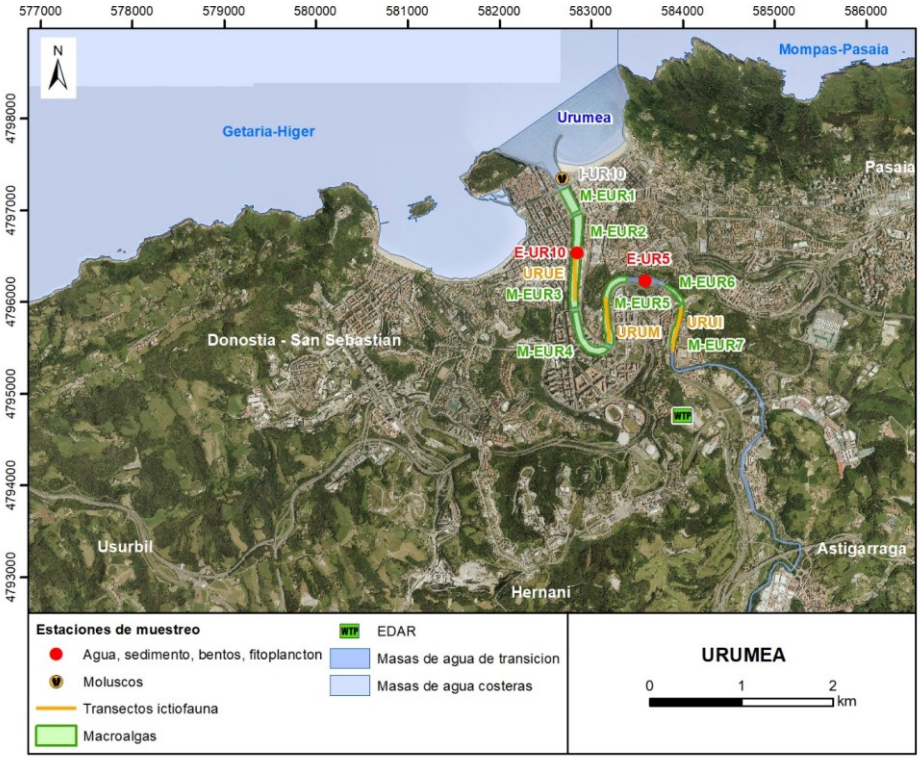


Figura 172 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Urumea.

La masa de agua de transición muy modificada del Urumea se diagnostica en la campaña 2021 en un estado bueno, puesto que alcanza tanto el buen estado químico como el buen potencial ecológico, aunque el fitoplancton de la parte interna muestra 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).

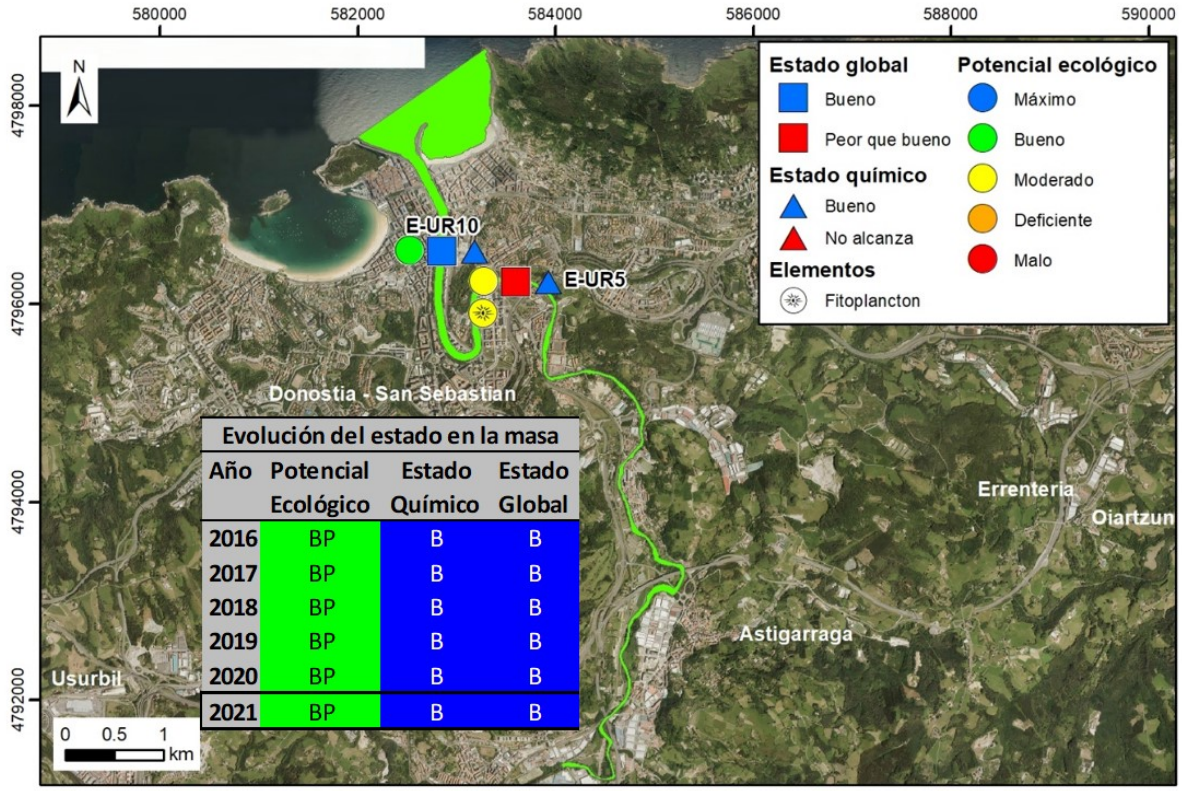


Figura 173 Masa de agua de transición muy modificada del Urumea: Calificación del Potencial Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan 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 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Urumea en 2020. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG) 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). 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-UR5	Donostia (Loiola)	BP	MP	PMo	PMo	PMo	MB	MB	D	PMo	B	PqB
E-UR10	Donostia (puente de Santa Catalina)	MP	MP	MP	PD	MP	MB	MB	D	BB	B	B
	Urumea Transición	BP	MP	BP	PMo	BP	MB	MB	D	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 físico-químicos 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 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 esa misma zona que no puede explicarse por vertidos directos al estuario. Como hipótesis, se plantea que quizá hayan influido las obras de ensanchamiento y canalización del cauce del río, efectuadas en los últimos años, con desarrollo de floraciones que acabasen llegando a E-UR5.

14.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

14.2.1. Aguas

14.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2021, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las variables relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie). Según la aplicación de los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, las dos estaciones (E-UR5 y E-UR10) cumplen los objetivos de calidad tal y como revela la media calculada para cada variable en los últimos seis años (Tabla 127).

Tabla 127 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Urumea mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-UR5	Oligohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	66		98,34	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤51,6	1,6	3,99	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤212,5	1,6	33,94	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤5,13	0,16	0,45	Muy Bueno
E-UR10	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		97,74	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤34,3	1,6	4,29	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤121,3	1,6	21,81	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤3,39	0,16	0,32	Muy Bueno

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

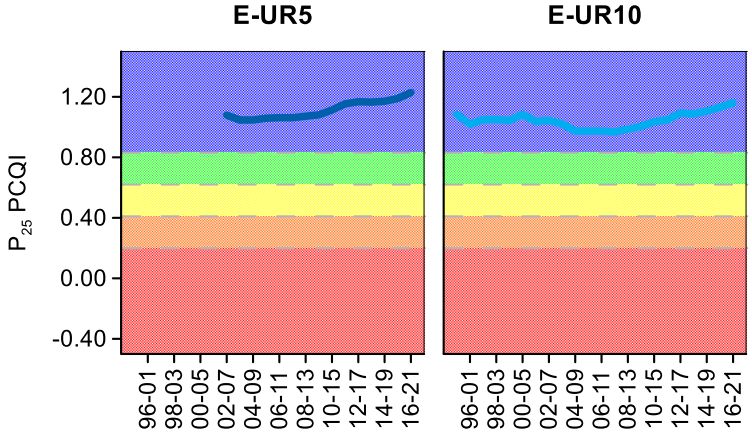


Figura 174 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones de muestreo E-UR5 y E-UR10 de la masa de agua de transición del Urumea. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: 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 2021. 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).

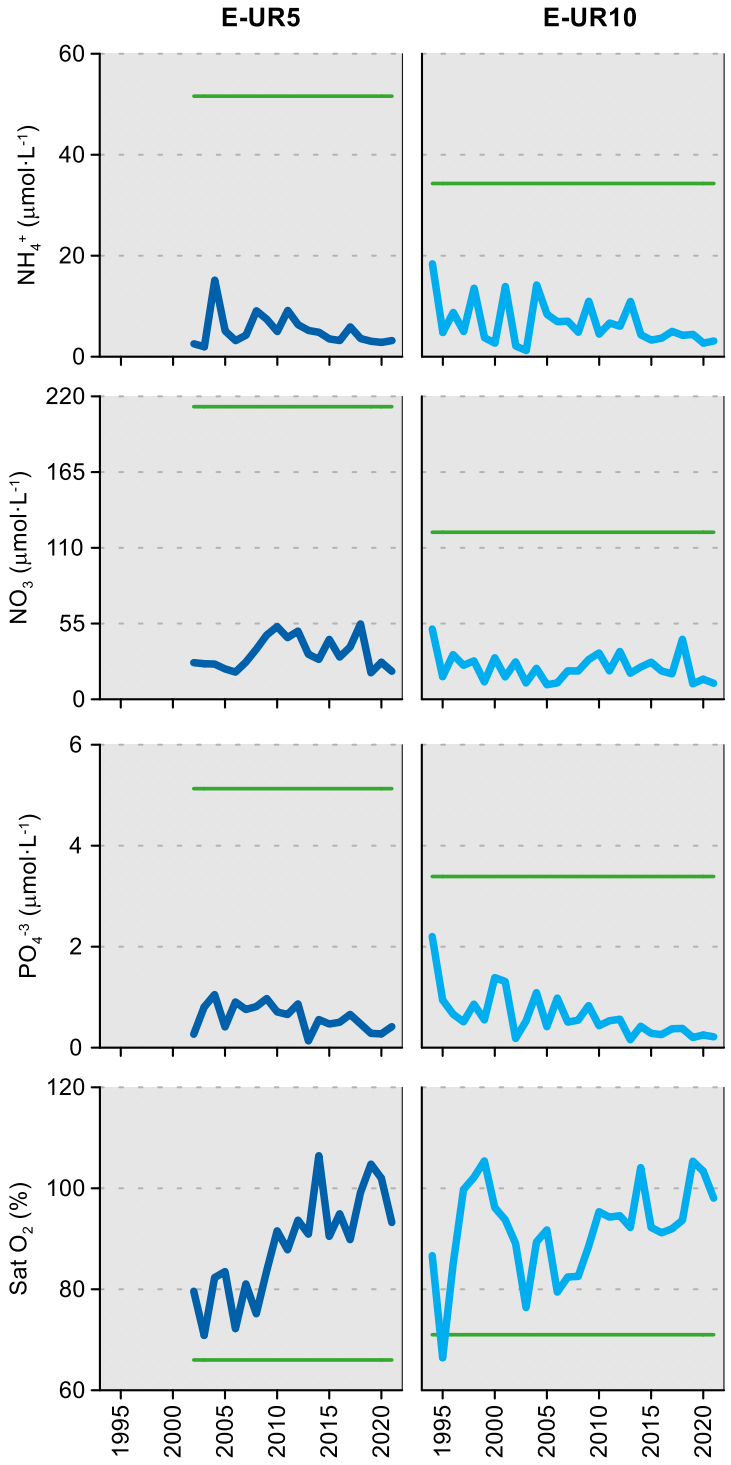


Figura 175 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

14.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2021 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, alcanza el buen estado químico (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 del Urumea en 2021.

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

Tabla 129 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Urumea en 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-UR5	E-UR10	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	0,0007	0,0007	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0007	0,0013	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	0,00030	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 176 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con normas de calidad. 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).

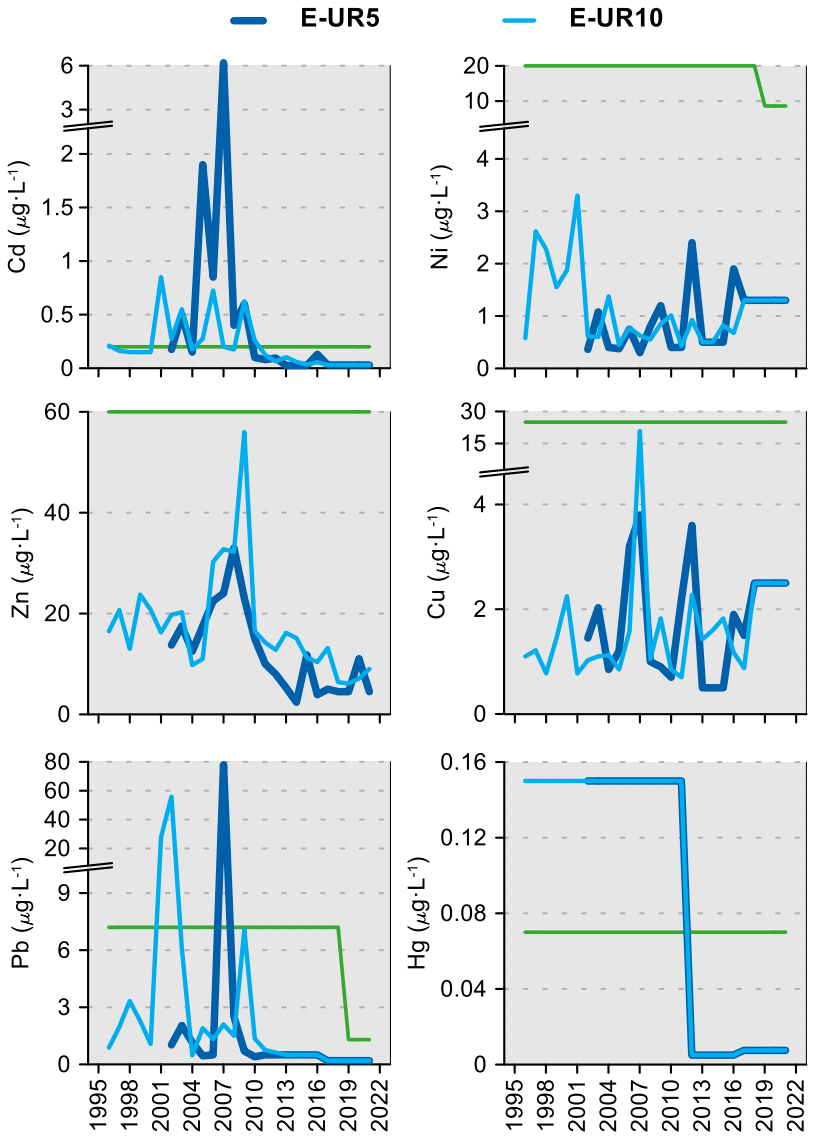


Figura 176 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición de Urumea en el periodo que abarca desde 1995 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

14.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero de 2021 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 del 22 % y un mayor contenido en materia orgánica 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 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en mg·kg^{-1}, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua de transición del Urumea en la campaña de invierno de 2021.

E-UR5 (Fecha de muestreo: 01/02/2021)					E-UR10 (Fecha de muestreo: 01/02/2021)			
Gravas (%)	4,9	Cd	0,70		Gravas	10,2	Cd	0,18
Arenas (%)	73,5	Cr	90		Arenas	89,6	Cr	36
Limos (%)	21,7	Cu	56		Limos (%)	0,2	Cu	17
MO (%)	6,3	Hg	0,80		MO (%)	1,6	Hg	0,15
Eh (mV)	182	Ni	32		Eh (mV)	416	Ni	16
		Pb	192				Pb	77
		Zn	430				Zn	135

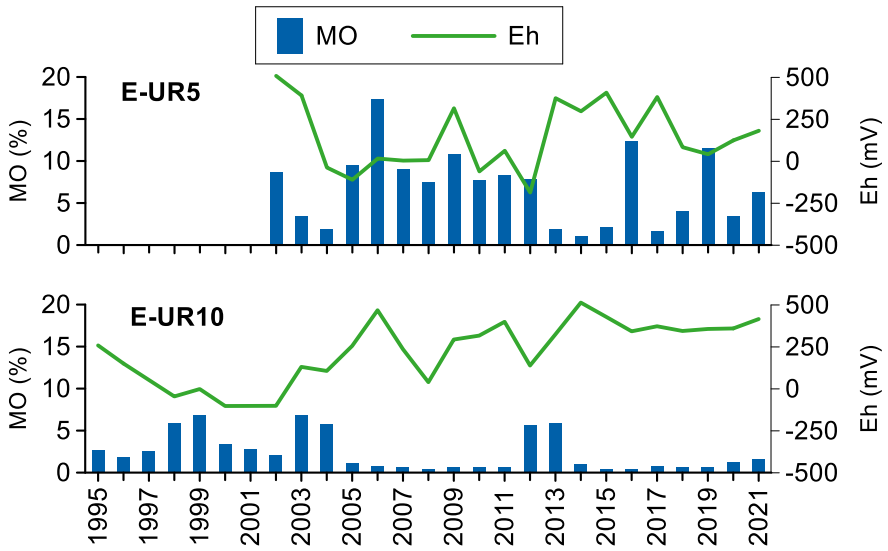


Figura 177 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Urumea (muestreos de invierno).

En relación con el contenido en metales, la estación más interna (E-UR5) presenta mayores concentraciones en todos los metales (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). En relación con el análisis de tendencias a largo plazo, en ambas estaciones se observa una tendencia decreciente significativa en la concentración de Hg.

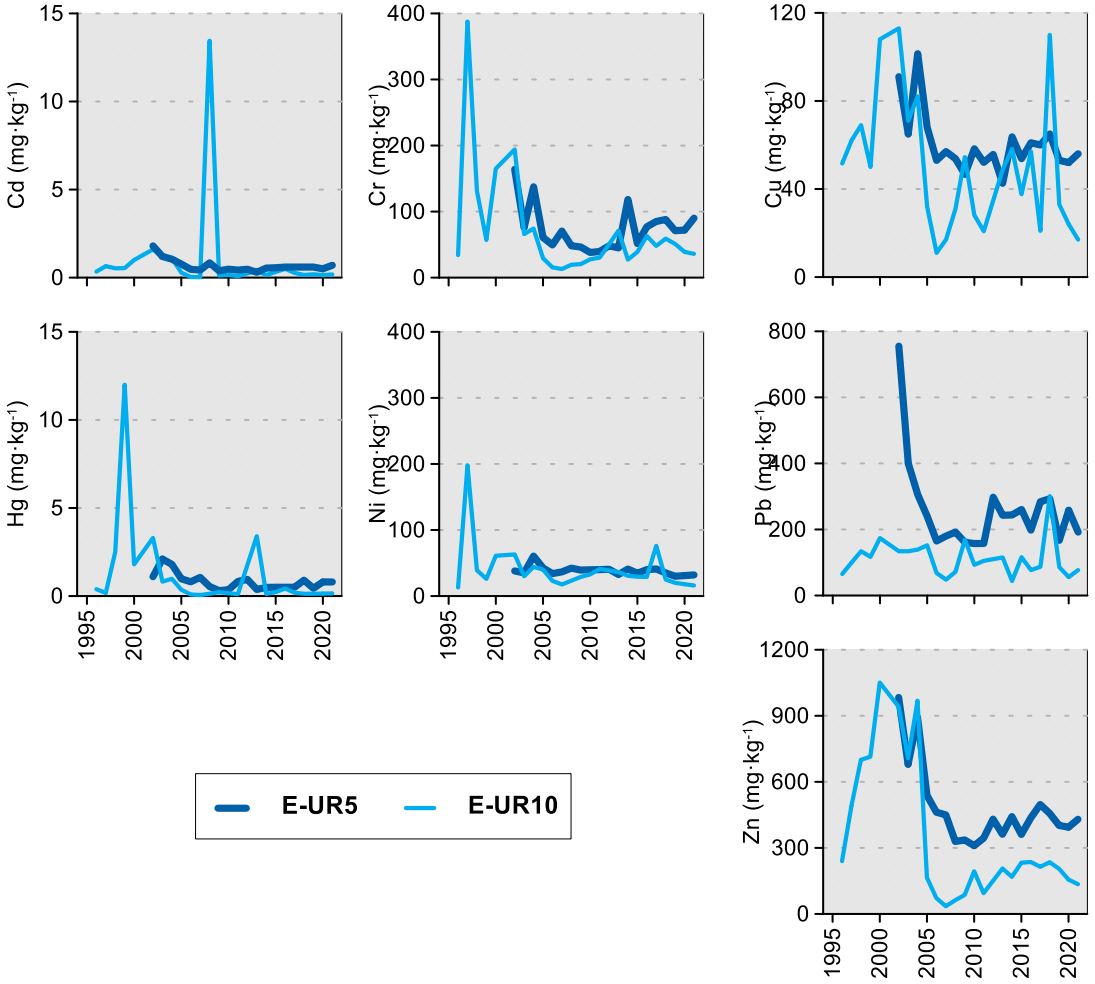


Figura 178 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Urumea (muestreos de invierno).

14.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2021, los biomonitores (ostra, *Magallana angulata*) de este estuario se muestrearon en octubre en la estación I-UR10. Los resultados obtenidos en dicho muestreo se presentan en la Tabla 131, 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 buenos indicadores 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 2021, 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	0,370	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,062	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

14.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

14.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a en 2021** osciló entre 0,18 y 32,76 µg·L^{-1}. El máximo tuvo lugar en primavera en la cabecera del estuario (E-UR5), en condiciones oligohalinas (Figura 179).

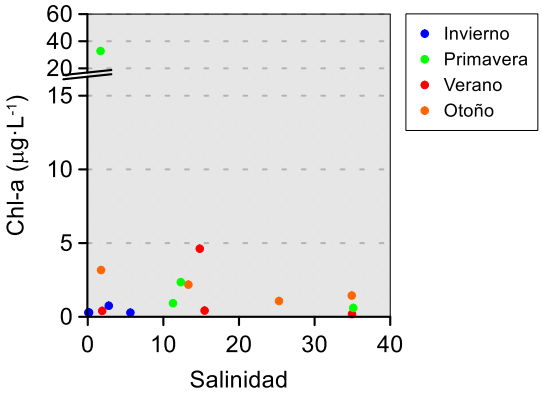


Figura 179 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Urumea en las cuatro épocas de estudio durante 2021. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

En el estuario del Deba, la otra masa de agua de transición Tipo 8 (estuario intermareal con dominancia del río), en 2021 la concentración de clorofila también mostró su máximo en primavera, pero fue bastante menor (5,37 µg·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).

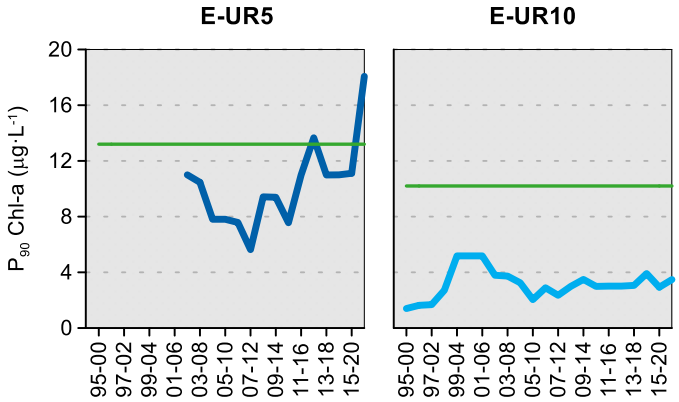


Figura 180 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Urumea. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: 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 desde hace unos años una tendencia de aumento y en el último periodo de la serie incumple sin lugar a dudas 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 es 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 del P_{90} en la estación E-UR5 parece bastante consolidada 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 han tenido lugar durante los últimos seis años en Martutene (concluidas en marzo de 2021) hayan afectado, al remover nutrientes del sedimento y de las orillas.

La Figura 180 muestra cómo la zona exterior del estuario (E-UR10), donde la serie es más larga, presenta oscilaciones que podrían deberse al proceso de saneamiento de la cuenca, junto con procesos océano-meteorológicos a mayor escala. 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 = 0,431)**.

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 ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2016-2021	E-UR5	18,07	0,243
	E-UR10	3,48	0,977
	Urumea Transición	8,7324*	0,431

(*) 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 obtenido en el conjunto de la masa de agua con la clorofila-a ha presentado oscilaciones, pero siempre en la franja de cumplimiento. Aunque últimamente parecía más estable, en este último periodo de evaluación ha seguido bajando y actualmente muestra el valor mínimo de su serie temporal. Como se ha señalado antes, el empeoramiento se ha dado en la zona de cabecera. Las razones no están claras, pero podría haber tenido 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.

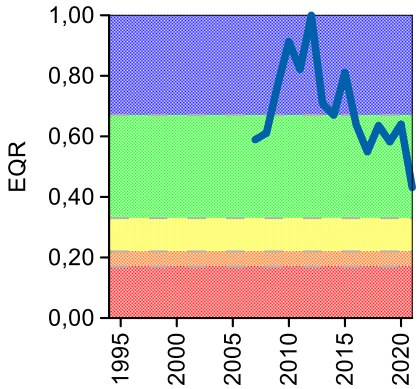


Figura 181 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Urumea a lo largo del seguimiento (rojo: potencial malo; naranja: potencial deficiente; amarillo: potencial moderado; verde: buen potencial; azul: máximo potencial). Los valores de EQR (Ecological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

14.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2004 y 2019, por lo que la evaluación de 2021 corresponde a la campaña de 2019. En la Tabla 133 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 133 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la Masa de Agua de Transición del Urumea, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado).

Campaña	Estación		Global
	E-UR5	E-UR10	
2004	0,389	0,375	0,379
2007	0,382	0,367	0,371
2010	0,473	0,421	0,436
2013	0,501	0,383	0,416
2016	0,453	0,330	0,365
2019	0,527	0,318	0,377

La calificación obtenida en 2019 fue de Estado Deficiente para el tramo más exterior del estuario, con Estado Moderado tanto para la estación más interior, como para el global de la masa de agua (Tabla 133). Por tanto, se produce un empeoramiento respecto a las pasadas campañas, en las que se alcanzó Estado Moderado en ambas estaciones, en la estación más exterior. Este empeoramiento se debió, principalmente, a un incremento del ratio cobertura de clorofíceas respecto a la cobertura total. Este empeoramiento en el tramo interior, sin embargo, no se tradujo en un empeoramiento para la calificación global del estuario, que se mantiene a lo largo de la serie histórica.

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

14.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un tramo interno dominado el isópodo C. carinata, que sustituye al 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 tolerantes (GE III), como es C. carinata, con densidad moderada de oportunistas de primer y de segundo orden (GE V y GE IV, respectivamente), explica que la calificación de la estación E-UR5 sea, en términos de AMBI, de moderadamente alterada (AMBI=3,9).

En el tramo exterior del estuario, la comunidad presente muestra un valor de densidad inferior al promedio histórico (119 ind·m-2), con una riqueza del orden del promedio (7 taxa), pero una diversidad específica superior (1,75 bit·ind-1) (Tabla 134). Aunque dominan las especies oportunistas de primer orden, la densidad relativa moderada de especies tolerantes y sensibles (GE I), permite que la estación quede calificada, según AMBI, como moderadamente alterada (AMBI=3,7).

En términos de M-AMBI, la estación E-UR5 presenta Buen Potencial, 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	(ind·m^{-2})	481	16
Biomasa	(g·m^{-2})	0,089	0,042
Riqueza	(# *taxa*)	4	6
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	1,45	2,28
Equitabilidad densidad		0,72	0,88
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	1,20	1,68
Equitabilidad biomasa		0,60	0,65
Diversidad máxima	(bit)	2,00	2,58
AMBI		3,934	3,708
Clasificación AMBI		Alteración Moderada	Alteración Moderada
M-$AMBI_{estación}$		0,505	0,700
M-$AMBI_{global}$		0,630	

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 presente 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 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 pasada campaña de 2019, y que no se puede descartar a pesar del empeoramiento detectado en la pasada campaña de 2020, que se mantiene en 2021 (Figura 182). Como ya se indicó en los informes correspondientes a las pasadas campañas (2017-2020), 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 2021 es de **Buen Potencial**.

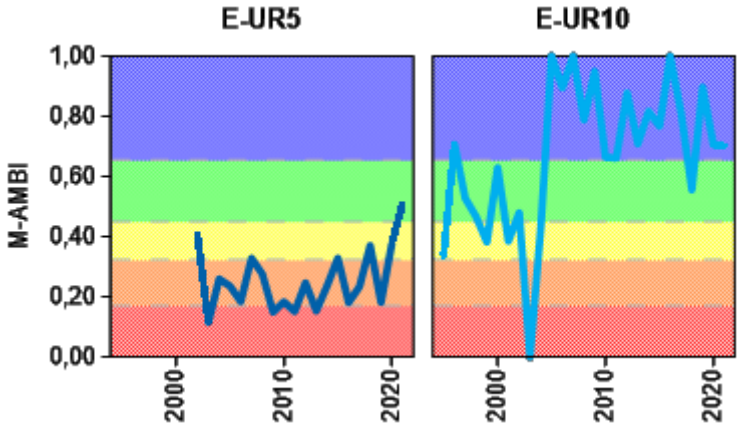


Figura 182 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua Muy Modificada del Urumea a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Potencial; naranja: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado; verde: Buen Potencial; azul: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

14.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2018. Además de los datos propios 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, presentado un máximo de riqueza en 2004 y un mínimo en 2007. El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo a la frecuencia de aparición de las especies, reflejando que:

- las especies capturadas el 100% de las ocasiones son tres: los cabuxinos del género *Pomatoschistus* y los crustáceos *Palaemon* sp. (quisquillas comunes) y *C. maenas* (cangrejo verde);
- por primera vez en 2018 se detectó la especie *Lithognathus mormyrus (erla);*
- la especie alóctona e invasora *Hemigrapsus takanoi* (cangrejo japonés) se volvió a detectar en 2018 (Asakura y Watanabe, 2005; Martinez y Adarraga, 2005, 2006; Dauvin, et al., 2009),
- más de la mitad de los taxones registrados aparecen de forma ocasional (una aparición a lo largo de toda la serie de datos).

La Figura 184 presenta la evolución de los parámetros estructurales por estación entre 1995 y 2018. En líneas generales, se aprecia un descenso progresivo de la riqueza y la abundancia de ejemplares de peces y crustáceos (a excepción de la estación media, donde los taxones de peces aumentan su presencia levemente). En cuanto a la diversidad, el descenso en las tres estaciones es general alcanzando el valor mínimo en estación externa y, apreciándose una tendencia al equilibrio en la parte más interna del estuario. Año tras año, encontramos que el tramo más interno del estuario presenta los valores más altos de en todos los parámetros.

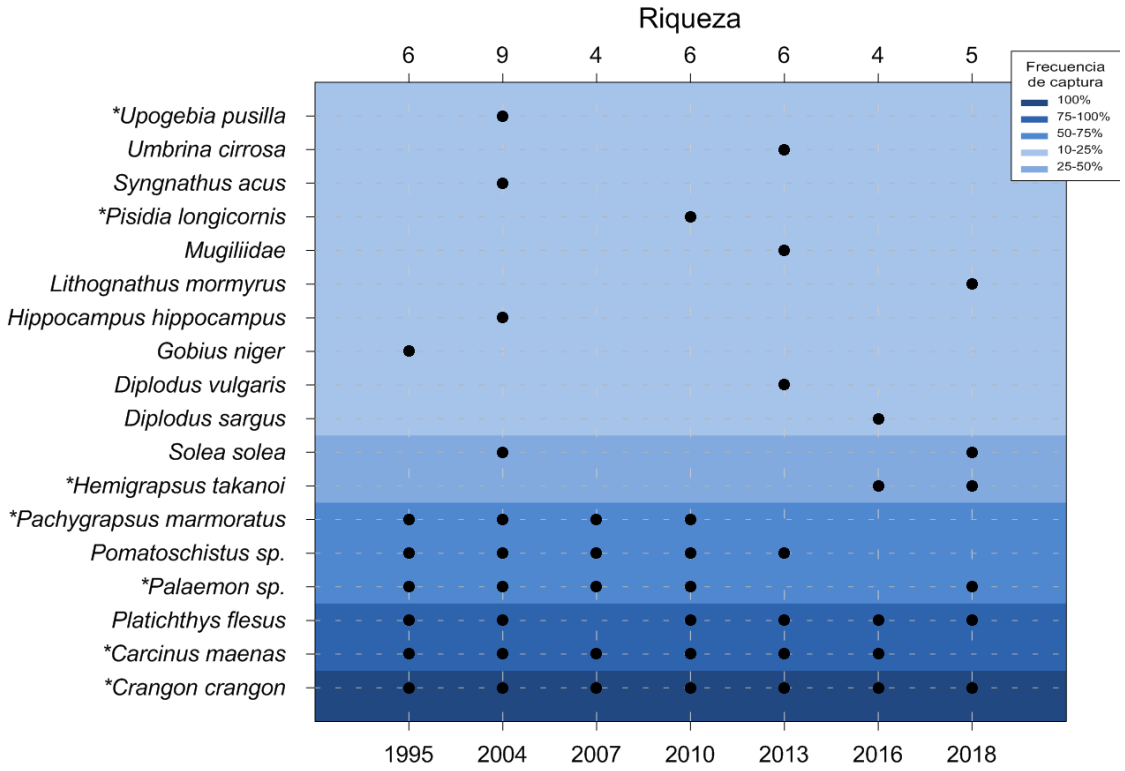


Figura 183 Listado de especies capturadas en el estuario del Urumea (1995-2018). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado. El asterisco señala que el taxón es un crustáceo.

De acuerdo a los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2018 la valoración global de la masa de agua alcanza la calificación de 'Buen Potencial' (Figura 185), en el límite con "Máximo Potencial".

En líneas generales, la evolución de la calidad de la masa de agua del Urumea muestra una tendencia positiva. 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.

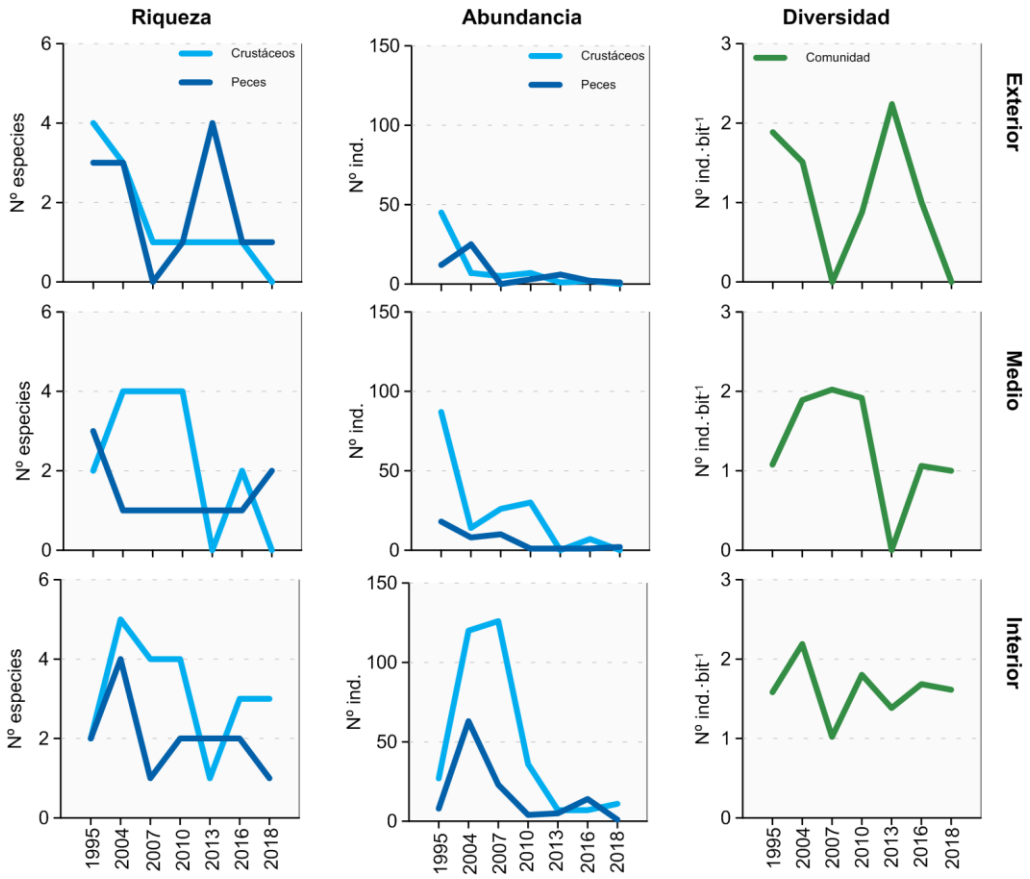


Figura 184 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Urumea entre 1995 y 2018.

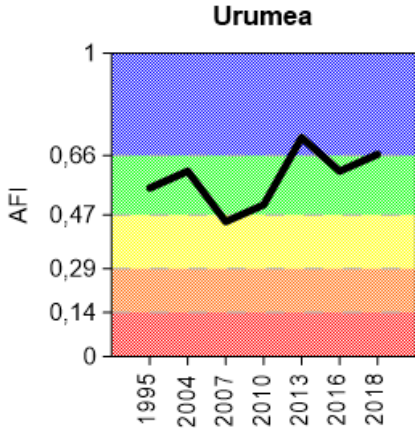


Figura 185 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para todo el estuario del Urumea entre 1995 y 2018. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,663; Bueno: 0,467-0,663; Moderado: 0,289-0,467; Deficiente: 0,145-0,289 Malo: ≤ 0,145. AFI: AZTI's Fish Index.

14.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2021 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 totalmente encauzada.

15.

Masa de agua de transición del Oiartzun

15.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua de transición muy modificada del Oiartzun existen tres estaciones estuáricas. Por otro lado, trienalmente entre 2004 y 2019, se analizaron cuatro estaciones para vida piscícola y cinco estaciones para macroalgas en estuarios. Además, en 2020 y 2021 se ha analizado una estación para biomonitores (moluscos). Las posiciones se pueden observar en la Figura 186.

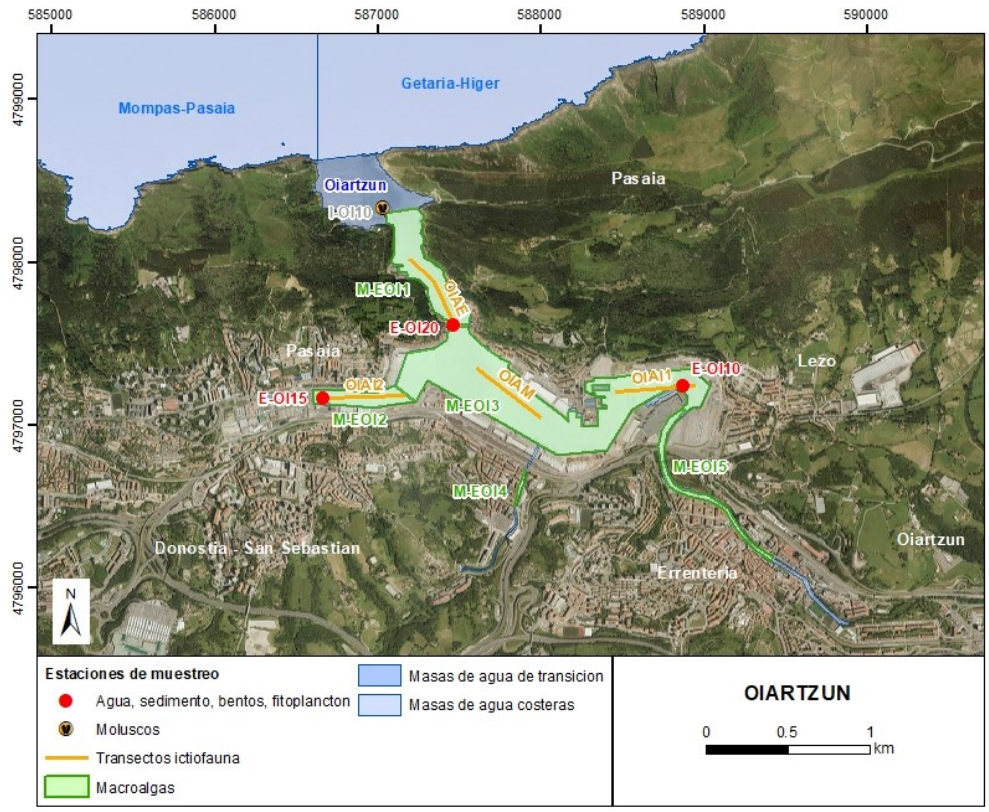


Figura 186 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Oiartzun.

La masa de agua de transición muy modificada del Oiartzun se diagnostica en la campaña 2021 en un estado peor que bueno, puesto que el potencial ecológico se diagnostica como moderado, fundamentalmente por 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.

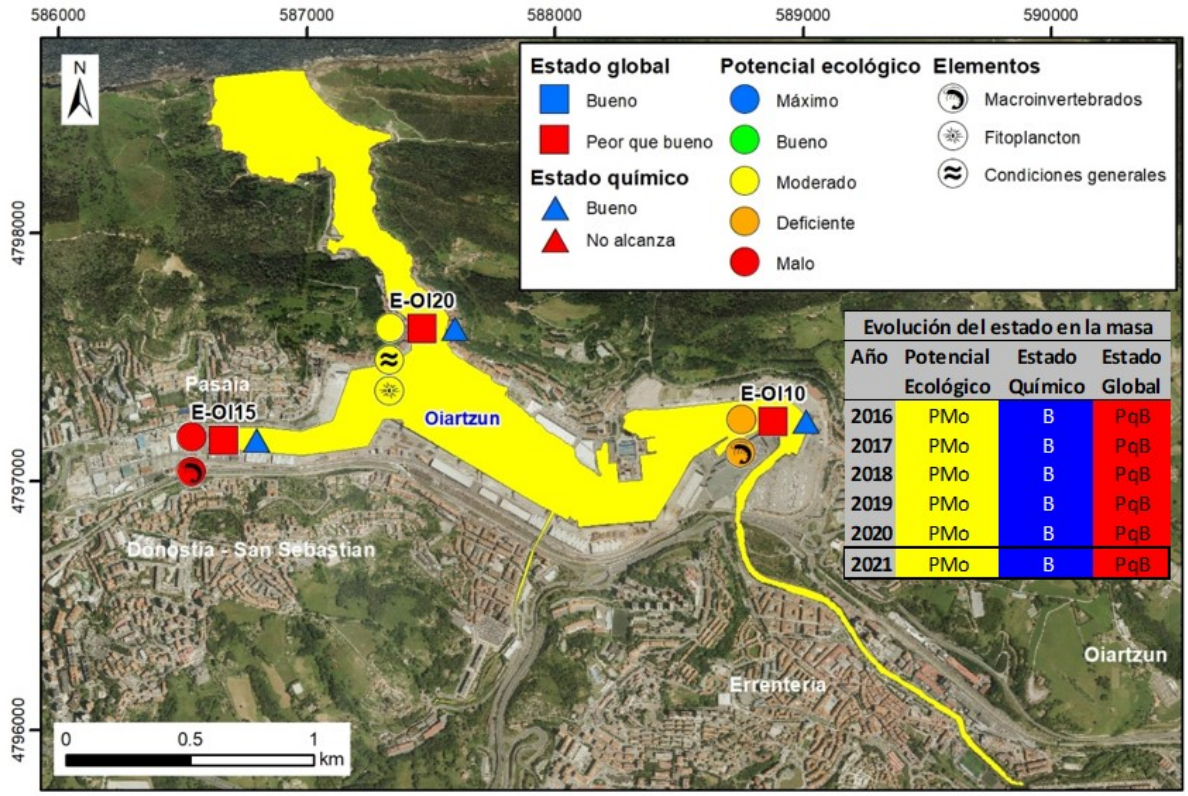


Figura 187 Masa de agua de transición muy modificada del Oiartzun: Calificación del Potencial Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que 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 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Oiartzun en 2021. Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), 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). 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-OI10	Lezo	PD	BP	PMo	BP	PD	Mo	MB	M	PD	B	PqB
E-OI15	Pasaia San Pedro (Dársena de Herrera)	PM	BP	PMo	BP	PM	Mo	MB	M	PM	B	PqB
E-OI20	Pasaia San Pedro	MP	BP	PMo	MP	PMo	Mo	MB	M	PMo	B	PqB
	Oiartzun Transición	BP	BP	PMo	BP	PMo	Mo	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.

En cambio, el fitoplancton desde hace varios años se mantiene en potencial moderado, posiblemente debido a los largos tiempos de renovación de este estuario, que lo hacen más vulnerable ante la eutrofización, así como a los aportes de aguas ricas en nutrientes de origen antrópico que se producen todavía en algunas zonas. En concreto, en la dársena de la Herrera (E-OI15) la presencia de una regata aún introduce vertidos. Si bien la calidad fisicoquímica en la estación E-OI15 mejoró considerablemente entre los años 2005 y 2014, en los últimos años las concentraciones de nutrientes todavía indican un fuerte impacto en esta zona. Hay que tener en cuenta que los aportes de nutrientes disueltos que tienen lugar en la estación E-OI15 podrían dispersarse a otras zonas del estuario (especialmente a la estación E-OI20), por efecto de la marea u otros procesos de transporte, y ser aprovechados allí por el fitoplancton.

Hay que añadir la falta de saneamiento y depuración de Pasajes San Juan, y que puntualmente se dan actuaciones portuarias (dragados, trabajos de instalación de pantalanes), que producen episodios de retroceso en la calidad del medio. Uno de los últimos dragados se realizó en Lezo a finales de 2017, extrayendo 25.000 m^3.

15.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

15.2.1. Aguas

15.2.1.1. Fisicoquímica general

En la Tabla 194 del Anexo se muestran los datos medios anuales correspondientes a bajamar y pleamar de las cuatro campañas de 2021, 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 los objetivos de calidad tal y como revela la media calculada para cada variable en los últimos seis años (Tabla 136).

En las estaciones E-OI10, E-OI15 y E-OI20, la tendencia a la mejora del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021, es estadísticamente significativa ($p<0,05$). Sin embargo, la estación E-OI15 sólo alcanza en toda la serie un estado entre malo y deficiente, mientras que las otras dos llegan en los últimos años a estado bueno o el límite entre moderado y bueno (Figura 188).

Tabla 136 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Oiartzun mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-OI10	Euhalino estuárico	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	83		92,84	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤9,1	1,6	6,59	Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤19,6	1,6	35,18	Moderado
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,88	0,16	0,76	Bueno
E-OI15	Euhalino estuárico	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	83		86,15	Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤9,1	1,6	23,67	Moderado
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤19,6	1,6	34,73	Moderado
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,88	0,16	2,11	Moderado
E-OI20	Euhalino estuárico	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	83		101,25	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤9,1	1,6	5,99	Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤19,6	1,6	22,67	Moderado
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,88	0,16	0,62	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 fisicoquímica.

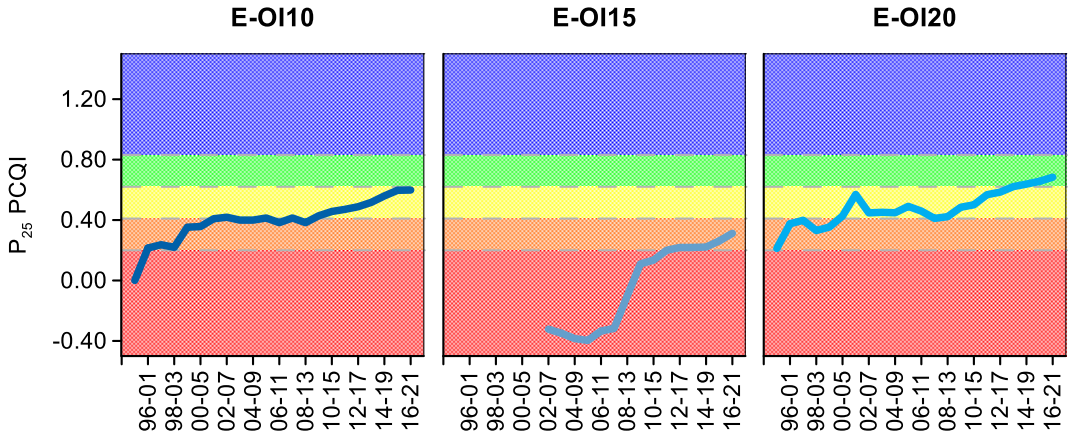


Figura 188 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones de muestreo E-OI10, E-OI15 y E-OI20 de la masa de agua de transición del Oiartzun. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy 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 2021.

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).

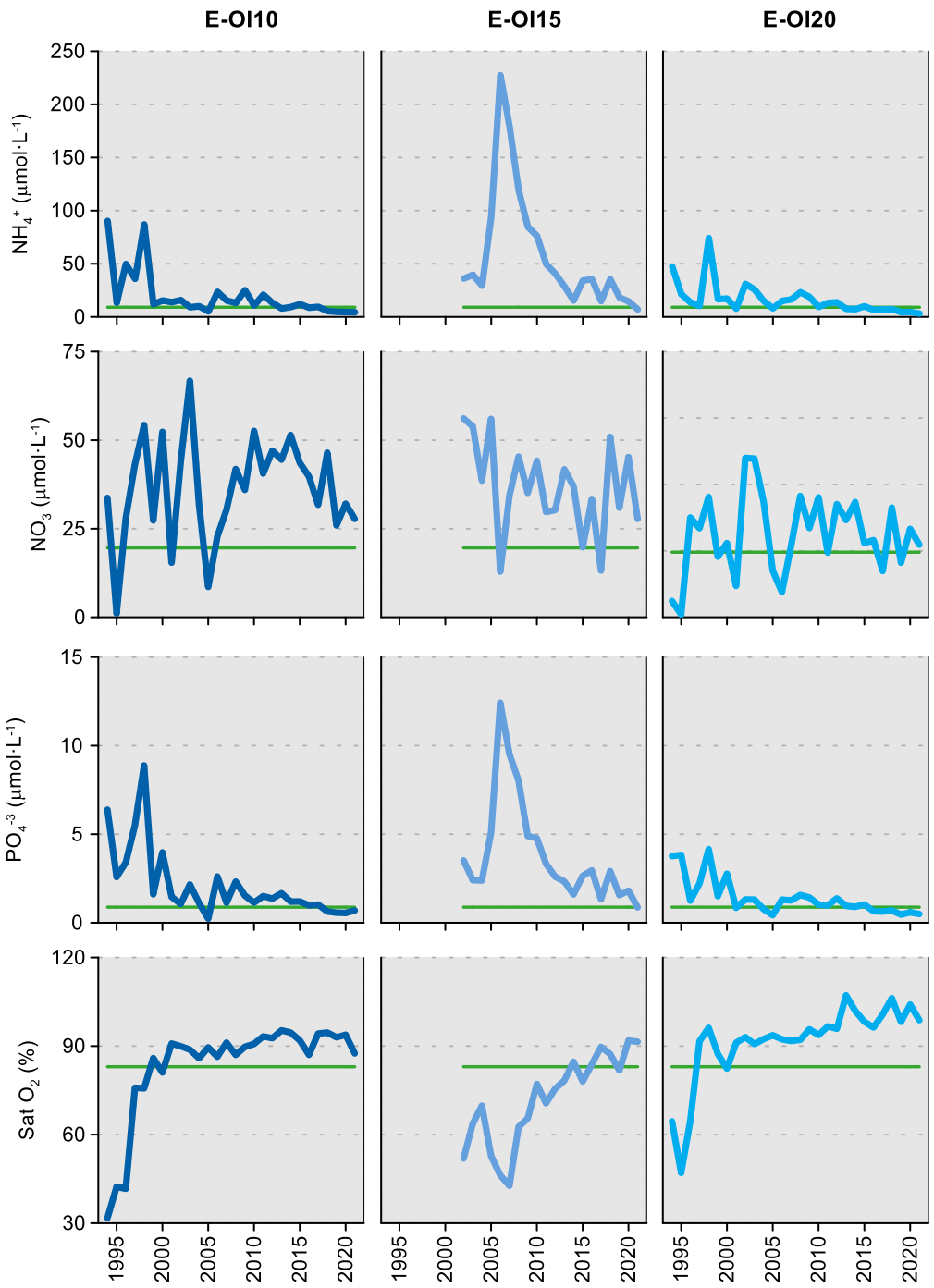


Figura 189 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

La estación media (E-OI15) del estuario, caracterizada por una baja tasa de renovación de las aguas, aunque presenta una tendencia a la mejora, aún no cumple el objetivo de calidad establecido para el amonio, nitrato y fosfato, si bien es cierto que en 2021 ha cumplido para el amonio y fosfato (Figura 189). Esto indica que el exceso de nutrientes junto con un déficit de oxígeno son un claro reflejo de la influencia de los vertidos de la regata Txingurri y de una escasa renovación de las aguas. 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.

15.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2021 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 2021.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OI10	E-OI15	E-OI20	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	35,0	36,0	37,3	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	25%	50%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2021 indica que, en esta masa de agua, se alcanza el buen estado químico (Tabla 138).

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 se superó por TBT. En 2021, aunque hay una superación de NCA-MA para cadmio en la estación E-OI10, al ser un único dato anual, no hay evidencias suficientes para indicar un no cumplimiento por esta sustancia en esta estación ni en la masa de agua.

Tabla 138 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Oiartzun en 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. "-": no se ha determinado. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-OI10	E-OI15	E-OI20	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	0,0011	0,0013	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	0,0007	<LC	Cumple
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	0,0019	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	<LC	0,003	0,002	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	<LC	0,006	0,005	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	0,00030	0,00030	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	0,240	0,064	0,083	No cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	0,240	0,250	0,200	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	0,50	0,80	Cumple
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 190 se muestra la evolución de la concentración media de los metales con normas de calidad. Los valores empleados son medias correspondientes a los datos de pleamar y bajamar para las tres estaciones de muestreo (E-OI10, E-OI15 y E-OI20) hasta el año 2006; desde 2007 solamente se han muestreado las estaciones en bajamar.

A lo largo de la serie temporal, níquel (con una clara tendencia a disminuir las concentraciones) y cobre han cumplido siempre las normas. Por su parte, cadmio, zinc y plomo presentan tendencias claramente decrecientes, 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).

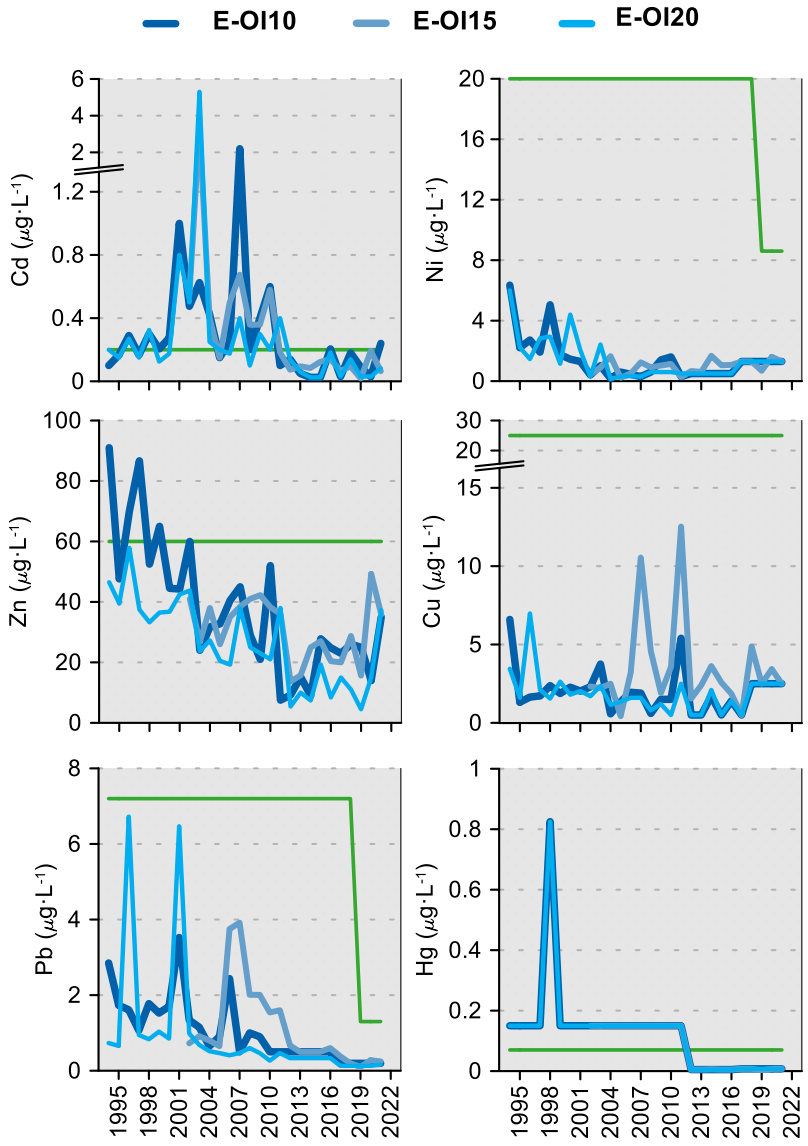


Figura 190 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun en el periodo que abarca desde 1996 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

15.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de este estuario se muestrearon en febrero de 2021 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 y estaciones. El resto de los compuestos orgánicos considerados están en concentraciones inferiores o próximas a los límites de cuantificación.

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 2021.

E-OI10 (Fecha de muestreo: 08/02/2021)							
Gravas (%)	0	PCB 28	25,0	Aldrín	<1	Pireno	210
Arenas (%)	40,8	PCB 52	23,0	Dieldrín	<1	Criseno	100
Limos (%)	59,2	PCB 101	40	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	52
MO (%)	15,9	PCB 105	5,0	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	21
Eh (mV)	-141	PCB 118	20,0	Fenantreno	40	Fluoranteno	180
Cd	4,00	PCB 138	50	Indeno[1,2,3-cd]pireno	26	Benzo[a]antraceno	90
Cr	92	PCB 153	60	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	100
Cu	118	PCB 156	5,0	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	40
Hg	1,40	PCB 180	40	Acenafteno	12		
Ni	41	p,p-DDE	11,0	Fluoreno	30		
Pb	403	p,p-DDD	<1	Antraceno	23		
Zn	1397	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	32		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	14		
		gHCH	<1	Perileno	28		
E-OI15 (Fecha de muestreo: 08/02/2021)							
Gravas (%)	0	PCB 28	6,0	Aldrín	<1	Pireno	120
Arenas (%)	31,4	PCB 52	11,0	Dieldrín	<1	Criseno	26
Limos (%)	68,6	PCB 101	20	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	50
MO (%)	12,4	PCB 105	3,3	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	27
Eh (mV)	-8	PCB 118	10,0	Fenantreno	50	Fluoranteno	100
Cd	1,30	PCB 138	33	Indeno[1,2,3-cd]pireno	30	Benzo[a]antraceno	50
Cr	102	PCB 153	40	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	110
Cu	134	PCB 156	2,0	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	40
Hg	1,60	PCB 180	28	Acenafteno	<10		
Ni	29	p,p-DDE	4,0	Fluoreno	<10		
Pb	34	p,p-DDD	12	Antraceno	18		
Zn	655	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	40		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	15		
		gHCH	<1	Perileno	15		
E-OI20 (Fecha de muestreo: 08/02/2021)							
Gravas (%)	1	PCB 28	1,0	Aldrín	<1	Pireno	80
Arenas (%)	48,9	PCB 52	5,0	Dieldrín	<1	Criseno	50
Limos (%)	50,5	PCB 101	16	Isodrín	<1	Benzo[e]pireno	33
MO (%)	18,7	PCB 105	1,9	HCB	<1	Benzo[g,h,i]perileno	18
Eh (mV)	-27	PCB 118	6,0	Fenantreno	50	Fluoranteno	100
Cd	0,33	PCB 138	24	Indeno[1,2,3-cd]pireno	31	Benzo[a]antraceno	70
Cr	48	PCB 153	40	Naftaleno	<10	Benzo[b]fluoranteno	90
Cu	28	PCB 156	1,5	Acenaftileno	<10	Benzo[a]pireno	50
Hg	0,25	PCB 180	40	Acenafteno	<10		
Ni	17	p,p-DDE	1,7	Fluoreno	<10		
Pb	54	p,p-DDD	<1	Antraceno	16		
Zn	173	p,p-DDT	<1	Benzo(k)fluoranteno	31		
		αHCH	<1	Dibenzo(a,h)antraceno	12		
		gHCH	<1	Perileno	11		

En la campaña de 2021, las tres estaciones presentan un sedimento areno-limoso (Tabla 139). En la serie temporal evaluada, en las tres estaciones se observa un descenso discontinuo en el contenido en materia orgánica, aunque con máximos relativos en las campañas más recientes (Figura 191).

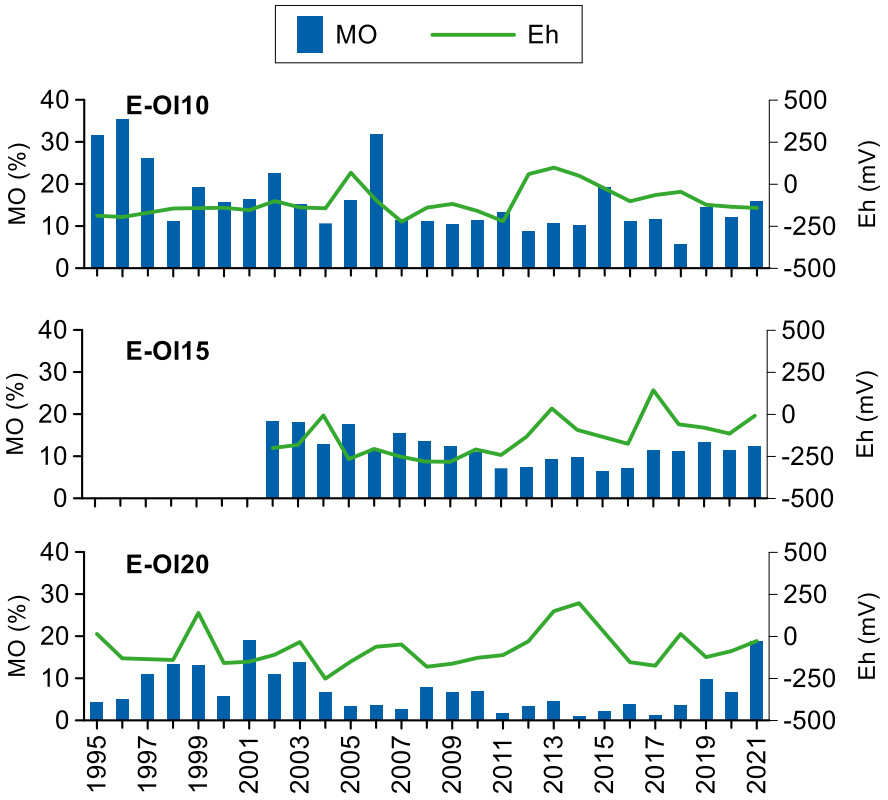


Figura 191 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Oiartzun (muestreos de invierno).

En relación con los metales, las estaciones más limosas (E-OI10 y E-OI15) y con mayor contenido en materia orgánica son las que presentan, en general, mayores concentraciones (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-N15 en 2020, así como las concentraciones máximas de Cd, Hg, Pb y Zn en la estación E-OI10 en 2020 (Figura 192).

En relación con el 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 Ni. En la estación E-OI20 se observa una tendencia decreciente significativa en las concentraciones de Cd, Cu, Hg, Pb y Zn. Por el contrario, en la estación E-OI15 no se observan tendencias estadísticamente significativas.

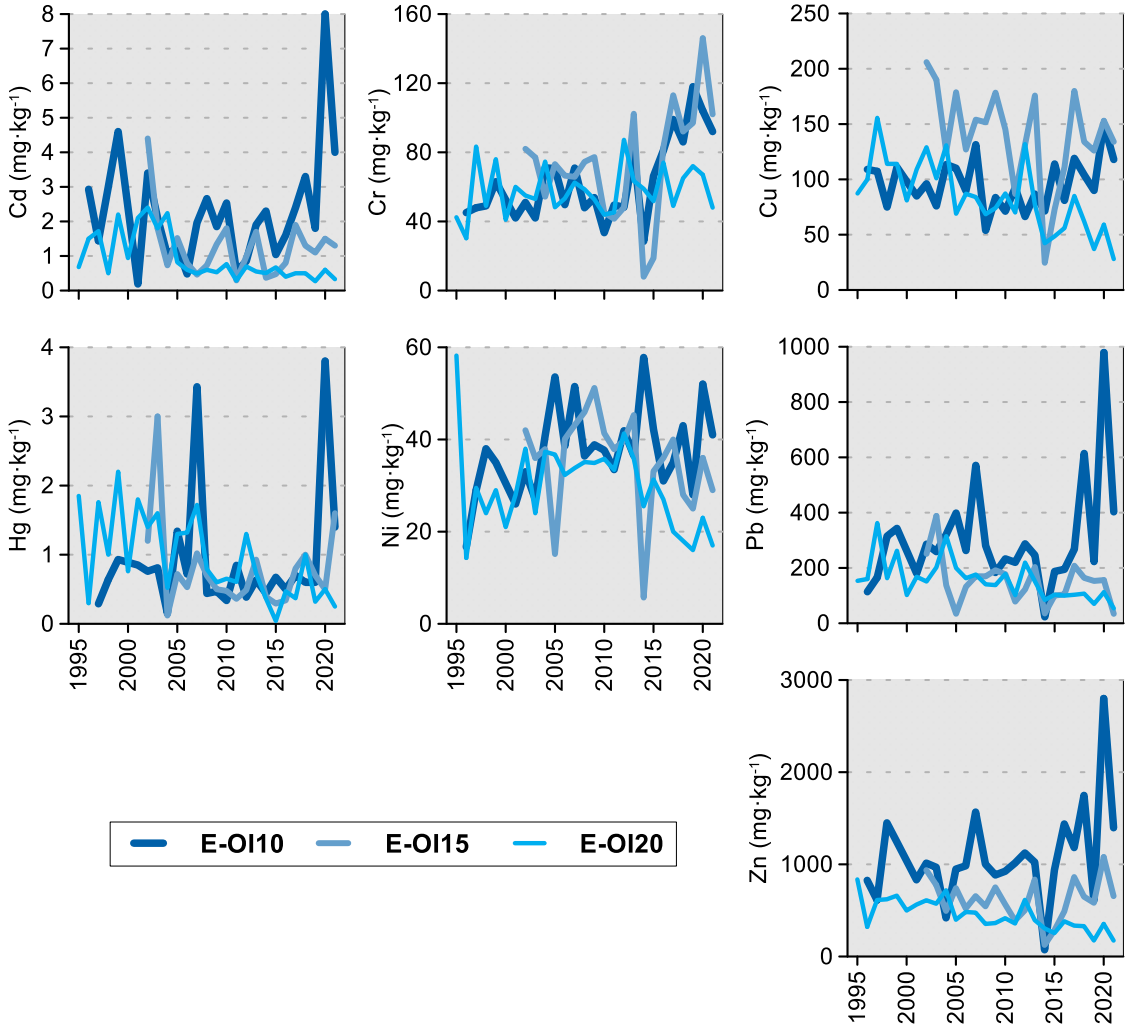


Figura 192 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Oiartzun (muestreos de invierno).

15.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2021, los biomonitores (mejillón, Mytilus galloprovincialis) 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 2021, basada en las sustancias prioritarias en biomonitores (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA-biota: norma de calidad ambiental en biota, LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-OI10	Global
Dicofol	NCA biota	33	20	<LC	No aplica
Ácido perfluoro-octanosulfónico y sus derivados (PFOS)	NCA biota	9,1	1	<LC	No aplica
Hexabromociclododecano	NCA biota	167	100	<LC	No aplica
Hexaclorobenceno	NCA biota	10	1	<LC	No aplica
Hexaclorobutadieno	NCA biota	55	50	<LC	No aplica
Mercurio y sus compuestos	NCA biota	20	6	16	No aplica
Heptacloro y epóxido de heptacloro	NCA biota	0,0067	0,0040	<LC	No aplica
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	1,105	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,069	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

Los mejillones son filtradores, y pueden acumular contaminantes, por lo que son buenos indicadores 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.

15.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

15.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La concentración de **clorofila-a en 2021** alcanzó máximos de unos 4−6 µg·L^{-1} en verano; estos picos se midieron en condiciones euhalinas (34 de salinidad) y en aguas de superficie. En fondo los máximos de clorofila-a fueron algo inferiores (~3 µg·L^{-1}) y se midieron con salinidad era cercana a 35. En invierno y en otoño todos los valores de clorofila-a fueron muy bajos, inferiores a 0,5 µg·L^{-1} (Figura 193).

Para comparar la biomasa fitoplanctónica del Oiartzun con la de otras masas de Transición Tipo 10 (estuarios submareales) similares en cuanto a sus condiciones de salinidad (euhalinas) hay que recurrir al Nerbioi Exterior. Aunque ambas masas de agua muestran generalmente los máximos en verano, en 2021 el del Oiartzun es algo superior, lo que también se observó en 2020. En 2019 las diferencias en la magnitud de los picos estivales fueron inapreciables, con concentraciones cercanas a 4 µg·L^{-1} en ambas masas de agua. Por el contrario, en agosto de 2018 se encontraron diferencias muy amplias, cuando en el Oiartzun se llegaron a medir en torno a 20 µg·L^{-1} y en el Nerbioi, muestreado solo dos días más tarde, unos 4 µg·L^{-1}.

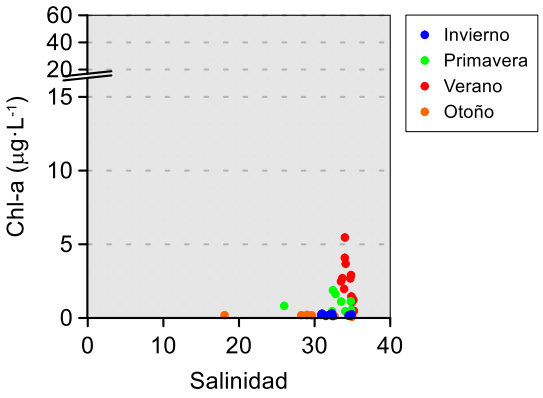


Figura 193 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Oiartzun en las cuatro épocas de estudio durante 2021. Los datos son de superficie y fondo, en pleamar y bajamar.

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 e integrando los datos en periodos de varios años (Revilla et al., 2011, 2014; Garmendia et al., 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).

Como puede verse en la Figura 194, el valor del P_{90} en la estación **E-OI10** cumplió el objetivo de calidad hasta el periodo 2013-2018. El incremento que tuvo lugar en ese periodo fue más brusco que las oscilaciones que previamente se habían observado. En esta zona, al estar próxima al río, cobran importancia sobre la dinámica del fitoplancton los factores meteorológicos e hidrográficos (pluviosidad y caudal fluvial), **factores naturales** que podrían ocasionar cierta variación en la biomasa fitoplanctónica 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 la situación actual del P_{90}.

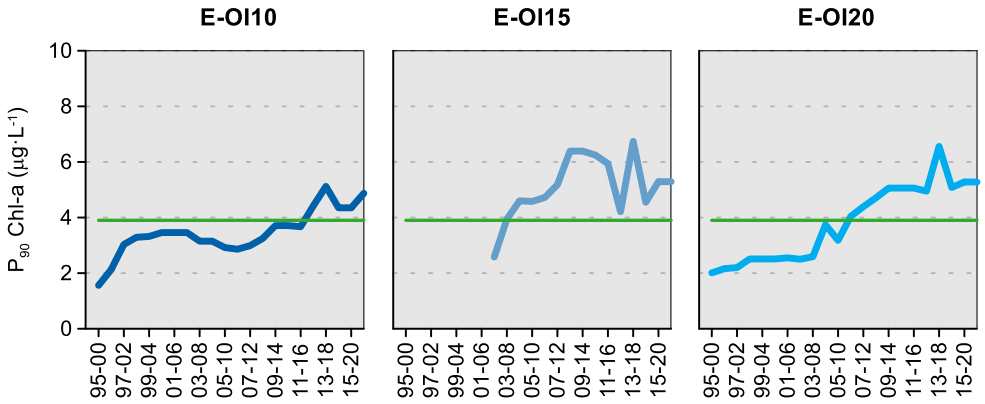


Figura 194 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Oiartzun. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: 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 una regata, en una 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 una vía de transformación química (por ejemplo, nitrificación) o biológica (por ejemplo, producción fitoplanctónica). Pero, otra parte se dispersará a otras zonas del estuario, principalmente a la estación E-OI20, la más próxima, donde podrá transformarse allí también en biomasa fitoplanctónica. La dispersión, que tiene lugar en este estuario diariamente con la marea llenante y vaciante y con el viento, también transportará células fitoplanctónicas. Teniendo en cuenta todo lo anterior, podría ser interesante aplicar modelos hidrodinámicos y de transporte para evaluar el efecto de la **dispersión tanto de sustancias disueltas (nutrientes), como de partículas (fitoplancton), entre distintas zonas del estuario**.

Otro factor que debería considerarse para explicar los incumplimientos de la clorofila son los aportes difusos de nutrientes, que tienen que ser importantes en este pequeño estuario, dada su densidad de población y actividad industrial y portuaria. Por ejemplo, es muy interesante que los máximos de P_{90} se hayan medido en 2018, en las tres estaciones de muestreo, poco después del **dragado que tuvo lugar en Lezo en otoño de 2017**. En mayo de 2018 la clorofila alcanzó en los tres puntos 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 la estación E-OI20 (47 millones de células por litro). Si los valores de clorofila en dichas campañas (primavera y verano de 2018) se hubieran mantenido dentro del rango habitual de la última década, el estado del fitoplancton estaría mucho más cerca de

alcanzar el Buen potencial ecológico (incluso es muy probable que lo cumpliera, al menos en alguna de las estaciones de muestreo). Una hipótesis posible es que las capas del sedimento que quedasen en contacto con el fondo de la columna de agua tras el dragado fueran más ricas en nutrientes que las que éste eliminó. Dichos nutrientes (no solo inorgánicos, también orgánicos) podrían difundir lentamente a lo largo de los meses siguientes y ser asimilados por el fitoplancton.

Tampoco se ha evaluado cómo puede influir el transporte marítimo en la introducción de especies de fitoplancton por efecto de las **aguas de lastre**. En este sentido, la serie temporal de abundancia del fitoplancton podría indicar si ha habido cambios en la comunidad en los últimos años en cuanto a la aparición de nuevas especies que podrían tener mayor capacidad para producir floraciones.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton durante 2021**, 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 presentó un ciclo estacional con mínimos en invierno y en otoño, picos muy pronunciados en verano y valores moderados en primavera. Este es el patrón habitual en el estuario del Oiartzun, donde solo de forma muy esporádica se han observado valores moderados fuera de las épocas de primavera y verano (concretamente, en noviembre de 2007, 2014 y 2016). La riqueza también fue mínima en invierno y en otoño, pero las diferencias entre primavera y verano no fueron tan marcadas como en el caso de la abundancia (Tabla 141).

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.

		08/02/2021			17/05/2021		
Parámetro	**Unidad**	**E-OI10**	**E-OI15**	**E-OI20**	**E-OI10**	**E-OI15**	**E-OI20**
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	-	143	38	466	1651	2458
Diversidad	(bit·cel^{-1})	-	2,2	2,0	2,8	3,1	3,0
Riqueza	(*# taxa*)	-	7	6	21	40	45
		25/08/2021			08/11/2021		
Parámetro	Unidad	E-OI10	E-OI15	E-OI20	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	78703	10709	22628	-	89	38
Diversidad	(bit·cel^{-1})	1,2	2,8	1,4	-	2,4	1,3
Riqueza	(*# taxa*)	53	57	51	-	9	4

En mayo dominaron las diatomeas, así como unas pequeñas formas (10-30 µm) indeterminadas. Estas últimas no estuvieron presentes en E-O10, lo que fue en parte la causa de que la abundancia total fuera bastante más baja en esta estación (Tabla 141). A lo largo de todo el estuario destacaron *Leptocylindrus danicus/hargravesii* y centrales indeterminadas, diatomeas cuyos sus máximos se encontraron en la estación E-OI20 (~$500 \cdot 10^3$ células·L^{-1}). En la estación E-OI20 también se observó un mayor número de especies y células del género *Chaetoceros*.

En agosto, la estación E-OI10 presentó el valor más alto de abundancia (Tabla 141). Este fuerte pico se debió a unas clorofíceas de tamaño muy pequeño que alcanzaron unos 65 millones por litro (*Chlamydomonas* sp. ≤ 5 µm). En esta estación el taxón de segundo orden fueron las criptofíceas *Hemiselmis* spp. ($3,1 \cdot 10^6$ células·L^{-1}). Asimismo, *Helicopedinella tricostata* mostró $1,6 \cdot 10^6$ células·L^{-1} en E-OI10. Los blooms de esta dictiocofícea se detectaron por primera vez en agosto de 2019 en el Oiartzun, aunque anteriormente pudo quedar registrada como “Pedinellales” por dificultades en su identificación.

Además, a lo largo del estuario en agosto de 2021 se encontraron unas diatomeas de pequeño tamaño que alcanzaron densidades típicas de floración: *Minutocellus polymorphus* y centrales indeterminadas, cada una con 2-3 millones de células por litro. La diatomea *Pseudo-nitzschia galaxiae* alcanzó 1-2 millones en E-OI15 y E-OI20, pero densidades algo más bajas en E-OI10. Las pequeñas formas sin identificar (≤10 µm) fueron considerablemente altas en E-OI20 (17 millones por litro) y estuvieron también presentes en E-OI15 (en un orden de magnitud inferior).

Por tanto, se repite el mismo patrón que otros veranos, con blooms de pequeñas diatomeas. Sin embargo, en 2021 *Skeletonema* sp. presenta baja 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 presentó 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 0,256**).

El EQR del fitoplancton en el global de la masa de agua indica una tendencia de empeoramiento con el tiempo, aunque desde hace varios años se mantiene 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).

Como ya se ha comentado, hay varias hipótesis que podrían explicar el que esta masa de agua no alcance todavía el buen potencial para el fitoplancton. En los estuarios con zonas profundas el tiempo de renovación del agua es 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 los 90 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).

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 (amarillo: potencial moderado).

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a (µg·L^{-1})	Chl-a
2016-2021	E-OI10	4,87	0,267
	E-OI15	5,29	0,246
	E-OI20	5,28	0,246
	Oiartzun Transición	5,0847*	0,256

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

Por otro lado, 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 la misma y estudiar su influencia sobre el fitoplancton.

Por último, hay factores oceánicos y meteorológicos que influyen en la biomasa fitoplanctónica y harán

oscilar el EQR. Aunque estas oscilaciones no fueran muy amplias, también podrían haberse visto sumadas a la presión antrópica en los últimos años. Por ejemplo, en la estación L-RF10 el EQR se encuentra en valores mínimos desde el año 2018, aunque en el caso de la estación de referencia su valor se sitúa justo en el límite entre Bueno y Muy bueno.

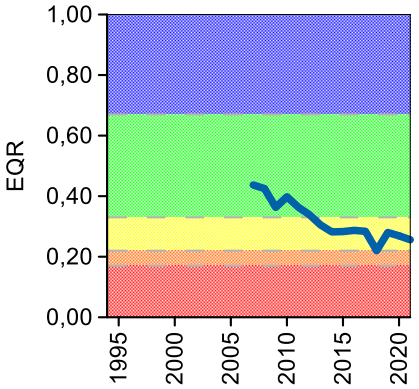


Figura 195 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Oiartzun a lo largo del seguimiento (rojo: potencial malo; naranja: potencial deficiente; amarillo: potencial moderado; verde: buen potencial; azul: máximo potencial).

15.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2004 y 2019, por lo que la evaluación de 2021 corresponde a la campaña de 2019. En la Tabla 143 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 143 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la Masa de Agua Muy Modificada del Oiartzun, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

Campaña	Estación			Global
	E-OI10	E-OI15	E-OI20	
2004	0,250	0,375	0,625	0,447
2007	0,250	0,375	0,375	0,346
2010	0,276	0,487	0,750	0,537
2013	0,276	0,712	0,750	0,621
2016	0,447	0,750	0,750	0,677
2019	0,750	0,750	0,875	0,798

La calificación obtenida en 2019 fue de Buen Estado para los tramos medio e interior del estuario, y de Muy Buen Estado para el tramo exterior. Con estos resultados la masa de agua quedaría calificada en **Buen Estado** (Tabla 143). Por tanto, se mantiene la calificación de las dos campañas anteriores, mejorando los resultados obtenidos en las tres primeras campañas completadas en el estuario, en las que se obtuvo una calificación de Estado Moderado para el global de la masa de agua. La mejora observada se debe a que los valores para las diferentes métricas que se incluyen en la herramienta TMI van mejorando desde el exterior del estuario hacia el interior, sobre todo en lo que se refiere a riqueza específica y a cobertura de algas no indicadoras de contaminación.

En este punto, hay que recordar que los estuarios vascos son predominantemente sedimentarios, siendo éste un sustrato no adecuado para las macroalgas. Es por ello que, aunque se evalúa el estado de las macroalgas, no se utiliza en la evaluación final del estado ecológico.

15.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un tramo interno (E-OI10) en el que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se encuentra claramente dominada por el poliqueto *C. capitata*. También cabe destacar el bivalvo *Theora lubrica* (especie invasora de origen asiático), aunque no presenta una densidad relativa importante, y la presencia, por primera vez en la estación del anfípodo de origen asiático *G. japonica*, lo que confirma su expansión a lo largo de los estuarios de la costa vasca. Los parámetros estructurales determinados presentan valores relativamente altos, a excepción de la diversidad (Tabla 144), aunque en torno a los promedios históricos o por debajo de los mismos. Sin embargo, la alta abundancia de *C. gibba* 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=5,5).

La zona de la dársena de La Herrera (E-OI15) presenta una densidad moderadamente 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, aunque dominan los oligoquetos y el poliqueto *C. capitata*, les siguen el poliqueto *Galathowenia oculata* 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 primer orden, lo que permite que la estación quede calificada como moderadamente alterada (AMBI=3,9) (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 calificación según M-AMBI para cada una de las estaciones muestreadas (M-AMBI$_{estación}$) y para el global de la masa de agua (M-AMBI$_{global}$).

Parámetro	Unidad	E-OI10	E-OI15	E-OI20
Densidad	(ind·m^{-2})	2.380	3.233	12.127
Biomasa	(g·m^{-2})	4,194	2,113	8,112
Riqueza	(# *taxa*)	19	11	63
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	1,28	0,46	3,54
Equitabilidad densidad		0,30	0,13	0,59
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	1,72	1,03	3,62
Equitabilidad biomasa		0,41	0,30	0,61
Diversidad máxima	(bit)	4,25	3,46	5,98
AMBI		5,531	5,924	3,945
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Fuerte	Alteración Moderada
M-AMBI$_{estación}$		0,298	0,125	0,961
M-AMBI$_{global}$		0,518		

Los valores de M-AMBI estimados para 2021 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 calificación 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 la presente campaña de 2021, en la dársena de La Herrera no se observa tendencia a lo largo del seguimiento (Figura 196). Cabe señalar que hasta la campaña de 2008 parecía detectarse cierta mejora progresiva, aunque con avances y retrocesos, pero en 2011 se produjo un retroceso

importante, coincidiendo con los dragados y trabajos de instalación de pantalanes en la zona. A partir de 2012 se iniciaron unas obras en la avenida Alcalde José Elosegi de la que llegaban materiales de escorrentía que incrementaban la turbidez del agua (efecto que se apreciaba a simple vista). Acabados los trabajos que pudieran tener algún efecto sobre las comunidades de la zona en 2014, en la campaña de 2017 finalmente se detectó cierto incremento en el valor de M-AMBI, pero en 2018 se detectó un nuevo retroceso que no ha revertido, al menos por completo, entre 2019 y 2021. Será importante mantener la vigilancia de la estación en próximas campañas para analizar su evolución a medio plazo.

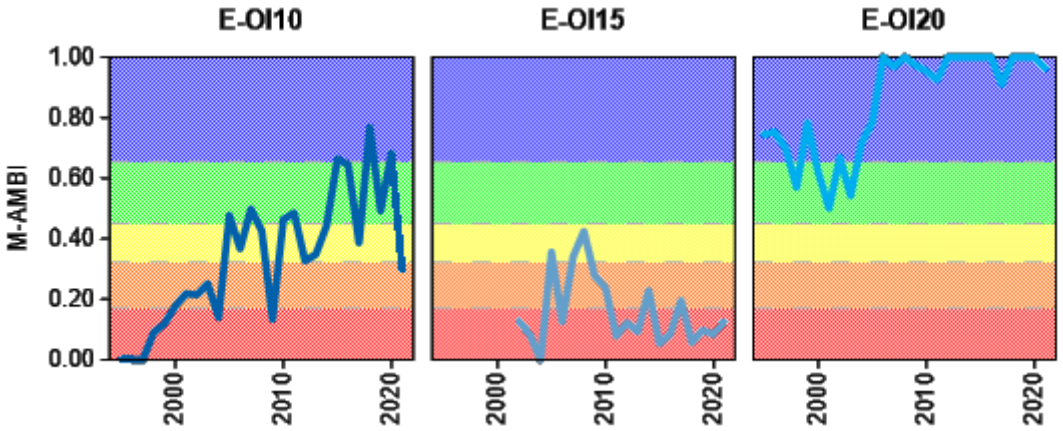


Figura 196 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua Muy Modificada del Oiartzun a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Potencial; naranja: Potencial Deficiente; amarillo: Potencial Moderado; verde: Buen Potencial; azul: Máximo Potencial).

15.3.4. Fauna ictiológica

Las últimas muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2019. Además de los datos propios de la "Red de Seguimiento", se dispone 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, presentado un máximo de riqueza en 2016 y un mínimo en 1996. El total de taxones de peces identificados es de 24. El listado de especies presentado en la figura aparece ordenado de acuerdo a 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;
- por primera vez, en 2019 se detectaron las especies Callyonimus maculatus (primita) y Anguilla anguilla (anguila) en este estuario.
- 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.

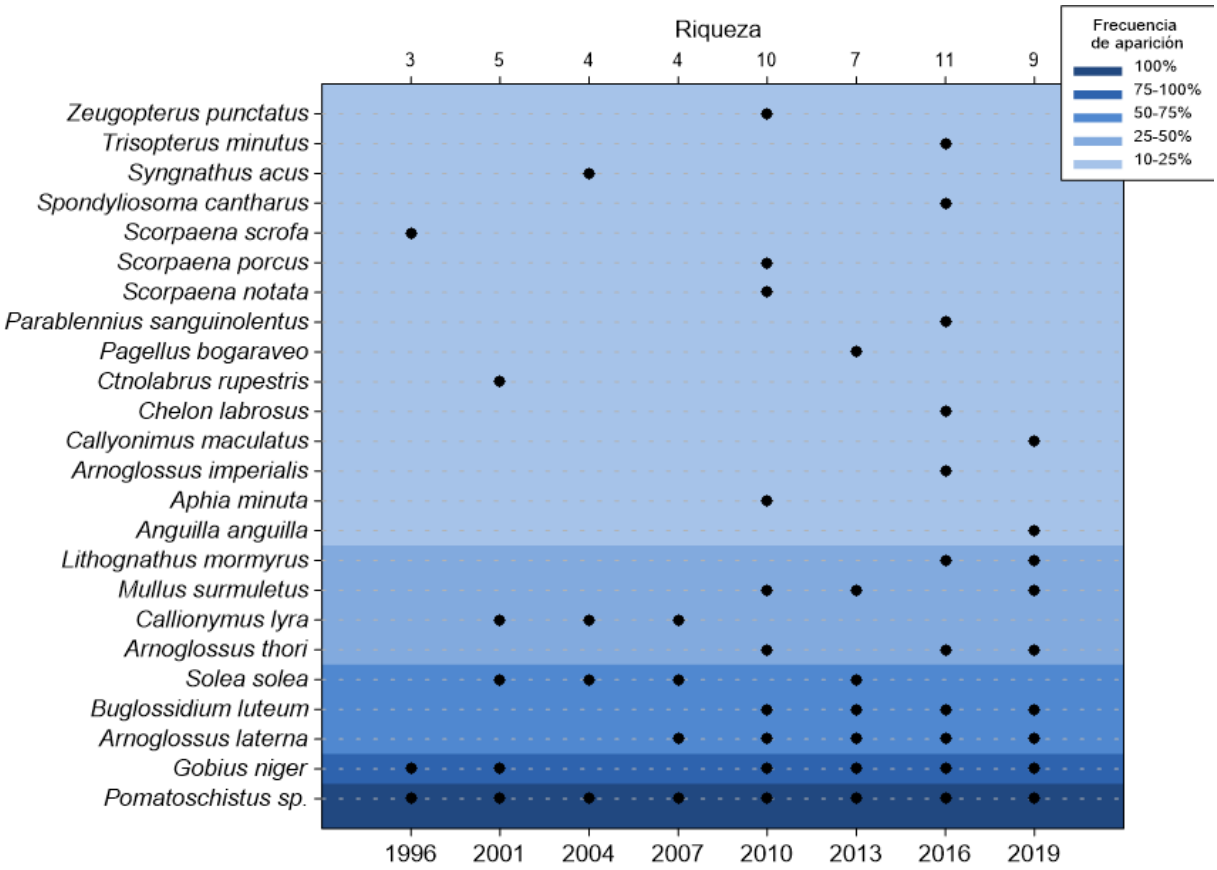


Figura 197 Listado de especies capturadas en el estuario del Oiartzun (1996-2019). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (10-25% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado.

La Figura 199 muestra la evolución de los parámetros estructurales entre 1996 y 2019. En 2019 destacan la estación media e interior2 (Herrera), estaciones que mejoran los resultados obtenidos en 2016 y, el caso del tramo interior2, alcanzando valores máximos de riqueza y diversidad. En líneas generales, se percibe una evolución positiva de la riqueza y la abundancia en las estaciones internas mientras que, en el resto de las estaciones, no se aprecia un modelo de distribución concluyente. Por último, en cuanto a la diversidad, se observan tendencias positivas en todas las estaciones, excepto en el tramo medio, tramo en el que el sistema no muestra tendencia clara.

De acuerdo a los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2019 la valoración global de la masa de agua alcanzó el 'Potencial Bueno' (Figura 198), con un valor inferior al obtenido en el muestreo anterior. 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, aunque hubo una pérdida puntual de calidad en 2004.

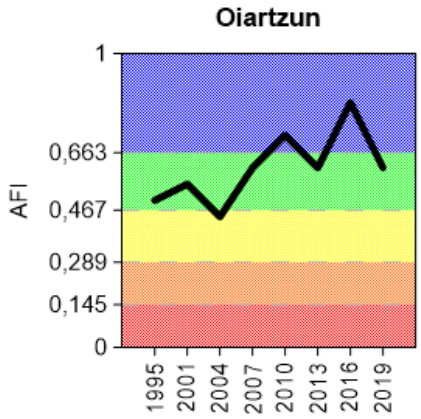


Figura 198 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para todo el estuario del Oiartzun entre 1995 y 2019. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,667; Bueno: 0,467-0,667; Moderado: 0,289-0,467; Deficiente: 0,145-0,289 Malo: ≤ 0,145. AFI: AZTI's Fish Index.

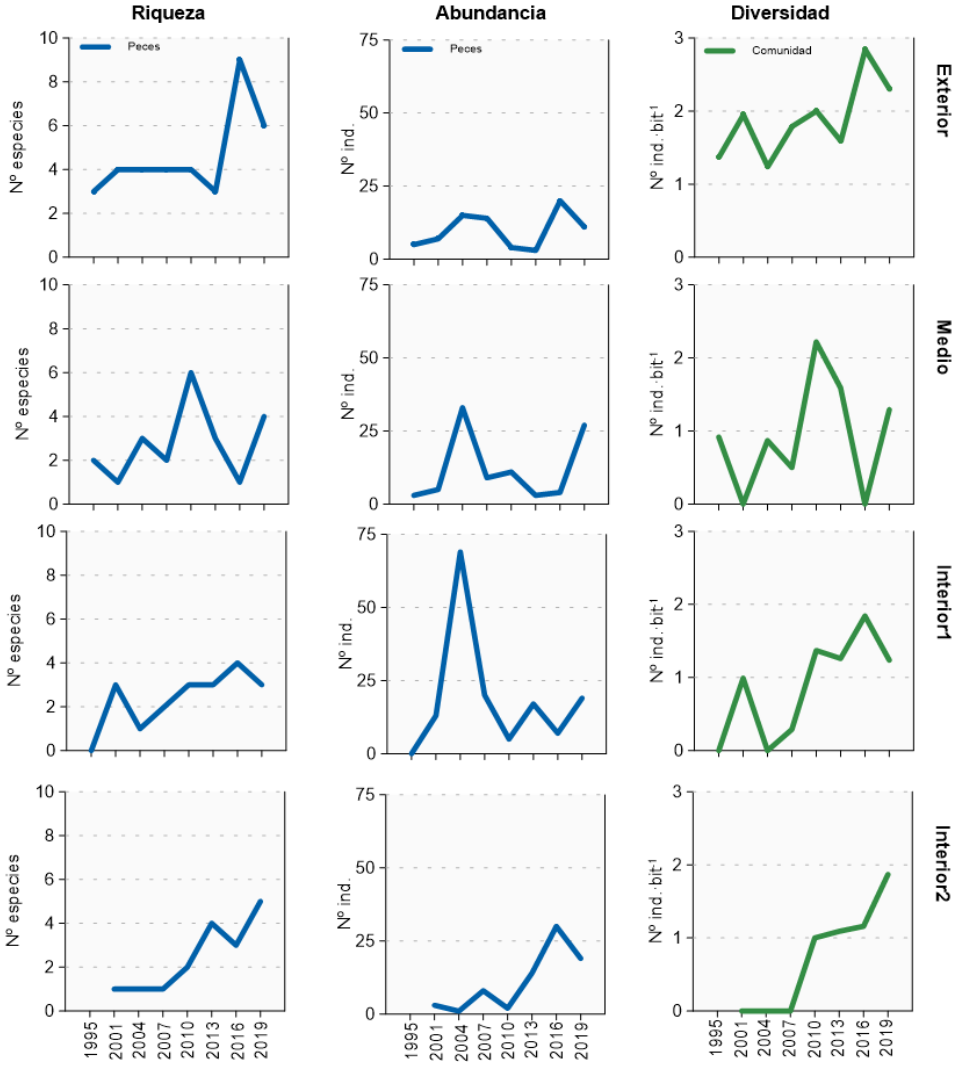


Figura 199 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Oiartzun entre 1995 y 2019.

15.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2021 no se han dado actuaciones que hayan modificado los indicadores hidromorfológicos, que 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 2019, 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, en 2020 y 2021 se ha analizado una estación para biomonitores (moluscos).

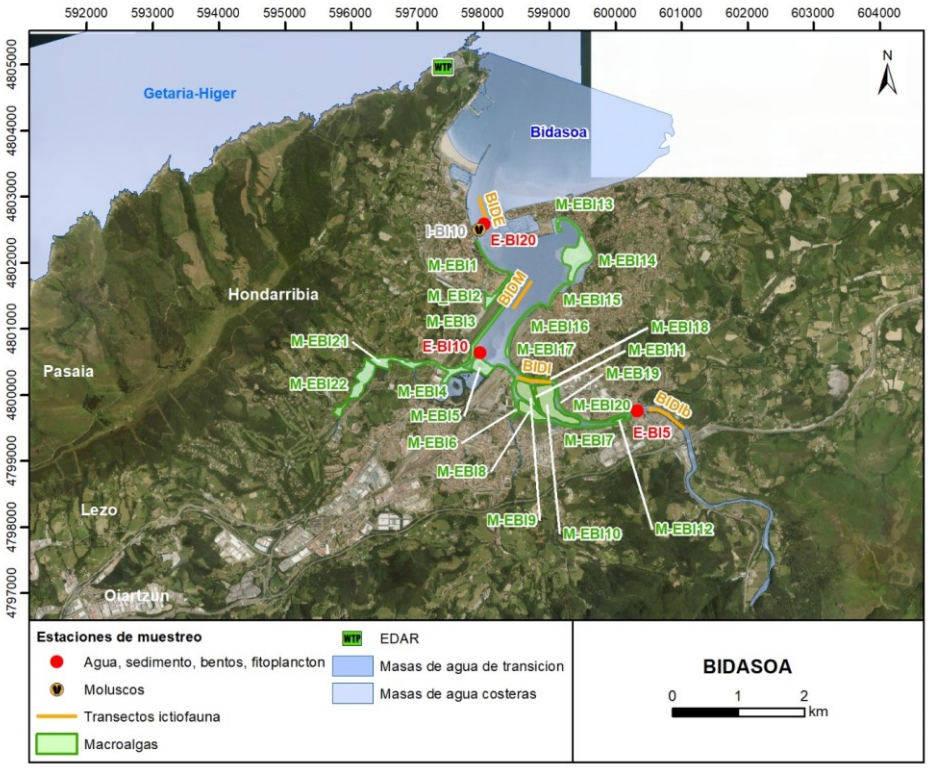
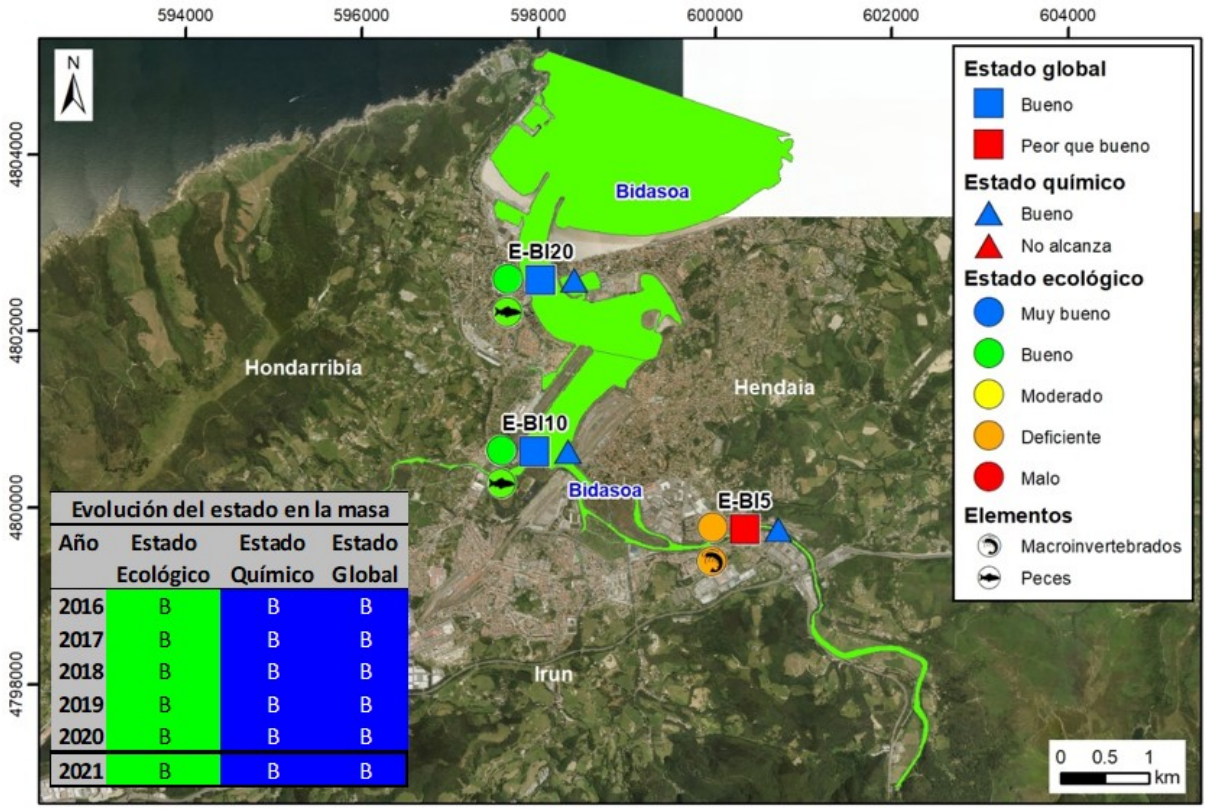


Figura 200 Ubicación de estaciones en la masa de agua de transición del Bidasoa.

La masa de agua de transición del Bidasoa se diagnostica, en la campaña 2021 en un estado bueno, ya que tanto el estado ecológico como el químico alcanzan el buen estado, aunque en la parte más interna los macroinvertebrados están en estado deficiente (Tabla 145 y Figura 201). Esta situación de cumplimiento de objetivos medioambientales se ha dado en los últimos seis años (Figura 201).



Evolución del estado en la masa

Año	Estado Ecológico	Estado Químico	Estado Global
2016	B	B	B
2017	B	B	B
2018	B	B	B
2019	B	B	B
2020	B	B	B
2021	B	B	B

Figura 201 Masa de agua de transición del Bidasoa: Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, 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 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua de transición del Bidasoa en 2021. (Claves: Macroinvertebrados (MI), fauna ictiológica (P), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). 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)	D	B	B	Mo	D	MB	MB	Mo	D	B	PqB
E-BI10	Irun (Amute)	MB	B	MB	B	B	MB	MB	Mo	B	B	B
E-BI20	Hondarribia (Txingudi)	MB	B	MB	B	B	MB	MB	Mo	B	B	B
	Bidasoa Transición	B	B	B	B	B	MB	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 físico-químicos asociados a aguas y sedimentos. Sin embargo, se han observado valores relativamente altos del índice de clorofila en la zona interior (E-B5) que han dado 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.

16.2. INDICADORES FISICOQUÍMICOS

16.2.1. Aguas

16.2.1.1. 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 2021, de las variables hidrográficas analizadas en superficie y fondo en el estuario, y de las relacionadas con el estado trófico (únicamente en superficie). Según los límites de clase de estado establecidos para los elementos de calidad fisicoquímica, tal y como revela la media calculada para cada variable en los últimos seis años, las tres estaciones (E-BI5, E-BI10 y E-BI20) cumplen con los objetivos de calidad (Tabla 146). La masa de agua de transición del Bidasoa presenta un estado fisicoquímico Muy Bueno.

Tabla 146 Evaluación del Estado Fisicoquímico en la masa de agua de transición del Bidasoa mostrando la media de los últimos 6 años. LC: límite de cuantificación.

Estación	Tramo salino	Criterio	Parámetro	Unidades	Objetivo	LC	Valor	Clase de estado
E-BI5	Oligohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	66		98,11	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤51,6	1,6	3,75	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤212,5	1,6	38,80	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤5,13	0,16	0,65	Muy Bueno
E-BI10	Mesohalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	71		88,92	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤34,3	1,6	5,93	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤121,3	1,6	32,16	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤3,39	0,16	0,79	Muy Bueno
E-BI20	Polihalino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	79		97,26	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤18,6	1,6	3,02	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤52,3	1,6	14,08	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤1,82	0,16	0,37	Muy Bueno

En relación con la evolución del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021, las estaciones E-BI5 y E-BI20 presentan una tendencia significativa a la mejora ($p<0,05$) en toda la serie. La estación E-BI10 presenta más fluctuaciones, pero mejora desde 2007. En general, las estaciones están en buen o muy buen estado fisicoquímico (Figura 202).

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 2021. 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 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).

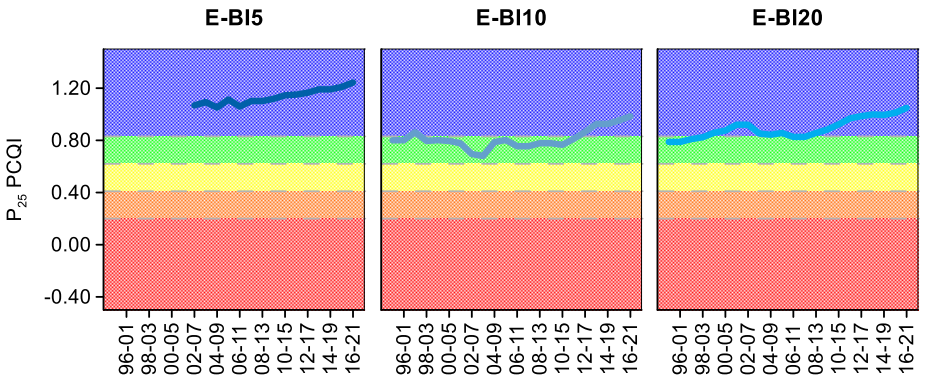


Figura 202 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones de muestreo E-BI5, E-BI10 y E-BI20 de la masa de agua de transición del Bidasoa. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy Bueno; Verde: Bueno; Amarillo: Moderado; Naranja: Deficiente y Rojo: Malo.

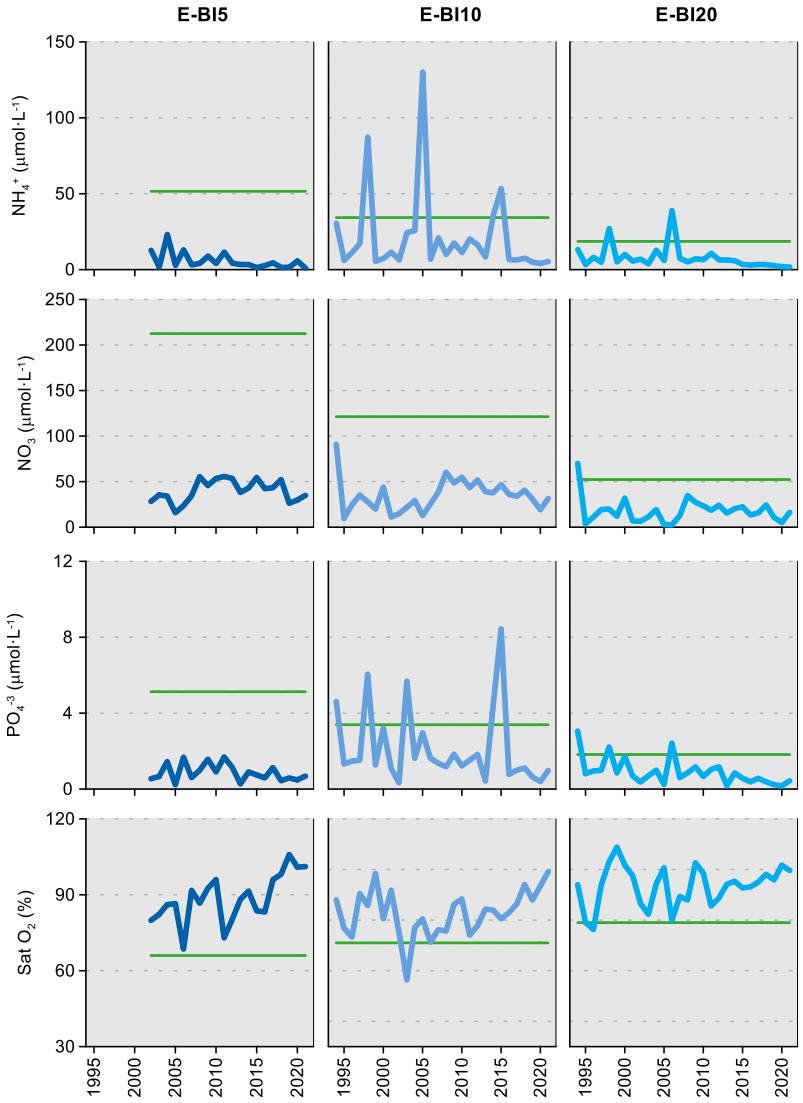


Figura 203 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

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).

16.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2021 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 2021.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-BI5	E-BI10	E-BI20	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	29,0	41,0	19,0	Muy Bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias indica que, en esta masa de agua, el TBT supera la NCA-MA en la estación E-BI5 y E-BI20 (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 2021, donde se hicieron muestreos bimestrales de agua, el promedio de su concentración en la estación E-BI5 y E-BI20 es > 0,0002 µg·l^{-1}, por lo que no alcanzaría el buen estado químico para TBT.

Sin embargo, las limitaciones del método analítico para TBT en agua (límite de cuantificación de 0,0002 µg·l^{-1}, coincidente con la NCA-MA, y una incertidumbre analítica del 25%), en combinación con el número limitado de análisis realizado (4 al año) por punto de control, y el rango de los resultados obtenidos, 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.

En la serie de control de 2021 en la masa del Bidasoa se registran 28 de 32 resultados (88%) con valores inferiores a límite de cuantificación y cuatro valores superiores a límite de cuantificación (0,0007 µg·l^{-1} en E-BI20, 0,0005 µg·l^{-1} y 0,0003 µg·l^{-1} en E-BI5 y 0,0005 µg·l^{-1} en la estación BI-8 de los muestreos específicos del Bidasoa). Si se realizara una valoración estricta y meramente matemática de los resultados, el valor medio de 2021 obtenido en E-BI5 (0,00025 µg·l^{-1}) y en E-BI20 (0,00025 µg·l^{-1}) reflejaría la superación de la NCA-MA (0,0002 µg·l^{-1}) y, por tanto, indicaría un mal estado químico en los puntos de control E-BI20 y E-BI5, y en el conjunto de la masa Bidasoa transición en 2021. Sin embargo, si a estos resultados le incorporamos la incertidumbre analítica, se plantean dudas razonables sobre el cumplimiento o no de buen estado químico, lo que exige realizar valoraciones adicionales:

- En la serie analítica del periodo 2015-2021, solo en dos casos se supera el valor NCA-CMA (0,004 y 0,0016 µg l^{-1}, en 2015 y 2018, respectivamente), siendo uno de ellos muy cercano al

valor NCA-CMA (0,0015 µg·l^{-1}).

- En el trabajo de investigación que se está llevando a cabo en la masa de transición del Bidasoa (Larreta et al., 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 2021 se daría incumplimiento en dos puntos de control).

- En los estudios de bioacumulación llevados a cabo por Francia en ostras, se observa que en los últimos 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 2021.

- En estudios realizados en 2021 para evaluar el grado de imposex en gasterópodos, se ha visto que las hembras de gasterópodos en la dársena deportiva de Hondarribia han pasado de estar afectadas el 100% con imposex y un valor de VDSI4 de 4, en 2007, a un 9% y VDSI4 <<1 en 2021, lo que indicaría una afección baja (Larreta et al., 2022).

- En este estudio de 2021 además se evidencia que en los puertos pesquero y deportivo de Hondarribia el nivel de TBT en biota y el grado de imposex ha disminuido drásticamente desde 2007, acorde a la prohibición del uso de TBT como componente de las pinturas antiincrustantes.

Por todo lo anterior consideramos que se dan las circunstancias necesarias para diagnosticar que la masa Bidasoa transición se encuentra en buen estado químico en 2021.

Tabla 148 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua de transición del Bidasoa en 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	E-BI5	E-BI10	E-BI20	Global
Tributilo de estaño	NCA-MA Agua	0,0002	0,0002	0,00025	<LC	0,00025	No Cumple
Tributilo de estaño	NCA-CMA Agua	0,0015	0,0002	0,00050	<LC	0,00070	Cumple
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	0,0007	<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	0,0008	0,0013	<LC	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0008	0,0019	<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	0,0004	<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
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	1,05	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	2,30	<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	3,20	<LC	<LC	Cumple
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	3,2	<LC	<LC	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

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.

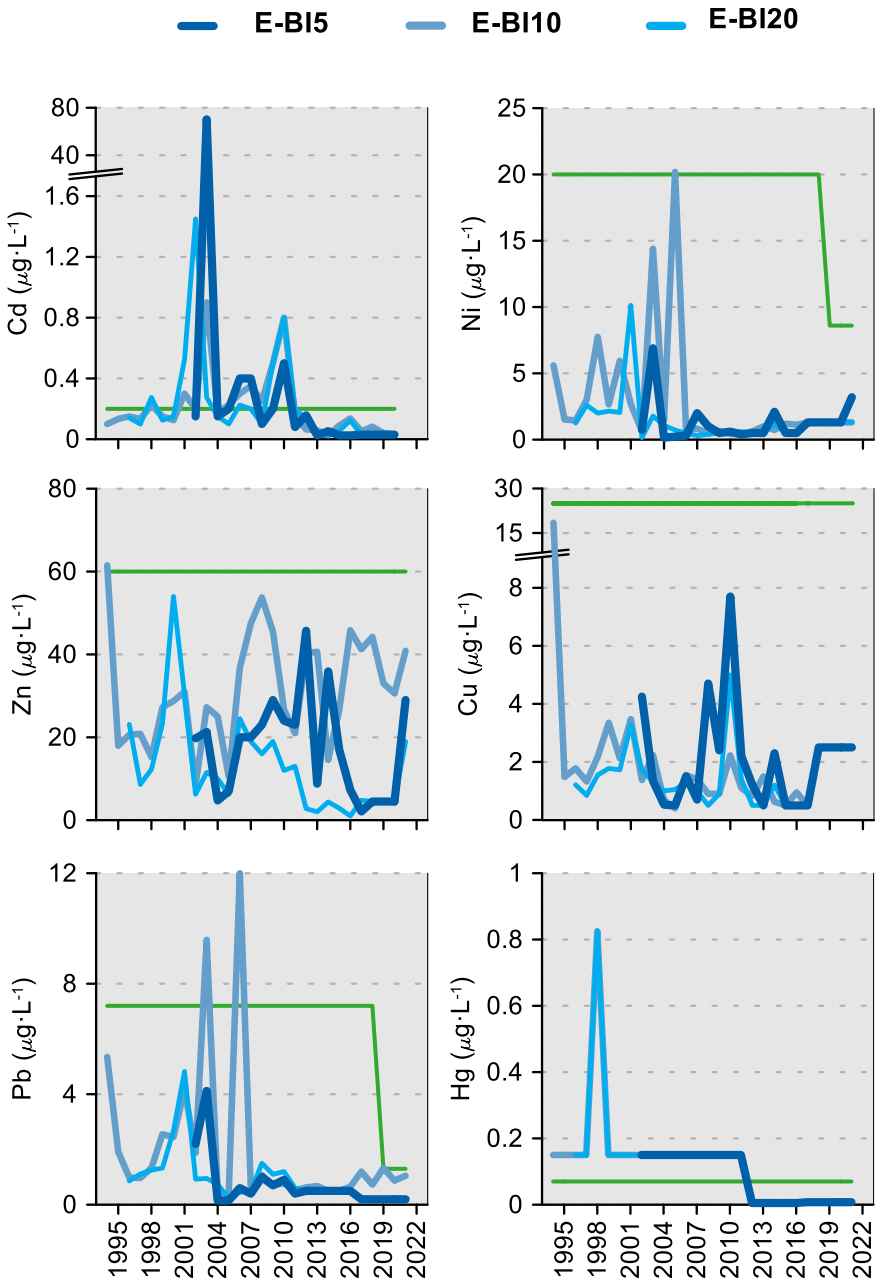


Figura 204 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa en el periodo que abarca desde 1996 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

16.2.2. Sedimentos

En la campaña de 2021, 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. La estación E-BI10 presenta un sedimento gravo-arenoso mientras que la estación E-BI5 es limo-arenosa y la estación E-BI20 es arenosa (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 de la zona más interna del estuario (E-BI5)

es la que presenta el mayor contenido en materia orgánica al tratarse de un sedimento con mayor contenido en limos (Tabla 149), mientras que la estación más externa (E-BI20), con mayor contenido en arenas, muestra el valor más alto de potencial redox.

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 2021.

E-BI5 (Fecha de muestreo: 02/02/2021)				E-BI10 (Fecha de muestreo: 02/02/2021)				E-BI20 (Fecha de muestreo: 02/02/2021)			
Gravas (%)	0,03	Cd	0,28	Gravas (%)	10,04	Cd	1,4	Gravas (%)	0,2	Cd	0,07
Arenas (%)	54,75	Cr	45	Arenas (%)	85,98	Cr	84	Arenas (%)	99,76	Cr	23
Limos (%)	45,22	Cu	33	Limos (%)	3,98	Cu	90	Limos (%)	0,04	Cu	37
MO (%)	10,05	Hg	0,1	MO (%)	1,49	Hg	0,31	MO (%)	0,28	Hg	<0,05
Eh (mV)	49	Ni	31	Eh (mV)	90	Ni	43	Eh (mV)	362	Ni	11
		Pb	45			Pb	413			Pb	32
		Zn	151			Zn	685			Zn	469

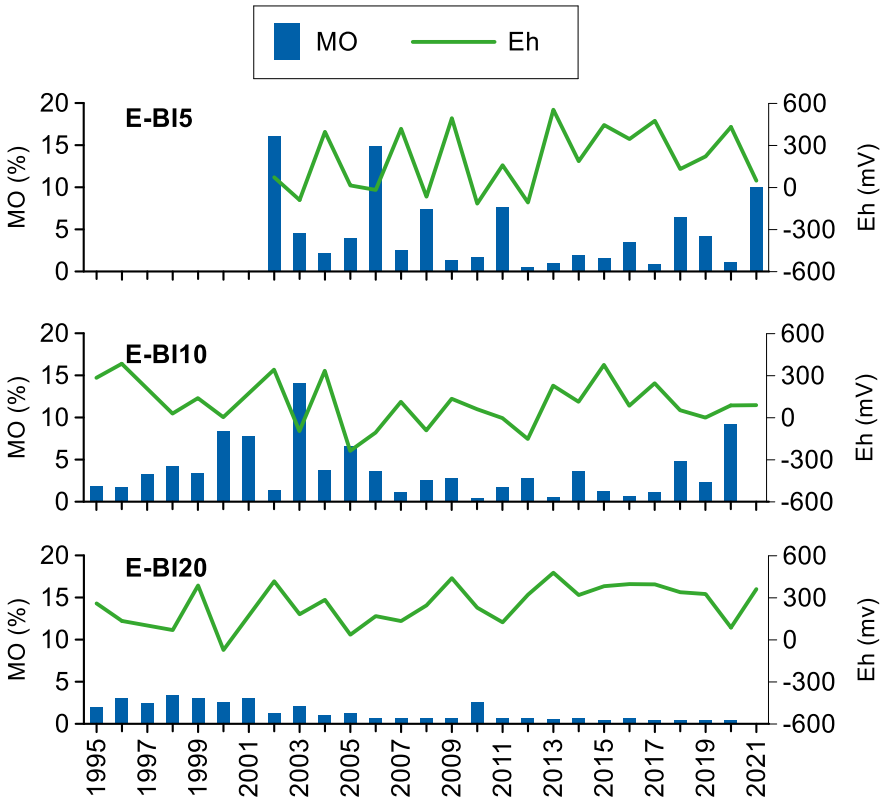


Figura 205 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua de transición del Bidasoa (muestreos de invierno).

En relación con la concentración de metales, en la campaña de invierno de 2021, la estación intermedia (E-BI10) presenta mayor concentración para todos los metales (Tabla 149).

La Figura 206 muestra la evolución temporal de metales en la fracción fina de los sedimentos muestreados en las campañas de invierno.

En cuanto al análisis de tendencias a largo plazo, teniendo en cuenta el período representado en la Figura 206, en la estación E-BI5 se mantiene la tendencia decreciente estadísticamente significativa en las concentraciones de Cu y Zn.

En la estación E-BI10 se observa tendencia creciente significativa en las concentraciones de todos los metales excepto del Hg. 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 que puede considerarse como de acúmulo de materiales, lo que explicaría unos valores algo más elevados de contaminantes. Además, como se ha comentado en el apartado de físico-química, 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 observa una tendencia decreciente significativa en las concentraciones de Cd, Cu y Hg.

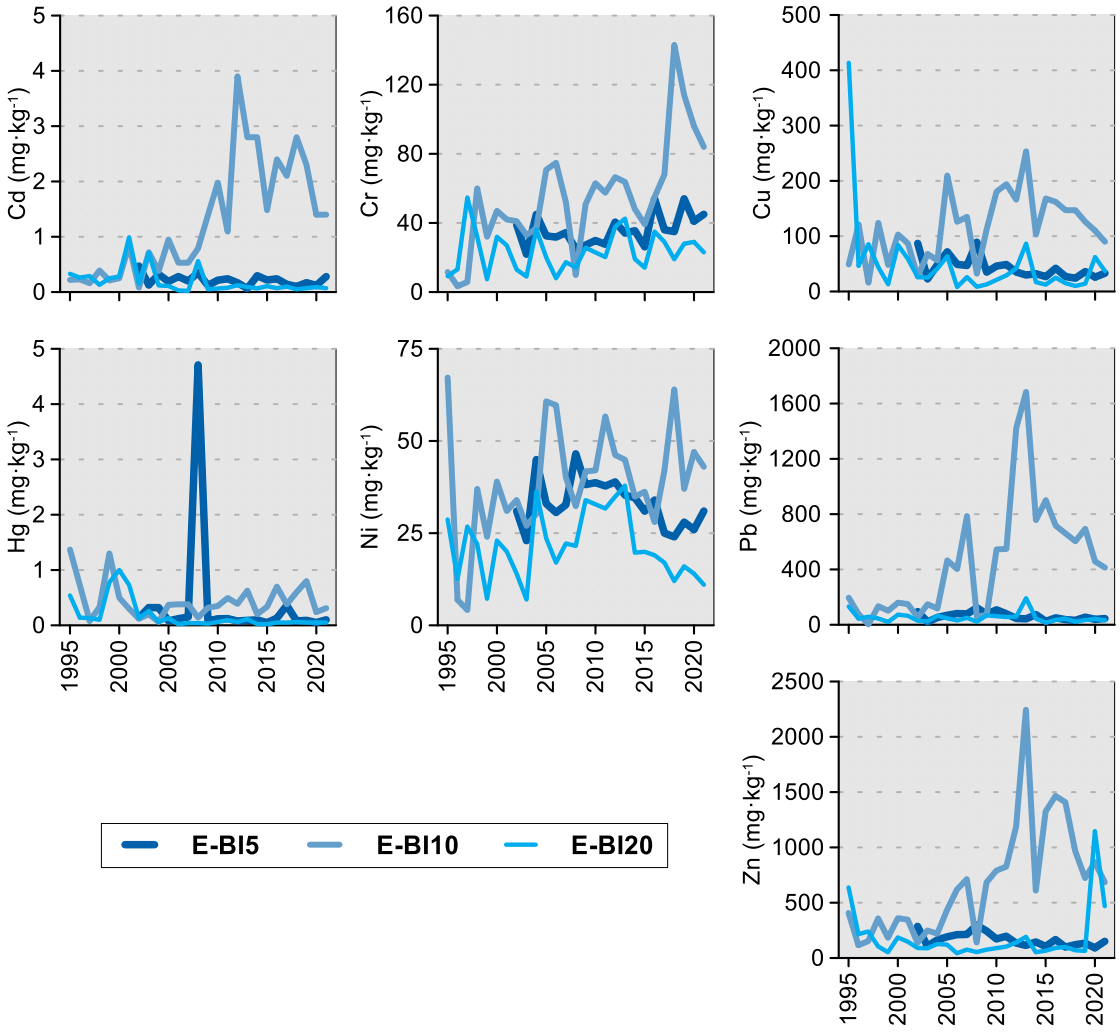


Figura 206 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua de transición del Bidasoa (muestreos de invierno).

16.2.3. Biomonitores

En la campaña de 2021, 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 buenos indicadores 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 2021, basada en las sustancias prioritarias en biota (µg kg^{-1} en peso húmedo). NCA: norma de calidad ambiental; LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	I-BI10	Global
Fluoranteno	NCA biota	30	0,03	1,045	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA biota	5	0,03	0,057	Cumple
Estado Químico				Bueno	Bueno

16.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

16.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a en 2021** varió en un rango estrecho, entre 0,18 y 5,44 µg·L^{-1}, valores que se pueden considerar normales dentro de la variabilidad natural de los estuarios. En verano se observó el máximo en aguas de carácter polihalino que ocuparon la zona inferior del estuario (E-BI20) (Figura 207).

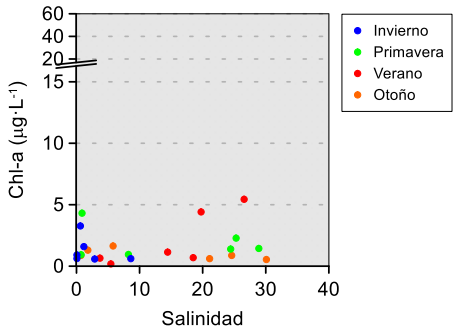


Figura 207 Variación de la concentración de clorofila a lo largo del gradiente salino de la masa de agua de transición del Bidasoa en las cuatro épocas de estudio durante 2021. Los datos son de superficie, en pleamar y bajamar.

En comparación con otras masas de agua de transición del mismo tipo (T10, estuarios submareales), los picos de clorofila observados en 2021 en el estuario del Bidasoa estuvieron en el rango de los del Nerbioi Exterior y los del Oiartzun (4−6 µg·L^{-1}), pero fueron algo menores que los del Nerbioi Interior (en aquél alcanzaron unos 9 µg·L^{-1}).

En cuanto a la influencia antrópica sobre el fitoplancton, 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, lo que suponía un riesgo de eutrofización para la zona media del estuario y también aguas abajo. En años más recientes las aguas en esta estación ya no presentan ese tipo de incumplimientos. En las otras dos estaciones del estuario ya antes se había observado un descenso en las concentraciones de ambos nutrientes (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 et al., 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.

La biomasa en la cabecera del estuario (E-BI5) presentaba una tendencia de aumento desde finales de la década de 2000 que, aunque parecía haber cesado, se intensificó en 2019 por efecto de picos de clorofila de intensidad moderada y alta que se hicieron cada vez más frecuentes durante primavera. Hay que destacar que las concentraciones más altas de la serie histórica se registraron en 2017 y 2019 (aproximadamente 30-60 µg·L^{-1}). Por ello, aunque esta estación se encontraba lejos de sobrepasar el nivel que implica incumplimiento para aguas de carácter oligohalino (13,2 µg·L^{-1}) en algunos periodos

recientes no cumplió su objetivo (Figura 208).

En las estaciones E-BI10 y E-BI20 la biomasa fitoplanctónica muestra periodos en los cuales tiende a aproximarse a los límites de incumplimiento (Figura 208). Estas variaciones son coherentes en bastante medida con la evolución de los picos de amonio y fosfato en la estación E-BI10 (Revilla et al., 2011). Por lo que se espera que, con un saneamiento adecuado en la parte media del estuario, la clorofila seguirá cumpliendo los objetivos en estas dos estaciones. De hecho, a partir del periodo 2007-2012, aproximadamente, presentan valores más bajos en ese indicador de biomasa (Figura 208).

La clorofila en la zona exterior del estuario (E-BI20) es muy probable que se vea, además, influida por los cambios en las condiciones océano-meteorológicas que tienen lugar a amplia escala espacial (factores como 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).

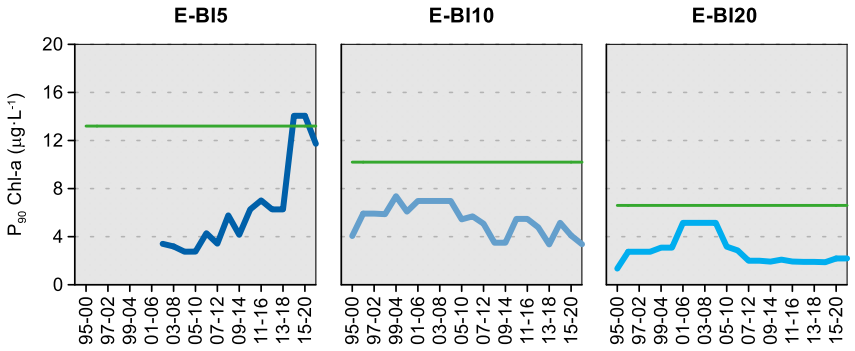


Figura 208 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua de transición del Bidasoa. Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado con valores de superficie (pleamar y bajamar), de las cuatro épocas del año, en periodos móviles de seis años. Líneas verdes: objetivo de calidad para aguas oligohalinas (E-BI5), mesohalinas (E-BI10) y polihalinas (E-BI20).

En cuanto a la **composición y abundancia del fitoplancton**, en la Tabla 151 se muestran las variables que describen de manera general a la comunidad fitoplanctónica, durante las campañas de primavera y verano, en aguas de superficie.

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.

		12/05/2021			02/09/2021		
Parámetro	**Unidad**	**E-BI5**	**E-BI10**	**E-BI20**	**E-BI5**	**E-BI10**	**E-BI20**
Abundancia	(10^3 células·L^{-1})	672	647	176	436	17078	9865
Diversidad	(bit·cel^{-1})	1,5	2,4	4,0	2,9	2,8	3,6
Riqueza	(# *taxa*)	16	27	46	18	36	53

En primavera ninguna especie alcanzó el umbral de “bloom”. La más abundante en E-BI5 fue la criptofícea *Urgorri complanatus* (483·10^3 células·L^{-1}), que es habitual en primavera en las zonas de cabecera de los estuarios del País Vasco y, aunque no es tóxica, puede producir coloración del agua. Por ejemplo, en mayo de 2019 dio lugar a una importante floración en E-BI5 (16·10^6 células·L^{-1}), aunque en 2020 no se observaron abundancias tan elevadas en el Bidasoa (64·10^3 células·L^{-1}).

En la muestra de primavera de E-BI10 dominó la euglenofícea *Eutreptiella eupharyngea* (372·10^3 células·L^{-1}). Algunos autores han observado una relación entre la abundancia de *Eutreptiella* spp. y la carga de nutrientes y consideran a este taxón indicador de eutrofización (Nincevic-Gladan et al., 2015).

En verano la abundancia celular se incrementó de forma muy acusada en las zonas media e inferior

del estuario (Tabla 151). Aunque varias de las especies que produjeron floraciones se encontraron en ambas, los valores más altos se observaron en E-BI10. Destacaron las criptofíceas (especialmente *Plagioselmis* spp., pero también *Teleaulax amphioxeia* y *Hemiselmis* spp.), prasinofíceas (*Pyramimonas* spp.) y pequeñas formas no identificables (tanto autótrofas, como heterótrofas), entre otros taxones. En la estación más marina también se observó una floración de ulvofíceas (*Oltmannsiellopsis* spp., $807 \cdot 10^3$ células$\cdot L^{-1}$).

En relación con el **estado asociado al fitoplancton**, en el último periodo de evaluación la calificación varía según la zona del estuario. 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 **"Bueno"** (**EQR = 0,570**).

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($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2016-2021	E-BI5	11,73	0,375
	E-BI10	3,37	1,009
	E-BI20	2,19	1,005
	Bidasoa Transición	5,5978*	0,570

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

A largo plazo, el estado evaluado en base a la biomasa del fitoplancton (clorofila-a) ha presentado oscilaciones, pero siempre en la franja de cumplimiento (Figura 209). Recientemente se ha observado un brusco descenso en el EQR, lo que ha dado lugar a que desde el periodo 2014-2019 la calificación del fitoplancton en la masa de agua sea de buen estado. Este cambio se debe, sobre todo, a los picos de clorofila que han tenido lugar en la cabecera del estuario en primavera. Aunque no se descartan factores antrópicos, la acumulación de biomasa en la zona superior es un fenómeno que también se está observando en otros estuarios. Por ejemplo, en primavera de 2019, cuando se midió el máximo absoluto de la serie de datos de la estación E-BI5 (61 $\mu g \cdot L^{-1}$) también se observaron fuertes picos de clorofila en las cabeceras del Artibai y del Barbadun. En este sentido, las condiciones meteorológicas y de caudal en esa época podrían haber sido una causa natural que interfiriese con el indicador de biomasa fitoplanctónica en los tramos oligohalinos de los estuarios.

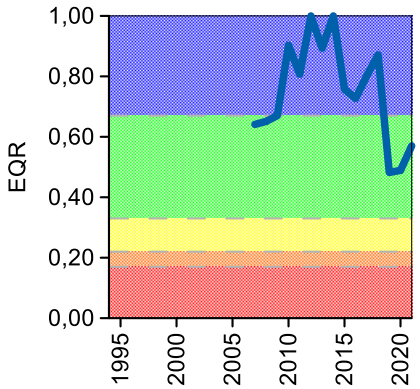


Figura 209 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la Masa de Agua de Transición del Bidasoa a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

Por otra parte, aunque la abundancia celular y la frecuencia de "blooms" no se tengan en cuenta actualmente para la evaluación del estado del fitoplancton, estas variables se siguen estudiando en el estuario del Bidasoa al haberse observado su aumento en la estación E-BI10 a lo largo de la década de 2010. Los vertidos esporádicos de nutrientes de origen antrópico que ha soportado la zona media del estuario hasta el año 2015 pueden haber 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 estas floraciones no deriven en picos de clorofila destacables puede ser debido a un tamaño muy pequeño de las células o a su naturaleza heterótrofa en algunos casos.

16.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Las comunidades de macroalgas del estuario fueron muestreadas trienalmente entre 2004 y 2019, por lo que la evaluación de 2021 corresponde a la campaña de 2019. En la Tabla 153 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 2019 fue de Estado Moderado para el tramo interior del estuario (dejando de lado las marismas de Jaizubia), y de Buen Estado para las marismas de Jaizubia y para el resto del estuario. Con estos resultados, la calificación para el global de la masa de agua fue de **Buen Estado** (Tabla 153). Por tanto, se mantiene la valoración de las campañas anteriores. Sin embargo, hay que resaltar que el tramo exterior pasó de Muy Buen Estado en 2010-2016 a Buen Estado en 2019. Este empeoramiento se debió, principalmente, a un incremento en la cobertura de especies indicadoras de contaminación y a una reducción de la cobertura total en algunas de las zonas analizadas en dicho transecto.

Tabla 153 Calidad biológica de las macroalgas en cada una de las estaciones de la Masa de Agua de Transición del Bidasoa, así como para el global, en cada una de las campañas muestreadas (naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

Campaña	Estación				Global
	Jaizubia	E-BI5	E-BI10	E-BI20	
2004	-	0,299	0,592	0,797	0,669
2007	0,750	0,339	0,605	0,769	0,696
2010	0,750	0,375	0,663	0,849	0,736
2013	0,750	0,529	0,659	0,851	0,743
2016	0,625	0,505	0,694	0,851	0,705
2019	0,688	0,541	0,751	0,754	0,720

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

16.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

El estuario presenta un tramo interno en el que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se encuentra dominada por el grupo de los oligoquetos, cuya dominancia limita el valor de diversidad de la comunidad, que presenta el mínimo del seguimiento (Tabla 154). La densidad, en cambio, es del orden del promedio histórico de la estación (1.267 ind·m^{-2}), la densidad presenta el valor mínimo del seguimiento de la estación (136 ind·m^{-2}), con una riqueza que alcanza el mínimo del seguimiento y una biomasa también baja e inferior al promedio histórico (0,43 g·m^{-2}). Como consecuencia de la dominancia de los oligoquetos (GE V), la calificación de la estación E-BI5, en términos de AMBI, es fuertemente alterada (AMBI=5,8).

En cambio, en la zona próxima a la desembocadura de la regata de Jaizubia destacan los oligoquetos,

seguidos por el gasterópodo *P. ulvae* y el poliqueto *S. eunateae*. Cabe destacar que el anfípodo de origen asiático *G. japonica*, que apareció por primera vez en la cuenca del Bidasoa en la campaña de 2019, volviendo a encontrarse en 2020 y en 2021. En cuanto a los parámetros estructurales determinados, la densidad presenta un valor superior al promedio histórico (1.328 ind·m^{-2}), con una riqueza del orden del promedio (12 *taxa*) y una biomasa inferior (13,49 g·m^{-2}) (Tabla 154). Por otro lado, dominan las especies tolerantes al enriquecimiento orgánico, aunque con densidad relativa importante de los oportunistas de primer orden, lo que explica que la estación quede calificada, en términos de AMBI, como moderadamente alterada (AMBI=4,0).

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})	943	2.383	25
Biomasa	(g·m^{-2})	0,120	11,081	0,302
Riqueza	(*# taxa*)	7	12	10
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	0,45	2,67	3,07
Equitabilidad densidad		0,16	0,75	0,92
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	1,40	2,13	0,54
Equitabilidad biomasa		0,50	0,59	0,16
Diversidad máxima	(bit)	2,81	3,58	3,32
AMBI		5,814	3,986	1,938
Clasificación AMBI		Alteración Fuerte	Alteración Moderada	Alteración Ligera
M-AMBI$_{estación}$		0,232	0,861	0,811
M-AMBI$_{global}$		0,631		

En el tramo exterior, como viene siendo habitual, se ha encontrado una comunidad pobre, con tan sólo 25 ind·m^{-2}, con una riqueza específica en torno al promedio de la estación (11 *taxa*) (Tabla 154). En este caso, domina el GE I, con densidad relativa moderada de las especies indiferentes a la alteración del medio (GE II) y, en menor grado, de oportunistas de primer orden, lo que da lugar a una calificación para la estación, en términos de AMBI, de alteración ligera (AMBI=1,9).

En cuanto a los valores de M-AMBI estimados para 2021, indican Estado Deficiente para la estación más interior (E-BI5), con Muy 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).

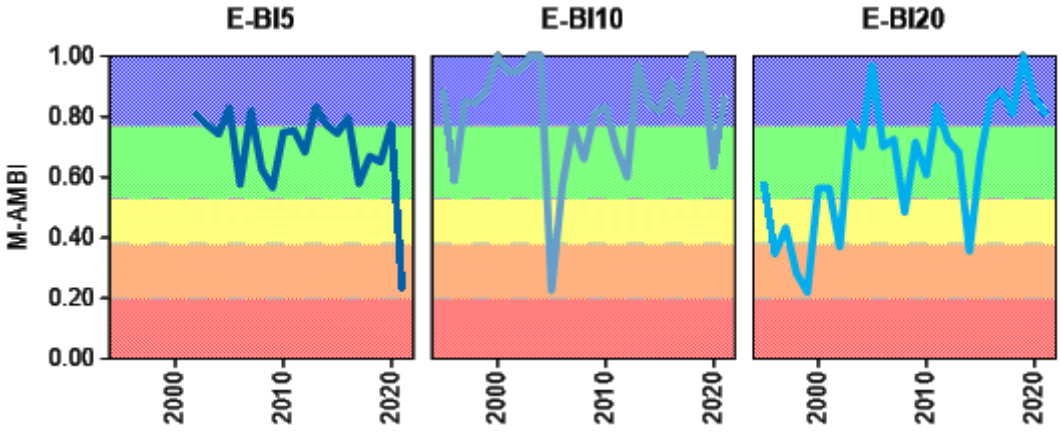


Figura 210 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las dos estaciones muestreadas en la Masa de Agua de Transición del Bidasoa a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

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 la presente campaña de 2021, sin

duda causado por la fuerte dominancia de los oligoquetos, que ha afectado tanto al valor de diversidad de la estación (reduciéndolo), como al valor de AMBI (aumentándolo). Probablemente, este incremento se haya debido al aumento importante detectado en la concentración de materia orgánica en el sedimento (de 1,2% en 2020 a 10% en 2021), sin que se conozca su origen. Será importante mantener la vigilancia sobre la zona para comprobar si se trata de un evento puntual o si, por el contrario, existe algún cambio en las presiones de la zona que expliquen la variación.

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 vio interrumpida en la pasada campaña de 2020 (aunque la calificación de la estación fue de Buen Estado). En el informe correspondiente a dicha campaña, 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 presente campaña de 2021, en cambio, se observa una recuperación. 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 siete últimas campañas se han detectado valores de EQR mayores que en 2014, y con tendencia positiva.

16.3.4. Fauna ictiológica

Las muestras de fauna demersal fueron recogidas durante la campaña de 2019. 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 (1996 a 2019) 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, presentado 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 a 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); y en 2010 fue detectada la especie alóctona *Zebrus zebrus* (gobio cebra), especie propia del Mediterráneo.

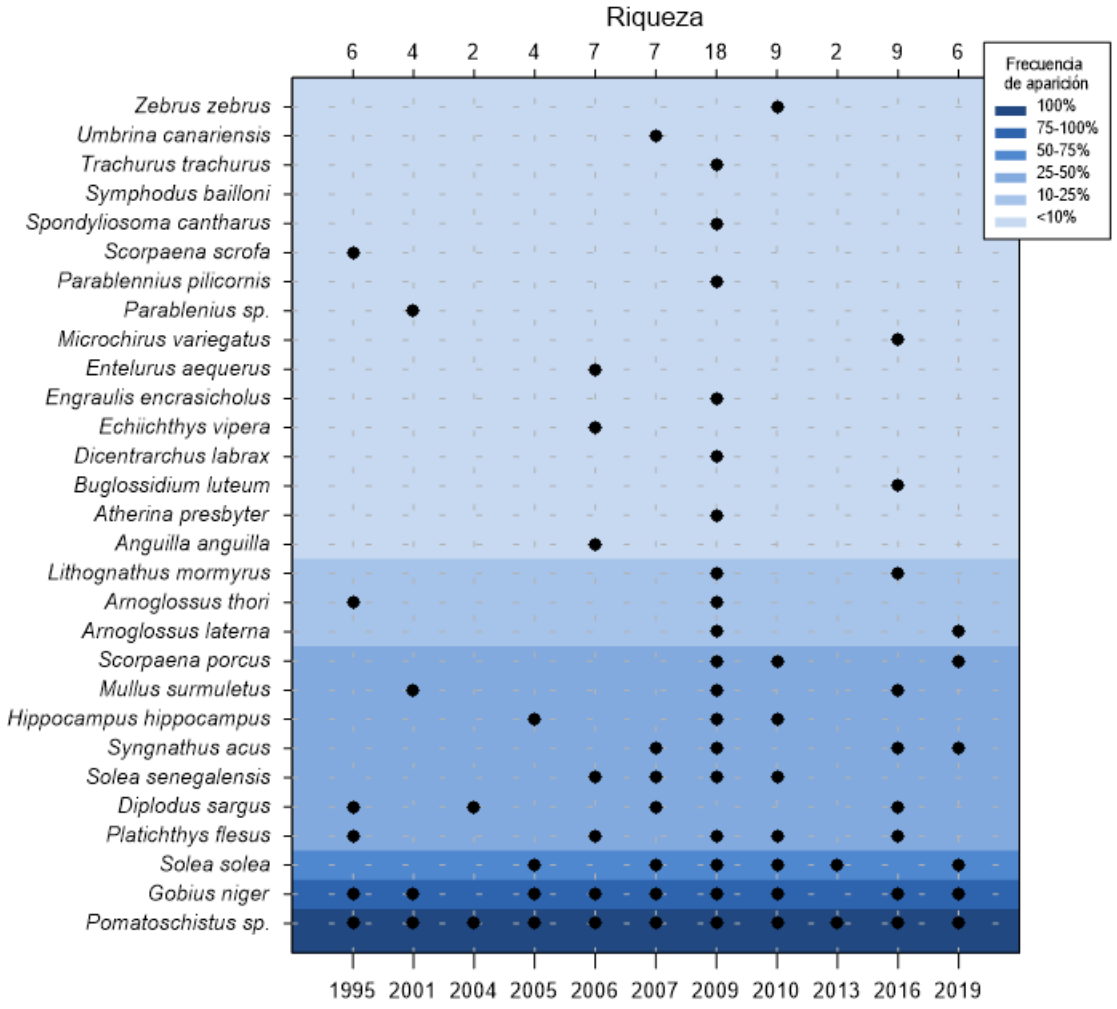


Figura 211 Listado de especies capturadas en el estuario del Bidasoa (1995-2019). El gradiente de color indica la frecuencia de aparición: parte del azul oscuro (100% ocasiones) al azul más claro (<10% ocasiones). El eje X superior indica el número de especies identificado en cada año muestreado.

La Figura 212 muestra la evolución de los parámetros estructurales entre 1995 y 2019. En 2019 todas las estaciones, excepto la estación media, muestran valores inferiores o similares a los obtenidos en 2016. De hecho, la diversidad muestra un valor mínimo en la estación Interior1. En líneas generales, el análisis de la serie histórica indica empobrecimiento general del sistema, si bien la estación media muestra una ligera tendencia positiva.

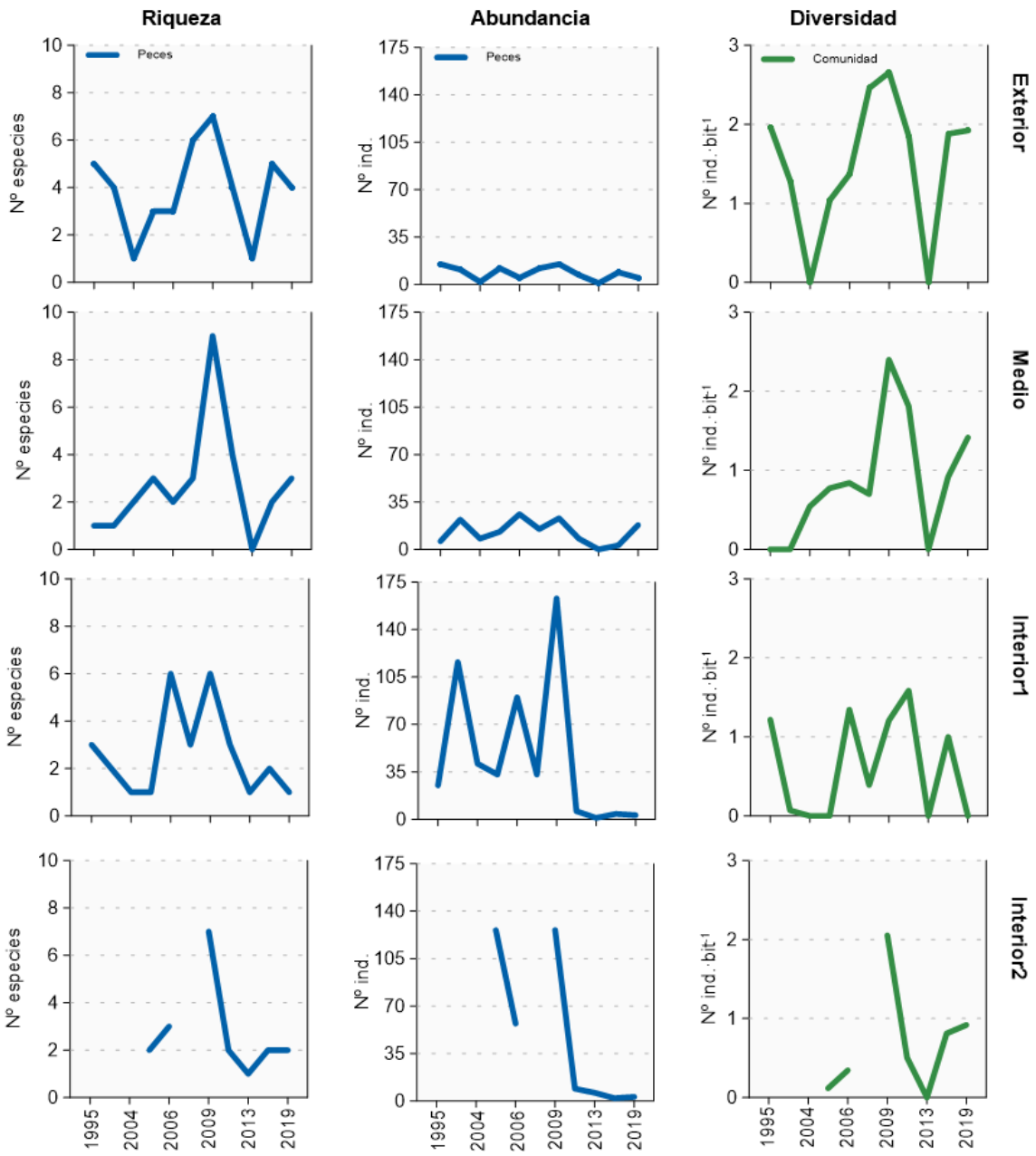


Figura 212 Evolución de la riqueza, abundancia y diversidad de taxones en cada uno de los tramos muestreados en el estuario del Bidasoa entre 1995 y 2019. En 1995, 2001, 2004 y 2007 la estación interior 2 no fue muestreada.

De acuerdo a los rangos establecidos para la clasificación de la calidad, en 2019 la valoración global de la masa de agua alcanza la calificación de 'Bueno', valor algo menor al obtenido en 2016 (Figura 213).

En líneas generales el estuario muestra una tendencia positiva desde 2006, ganando calidad año tras año si bien, en 2013 se produjo un empeoramiento acusado.

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.

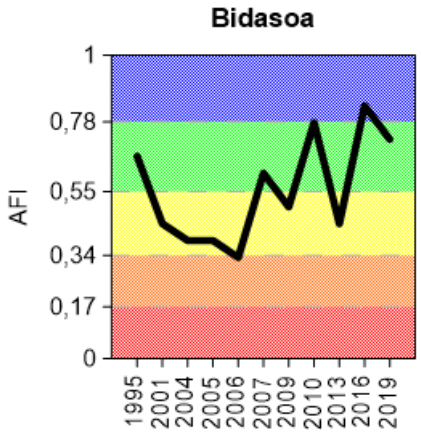


Figura 213 Valores de la calidad biológica de peces demersales obtenidos para todo el estuario del Bidasoa entre 1995 y 2019. Rangos establecidos para la clasificación de la calidad: Muy bueno: ≥ 0,667; Bueno: 0,467-0,667; Moderado: 0,289-0,467; Deficiente: 0,145-0,289 Malo: ≤ 0,145. AFI: AZTI's Fish Index.

16.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2021 se ha llevado a cabo un dragado de 2.000 m^3 en la dársena pesquera para mantenimiento de calados, pero no supone 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 de 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.

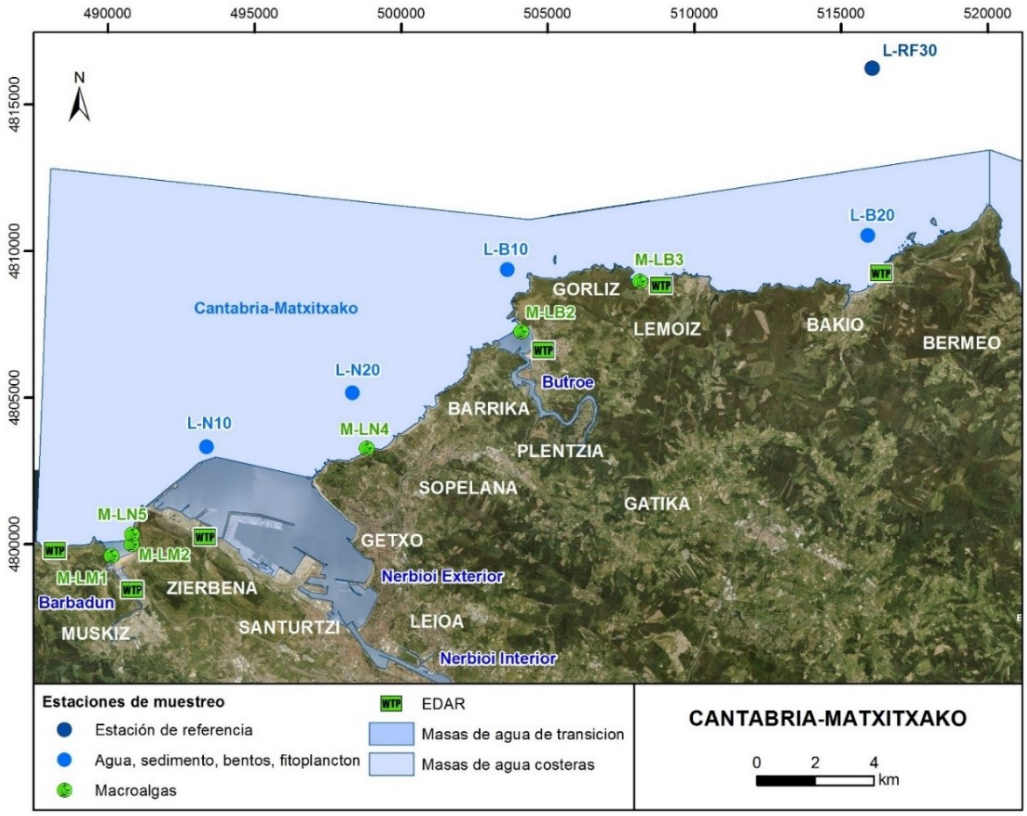


Figura 214 Ubicación de estaciones en la masa de agua Cantabria-Matxitxako.

La masa de agua costera Cantabria-Matxitxako se diagnostica en la campaña 2021 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.

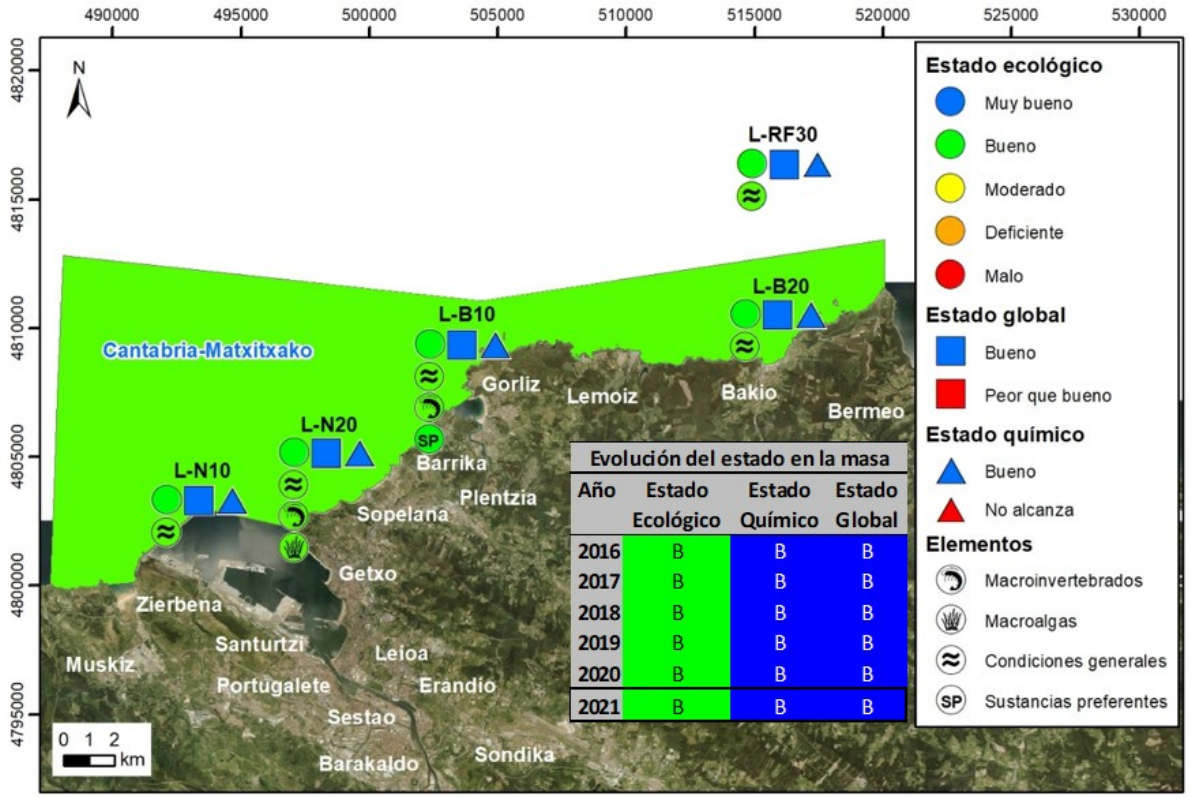


Figura 215 Masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako: Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los 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 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako en 2021. (Claves: Macroinvertebrados (MI), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). 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)	B	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B
L-B10	Litoral de Gorliz (cabo Villano)	B	MB	MB	B	B	B	MB	B	B	B
L-B20	Litoral de Bakio (Butroe)	MB	MB		MB	B	MB	MB	B	B	B
	Cantabria-Matxitxako	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
L-RF30	Litoral Butroe - plataforma	MB	MB		MB	B	MB	MB	B	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 2021, 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 como 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		102,82	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,67	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	4,49	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,37	Bueno
L-N20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		105,10	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,70	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	5,31	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,48	Bueno
L-B10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		104,33	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,44	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	2,73	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,57	Bueno
L-B20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,94	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,26	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	2,30	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,25	Bueno
L-RF30	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,65	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,38	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	2,18	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,25	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).

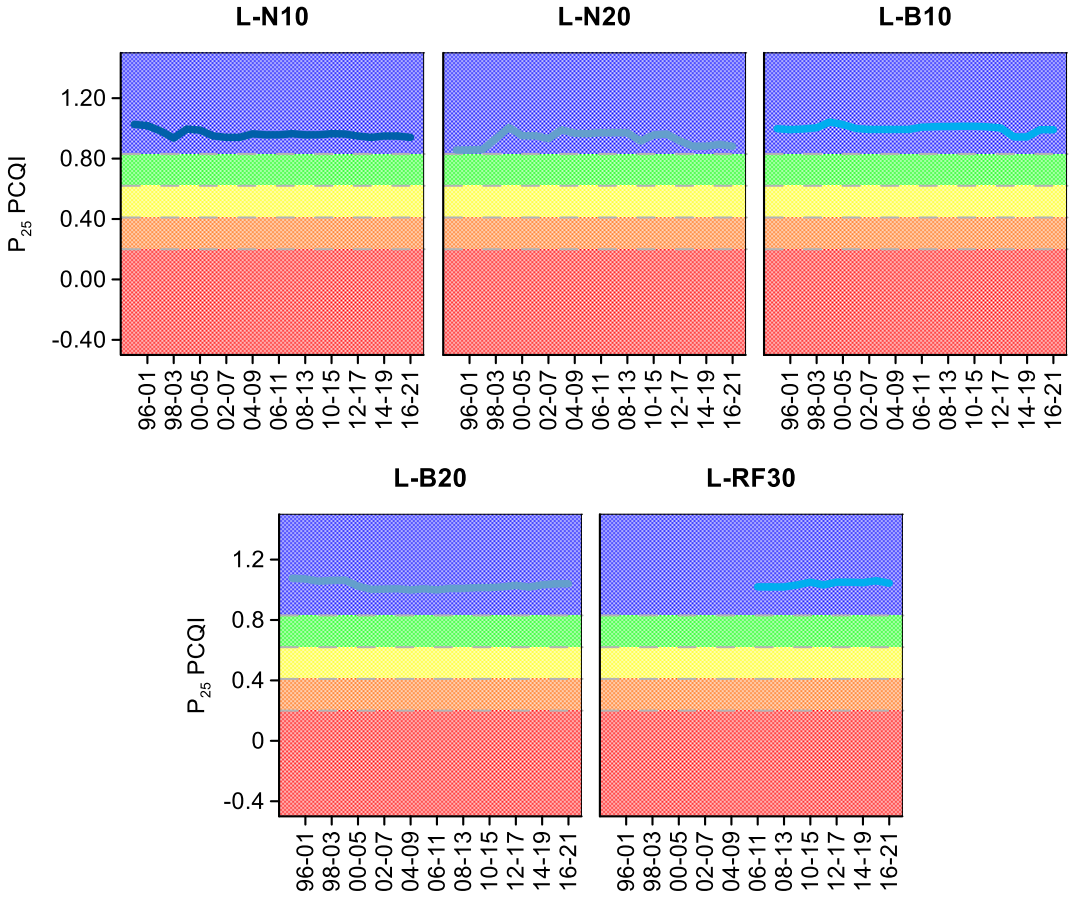


Figura 216 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones de muestreo L-N10, L-N20, L-B10, L-B20 y L-RF30 de la masa de agua de agua costera Cantabria-Matxitxako. Se indican los rangos 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 1995 a 2021.

En la serie de datos disponibles, salvo un incremento de la saturación de oxígeno en la estación L-N20 y 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 fisicoquímica 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.

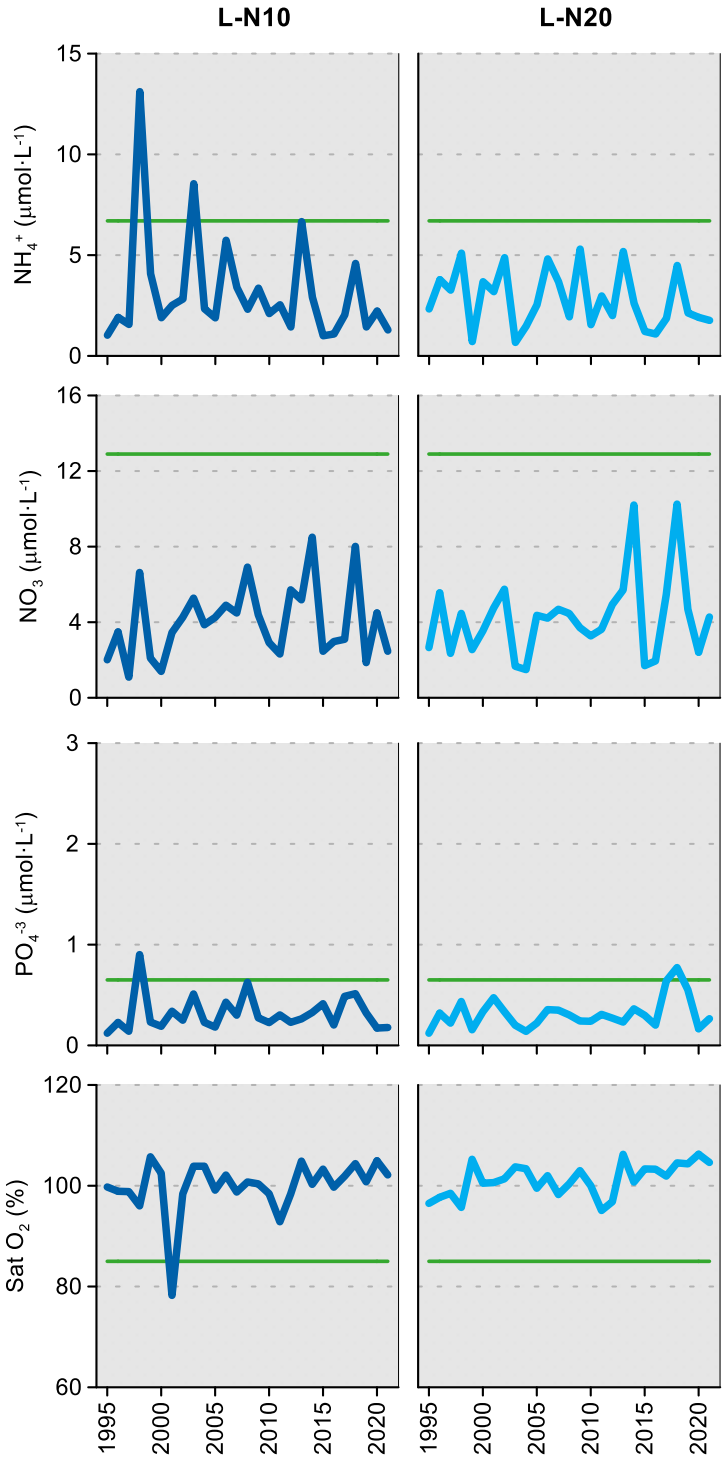


Figura 217 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

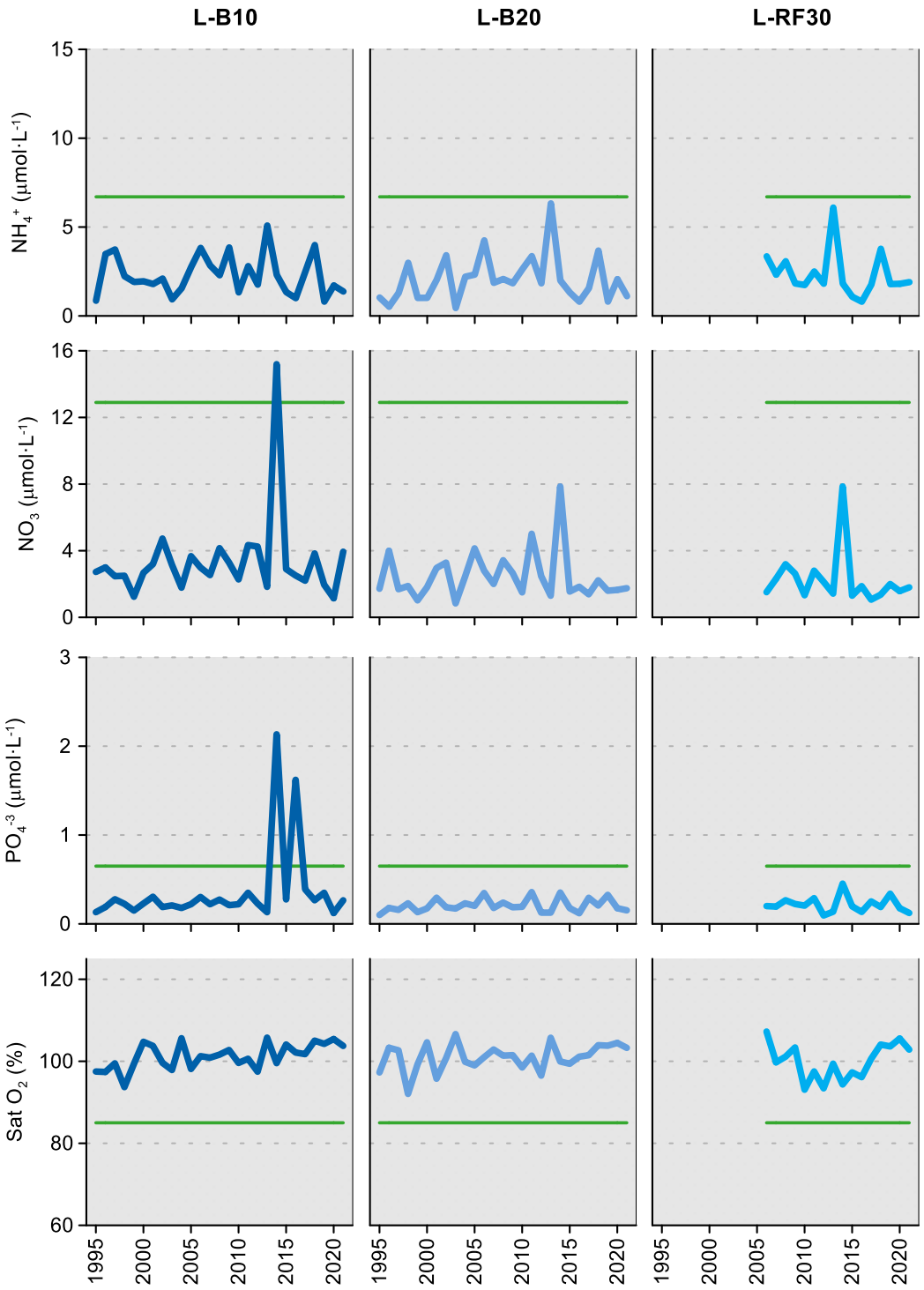


Figura 218 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako en el periodo que abarca desde 1994 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

17.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2021 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, 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.

Tabla 157 Evaluación del Estado Físico-Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako en 2021.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20	Global	L-RF30
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	9,00	9,00	11,00	<LC	Muy Bueno	<LC
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	0%		0%
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	12,5	<LC	Muy Bueno	<LC
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	25%	100%	0%		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 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-N10	L-N20	L-B10	L-B20	Global	L-RF30
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	<LC	0,0013	0,0008	<LC	Cumple	<LC
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	<LC	0,0020	0,0008	<LC	Cumple	<LC
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	0,00024	<LC	<LC	Cumple	<LC
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	0,52	1,10	<LC	Cumple	<LC
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	1,00	1,10	<LC	Cumple	<LC
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Níquel y sus compuestos	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Estado Químico				Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

En la Figura 219 se recoge la evolución de la concentración media de los metales para el periodo comprendido entre 1995 y 2021.

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).

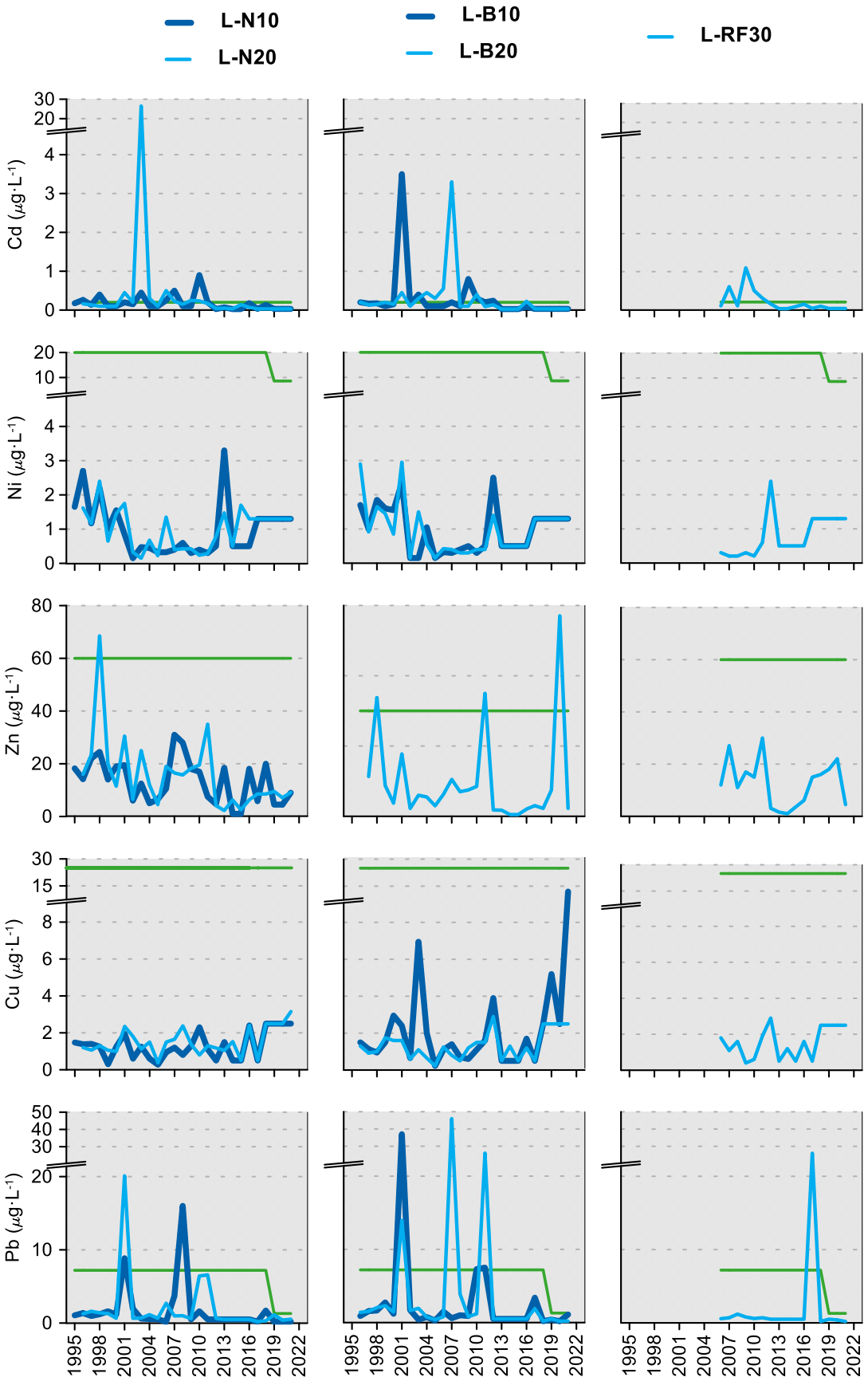


Figura 219 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua costera de Cantabria-Matxitxako en el periodo que abarca desde 1995 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

17.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa de agua y de la estación L-RF30 se muestrearon en marzo de 2021. 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 $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y en la estación L-RF30 en la campaña de invierno de 2021.

L-N10 (Fecha de muestreo: 04/03/2021)			
Gravas (%)	0,1	Cd	0,12
Arenas (%)	98,5	Cr	18
Limos (%)	1,4	Cu	15
MO (%)	0,8	Hg	0,1
Eh (mV)	410	Ni	10
		Pb	26
		Zn	66

L-B20 (Fecha de muestreo: 04/03/2021)			
Gravas (%)	0,1	Cd	0,17
Arenas (%)	99,1	Cr	20
Limos (%)	0,8	Cu	22
MO (%)	1,2	Hg	0,1
Eh (mV)	410	Ni	14
		Pb	30
		Zn	104

L-N20 (Fecha de muestreo: 04/03/2021)			
Gravas (%)	0,1	Cd	0,18
Arenas (%)	99,4	Cr	43
Limos (%)	0,5	Cu	42
MO (%)	1,6	Hg	0,16
Eh (mV)	446	Ni	19
		Pb	50
		Zn	148

L-RF30 (Fecha de muestreo: 04/03/2021)			
Gravas (%)	2,8	Cd	0,35
Arenas (%)	92,8	Cr	29
Limos (%)	4,4	Cu	19
MO (%)	2,0	Hg	0,9
Eh (mV)	417	Ni	16
		Pb	67
		Zn	156

L-B10 (Fecha de muestreo: 04/03/2021)			
Gravas (%)	0,2	Cd	0,27
Arenas (%)	99,7	Cr	21
Limos (%)	0,1	Cu	38
MO (%)	1,3	Hg	0,11
Eh (mV)	435	Ni	14
		Pb	69
		Zn	219

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 el inicio de la serie 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).

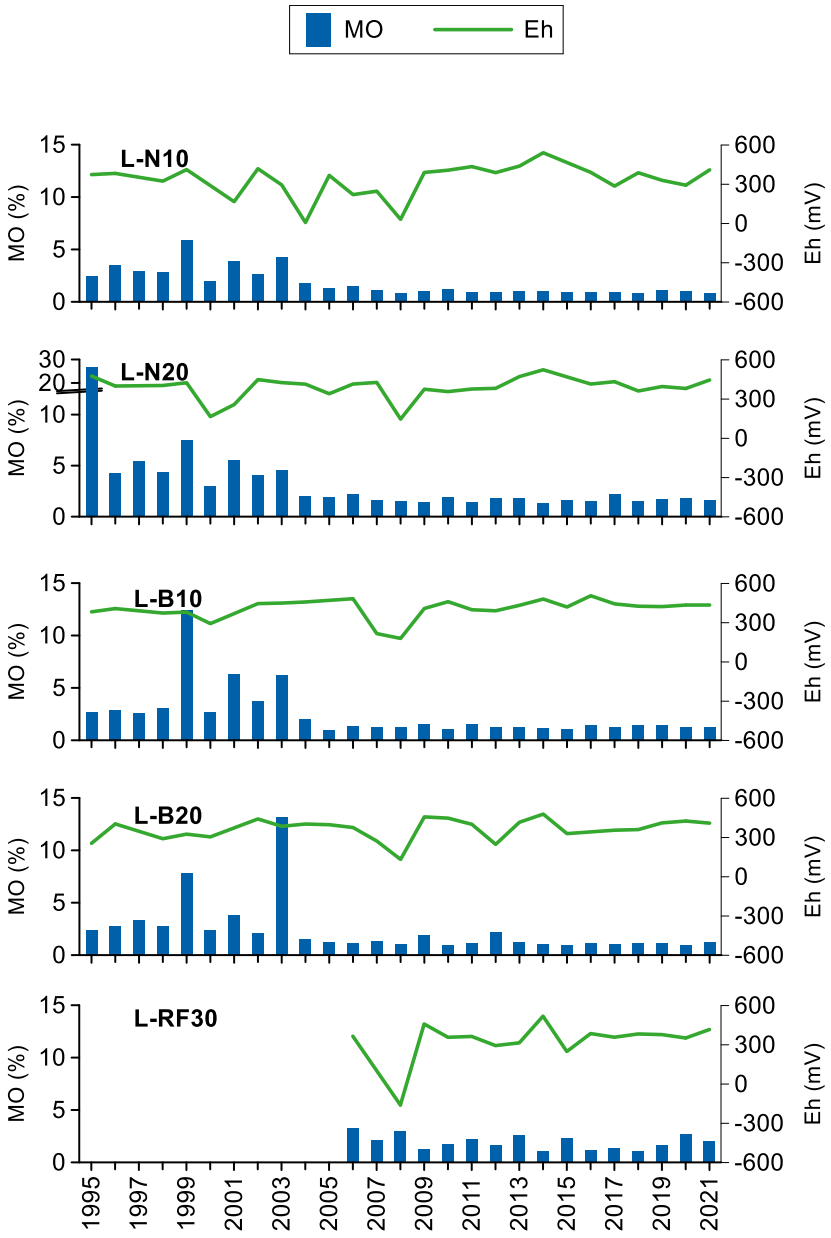


Figura 220 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y en la estación L-RF30 (muestreos de invierno).

En relación con la concentración de metales en 2021, 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.

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 la dicha figura, en la estación L-N10 se observa un incremento significativo en las concentraciones de Cr y un descenso significativo de Hg.

En la estación L-N20 se observa un descenso significativo en las concentraciones de Cu, Hg, Pb y Zn, en la estación L-RF30 se observa un descenso significativo en las concentraciones de Ni y Pb. En la estación L-B20 se observa un descenso significativo de Hg, Pb y Zn. En la estación L-B10 no se observa ninguna tendencia temporal significativa en las concentraciones de los metales analizados.

Como ya se ha comentado en informes anteriores, los descensos en la concentración posiblemente estén en relación con el saneamiento de las cuencas adyacentes, mientras que la ausencia de tendencias en diversos metales posiblemente se deba a que no son metales que se viertan en la zona y que presenten una variabilidad natural.

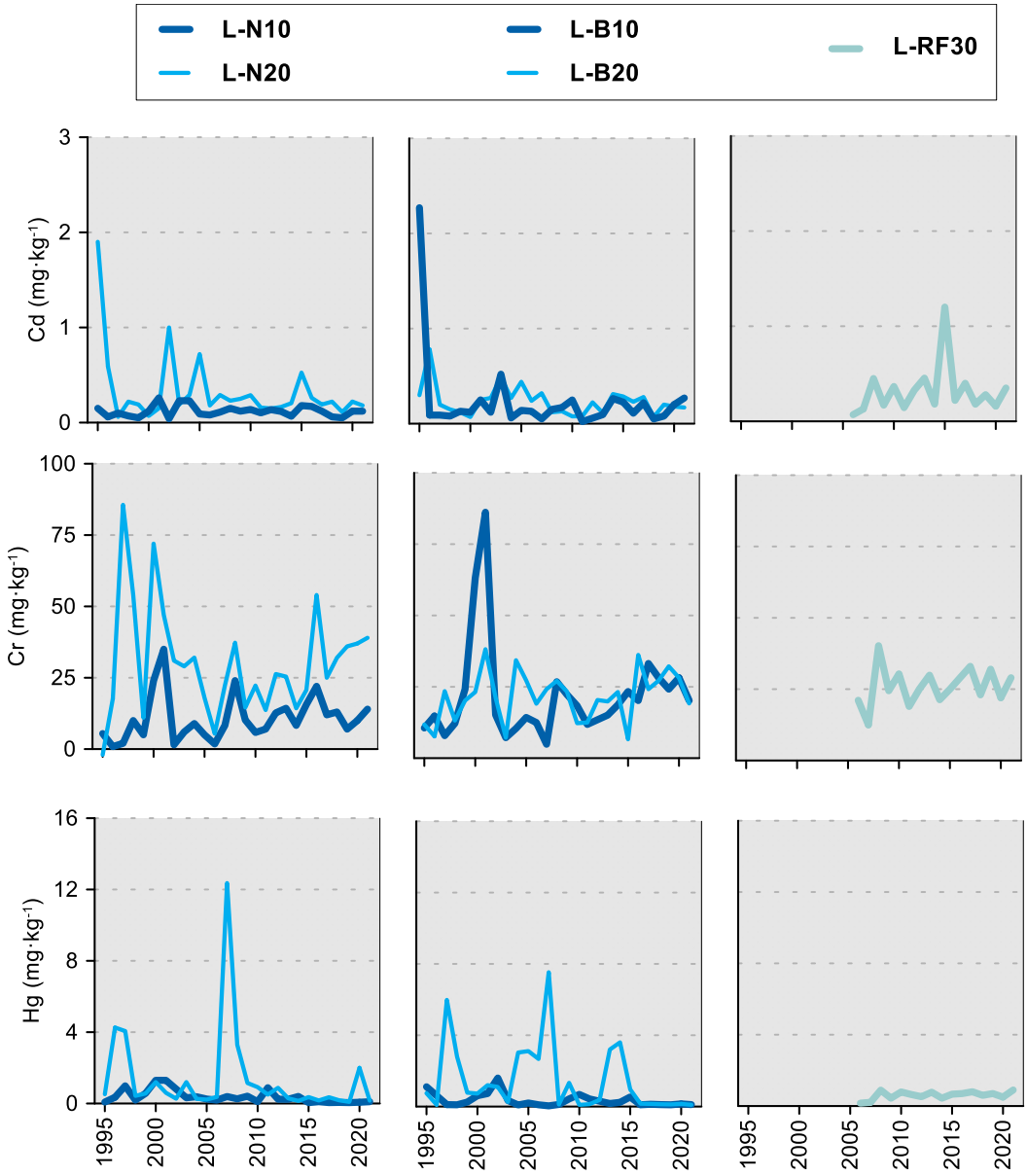


Figura 221 Evolución temporal de la concentración de Cd, Cr y Hg (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y en la estación L-RF30 (muestreos de invierno).

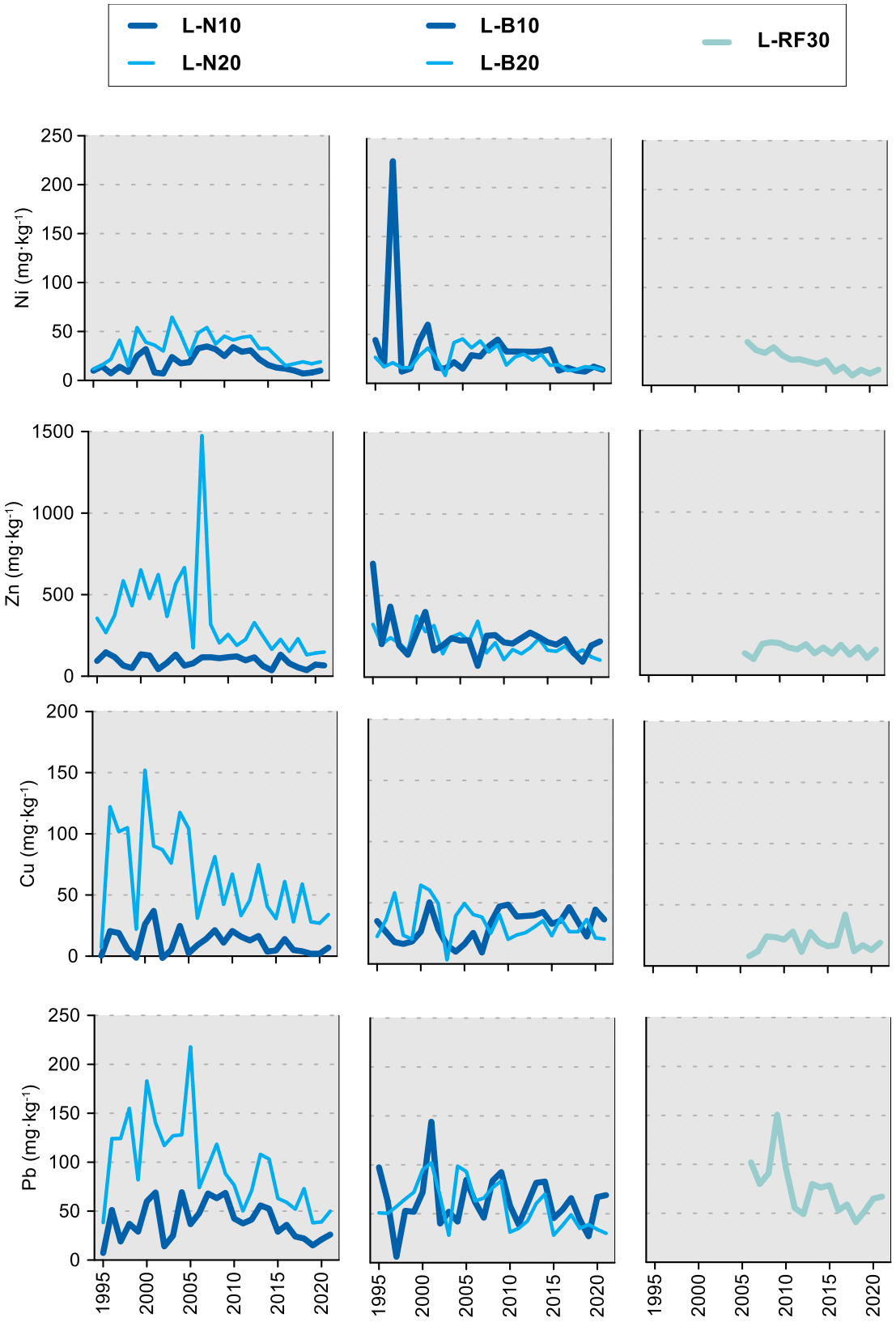


Figura 222 Evolución temporal de la concentración de Ni, Zn, Cu y Pb (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y en la estación L-RF30 (muestreos de invierno).

17.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

17.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

En cuanto a la **clorofila-a superficial** durante las campañas trimestrales de 2021 su rango fue desde 0,07 µg·L^{-1} hasta 0,51 µg·L^{-1}, valores que pueden considerarse bajos. No se encontró un patrón de variabilidad estacional, siendo los máximos de cada campaña muy similares. La mayoría de ellos se midieron en el litoral del Nerbioi.

En promedio anual las aguas de fondo mostraron una concentración de clorofila algo mayor que las aguas de superficie (0,41 µg·L^{-1} frente a 0,25 µg·L^{-1}). El contenido medio de agua dulce en superficie fue 4% y el máximo, 12% (L-N20 en febrero).

En la estación de referencia más cercana (L-RF30) la clorofila como máximo alcanzó 0,12 µg·L^{-1}, valor medido en febrero, en superficie. En sus aguas de fondo la mayoría de las medidas no alcanzaron el límite de cuantificación (< 0,05 µg·L^{-1}). Hay que tener en cuenta que la luz en el nivel de fondo de esta estación no es suficiente para permitir el crecimiento del fitoplancton, ya que la capa fótica ocupa aproximadamente 50 m en esta zona y las estaciones de referencia tienen una profundidad de unos 100-120 m. El mayor contenido de agua dulce se midió en primavera (2%).

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 de 1995-2000. El análisis se ha hecho para cada estación de muestreo de la masa de agua y para la estación marina de referencia más cercana (Figura 223).

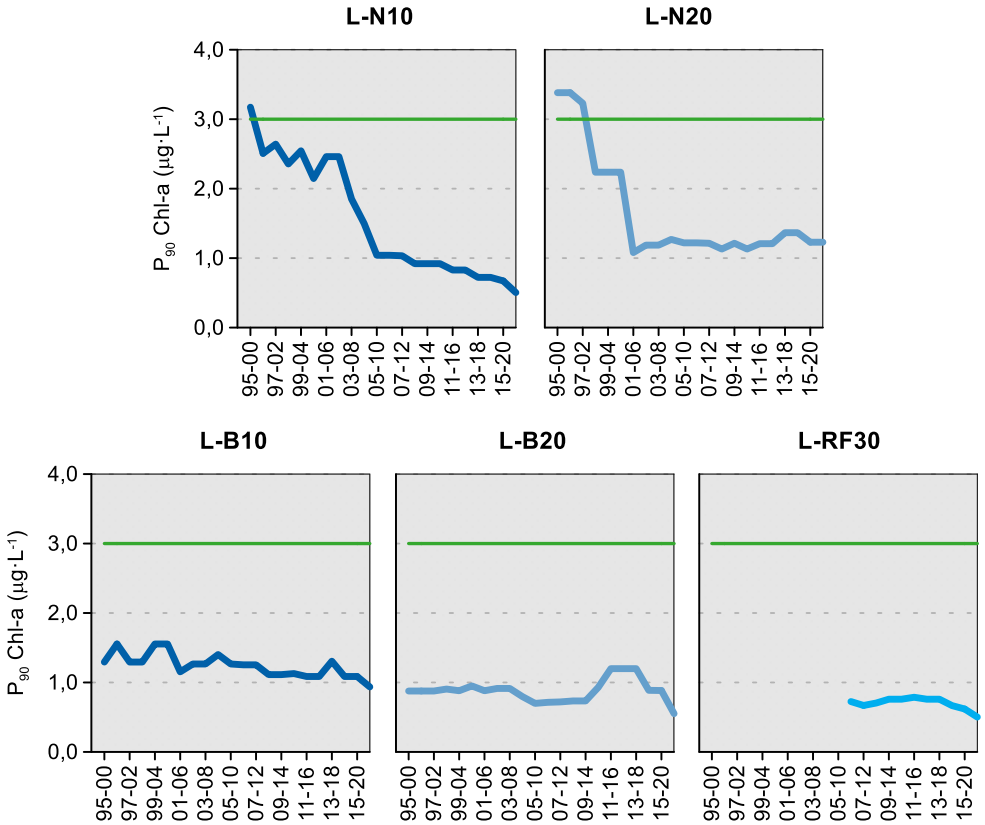


Figura 223 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako (ordenadas de oeste a este) y en la estación offshore utilizada como referencia (L-RF30). Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado para periodos de seis años con 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, es notable el descenso del P_{90} en las estaciones próximas a la desembocadura del estuario del Nervión-Ibaizabal, L-N10 y L-N20. En estas, durante los primeros periodos, la clorofila incumplía el objetivo de calidad, pero desde hace años ha descendido en más de un 50% y lo cumple. Este descenso se acentuó a comienzos de la década de 2000 y se corresponde con las mejoras realizadas en el saneamiento del área metropolitana de Bilbao, que redujeron 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 por esas fechas. Previamente la carga de amonio en el estuario era muy alta (~5000 t año^{-1}) y este tratamiento biológico logró reducirla en un 70% (García-Barcina et al., 2006).

Más al este, frente a la desembocadura del Butroe (L-B10) el P_{90} también ha seguido una tendencia de descenso a lo largo de la serie, aunque se ha encontrado desde el comienzo cumpliendo el objetivo de calidad (Figura 223).

Por tanto, con el tiempo, las estaciones litorales próximas a la desembocadura del Nervión-Ibaizabal (L-N10 y L-N20) y la más cercana al Butroe (L-B10) se han ido acercando al nivel de la estación marina de referencia (L-RF30). Esto indica que el riesgo de eutrofización ha disminuido en esas zonas, que representan el 75% de la masa de agua y son las más influidas por los ríos.

Frente a la costa de Bakio (L-B20) el P_{90} muestra oscilaciones a lo largo de la serie, que en periodos recientes se han hecho más acentuadas (Figura 223).

De forma complementaria, se han utilizado datos de teledetección para estudiar con una mayor cobertura espacial y temporal la distribución de la clorofila superficial en la costa. 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, Oria y Bidasoa. Además, en las aguas exteriores los valores son más bajos que en el interior de la plataforma costera.

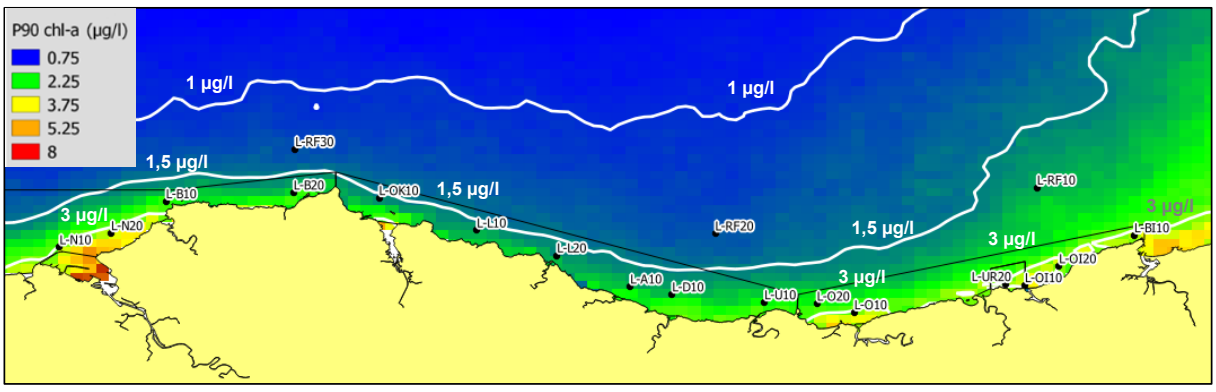


Figura 224 Percentil 90 de clorofila-a (µg L^{-1}) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, entre 2016 y 2021.

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 de satélite para el total de la masa de agua Cantabria-Matxitxako se muestra en la Figura 225. Para ello, se ha promediado el valor de P_{90} de todos los pixeles.

Si se aplicasen los mismos límites de clase que los utilizados para la clorofila “in situ”, la masa de agua cumpliría el objetivo de calidad a lo largo de toda la serie. Ésta comienza en el periodo 2003-2008, ya que es el primero con seis años completos de datos. Desde entonces hasta el periodo actual (13 años más tarde) se han producido leves oscilaciones, pero el balance neto es casi nulo. El valor de la estación de referencia ha sido aún más estable y menor que el de la masa de agua costera.

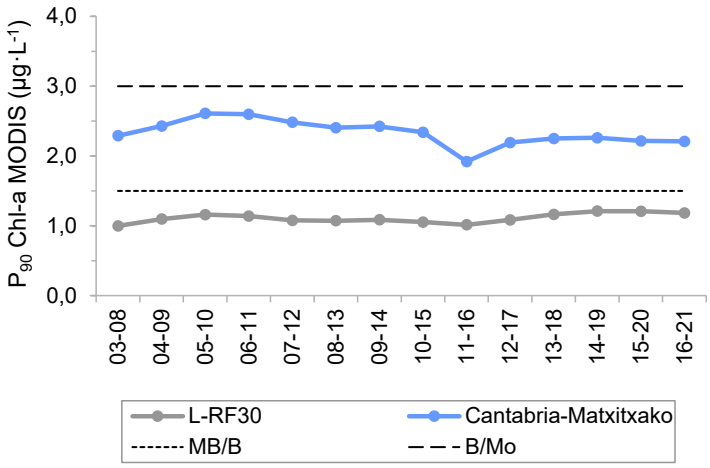


Figura 225 Percentil 90 de clorofila-a (µg L^{-1}) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en la masa de agua y en la estación de referencia. Se muestran los límites de clase entre los estados Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, al igual que en 2020, 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 fue en la mayoría de las campañas de 2021 del orden de 10^5 células·L^{-1}, pero en verano se multiplicó casi por cuatro. El pico estival no fue de los más acentuados de la serie temporal, donde casi todos los años se ha encontrado algún máximo de ese orden.

Al igual que la abundancia, la riqueza en las muestras de 2021 mostró el valor mínimo en invierno. El número de *taxa* fue muy elevado en primavera, y moderado en verano y otoño (Tabla 160).

Tabla 160 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie de la estación situada frente al estuario del Nervión-Ibaizabal.

	L-N20 09/02/2021	L-N20 06/05/2021	L-N20 10/08/2021	L-N20 10/11/2021
Abundancia (10^3 cél·L^{-1})	175	398	1533	380
Diversidad (bit·cel^{-1})	3,2	3,4	2,2	3,1
Riqueza (# *taxa*)	24	59	37	33

En años anteriores a 2020 se había aplicado un umbral de 400·10^3 células·L^{-1} a cada taxón registrado, como aproximación para detectar blooms en aguas costeras y evaluar el estado ecológico. Aplicando este mismo criterio, aunque ya no se utilice para la evaluación, en 2021 solo se detectó una floración. Se trató concretamente de la criptofícea *Plagioselmis* sp. (867·10^3 células·L^{-1}) en la muestra de agosto. En esta muestra contribuyeron secundariamente algunas prasinofíceas, junto con haptofitas primnesiales (*Chrysochromulina/Imantonia/Phaeocystis*) y unas formas indeterminadas de pequeño tamaño, aportando cada una 100000-200000 células·L^{-1}. En el resto de las muestras las criptofíceas

fueron también relativamente abundantes.

Por otro lado, cabe destacar la importancia de los dinoflagelados en primavera, tanto por el número de especies como por su abundancia. En la muestra de mayo de L-N20 se observaron en concentraciones que son de interés por su potencial toxicidad: *Dinophysis acuminata* (~5600 células·L^{-1}) y *Protoceratium reticulatum* (~8500 células·L^{-1}). Estas especies producen toxinas que se bioacumulan en bivalvos filtradores, como mejillones y ostras, y pueden afectar a la salud humana. Hay que indicar que no son indicadores de eutrofización y que fueron observados en otras estaciones costeras (incluida la estación de referencia L-RF10) en la campaña de primavera.

Nincevic-Gladan et al. (2015) indican 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. Algunos 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 composición coherente con la concentración de clorofila (baja, como se ha explicado anteriormente) y con las concentraciones de nutrientes observadas en los últimos años (Figura 217).

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). El máximo EQR se observa en L-N10 y resulta idéntico al de la estación de referencia L-RF30. En el global de la masa de agua el estado del fitoplancton es **"Muy Bueno" (EQR = 1,242)**.

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
2016-2021	L-N10	0,50	2,000
	L-N20	1,23	0,813
	L-B10	0,94	1,064
	L-B20	0,55	1,818
	Costera Cantabria-Matxitxako	0,805*	1,242
	L-RF30	0,50	2,000

(*) 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 ha seguido una tendencia positiva y en las últimas evaluaciones se encuentra cercano a la referencia, aunque haya mostrado recientemente alguna oscilación. La mejoría fue produciéndose de manera progresiva desde la primera evaluación (realizada en 2000) hasta la de 2013. Esto dio lugar a que en 2006 el estado del fitoplancton pasara de bueno a muy bueno. Hay que recordar que en el litoral del Nervión-Ibaizabal se produjo un cambio más amplio, dado que la clorofila en la segunda mitad de la década de los 90 no cumplía todavía el objetivo de calidad (Figura 223).

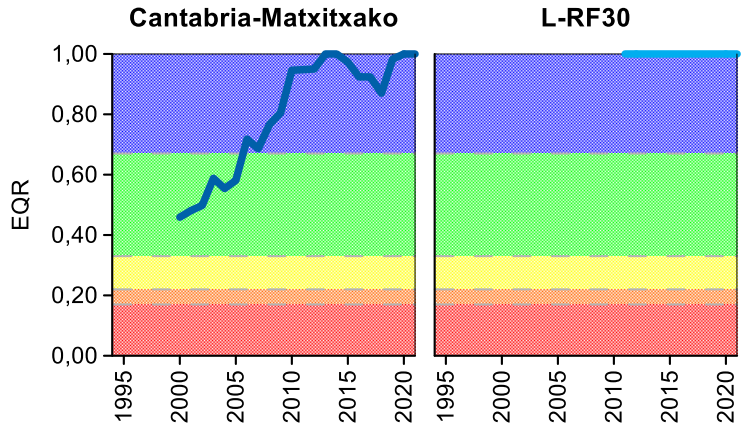


Figura 226 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua costera Cantabria-Matxitxako y para la estación de referencia a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

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 2021 se analizaron dos transectos próximos a la desembocadura del Barbadun y otros dos próximos a la desembocadura del Nerbioi. La información obtenida se combinó con los datos de la campaña de 2019, correspondientes a un transecto próximo a la desembocadura del Butroe y otro localizado en la ensenada de Armintza, abarcando así la totalidad de la masa de agua (Figura 214).

El transecto M-LM3 se sitúa Kobaron, en el margen occidental de Punta Muskiz. Discurre a través de una serie de estratos inclinados, al pie del monte Pobeña. Las coberturas biológicas presentan una composición específica similar a la de 2018, con dominancia algal en la franja infralitoral (*Lithophyllum incrustans*, *Ellisolandia elongata* y *Cystoseira tamariscifolia*) y en la zona mediolitoral inferior (también *L. incrustans* y *E. elongata*). Sin embargo, su cobertura es ligeramente inferior a la de la campaña de 2018. A partir de ahí, y hasta la franja supralitoral, las coberturas animales van ganando en importancia, destacando los cirrípedos del género *Chthamalus* y las lapas del género *Patella*. En este punto, lo único reseñable, respecto a 2018, sería la ligera reducción de las coberturas del liquen *Lichina pygmaea* en la franja supralitoral. Por último, en la zona supralitoral, se reducen las coberturas biológicas, aunque se observa una mayor presencia del caracolillo *Melarhaphe neritoides* que en 2018.

La baja pendiente del transecto permite el desarrollo de un número relativamente alto de cinturones en los que se desarrollan especies características (por ejemplo, *L. incrustans* y *E. elongata*) que, además, alcanzan coberturas relativamente altas. Por otro lado, la cobertura de especies oportunistas es baja en comparación con la cobertura total. Esto permite que la calificación del transecto, a partir del CFR sea Muy Buena (Tabla 162). La calificación obtenida con el CFR es coincidente con la del índice RICQI, a pesar de la baja cobertura de herbívoros, y los valores moderados de riqueza y cobertura faunísticos.

El segundo transecto, próximo a la desembocadura del Barbadun (M-LM2), se sitúa en la margen derecha de la playa de La Arena, al pie del monte Lucero. El transecto se extiende a lo largo de una amplia plataforma rocosa prácticamente horizontal, en una zona muy expuesta y con fuerte grado de exposición al oleaje. Tal y como sucede en el transecto M-LM3, la composición de las coberturas biológicas es similar a la de la pasada campaña de 2018, con dominancia de *Gelidium spinosum* en la franja infralitoral, de *L. incrustans* y *E. elongata* en el mediolitoral y en las pozas de zonas más alejadas de la línea de costa, y mayores coberturas faunísticas en zonas más altas (hasta la franja supralitoral). En la zona supralitoral, las coberturas biológicas se reducen de manera importante.

Tabla 162 Calificación de cada indicador de macroalgas y valor de CFR para cada uno de los transectos analizados ($CFR_{transecto}$) en la masa de agua Cantabria-Matxitxako en las campañas de 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 ($CFR_{estación}$), 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					

Como principales diferencias respecto a la pasada campaña, cabría destacar el incremento de cobertura de *G. spinosum*, así como las reducciones de *L. incrustans* y Ceramiales, hasta el nivel mediolitoral medio. En cambio, en la franja supralitoral se observa un incremento de la cobertura de *Blidingia minima*.

A pesar del fuerte grado de exposición al oleaje, la baja pendiente del transecto permite el desarrollo de un número relativamente alto de cinturones en los que se desarrollan especies características (por ejemplo, *L. incrustans* y E. *elongata*) que, además, alcanzan coberturas importantes. Por otro lado, la cobertura de especies oportunistas es relativamente baja en comparación con la cobertura total. Esto permite que la calificación del transecto, a partir del CFR sea Muy Buena (Tabla 162). La calificación obtenida con el CFR es coincidente con la del índice RICQI, a pesar de la baja cobertura de herbívoros, y los valores moderados de riqueza y cobertura faunísticos.

El transecto M-LN5 se sitúa también al pie del monte Lucero, entre las localidades de Muskiz y Santurtzi. Discurre a lo largo de una gran laja del *flysch* costero, en una zona con fuerte exposición al oleaje.

La franja infralitoral se encuentra dominada por las rodofitas calcáreas *L. incrustans* y *E. elongata*, con *C. tamariscifolia* y *G. spinosum* en un estrato superior, destacando respecto a la pasada campaña de 2018, la cobertura mayor de estas dos últimas especies. También respecto a la campaña de 2018, se observa una reducción de la cobertura de *L. incrustans* y de *E. elongata* en el mediolitoral inferior, aunque, por el contrario, se incrementan las coberturas de las rodofíceas *C. acigularis* y *Falkenbergia rufolanosa*. En cuanto al mediolitoral medio, se observa una franja más baja, no observada en 2018, en la que siguen dominando *L. incrustans* y *E. elongata*, así como *C. acicularis*, aunque con coberturas inferiores a las de la zona anterior. Por encima, empiezan a dominar las especies faunísticas, con una composición similar a la descrita en 2018. A partir del mediolitoral superior, la importancia relativa de las especies animales aumenta hasta llegar a la franja supralitoral, donde comienzan a desarrollarse abundantes matas del liquen *L. pygmaea*, llegando a conformar, como en 2018, la facies de *Chthamalus* sp.- *Lichina pygmaea*.

A pesar de la fuerte exposición al oleaje, se puede distinguir un número relativamente alto de poblaciones de algas que caracterizan los sustratos rocosos intermareales, alcanzando además coberturas moderadamente altas. En cambio, las coberturas de especies oportunistas no son importantes. Todo esto permite que la calificación de la zona sea, según el CFR, Muy Buena (Tabla 162). La calificación obtenida con el CFR es coincidente con la del índice RICQI, a pesar de la baja cobertura de herbívoros, y los valores moderados de riqueza y cobertura faunísticos.

El último de los transectos muestreados en la campaña de 2021 en la masa de agua Cantabria-

Matxitxako se sitúa en Getxo, en la margen derecha de la playa de Aizkorri. El transecto discurre a lo largo de una serie de lajas del *flysch* costero, en una zona con considerable exposición al oleaje. Debido a la erosión provocada por el oleaje, el transecto presenta un perfil irregular, por lo que cada nivel mareal se encuentra representado en distintos tramos del transecto.

En la franja infralitoral dominan las algas, destacando, como en la pasada campaña de 2018, las rodofíceas *L. incrustans* y *E. elongata*, aunque con coberturas algo inferiores, y grandes matas de *Bifurcaria bifurcata*. También en el mediolitoral inferior destacan las coberturas algales, pero se observan grandes diferencias respecto a la campaña de 2018 en el tramo más próximo al mar: se registra una fuerte reducción de las coberturas de *Lophosiphonia reptabunda* y de algas del género *Sphacelaria*, con importante aumento de *L. incrustans* y, sobre todo, de *E. elongata*, que pasan a dominar. En un tramo más alejado del mar, pero incluido en el mediolitoral inferior, se observa un incremento (ligero) de las coberturas de *L. incrustans* respecto al 2018 y, sobre todo, de *B. bifurcata*. A partir del nivel mediolitoral medio las coberturas de especies faunísticas cobran protagonismo, mostrando composiciones similares a las descritas en el informe correspondiente a la campaña de 2018 (Borja *et al.*, 2019) y un bien definido horizonte de *Chthamalus* sp. A su vez, el mediolitoral superior queda definido por la presencia de amplias manchas del liquen negro *Verrucaria maura*, con la presencia manchas y matas de las algas *Ralfsia verrucosa* y *Mastocarpus stellatus* como principales elementos diferenciadores respecto a 2018. Por último, la franja supralitoral presenta una composición similar a la de la pasada campaña, quedando caracterizada por la reducción de coberturas biológicas.

A pesar de la horizontalidad del transecto y de la gran irregularidad del perfil, la composición específica a lo largo del mismo es muy homogénea, no habiéndose identificado un número importante de poblaciones de especies características diferentes. Además, la cobertura de la superficie rocosa es también relativamente moderada. Sin embargo, la cobertura de especies oportunistas, respecto a la cobertura total, es relativamente baja (e inferior a la registrada en la pasada campaña de 2018) lo que permite que, según el índice CFR, la calificación de la zona sea Buena (Tabla 162). La calificación obtenida con el CFR es coincidente con la del índice RICQI, e inferior a la de los otros tres transectos analizados, debido a la baja cobertura de herbívoros, y los valores moderados de riqueza y cobertura faunísticos, así como a la ausencia de *Cystoseira* sp. y a un valor inferior a los otros tres transectos en la cobertura de algas morfológicamente complejas.

Combinados estos resultados con los obtenidos en la campaña de 2018, se obtiene una calificación global de las macroalgas de la masa de agua de **Muy Buen Estado** (Tabla 162).

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 2021 (Tabla 163). En términos de AMBI, la dominancia de especies sensibles a la alteración del medio (GE I), pero con densidades relativas moderadas de especies indiferentes (GE II) y tolerantes a la alteración (GE III) califica a la estación como ligeramente alterada (AMBI=1,2).

Por otro lado, la estación L-N20, situada en la zona de Sopelana, presenta densidad y riqueza específica (Tabla 163) del orden de los valores promedios del seguimiento de la estación (489 ind·m^{-2} y 16 *taxa*, respectivamente). La dominancia de *D. pugilator*, 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 también esta estación quede calificada como ligeramente alterada según AMBI (AMBI=1,3).

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})	510	513	93	200	2.167
Biomasa	(g·m^{-2})	2,945	3,494	0,350	12,537	4,096
Riqueza	(# *taxa*)	35	17	11	24	76
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	3,92	1,51	2,92	4,02	5,29
Equitabilidad densidad		0,76	0,37	0,84	0,88	0,85
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	1,95	0,59	1,62	0,78	3,17
Equitabilidad biomasa		0,38	0,14	0,47	0,17	0,51
Diversidad máxima	(bit)	5,13	4,09	3,46	4,58	6,25
AMBI		1,214	1,277	1,223	0,733	1,596
Clasificación AMBI		Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Ligera
M-AMBI$_{estación}$		0,946	0,655	0,765	0,960	0,812
M-AMBI$_{global}$		0,789				

En las proximidades de la desembocadura del Butroe se sitúa la estación L-B10. La población de macroinvertebrados bentónicos de la misma presenta valores de densidad y de riqueza bajos (Tabla 163) en comparación con los promedios de la serie histórica de la estación (390 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 II, con densidad relativa moderadamente baja del GE I, por lo que la estación queda calificada como ligeramente alterada (AMBI=1,2).

En cuanto a la estación L-B20, tanto el valor de densidad como el de riqueza (Tabla 163), son del orden de los promedios registrados para la serie histórica (318 ind·m^{-2} y 21 *taxa*, respectivamente). Como en campañas anteriores, la comunidad presente en la estación queda caracterizada por los poliquetos *N. cirrosa* y *Magelona johnstoni*, así como por el decápodo *D. pugilator*, que forman parte de la 'Biocenosis de arenas finas bien calibradas'. En términos de AMBI, la dominancia de especies adscritas a los GEs I y II permite que la estación quede calificada como no alterada (AMBI=0,7).

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 (1.625 ind·m^{-2} y 63 *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, en menor grado, de tolerantes, lo que hace que, según AMBI, la estación quede calificada como ligeramente alterada (AMBI=1,6).

Los valores de M-AMBI estimados para 2021 apoyan, al menos en cierto grado, la calificación obtenida a partir del índice AMBI. Así, todas las estaciones analizadas presentarían Muy Buen Estado, a excepción de L-N20 y L-B10, que presentarían 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 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, e incluso Deficiente en el caso de la estación L-B20 en la campaña de 2007. 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).

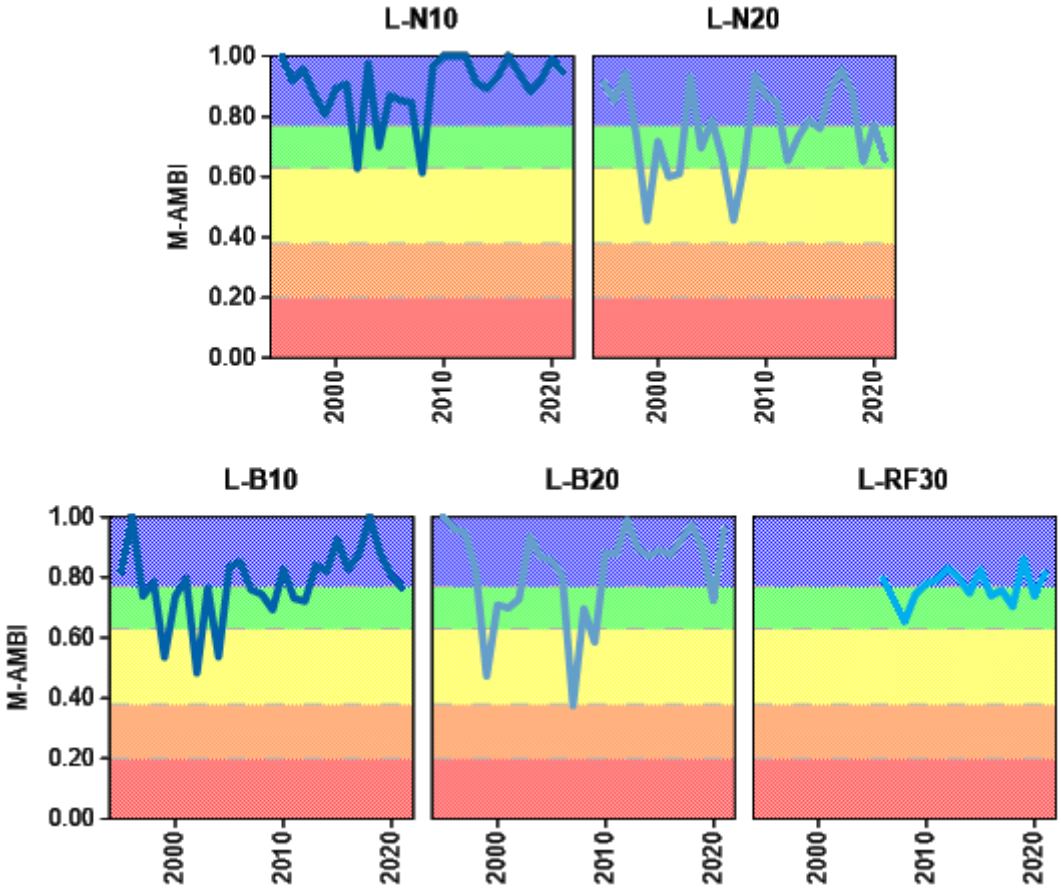


Figura 227 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las cuatro estaciones muestreadas en la Masa de Agua de Costera Cantabria-Matxitxako, y en la estación L-RF30 (frente al litoral de Bakio, aunque más allá del ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua), a 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 2021 no ha habido actuaciones que modifiquen las condiciones hidromorfológicas.

18.

Masa de agua costera Matxitxako-Getaria

18.1. RESUMEN ESTADO

En la masa de agua litoral de Matxitxako-Getaria se analizan anualmente seis estaciones litorales, y una estación de referencia (fuera de la masa). Por otro lado, cada tres años, entre 2002 y 2021, se muestrearon 12 zonas de macroalgas (cada año hay algún transecto, pero no se muestrean todos a la vez, sino cada tres años). Sus posiciones se observan en la Figura 228.

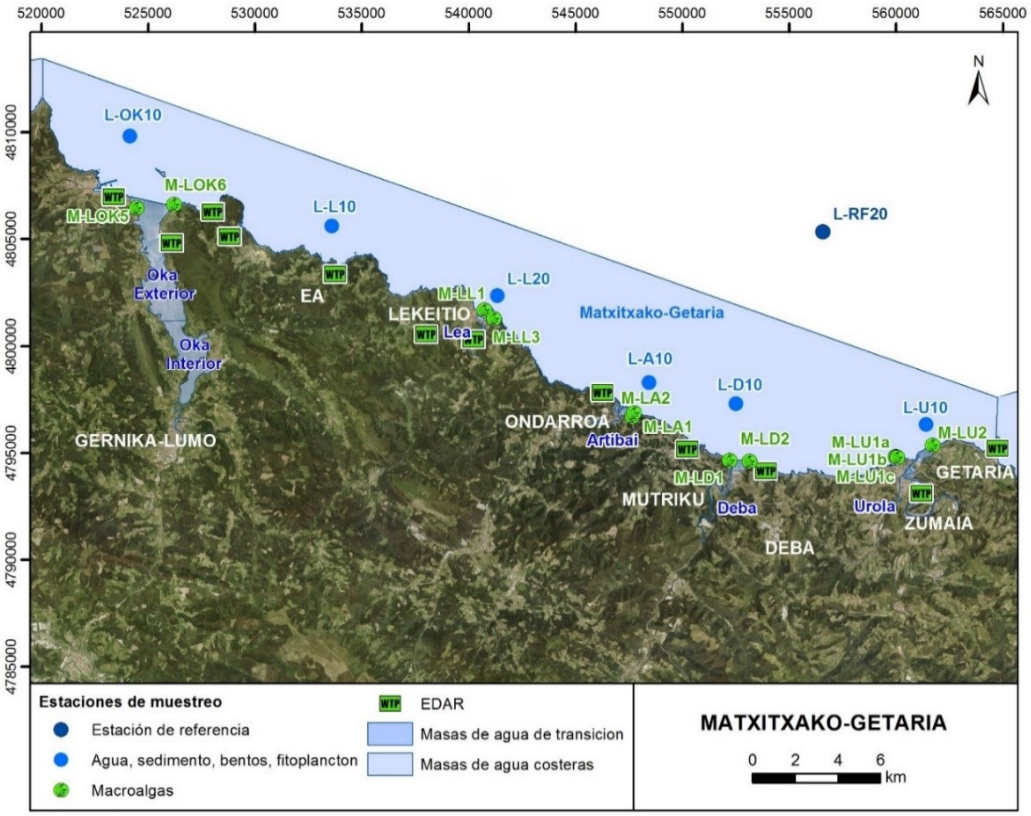


Figura 228 Ubicación de estaciones en la masa de agua Matxitxako-Getaria.

La masa de agua costera Matxitxako-Getaria se diagnostica en la campaña 2021 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).

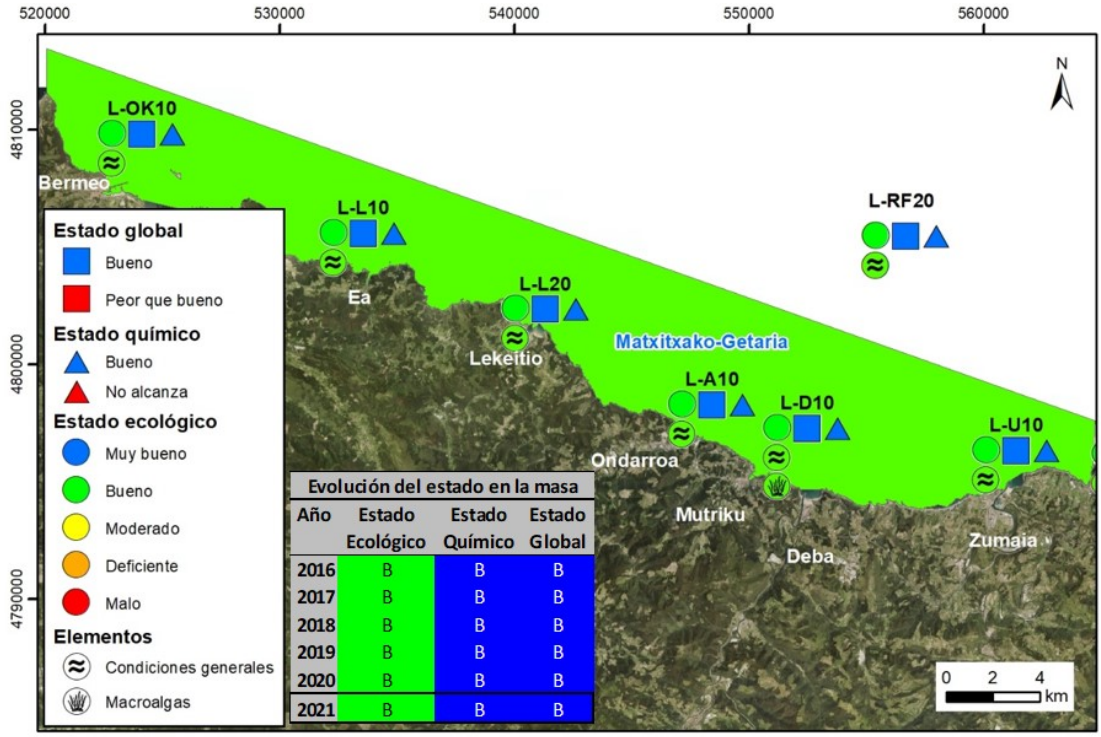


Figura 229 Masa de agua costera de Matxitxako-Getaria: Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los 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 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en 2021. (Claves: Macroinvertebrados (MI), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). 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	B	MB	MB	B	B	B
L-L10	Litoral de Elantxobe (Kai Arri) (Lea)	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
L-L20	Litoral de Lekeitio (Lea)	MB	MB		MB	B	MB	MB	B	B	B
L-A10	Litoral de Ondarroa (Artibai)	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	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	B	MB	MB	B	B	B
	Matxitxako-Getaria	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
L-RF20	Litoral Deba - plataforma	MB	MB		MB	B	MB	MB	B	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 saneamiento, que se ha completado en la mayoría de las cuencas, excepto en el Oka. Esto ha supuesto la construcción de depuradoras en Ondarroa, Lekeitio y otros lugares, que han iniciado pequeños 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 2021, 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		102,96	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤6,7	1,6	2,51	Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤12,9	1,6	2,56	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,65	0,16	0,26	Bueno
L-L10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		102,82	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤6,7	1,6	2,39	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤12,9	1,6	2,43	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,65	0,16	0,25	Bueno
L-L20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		101,61	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤6,7	1,6	2,20	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤12,9	1,6	2,75	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,65	0,16	0,26	Bueno
L-A10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		102,87	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤6,7	1,6	2,46	Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤12,9	1,6	2,64	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,65	0,16	0,24	Bueno
L-D10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,32	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤6,7	1,6	2,47	Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤12,9	1,6	4,42	Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,65	0,16	0,26	Bueno
L-U10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,39	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤6,7	1,6	2,44	Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤12,9	1,6	2,63	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,65	0,16	0,24	Bueno
L-RF20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,28	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤6,7	1,6	2,29	Muy Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤12,9	1,6	4,10	Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,65	0,16	0,25	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 las estaciones L-L10 y L-U10 presentan una tendencia estadísticamente significativa ($p<0,05$) al decremento de los valores del P_{25} del PCQI entre 1995 y 2021 (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.

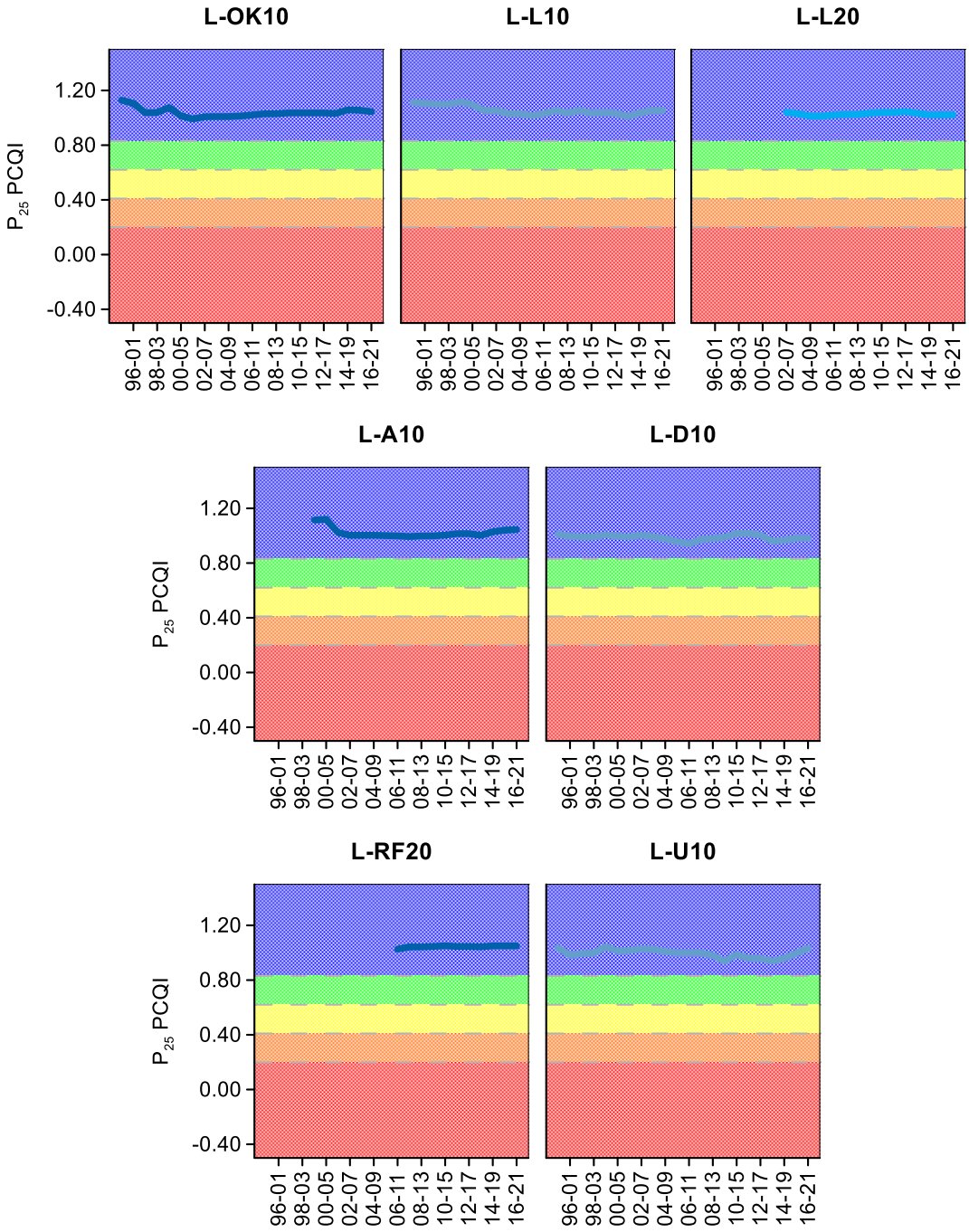


Figura 230 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones de muestreo L-OK10, L-L10, L-L20, L-A10, L-D10, L-RF20 y L-U10 de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria. Se indican los rangos 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 2021.

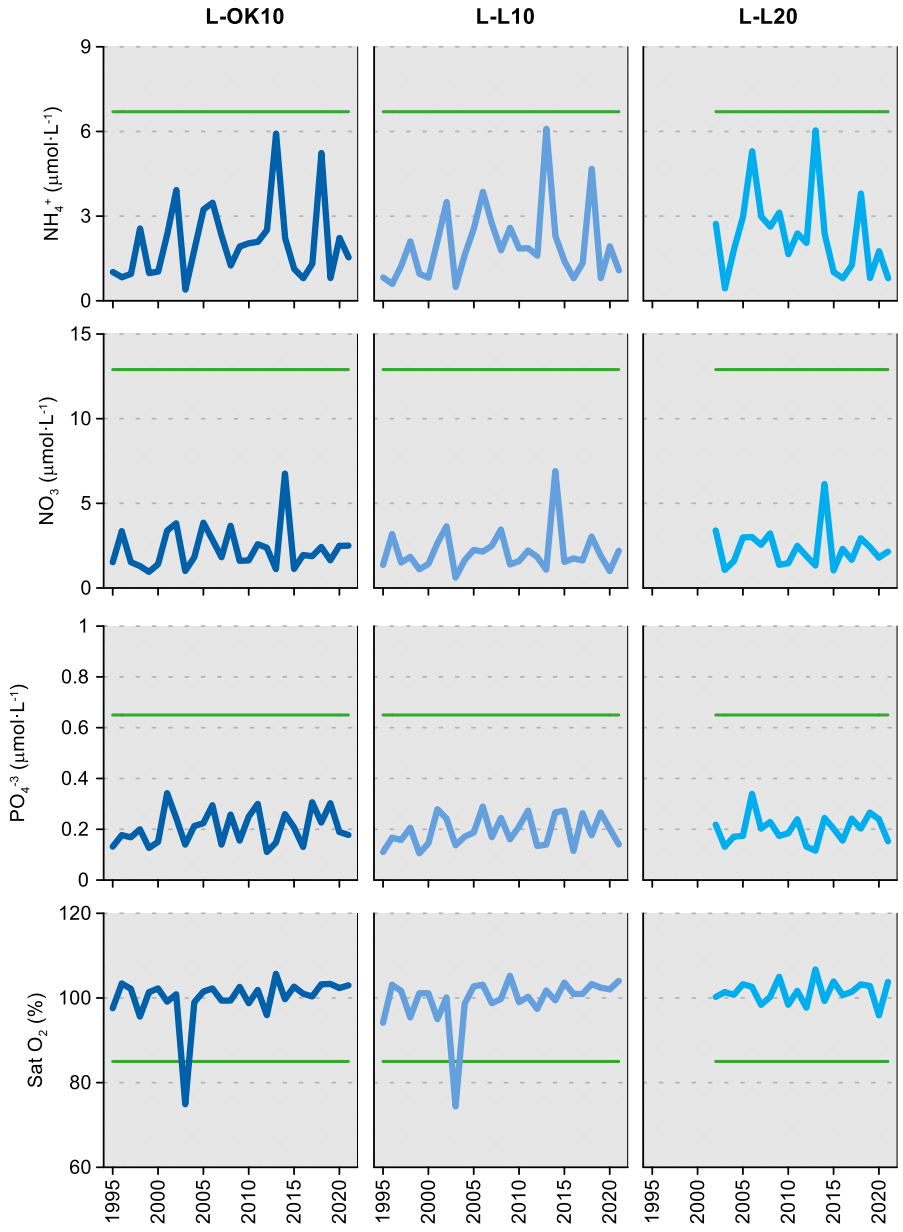


Figura 231 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en el periodo que abarca desde 1995 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

En las series de datos disponibles, se observa una tendencia significativa ($p<0,05$) a la mejora en la saturación de oxígeno en la estación L-A10 en el descenso de amonio en las estaciones L-L20, L-A10 y L-D10 el amonio. Sin embargo, el nitrato aumenta significativamente ($p<0,05$) en la estación L-A10. 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, en general todas las estaciones cumplen los objetivos de calidad fisicoquímica a lo

largo de toda la serie histórica disponible, lo que indica que las pocas presiones que hay en la zona, como los vertidos nuevos de depuradoras de Ondarroa, Lekeitio o Deba, no ejercen un impacto significativo.

Los únicos incumplimientos se dieron de forma puntual en las estaciones L-OK10 y L-L10, en las cuales no se alcanzó el objetivo de calidad del oxígeno en 2003 (Figura 231), en la estación L-D10 por incumplimiento del objetivo de calidad del nitrato en 2018 (Figura 232) y en la estación L-U10, en la cual se superó el objetivo de calidad del amonio en 2013 (Figura 233).

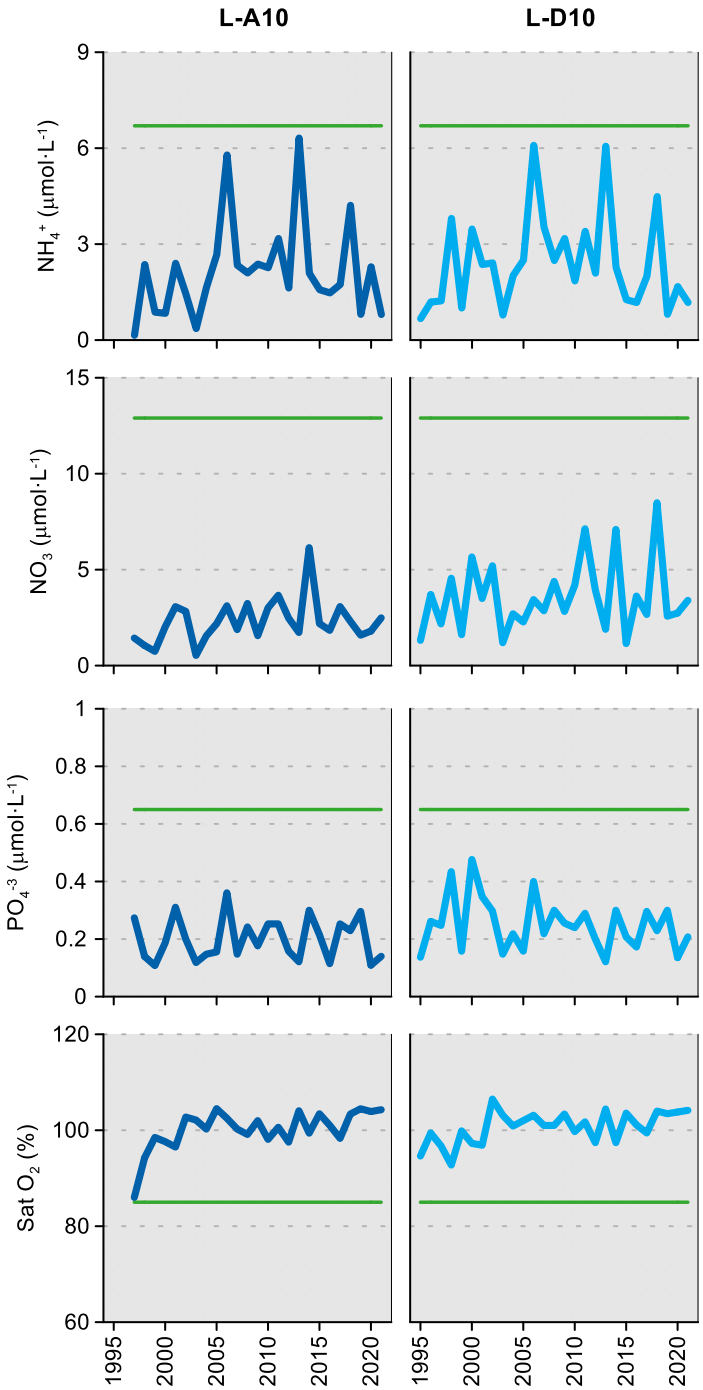


Figura 232 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en el periodo que abarca desde 1995 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

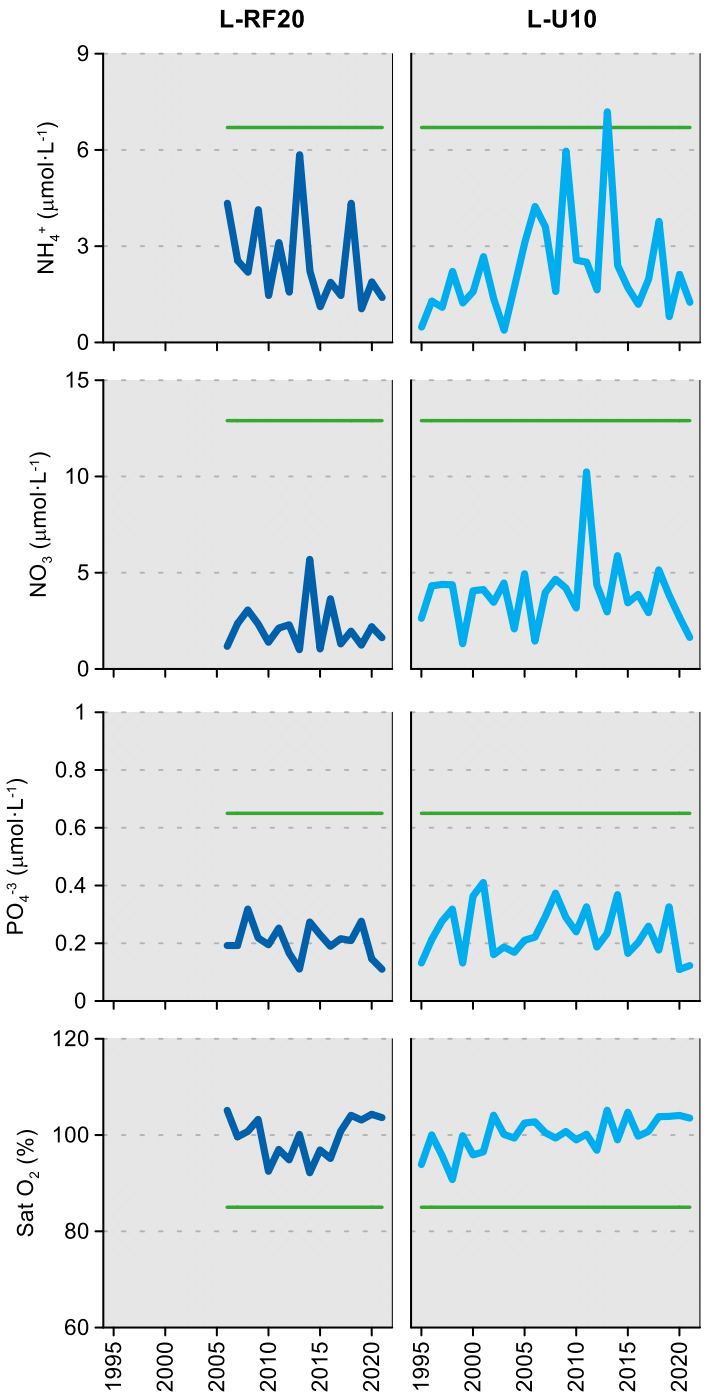


Figura 233 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria en el periodo que abarca desde 1995 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

18.2.1.2. Sustancias preferentes y prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2021 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 2021 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 Fisicoquímico (contaminantes específicos) en la masa de agua costera de Matxitxako-Getaria en 2021.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10	Global	L-RF20
Zinc	Concentración Promedio (µg L^{-1})	60	9	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	20,0	Muy Bueno	16,0
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%
Cobre	Concentración Promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Muy Bueno	<LC
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%
Estado Físico-Químico (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 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-OK10	L-L10	L-L20	L-A10	L-D10	L-U10	Global	L-RF20
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	0,0011	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	0,002	<LC	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	0,002	<LC	<LC	Cumple	<LC
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	<LC	<LC	<LC	0,006	0,001	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	<LC	<LC	<LC	0,006	0,001	<LC	Cumple	<LC
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	<LC	0,019	0,019	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	<LC	<LC	0,019	0,06	<LC	Cumple	<LC
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	<LC	<LC	0,0008	<LC	<LC	Cumple	<LC
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,70
	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	0,70
Mercurio y sus compuestos	NCA-CMA Agua	0,07	0,015	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Níquel y sus compuestos	NCA-MA Agua	8,6	2,60	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	4,0	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	34	2,60	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	4,0	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.

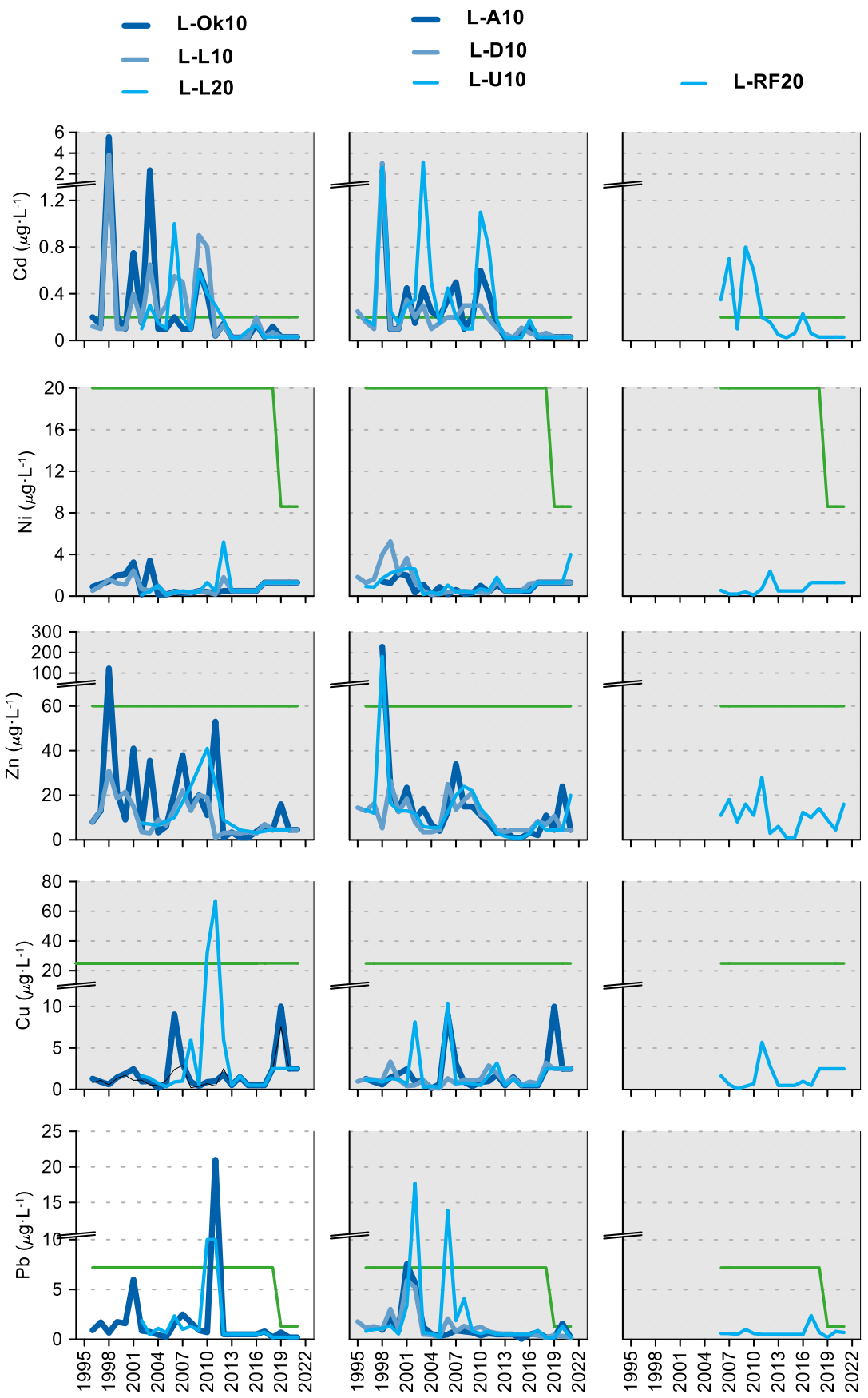


Figura 234 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua costera de Matxitxako-Getaria en el periodo que abarca desde 1996 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

18.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa de agua y de la estación L-RF20 se muestrearon en marzo de 2021. En la estación L-L10 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 168).

Tabla 168 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y estación L-RF20 en la campaña de invierno de 2021.

L-OK10 (Fecha de muestreo: 02/03/2021)					L-D10 (Fecha de muestreo: 02/03/2021)			
Gravas (%)	0,8	Cd	0,25		Gravas (%)	0,0	Cd	0,07
Arenas (%)	98,3	Cr	25		Arenas (%)	99,7	Cr	17
Limos (%)	0,9	Cu	24		Limos (%)	0,3	Cu	<10
MO (%)	0,6	Hg	0,12		MO (%)	1,9	Hg	0,11
Eh (mV)	391	Ni	13		Eh (mV)	398	Ni	10
		Pb	38				Pb	26
		Zn	136				Zn	50
L-L10 (Fecha de muestreo: 02/03/2021)					L-U10 (Fecha de muestreo: 02/03/2021)			
Gravas (%)	13,0	Cd	-		Gravas (%)	0,7	Cd	0,06
Arenas (%)	86,9	Cr	-		Arenas (%)	97,7	Cr	32
Limos (%)	0,1	Cu	-		Limos (%)	1,6	Cu	13
MO (%)	1,6	Hg	-		MO (%)	1,4	Hg	0,07
Eh (mV)	381	Ni	-		Eh (mV)	379	Ni	18
		Pb	-				Pb	22
		Zn	-				Zn	74
L-L20 (Fecha de muestreo: 02/03/2021)					L-RF20 (Fecha de muestreo: 04/03/2021)			
Gravas (%)	0,3	Cd	0,17		Gravas (%)	0,1	Cd	0,19
Arenas (%)	97,2	Cr	18		Arenas (%)	55,7	Cr	19
Limos (%)	2,4	Cu	10		Limos (%)	44,2	Cu	13
MO (%)	1,3	Hg	0,11		MO (%)	2,6	Hg	0,5
Eh (mV)	362	Ni	11		Eh (mV)	25	Ni	11
		Pb	21				Pb	50
		Zn	70				Zn	101
L-A10 (Fecha de muestreo: 02/03/2021)								
Gravas (%)	0,0	Cd	0,11					
Arenas (%)	99,1	Cr	18					
Limos (%)	0,9	Cu	<10					
MO (%)	0,9	Hg	0,1					
Eh (mV)	382	Ni	11					
		Pb	23					
		Zn	64					

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 areno-limoso (Tabla 168) y muestra los máximos valores de materia orgánica.

En lo que refiere a variación temporal, en la masa de agua en general se observa 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).

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.

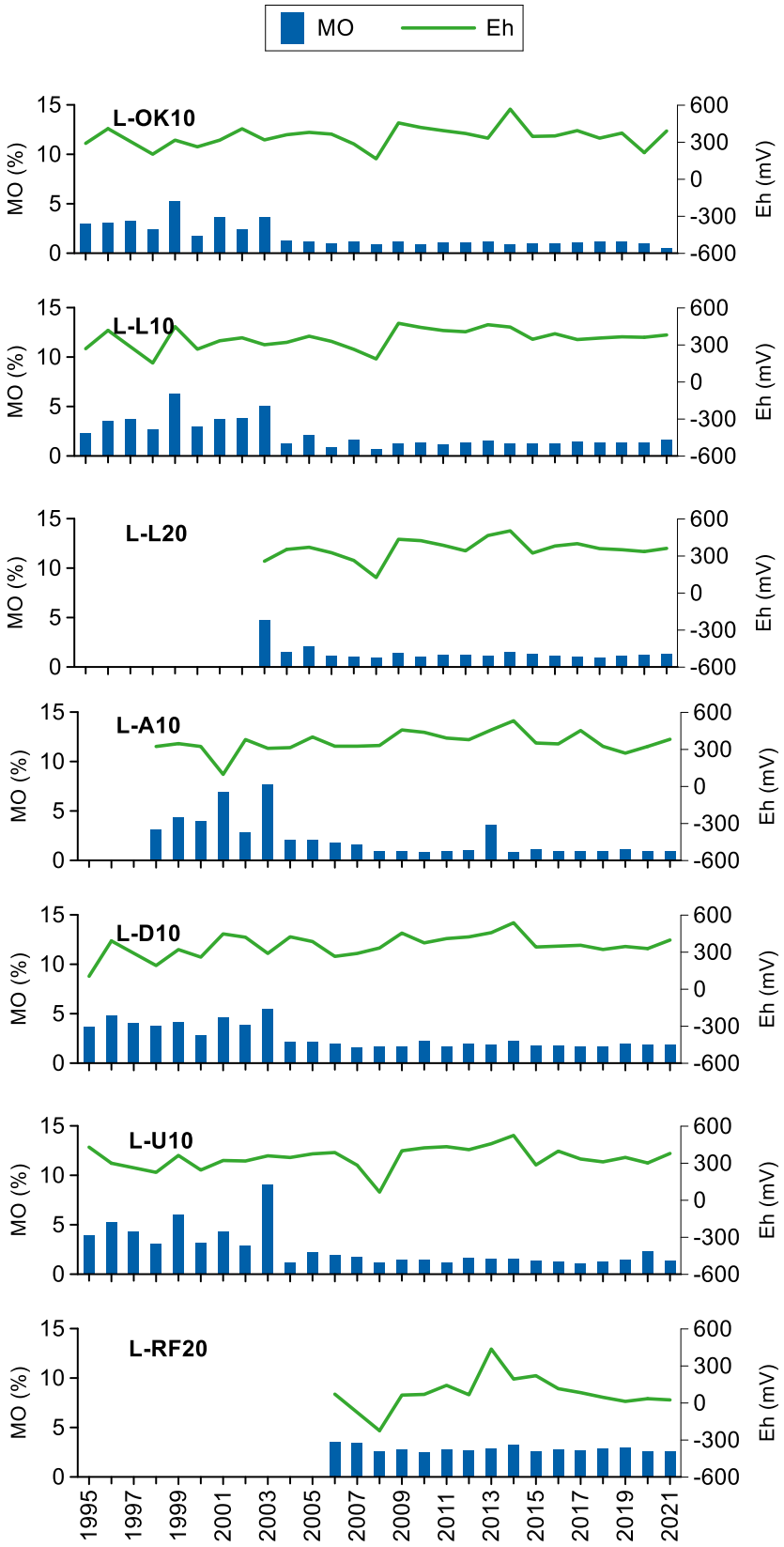


Figura 235 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y en la estación L-RF20 (muestreos de invierno).

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 'anómala' ese año).

En la estación L-U10 se observa un descenso significativo en las concentraciones de Cd, Cu, Hg, Pb y Zn, en la estación L-A10 se observa un descenso significativo en las concentraciones de Hg, Ni y de Pb, y en la estación L-L20 un descenso de Cd, Hg, Ni y Zn, en la L-D10 de Zn y en la L-RF20 de Ni.

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).

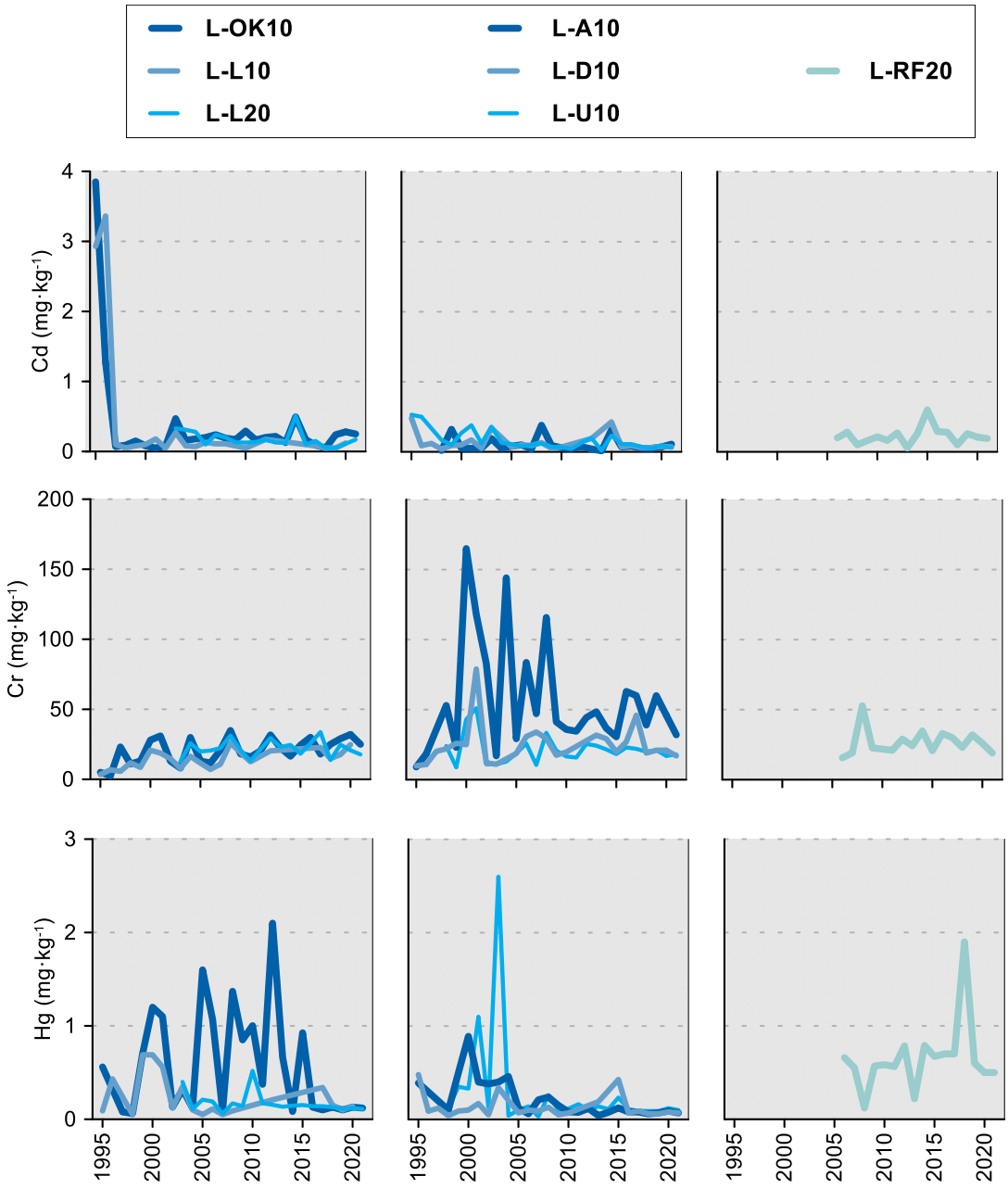


Figura 236 Evolución temporal de la concentración de Cd, Cr y Hg ($mg \cdot kg^{-1}$) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y estación L-RF20 (muestreos de invierno).

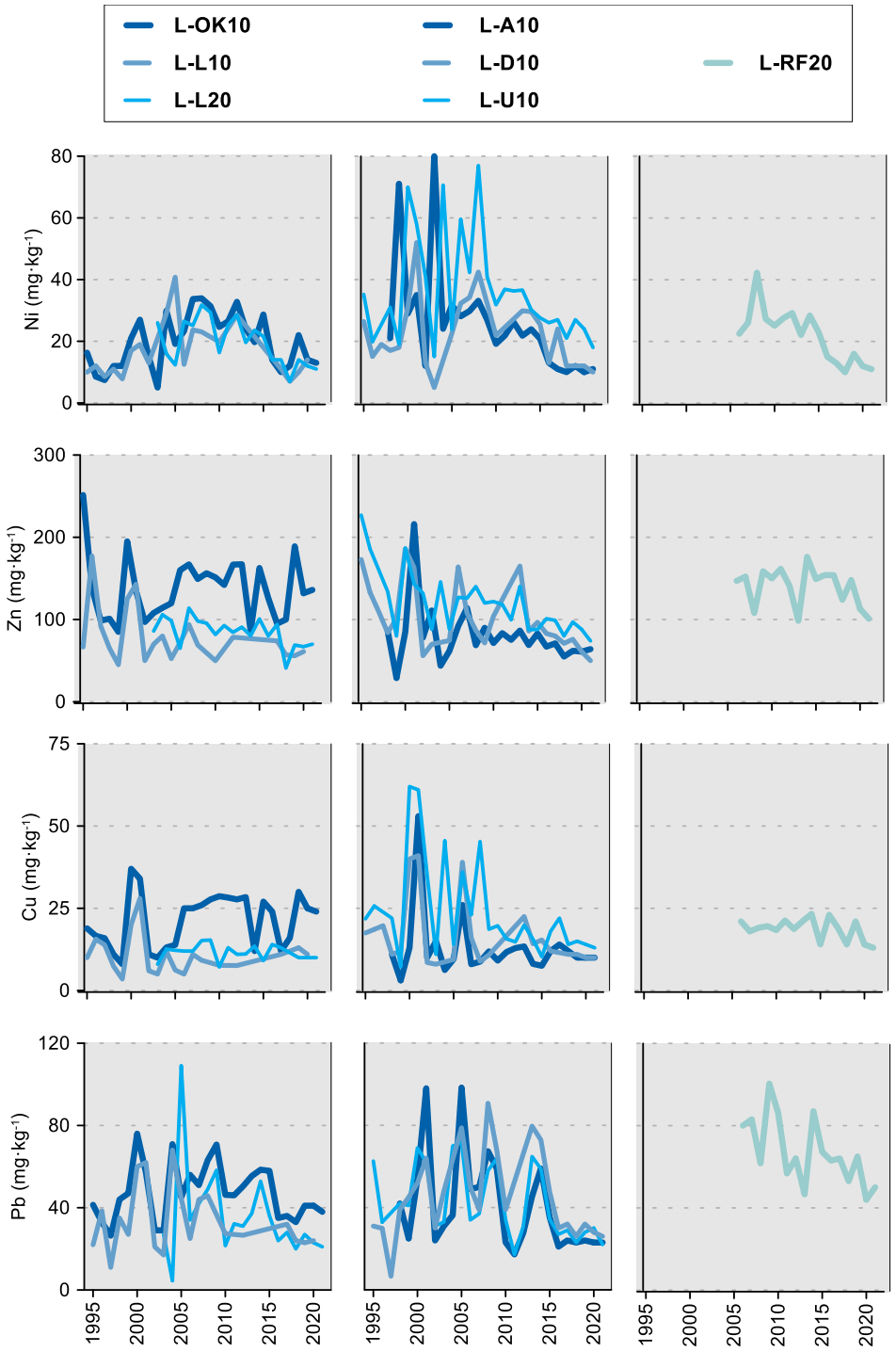


Figura 237 Evolución temporal de la concentración de Ni, Zn, Cu y Pb (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y estación L-RF20 (muestreos de invierno).

18.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

18.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a superficial** durante las campañas trimestrales de 2021 osciló entre 0,08 µg·L^{-1} y 0,46 µg·L^{-1}, sin apreciarse patrones de variabilidad espacial o temporal. En las aguas de fondo las concentraciones fueron siempre más altas, especialmente en verano. En fondo, aunque el máximo se midió en agosto en L-L10 (0,95 µg·L^{-1}), hubo un pico muy similar en febrero en L-L20 (0,92 µg·L^{-1}).

En la estación de referencia (L-RF20) las concentraciones fueron muy bajas en las aguas de fondo (<0,05 µg·L^{-1}), como cabe esperar por su profundidad (unos 100 m) y la consiguiente limitación de la fotosíntesis por escasez de luz. En las aguas de superficie de esta estación, la clorofila mostró su máximo en febrero (0,89 µg·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 µg·L^{-1}) a lo largo del seguimiento. Aunque no se observa en general una tendencia definida, el último periodo muestra valores mínimos a lo largo de toda la masa de agua.

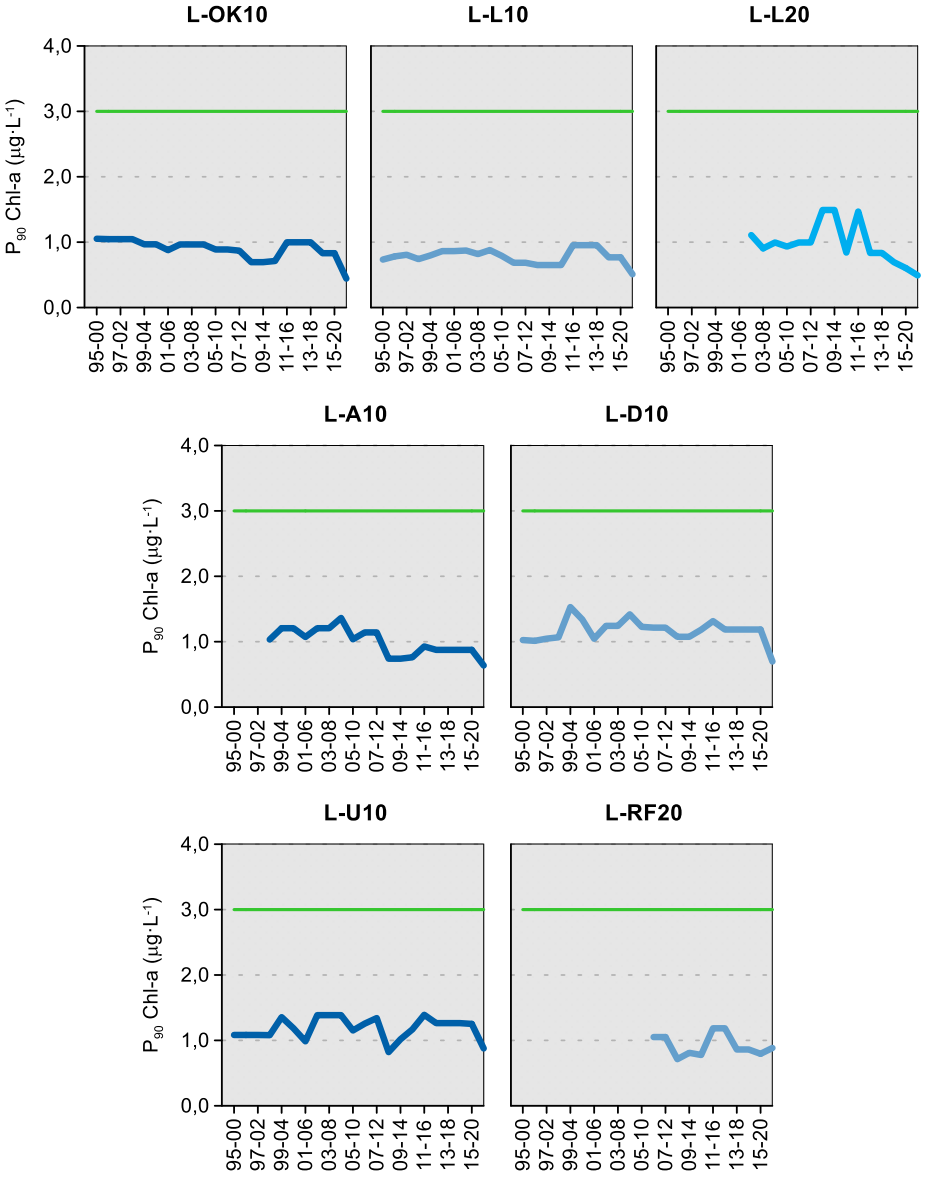


Figura 238 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua costera Matxitxako-Getaria (ordenadas de Oeste a Este) y en la estación offshore utilizada como referencia (L-RF20). Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado para periodos de seis años con datos obtenidos "in situ" en superficie, en cuatro épocas del año. Línea verde: objetivo de calidad para aguas costeras Tipo 12.

De forma complementaria, se han utilizado datos obtenidos diariamente con satélite. En el capítulo sobre la masa costera Cantabria-Matxitxako se presenta el mapa de P_{90} en el extremo sudeste 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., 2004). La menor presión de eutrofización que soporta esta masa de agua en comparación con las otras se aprecia en el valor medio del P_{90} calculado con datos diarios de satélite (Figura 239).

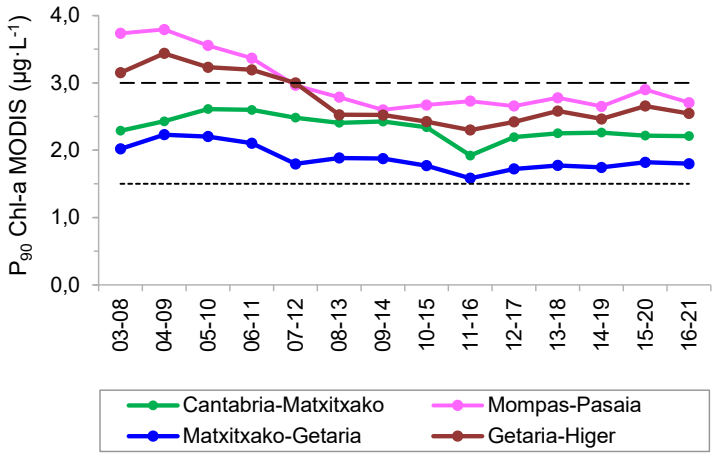


Figura 239 Percentil 90 de clorofila-a (µg L^{-1}) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en las masas de agua costeras del País Vasco. El valor mostrado es la media aritmética de los P_{90} obtenidos en todos los pixeles. A modo orientativo, se muestran los límites de clase entre los estados Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado (límites intercalibrados para clorofila-a "in situ", pero no para datos de satélite).

Para los datos de satélite, el P_{90} de la masa de agua se muestra junto con el de la estación de referencia en la Figura 240. 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. El P_{90} de Matxitxako-Getaria presenta leves oscilaciones, con un balance neto de ligero descenso. En la estación de referencia su valor ha sido hasta ahora más bajo, pero con el transcurso de los años se ha ido acortando la diferencia.

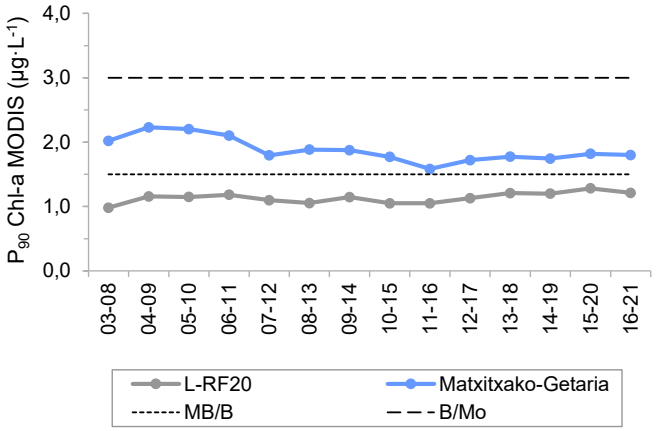


Figura 240 Percentil 90 de clorofila-a (µg L^{-1}) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en la masa de agua y en la estación de referencia. Se muestran los límites de clase entre los estados Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en la Tabla 169 se muestran los resultados obtenidos en L-OK10 (superficie) para las variables que describen de manera general a la comunidad fitoplanctónica. Esta estación se ha mantenido durante años en un nivel muy similar al de la estación de referencia L-RF20 en cuanto a clorofila, composición y abundancia celular, como puede verse en informes anteriores.

Tabla 169 Parámetros estructurales del fitoplancton medidos en muestras de superficie de la estación costera situada frente al estuario del Oka.

	L-OK10 17/02/2021	L-OK10 04/05/2021	L-OK10 24/08/2021	L-OK10 27/10/2021
Abundancia (10^3 cél·L^{-1})	300	152	156	254
Diversidad (bit·cel^{-1})	3,6	2,9	3,0	3,5
Riqueza (# *taxa*)	31	40	40	54

La abundancia celular mostró poca variabilidad en la estación L-OK10 y se mantuvo en valores bajos. El de primavera fue más bajo de lo habitual, de hecho, fue el mínimo registrado para esta estación en mayo durante los últimos 20 años. Por el contrario, el número de *taxa* se mantuvo en un rango normal (Tabla 169). A los valores más altos de riqueza contribuyeron en bastante medida los dinoflagelados, grupo en el cual se contabilizaron 22 *taxa* en primavera, 23 en verano y 25 en otoño.

Las muestras presentaron diferente composición según la época del año. En la de invierno dominaron las criptofíceas, siendo la más abundante *Plagioselmis* sp. ($76 \cdot 10^3$ células·L^{-1}).

A principios de mayo aumentó la abundancia de los dinoflagelados. Entre ellos se encontró alguna especie potencialmente tóxica, como *Dinophysis acuminata* y *Gonyaulax spinifera*, aunque en baja densidad (40 células·L^{-1}). *D. acuminata* también estuvo presente en primavera en el resto de las masas costeras y en la estación L-RF10.

A finales de agosto, la especie más abundante fue de nuevo *Plagioselmis* sp. ($39 \cdot 10^3$ células·L^{-1}), aunque también contribuyeron de manera importante los dinoflagelados gymnodiniales.

La muestra de finales de octubre fue la única con una contribución relativamente alta de diatomeas, entre las que destacó en abundancia la especie potencialmente tóxica *Pseudo-nitzschia galaxiae* ($68 \cdot 10^3$ células·L^{-1}). Esta especie se encontró en otros puntos de la costa en la campaña de otoño y también en la de verano.

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. En el global de la masa de agua el estado del fitoplancton actualmente es “**Muy Bueno” (EQR = 1,703)**. La estación de referencia presenta un EQR más cercano a 1.

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 correlación.

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
2016-2021	L-OK10	0,44	2,273
	L-L10	0,51	1,961
	L-L20	0,49	2,041
	L-A10	0,64	1,563
	L-D10	0,70	1,429
	L-U10	0,88	1,136
	Costera Matxitxako-Getaria	0,5872*	1,703
	L-RF20	0,88	1,136

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

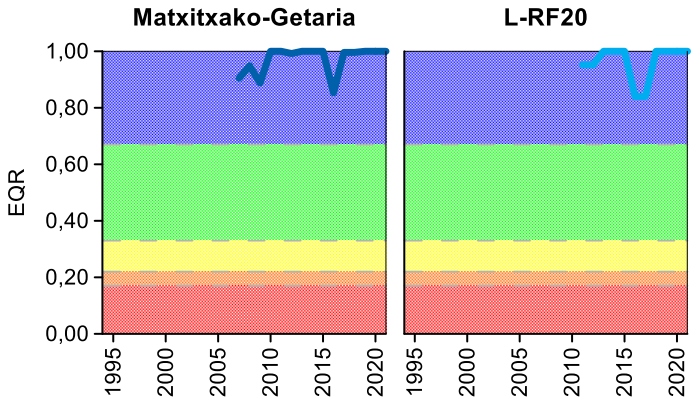


Figura 241 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua costera Matxitxako-Getaria y para la estación de referencia a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

18.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Para el estudio de las macroalgas (y los macroinvertebrados que definen comunidades de sustrato duro) de la Masa de Agua Costera Matxitxako-Getaria, en la campaña de 2021 se analizaron dos transectos próximos a la desembocadura del Deba (Figura 228). La evaluación de la calidad biológica de la masa de agua se llevó a cabo combinando los datos de la presente campaña de 2021 con los de 2019 (dos transectos próximos a la desembocadura del Urola) y 2020 (dos transectos próximos a la desembocadura del Artibai, dos próximos a la desembocadura del Lea y otros dos próximos a la desembocadura del Oka), abarcando así la totalidad de la masa.

El transecto M-LD1 se sitúa en la margen izquierda de la playa de Ondarbeltz y discurre a lo largo de una serie de lajas del *flysch* costero. A pesar de que se encuentra en una zona de fuerte exposición al oleaje, el transecto queda considerablemente protegido por el espigón que cierra la ensenada de Deba por el oeste. Las algas calcáreas *E. elongata* y *L. incrustans* dominan entre la franja infralitoral y el mediolitoral medio, con coberturas superiores a las registradas en la campaña de 2018, aunque decrecientes hacia niveles superiores. Además, en la franja infralitoral, destaca también la mayor cobertura del alga parda *Stypocaulos scoparium* y de la rodofíceas *Acrosorium ciliolatum* que en dicha campaña. Por otro lado, en el mediolitoral inferior, destaca la tendencia negativa, desde 2015, en la cobertura de *Sphacelaria* sp., así como la desaparición, en comparación con 2018, del percebe *Perforatus perforatus*. Por el contrario, en los tramos más bajos aparecen matas de las algas anuales *Asparagopsis armata* y *Nemalion elminthoides* ausentes en 2018. A partir de las zonas menos expuestas al oleaje del mediolitoral medio, se desarrolla la facies de *Chthamalus* sp.-*Patella* sp., con un mediolitoral superior dominado por *Chthamalus* sp. Su cobertura se va reduciendo en la franja

supralitoral (sobre todo en zonas menos expuestas al oleaje).

A pesar de que la baja pendiente por la que discurre el transecto, la composición específica de las poblaciones que ocupan el intermareal es relativamente homogénea, con un número reducido de poblaciones de macroalgas características diferentes (Tabla 171). Las principales diferencias entre zonas se deben a diferencias en las coberturas de las especies identificadas y a diferencias en cuanto a las especies acompañantes. Esto explica la baja riqueza de especies características encontradas. Además, su cobertura es también moderadamente baja. Sin embargo, también es baja la fracción de especies oportunistas, por lo que la calificación de la zona, a partir del índice CFR, es de Buen Estado. También RICQI ofrece la misma calificación para el transecto, motivada, sobre todo, por un grado de similaridad alto respecto a una comunidad de referencia de Buen Estado y una cobertura de macroalgas morfológicamente complejas menor de la esperable, así como por la ausencia de algas indicadoras el género *Cystoseira*.

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 Matxitxako-Getaria en las campañas de 2019 (M-LU1a, M-LU1b, M-LU1c y M-LU2), de 2020 (M-LOK5, M-LOK6, M-LL1, M-LL3, M-LA1 y M-LA2) y de 2021 (M-LD1 y M-LD2). 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					

El segundo transecto analizado en la campaña de 2021 (M-LD2) se sitúa en la margen derecha de la ensenada de Deba, en la punta Aitzandi. El transecto discurre a lo largo de una extensa plataforma de abrasión sobre la que descansan bloques rocosos de mediano y gran tamaño desprendidos del acantilado. El transecto presenta un aspecto muy similar al de campañas anteriores, aunque las coberturas son ligeramente inferiores a las de la pasada campaña de 2018 en la franja infralitoral. En general en la franja infralitoral y en el mediolitoral inferior dominan las rodofíceas *E. elongata* y *L. incrustans*, con coberturas decrecientes a medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar. A partir del mediolitoral medio, pasan a dominar las comunidades faunísticas (salvo en pozas y recovecos donde la humedad puede mantenerse por más tiempo), destacando las poblaciones de *Chthamalus* sp., *M. neritoides* y *Patella* sp. De entre las algas, destacaría la feofícea incrustante *Ralfsia verrucosa*. También se observan manchas del liquen *L. pygmaea*. A medida que aumenta la altura, las coberturas biológicas se reducen y únicamente destaca la aparición de algunas manchas del liquen *Verrucaria maura* en los tramos más altos de la zona supralitoral.

Las poblaciones características presentes en el transecto presentan una cobertura relativamente alta, pero riqueza moderada. Además, la fracción de algas oportunistas presente no es baja, lo que limita la calificación del transecto M-LD2 a partir del índice CFR a Buen Estado (Tabla 171). En función de RICQI, la calificación se mantiene por el alto grado de similaridad respecto a una comunidad de

referencia de buen estado, por la presencia de algas del género *Cystoseira* y por la moderada cobertura de algas de morfología compleja, entre otros.

Combinados estos resultados con los obtenidos en las campañas de 2019 y de 2020, 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) del orden del valor promedio de la estación para su seguimiento; 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 *Mactra stultorum* (5.727 ind·m^{-2}), debido a que, probablemente, en aquella ocasión el muestreo coincidió con la época de reclutamiento de la especie. En cambio, la riqueza (Tabla 172) es superior al valor promedio (26 *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 2021 (Tabla 172), como consecuencia de la dominancia del bivalvo *Chamelea striatula*, que alcanza el 93% 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=0,7).

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})	503	1.000	597	357	2.773	733	1.580
Biomasa	(g·m^{-2})	17,869	0,278	0,370	0,765	625,928	0,604	7,120
Riqueza	(*# taxa*)	36	39	41	32	54	48	89
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	4,11	4,10	4,15	4,46	4,32	3,74	4,82
Equitabilidad densidad		0,79	0,78	0,78	0,89	0,75	0,67	0,74
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	0,58	4,48	4,23	3,87	0,02	3,80	2,98
Equitabilidad biomasa		0,11	0,85	0,79	0,77	0,00	0,68	0,46
Diversidad máxima	(bit)	5,17	5,29	5,36	5,00	5,75	5,58	6,48
AMBI		0,683	1,639	0,993	1,096	1,979	0,785	0,883
Clasificación AMBI		Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Nula	Alteración Nula
M-AMBI$_{estación}$		1,000	0,936	1,000	0,995	0,979	1,000	0,860
M-AMBI$_{global}$		0,984						

La estación L-L10 (frente a Ea), presenta un valor de densidad del inferior al promedio histórico de la estación (1.789 ind·m^{-2}), con un valor de riqueza específica mayor al promedio (34 *taxa*) (Tabla 172). En camio, el valor de biomasa es de los más bajos de la estación desde que se iniciara el seguimiento (Tabla 172) y el menor de entre las estaciones litorales en la presente campaña de 2021. 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*'. Codominan las especies adscritas a los GEs I y II (especies sensibles e indiferentes a la alteración del medio, respectivamente), con densidad relativa casi idénticas del GE III (especies tolerantes al enriquecimiento orgánico), calificando la estación como ligeramente alterada (AMBI=1,6).

La estación L-L20 (frente a la desembocadura del Lea), presenta una densidad (Tabla 172) inferior al promedio de la estación (735 ind·m^{-2}). En cambio, aunque disminuye respecto a las últimas campañas,

la riqueza específica (Tabla 172), sigue siendo superior al promedio de la estación (39 *taxa*). Dominan las especies del GE I, con densidad relativa moderada del GE III, calificando la estación como no alterada (AMBI=1,0).

La estación L-A10 (frente a la desembocadura del Artibai) presenta una densidad relativamente baja y una riqueza específica moderada (Tabla 172), valores del orden de los respectivos promedios desde 1998 (444 ind·m^{-2} y 30 *taxa*, respectivamente). Atendiendo a la composición específica, la estación parece albergar una 'Facies de arenas limpias circalitorales de *Echinocardium cordatum*', con especies como *Prionospio cristaventralis*, *B. elegans* y el erizo *Echinocyamus pusillus*, entre otros. Dominan las especies adscritas al GE I, por lo que su calificación según AMBI, es de no alterada (AMBI=1,1).

La estación L-D10 (frente a la desembocadura del Deba) presenta valores de densidad, riqueza y diversidad específica (Tabla 172) superiores a los respectivos valores promedios para la serie histórica (1.721 ind·m^{-2}, 40 *taxa* y 4,00 bit·ind^{-1}), confirmando la progresiva mejora que se viene observando desde 2006. En cambio, la diversidad estimada a partir de las biomasas (Tabla 172) es la menor de entre las estimadas en las estaciones litorales en la presente campaña de 2021, y una de las menores desde el inicio del estudio, como consecuencia de un único ejemplar del erizo *Spatangus purpureus*, que aporta prácticamente el 100% de la biomasa total de la estación. La composición específica permite caracterizar la población de invertebrados bentónicos presente 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. remota*, *P. appendiculatus*, y *Exogone naidina*. Respecto al reparto de especies según su sensibilidad/tolerancia a la alteración del medio, dominan las especies adscritas al 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=2,0).

En la estación L-U10 (frente a la desembocadura del Urola), el valor de densidad (Tabla 172) es ligeramente superior al promedio desde que se iniciara el seguimiento de la estación (573 ind·m^{-2}). También el valor de riqueza específica (Tabla 172) es superior al promedio histórico (35 *taxa*). Los datos faunísticos (y granulométricos) registrados en las diferentes campañas, parecen indicar que se trata de una zona heterogénea, en la que se observan alternancias entre comunidades como la 'Comunidad lusitánico-boreal de *Tellina tenuis*' (Stephen, 1930) y la 'Comunidad de arenas de *Amphioxus*' En términos de AMBI, la estación queda calificada como no alterada (AMBI=0,8), debido a la clara dominancia de especies sensibles a la alteración del medio y a una densidad relativa moderada de especies indiferentes.

Por último, se ha muestreado también una estación situada más allá del ámbito de aplicación de la DMA (L-RF20) en fondos de alrededor de 100 m de profundidad frente al litoral de Zumaia. En dicha estación se han determinado un valor de riqueza específica de 89 (Tabla 172), superior al promedio para la estación (71 *taxa*), con una densidad (Tabla 172) ligeramente superior al valor promedio histórico (1.382 ind·m^{-2}). 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). La estación se califica como no alterada (AMBI=0,9).

Los valores de M-AMBI en 2021 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.

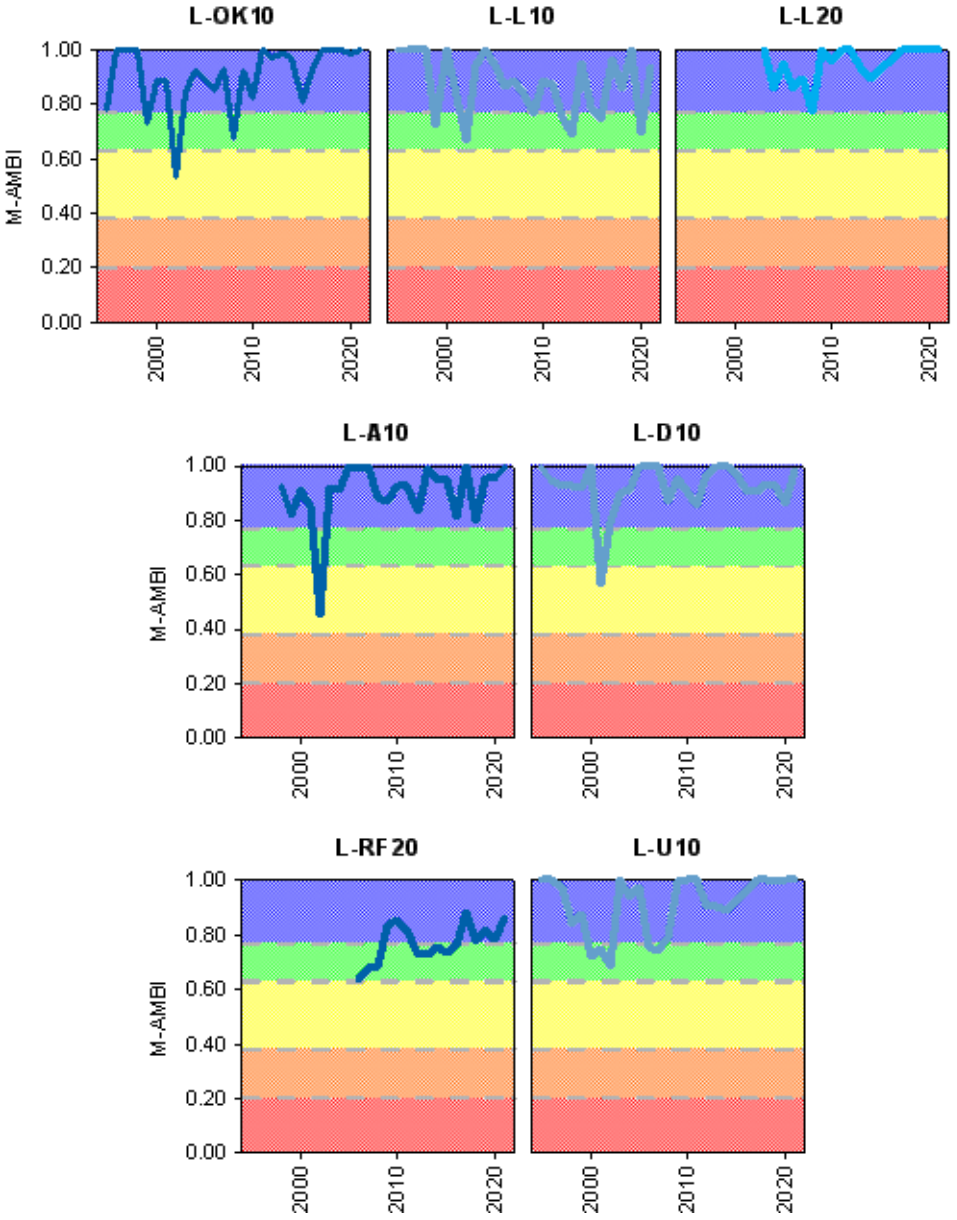


Figura 242 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las cinco estaciones muestreadas en la Masa de Agua Costera Matxitxako-Getaria, y en la estación L-RF20 (frente al litoral de Zumaia, aunque más allá del ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua), a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

18.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2021 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-REF10) (Figura 243). Por otro lado, cada año se analizan varias estaciones para macroalgas litorales, de forma que en el período 2003-2021 se tienen datos de todas ellas para hacer las valoraciones.

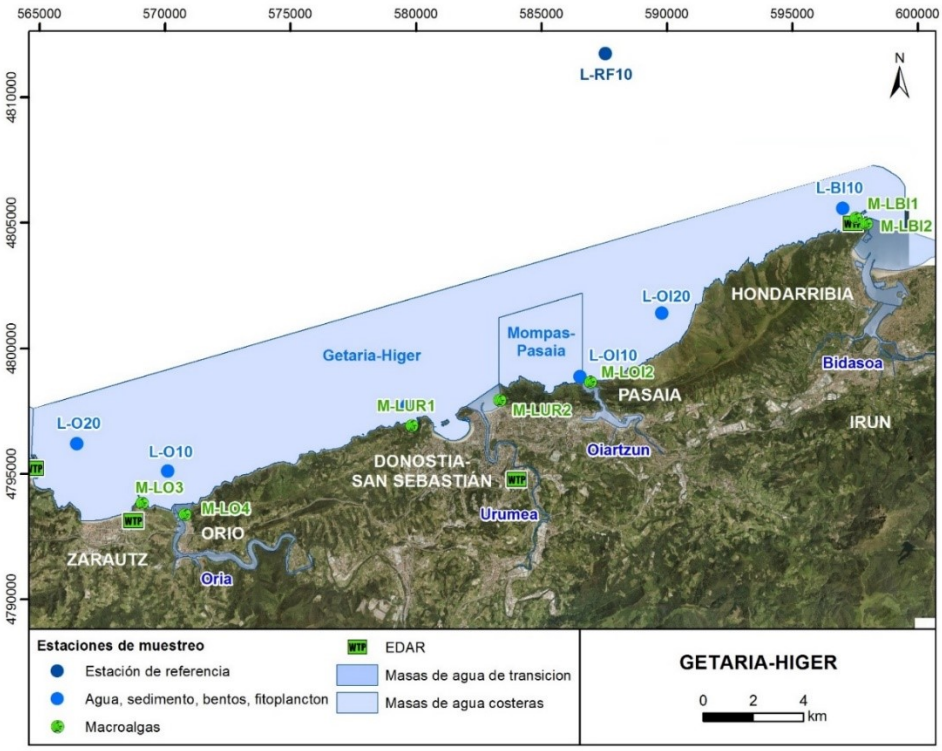


Figura 243 Ubicación de estaciones en la masa de agua Getaria-Higer.

La masa de agua costera Getaria-Higer se diagnostica en 2021 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.

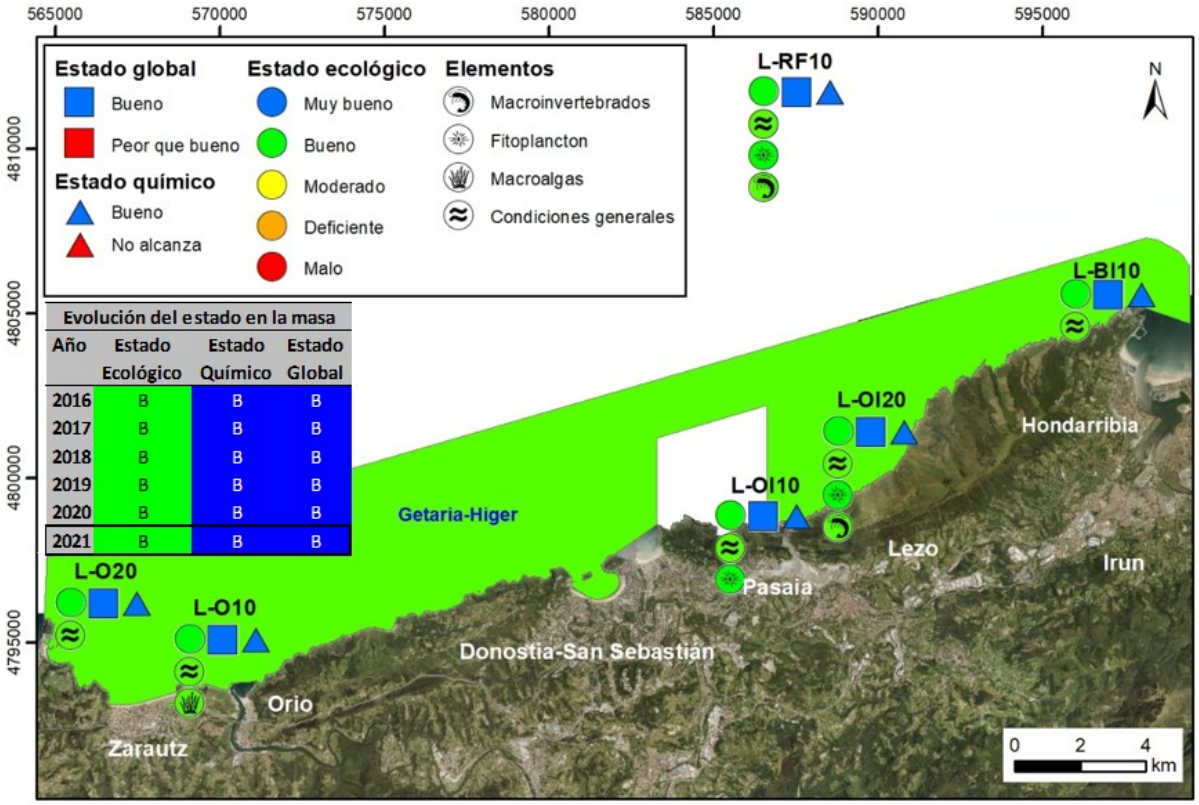


Figura 244 Masa de agua costera de Getaria-Higer: Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 173 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua costera Getaria-Higer, en 2021. (Claves: Macroinvertebrados (MI), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). 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	B	MB	MB	B	B	B
L-OI10	Litoral de Pasaia (Oiartzun)	MB	B	-	B	B	MB	MB	B	B	B
L-OI20	Litoral de Pasaia (Asabaratza)(Oiartzun)	B	B	-	B	B	MB	MB	B	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 Oiartzun - plataforma	B	B		B	B	MB	MB	B	B	B

Las principales fuentes de presión en esta masa de agua han sido los emisarios submarinos de Zarautz (cerca de L-O10) y el de Atalerreka (cerca de L-BI10), con posibilidad de verse influenciada también por el emisario submarino de Mompas, que se halla en la masa de agua incluida en su interior (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 la calidad de los macroinvertebrados en L-OI20. Por ejemplo, entre abril y julio de 2018 se vertieron 100.000 m^3 procedentes de Orio y entre octubre y diciembre de 2017 se vertieron 25.000 m^3 de Lezo. 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, que muchos de esos indicadores presentan tendencias significativas de mejora, que se traducen también en que los métodos biológicos y químicos para determinar el estado ecológico muestran tendencias positivas. Así, en el período de 6 años de 2016 a 2021, 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 2021, 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-Matxitxako 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		103,99	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,39	Muy Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	4,31	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,25	Bueno
L-O20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,55	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,42	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	2,82	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,23	Muy Bueno
L-OI10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		102,66	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,86	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	4,21	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,31	Bueno
L-RF10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		103,79	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,49	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	2,35	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,27	Bueno
L-OI20	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		104,50	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,66	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	2,80	Muy Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,27	Bueno
L-BI10	Euhalino marino	Límite de clases de estado	Oxígeno	%	85		102,93	Muy Bueno
			Amonio	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤6,7	1,6	2,87	Bueno
			Nitrato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤12,9	1,6	3,76	Bueno
			Fosfato	$\mu mol \cdot L^{-1}$	≤0,65	0,16	0,28	Bueno

Las estaciones L-O10 y L-BI10 presentan una tendencia estadísticamente significativa ($p<0,05$) a disminuir los valores del percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021. A pesar de ello se mantienen en todo momento en niveles de "Muy Buen" estado. 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).

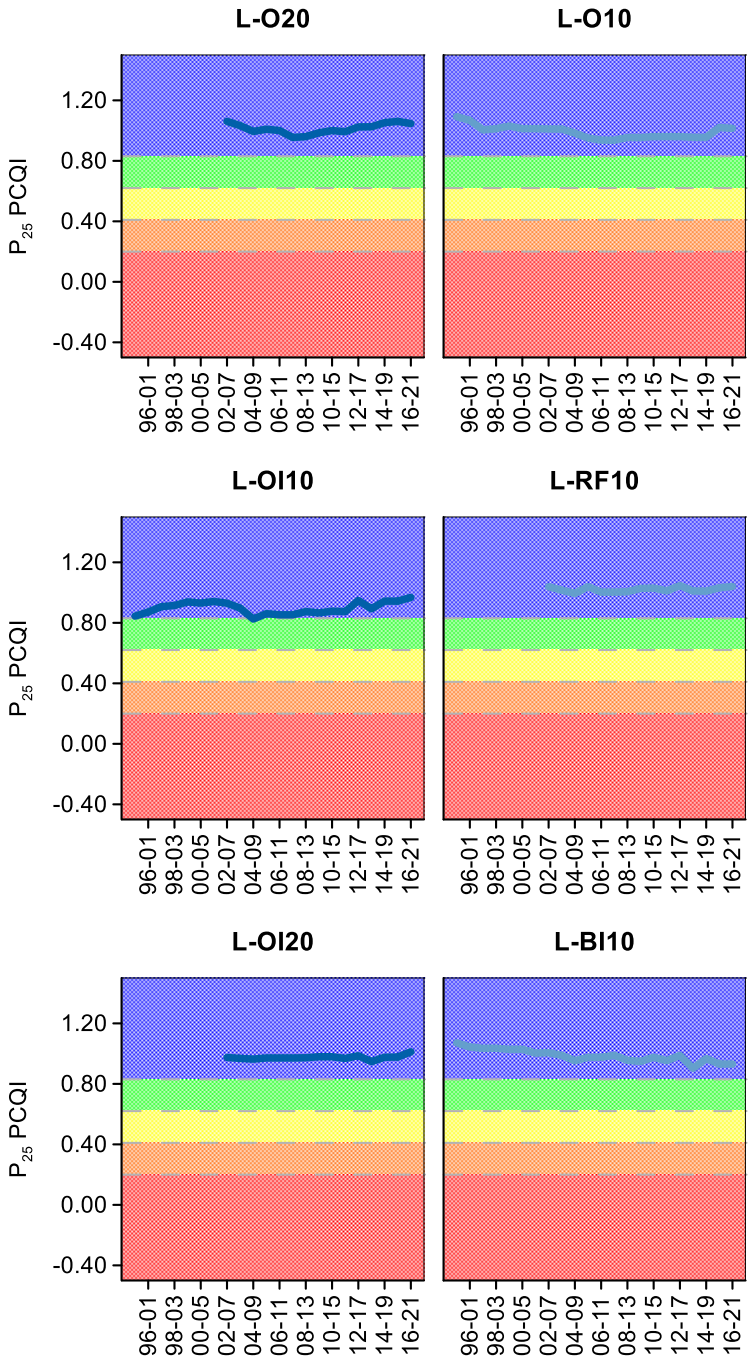


Figura 245 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de las estaciones de muestreo L-O20, L-O10, L-OI10, L-RF10, L-OI20 y L-BI10 de la masa de agua costera Getaria-Higer. Se indican los rangos de calidad: 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 1994 a 2021.

En las series de datos disponibles, se observan algunas tendencias significativas en las variables fisicoquímicas. El amonio desciende significativamente en las estaciones L-O10 y L-O20 ($p<0,05$), así como el fosfato en la estación L-O20 ($p<0,05$). Por el contrario, la saturación de oxígeno aumenta significativamente en L-O20 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.

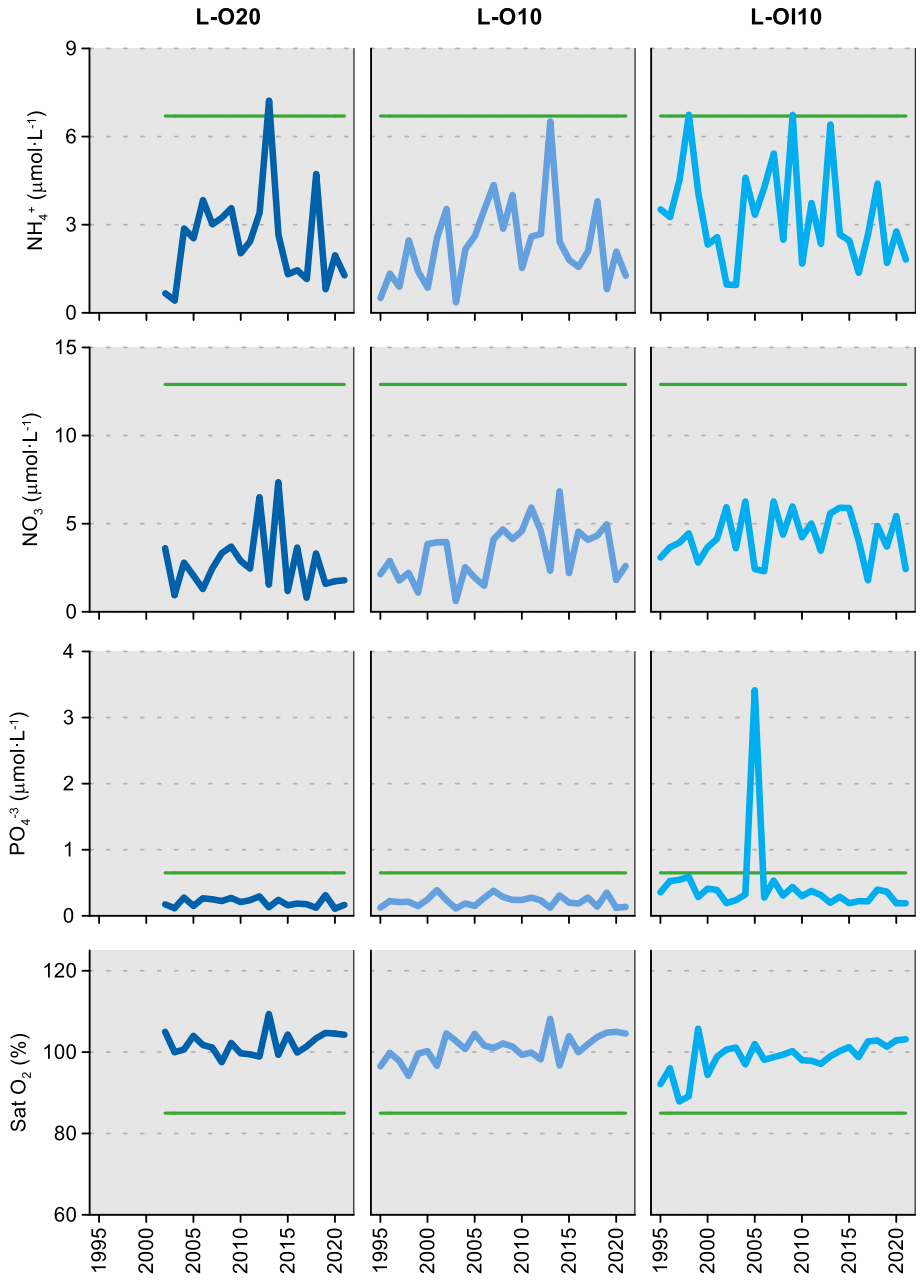


Figura 246 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer en el periodo que abarca desde 1995 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

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 (emisarios submarinos de Zarautz y Atalerreka y vertidos

de sedimentos dragados).

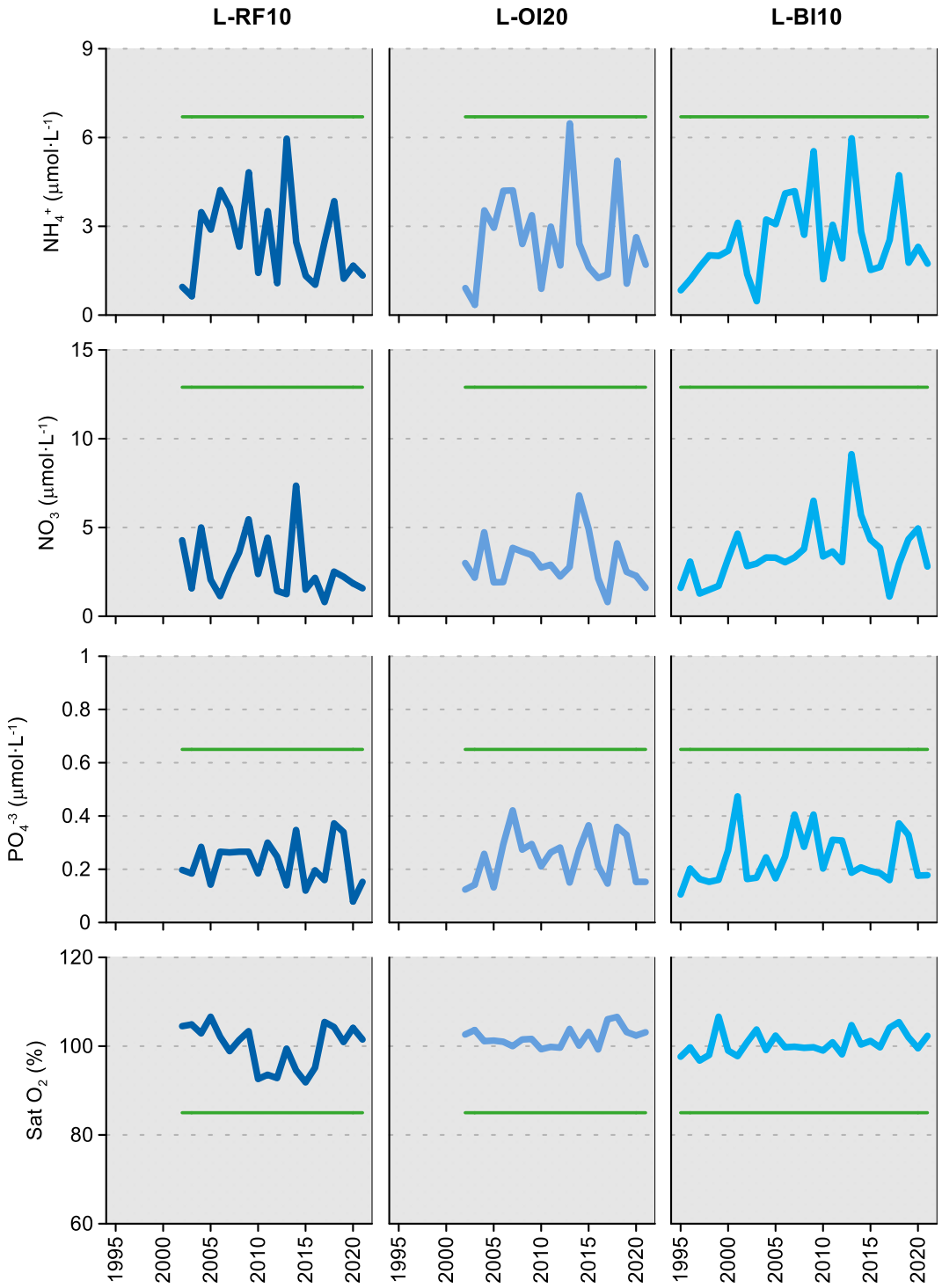


Figura 247 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer en el periodo que abarca desde 1995 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

19.2.1.2. Sustancias preferentes y sustancias prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2021 implica que la masa alcanza el muy buen estado, siendo también muy bueno para todas las estaciones de la masa (Tabla 175) y también para la estación de referencia, como viene ocurriendo desde 2008.

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2021 en esta masa de agua indica que, de forma global, alcanza el buen estado químico (Tabla 176), situación en la que se encuentra desde 2008.

Tabla 175 Evaluación del Estado Físico- Químico (contaminantes específicos) en la masa de agua costera de Getaria-Higer en 2021. LC: límite de cuantificación.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10	Global	L-RF10
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	12,0	<LC	<LC	<LC	<LC	Muy bueno	<LC
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	0%	0%		0%
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Muy bueno	<LC
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	0%	0%	0%	0%		0%
Estado Físico-Químico (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 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-O10	L-O20	L-OI10	L-OI20	L-BI10	Global	L-RF10
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	0,00090	Cumple	<LC
Benzo(k)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Benzo(g,h,i)perileno	NCA-CMA Agua	0,00082	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
Antraceno	NCA-MA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	0,00145	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	0,1	0,0005	<LC	<LC	<LC	<LC	0,00360	Cumple	<LC
Fluoranteno	NCA-MA Agua	0,0063	0,0005	<LC	0,0006	<LC	<LC	0,0025	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	<LC	0,0006	<LC	<LC	0,0080	Cumple	<LC
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0163	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	130	0,01	<LC	<LC	<LC	<LC	0,050	Cumple	<LC
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	<LC	<LC	<LC	0,0006	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	<LC	<LC	<LC	<LC	Cumple	<LC
	NCA-CMA Agua	14	0,39	<LC	<LC	<LC	<LC	0,50	Cumple	<LC
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 2021, para las estaciones de la zona costera entre Getaria e 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.

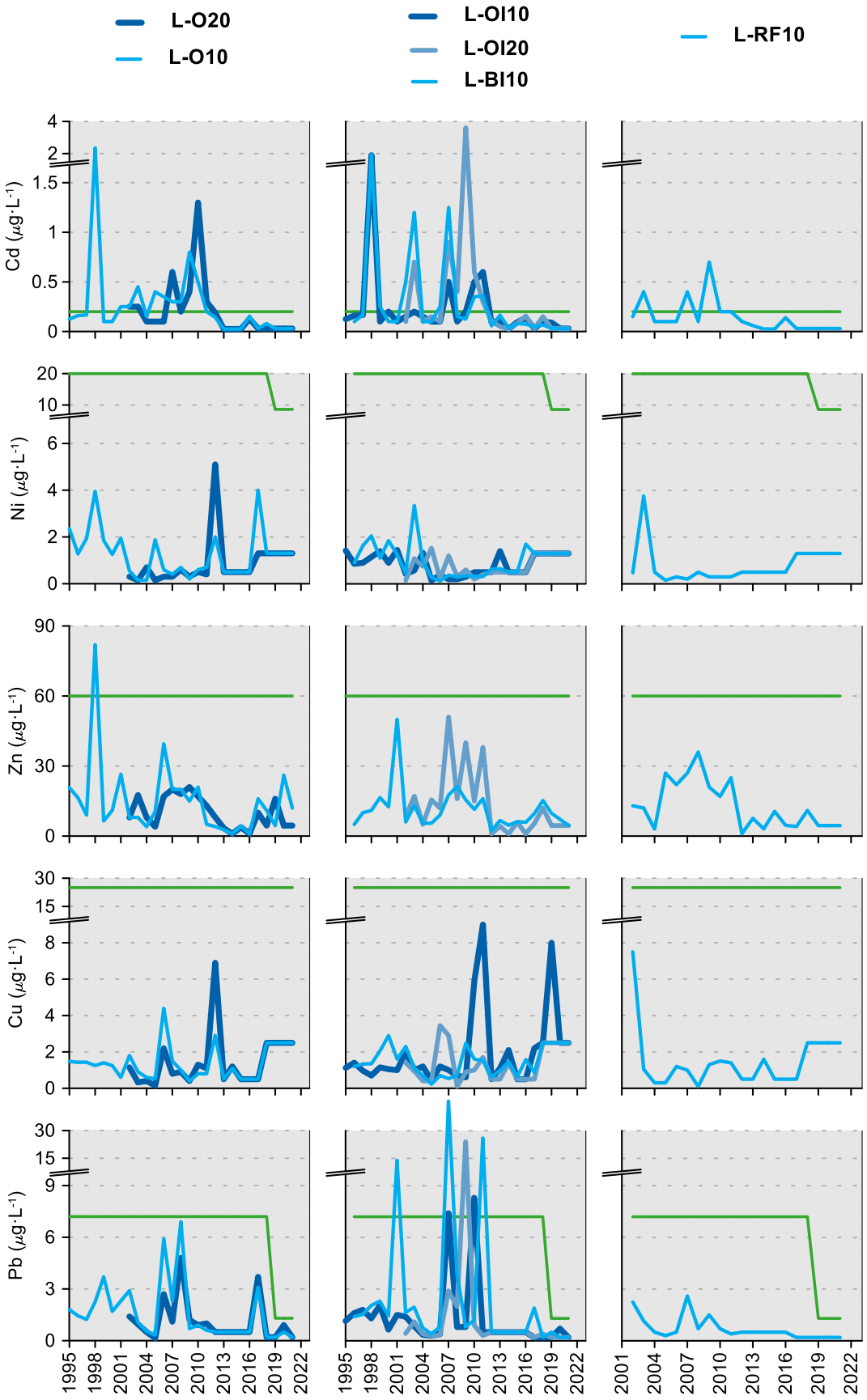


Figura 248 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua costera de Getaria-Higer en el periodo que abarca desde 1995 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

19.2.2. Sedimentos

Los sedimentos de esta masa de agua y de la estación L-RF10 se muestrearon entre febrero y marzo de 2021. 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 en 2021 presentan un sedimento principalmente arenoso, mientras que la estación L-RF10 muestra un sedimento areno-limoso (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, que cambian de dirección dependiendo de la época del año y establecen en verano 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 $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa de agua costera Getaria-Higer y en la estación L-RF10 en la campaña de invierno de 2021.

L-O20 (Fecha de muestreo: 02/03/2021)					**L-OI20 (Fecha de muestreo: 08/02/2021)**			
Gravas (%)	0,1	Cd	0,09		Gravas (%)	0,0	Cd	<0,05
Arenas (%)	96,9	Cr	51		Arenas (%)	99,9	Cr	12
Limos (%)	3,0	Cu	14		Limos (%)	0,1	Cu	<10
MO (%)	1,4	Hg	0,06		MO (%)	0,9	Hg	<0,05
Eh (mV)	336	Ni	21		Eh (mV)	383	Ni	5
		Pb	25				Pb	13
		Zn	76				Zn	41
L-O10 (Fecha de muestreo: 02/03/2021)					L-BI10 (Fecha de muestreo: 18/02/2021)			
Gravas (%)	0,3	Cd	0,13		Gravas (%)	0,1	Cd	-
Arenas (%)	97,5	Cr	53		Arenas (%)	99,7	Cr	-
Limos (%)	2,2	Cu	22		Limos (%)	0,2	Cu	-
MO (%)	1,4	Hg	0,07		MO (%)	3,2	Hg	-
Eh (mV)	350	Ni	26		Eh (mV)	378	Ni	-
		Pb	27				Pb	-
		Zn	108				Zn	-
L-OI10 (Fecha de muestreo: 08/02/2021)					L-RF10 (Fecha de muestreo: 18/02/2021)			
Gravas (%)	0,1	Cd	0,14		Gravas (%)	0,0	Cd	0,14
Arenas (%)	89,3	Cr	32		Arenas (%)	41,1	Cr	30
Limos (%)	10,6	Cu	12		Limos (%)	58,9	Cu	15
MO (%)	1,5	Hg	0,12		MO (%)	0,9	Hg	0,6
Eh (mV)	185	Ni	14		Eh (mV)	69	Ni	15
		Pb	25				Pb	55
		Zn	86				Zn	104

En lo que se refiere a la variación temporal, excepto en la estación L-OI20, en la masa de agua en general se observa una disminución en el contenido en materia orgánica desde los años 2004-2006 (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 2021, 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.

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 observa un

descenso significativo en las concentraciones de Cd, Cu, Hg, Pb y Zn.

En la estación L-BI10 se observa un descenso significativo en las concentraciones de Cd, Hg y Zn (posiblemente en relación con el saneamiento, con la instalación de la depuradora y el emisario de Atalerreka). En la estación L-O10 se observa descenso significativo en la concentración de Hg y Zn. En la estación L-OI20 y L-RF10 se observa un descenso significativo en las concentraciones de Ni y en la estación L-O20 en las concentraciones de Zn. Por el contrario, en las estaciones L-O10 y L-OI10 se observa un incremento significativo de Cr.

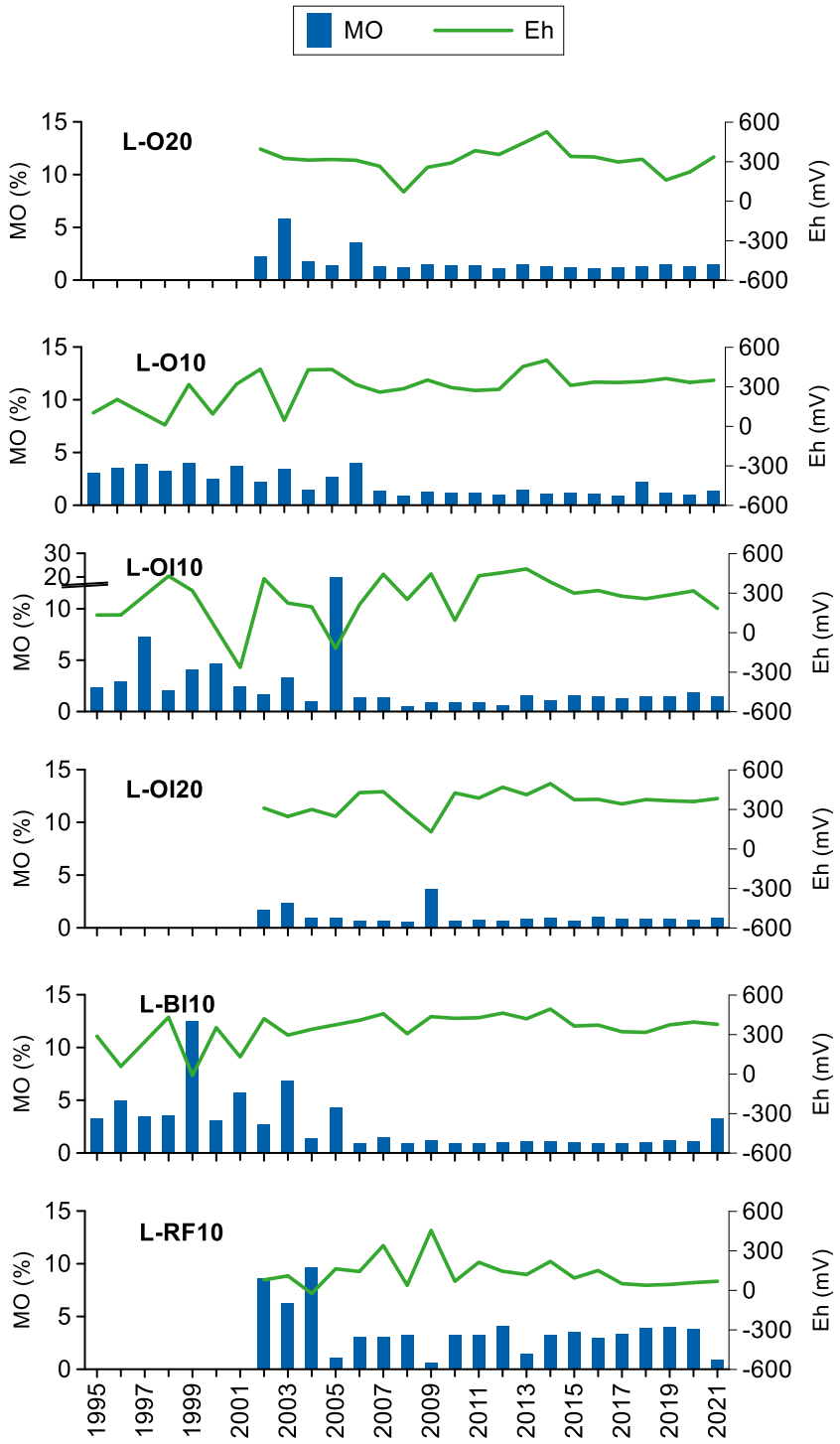


Figura 249 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa de agua costera Getaria-Higer y estación L-RF10 (muestreos de invierno).

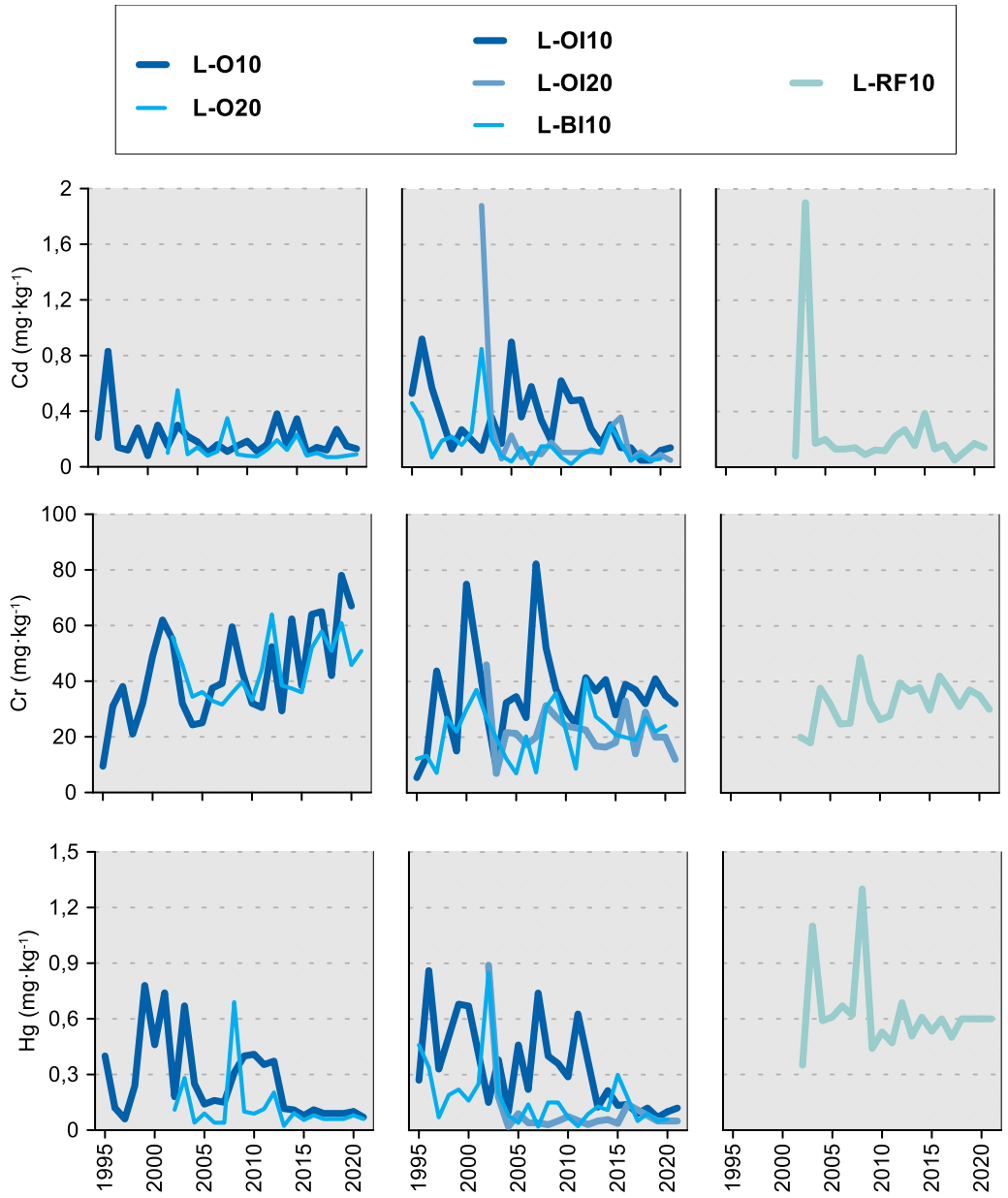


Figura 250 Evolución temporal de la concentración de Cd, Cr y Hg (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Getaria-Higer y estación L-RF10 (muestreos de invierno).

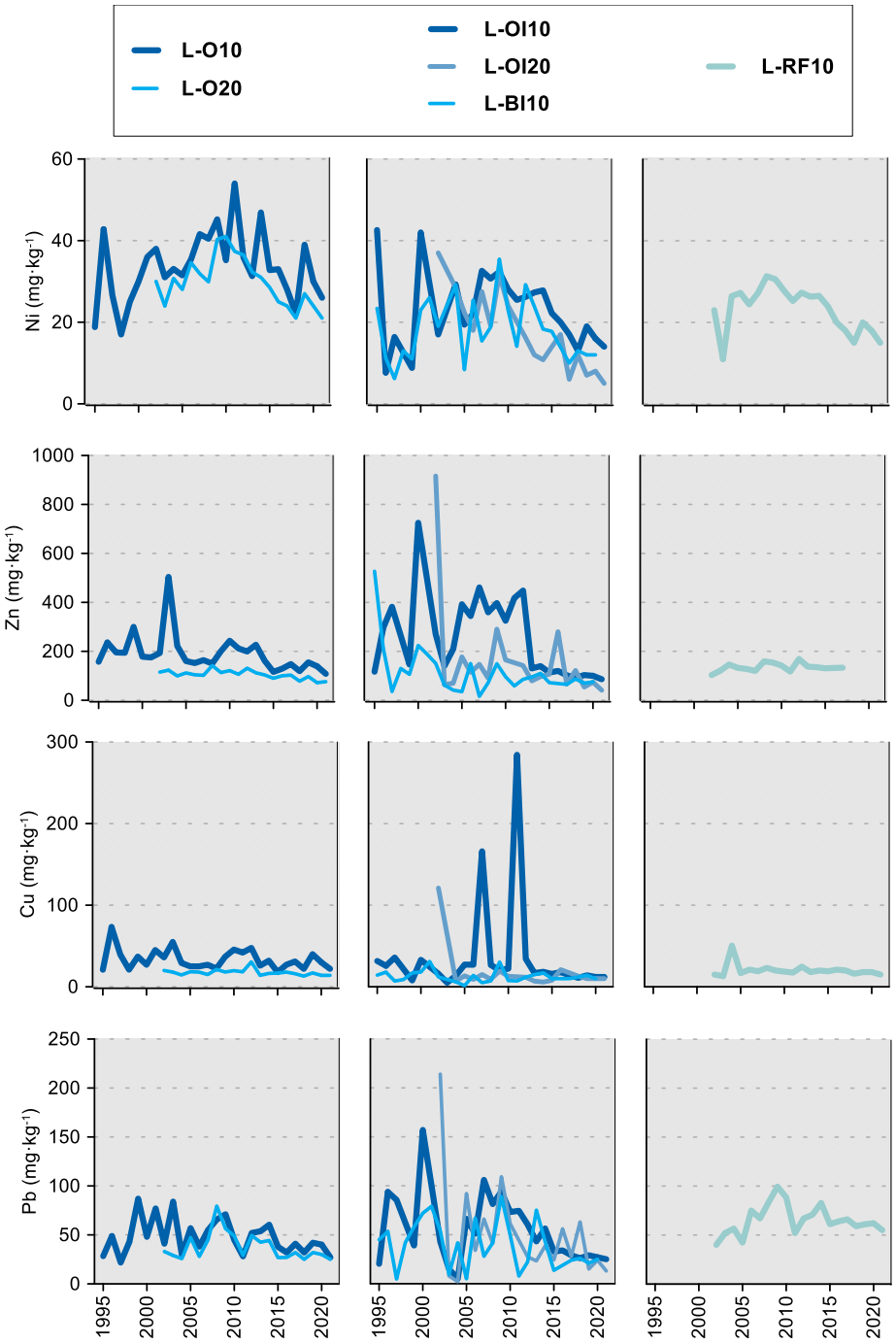


Figura 251 Evolución temporal de la concentración de Ni, Zn, Cu y Pb (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa de agua costera Getaria-Higer y estación L-RF10 (muestreos de invierno).

19.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

19.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

La **clorofila-a superficial** durante las campañas trimestrales de 2021 mostró poca variabilidad, oscilando en un rango desde 0,09 hasta 0,44 µg·L^{-1}, valores que pueden considerarse bajos. En las aguas de fondo en ocasiones se encontraron valores ligeramente más altos (hasta ~0,6 µg·L^{-1}). En ninguno de los dos niveles se pudo definir un patrón espacial o temporal claro.

El contenido de agua dulce indicado por la salinidad fue en general bajo: en superficie el promedio

estuvo en 3% y el máximo en 6% (L-O10, invierno).

Al contrario que en agosto del año anterior, en la campaña de verano de 2021 la estratificación termohalina fue muy leve. Quizá por ello no se encontraron picos de clorofila marcados (p.ej., Broullon et al., 2020).

En la estación de referencia (L-RF10) las concentraciones de clorofila en las aguas de fondo fueron muy bajas, como cabe esperar por su profundidad (unos 100 m) y la consiguiente limitación de la fotosíntesis por escasez de luz. En superficie se observó poca variabilidad temporal, estando las medidas en torno a 0,3 $\mu g \cdot L^{-1}$. Esta estación también presentó un bajo contenido de agua dulce (1-3%, rango en aguas de superficie).

La evolución a largo plazo de la biomasa fitoplanctónica en las aguas de superficie se ha estudiado mediante el cálculo del percentil 90 de la clorofila-a (P_{90}) en periodos móviles de seis años, para cada estación de muestreo (Figura 252).

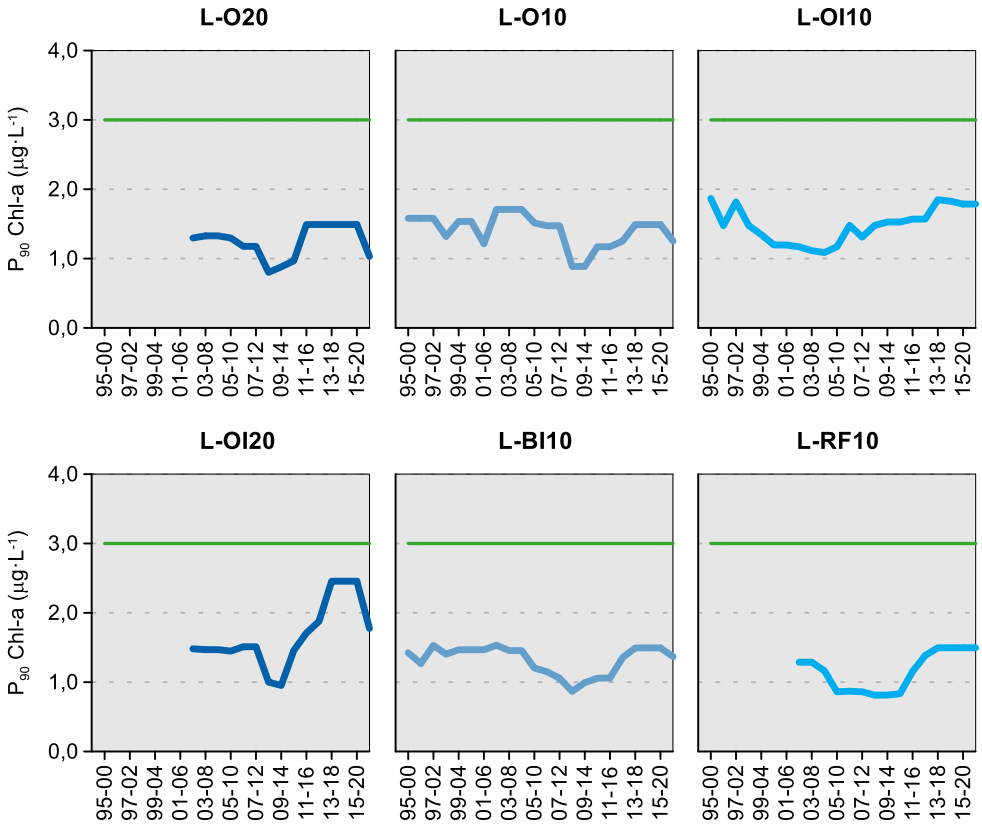


Figura 252 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en cada una de las estaciones de la masa de agua costera Getaria-Higer (ordenadas de Oeste a Este) y en la estación de offshore utilizada como referencia (L-RF10). Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado para periodos de seis años con datos obtenidos "in situ" en superficie, en cuatro épocas del año. Línea verde: objetivo de calidad para aguas costeras Tipo 12.

La evolución del P_{90} en la estación cercana a la desembocadura del Oiartzun (L-OI10) pone de manifiesto la respuesta del fitoplancton a las acciones correctoras que redujeron los aportes antrópicos de nutrientes en décadas anteriores. Como puede verse en la Figura 252, el P_{90} fue en descenso desde el comienzo de la serie temporal (1995-2000) hasta el periodo 2004-2009. Esto puede relacionarse con la depuración de las aguas residuales urbanas en la cuenca del Oiartzun, ya que en 1996-1997 comienza a eliminarse el vertido del estuario, dirigiéndolo 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.

En periodos recientes el P_{90} está siguiendo una tendencia de aumento en todas las estaciones de la masa de agua costera y también en la de referencia, lo que apunta a que está respondiendo en cierta medida a factores no relacionados con la presión antrópica. En este sentido se podría pensar en factores océano-meteorológicos (p.ej., Valencia et al., 2019). Pero, ocasionalmente es posible detectar todavía altas concentraciones de nutrientes de origen antropogénico en algunas zonas del estuario del Oiartzun. Por lo tanto, no debe descartarse que estos aportes afecten al fitoplancton en la zona litoral cercana al estuario. De hecho, aproximadamente desde el periodo 2005-2010 el P_{90} ha ido en aumento en la estación L-OI10. Esta tendencia no coincide con la del resto de estaciones, ya que en aquellas y en la estación de referencia el aumento comienza unos cinco años más tarde (Figura 252).

De forma complementaria, se han utilizado datos de clorofila obtenidos mediante teledetección. En el capítulo sobre la masa costera Cantabria-Matxitxako se presenta el mapa del percentil 90 calculado en el periodo más reciente para el sudeste del golfo de Vizcaya. Tal y como se explica allí, en las zonas de la costa cercanas a las desembocaduras del Oria y del Bidasoa se observan algunos de los máximos de P_{90}. Dichos ríos, en esta zona del golfo, están entre los que tienen caudales más altos y, por tanto, la fertilización derivada de sus descargas podría explicar la mayor concentración de clorofila en esta masa de agua. Por otra parte, los datos de satélite tienden a sobrestimar la clorofila cuando hay presencia de plumas fluviales que causan turbidez (Revilla et al., 2012).

En la masa Getaria-Higer la evolución del P_{90} calculado con datos de satélite se muestra en la Figura 253. Para ello se ha promediado el valor de P_{90} de todos los pixeles. La serie comienza en el periodo 2003-2008, 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.

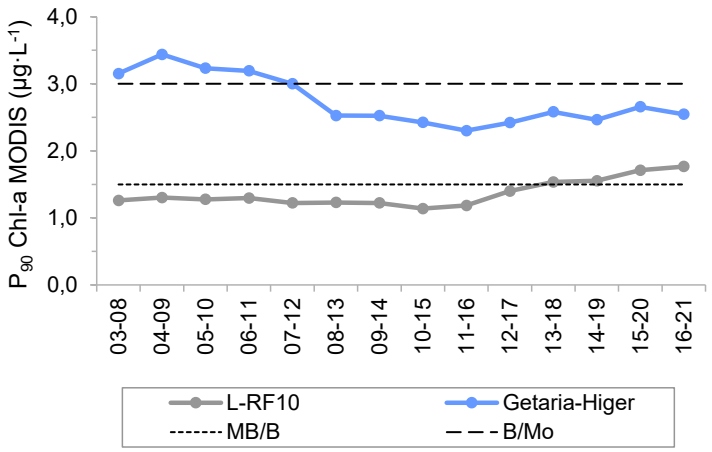


Figura 253 Percentil 90 de clorofila-a (µg L^{-1}) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en la masa de agua y en la estación de referencia. Se muestran los límites de clase entre los estados Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado.

En la estación de referencia L-RF10 el P_{90} calculado con datos de satélite ha sido bastante más estable y menor que el de la masa de agua costera, aunque a partir del periodo 2011-2016 también se aprecia en la estación offshore una tendencia de aumento (Figura 253).

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. Aunque, como se ha señalado anteriormente, la biomasa fitoplanctónica en el litoral del Oiartzun podría verse todavía influida por vertidos ocasionales que tienen lugar en el estuario.

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 ha visto en años previos que suele presentar 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	L-OI10	L-OI10	L-OI10
	04/02/2021	18/05/2021	09/08/2021	18/11/2021
Abundancia (10^3 cél·L^{-1})	71	208	993	49
Diversidad (bit·cel^{-1})	3,6	3,0	3,1	3,5
Riqueza (*# taxa*)	27	44	38	32

La densidad celular osciló de manera bastante amplia, entre valores del orden de 10^4 y 10^5 células·L^{-1}. El máximo se registró en verano, algo que se viene observando frecuentemente en esta estación. Pero, al igual que en 2020, ningún taxón alcanzó densidades típicas de floración. El máximo de abundancia correspondió a unas pequeñas formas que no fue posible identificar ($263 \cdot 10^3$ células·L^{-1}). Exceptuando dichos organismos, en la muestra de agosto dominaron las diatomeas de pequeño tamaño, principalmente *Skeletonema* sp. 5-10 µm ($219 \cdot 10^3$ células·L^{-1}) y *Pseudo-nitzschia galaxiae* ($105 \cdot 10^3$ células·L^{-1}). También contribuyeron de manera importante a la abundancia los pequeños flagelados. La composición florística de la comunidad presentó bastantes similitudes con la de la zona inferior del estuario del Oiartzun (E-OI20).

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, la mejor calificación se observa en el litoral del Oria y en el del Bidasoa: muy buen estado. El litoral del Oiartzun se clasifica en buen estado, con lo que, todas las estaciones cumplen con el objetivo de la Directiva Marco. En el global de la masa de agua el estado del fitoplancton actualmente es "**Muy Bueno" (EQR = 0,710).** El EQR de la estación de referencia está justo en el límite entre buen y muy buen estado.

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

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a (µg·L^{-1})	Chl-a
2016-2021	L-O20	1,03	0,971
	L-O10	1,25	0,800
	L-OI10	1,79	0,559
	L-OI20	1,78	0,562
	L-BI10	1,37	0,730
	Costera Getaria-Higer	1,4092*	0,710
	L-RF10	1,50	0,667

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

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 sigue un descenso acusado que le ha hecho situarse en algunos periodos recientes en la categoría de buen estado.

En la estación de referencia el EQR muestra variaciones en un rango bastante similar al observado en la masa costera y, también, valores relativamente bajos en los últimos periodos. 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 presión de eutrofización en Getaria-Higer, el EQR del fitoplancton también puede estar respondiendo en esta masa a procesos que tienen lugar a más amplia escala espacial y cuyo origen sería de índole océano-meteorológica.

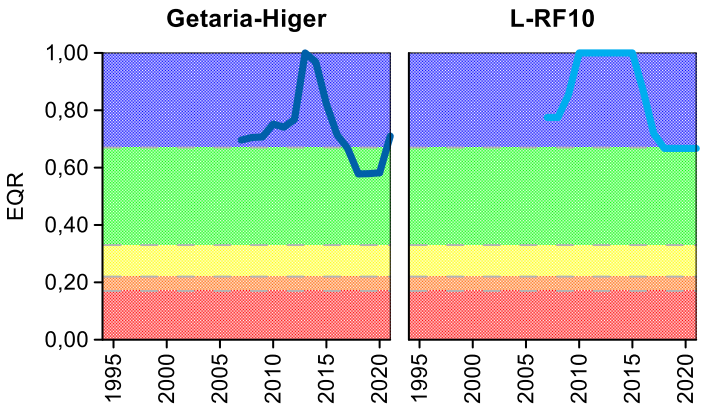


Figura 254 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua costera Getaria-Higer y para la estación de referencia a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores 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 2021 se analizaron dos transectos próximos a la desembocadura del Oria (Figura 243), y se combinaron con los datos de la campaña de 2019 (correspondientes a dos transectos próximos a la desembocadura del Urumea, un transecto próximo a la desembocadura del Oiartzun y otros dos transectos próximos a la desembocadura del Bidasoa), abarcando así la totalidad de la masa de agua.

El transecto M-LO3 se sitúa al pie del monte Mollarri, en la zona costera entre las desembocaduras de la regata Inurritza y el río Oria, y discurre a través de una serie de lajas y bloques de gran tamaño. A pesar de la protección que brinda la punta de Mollarri, se trata de una zona expuesta al oleaje. La franja infralitoral presenta un aspecto similar al descrito en la campaña de 2018, con coberturas importantes de la clorofícea *Codium adhaerens* en las áreas menos expuestas al oleaje y dominancia de *E. elongata*, *L. incrustans* y *Herposiphonia secunda tenella* en las zonas más expuestas. Las coberturas de estas últimas descienden en niveles superiores, destacando la presencia relativamente importante de la rodofícea *G. pusillum* en el mediolitoral medio, acompañando a *C. adhaerens*. En las zonas más expuestas del mediolitoral superior, así como en pozas y recovecos en los que el tiempo de permanencia del agua es mayor, la comunidad presenta un aspecto muy similar al de niveles inferiores. Únicamente destaca, respecto a la pasada campaña de 2018, la desaparición de un gran número de lapas, probablemente a causa del marisqueo, observándose las “calvas” que quedan tras su extracción. En cambio, en zonas más protegidas del mediolitoral superior, toman protagonismo los recubrimientos del cirrípedo *Chthamalus* sp. y de las lapas del género *Patella*, a los que acompañan manchas más o menos importantes de la feofícea *R. verrucosa*. En las zonas más altas de la franja supralitoral, la cobertura de las lapas es superior a la de *Chthamalus* y, en las zonas umbrías, destaca la presencia

del liquen *L. pygmaea*, habiéndose registrado una riqueza específica superior a la de pasadas campañas. Finalmente, la zona supralitoral queda definida también por la facies de *Chthamalus* sp.-*Patella* sp. (con coberturas decrecientes a medida que aumenta la altura), así como por la presencia en los tramos más altos del liquen *V. maura*.

El transecto M-LO5 se sitúa en la cala Aguiti, en la zona costera de la alineación montañosa Igeldo-Mendizorrotz, y discurre a través de un acúmulo rocoso constituido por bloques de mediano y gran tamaño desprendidos del monte Igeldo. Debido a su posición en la cala, se trata de una zona semiexpuesta al oleaje. En la franja infralitoral, las partes inferiores de los bloques se encuentran caracterizadas por las clorofíceas *Ulva rigida* y *Ulva compresa*, y por la rodofícea *L. incrustans*, mientras que, en las zonas más protegidas y más altas, destacan *E. elongata* y *C. adhaerens*. A medida que se gana altura, las coberturas algales se van reduciendo, aunque dominan *L. incrustans* y *E. elongata*. Ya en la zona mediolitoral media, pasan a dominar los cirrípedos *Chthamalus* sp., acompañados de la feofícea *R. verrucosa*, aunque en su parte más baja, se observa el desarrollo de una facies *Gelidium pusillum-Caulacanthus ustulatus-Ellisolandia elongata* no registrada en la pasada campaña de 2018. A medida que aumenta la altura, en el mediolitoral superior, siguen reduciéndose las coberturas algales y *Chthamalus* forma un cinturón bien definido. Además, comienzan a aparecer manchas de *V. maura* que dan paso a la franja supralitoral, donde se simplifica la composición específica.

En general, todos los transectos presentan valores moderados a altos tanto de riqueza como de cobertura de poblaciones de macroalgas características, destacando que el transecto M-LO5 sigue siendo el que presenta menor cobertura en la masa de agua. Precisamente dicho transecto presenta una fracción de algas oportunistas moderadamente alta, en comparación con los bajos valores del resto de transectos. Esto hace que M-LO5 quede calificado en Buen Estado, con el resto de transectos en Muy Buen Estado. En cualquier caso, es reseñable que en la pasada campaña de 2018, el transecto quedó calificado en Estado Moderado, debido a que se registró una riqueza menor y una fracción de especies oportunistas mayor. Por último, la calificación para las macroalgas de la masa de agua sería de Estado Muy Bueno (Tabla 180).

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 2019 (M-LUR1, M-LUR2, M-LOI2, M-LBI1 y M-LBI2) y de 2021 (M-LO3 y M-LO4). 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-LO3	M-LO5	M-LUR1	M-LUR2	M-LBI1	M-LBI2
C (%)	88,0	68,2	91,6	93,1	78,2	85,8
R (nº de taxones)	7	6	4	9	4	5
F (%)	9,8	21,4	6,0	3,9	1,8	7,3
$CFR_{transecto}$	0,952	0,647	0,904	1,000	0,914	0,857
Estación	L-O20	L-O10	L-UR10		L-BI10	-
$CFR_{estación}$	0,952	0,647	0,952		0,914	0,857
CFR_{global}	0,879					

Si se tiene en cuenta el índice RICQI, salvo el transecto M-LBI2 (Muy Buen Estado), el resto presentarían un estado entre Moderado y Bueno. Esto es debido a que las comunidades presentes no presentan un grado de similaridad especialmente alto respecto a la comunidad de referencia de Muy Buen Estado y a que no se encontró *C. baccata* (salvo en el transecto M-LO3). Además, las coberturas de macroalgas morfológicamente complejas fueron moderadas. Posiblemente, el fuerte grado de exposición de la costa dificulta el desarrollo de comunidades más complejas y las hace más sensibles a presiones, tanto naturales (p.e., periodos de condiciones océano-meteorológicas especialmente adversas) como antrópicas.

19.3.3. Macroinvertebrados bentónicos

La estación L-O20, situada frente a Zarautz, presenta unos valores de densidad, de riqueza específica y de diversidad estimada a partir de los datos de densidad (Tabla 181) superiores a los promedios de la estación, y altos en comparación con los correspondientes a otras estaciones litorales en la presente campaña de 2021. 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, lo que permite calificar la estación como no alterada (AMBI=1,0) (Tabla 181).

La estación L-O10 (frente a la desembocadura del Oria), presenta una densidad en 2021 (Tabla 181) inferior al promedio del resto de campañas de muestreo (715 ind·m^{-2}), aunque una y riqueza específica mayor al promedio histórico (38 *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 ligeramente alterada (AMBI=1,3).

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	(ind·m^{-2})	1.287	563	2.130	40	1.237	940
Biomasa	(g·m^{-2})	4,866	8,240	4,681	1,004	0,292	3,563
Riqueza	(# *taxa*)	53	44	61	10	46	54
Diversidad densidad	(bit·ind^{-1})	4,25	4,72	3,87	3,25	4,08	3,47
Equitabilidad densidad		0,74	0,86	0,65	0,98	0,74	0,60
Diversidad biomasa	(bit·g^{-1})	2,13	0,85	2,94	1,31	4,27	2,99
Equitabilidad biomasa		0,37	0,16	0,50	0,40	0,77	0,52
Diversidad máxima	(bit)	5,73	5,46	5,93	3,32	5,52	5,75
AMBI		0,977	1,349	2,493	1,857	1,396	0,781
Clasificación AMBI		Alteración Nula	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Ligera	Alteración Nula
M-AMBI$_{estación}$		1,000	1,000	0,915	0,730	0,984	0,702
M-AMBI$_{global}$		0,933					

La estación L-OI10 (frente a la desembocadura del Oiartzun), se caracteriza por su gran heterogeneidad temporal. En 2021, 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 (1.547 ind·m^{-2}, 37 *taxa* y 3,47 bit·ind^{-1}). De hecho, la riqueza estimada es la máxima de todas las estaciones del circalitoral en la presente campaña. A diferencia de lo que ocurre en las estaciones descritas más arriba, en L-OI10 dominan las especies adscritas al GE III, aunque la abundancia relativa de las especies sensibles a la alteración (GE I) y de los oportunistas de segundo orden es moderad, lo que explica que la estación presente el valor de AMBI mayor de la masa de agua (AMBI=2,5), aunque queda calificada como ligeramente alterada.

La estación L-OI20 (frente a la cala Asabaratza), presenta valores de densidad y de riqueza específica sensiblemente menores al resto de 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 1,9, correspondiente a alteración ligera.

La estación L-BI10 (frente a la desembocadura del Bidasoa) presenta en 2021 el mayor valor de densidad desde 2013 y el máximo histórico de riqueza (Tabla 181). La diversidad para las densidades (Tabla 181), es también superior al promedio histórico (3,52 bit·ind^{-1}), mientras que la diversidad estimada a partir de los datos de biomasa es de las mayores registradas en la presente campaña en el ámbito litoral (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 del medio, dominan las especies adscritas al GE II, con densidad relativa moderada de especies sensibles a la alteración del medio (GE I), calificando la estación también como ligeramente alterada (AMBI=1,4).

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 (899 ind·m^{-2} y 58 *taxa*, respectivamente). 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=0,8).

Los valores de M-AMBI estimados para 2021 permiten calificar todas las estaciones analizadas en Muy Buen Estado, a excepción de las estaciones L-OI20 y 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.*, 2019), 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.

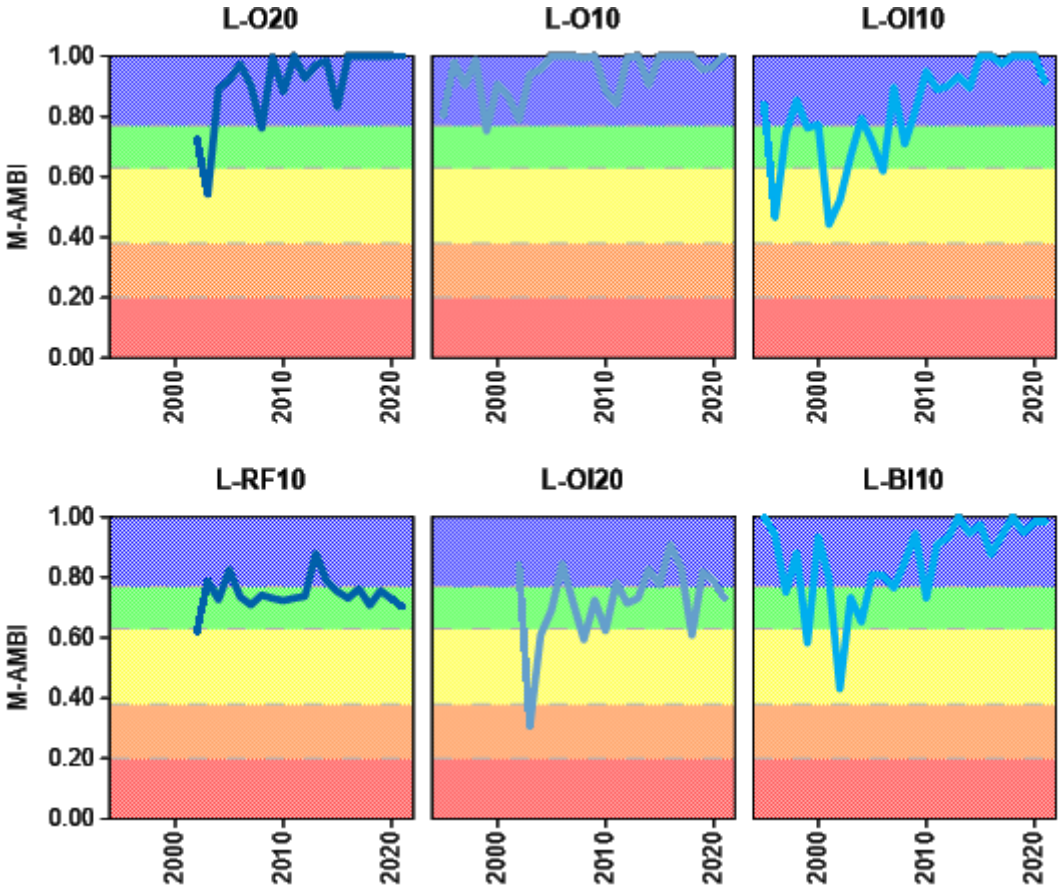


Figura 255 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para cada una de las cinco estaciones muestreadas en la Masa de Agua de Costera Getaria-Higer, y en la estación L-RF10 (frente al litoral de Jaizkibel, aunque más allá del ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua), a lo 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 2021.

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 2019, 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.

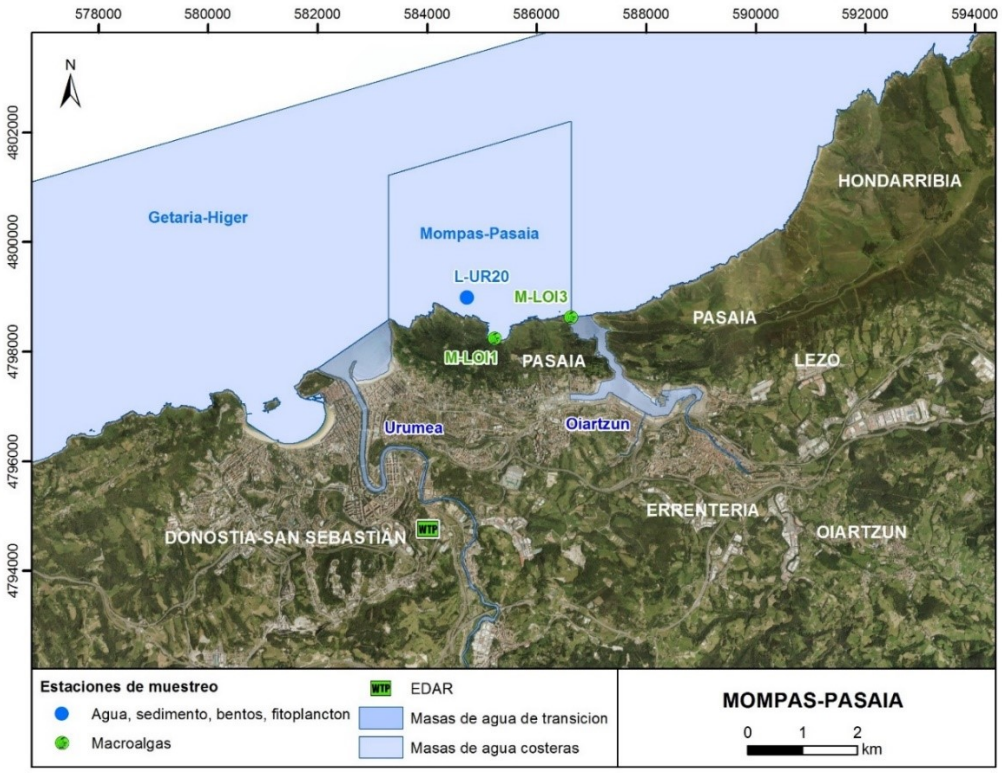


Figura 256 Ubicación de estaciones en la masa de agua costera de Mompas-Pasaia.

La masa de agua costera Mompas-Pasaia se diagnostica en la campaña de 2021 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.

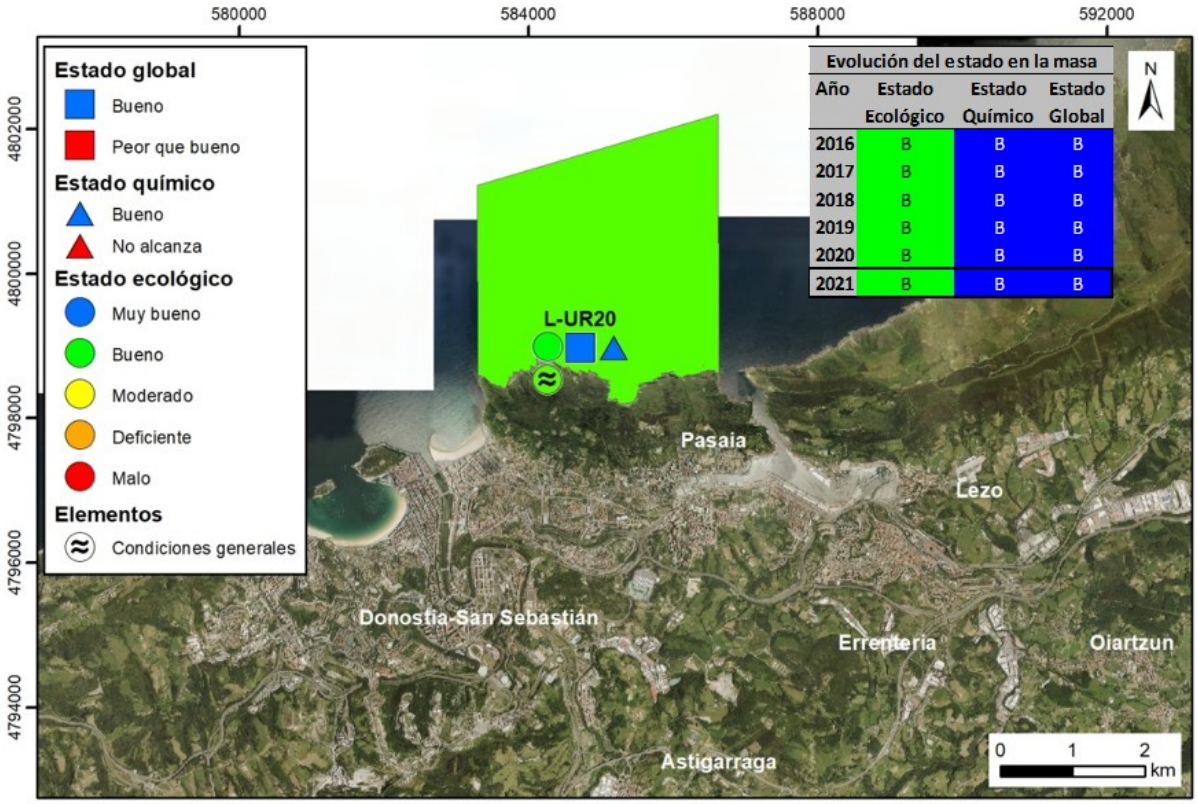


Figura 257 Masa de agua costera de Mompas-Pasaia: Calificación del Estado Ecológico, estado químico y global de las estaciones y la masa, en 2021, así como su evolución en los seis últimos años. En la leyenda y en cada estación sólo se representan los elementos o contaminantes que determinan los estados ecológico y químico, respectivamente. Cuando todos los contaminantes cumplen, o todos los elementos están en muy buen estado, no se representa ninguno.

Tabla 182 Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en la masa de agua costera Mompas-Pasaia en 2021. (Claves: Macroinvertebrados (MI), fitoplancton (F), macroalgas (M), estado biológico (BI), condiciones generales (CG), hidromorfología (HM) y estado ecológico: muy bueno (MB), bueno (B), moderado (Mo), deficiente (D) y malo (M). 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	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
	Mompas-Pasaia	MB	MB	MB	MB	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, con el tiempo la calidad del medio ha ido mejorando ostensiblemente, 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 2021, 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 como 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		102,17	Muy Bueno
			Amonio	µmol·L^{-1}	≤6,7	1,6	3,34	Bueno
			Nitrato	µmol·L^{-1}	≤12,9	1,6	2,90	Muy Bueno
			Fosfato	µmol·L^{-1}	≤0,65	0,16	0,28	Bueno

El percentil 25 (P_{25}) del PCQI calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 no muestra una tendencia significativa a lo largo de la serie, estando siempre en muy buen estado (Figura 258).

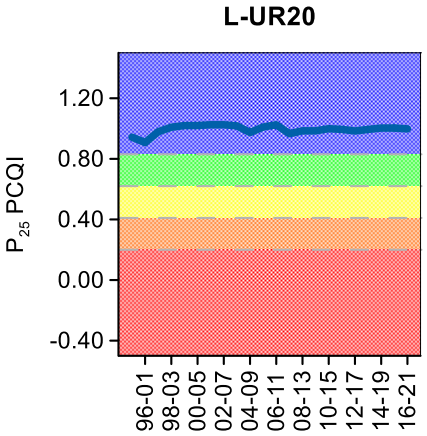


Figura 258 Evolución del percentil 25 (P_{25}) del índice de calidad del estado fisicoquímico (PCQI) calculado para periodos de seis años entre 1995 y 2021 de la estación de muestreo L-UR20 de la masa de agua costera Mompas-Pasaia. Se indican los rangos de calidad: Azul: Muy bueno; Verde: Bueno; Amarillo: 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 2021.

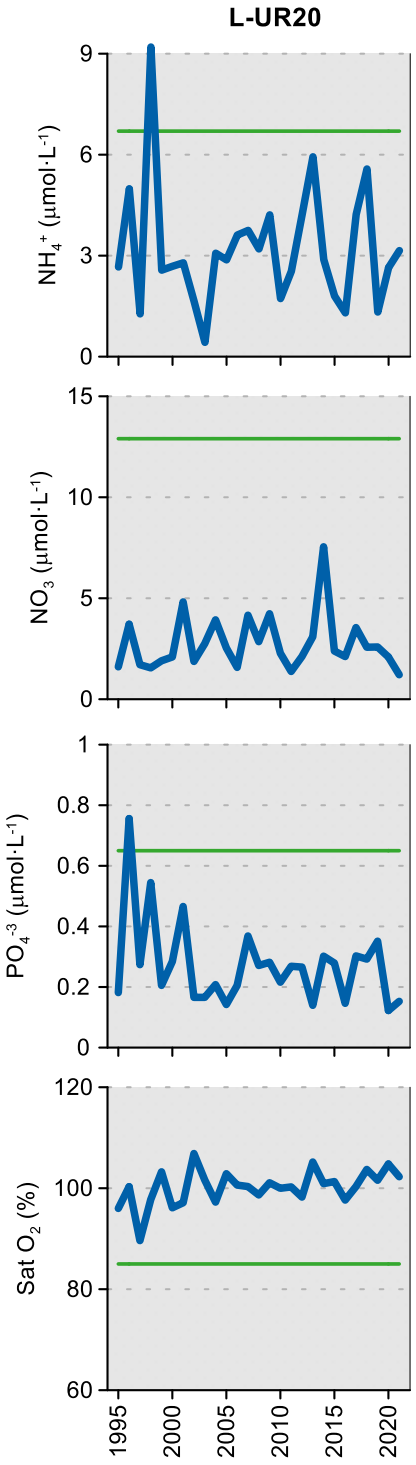


Figura 259 Evolución temporal de la concentración media anual para amonio, nitrato, fosfato y saturación de oxígeno en las estaciones de la masa de agua costera Mompas-Pasaia en el periodo que abarca desde 1995 a 2021. La línea verde indica el límite entre clases de estado Bueno y Moderado.

En los años de estudio, en las series de datos disponibles de la estación L-UR20, salvo un incremento significativo de la saturación de oxígeno ($p<0.05$), 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 (1995-2021). 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.

20.2.1.2. Sustancias preferentes y sustancias prioritarias

La evaluación de las sustancias preferentes en 2021 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 2021.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-UR20	Global
Zinc	Concentración promedio (µg L^{-1})	60	9	36,0	Muy bueno
Zinc	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	
Cobre	Concentración promedio (µg L^{-1})	25	5	7,2	Muy bueno
Cobre	% datos supera el 15% del nivel de fondo	50%		0%	
Estado Físico-Químico (Contaminantes específicos)				Muy bueno	Muy bueno

La evaluación del estado químico para las sustancias prioritarias en 2021 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.

Tabla 185 Evaluación del Estado Químico en la masa de agua costera Mompas-Pasaia en 2021, basada en las sustancias prioritarias. NCA: norma de calidad ambiental; MA: valor medio anual; CMA: concentración máxima admisible, LC: límite de cuantificación. Los valores se presentan como µg L^{-1}.

Sustancia	Criterio	Objetivo	LC	L-UR20	Global
Benzo(b)fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,017	0,0005	<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	0,0018	Cumple
Fluoranteno	NCA-CMA Agua	0,12	0,0005	0,0040	Cumple
Naftaleno	NCA-MA Agua	2	0,01	<LC	Cumple
Naftaleno	NCA-CMA Agua	130	0,01	0,02	Cumple
Benzo(a)pireno	NCA-CMA Agua	0,027	0,00017	<LC	Cumple
Cadmio	NCA-MA Agua	0,2	0,06	0,07	Cumple
Cadmio	NCA-CMA Agua	1,5	0,06	0,460	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-MA Agua	1,3	0,39	<LC	Cumple
Plomo y sus compuestos	NCA-CMA Agua	14	0,39	1,10	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	2,9	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 2021 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).

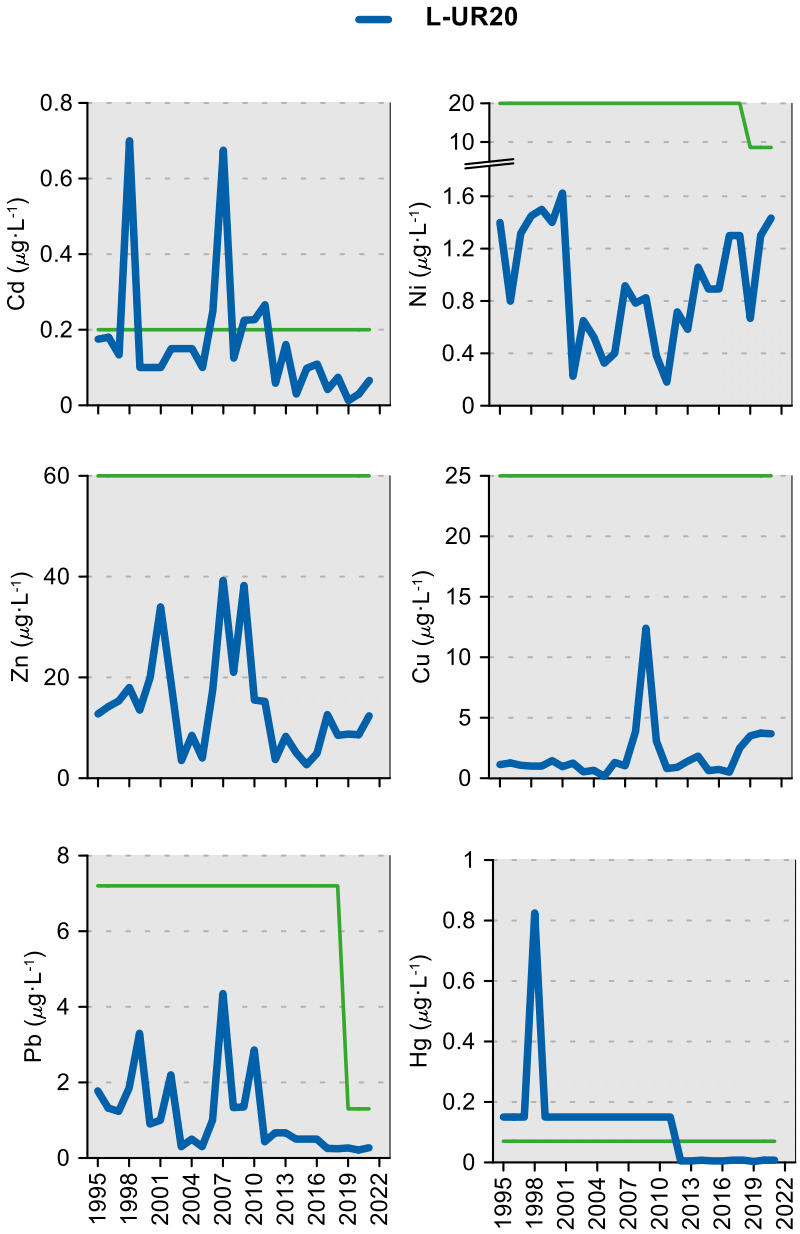


Figura 260 Evolución temporal de la concentración media anual para cada metal en la columna de agua de las estaciones de la masa de agua costera de Mompas-Pasaia en el periodo que abarca desde 1996 a 2021. La línea verde indica el valor NCA-MA (norma de calidad ambiental-valor medio anual).

20.2.2. Sedimentos

El sedimento de esta masa se muestreó en febrero de 2021. Las concentraciones de las sustancias analizadas han sido similares a las observadas en los últimos años (Tabla 186).

En la campaña de 2021 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 próximos a 300 mV en los años más recientes (Figura 261).

En relación con el análisis de tendencias a largo plazo de la concentración de metales en la fracción fina de los sedimentos del período representado en la Figura 262, se observa un descenso estadísticamente significativo en las concentraciones de Cd, Cu, Hg, Pb y Zn.

Tabla 186 Parámetros sedimentológicos generales (Grava > 2 mm > Arena > 63 µm > Limo; MO: materia orgánica; Eh: potencial redox) y concentraciones de metales (en $mg \cdot kg^{-1}$, peso seco) obtenidos en las analíticas realizadas en las muestras de sedimentos obtenidas en la masa costera Mompas-Pasaia en la campaña de invierno de 2021.

L-UR20 (Fecha de muestreo: 08/02/2021)			
Gravas (%)	0,4	Cd	0,09
Arenas (%)	94,6	Cr	32
Limos (%)	5,0	Cu	14
MO (%)	1,3	Hg	0,1
Eh (mV)	235	Ni	16
		Pb	22
		Zn	75

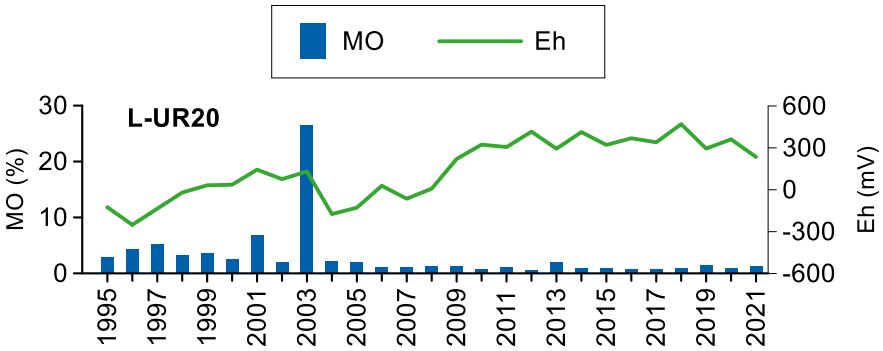


Figura 261 Evolución temporal del contenido en materia orgánica (MO) y del potencial redox (Eh) en los sedimentos de la masa costera Mompas-Pasaia (muestreos de invierno).

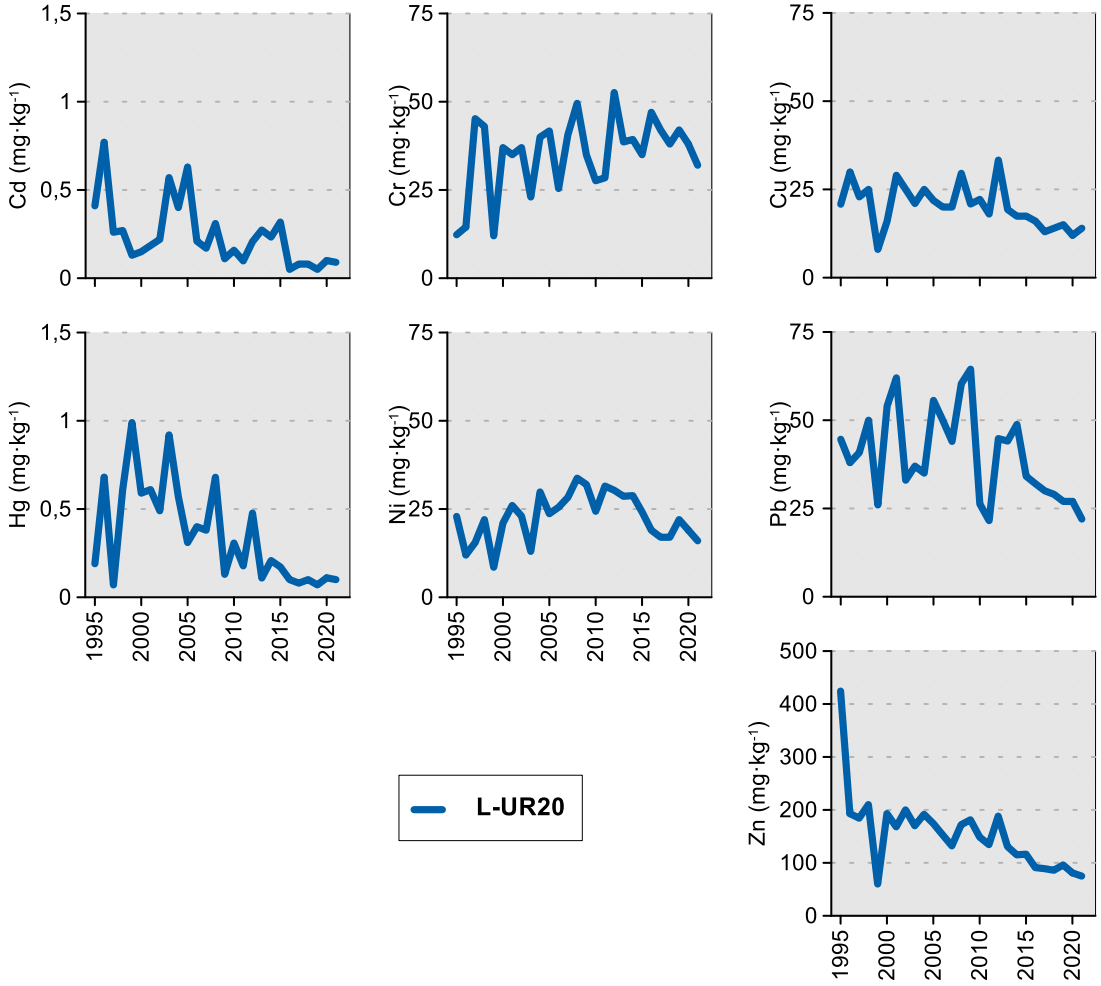


Figura 262 Evolución temporal de la concentración de metales (mg·kg^{-1}) en la fracción fina del sedimento superficial de la masa costera Mompas-Pasaia (muestreos de invierno).

20.3. INDICADORES BIOLÓGICOS

20.3.1. Vida vegetal asociada al medio acuático. Fitoplancton

En cuanto a la **clorofila-a,** en las aguas de superficie de la estación L-UR20 los valores obtenidos durante las campañas trimestrales de 2021 oscilaron en un rango de 0,2-0,3 µg·L^{-1}. En fondo los valores también fueron bajos, el máximo se registró en verano y tan solo alcanzó 0,40 µg·L^{-1}. La salinidad varió muy poco: la fracción de agua dulce correspondiente fue 2% en superficie, y osciló entre 1 y 2% en fondo. Tampoco se observó apenas estratificación térmica, ni siquiera en el muestreo de agosto.

La estación L-RF10, situada sobre unos 100 m de profundidad y que también se utiliza como estación de referencia para la masa costera Getaria-Higer, se encuentra en una zona más exterior de la plataforma que la estación L-UR20, pero está sujeta a la influencia de los aportes del río Adour en la costa francesa. En las aguas de fondo de L-RF10 la clorofila fue muy baja (<0,1 µg·L^{-1}) en todas las campañas de 2021, lo cual es coherente con la profundidad de la capa fótica (aproximadamente 50 m en esta zona). Al contrario que L-UR20, la estación L-RF10 presentó su máximo de clorofila en las aguas de superficie y en invierno (0,35 µg·L^{-1}).

La evolución a largo plazo de la biomasa fitoplanctónica en las aguas de superficie se ha estudiado mediante el percentil 90 de la clorofila-a (P_{90}) en periodos móviles de seis años. Como puede verse en la Figura 263, la estación L-UR20 ha cumplido el objetivo de calidad (<3 µg·L^{-1}) durante la totalidad del

seguimiento. En esta estación el P_{90} presenta oscilaciones a lo largo de los años, algunas de las cuales son similares a las señaladas para la estación L-OI10 (véase el capítulo sobre Getaria-Higer).

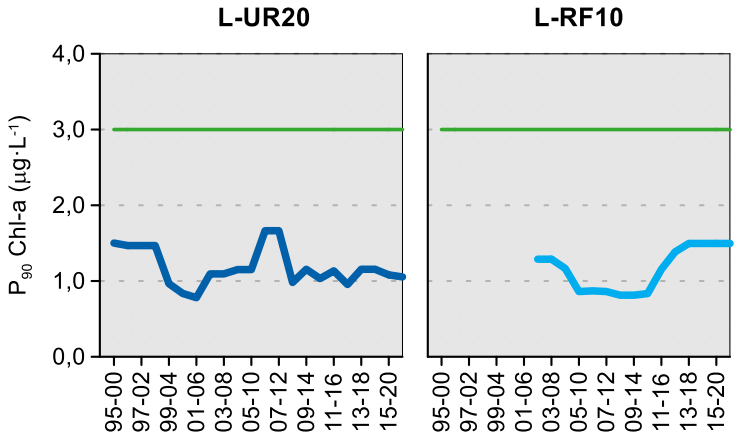


Figura 263 Evolución de la biomasa fitoplanctónica en la estación de la masa de agua costera Mompas-Pasaia y en la estación offshore utilizada como referencia (L-RF10). Líneas azules: percentil 90 de clorofila-a calculado para periodos de seis años con datos obtenidos "in situ" en superficie, en cuatro épocas del año. Línea verde: objetivo de calidad para aguas costeras Tipo 12.

Las estaciones L-UR20 y L-OI10 se localizan a poca distancia del vertido del emisario de Mompas y de la desembocadura del estuario del Oiartzun. El P_{90} en ambas siguió una tendencia de descenso a comienzos de la década de 2000, aproximadamente. Esto coincidió con el desvío de los vertidos hacia zonas con mayor hidrodinamismo en la costa, y con la puesta en marcha de su depuración biológica. Posteriormente se pudo observar un repunte de la clorofila en ambas estaciones.

Sin embargo, en los últimos periodos el P_{90} en la masa costera Mompas-Pasaia ha descendido, acercándose así al nivel considerado de nulo impacto (1 $\mu g \cdot L^{-1}$). Por el contrario, en la estación cercana L-OI10 no ocurre lo mismo, sino que continúa aumentado levemente.

En la estación marina de referencia (L-RF10) la serie temporal es más corta, pero también se observan oscilaciones en el P_{90} en un rango muy similar al de la estación L-UR20. En la estación de referencia el P_{90} comenzó a aumentar a partir del periodo 2010-2015 y desde 2013-2018 se sitúa en el máximo de la serie con 1,5 $\mu g \cdot L^{-1}$ (Figura 263).

De forma complementaria, se han utilizado datos de teledetección para estudiar con una mayor cobertura espacial la distribución de la clorofila superficial en la costa. 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.

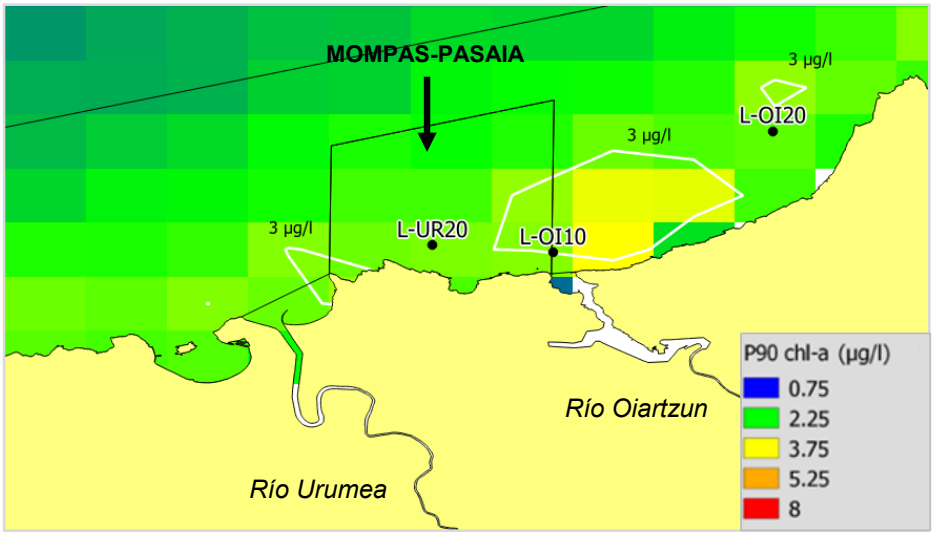


Figura 264 Percentil 90 de clorofila-a calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, entre 2016 y 2021.

También se ha estudiado la evolución del P_{90} medio de la masa de agua calculado con los datos del satélite (Figura 265). En comparación con el de la clorofila medida "in situ" trimestralmente (Figura 263) el resultado presenta menos altibajos. El primer periodo para el cual se dispone de seis años de datos del satélite MODIS es 2003-2008. Hasta el periodo 2009-2014 se aprecia una tendencia de descenso y, después leves oscilaciones. Los resultados son muy similares a los obtenidos con satélite para el conjunto de la masa de agua Getaria-Higer.

En la estación de referencia el P_{90} calculado con clorofila de satélite ha sido bastante más estable y menor que el de la masa de agua costera, aunque a partir del periodo 2011-2016 se aprecia en la estación offshore una tendencia de aumento (Figura 265). Este aumento también se percibe con la clorofila "in situ" y podría deberse a factores océano-meteorológicos, dado que la estación se encuentra alejada de fuentes de vertido.

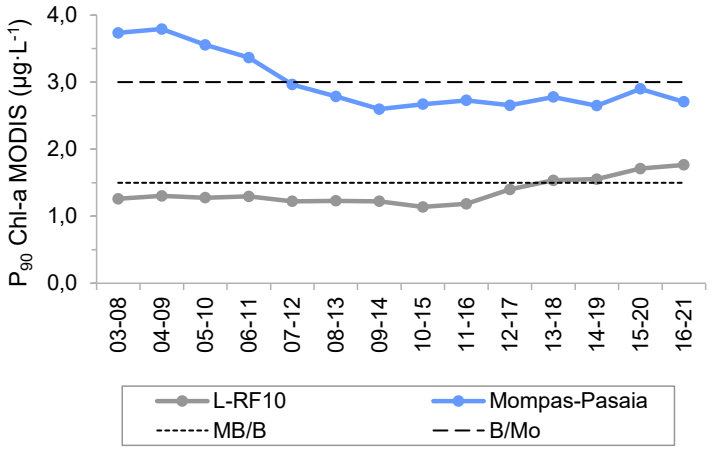


Figura 265 Percentil 90 de clorofila-a (µg L^{-1}) calculado a partir de los datos diarios del satélite MODIS, para periodos de seis años, en la masa de agua y en la estación de referencia. Se muestran los límites de clase entre los estados Muy Bueno/Bueno y Bueno/Moderado.

En relación con la **composición y abundancia del fitoplancton**, en la Tabla 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. Los resultados de L-OI10 (la estación litoral más cercana) se muestran en el capítulo sobre Getaria-Higer, sus fechas de muestreo fueron las

mismas que las de las estaciones L-UR20 y L-RF10.

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	L-UR20	L-UR20	L-UR20
	04/02/2021	18/05/2021	09/08/2021	18/11/2021
Abundancia (10^3 cél·L^{-1})	67	300	145	60
Diversidad (bit·cel^{-1})	3,4	2,6	2,7	3,5
Riqueza (# taxa)	25	47	30	34
	L-RF10	L-RF10	L-RF10	L-RF10
	04/02/2021	18/05/2021	09/08/2021	18/11/2021
Abundancia (10^3 cél·L^{-1})	278	529	452	148
Diversidad (bit·cel^{-1})	3,2	2,3	2,6	3,2
Riqueza (# taxa)	36	51	46	40

La densidad celular y la riqueza de especies fueron en general bastante menores en la estación costera, comparada con la estación offshore. Las diferencias se acortaron en el muestreo de mayo, cuando ambas mostraron los máximos tanto en número de células, como en número de *taxa* (Tabla 187).

Respecto a L-OI10, las comunidades observadas en la estación de Mompas-Pasaia fueron muy similares, exceptuando la campaña realizada a comienzos de agosto. En verano, la estación más cercana a la desembocadura del Oiartzun presentó una abundancia muy superior y una mayor contribución de diatomeas que, o bien no estuvieron presentes en L-UR20 (p.ej., *Skeletonema* sp. y pequeñas centrales), o lo estuvieron en densidades muy inferiores (*Pseudo-nitzschia galaxiae*).

En ninguna de las dos estaciones costeras (L-UR20 y L-OI10), ni tampoco en L-RF10 se detectaron floraciones durante 2021, aplicando un umbral de $400 \cdot 10^3$ células·L^{-1} a cada taxón por individual.

En primavera en L-UR20 el grupo de los dinoflagelados contribuyó en alta proporción a la abundancia celular (46%) así como a la riqueza (28 *taxa*). La especie con máxima abundancia fue el dinoflagelado *Gyrodinium* cf. *flagellare* ($127 \cdot 10^3$ células·L^{-1}). El resto de las células fueron principalmente organismos de pequeño tamaño, como primnesiofíceas (*Chrysochromulina/Imantonia/Phaeocystis*), criptofíceas (*Plagioselmis* sp.) y formas que no pudieron identificarse.

El 18 de mayo se observaron en L-UR20 varias especies potencialmente tóxicas, que también estuvieron presentes en L-OI10 y L-RF10. Cabe mencionar a los dinoflagelados *Alexandrium* sp. (40 células·L^{-1}) y *Dinophysis acuminata* (500 células·L^{-1}). Algunas especies de *Alexandrium* producen toxinas que se acumulan en bivalvos, aunque se encuentren en baja densidad en el agua, y producen el síndrome paralizante por consumo de marisco. Por su parte, *D. acuminata* produce toxinas diarreicas (en el caso de esta especie, a partir de unas 100-300 células·L^{-1} se considera que las zonas de producción tienen que suspender la comercialización). *D. acuminata* es habitual de las zonas costeras atlánticas de Europa y, en particular, de la costa vasca en primavera; en L-N20 se midieron más de 5000 células·L^{-1} (la muestra de esta estación se tomó 12 días antes, lo que pudo influir en su variabilidad). La producción de toxinas por parte del fitoplancton es un proceso natural, no responde a la presión antrópica ni es indicador de calidad ecológica.

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 = 0,952)**. La estación de referencia presenta una calificación algo más baja, de buen estado (justo en el límite con muy buen estado).

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

Periodo	Estación/ Masa de agua	Métrica	EQR
		P_{90} clorofila-a ($\mu g \cdot L^{-1}$)	Chl-a
2016-2021	L-UR20	1,05	0,952
	Costera Mompas-Pasaia		
	L-RF10	1,50	0,667

La evolución a largo plazo del estado de la masa de agua basado en Chl-a se muestra en la Figura 266. En Mompas-Pasaia la calificación que se obtienen casi siempre es de muy buen estado, y esporádicamente de buen estado. En la estación L-RF10 el EQR se ha movido en un rango muy similar, pero siguiendo patrones distintos. Así, la estación de referencia en los últimos periodos muestra sus valores más bajos (en el límite entre "Muy Bueno" y "Bueno"), mientras que en la estación costera los periodos más recientes se caracterizan por valores relativamente altos.

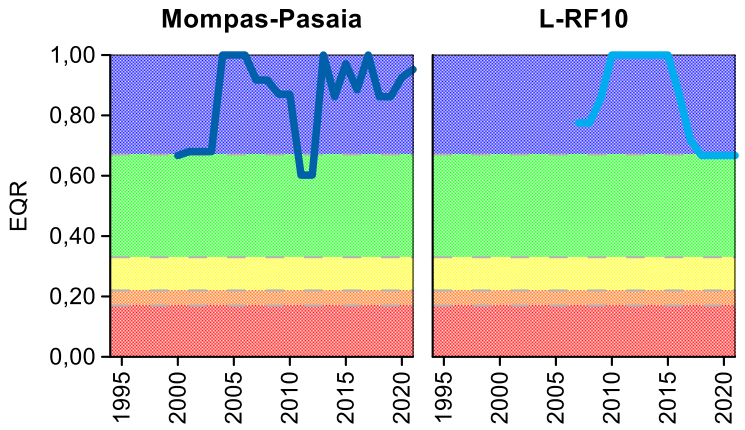


Figura 266 Calidad biológica del fitoplancton obtenida mediante Chl-a para la masa de agua costera Mompas-Pasaia y para la estación de referencia a lo largo del seguimiento (rojo: mal estado; naranja: estado deficiente; amarillo: estado moderado; verde: buen estado; azul: muy buen estado). Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) superiores a 1 se han representado como 1,00.

20.3.2. Vida vegetal asociada al medio acuático. Macroalgas

Para el estudio de las macroalgas (y los macroinvertebrados que definen comunidades de sustrato duro) en esta masa de agua, en la campaña de 2021 no se analizó ningún transecto. En cambio, se han tenido en cuenta sendos transectos situados en la cala Murgita y en la desembocadura del Oiartzun analizados en la campaña de 2019. Estos dos transectos abarcan la totalidad de la masa de agua (Figura 256).

En general, la cobertura de las poblaciones de macroalgas características es alta en ambos transectos, y su riqueza es también moderadamente alta. Sin embargo, la fracción de algas oportunistas es moderada en el transecto M-LOI1, situado en la cala Murgita, lo que limita su calificación, a partir del índice CFR, a Buen Estado, frente al Muy Buen Estado del transecto situado frente a la bocana del puerto de Pasaia (M-LOI3) (Tabla 189). Este resultado es acorde al ofrecido por el índice RICQI, que también califica la estación M-LOI1 en Buen Estado (no se estimó para el transecto M-LOI3). En este caso, los factores limitantes resultaron la ausencia del alga *C. baccata* y el grado de similaridad no especialmente alto respecto a una comunidad que pudiera considerarse de referencia.

Con estas calificaciones, la valoración global de las poblaciones de macroalgas intermareales de la masa de agua costera Mompás-Pasaia sería de **Muy Buen Estado** (Tabla 189).

Tabla 189 Calificación de cada indicador de macroalgas y valor de CFR para los transectos analizados ($CFR_{transecto}$) en la masa de agua Mompas-Pasaia en la campaña de 2019 (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 (%)	74,3	83,9
R (nº de taxones)	6	5
F (%)	16,7	7,3
$CFR_{transecto}$	0,725	0,925
Estación	L-UR20	
$CFR_{estación}$	0,828	
CFR_{global}	0,828	

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 al promedio histórico (31 *taxa*). La comunidad presente se encuentra dominada por especies sensibles a la alteración del medio (GE I), aunque con densidades relativas moderadas de los GEs II y III, lo que hace que la calificación de la estación, en términos de AMBI, sea ligeramente alterada (AMBI=1,2).

El valor de M-AMBI estimado para 2021 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 ($M\text{-}AMBI_{estación}$) y para el global de la masa de agua ($M\text{-}AMBI_{global}$), que en este caso son coincidentes.

Parámetro	Unidad	L-UR20
Densidad	$(ind \cdot m^{-2})$	733
Biomasa	$(g \cdot m^{-2})$	3,950
Riqueza	(# *taxa*)	49
Diversidad densidad	$(bit \cdot ind^{-1})$	4,69
Equitabilidad densidad		0,84
Diversidad biomasa	$(bit \cdot g^{-1})$	2,42
Equitabilidad biomasa		0,43
Diversidad máxima	(bit)	5,61
AMBI		1,247
Clasificación AMBI		Alteración Ligera
$M\text{-}AMBI_{estación}$		1,000
$M\text{-}AMBI_{global}$		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 (salvo en 2018, con Buen Estado).

Esta tendencia está relacionada con el plan de saneamiento de las comarcas de Donostialdea y Oarsoaldea, que, tras diferentes etapas, culminaron con la entrada en funcionamiento en 2001 de un emisario submarino que desviaba los vertidos a una zona más alejada de la costa y a la entrada en funcionamiento de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Loiola en 2005. A lo largo de este informe se observa en la serie histórica de datos que la concentración de oxígeno disuelto ha aumentado, ha disminuido la materia orgánica en el sedimento, se ha incrementado el potencial redox (pasando de muy negativo a muy positivo), y disminuye la concentración de muchos contaminantes en

aguas y sedimentos, lo que se ha traducido en la recuperación de las comunidades bentónicas de sustrato blando, como se observa en la estación L-UR20, pero también en los muestreos realizados para la Diputación Foral de Gipuzkoa en otras estaciones de la masa de agua.

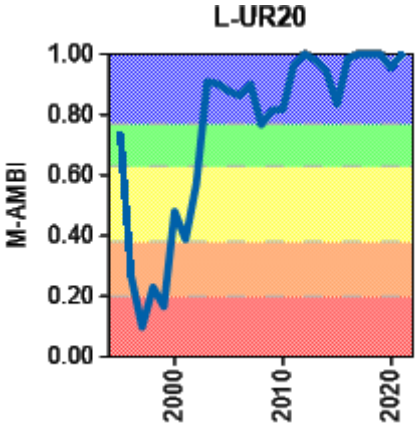


Figura 267 Calidad biológica de los invertebrados bentónicos (M-AMBI) para la estación muestreada en la Masa de Agua Costera Mompas-Pasaia a lo largo del seguimiento (rojo: Mal Estado; naranja: Estado Deficiente; amarillo: Estado Moderado; verde: Buen Estado; azul: Muy Buen Estado).

20.4. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

En 2021 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	UTMXETRS89	UTMYETRS89	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)	Oligohalino	22
	E-BI20	598024	4802583	Hondarribia (Txingudi)	Mesohalino	45
	E-BI5	600337	4799756	Irún (Behobia)	Polihalino	33
Oiartzun	E-OI10	588878	4797244	Lezo	Euhalino estuario	48
	E-OI15*	586667	4797168	Pasaia de San Pedro (Dársena de Herrera)	Euhalino estuario	15
	E-OI20	587465	4797618	Pasaia (San Pedro)	Euhalino estuario	37
Urumea	E-UR10	582856	4796532	Donostia (puente de Santa Catalina)	Oligohalino	64
	E-UR5	583597	4796227	Donostia (Loiola)	Mesohalino	36
Oria	E-O5	571392	4791824	Orio (rampa)	Mesohalino	63
	E-O10	570456	4792569	Orio (puente de la autopista)	Polihalino	37
Urola	E-U10	560329	4793991	Zumaia (puente Narrondo)	Oligohalino	66
	E-U5	560693	4792078	Zumaia (Bedua)	Mesohalino	12
	E-U8	561250	4793514	Zumaia (puente del ferrocarril)	Polihalino	22
Deba	E-D5	551601	4793594	Deba (campo de fútbol)	Oligohalino	54
	E-D10*	552145	4793494	Deba (puente)	Mesohalino	46
Artibai	E-A5	545136	4796732	Ondarroa (Errenteria)	Oligohalino	15
	E-A10	546950	4796501	Ondarroa (embarcadero)	Polihalino	85
Lea	E-L10	540602	4800938	Lekeitio (molino)	Mesohalino	90
	E-L5	540135	4800565	Lekeitio (astillero)	Polihalino	10
Oka Interior	E-OK5	527059	4798683	Gernika (salida de la depuradora)	Oligohalino	100
Oka Exterior	E-OK10	525598	4801359	Murueta (astillero)	Polihalino	45
	E-OK20	524758	4804573	Sukarrieta (Txatxarramendi)	Euhalino estuario	55
Butroe	E-B10	504349	4806084	Plentzia (puerto)	Mesohalino	68
	E-B5	506146	4804824	Plentzia (Abanico)	Polihalino	16
	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	UTMXETRS89	UTMYETRS89	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
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

Masa de agua	Código Estación	Estación	UTMX ETRS89	UTMY ETRS89	%	Estación asociada
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 2021, de las variables físico-químicas analizadas en superficie (S) y fondo (F) en las masas de agua del País Vasco.

Estación	Nivel	Temperatura (ºC)	Salinidad	Agua fluvial (%)	Oxígeno (%)	pH	Silicato (µmol·L-1)	Amonio (µmol·L-1)	Nitrito (µmol·L-1)	Nitrato (µmol·L-1)	Fosfato (µmol·L-1)
E-M5	S	15,05	13,19	62,96	97,81	7,85	44,24	2,38	0,47	25,51	0,36
E-M5	F	17,69	31,41	11,78	82,30	7,94					
E-M10	S	16,64	29,98	15,80	103,28	8,04	10,14	2,33	0,27	6,92	0,17
E-M10	F	16,71	31,12	12,57	99,35	8,05					
E-N10	S	16,49	15,77	55,71	74,79	7,96	48,23	3,83	1,24	54,82	1,48
E-N10	F	16,76	31,43	11,72	50,23	7,79					
E-N15	S	16,68	20,02	43,77	90,28	7,99	35,52	3,42	0,87	44,46	2,25
E-N15	F	16,73	32,84	7,76	88,84	8,04					
E-N17	S	16,78	24,86	30,16	94,76	8,00	29,18	4,76	1,00	57,24	5,08
E-N17	F	16,74	34,00	4,50	99,59	8,12					
E-N20	S	17,08	32,24	9,45	106,66	8,13	13,28	3,05	0,51	25,28	2,20
E-N20	F	16,25	34,97	1,77	102,76	8,15					
E-N30	S	17,19	34,10	4,22	106,48	8,17	3,08	2,46	0,22	4,08	0,38
E-N30	F	15,14	35,25	1,00	102,15	8,14					
E-B5	S	17,53	15,97	55,14	97,40	7,88	45,02	2,24	0,36	17,08	0,55
E-B5	F	16,47	22,21	37,60	93,74	7,88					
E-B7	S	17,61	28,00	21,35	102,49	7,93	16,92	2,57	0,27	8,77	0,33
E-B7	F	17,58	28,04	21,23	98,44	7,96					
E-B10	S	17,45	29,91	15,98	100,81	7,94	12,20	3,10	0,25	6,74	0,24
E-B10	F	17,44	30,10	15,45	99,00	7,95					
E-OK5	S	17,04	6,58	81,52	85,15	7,83	80,11	93,55	2,17	35,27	4,17
E-OK5	F	20,28	12,92	63,70	52,70	7,55					
E-OK10	S	17,75	27,10	23,89	88,91	7,85	27,58	18,22	1,33	12,49	0,49
E-OK10	F	18,63	28,06	21,18	77,26	7,84					
E-OK20	S	18,65	34,00	4,49	114,40	8,04	3,95	3,28	0,23	3,83	0,19
E-OK20	F	19,78	34,56	2,94	99,80	8,09					
E-L5	S	17,05	13,78	61,28	115,33	8,18	35,92	1,58	0,20	16,94	0,23
E-L5	F	19,02	18,66	47,59	106,84	8,18					
E-L10	S	17,59	21,54	39,48	109,24	8,06	22,18	1,67	0,20	14,30	0,24
E-L10	F	20,50	32,12	9,78	91,04	8,03					
E-A5	S	16,11	2,17	93,91	106,36	8,27	52,29	1,17	0,20	32,39	0,26
E-A5	F	16,03	3,73	89,51	95,43	8,20					
E-A10	S	17,73	22,50	36,79	103,46	7,96	18,16	2,35	0,20	11,86	0,27
E-A10	F	18,28	32,39	9,01	89,30	7,98					
E-D5	S	15,15	5,68	84,05	106,24	8,20	47,14	2,21	2,63	51,26	1,00
E-D5	F	15,84	17,58	50,61	96,44	8,09					
E-D10	S	16,03	16,45	53,79	99,75	8,08	30,33	2,65	2,11	30,47	0,67
E-D10	F	16,51	23,78	33,21	94,70	8,08					
E-U5	S	15,20	5,35	84,97	99,81	8,24	33,88	2,13	0,56	69,24	0,78
E-U5	F	15,86	12,78	64,10	92,23	8,09					
E-U8	S	16,09	20,26	43,09	97,15	8,06	17,64	3,42	0,33	29,40	0,58
E-U8	F	16,81	26,51	25,53	87,23	8,02					
E-U10	S	16,35	23,95	32,74	101,63	8,10	13,54	2,68	0,23	19,04	0,40
E-U10	F	17,00	28,74	19,27	91,55	8,10					
E-O5	S	15,26	15,48	56,52	101,53	7,97	24,03	2,61	0,57	27,24	0,36
E-O5	F	16,69	27,35	23,17	93,04	7,96					
E-O10	S	15,55	20,00	43,81	103,71	7,99	19,86	2,77	0,49	22,45	0,22
E-O10	F	16,71	27,15	23,73	88,17	8,02					
E-UR5	S	14,23	7,89	77,83	101,99	8,32	61,13	2,83	0,35	26,86	0,27
E-UR5	F	15,03	15,81	55,58	95,78	8,10					
E-UR10	S	15,51	19,42	45,46	103,38	8,10	30,16	2,69	0,28	14,57	0,25
E-UR10	F	16,14	23,47	34,06	95,71	8,06					
E-OI10	S	17,44	31,61	11,22	93,81	8,03	44,70	4,56	0,45	32,01	0,56
E-OI10	F	17,21	34,76	2,37	85,34	8,00					
E-OI15	S	17,23	30,86	13,31	91,84	8,00	35,80	14,45	1,42	45,21	1,81
E-OI15	F	17,53	34,57	2,88	82,26	7,97					
E-OI20	S	17,51	31,75	10,81	104,03	8,08	27,26	4,61	0,44	26,57	0,59
E-OI20	F	17,08	34,81	2,22	97,74	8,08					
E-BI5	S	14,95	1,83	94,85	100,95	8,43	65,26	5,68	0,41	29,79	0,48
E-BI5	F	16,63	16,73	53,01	81,75	7,97					
E-BI10	S	17,10	15,85	55,49	93,45	8,01	27,86	4,07	0,50	19,35	0,40
E-BI10	F	17,50	26,24	26,29	78,20	7,90					
E-BI20	S	17,59	27,81	21,90	101,66	8,04	11,96	1,94	0,32	5,27	0,17
E-BI20	F	17,70	30,81	13,46	95,69	8,05					
L-N10	S	17,16	34,93	1,90	104,95	8,15	3,65	2,22	0,28	4,49	0,17
L-N10	F	15,25	35,23	1,05	105,58	8,14					
L-N20	S	16,96	34,76	2,37	106,25	8,16	1,75	1,91	0,20	2,41	0,17
L-N20	F	14,92	35,27	0,93	104,73	8,15					
L-B10	S	16,59	34,96	1,80	105,43	8,18	0,80	1,71	0,27	1,15	0,12
L-B10	F	15,66	35,21	1,10	102,85	8,16					
L-B20	S	16,69	35,02	1,64	104,48	8,19	1,18	2,06	0,20	1,65	0,18
L-B20	F	15,55	35,20	1,12	102,15	8,16					
L-OK10	S	17,15	34,93	1,88	102,35	8,20	1,36	2,22	0,20	2,49	0,19
L-OK10	F	14,50	35,32	0,78	97,93	8,17					
L-L10	S	17,34	34,94	1,87	102,05	8,20	0,80	1,92	0,20	1,01	0,20

Estación	Nivel	Temperatura (ºC)	Salinidad	Agua fluvial (%)	Oxígeno (%)	pH	Silicato (µmol·L-1)	Amonio (µmol·L-1)	Nitrito (µmol·L-1)	Nitrato (µmol·L-1)	Fosfato (µmol·L-1)
L-L10	F	14,52	35,29	0,88	99,53	8,18					
L-L20	S	17,51	34,85	2,10	95,93	8,22	1,36	1,75	0,20	1,80	0,24
L-L20	F	15,04	35,22	1,06	101,00	8,19					
L-A10	S	17,53	34,68	2,58	103,90	8,19	1,63	2,28	0,20	1,80	0,11
L-A10	F	15,34	35,18	1,18	102,18	8,17					
L-D10	S	17,94	34,71	2,51	103,80	8,19	3,20	1,67	0,20	2,74	0,14
L-D10	F	15,29	35,19	1,14	100,68	8,17					
L-U10	S	17,68	34,79	2,28	104,08	8,19	1,98	2,12	0,20	2,70	0,11
L-U10	F	14,71	35,26	0,96	98,15	8,15					
L-O10	S	17,78	34,68	2,58	104,98	8,17	2,09	2,08	0,20	1,81	0,12
L-O10	F	15,59	35,15	1,28	102,45	8,17					
L-O20	S	17,95	34,73	2,46	104,55	8,18	1,68	1,95	0,20	1,74	0,11
L-O20	F	15,25	35,23	1,05	101,18	8,17					
L-OI10	S	17,37	34,44	3,25	104,80	8,12	1,65	2,65	0,20	2,09	0,12
L-OI10	F	15,04	35,18	1,19	98,90	8,10					
L-OI20	S	17,10	34,17	4,02	102,90	8,12	5,19	2,76	0,28	5,43	0,19
L-OI20	F	15,61	35,04	1,59	102,73	8,13					
L-BI10	S	16,94	34,32	3,61	102,40	8,14	2,50	2,63	0,20	2,27	0,15
L-BI10	F	14,17	35,12	1,36	97,50	8,10					
L-UR20	S	16,92	33,90	4,79	99,55	8,15	6,49	2,30	0,20	4,94	0,18
L-UR20	F	14,20	35,15	1,27	95,50	8,10					
L-RF30	S	16,93	34,58	2,87	104,10	8,17	1,34	1,67	0,20	1,85	0,08
L-RF30	F	12,79	35,53	0,20	86,00	8,02					
L-RF20	S	17,49	34,92	1,91	104,30	8,18	1,03	1,88	0,20	2,19	0,15
L-RF20	F	12,76	35,51	0,26	86,95	8,04					
L-RF10	S	16,86	35,01	1,67	105,55	8,19	1,41	1,81	0,20	1,57	0,18
L-RF10	F	12,65	35,51	0,25	88,93	8,06					

Tabla 195 Aguas de transición. Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en 2021. Valoración asociada a cada estación de control. (Claves: Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado 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). Sustancias preferentes: 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 (PB-rojo).

Masa de agua	Estación	Macro invertebrados	Fauna ictiológica	Fitoplancton	Macroalgas	Biológico	Condiciones generales	Sustancias preferentes	Hidromorfología	Ecológico	Químico	Estado
Barbadun	E-M5	B	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
	E-M10		B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
Nervión interior	E-N10	BP	BP	BP	PM	BP	BP	MP	PM	BP	B	B
	E-N15	BP	BP	BP	PM	BP	PMo	BP	PM	PMo	NA	PqB
	E-N17	MP	BP	BP	PMo	BP	PMo	MP	PM	PMo	NA	PqB
Nervión exterior	E-N20	MP	MP	PMo	BP	PMo	PMo	MP	PM	PMo	NA	PqB
	E-N30	MP		BP		BP	PMo	MP	PM	PMo	B	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	Mo	B	MB	B	Mo	B	MB	B	Mo	B	PqB
Oka interior	E-OK5	D	B	M	MB	M	Mo	MB	Mo	M	B	PqB
Oka exterior	E-OK10	Mo	B	B	B	Mo	Mo	MB	MB	Mo	B	PqB
	E-OK20	MB	B	B	B	B	B	MB	MB	B	B	B
Lea	E-L5	MB		MB	B	MB	MB	MB	B	B	B	B
	E-L10	Mo		MB	Mo	Mo	B	MB	B	Mo	B	PqB
Artibai	E-A5	D	B	B	D	D	MB	MB	D	D	B	PqB
	E-A10	Mo	B	B	Mo	Mo	B	MB	D	Mo	B	PqB
Deba	E-D5	B	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
	E-D10	MB	B	MB	Mo	B	B	MB	B	B	B	B
Urola	E-U5	MB	B	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
	E-U8	MB	B	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
	E-U10	B	B	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B
Oria	E-O5	B	B	MB	Mo	B	B	MB	Mo	B	B	B
	E-O10	B	B	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	B
Urumea	E-UR5	BP	MP	PMo	PMo	PMo	MP	MP	PD	PMo	B	PqB
	E-UR10	MP	MP	MP	PD	MP	MP	MP	PD	BP	B	B
Oiartzun	E-OI10	PD	BP	PMo	BP	PD	PMo	MP	PM	PD	B	PqB
	E-OI15	PM	BP	PMo	BP	PM	PMo	MP	PM	PM	B	PqB
	E-OI20	MP	BP	PMo	MP	PMo	PMo	MP	PM	PMo	B	PqB
Bidasoa	E-BI5	D	B	B	Mo	D	MB	MB	Mo	D	B	PqB
	E-BI10	MB	B	MB	B	B	MB	MB	Mo	B	B	B
	E-BI20	MB	B	MB	B	B	MB	MB	Mo	B	B	B

Tabla 196 Aguas costeras. Cuadro Resumen y el diagnóstico de Estado en 2021. Valoración asociada a cada estación de control. (Claves: Macroinvertebrados, fauna ictiológica fitoplancton macroalgas, estado biológico, condiciones generales y estado ecológico: muy bueno (MB- azul), bueno (B- verde), moderado (Mo- amarillo), deficiente (D- naranja) y malo (M- rojo). Sustancias preferentes: 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) peor que bueno (PB-rojo).

Masa de agua	Estación	Macro invertebrados	Fitoplancton	Macroalgas	Biológico	Condiciones generales	Sustancias preferentes	Hidromorfología	Ecológico	Químico	Estado
Cantabria-Matxitxako	L-N10	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
	L-N20	B	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B
	L-B10	B	MB	MB	B	B	B	MB	B	B	B
	L-B20	MB	MB		MB	B	MB	MB	B	B	B
Matxitxako-Getaria	L-OK10	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
	L-L10	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
	L-L20	MB	MB		MB	B	MB	MB	B	B	B
	L-A10	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
	L-D10	MB	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B
	L-U10	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
Getaria-Higer	L-O10	MB	MB	B	B	B	MB	MB	B	B	B
	L-O20	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
	L-OI10	MB	B		B	B	MB	MB	B	B	B
	L-OI20	B	B		B	B	MB	MB	B	B	B
	L-BI10	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
Mompás-Pasaia	L-UR20	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	B
Referencia	L-RF10	B	B		B	B	MB	MB	B	B	B
	L-RF20	MB	MB		MB	B	MB	MB	B	B	B
	L-RF30	MB	MB		MB	B	MB	MB	B	B	B

Tabla 197 Evolución de la calidad fisicoquímica en aguas de la Red de Calidad, para el período 1999-2021, 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
Barbadun	E-M5				B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-M10	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Nervión interior	E-N10	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-N15				Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
	E-N17				Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Nervión exterior	E-N20	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
	E-N30	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo
Butroe	E-B5				MB	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
	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
Oka interior	E-OK5				B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Oka exterior	E-OK10	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
	E-OK20	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Lea	E-L5				MB	Mo	Mo	Mo	B	B	B	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB
	E-L10	Mo	Mo	Mo	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	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
	E-A10	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B
Deba	E-D5				B	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-D10	Mo	Mo	Mo	Mo	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
	E-U8				B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-U10	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	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
	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
Urumea	E-UR5				MB	B	B	MB	B	MB	B	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
Oiartzun	E-OI10	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
	E-OI15				Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
	E-OI20	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo
Bidasoa	E-BI5				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	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	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
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
	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
	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
	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
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
	L-L10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-L20				B	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	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
	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
	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
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
	L-O20				B	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	B
	L-OI10	B	B	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	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
	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
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
Costeras de referencia	L-REF10				B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-REF20								B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-REF30								B	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Tabla 198 Evolución de la calidad del fitoplancton de la Red de Calidad, para el período 2000-2021, 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
Barbadun	E-M5								B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	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
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
	E-N15								B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B
	E-N17								B	B	B	B	B	B	MB	MB	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
	E-N30	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	B
Butroe	E-B5								B	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B
	E-B7								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	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
Oka interior	E-OK5								M	M	M	D	D	Mo	Mo	Mo	Mo	D	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
	E-OK20				MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B
Lea	E-L5								B	B	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB
	E-L10	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Artibai	E-A5								Mo	Mo	B	D	Mo	B	Mo	B	Mo	B	Mo	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	MB
Deba	E-D5								MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB
	E-D10	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Urola	E-U5								MB	B	B	B	B	B	B	M	M	M	M	D	D	B	MB
	E-U8								MB	MB	MB	MB	MB	B	B	MB	B	B	B	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
Oria	E-O5								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	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
Urumea	E-UR5								B	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	Mo	B	B	B	Mo
	E-UR10	MB	MB	MB	MB	B	B	B	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
	E-OI15								B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D	D	D	D	Mo	D	Mo	Mo	Mo
	E-OI20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D	Mo	Mo	Mo
Bidasoa	E-BI5								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	Mo	Mo	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
	E-BI20	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	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
	L-N20	Mo	Mo	Mo	B	B	B	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
	L-B20	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
	L-L10	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
	L-A10				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
	L-U10	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
	L-O20								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-OI10	B	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-OI20								MB	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B
	L-BI10	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	B	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
Costeras de referencia	L-REF10								MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B	B
	L-REF20												MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-REF30												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 2002-2021, 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
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		
	E-U8			Mo			Mo			B			MB			B			B		
	E-U10			Mo			Mo			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		
	E-UR10			Mo			Mo			Mo			Mo			Mo			D		
Oiartzun	E-OI10			D			D			D			D			Mo			B		
	E-OI15			Mo			Mo			Mo			B			B			B		
	E-OI20			B			Mo			B			B			B			MB		
Bidasoa	E-BI5			D			Mo			Mo			Mo			Mo			Mo		
	E-BI10			B			B			B			B			B			B		
	E-BI20			B			B			MB			MB			MB			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		
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		
Mompás-Pasaia	L-UR20			B			B			D			B			B	MB		MB		

Tabla 200 Evolución de la calidad del bentos de la Red de Calidad, para el período 1995-2021, 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
Barbadun	E-M5								D	B	B	Mo	B	B	D	MB	B	B	Mo	MB	B	B	B	B	MB	B	B	B
	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				
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
	E-N15								Mo	B	B	B	B	Mo	B	D	Mo	MB	D	MB	B	D	MB	B	MB	MB	MB	B
	E-N17								B	B	MB	B	B	B	B	MB	B	MB	B	MB	B	Mo	MB	Mo	B	D	B	MB
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
	E-N30	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	D	B	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB
Butroe	E-B5								MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	
	E-B7								Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	Mo	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo
	E-B10	B	B	B	B	MB	MB	MB	B	B	MB	B	B	B	MB	B	B	B	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	Mo
Oka interior	E-OK5								D	M	D	M	M	Mo	D	Mo	B	Mo	B	M	D	M	B	D	D	MB	B	D
Oka exterior	E-OK10	Mo	B	B	B	D	D	Mo	Mo	D	D	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	M	Mo	Mo	B	Mo	B	Mo	Mo	Mo
	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
Lea	E-L5								B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	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
Artibai	E-A5								M	Mo	D	M	D	D	Mo	B	D	D	M	B	D	B	B	B	B	D	MB	D
	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
Deba	E-D5								D	B	Mo	Mo	Mo	B	B	Mo	MB	B	B	Mo	B	B	Mo	MB	B	MB	B	B
	E-D10	Mo	MB	Mo	D	B	MB	B	B	B	B	D	B	B	B	B	B	MB	B	MB	B	B	B	MB	MB	MB	B	MB
Urola	E-U5								Mo	B	B	B	B	B	MB	B	B	B	MB	Mo	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	E-U8								B	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	Mo	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	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
Oria	E-O5								Mo	B	B	B	MB	MB	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	B
	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
Urumea	E-UR5								Mo	M	D	D	D	Mo	D	M	D	M	D	M	D	Mo	D	D	Mo	D	Mo	B
	E-UR10	Mo	MB	B	B	Mo	B	Mo	B	M	Mo	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB
Oiartzun	E-OI10	M	M	M	M	M	D	D	D	D	M	B	Mo	B	Mo	M	B	B	Mo	Mo	Mo	MB	B	Mo	MB	B	MB	D
	E-OI15								M	M	M	Mo	M	Mo	Mo	D	D	M	M	M	D	M	M	D	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
Bidasoa	E-BI5								MB	MB	B	MB	B	MB	B	B	B	B	B	MB	MB	B	MB	B	B	B	MB	D
	E-BI10	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	D	B	MB	B	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB
	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
Cantabria-Matxitxako	L-N10	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	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
	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
	L-B20	MB	MB	MB	MB	Mo	B	B	B	MB	MB	MB	MB	D	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	
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
	L-L10	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	B	MB
	L-L20									MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	L-A10				MB	MB	MB	MB	Mo	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
	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
	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
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
	L-O20								B	B	MB	MB	MB	MB	B	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
	L-OI20								MB	D	B	B	MB	B	B	B	B	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B
	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
Mompás-Pasaia	L-UR20	B	D	M	D	M	Mo	Mo	B	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Costeras de referencia	L-REF10								B	MB	B	MB	B	B	B	B	B	B	B	MB	MB	B	B	B	B	B	B	B
	L-REF20												B	B	B	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	MB	MB	MB	MB	MB
	L-REF30												MB		B	B	MB	MB	MB	MB	B	MB	B	B	B	MB	B	MB

Tabla 201 Evolución de la calidad de los peces de la Red de Calidad, para el período 1995-2021, 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
Barbadun	E-M5	Mo	Mo	D	D	D	D	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	Mo			B			B			B			B
	E-M10	D	Mo	D	D	Mo	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	Mo			B			B			B			B
Nerbioi interior	E-N10	M	M	M	M	M	M	M	D	D	D	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo	B	MB	MB	MB	MB			MB			B
	E-N15	M	D	M	D	M	D	D	D	D	Mo	D	D	Mo	Mo	M	M	B	MB	MB	MB	MB			MB			B
	E-N17	D	D	D	Mo	D	D	D	Mo	D	D	D	Mo	B	Mo	D	D	B	MB	MB	MB	MB			MB			B
Nerbioi exterior	E-N20	M	Mo	D	D	Mo	D	B	D	Mo	Mo	Mo	Mo	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	B	B	MB	MB
	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			
	E-D10		Mo							Mo			B			B			B			B			B			
Urola	E-U5		Mo								Mo			Mo			Mo			B			B			B		
	E-U8		Mo								B			B			B			B			B			B		
	E-U10		B								Mo			B			Mo			B			B			B		
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			B		
	E-OI15							D			D			Mo			Mo			B			MB			B		
	E-OI20			Mo				B			Mo			MB			B			B			MB			B		
Bidasoa	E-BI5	Mo						Mo			Mo	Mo		Mo			Mo			Mo			MB			B		
	E-BI10	Mo						Mo			Mo	Mo		Mo			Mo			Mo			MB			B		
	E-BI20	Mo						Mo			D	B		B			B			Mo			MB			B		

Tabla 202 Evolución del Estado Ecológico, químico y global, para el período 2012-2021, en cada estación de control.

Masa de agua	Estación	Estado ecológico										Estado químico										Estado global									
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Barbadun	E-M5	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	E-M10	D	M	B	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	B	PQB	B	B	B	B	B	B
Nerbioi interior	E-N10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	NA	B	B	NA	NA	NA	NA	B	B	B	PQB	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	B
	E-N15	D	Mo	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	NA	NA	B	NA	NA	NA	NA	NA	NA	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
	E-N17	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D	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	Mo	BP	BP	BP	BP	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	NA	B	B	B	NA	B	NA	PQB	PQB	B	PQB	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB
Butroe	E-B5	B	B	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
	E-B7	B	B	B	Mo	B	B	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB
	E-B10	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	B	PqB
Oka interior	E-OK5	Mo	M	D	M	D	M	M	M	M	M	NA	NA	B	NA	NA	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
Oka exterior	E-OK10	Mo	M	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
	E-OK20	Mo	D	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B	B	B	B
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	NA	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	PQB	B	B	PQB	B	B	B	B	B	PqB
Artibai	E-A5	M	Mo	D	Mo	B	Mo	B	D	B	D	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	B	PQB	B	PQB	B	PqB
	E-A10	D	Mo	D	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	NA	NA	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
Deba	E-D5	B	Mo	B	B	Mo	B	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	B	B	PQB	B	B	B	B	B
	E-D10	B	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
Urola	E-U5	Mo	Mo	M	M	M	M	D	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B
	E-U8	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	PQB	B	PQB	B	B	B	B	B	B	B
	E-U10	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B
Oria	E-O5	B	B	B	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	B	B	B	B
	E-O10	Mo	B	Mo	Mo	Mo	Mo	B	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	B	PQB	PQB	PQB	PQB	B	PQB	PQB	B
Urumea	E-UR5	D	M	D	Mo	D	D	Mo	D	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
	E-UR10	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	BP	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	Mo	Mo	D	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
	E-OI15	M	M	D	M	M	D	M	M	M	M	B	B	NA	NA	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
	E-OI20	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	D	Mo	Mo	Mo	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB
Bidasoa	E-BI5	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	Mo	Mo	D	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B	B	PQB	PQB	PQB
	E-BI10	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B	B	B	B	B
	E-BI20	B	Mo	D	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	B	B	B	B	B	B
Cantabria-Matxitxako	L-N10	B	B	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
	L-N20	B	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	B
	L-B10	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	B	B	B	B	B
	L-B20	MB	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
Matxitxako-Getaria	L-OK10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-L10	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-L20	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-A10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	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
	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	B	B	B	B	B	B	B
Getaria-Higer	L-O10	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	PQB	B
	L-O20	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	B
	L-OI10	Mo	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	L-OI20	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	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
Mompás-Pasaia	L-UR20	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	PQB	B	B	B	B	B	B	B	B
Referencia	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	B	B	B	B	B	NA	B	B	B	B	B	B	B	B	B	PQB	B	B	B	B	B
	L-RF30	MB	B	B	B	B	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

Referencias

Adarraga, I., J. Martínez, 2012. First record of the invasive brackish water mytilid *Limnoperna securis* (Lamarck, 1819) in the Bay of Biscay. Aquatic Invasions, 7 (2): 171–180.

Anonymous, 1959. Symposium on the classification of brackish waters, Venice 8-14th April 1958. Archivo di Oceanograpfia e Limnologia, 11 (supplemento).

Arizzi Novelli, A., M. Picone, C. Losso, A. Volpi Ghirardini, 2003. Ammonia as confounding factor in toxicity tests with the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lmk). Toxicological and Environmental Chemistry, 85: 183-191.

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.

AZTI, 2011. Perfiles de las aguas de baño de la zona litoral de la CAPV 2011. Informe realizado por Fundación AZTI Tecnalia para Agencia Vasca del Agua - Uraren Euskal Agentzia. 508 pp.; http://www.uragentzia.euskadi.net/u81-0003/es/contenidos/informe_estudio/convenio_ura_azti/es_docu/adjuntos/Perfiles_aguas_2011.pdf.

AZUR Environmental. 1998. Microtox® M500 Manual. A toxicity testing Handbook. Carslbad, CA, USA.

Bald, J. 2005. Propuesta para la evaluación del estado físico-químico de las aguas costeras y de transición del País Vasco. Tesis doctoral, Universidad de Navarra.

Bald J., A. Borja, J. Franco, R. Castro y J. Puig, 1999. El Análisis de Componentes Principales como herramienta de cálculo cuantitativo del impacto ambiental en el medio marino. Libro de Resúmenes de las V Jornadas Españolas de Ingeniería de Puertos y Costas. A Coruña, 1999. Eds. Gregorio Iglesias y Juan R. Acinas. 169-170 pp.

Bald, J., A. Borja, J. Franco, R. Castro, 2000. Cálculo cuantitativo del impacto ambiental en la calidad de las aguas litorales de la CAPV mediante el empleo de técnicas de análisis multivariante. Océanographie du Golfe de Gascogne. Actes du VIIème Colloque International. Biarritz, 4-6 avril 2000. 55-59 pp.

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.

Bañón Díaz, R., 2012. Introducción al estudio de las especies exóticas marinas en Galicia. Revista Galega dos Recursos Mariños (Monografías), 3: 1-67.

Bellan, G. 1967. Pollution et peuplements benthiques sur substrat meuble dans la région de Marseille. Deuxième partie. L'ensemble portuaire marseillais. Rev. Intern. Océanogr. Méd., 8: 51 95.

Belzunce, M.J., R. Castro. 2004. Resultados de la caracterización físico-química y biológica y propuesta de gestión de los materiales a dragar en el puerto de Ondarroa. AZTI Informe Técnico. Pasaia.

Belzunce, M.J., J. Blasco, A. Del Campo, M. Espino, L. Ferrer, J.M. Garmendia, M. González, J. Larreta, M.A. Maidana, N. Montero, 2010. Advances in tools for harbour water quality management: MODELTOX Project. ISOBAY 12, International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay. Brest, France, 3-6 May, 2010. http://www-iuem.univ-brest.fr/ISOBAY.

Bock, M.T., B.S. Miller, A.W. Bowman, 1999. Assessment of Eutrophication in the Firth of Clyde: Analysis of Coastal Water Data from 1982 to 1996. Marine Pollution Bulletin, 38 (3):222-231.

BOE, 2008. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica. Boletín Oficial del Estado, 22.09.2008, BOE núm. 229, 38472–38582.

BOE, 2016. Real Decreto 1/2016, de 8 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. Núm. 439, pp. 2972-4301.

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., 2006. The new European Marine Strategy Directive: difficulties, opportunities, and challenges. Marine Pollution Bulletin, 52: 239-242.

Borja, A., J. Bald, J. Franco, J. Larreta, I. Muxika, M. Revilla, J.G. Rodríguez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, 2009. Using multiple ecosystem components, in assessing ecological status in Spanish (Basque Country) Atlantic marine waters. Marine Pollution Bulletin, 59: 54-64.

Borja, Á., I. Muxika, 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's marine biotic index) in the assessment of the benthic ecological quality. Marine Pollution Bulletin, 50: 787–789.

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. Valencia, A. Uriarte, R. Castro, 1998. Red de Vigilancia y Control de la Calidad de las Aguas Litorales del País Vasco. Otoño 1996 - Verano 1997. Informe para Departamento de Ordenación del Territorio Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco. San Sebastián (Gipuzkoa). 313 pp.

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., J. Franco, M.J. Belzunce, V. Valencia. 2001. Red de vigilancia y control de la calidad de las aguas litorales del País Vasco: otoño 1999 – verano 2000. Azti-Labein para Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 430 pp.

Borja, A., I. Muxika, J. Franco, 2003. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. Marine Pollution Bulletin, 46: 835-845.

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., 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., V. Valencia, J. Franco, I. Muxika, J. Bald, M.J. Belzunce, O. Solaun, 2004c. The water framework directive: water alone, or in association with sediment and biota, in determining quality standards? Marine Pollution Bulletin, 49(1-2): 8-11.

Borja, A., B. García de Bikuña, A. Agirre, J.Mª Blanco, J. Bald, M.J. Belzunce, H. Fraile, J. Franco, O. Gandarias, I. Goikoetxea, J.M. Leonardo, L. Lonbide, E. López, M. Moso, I. Muxika, O. Solaun, E.Mª Tello, V. Valencia, M. Aboal, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, L. Gurtubai, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.Mª Ruiz, J.C. Sola, J.Mª Trigueros, A. Manzanos, 2004d. Red de Vigilancia de las masas de agua superficial de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de la UTE AZTI-Anbiotek-Labein-Ondoan para la Dirección de Aguas del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 22 Tomos, 1.313 pp.

Borja, A., 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., F. Aguirrezabalaga, J. Martínez, J.C. Sola, L. García-Arberas, J.M. Gorostiaga, 2004e. Benthic communities, biogeography and resources management. In: Borja Á, Collins M (eds) Oceanography and Marine Environment of the Basque Country. Elsevier Oceanography Series, vol 70. Elsevier, Amsterdam: 455-492.

Borja, A., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, I. Muxika, V. Pérez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.Mª Ruiz,

J.C. Sola, J.Mª Trigueros, A. Manzanos, 2005. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de AZTI-Tecnalia para la Dirección de Aguas del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 14 Tomos, 718 pp.

Borja, A., I. Galparsoro, O. Solaun, I. Muxika, E.M. Tello, A. Uriarte, V. Valencia, 2006. The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 66: 84-96.

Borja, A., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, I. Muxika, M. Revilla, G. Rodríguez, I. Tueros, A. Uriarte, V. Valencia, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.M. Ruiz, J.C. Sola, J.M. Trigueros, A. Manzanos, 2006. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de resultados Campaña 2005. Informe de AZTI-Tecnalia para la Dirección de Aguas del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Gobierno Vasco. 15 Tomos, 767 pp.

Borja, A., I. Muxika, J. Franco, 2006. Long-term recovery of soft-bottom benthos following urban and industrial sewage treatment in the Nervión estuary (southern Bay of Biscay). Marine Ecology Progress Series, 313: 43-55.

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., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, I. Muxika, M. Revilla, G. Rodríguez, O.Solaun, I. Tueros, A. Uriarte, V. Valencia, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.Mª Ruiz, S. Seoane, J.C. Sola, J.Mª Trigueros, A. Manzanos, 2007b. 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 Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Gobierno Vasco. 14 Tomos, 782 pp

Borja, Á., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, I. Muxika, M. Revilla, G. Rodríguez, O. Solaun, I. Tueros, A. Uriarte, V. Valencia, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, I. Cruz, A. Laza, M.A. Marquiegui, J. Martínez, E. Orive, J.M. Ruiz, S. Seoane, J.C. Sola, J.M. Trigueros, A. Manzanos, 2008a. 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 Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Gobierno Vasco. 14 Tomos, 782 pp.

Borja, A., D. Dauer, R. Diaz, R.J. Llansó, I. Muxika, J.G. Rodriguez, L. Schaffner, 2008b. Assessing estuarine benthic quality conditions in Chesapeake Bay: A comparison of three indices. Ecological Indicators, 8: 395-403.

Borja, A., I. Tueros, M.J. Belzunce, I. Galparsoro, J.M. Garmendia, M. Revilla, O. Solaun, V. Valencia, 2008c. Investigative monitoring within the European Water Framework Directive: a coastal blast furnace slag disposal, as an example. Journal of Environmental Monitoring, 10: 453-462.

Borja, A., S.B. Bricker, D. M. Dauer, N. T. Demetriades, J.G. Ferreira, A. T. Forbes, P. Hutchings, X. Jia, R. Kenchington, J.C. Marques, C. Zhu, 2008d. Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. Marine Pollution Bulletin, 56: 1519-1537.

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. Emblow, T.F. Fernandes, J. Forte, I. Karakassis, I. Muxika, T.D. Nickell, N. Papageorgiou, F. Pranovi, K. Sevastou, P. Tomassetti, D. Angel, 2009d. Assessing the suitability of a range of benthic indices in the evaluation of environmental impact of fin and shellfish aquaculture located in sites across Europe. Aquaculture, 293: 231-240.

Borja, A., A. Miles, A. Occhipinti-Ambrogi, T. Berg, 2009e. Current status of macroinvertebrate methods used for assessing the quality of European marine waters: implementing the Water Framework Directive. Hydrobiologia, 633: 181-196.

Borja, 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.Mª 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.Mª 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.Mª 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.Mª Ruiz, J.C. Sola, A. Manzanos, 2015. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de AZTI para la Agencia Vasca del Agua, 651 pp.

Borja, Á., J. Bald, M.J. Belzunce, J. Franco, J.M. Garmendia, J. Larreta, I. Menchaca, I. Muxika, M. Revilla, J.G. Rodríguez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, J.C. Sola, I. Cruz, M.A. Marquiegui, J. Martínez, J.Mª Ruiz, M. Cano, A. Laza-Martínez, A. Manzanos, 2016a. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la CAPV. Informe de resultados. Campaña 2015. Informe de AZTI para la Agencia Vasca del Agua, 445 pp.

Borja, Á., G. Chust, J.G. Rodríguez, J.G., J. Bald, M.J. Belzunce-Segarra, J. Franco, J.M. Garmendia, J. Larreta, I. Menchaca, I. Muxika, O. Solaun, M. Revilla, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita. 2016b. “The past is the future of the present”: Learning from long-time series of marine monitoring. Science of the Total Environment, 566-567: 698-711.

Borja, Á., J. Bald, J. Franco, J. Larreta, I. Menchaca, I. Muxika, M. Revilla, J.G. Rodríguez, O. Solaun, A. Uriarte, V. Valencia, I. Zorita, I. Adarraga, F. Aguirrezabalaga, J.C. Sola, I. Cruz, M.A. Marquiegui, J. Martínez, J.Mª Ruiz, M. Cano, A. Laza-Martínez, A. Manzanos, 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.

Broullón, E., López-Mozos, M., Reguera, B., Chouciño, P., Doval, M.D., Fernández-Castro B., Gilcoto,

M., Nogueira E., Souto, C., Mouriño-Carballido, B. 2020. Thin layers of phytoplankton and harmful algae events in a coastal upwelling system. Progress in Oceanography, 189: 102449.

Buchman M.F., 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables (SQuiRTs) NOAA OR&R, National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of Response and Restoration, Seattle, 2008; Report 08-1.

Burkholder, J.M., H.G. Marshall, 2012. Toxigenic *Pfiesteria* species—Updates on biology, ecology, toxins, and impacts. Harmful Algae, 14: 196–230.

CEDEX, 2011. Reunión del Grupo de Trabajo sobre Estado Ecológico (ECOSTAT) de la Estrategia Común de Implantación de la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea. 24 y 25 de Octubre de 2011. Centro de Estudios de Puertos y Costas, Informe técnico para Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. CEDEX: 23-410-5-003.

Carletti, A., A.-S. Heiskanen, 2009. Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional waters. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, JRC Scientific and Technical Reports.

Casado-Martínez, M.C., N. Fernández, J. Lloret, A. Marín, C. Martínez-Gómez, I. Riba, R. Beiras, L. Saco-Álvarez, T.A. Del Valls, 2006. Interlaboratory assessment of marine bioassays to evaluate the environmental quality of coastal sediments in Spain. III. Bioassay using embryos of the sea urchin *Paracentrotus lividus*. Ciencias Marinas 32: 139-147.

Castro, H., F. Ramalheira, V. Quintino, A.M. Rodrigues, 2006. Amphipod acute and chronic sediment toxicity assessment in estuarine environmental monitoring: an example from Ria de Aveiro, NW Portugal. Marine Pollution Bulletin, 53: 91 99.

Cloern, J.E., C. Grenz, L. Vidergar-Lucas, 1995. An empirical model of the phytoplankton chlorophyll:carbon ratio. The conversion factor between productivity and growth rate. Limnology and Oceanography 40: 1313-1321.

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.

Del Valls, T.A., M.C. Casado-Martínez, I. Riba, M. L. Martín-Diaz, J.M. Forja, E. García-Luque, A. Gómez-Parra, 2003. Investigación conjunta sobre la viabilidad de utilizar ensayos ecotoxicológicos para la evaluación de la calidad ambiental del material de dragado. Rep. Téc. CEDEX, noviembre 2003, Puerto Real, Cádiz.

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.

Ekolur-Ikaur, 2006. Bases para la elaboración de las directrices sobre el uso sostenible del agua en Guipúzcoa. La fauna acuática en Guipúzcoa. Monografías. Donostia: 83.

Elkaïm, B., 1976. Bionomie et écologie des peuplements des substrats meubles d'un estuaire Atlantique Marocain: l'estuaire du Bou Regreg. I.- Unités indicatrices infralittorales. Vie Milieu, 26: 107-169.

Environment Canada. 1992. Biological test method. Assay using echinoids (sea urchins and sand dollars). Environmental Protection Series. Report: EPS 1/RM/27. Canada. 99 pp.

European Commission, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.

European Commission, 2003. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No. 5. Transitional and Coastal Waters - Typology, Reference Conditions and Classification Systems. Produced by Working Group 2.4 – COAST. 107 pp.

European Commission, 2008. Commission Decision of 30 October 2008 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring System classifications as a result of the intercalibration exercise. Official Journal of the European Union 10.12.2008, L332. 44 p.

European Commission, 2018. Commission Decision (EU) 2018/229 of 12 February 2018 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Commission Decision 2013/480/EU. Official Journal of the European Communities, L47: 1-91.

Fernández, N., 2002. Evaluación biológica de la contaminación marina costera mediante bioensayos con embriones del erizo de mar *Paracentrotus lividus*. Tesis doctoral. Universidad de Vigo. España. 211 pp.

Ferretti, J.A., D.F. Calesso, T.R. Hermon. 2000. Evaluation of methods to remove ammonia interference in marine sediment toxicity tests. Environmental Toxicology and Chemistry, 19(8): 1935-1941.

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, J.M., I. Menchaca, M.J. Belzunce, M. Revilla, 2009. Protocolo del test de toxicidad de sedimentos marinos con larvas del erizo de mar *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816). Revista de Investigación Marina, 11: 25 pp.

Geffard O., E. His, H. Budzinski, J.F. Chiffoleau, A. Coynel, H. Etcheber, 2004. Effects of storage method and duration on the toxicity of marine sediments to embryos of *Crassostrea gigas* oysters. Environmental Pollution, 129:457-465.

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/

Grassle, J.F., J.P., Grassle, 1974. Opportunistic life histories and genetic systems in marine benthic polychaetes. Journal of Marine Research, 32: 253-284.

Grassle, J.P., J.F., Grassle, 1976. Sibling species in the marine pollution indicator *Capitella capitata* (Polychaeta). Science, 192: 567-569.

Hering, D., A. Borja, J. Carstensen, L. Carvalho, M. Elliott, C.K. Feld, A.S. Heiskanen, R.K. Johnson, J. Moe, D. Pont, A.L. Solheim, W. van de Bund, 2010. The European Water Framework Directive at the age of 10: A critical review of the achievements with recommendations for the future. Science of the Total Environment, 408(19): 4007-4019.

Hily, C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la rade de Brest. Thèse doctorat d'Etat, Universite de Bretagne Occidentale, Brest, Vol. 1, 350 pp; Vol. 2, 370 pp.

Iriarte, A., Madariaga, I., Díez-Garagarza, F., Revilla, M., Orive, E. 1998. Plankton metabolism during bloom and non-bloom conditions in a shallow estuary. Proceedings of the 26th Congress of the International Association of Theoretical and Applied Limnology. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 1479-1482.

Jeffrey S.W., G.F. Humphrey, 1975. New spectrophotometric equations for determining Chlorophyll a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. Biochemie und Physiologie Pflanzen 167: 191-194.

Juanes, J. A., X. Guinda, A. Puente, J. A. Revilla, 2008. Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the NE Atlantic. Ecological Indicators, 8: 351-359.

Junoy, J. (1988). Estudio de la Macrofauna Intermareal de Sustrato Blando de la Ría de Foz (Lugo). Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá de Henares, 619 pp.

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.

Larreta J, Solaun O, Menchaca I y Rodríguez J.G 2021. Estudio de la contaminación por TBT (tributilo de estaño) en la masa de agua de transición del Bidasoa. Informe Final 2020 pg 16.

Long E.R, D.D. MacDonald, S.L. Smith, F.D. Calder, 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management 19: 81-97.

Lorenzen, C.J., Jeffrey, S.W. 1980. Determination of chlorophyll in seawater. UNESCO Technical Papers in Marine Science, 35.

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, 2005. Programa de vigilancia y control de la introducción de especies invasoras en los ecosistemas litorales de la costa vasca. 1. Costa de Gipuzkoa. Informe de INSUB para la Dirección de Biodiversidad del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco, 267 pp.

Martínez, J., I. Adarraga, 2006. Programa de vigilancia y control de la introducción de especies invasoras en los ecossistemas litorales de la costa vasca. 2. Costa de Bizkaia. Informe de INSUB para la Dirección de Biodiversidad del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco, 267 pp.

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.

MacDonald DD., 1994. Approach to the Assessment of Sediment Quality in Florida Coastal Waters. Derivation of Numerical Sediment Quality Assessment Guidelines for Florida Coastal Waters Using the Weight of Evidence Approach, Florida Department of Environmental Protection, Ladysmith 1994; Vol 5.

Meglen, R.R., 1992. Examining large databases: a chemometric approach using principal component analysis. Marine Chemistry, 39:217-237.

Menchaca, I., 2010. Desarrollo y aplicación de herramientas para la evaluación de la calidad del medio marino del País Vasco: bioensayos con *Paracentrotus lividus* y *Corophium* spp. Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco, 216 pp.

Menchaca, I., A. Borja, M.J. Belzunce-Segarra, J. Franco, J.M. Garmendia, J. Larreta, J.G. Rodríguez, 2012. An empirical approach to the determination of metal regional Sediment Quality Guidelines, in marine waters, within the European Water Framework Directive. Chemistry and Ecology, 28: 205-220.

Menchaca, I., A. Borja, M.J. Belzunce-Segarra, J. Franco, J.M. Garmendia, J. Larreta, J.G. Rodríguez, 2014. Determination of PCB and PAH marine regional Sediment Quality Guidelines, within the European Water Framework Directive. Chemistry and Ecology, 30: 693-700.

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.

Morris J.G. Jr., J.R. Hebel, L.M. Grattan, D.L. Matuszak, L.A. Wilson, W.A. Meyer, D.W. Oldach, R. McCarter, H.A. Bowers, 2006. Occupational exposure to *Pfiesteria* species in estuarine waters is not a risk factor for illness. Environ Health Perspect, 114: 1038–1043.doi:10.1289/ehp.8627.

MSSSI, 2013. Calidad de las Aguas de Baño en España. Informe Técnico. Temporada 2011. Colección Estudios, Informes e Investigación. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. 2013. NIPO: 680-13-009-3.

Müller, G., 1979. Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins. Veränderungen seit 1971. Umschau, 79: 78-783.

Muxika, I., 2007. AMBI, una herramienta para la evaluación del estado de las comunidades bentónicas:

modo de uso y aplicación a la Directiva Marco del Agua. Tesis Doctoral. Euskal Herriko Univertsitatea/Universidad del País Vasco, Leioa: 230 pp.

Muxika, I.; J. Franco, A. Borja, A. Fontán, M. Revilla, O. Solaun, I. Tueros, V. Valencia, 2007. Estudio ambiental de la zona costera de Mompás y del estuario del río Oiartzun. Informe final elaborado por AZTI-Tecnalia para el Dpto. de Desarrollo Sostenible, Diputación Foral de Gipuzkoa, y para Aguas del Añarbe. 231 pp.+Anexos.

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.

Muxika, I.; Franco, J.; Borja, Á.; Larreta, J.; Revilla, M.; Valencia, V. 2009. Estudio ambiental de la zona costera de Mompás y del estuario del río Oiartzun. Informe final elaborado por AZTI-Tecnalia para el Dpto. de Desarrollo Sostenible, Diputación Foral de Gipuzkoa, y para Aguas del Añarbe. 155 pp.+Anexos.

Muxika, I.; Á. Borja, J. Franco, I. Menchaca, M. Revilla, V. Valencia, 2011. Estudio ambiental de la zona costera de Mompás y del estuario del río Oiartzun. Informe final elaborado por AZTI-Tecnalia para el Dpto. de Desarrollo Sostenible, Diputación Foral de Gipuzkoa, y para Aguas del Añarbe. 162 pp.+Anexos.

Muxika, I.; Borja, Á.; Franco, J.; Garmendia, J.M.; Menchaca, I.; Valencia, V. 2012. Estudio ambiental de la zona costera de Mompás y de los estuarios de los ríos Oiartzun y Urumea (años 2011-2012). Informe final elaborado por AZTI-Tecnalia para el Dpto. de Desarrollo Sostenible, Diputación Foral de Gipuzkoa, y para Aguas del Añarbe. 148 pp.+Anexos.

Muus, B.J., 1967. The fauna of Danish estuaries and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone. Medd. Danm. Fisk. og Havunders, 5: 1 316.

Nauen, C.E., 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. FAO Fish. Circ. Nº 174.

Nendza, M. 2002. Inventory of marine biotest methods for evaluation of dredged material and sediments. Chemosphere, 48: 865-883.

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.

Orfanidis, S., P. Panayotidis y N. Stamatis, 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model. Mediterranean Marine Science, 2/2: 45-65.

OSPAR, 1995. Protocols on methods for the testing of chemicals used in the offshore oil industry, OSPARCOM.

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.

OSPAR, 2005. Agreement on Background Concentrations for Contaminants in Seawater, Biota and Sediment (OSPAR Agreement 2005-6).

OSPAR, 2009. Background document on CEMP assessment criteria for QSR 2010, Publication 461/2009, OSPAR, London.

Peres J.M., J. Picard, 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Recueil des Travaux Station Marine d´Endoume, 14: 1-122.

Planas, M., 1986. Dinámica de las Poblaciones de la Macrofauna Bentónica Intermareal de la Ensenada de Lourizán (Ría de Pontevedra). Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, 532 pp.

Planas, M., J. Mora, 1984. Influencia de los vertidos de un complejo industrial de pasta de papel y cloro sosa sobre las poblaciones bentónicas intermareales. I Primeros datos. Cuadernos da Area de Ciencias Mariñas, Seminario de Estudos Galegos, 1: 158-378.

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.; Bald, J.; Franco, J.; Garmendia, J.M.; Muxika, I.; Rodríguez, J.G.; Uriarte, A.; Zorita, I.; Laza-Martínez, A.; Gorostiaga, J.M.; Saiz Salinas, J.I.; Díez, I.; Bustamante, M.; Quintano, E.; Tajadura, J.; Muguerza, N., 2016. Plan de vigilancia del medio receptor del vertido de la Edar de Galindo. Año 2015. Informe elaborado por AZTI-Tecnalia para el Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia. 360 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.M. Garmendia, 2021. Análisis de la calidad del agua e informe anual del estado de los estuarios de Gipuzkoa: Año 2021. Informe elaborado por AZTI para el Departamento de Medio Ambiente y Obras Hidráulicas, Diputación Foral de Gipuzkoa, 72 pp.

Revilla, M., J. Bald, J. Franco, J.M. Garmendia, I. Menchaca, I. Muxika, J.G. Rodríguez, A. Uriarte, A. Laza-Martínez, J.M. Gorostiaga, J.I. Saiz Salinas, I. Díez, M. Bustamante, E. Quintano, J. Tajadura, N. Muguerza, 2022. Plan de vigilancia del medio receptor del vertido de la EDAR de Galindo. Año 2021. Informe elaborado por AZTI para Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa / Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia. En preparación.

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.

Scarlett, A., S.J. Rowland, M. Canthy, E.L. Smith, T.S. Galloway, 2007. Method for assessing the chronic toxicity of marina and estuarine sediment-associated contaminants using the amphipod Corophium volutator. Marine Environmental Research, 63: 457-470.

Schipper, C.A., R.M. Burgess, B. Van den Dikkenberg, B.J. Kater, J. Stronkhorst, 1999. Standard operating procedure specie-01 marine amphipod Corophium volutator mortality sediment toxicity test. National Institute for Coastal and Marine Management/RIKZ. 17 pp.

Solaun, O., J.G. Rodríguez, A. Borja, 2009. Asesoría técnica en relación a la calificación de las zonas de producción de moluscos en el País Vasco (2009). Informe para el Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, 20 pp

Solaun, O., A. Borja, A. del Campo, J. Franco, M. González, I. Zorita y A. Manzanos, 2009. Perfiles de las aguas de baño de la zona litoral de la CAPV. Informe inédito para la Agencia Vasca del Agua, Dpto. de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Gobierno Vasco. 522 pp.; http://www.uragentzia.euskadi.net/u81-0003/es/contenidos/informe_estudio/convenio_ura_azti/es_docu/adjuntos/Perfiles_aguas_2009.pdf.

Solaun, O. y J.G. Rodríguez, 2012. Asesoría técnica con relación a la calificación de las Zonas de Producción de Moluscos en el País Vasco (2012). Elaborado por AZTI-Tecnalia para Arrantza eta Elikagaien Industriako Sailburuordetza, Ingurumen, Lurralde Plangintza, Nekazaritza eta Arrantza Saila, Eusko Jaurlaritza / Viceconsejería de Pesca e Industrias Alimentarias, Dpto. de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca, Gobierno Vasco. 25 pp.

Solaun, O., Rodríguez, J.G., Borja, A., Franco, J., Larreta, J., Valencia, V., 2013. Background metal levels determination in bivalves - quality assessment of the European Water Framework Directive. Chemistry and Ecology, 29: 11-27.

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 Meeresuntersuchugen,

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.

Summers, J.K., 2001. Ecological conditions of the estuaries of the Atlantic and Gulf coasts of the United States. Environmental Toxicology and Chemistry, 20(1): 99-106.

URA, 2014. Protocolo de muestreo, análisis y evaluación de macroalgas en masas de agua de transición. Noviembre, 2014. 7 pp. http://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/protocolos_estado_aguas/es_def/adjuntos/04_TW_MACROALGAS_URA_V_1.0.pdf

USEPA. 2001. Methods for assessing the chronic toxicity of marine and estuarine sediment-associated contaminants with the amphipod Leptocheirus plumulosus. 1st ed., EPA/600/R-01/020. Office of Research and Development, Washington, DC.

USEPA. 2002. Short-term Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Marine and Estuarine Organisms. Third Edition. U.S. Environmental Protection Agency. Washington. 464 pp.

USEPA/USACE 1998. Evaluation of dredged material proposed for discharge in waters of the U.S. U.S. Environmental Protection Agency /Army Corps of Engineers Testing Manual EPA-823-B-98-004, Washington, DC, USA.

Utermöhl H. 1958. Zur vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitteilungen der Internationalen Vereinigung für Theoretsche und Angewandte Limnologic 9:1-38.

Valencia, V., A. Borja, J. Franco, I. Galparsoro, E. Tello, 2004. 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, 2004. 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.

Vincent, C., H. Heinrich, A. Edwards, K. Nygaard, J. Haythornthwaite, 2002. Guidance on typology, reference conditions and classification systems for transitional and coastal waters. CIS Working Group 2.4 (COAST), Common Implementation Strategy of the Water Framework Directive, European Commission. 119 pp.

Warren, L.M., 1977. The ecology of *Capitella capitata* in British waters. Journal of marine biology Assessment. U.K., 57: 151 159.

Wolff, W.J., 1973. The estuary as a habitat. An analysis of data on the soft bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse, and Scheldt. Zool. Verhand., 126: 1 242.