

ESTUDIO DE DETERMINACIÓN DE ÍNDICES BIÓTICOS EN 89 PUNTOS DE LOS RÍOS DE NAVARRA

Memoria anual



Río Larraun en Lekunberri (mayo 2022)

ÍNDICE

• EQUIPO DE TRABAJO	
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVOS	6
3. ÁREA DE ESTUDIO Y FECHAS DE MUESTREO	7
3.1. ÁREA DE ESTUDIO	7
3.2. FECHAS DE MUESTREO.....	13
4. METODOLOGÍA	15
4.1. MACROINVERTEBRADOS BÉNTICOS (ÍNDICES BIÓTICOS)	15
4.2. ESTADO TRÓFICO. PIGMENTOS EN BENTOS Y PLANCTON.....	19
4.3. ANÁLISIS DE DIATOMEAS	22
4.4. ANALÍTICA FISCOQUÍMICA DEL AGUA.....	25
5. HIDROLOGÍA	26
6. RESULTADOS.....	29
6.1. RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE MUESTREOS DE 2022	29
6.2. MAPAS DE CALIDAD	86
6.3. EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA	88
7. CONCLUSIONES	106
8. PROPUESTAS.....	110
8.1. PROPUESTAS RELATIVAS AL RÉGIMEN HIDROLÓGICO.....	114
8.2. PROPUESTAS RELATIVAS A LA CONTINUIDAD DEL RÍO.....	117
8.3. PROPUESTAS RELATIVAS A LAS CONDICIONES MORFOLÓGICAS DEL RÍO	119
8.4. PROPUESTAS RELATIVAS A LA CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA	123
• BIBLIOGRAFÍA	

A efectos bibliográficos debe citarse como:

Rubio M., 2022. *“Estudio de determinación de índices bióticos en 89 puntos de los ríos de Navarra. 2022”*, Informe técnico elaborado por EKOLUR Asesoría ambiental S.L.L. para el Gobierno de Navarra.

Foto portada: Ekolur S.L.L.

EQUIPO DE TRABAJO (EKOLUR ASESORÍA AMBIENTAL SLL)

COORDINACIÓN Y REDACCIÓN

- MANU RUBIO ETXARTE

EQUIPO DE TRABAJO DE CAMPO Y ANALÍTICA DE MACROINVERTEBRADOS

- AMAIUR ESNAOLA ILLARRETA
- GARAZI OTXOA ETXEGARAI
- MANU RUBIO ETXARTE
- MIKEL LIZASO MUJIKA

- NICOLÁS VALENCIA IRIBARREN (Alumno en prácticas. Universidad de Navarra)

CARTOGRAFÍA

- ANA FELIPE DÍAZ

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2022 el trabajo denominado “Estudio de Determinación de Índices Bióticos en 89 puntos de los Ríos de Navarra, y la elaboración de una memoria del Estado Ecológico de los ríos” es prorrogado a la empresa EKOLUR Asesoría Ambiental S.L.L. El objetivo del presente estudio es el conocimiento de la calidad biológica del agua de los ríos de Navarra y se encuadra dentro del trabajo de seguimiento que desde 1994 viene realizando el DEPARTAMENTO DE DESARROLLO RURAL Y MEDIO AMBIENTE, del GOBIERNO DE NAVARRA (Servicio de Economía Circular y Cambio Climático), que, a su vez, encarga a la empresa Gestión Ambiental de Navarra S.A/Nafarroako Ingurumen Kudeaketa, S.A (en adelante GAN-NIK), adscrita al mencionado departamento, la realización de los diferentes trabajos en relación con las Redes del agua cada año.

Por otra parte, la empresa pública NILSA, Navarra de Infraestructuras Locales, S.A, es la responsable de la aplicación del “Plan de Saneamiento de los ríos de Navarra” y solicita la colaboración de la sociedad pública GAN-NIK para la evaluación ambiental del mismo. En este sentido, GAN-NIK coordina distintos trabajos de Redes para valorar el estado de las masas fluviales de Navarra en 2022, dentro de los cuales se enmarca el presente trabajo de Determinación de Índices Bióticos.

El estudio, que el Gobierno Foral comienza a realizarlo en el año 1994 hasta la actualidad ininterrumpidamente, se basa en la determinación de la calidad biológica del agua mediante el uso de bioindicadores. Durante este periodo de tiempo los diversos trabajos se han ido complementando, incluyendo más puntos de muestreo y realizando, además, diferentes análisis como la determinación de la clorofila en bentos y agua para establecer las condiciones tróficas de la red fluvial, así como el análisis de las comunidades de fito y zooplancton. Desde el año 2003 el trabajo se completa con la determinación de diatomeas en algunos puntos de la red. Este trabajo complementa el importante volumen de análisis que efectúa el Gobierno de Navarra en ríos como caudales, vegetación de ribera, fauna piscícola etc. Estos trabajos de control han ido paralelos a la realización de numerosas e importantes obras de mejora de la situación de los ríos, en particular obras de saneamiento y depuración de aguas residuales, así como de regulación de caudal. También se han acometido otras actuaciones de mejora, como obras de restauración fluvial mediante técnicas de ingeniería biológica, permeabilización de obstáculos...

De forma resumida, todo ello se enmarca en las especificaciones de la Directiva 2000/60/CEE, de 23 de octubre de 2000, “por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas”. Para el 2015, las aguas superficiales de los Estados miembros deberían haber alcanzado el “**Buen Estado**”, exceptuando las masas de agua artificiales y muy modificadas, en las que se proponía alcanzar un buen “**Potencial ecológico**”. Este periodo se ha ido ampliando para cada masa de agua en los diferentes Planes Hidrológicos de Cuenca, teniendo como horizonte el año 2027 en general y con excepciones hasta 2033 (tercer ciclo de planificación).

La obtención del “Buen Estado” implica la consecución de un buen estado ecológico y un buen estado químico. El **estado ecológico** queda definido como *“una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales, evaluadas en función de una serie de indicadores biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos y en relación con las condiciones naturales en ausencia de presiones”*. Por lo tanto, el estado ecológico de una masa de agua queda determinado por tres tipos de indicadores:

- **Indicadores Biológicos:** fauna de invertebrados, fauna piscícola, plancton y flora acuática.
- **Indicadores Morfológicos:** régimen de caudales, conexión con aguas subterráneas, continuidad (tanto para movimientos de fauna como para transporte de sedimentos), condiciones morfológicas (relaciones de anchuras, profundidades, ribera...)
- **Indicadores químicos:** indicadores generales (temperatura, oxígeno disuelto, nutrientes...) y contaminantes específicos.

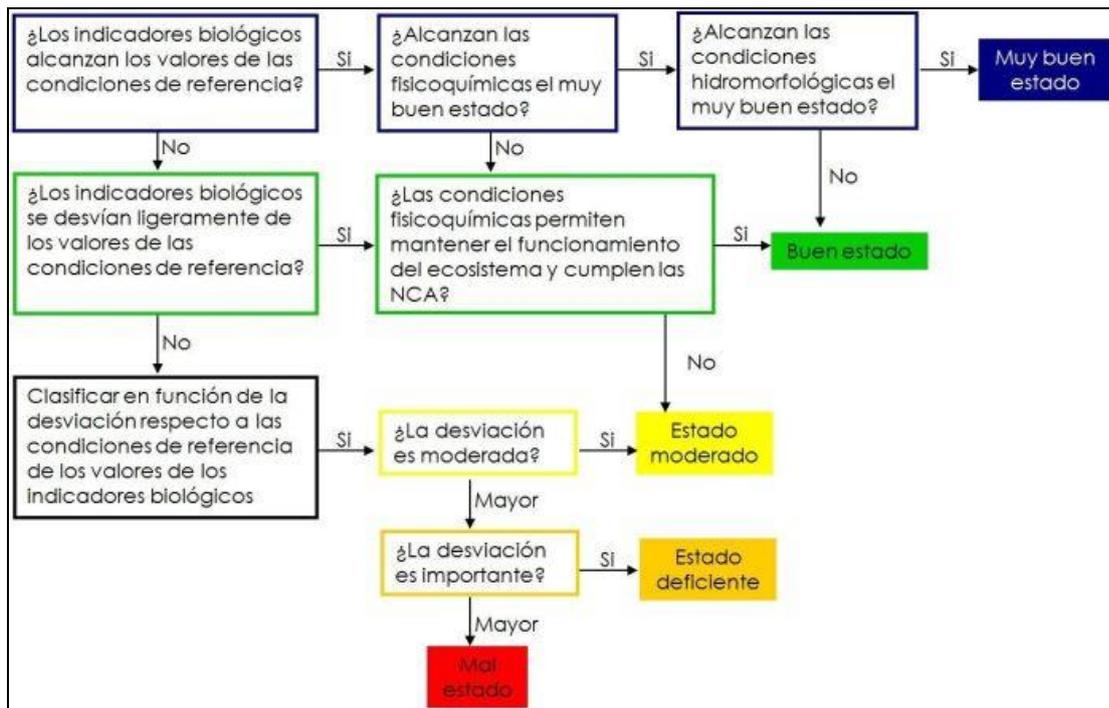
En función de estos indicadores, la Directiva Marco define 5 clasificaciones de estado ecológico: muy bueno, bueno, moderado, deficiente y malo.

Dentro de ello, los indicadores morfológicos y químicos quedan supeditados a los indicadores biológicos. La preponderancia de los indicadores biológicos indica, por tanto, el espíritu de la Directiva, que considera los sistemas acuáticos en su conjunto.

Finalmente, la evaluación final del Estado Ecológico es determinada según los indicadores biológicos, siendo modificada por la evaluación de los indicadores fisicoquímicos (pueden hacer bajar hasta el Estado Ecológico de Moderado) y por los indicadores hidromorforológicos (pueden bajar a Bueno); utilizando el criterio propuesto por el MARM¹ de “one out, all out”, suponiendo que la desviación de cualquiera de los indicadores condicione el Estado Ecológico final.

En el siguiente diagrama descrito en la guía REDCOND se indica cómo se llega al cálculo final del Estado Ecológico de una masa de agua superficial:

¹ Se puede consultar la información completa sobre los criterios y la metodología de determinación del Estado Ecológico en <https://www.miteco.gob.es/es/>



Ruza (Ministerio de Medio Ambiente, 2003)

La ventaja del empleo de indicadores biológicos es que informan de la situación del ecosistema con la perspectiva de varias semanas de antelación (incluso meses) y responden al verdadero efecto de los posibles contaminantes u otros agentes perturbadores.

En este sentido, los esfuerzos de control del Gobierno de Navarra incluyen buena parte de los indicadores que propone la DMA, incluso antes de que ésta entrara en vigor. Quedando complementados con otros trabajos, como censo de vertidos, recursos hidráulicos... en la misma línea que lo marcado en la referida DMA.

Para alcanzar estos objetivos, la DMA establece la necesidad de redactar planes hidrológicos de cuenca, que serán los instrumentos de aplicación de dicha Directiva. Dichos planes deben cumplir con el objetivo principal de la Directiva Marco del Agua, que como se comenta, consiste en compatibilizar la consecución del buen estado de los sistemas acuáticos con una adecuada satisfacción de las demandas, mediante una gestión racional y sostenible del agua, tratando, además, de mitigar los efectos producidos por sequías e inundaciones.

2. OBJETIVOS

El presente estudio persigue una serie de objetivos:

- Determinación de la calidad biológica del agua (índices bióticos) en una red de **89** estaciones de muestreo distribuidas por la red hidrográfica de la Comunidad Foral de Navarra, durante el año 2022.
- Determinación del estado trófico de los ríos mediante el análisis de la clorofila béntica y planctónica en varios puntos de la red de muestreo, en 2022.
- Determinar la calidad del agua en función de las comunidades de diatomeas bentónicas en varios puntos de la red hidrográfica en 2022.
- Determinación de la calidad fisicoquímica del agua durante las campañas de muestreo de macroinvertebrados bentónicos de 2022, basándose en datos propios.
- Análisis de la situación de los ríos en función de los distintos tipos de datos, biológicos y fisicoquímicos. También se emplean los datos de caudales de Gobierno de Navarra y de las Confederaciones Hidrográficas del Ebro y Norte.
- Estudio de la evolución temporal de la calidad del agua en los distintos ríos objeto de estudio, procurando evaluar el rendimiento de los sistemas de depuración en explotación y que hayan entrado recientemente en marcha. Este estudio se efectúa en todas las estaciones para las que existen datos, aunque se realiza con mayor detenimiento en aquellas estaciones de muestreo para las que se dispone de suficiente número de datos (en torno a 4-5 años).
- Proposición de una serie de medidas adicionales a las de saneamiento y regulación proyectadas, con el objeto de mejorar la calidad integral de los ríos de Navarra teniendo en cuenta los dictados de la Directiva 60/200/CEE. Es decir, en aspectos como continuidad, mejora de la situación de la morfología fluvial, flora ribereña...

3. ÁREA DE ESTUDIO Y FECHAS DE MUESTREO

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la red hidrológica principal de la Comunidad Foral de Navarra. En el año 2022 se analizan 89 tramos de río distribuidos por toda la red hidrográfica, la cual se divide en dos áreas:

- cuencas que vierten al **Cantábrico**
- cuenca del **Ebro**

Las cuencas cantábricas son 5 en Navarra: Bidasoa, Urumea, Oria (Leizaran y Araxes), Nivelles y Nive. La más importante es la del Bidasoa, que se extiende casi mayoritariamente por Navarra y ocupa la mayor parte de la zona cantábrica de la Comunidad Foral. En este trabajo existen puntos de muestreo en las cuencas del Bidasoa, Urumea y Oria.

La mayor parte de la superficie de la Comunidad Foral de Navarra (en torno al 90 %) se encuadra en la cuenca del Ebro, sobre todo en la margen izquierda. Su eje principal es el río más caudaloso de la Península Ibérica. En la margen izquierda destaca una gran subcuenca, la del Aragón, que es la que drena la mayor parte de la superficie de Navarra. Los afluentes más importantes del Aragón son el Arga y el Irati. Dentro de esta gran subcuenca del Aragón destaca otro afluente directo, el Cidacos, aunque de menor entidad que Arga e Irati. Se pueden citar los ríos Arakil, Salado y Ultzama como los principales tributarios del río Arga. Los afluentes más relevantes del Irati son el Salazar, Urrobi y Erro.

También en la margen izquierda del Ebro se encuentra la cuenca del Ega, la segunda en extensión de Navarra. Por la margen derecha destacan los ríos Alhama y Queiles, aunque tienen una entidad muy inferior a la de los ríos comentados anteriormente.

Además de en el eje del Ebro, existen puntos de muestreo distribuidos por todas las subcuencas, en un total de 25 ríos.

A continuación, se indican las estaciones de muestreo objeto de estudio en el año 2022. Además de señalar la ubicación y las coordenadas XY, se indica a la tipología de río a la que pertenece cada una de las estaciones de muestreo según la regionalización final llevada a cabo entre las Confederaciones Hidrográficas del Ebro (CHE) y Cantábrico (CHC) y el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).

En el **Anexo I** del presente estudio se pueden consultar la información general y las características principales de cada estación, así como las incidencias más destacables en el momento de los muestreos. Junto con ello, se adjuntan fotografías de cada estación en ambas campañas.



Red de estaciones de muestreo para determinación de índices bióticos en 2022.

Nº	Río	Cuenca	Estación de Muestreo	Cod. Estación	Ubicación	X	Y	Ecorregión
1	Larraun	Ebro	Lekunberri	LARRAUN_016916	Ag. arriba de Lekunberri, puente a Madoz	589968	4760827	26. Montaña húmeda calcárea
2	Larraun	Ebro	Mugiro	LARRAUN_011984	Aguas abajo de Mugiro	593295	4758857	26. Montaña húmeda calcárea
3	Larraun	Ebro	Irurtzun	LARRAUN_000090	Aguas abajo de Irurtzun	594897	4750848	26. Montaña húmeda calcárea
4	Arakil	Ebro	Ziordia	ARAKIL_071716	Aguas arriba de Ziordia	562501	4746493	26. Montaña húmeda calcárea
5	Arakil	Ebro	Altsasua	ARAKIL_062143	Ag. abajo de Altsasua y arriba de la EDAR	568868	4749266	26. Montaña húmeda calcárea
6	Arakil	Ebro	Etxarri-Aranatz	ARAKIL_048536	Casco Urbano de Lizarragabengoa	577726	4752182	26. Montaña húmeda calcárea
7	Arakil	Ebro	Uharte-Arakil	ARAKIL_038667	Casco urbano de Uharte-Arakil	584139	4752736	26. Montaña húmeda calcárea
8	Arakil	Ebro	Etxarren 1	ARAKIL_021116	Aguas abajo de Etxarren	594031	4752128	26. Montaña húmeda calcárea
9	Arakil	Ebro	Errotz	ARAKIL_017880	A la altura de Errotz	595671	4749852	26. Montaña húmeda calcárea
10	Arakil	Ebro	Izkue	ARAKIL_002993	A la altura de Izkue	600317	4740763	26. Montaña húmeda calcárea
11	Ultzama	Ebro	Arraitz	ULTZAMA_030512	Aguas arriba del casco urbano de Arraitz	610734	4761631	26. Montaña húmeda calcárea
12	Ultzama	Ebro	Iraizotz	ULTZAMA_026643	A la altura de Iraizotz	607802	4761082	26. Montaña húmeda calcárea
13	Ultzama	Ebro	Lizaso	ULTZAMA_023312	Aguas arriba de Lizaso	607342	4758440	26. Montaña húmeda calcárea
14	Ultzama	Ebro	Ciaurriz	ULTZAMA_015737	A la altura de Ciaurriz	611337	4753829	26. Montaña húmeda calcárea
15	Ultzama	Ebro	Sorauren	ULTZAMA_007090	Casco urbano de Sorauren	613548	4747122	26. Montaña húmeda calcárea
16	Ultzama	Ebro	Villava	ULTZAMA_000050	Antes de la desembocadura en el Arga	613968	4742623	26. Montaña húmeda calcárea
17	Elorz	Ebro	Pamplona	ELORZ_000867	A la altura del barrio de Echavacóiz	606733	4739227	12. Montaña mediterránea calcárea
18	Salado	Ebro	Mendigorría	SALADO_000887	Aguas abajo de Mendigorría	594533	4720506	09. Ríos mineralizad. de baja montaña mediterránea
19	Arga	Ebro	Eugi	ARGA_140000	Aguas arriba del embalse de Eugi	620763	4762578	26. Montaña húmeda calcárea
20	Arga	Ebro	Urtasun	ARGA_135006	Entre la presa de Eugi y Urtasun	621222	4758315	26. Montaña húmeda calcárea
21	Arga	Ebro	Zubiri	ARGA_126442	A la altura de Magnesitas de Zubiri	621043	4752578	26. Montaña húmeda calcárea
22	Arga	Ebro	Huarte-Pamplona	ARGA_110327	Aguas abajo de Huarte y arriba de Villava	614394	4743332	26. Montaña húmeda calcárea
23	Arga	Ebro	Pamplona (pasarelas)	ARGA_105664	A la altura de las pasarelas (Club Natación)	611492	4741533	26. Montaña húmeda calcárea
24	Arga	Ebro	San Jorge	ARGA_100301	A la altura del viaducto S. Jorge-S. Juan	608929	4741457	26. Montaña húmeda calcárea
25	Arga	Ebro	Landaben	ARGA_095952	A la altura de la fábrica Volkswagen	606230	4739704	26. Montaña húmeda calcárea
26	Arga	Ebro	Ororbía	ARGA_090174	Aguas abajo de Ororbía	602329	4740956	26. Montaña húmeda calcárea
27	Arga	Ebro	Belascoain	ARGA_073973	Aguas abajo de Belascoain	595160	4734254	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado

Red de estaciones de muestreo para determinación de índices bióticos en 2022.

Nº	Río	Cuenca	Estación de Muestreo	Cod. Estación	Ubicación	X	Y	Ecorregión
28	Arga	Ebro	Puente la Reina	ARGA_060019	Aguas abajo de Puente la Reina	596754	4724561	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
29	Arga	Ebro	Miranda de Arga	ARGA_028716	A la altura del casco urbano de Miranda	596396	4704269	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
30	Arga	Ebro	Falces	ARGA_012342	A la altura del casco urbano de Falces	599655	4693493	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
31	Arga	Ebro	Funes	ARGA_002068	Aguas abajo de Funes	598913	4684945	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
32	Urederra	Ebro	Baquedano	UREDERRA_017610	Aguas arriba de Baquedano	571304	4736543	26. Montaña húmeda calcárea
33	Urederra	Ebro	A. Ab. Piscif. Artaza	UREDERRA_015901	A. Ab. De la piscifactoría de Artaza	571553	4735141	26. Montaña húmeda calcárea
34	Urederra	Ebro	Artavia	UREDERRA_005019	Aguas abajo de Artavia	575223	4731307	26. Montaña húmeda calcárea
35	Urederra	Ebro	Estella	UREDERRA_001289	A. Ar. Desembocadura en el Ega	577943	4727018	12. Montaña mediterránea calcárea
36	Mayor	Ebro	Mendavia	MAYOR_004033	A la altura de Mendavia	565920	4699524	09. Ríos mineralizad. de baja montaña mediterránea
37	Ega	Ebro	Zúñiga	EGA_089831	Aguas abajo de Zúñiga, zona de recreo	558621	4725747	12. Montaña mediterránea calcárea
38	Ega	Ebro	Aguas arriba Estella	EGA_068827	A la altura del molino de Labeaga	572842	4723305	12. Montaña mediterránea calcárea
39	Ega	Ebro	Aguas abajo Estella	EGA_056459	A. Ab. Estella, a la altura del Verbo Divino	580661	4723967	12. Montaña mediterránea calcárea
40	Ega	Ebro	A. Ab. EDAR Estella	EGA_053458	A. Ab. Vertido EDAR Estella	581249	4721959	12. Montaña mediterránea calcárea
41	Ega	Ebro	Allo	EGA_039884	A la altura de la papelera Essity (Allo)	584093	4712491	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
42	Ega	Ebro	Lerín	EGA_027297	A la altura del casco urbano de Lerín	583829	4704290	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
43	Ega	Ebro	Andosilla	EGA_007996	Aguas abajo de Andosilla	586639	4691786	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
44	Ega	Ebro	San Adrián	EGA_001354	Aguas abajo de San Adrián	588723	4687557	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
45	Erro	Ebro	Sorogain	ERRO_040409	A. Ab. de la est. de aforos de Sorogain	629979	4759540	26. Montaña húmeda calcárea
46	Erro	Ebro	Lónguida	ERRO_002213	A la altura de la estación de aforos	630356	4736556	26. Montaña húmeda calcárea
47	Urrobi	Ebro	Burguete	URROBI_022557	A. Ab. de la estación de aforos de Urrobi	634578	4758917	26. Montaña húmeda calcárea
48	Urrobi	Ebro	Úriz	URROBI_010338	Aguas arriba de Úriz	632485	4749144	26. Montaña húmeda calcárea
49	Areta	Ebro	Murillo-Berrilla	ARETA_007021	Estación de aforos	642376	4730358	26. Montaña húmeda calcárea
50	Irati	Ebro	Aribe	IRATI_063152	A la altura del casco urbano de Aribe	641860	4755866	26. Montaña húmeda calcárea
51	Irati	Ebro	Aós	IRATI_029650	A la altura del Señorío de Ayanz	632774	4734440	26. Montaña húmeda calcárea
52	Irati	Ebro	Lumbier	IRATI_009977	A la altura del puente de acceso	638217	4723309	12. Montaña mediterránea calcárea
53	Irati	Ebro	Liédena	IRATI_004726	Aguas arriba de Liédena	640268	4720109	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
54	Salazar	Ebro	Ezcároz	SALAZAR_052714	A la altura del casco urbano de Ezcároz	655284	4750332	26. Montaña húmeda calcárea

Red de estaciones de muestreo para determinación de índices bióticos en 2022.

Nº	Río	Cuenca	Estación de Muestreo	Cod. Estación	Ubicación	X	Y	Ecorregión
55	Salazar	Ebro	Uscarrés	SALAZAR_037679	A la altura del casco urbano de Uscarrés	655823	4737485	26. Montaña húmeda calcárea
56	Salazar	Ebro	Lumbier	SALAZAR_001309	A la altura del casco urbano de Lumbier	638606	4723284	12. Montaña mediterránea calcárea
57	Esca	Ebro	Isaba	ESCA_021353	A. abajo de Isaba	669327	4747266	27. Alta montaña
58	Esca	Ebro	Burgui	ESCA_002316	Aguas abajo de Burgui	663229	4731377	26. Montaña húmeda calcárea
59	Onsella	Ebro	Sangüesa	ONSELLA_001341	Desembocadura en río Aragón	641093	4713601	12. Montaña mediterránea calcárea
60	Cidacos	Ebro	Pueyo	CIDACOS_035093	A la altura del casco urbano de Pueyo	611077	4713904	09. Ríos mineralizad. de baja montaña mediterránea
61	Cidacos	Ebro	Tafalla	CIDACOS_029145	A la altura del primer puente de Tafalla	609121	4709992	09. Ríos mineralizad. de baja montaña mediterránea
62	Cidacos	Ebro	A. ab. Tafalla (Olite)	CIDACOS_020118	A la altura del casco urbano de Olite	611486	4704402	09. Ríos mineralizad. de baja montaña mediterránea
63	Cidacos	Ebro	Beire	CIDACOS_015508	A la altura del casco urbano de Beire	613170	4700943	09. Ríos mineralizad. de baja montaña mediterránea
64	Cidacos	Ebro	Traubuenas	CIDACOS_004608	Aguas arriba de Traubuenas	612812	4692796	09. Ríos mineralizad. de baja montaña mediterránea
65	Aragón	Ebro	Yesa 1	ARAGON_105215	A. Arr. estación aforos de Yesa	646726	4719707	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
66	Aragón	Ebro	A. Ab. Piscif. Yesa	ARAGON_103349	A. Ab. De la piscifactoría de Yesa	646092	4719111	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
67	Aragón	Ebro	Sangüesa	ARAGON_092134	Aguas abajo de Sangüesa	640797	4714391	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
68	Aragón	Ebro	Cáseda	ARAGON_081617	A la altura del casco urbano de Cáseda	634310	4709498	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
69	Aragón	Ebro	Carcastillo	ARAGON_053135	Aguas abajo de Carcastillo	626913	4693570	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
70	Aragón	Ebro	Caparroso	ARAGON_030091	A la altura del casco urbano de Caparroso	611655	4689388	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
71	Aragón	Ebro	Marcilla	ARAGON_015000	Sotocontindas	604047	4684890	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
72	Aragón	Ebro	Milagro	ARAGON_001929	Aguas abajo de Milagro	602914	4675345	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
73	Alhama	Ebro	Fitero	ALHAMA_030253	En el puente de acceso a Fitero	594113	4656517	12. Montaña mediterránea calcárea
74	Ebro	Ebro	Viana	EBRO_145627	A la altura de Recajo	554005	4700138	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
75	Ebro	Ebro	Sartaguda	EBRO_109242	A la altura de Sartaguda	576987	4693203	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
76	Ebro	Ebro	San Adrián	EBRO_091019	Aguas abajo de San Adrián	587632	4686663	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
77	Ebro	Ebro	Aguas arriba Milagro	EBRO_061195	Aguas arriba de Milagro	601994	4675413	15. Eje mediterráneo continental poco mineralizado
78	Ebro	Ebro	Castejón	EBRO_050719	Aguas abajo estación aforo Castejón	607815	4670638	17bis. Grand. ejes en amb. medit. con influ. oceánica
79	Ebro	Ebro	A. Ab. Tudela	EBRO_021158	El Bocal	619082	4653685	17bis. Grand. ejes en amb. medit. con influ. oceánica
80	Ebro	Ebro	Cortes	EBRO_005625	Aguas arriba de Cortes	629967	4647541	17bis. Grand. ejes en amb. medit. con influ. oceánica

Red de estaciones de muestreo para determinación de índices bióticos en 2022.

Nº	Río	Cuenca	Estación de Muestreo	Cod. Estación	Ubicación	X	Y	Ecorregión
81	Bidasoa	Bidasoa	Elbetea	BIDASOA_047349	A la altura del casco urbano de Elbetea	620798	4778341	32. Pequeños ejes cántabro-atlánticos calcáreos
82	Bidasoa	Bidasoa	Ornoz	BIDASOA_036604	Aguas abajo confluencia regata Zeberia	612817	4777032	32. Pequeños ejes cántabro-atlánticos calcáreos
83	Bidasoa	Bidasoa	Sunbilla	BIDASOA_027622	A la altura del casco urbano de Sunbilla	608141	4780000	29. Ejes fluviales princip. cántabro-atlánticos calcar.
84	Bidasoa	Bidasoa	Bera	BIDASOA_004153	Aguas abajo de Bera	605425	4792183	29. Ejes fluviales princip. cántabro-atlánticos calcar.
85	Ezkurra	Bidasoa	Santesteban	EZKURRA_000164	A la alt. del casco urbano de Santesteban	608448	4776593	23. Ríos vasco-pirenaicos
86	Onin	Bidasoa	Lesaka 1	ONIN_003608	Aguas arriba de Lesaka	603930	4789000	23. Ríos vasco-pirenaicos
87	Onin	Bidasoa	Lesaka 2	ONIN_000605	Aguas abajo de Lesaka	606585	4789791	23. Ríos vasco-pirenaicos
88	Leitzaran	Oria	Urto	LEITZARAN_002302	A la altura del puerto de Urto	585638	4772238	23. Ríos vasco-pirenaicos
89	Urumea	Urumea	Goizueta	URUMEA_014782	Aguas abajo de Goizueta	592845	4782291	32. Pequeños ejes cántabro-atlánticos calcáreos

3.2. FECHAS DE MUESTREO

3.2.1. Muestras de macroinvertebrados béticos

Se realizan dos campañas de muestreo denominadas “primavera” y “estiaje”, las cuales pretenden coincidir con épocas de mayor y menor caudal circulante. Los muestreos de primavera se llevan a cabo entre el 23 de mayo y 2 de junio; y los de estiaje entre el 22 de agosto y el 1 de septiembre de 2022.

3.2.2. Muestras de algas bentónicas y planctónicas

Se recogen muestras de algas bentónicas y planctónicas en ambas campañas para la determinación de la producción primaria estado trófico. De esta manera, se determina de la mejor manera posible el estado ecológico de algunos tramos fluviales. En la siguiente tabla se indican las estaciones de muestreo.

Nº	Río	Estación de muestreo	Cod. Estación	Pigmentos de Clorofila en Bentos	Pigmentos de Clorofila en Plancton
5	Arakil	Altsasua	ARAKIL_062143		
9	Arakil	Errotz	ARAKIL_017880		
10	Arakil	Izkue	ARAKIL_002993		
13	Ultzama	Lizaso	ULTZAMA_023312		
16	Ultzama	Villava	ULTZAMA_000050		
17	Elorz	Pamplona	ELORZ_000867		
22	Arga	Huarte-Pamplona	ARGA_110327		
25	Arga	Landaben	ARGA_095952		
26	Arga	Ororbia	ARGA_090174		
28	Arga	Puente la Reina	ARGA_060019		
30	Arga	Falces	ARGA_012342		
31	Arga	Funes	ARGA_002068		
38	Ega	A. Arr. Estella	EGA_068827		
39	Ega	A. Ab. Estella	EGA_056459		
40	Ega	A. Ab. EDAR	EGA_053458		
44	Ega	San Adrián	EGA_001354		
53	Irati	Liédena	IRATI_004726		
54	Salazar	Ezcároz	SALAZAR_052714		
61	Cidacos	Tafalla	CIDACOS_029145		
63	Cidacos	Beire	CIDACOS_015508		
65	Aragón	Yesa 1	ARAGON_105215		
67	Aragón	Sangüesa	ARAGON_092134		
69	Aragón	Carcastillo	ARAGON_053135		
72	Aragón	Milagro	ARAGON_001929		
74	Ebro	Viana	EBRO_145627		
76	Ebro	San Adrián	EBRO_091019		
80	Ebro	Cortes	EBRO_005625		

3.2.3. Muestras de diatomeas

A continuación, se muestran los puntos correspondientes a los muestreos de diatomeas bentónicas.

Tabla 2. Estaciones de Muestreo de Diatomeas. Campaña de 2022.			
Nº	Río	Estación de Muestreo	Cod. Estación
5	Arakil	Altsasua	ARAKIL_062143
10	Arakil	Izkue	ARAKIL_002993
13	Ultzama	Lizaso	ULTZAMA_023312
16	Ultzama	Villava	ULTZAMA_000050
26	Arga	Ororbía	ARGA_090174
31	Arga	Funes	ARGA_002068
40	Ega	A. Ab. EDAR	EGA_053458
44	Ega	San Adrián	EGA_001354
63	Cidacos	Beire	CIDACOS_015508
72	Aragón	Milagro	ARAGON_001929
76	Ebro	San Adrián	EBRO_091019

3.2.4. MUESTREO FÍSICOQUÍMICO

El equipo redactor toma muestras de diferentes parámetros físicoquímicos *in situ* que coinciden en fecha y lugar con la recogida de macroinvertebrados.

4. METODOLOGÍA

Se pretende analizar el estado de los ríos de la Comunidad Foral mediante sistemas acordes con lo marcado por la Directiva 2000/60/CE. Para ello, la determinación del Estado Ecológico de los ríos de Navarra se realiza mediante la utilización de distintos indicadores biológicos (macroinvertebrados bénticos, plancton y diatomeas bentónicas) y fisicoquímicos (analítica fisicoquímica y pigmentos como clorofila en bentos y plancton).

4.1. MACROINVERTEBRADOS BÉNTICOS (ÍNDICES BIÓTICOS)

La Directiva Marco del Agua 2000/60/CE (en adelante DMA) establece que los indicadores biológicos han de ser los que determinen en última instancia el estado de una masa de agua (en nuestro caso, ríos). En el caso de los indicadores hidromorfológicos, remite a las condiciones de los indicadores biológicos, que siempre se consideran preponderantes.

Los indicadores biológicos más utilizados son los macroinvertebrados bentónicos. Estos individuos presentan un amplio número de taxones que abarca un buen espectro ecológico y con importantes diferencias en cuanto a su respuesta a las alteraciones. Se consideran útiles para la detección y seguimiento de presiones fisicoquímicas relacionadas con la contaminación térmica, mineralización, contaminación orgánica, eutrofización y contaminación por metales u otras sustancias. Por otro lado, son indicadores de presiones hidromorfológicas como la alteración del régimen de caudal y de la morfología del lecho fluvial.

Con la información que aportan estos organismos, se obtienen datos para las métricas establecidas en la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH) aprobada por Orden ARM/656/2008, de 10 de septiembre, y que queda modificada por el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, para el elemento de calidad correspondiente a composición y abundancia de los mismos. Asimismo, permiten el cálculo de índices bióticos y multimétricos específicos del tipo, así como otras métricas mediante los cuales se puede realizar una clasificación de la calidad del agua y que resultan de obligada aplicación en las redes oficiales de evaluación de estado/potencial ecológico en cumplimiento de la DMA.

En el Anexo II del mencionado Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, que modifica el Anexo III de la IPH de 2008, indica la necesidad del empleo del índice biótico **IBMWP** (“Iberian Biomonitoring Working Party”, antes BMWP’), Alba-Tercedor (1988), para las tipologías de río presentes en la Comunidad Foral de Navarra. Además, para las tipologías de río situadas en la cuencas cantábricas de Navarra, el Real Decreto indica la posibilidad de determinar el estado ecológico de los ríos calculando también el índice Multimétrico de Tipo (METI-2015). De la misma manera que el índice IBMWP, el cálculo de este índice Multimétrico se calcula a partir de muestras tomadas mediante protocolo de muestreo y laboratorio de invertebrados bentónicos en ríos. Sin embargo, este índice Multimétrico no se contempla en el presente estudio.

4.1.1. Técnica de muestreo y procesado de las muestras

Se toman muestras de macroinvertebrados bentónicos siguiendo la metodología de los 4/5 kicks descrita en el protocolo de la Agencia Vasca del Agua (Código: Rw_Macroinvertebrados_URA_V_3.1), para después realizar un análisis del índice biótico IBMWP.

Las estaciones de muestreo deben cumplir, entre otros aspectos, requerimientos de representatividad y fácil accesibilidad. El muestreo de macroinvertebrados se llevará a cabo en un tramo de 100 m aproximadamente en función de la anchura del río y de la representatividad de los distintos microhábitats, tratándose así de un muestreo multihábitat.

Los invertebrados béticos acuáticos se recolectan en cada punto de muestreo con ayuda de una red Kicker en la mayor parte de las ocasiones. Esta red consta de un mango largo de agarre y tiene un pie de 0'25 m de anchura y una malla de 500 μ de luz. La toma de la muestra se realizará mediante el lavado a contracorriente del sustrato situado 0,5 m delante de la boca de la red. De forma que todos los animales se concentran en el fondo de la propia red junto con piedras, ramas, hojas y detritus. También se examinan otros microhábitats como vegetación sumergida, orillas... En los puntos profundos y/o velocidad de corriente muy lenta, se utiliza el pie para remover el sustrato que se encuentra por delante de la red, por lo que éste pasa a su interior. El área final muestreada resultante de las 4 o 5 unidades de muestreo será de 0,5 m² o 0,625 m² respectivamente.

Todo lo que se recoge en cada punto de muestreo se transfiere a un bote de 1 l de capacidad previamente siglado con el nombre de la estación de muestreo y la fecha. La muestra se fija con formaldehído hasta lograr una concentración del 4 %.

En cada muestreo se rellena una ficha sobre las condiciones del río, condiciones atmosféricas, incidencias... Para ello se emplea una ficha normalizada aprobada por la Dirección del Estudio.

Para el procesado de las muestras se comienza pasando cada muestra por una columna de tamices de 5, 1 y 0,5 mm de luz, lo que facilita la separación de los animales. Los invertebrados se separan de las piedras, ramas, hojas, detritus... Posteriormente se clasifican con el nivel requerido por los índices bióticos y se contabilizan. En principio, los invertebrados se clasifican hasta nivel de Familia, aunque en el caso de los Oligoquetos es suficiente el de Clase. Los ejemplares de los distintos taxones se agrupan y se guardan en tubos tipo Eppendorf con alcohol al 70 %. Posteriormente se calcula la densidad total por m² y las frecuencias numéricas de cada taxón.

4.1.2. Interpretación de los resultados

En el caso de la cuenca del Ebro, la Confederación Hidrográfica del Ebro inicia un trabajo de regionalización en 1998 y que con el paso de los años va modificando hasta unificarlo al realizado por el CEDEX en 2005 y donde se diferencian distintos tipos de ríos con el fin de poder asignar unas determinadas condiciones de referencia al haber diferencias significativas en la composición de la comunidad de macroinvertebrados entre una región y otra. Esta diferenciación por tipologías se basa en factores que determinan las características naturales del río, condicionando a su vez la estructura y composición de la comunidad biológica. Este trabajo es el resultado de años de estudios en cuanto a la tipificación de las diferentes masas de agua (en este caso ríos).

En cuanto a la Comunidad Foral de Navarra se describen las siguientes tipologías de río:

- 09. Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
- 12. Ríos de montaña mediterránea calcárea
- 15. Ejes mediterráneo-continentales poco mineralizados
- 17bis². Grandes ejes en ambiente mediterráneo con influencia oceánica
- 26. Ríos de montaña húmeda calcárea
- 27. Ríos de alta montaña

Para las cuencas cantábricas de Navarra, tanto el CEDEX como la Confederación Hidrográfica del Cantábrico establecen las siguientes tipologías:

- 23. Ríos vasco-pirenaicos
- 29. Ejes fluviales principales cántabro-atlánticos calcáreos
- 32. Pequeños ejes cántabro-atlánticos calcáreos

Parece lógico pensar que distintos tipos fluviales tengan diferencias en cuanto a los umbrales de calidad. Esto se debe reflejar en una diferente exigencia en la puntuación de calidad en función de las distintas tipologías. Es decir, en primer lugar, es necesario determinar las condiciones de referencia para cada región y posteriormente establecer los diferentes umbrales de calidad para dichas regiones.

Cualquier índice que se aplique debe formularse bajo la expresión EQR (Environmental Quality Ratio). Esto significa que debe oscilar entre 0 y 1 mediante una expresión similar a ésta:

$$\text{EQR} = \text{VO} / \text{VR}$$

Donde:

VO: valor observado del índice

VR: valor de referencia del índice

De esta manera, un índice sin límite superior, como el IBMWP, puede ajustarse en cada tipo fluvial a valores comprendidos entre 0 y 1, con lo que pueden compararse los resultados obtenidos en las diferentes tipologías.

A partir de aquí se utilizan los criterios para la asignación de niveles de calidad basados en la Directiva de la Comisión Europea relativa a la Calidad Ecológica del Agua (COM (93) 680 final) que se muestran en la siguiente tabla:

² El R.D. 817/2015, en vigor desde el 11 de septiembre de 2015, establece una nueva tipología R-T17bis "Grandes ejes en ambiente mediterráneo con influencia oceánica" que reemplaza a la anterior tipología R-T17 "Grandes ejes en ambiente mediterráneo" definida en la cuenca del Ebro y recogida en el Plan Hidrológico del Ebro aprobado por el R.D. 1/2016. Por tanto, las masas de agua que anteriormente estaban clasificadas como tipo R-T17 han pasado a pertenecer al tipo R-T17bis

Grado de divergencia de las condiciones de referencia	Grado de alteración	Clase de calidad	Código color
> 0,95	Impacto mínimo	Alta	Azul
0,8 – 0,95	Impacto leve	Buena	Verde
0,6 – 0,8	Impacto importante	Media	Amarillo
0,3 – 0,6	Impacto grave	Escasa	Naranja
< 0,3	Impacto muy grave	Mala	Rojo

Los diferentes trabajos realizados hasta el momento establecen unas condiciones de referencia, en nuestro caso para los macroinvertebrados, que permiten hacer un diagnóstico del tramo de río objeto de estudio. Al calcular los valores de referencia del índice biótico IBMWP se observan diferencias entre regiones o tipologías de río (puesto que estos valores se basan en la composición de los invertebrados), lo que se traduce en diferencias en los umbrales de las distintas Clases de calidad.

Las condiciones de referencia se encuentran recogidas en el Anexo II del Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre en el que se modifica lo indicado en la Instrucción de Planificación Hidrológica de 2008. En la siguiente tabla se pueden consultar tales condiciones de referencia:

Tabla 3. Condiciones de referencia para el índice IBMWP recogidas en el Anexo II del RD 817/2015, de 11 de septiembre								
TIPOLOGÍA								
09	12	15	17bis	23*	26	27	29*	32*
189	186	172	189	195	204	168	180	194

De esta manera, los valores EQR (Ecological Quality Ratio) para las distintas tipologías de río existentes en la Comunidad Foral de Navarra quedan de la siguiente manera:

Tabla 4. Clasificación de las Clases de Calidad en base a los valores EQR (Ecological Quality Ratio) para cada tipología de río existente en la Comunidad Foral de Navarra.									
Clase de Calidad	09	12	15	17bis	23*	26	27	29*	32*
Clase I (Alta Calidad)	>0,84	>0,82	>0,69	>0,84	>0,76	>0,88	>0,87	>0,89	>0,93
Clase II (Buena Calidad)	0,51 0,84	0,50 0,69	0,42 0,69	0,51 0,84	0,47 0,76	0,53 0,88	0,53 0,87	0,54 0,89	0,57 0,93
Clase III (Calidad Media)	0,30 0,83	0,30 0,49	0,24 0,41	0,30 0,50	0,28 0,46	0,31 0,52	0,32 0,52	0,32 0,53	0,34 0,56
Clase IV (Escasa Calidad)	0,13 0,29	0,12 0,29	0,10 0,23	0,13 0,29	0,11 0,27	0,13 0,30	0,13 0,31	0,13 0,31	0,14 0,33
Clase V (Mala Calidad)	<0,13	<0,12	<0,10	<0,13	<0,11	<0,13	<0,13	<0,13	<0,14

*Tipología-de ríos dentro de la ecorregión denominada Vasco-pirenaica

Teniendo en cuenta los límites de referencia para cada tipología de río, y transponiéndolos mediante los valores EQR, los límites del índice biótico IBMWP para cada clase de calidad y cada tipología de río quedan de la siguiente manera:

Tabla 5. Clases de calidad para las distintas tipologías de ríos existentes en la Comunidad Foral de Navarra (CHE, CHC, CEDEX) utilizando el valor del índice de calidad biológica IBMWP (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1988).

Clase de Calidad	Tipo 09	Tipo 12	Tipo 15	Tipo 17bis	Tipo 23*	Tipo 26	Tipo 27	Tipo 29*	Tipo 32*
Clase I (Alta Calidad)	>159	>152	>119	>159	>148	>179	>146	>160	>180
Clase II (Buena Calidad)	96 159	93 152	72 119	96 159	92 148	108 179	89 146	97 160	111 180
Clase III (Calidad Media)	57 95	56 92	41 71	57 95	55 91	63 107	54 88	58 96	66 110
Clase IV (Escasa Calidad)	24 56	22 55	17 40	25 56	21 54	26 62	22 53	23 57	27 65
Clase V (Mala Calidad)	<24	<22	<17	<25	<21	<26	<22	<23	<27

*Tipología de ríos dentro de la ecorregión denominada Vasco-pirenaica

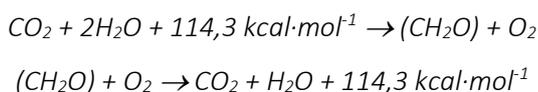
Los resultados del índice IBMWP del año 2022 pueden consultarse en el **Anexo III y IV** del presente estudio. En el **Anexo VI** la tabla de la Evolución Temporal de la Calidad Biológica de todas las estaciones estudiadas desde 1994.

4.2. ESTADO TRÓFICO. PIGMENTOS EN BENTOS Y PLANCTON

Con el objetivo de determinar el estado trófico de los ríos de Navarra, desde el año 1997 se vienen llevando a cabo análisis de los pigmentos fotosintéticos en bentos y plancton, como medida indirecta del citado estado trófico. El estudio de la producción primaria se hace mediante la medición de la concentración de clorofila béntica y planctónica. Pueden producirse situaciones en las que la flora acuática, tanto planctónica como bentónica, experimente desarrollos anormalmente fuertes; lo cual guarda relación con aportes de nutrientes de origen antrópico. En este sentido, cabe recordar que el fósforo (en concreto los ortofosfatos, directamente asimilables por las plantas) suele ser un elemento limitante en las aguas, por lo que un enriquecimiento en este elemento puede ocasionar un notable incremento en la producción primaria.

La densidad de productores primarios guarda relación con la amplitud del ciclo nictimeral (noche – día) del oxígeno disuelto. Suele ser prácticamente general que la concentración de oxígeno disuelto en el agua sea algo más alta durante el día que durante la noche, debido a que durante el día las plantas producen oxígeno disuelto de forma neta en su proceso de fotosíntesis – respiración, mientras que, durante la noche, el saldo neto es favorable a la respiración, por lo que consumen oxígeno y producen dióxido de carbono.

Las fórmulas correspondientes a la fotosíntesis y a la respiración son las siguientes:



Pero si bien en condiciones normales el proceso de respiración – fotosíntesis no debe ocasionar variaciones de gran importancia en los ríos, en determinadas condiciones puede ser drásticamente diferente. En el caso de caudales débiles, alta temperatura y fuerte densidad de algas y plantas acuáticas (por ejemplo, debido a una intensa eutrofización), las variaciones nictimerales pueden resultar muy

importantes. De esta forma, las concentraciones de oxígeno disuelto durante el día pueden resultar muy altas, incluso claramente en sobresaturación, mientras que durante la madrugada pueden caer de forma notable a valores cercanos a cero.

Se trata de un fenómeno difícil de detectar, puesto que los muestreos de agua se realizan generalmente de día, por lo que puede encontrarse una imagen engañosa: una alta concentración de oxígeno a primeras horas de la tarde puede en realidad estar denunciando que durante la madrugada estén ocurriendo fenómenos de fuerte estrés.

En este trabajo se mide la concentración de clorofila bentónica, que además de ser un indicador de la biomasa de las algas, informa del estado de actividad de las algas; lo cual da una idea del estado trófico del río.

4.2.1. Técnica de muestreo y procesado de las muestras

La técnica se basa en el documento titulado “Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua – Protocolos de muestreo y análisis para Fitoplancton” (Confederación Hidrográfica del Ebro, octubre 2005) y en el “Protocolo de Muestreo y Laboratorio de Flora Acuática (Organismos Fitobentónicos) en ríos: ML-R-D-2013” que el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural publica en 2013 y que resulta de obligada aplicación.

Las muestras para análisis de **clorofila bentónica** se han tomado recolectando las algas contenidas en una superficie conocida 25 cm² del sustrato, en el que se raspa la superficie de las piedras y gravas existentes hasta despegar las algas presentes. Esta operación se repite en 5 puntos representativos, por lo que al final se prospecta una superficie de 125 cm² en cada estación de muestreo. El contenido de las algas se transfiere a un bote siglado que se mantiene refrigerado y en oscuridad hasta el momento del procesado.

Por lo que se refiere al procesado de muestras, en primer lugar, se procede a la retirada de agua intersticial mediante secado en filtro. Posteriormente se calcula el peso fresco del total de la muestra. De una alícuota se calcula el peso seco sometiendo la muestra a una temperatura de 105º C en estufa durante 24 horas. De la otra alícuota de la muestra sin secar se emplea una porción de peso conocido, extrayendo la **clorofila a** mediante el método de Lorenzen (1967) y modificado por Varela (1981), fundamentado en la extracción de los pigmentos fotosintéticos por disolución de las paredes celulares en acetona. La clorofila se extrae con acetona al 90 %, se reposa en frío y oscuridad durante 24 horas y se realiza la lectura por espectrofotometría a 430 y 664. La concentración se da en mg m⁻².

Para la determinación de **clorofila planctónica** se toma una muestra de 1 litro de agua de la vena central del río, en una zona remansada y a una profundidad de unos 10 cm. Las muestras, convenientemente etiquetadas, se mantienen refrigeradas y en oscuridad y se trasladan en el día al laboratorio para su procesado, el cual es similar al de la clorofila bentónica. Se realiza el filtrado del litro de muestra (salvo que la turbidez dificulte su filtrado, en cuyo caso se puede utilizar una cantidad menor), se extrae la **clorofila a** con acetona al 90%, se deja en reposo en frío y oscuridad durante 24 horas y se efectúa la lectura por espectrofotometría a 430 y 664. La concentración se da en µg l⁻¹.

4.2.2. Interpretación de los resultados

A partir de la concentración de **clorofila a** en el **bentos** se determina la situación trófica del río siguiendo la clasificación de Dodds et al. (1998) establecida a partir de datos de más de 200 ríos templados de Norte América y Nueva Zelanda. Esta clasificación cuenta con una amplia aceptación por parte de la comunidad científica. Los rangos para la clasificación del estado trófico son los siguientes³:

Tabla 6. Valores de referencia para el estado trófico de las aguas de un río (Dodds et al 1998). Datos de concentración de clorofila a en mg m ⁻² .	
Clorofila bentónica (mg m ⁻²)	Estado trófico
< 20	Oligotrofia
20-70	Mesotrofia
> 70	Eutrofia

Para la interpretación de los resultados de **clorofila planctónica** se tienen en cuenta los modelos de OCDE (1982) Lee-Jones y Rast (1978), Canfield (1983). En el siguiente cuadro se aportan las clasificaciones de eutrofia aplicadas a embalses según los citados autores. Las concentraciones aparecen en µg l⁻¹.

Tabla 7. Valores de referencia para clasificación de eutrofia en embalses según diversos autores. Datos de concentración de clorofila planctónica en µg l ⁻¹ .			
Clasificación:	OCDE (1982)	Lee-Jones y Rast (1978)	Canfield (1983)
Oligotrofia	1,7 - 4,6	2	< 3
Oligomesotrofia	-	2,1 - 2,9	-
Mesotrofia	4,7 - 14,2	3 - 6,9	3 - 7
Mesoeutrofia	-	7 - 9,9	-
Eutrofia	> 14,2	> 10	> 7

Hay que señalar que el empleo de estos criterios debe ser tomado con suma precaución, puesto que están pensados para cuerpos de agua cerrados y donde la componente vertical es mucho más acusada que en un río, por mucho que se trate de un tramo bajo de éste.

A diferencia de los índices bióticos IBMWP e IPS, en esta ocasión el Real Decreto no establece clases de estado. Sin embargo, y con la finalidad de visualizar de mejor manera la situación de la producción primaria en los ríos de Navarra, el equipo redactor asigna clases de calidad al estado trófico, quedando de la siguiente manera:

Alta calidad	Oligotrofia
Buena calidad	Mesotrofia
Escasa calidad	Eutrofia
Mala calidad	Hipereutrofia

³ Hasta el año 2010 se utilizan valores de referencia especificados por Sabater et al. Estos valores son algo menos estrictos que los utilizados por Dodds et al., por lo que es conveniente tenerlo en cuenta a la hora de consultar trabajos anteriores.

Asimismo, se calcula el índice D_{430}/D_{665} (Margalef, 1954), que mide la relación entre la concentración de todos los pigmentos (carotenos, xantofilas y clorofilas a, b, c, d) y la concentración exclusivamente de clorofilas. Los valores superiores a 3 indican poblaciones maduras, mientras que valores en torno a 2 o inferiores suponen la existencia de poblaciones juveniles en fase de crecimiento.

Además, la relación entre las distintas clases de pigmentos es indicativa tanto de la composición taxonómica de la muestra como del estado fisiológico de la comunidad.

Para consultar los resultados de toda la serie, se remite a consultar las series de todos los años en el **Anexo VIII** del presente estudio.

4.3. ANÁLISIS DE DIATOMEAS

Se analizan las diatomeas bentónicas para las que existen desarrollados diversos índices de calidad. Como se ha comentado anteriormente, la composición y abundancia de la flora acuática es uno de los indicadores biológicos propuestos por la Directiva Marco del Agua.

Las diatomeas son organismos unicelulares que tienen un exoesqueleto de silicio, cuyas estructuras permiten distinguir las especies con gran exactitud. Son organismos muy sensibles a las variaciones físicas y químicas de las aguas. En numerosas ocasiones representan el grupo más numeroso entre las algas en los sistemas fluviales, lo que les otorga una enorme representatividad como indicadoras de la calidad de las aguas. La especificidad de las distintas especies a distintas condiciones fisicoquímicas permite predecir las condiciones ambientales imperantes a través del estudio de la comunidad de las diatomeas. En el ámbito europeo, las diatomeas epilíticas están siendo ampliamente utilizadas como bioindicadores de la calidad del agua de los ríos, detectando presiones debidas a eutrofización, acidificación y cambios de salinidad.

4.3.1. Técnica de muestreo y procesamiento de las muestras

En todo el proceso de muestreo y análisis se siguen las indicaciones de la “Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua – Protocolos de muestreo y análisis para Fitobentos (microalgas fitobentónicas)” (Confederación Hidrográfica del Ebro, octubre 2005) y en el “Protocolo de Muestreo y Laboratorio de Flora Acuática (Organismos Fitobentónicos) en ríos: ML-R-D-2013” que el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural publica en 2013 y que resulta de obligada aplicación.

Además, para la identificación y conteo de las diatomeas se atenderá a las siguientes normas de referencia:

- Norma española UNE-EN 13946: 2004. Calidad del Agua. Guía para el muestreo en rutina el pretratamiento de diatomeas bentónicas de ríos.
- Norma española UNE-EN 14407: 2005. Calidad del Agua. Guía para la identificación, recuento e interpretación de muestras de diatomeas bentónicas.

Las muestras de diatomeas se recogen sobre substratos rocosos (bloques o guijarros) existentes en los puntos de muestreo.

En cada estación y campaña la recogida de muestras se hace en un segmento de corriente no afectado por las condiciones de litoral. Los puntos deben ser análogos en cuanto a sus características geomorfológicas (por ejemplo, zonas de rápido, sin vegetación). Se recogen en dos puntos al azar hasta tres piedras de tamaño semejante. De cada piedra se recolecta el material definido por un área de 2 cm², utilizando para ello un cuadrado de plástico que defina esta superficie. De esta manera, aunque no se busca efectuar un muestreo cuantitativo referido a la superficie, se obtienen muestras comparativas unas respecto a las otras. La muestra recogida se guarda en formol al 4% hasta su análisis en el laboratorio. Esta técnica fue recogida en una reunión de expertos (Kelly et al. 1998) y forma parte del protocolo del CEN.

Todas las muestras se conservan correctamente etiquetadas hasta su traslado al laboratorio y procesado. En el momento de muestreo, y al igual que se realiza en el caso de los invertebrados y la producción primaria, se anotan las observaciones más relevantes y se toma como mínimo una fotografía digital.

La técnica de observación de las muestras sigue la propuesta de la norma CEN comentada. Sucintamente, consiste en la observación de las muestras mediante la técnica de Utermöhl (1958) que requiere de la observación directa en cámara de sedimentación y mediante un microscopio invertido. Las muestras se tratan químicamente para eliminar la materia orgánica y obtener los frústulos limpios de las diatomeas. Las muestras tratadas se montan en Naphrax (resina sintética con índice de refracción 1,74) a fin de obtener preparaciones permanentes. La observación de las muestras se lleva hasta nivel de especie siempre que ello sea posible. Se contabilizan un total de células no inferior a 400 por muestra. La observación de las muestras debe hacerse a una magnificación de entre 400 y 600 aumentos. Las muestras con abundancia de diatomeas (caso de las Centrales) se observarán a 1.000 aumentos a fin de poder precisar adecuadamente la especie de la que se trata.

4.3.2. Interpretación de resultados

Los índices de diatomeas aportan sintéticamente un resumen de la información aportada por las especies. La expresión más común de los índices de diatomeas sigue el modelo de Zelinka & Marvan (1961), que se expresa como:

$$ID = \frac{\sum_{j=1}^n \text{Abundancia relativa especie } j * \text{valor indicador especie } j * \text{sensibilidad especie } j}{\sum_{j=1}^n \text{Abundancia relativa especie } j * \text{valor indicador especie } j}$$

Y que por tanto consideran la sensibilidad y el valor indicador de las especies, ponderados ambos por sus abundancias en la muestra.

La mayor parte de los índices de diatomeas comúnmente empleados son variaciones respecto de la propuesta de Zelinka & Marvan. Los índices que se aplican a las muestras son de uso corriente en aguas europeas. Se describen por sus acrónimos respectivos: Descy, IPS, IBD y Lange-Bertalot. El índice de Descy fue propuesto en el año 1979 por este investigador belga, que partió para su elaboración de un análisis

multivariante de correspondencias. El “Índice de Polluosensibilité” (IPS), fue descrito por el CEMAGREF de Bordeaux en estrecha colaboración con las Agencias del Agua francesas (CEMAGREF 1982). El IPS ha dado paso al “Índice Biologique des Diatomées” (IBD), un índice simplificado que proviene del anterior. Este índice, el IBD constituye la apuesta actual de las agencias del país vecino en el uso de las diatomeas como indicadoras de la calidad ecológica de las masas de agua. Por último, el índice de Lange-Bertalot se elabora en base a las “especies diferenciales”, claramente inspirado en el sistema de los saprobios.

Con esta breve explicación se pone de manifiesto que la formulación de los índices oscila en torno a las características auto ecológicas locales, por lo que su uso está sujeto a variaciones regionales, y debe ser críticamente utilizado cuando el ambiente es distinto para el cual fue formulado.

La experiencia obtenida en otros estudios ha permitido observar que los índices IBD e IPS son los que mejor se ajustan a la realidad de las cuencas peninsulares, de entre los que se hallan formulados por el momento. Cabe añadir, además, que el índice IBD tiende a exagerar las situaciones dando valores “excesivamente” buenos o malos. El índice IPS suaviza algo más. Es por ello que en diversos estudios se utiliza este último índice con mayor énfasis para comentar la situación de cada estación. La Instrucción de Planificación Hidrológica indica éste como el índice a utilizar para la utilización de las diatomeas como indicadoras de la calidad del agua.

Al igual que ocurre con el índice IBMWP, para el IPS se han definido unas condiciones de referencia con las que se han establecido unos valores para cada clase de calidad y para cada tipología de río. Los nuevos Planes Hidrológicos han traído una serie de cambios que también afectan a la utilización de las diatomeas como bioindicadoras. Es por ello que en el Real Decreto 817/2015, del 11 de septiembre quedan modificadas las condiciones de referencia utilizadas hasta el momento.

Tabla 8. Condiciones de referencia para el índice IPS recogidas en el Anexo II del RD 817/2015, de 11 de septiembre

TIPOLOGÍA								
09	12	15	17bis	23*	26	27	29*	32*
17,8	18	17,7	17,8	17,6	18,6	18,9	16	18

*Tipología de ríos dentro de la ecorregión denominada Vasco-pirenaica

En la tabla siguiente se exponen los valores EQR (Ecological Quality Ratio) de los estados muy bueno, bueno, moderado, deficiente y malo para el índice IPS:

Tabla 9. Clasificación de las Clases de Calidad en base a los valores EQR (Ecological Quality Ratio) para cada tipología de río existente en la Comunidad Foral de Navarra.

Clase de Calidad	09	12	15	17bis	23*	26	27	29*	32*
Clase I (Alta Calidad)	>0,93	>0,91	>0,98	>0,93	>0,95	>0,93	>0,94	>0,92	>0,96
Clase II (Buena Calidad)	0,70 0,93	0,68 0,91	0,73 0,98	0,70 0,93	0,71 0,95	0,70 0,93	0,71 0,94	0,69 0,92	0,72 0,96
Clase III (Calidad Media)	0,47 0,69	0,46 0,67	0,49 0,72	0,47 0,69	0,48 0,70	0,47 0,69	0,47 0,70	0,46 0,68	0,48 0,71
Clase IV (Escasa Calidad)	0,24 0,56	0,23 0,45	0,24 0,48	0,24 0,46	0,24 0,47	0,23 0,46	0,24 0,46	0,23 0,45	0,24 0,47
Clase V (Mala Calidad)	<0,24	<0,23	<0,24	<0,24	<0,24	<0,23	<0,24	<0,23	<0,44

*Tipología de ríos dentro de la ecorregión denominada Vasco-pirenaica

De esta manera, los valores del índice IPS para la clasificación en Clases de Calidad de las distintas tipologías de río presentes en Navarra quedan de la siguiente manera:

Tabla 10. Clases de calidad para las distintas tipologías de ríos existentes en la Comunidad Foral de Navarra (CHE, CHC, CEDEX) utilizando el valor del índice de calidad biológica IPS (Cemagref, 1982)

Clase de Calidad	Tipo 09	Tipo 12	Tipo 15	Tipo 17bis	Tipo 23*	Tipo 26	Tipo 27	Tipo 29*	Tipo 32*
Clase I (Alta Calidad)	>16,6	>16,4	>17,3	>16,6	>16,7	>17,3	>17,8	>14,7	>17,3
Clase II (Buena Calidad)	12,5 16,6	12,2 16,4	12,9 17,3	12,5 16,6	12,5 16,7	13 17,3	13,4 17,8	11 14,7	13 17,3
Clase III (Calidad Media)	8,4 12,4	8,3 12,1	8,7 12,8	8,4 12,4	8,4 12,4	8,7 12,9	8,9 13,4	7,4 10,9	8,6 12,9
Clase IV (Escasa Calidad)	4,1 8,3	4,1 8,2	4,2 8,6	4,3 8,3	4,2 8,3	4,3 8,6	4,5 8,8	3,7 7,3	4,3 8,5
Clase V (Mala Calidad)	<4,3	<4	<4,2	<4,3	<4,2	<4,3	<4,5	<3,7	<4,3

*Tipología de ríos dentro de la ecorregión denominada Vasco-pirenaica

En el **Anexo V** y **VII** se puede consultar Tabla de Resultados y Composición de Diatomeas y la Evolución Temporal de la Calidad Biológica en base al índice IPS desde que en 2003 se empezara a utilizar estos organismos para determinar la calidad del agua de varios ríos de Navarra.

4.4. ANALÍTICA FISCOQUÍMICA DEL AGUA

Para la realización de este apartado se dispone de los datos que toma el equipo redactor en el momento de la recogida de las muestras de macroinvertebrados

Se realizan mediciones en campo de temperatura, conductividad, turbidez, % de oxígeno en agua y concentración de oxígeno disuelto, amonio y fosfatos en los 89 puntos de la red de muestreo. Existen unas fichas de campo normalizadas, en las que se anotan estos datos y las observaciones precisas. En el **Anexo II** se exponen todos los resultados obtenidos.

5. HIDROLOGÍA

La red foronómica de Navarra consta de 23 estaciones de aforo pertenecientes al Gobierno de Navarra y que se complementa con otras estaciones pertenecientes a las Confederaciones Hidrográficas del Ebro y Cantábrico. En relación con el año hidrológico 2021-2022, el equipo redactor utiliza la información recogida en 11 estaciones de aforo de la red del Gobierno de Navarra. También se escogen 5 estaciones más, pertenecientes a la Confederación Hidrográfica del Ebro, con el fin de cubrir de forma suficiente el posible espectro de variabilidad hidrológica del territorio de la Comunidad Foral. Por lo tanto, a pesar de la existencia de un mayor número de estaciones de aforo en Navarra, para el actual estudio se utilizan los datos de un total de 16 estaciones de aforo que abarcan la mayor parte de los tramos de estudio.

En el siguiente cuadro se pueden consultar las estaciones de aforo utilizadas en este trabajo.

Río	Estación	Código	Coordenadas XY	Red FQ - Biol. Correspond.	Tipo
Larraun	Irurzun	AN439	X: 595.050 Y: 4.752.651	Estación 3 (≈)	Limnígrafo en cauce natural
Arakil	Etxarren	AN433	X: 594.200 Y: 4.752.050	Estación 8 (≈)	Vertedero tipo 'Crown' + limnígrafo
Arga	Arazuri	AN441	X: 604.262 Y: 4.741.226	2 ½ km a. Ar. Est. 23	Canal estiaje + limnígrafo + data-logger
Arga	Funes	A004*	X: 598.888 Y: 4.685.650	Estación 28 (≈)	Limnígrafo en cauce natural
Urederra	Baríndano	AN322	X: 571.676 Y: 4.735.440	Estación 29 (≈)	Limnígrafo en cauce natural
Ega	Murieta	AN314	X: 571.594 Y: 4.723.185	1 Km a. Ab. Est. 37	Canal estiaje + limnígrafo + data-logger
Ega	Andosilla	A003*	X: 586.637 Y: 4.720.646	Estación 52 (≈)	Limnígrafo en cauce natural
Erro	Sorogain	AN532	X: 630.063 Y: 4.759.480	Estación 41	Vertedero tipo 'Crown' + limnígrafo
Urrobi	Espinal	AN533	X: 634.328 Y: 4.758.763	1 km a. ab. Est. 43	Vertedero tipo 'Crown' + limnígrafo
Areta	Murillo-Berrolla	AN530	X: 642.483 Y: 4.730.568	Estación 48	Canal estiaje + limnígrafo + data-logger
Irati	Liedena	A065*	X: 639.935 Y: 4.692.057	Estación 42 (≈)	Limnígrafo en cauce natural
Cidacos	Olite	AN540	X: 611.775 Y: 4.704.600	Estación 56 (≈)	Vertedero tipo 'Crown' + limnígrafo
Aragón	Caparroso	A005*	X: 611.481 Y: 4.689.178	Estación 63	Limnígrafo en cauce natural
Ebro	Castejón	A002*	X: 607870 Y: 4670754	Estación 70 (≈)	Limnígrafo en cauce natural
Ezkurra	Elgorriaga	AN942	X: 606.471 Y: 4.776.631	2 ½ km a. Ar. Est. 77	Canal estiaje + limnígrafo + data-logger
Baztan	Oharriz	AN941	X: 617.340 Y: 4.777.680	4 km. Ab. Est. 73	Vertedero labio grueso horiz. + limnígrafo

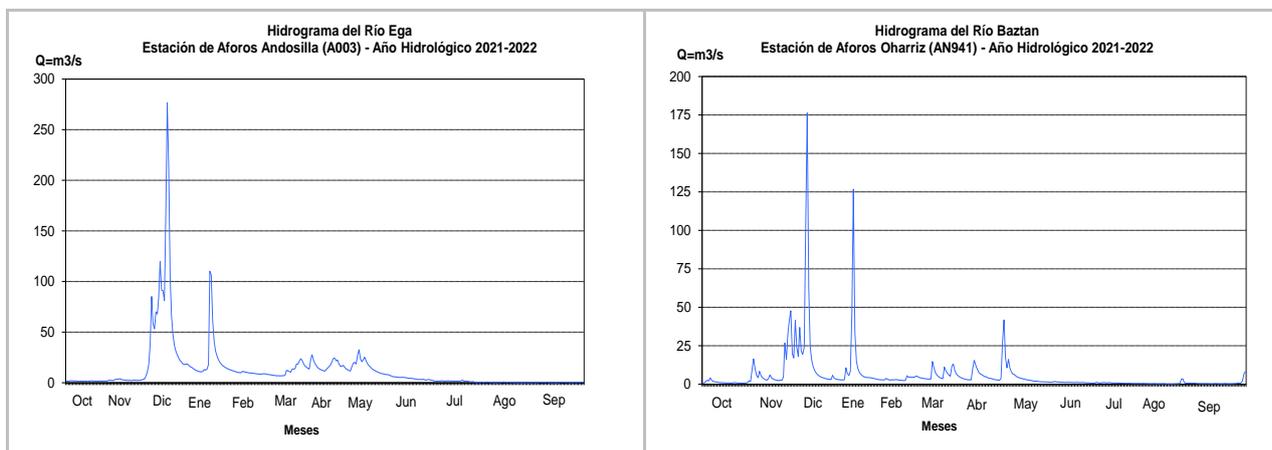
* Estaciones de aforo pertenecientes a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Las estaciones de Arazuri (AN441), Murieta (AN314), Espinal (AN533), Elgorriaga (AN942) y Oharriz (AN941) se encuentran distanciadas de las estaciones de muestreo de FQ e índices bióticos. Las

estaciones de Sorogain (AN532), Murillo-Berrolla (AN530) y Caparroso (A005) coinciden. En cuanto al resto, se encuentran próximas a sendos puntos de muestreo.

Según los datos de las diferentes estaciones de aforo, en general, el año hidrológico 2021-2022 recibe mayores aportaciones que las del año anterior. Sin embargo, la mayor parte de las cuencas registran unos caudales medios anuales inferiores a la media histórica de cada una de ellas. De las 16 estaciones analizadas, 9 registran caudales medios anuales inferiores a la media histórica de cada una de ellas y 6 superior. En general, la aportación media anual ha sido un 9 % inferior a la media histórica. Según se desprende de los datos que las estaciones de aforo recogen, el año hidrológico 2021-2022 se clasifica como “normal”⁴. Los meses con más aportaciones en relación con la media histórica han sido noviembre y diciembre. Por el contrario, además de los meses estivales, octubre, febrero y la primavera son los que menos caudal circulante mantienen. La primavera resulta especialmente seca.

En los siguientes hidrogramas de las estaciones del río Ega en Andosilla (A003) y el río Baztan en Oharriz (AN941) se puede observar la dinámica general del año hidrológico de dos zonas tan dispares de la Comunidad Foral, una perteneciente a la cuenca del Ebro y la otra a la del Cantábrico.



A continuación, en la tabla 13, se muestran los caudales medios anuales de la serie desde el año 1992-1993 (30 años) en las estaciones estudiadas.

⁴ La clasificación del año hidrológico puede ser “muy seco, seco, normal, húmedo y muy húmedo”. Se compara el caudal medio con el que corresponde a distintos percentiles de la serie histórica de cada estación: *Muy Seco*: intervalo establecido por el percentil 0 % de mínimo y 15 % como máximo. *Seco*: mínimo de 15 % y máximo de 35 %. *Normal*: mínimo de 35 % y máximo de 65 %. *Húmedo*: mínimo de 65 % y máximo de 85 %. *Muy húmedo*: mínimo de 85 % y máximo de 100 %.

Tabla 12. Caudales medios anuales en las estaciones de aforo de Navarra. Datos en m³ s⁻¹.

Año Hidrológico	Larraun en Irurtzun	Arakil en Etxarren	Arga en Arazuri	Arga en Funes	Urederra en Baríndano	Ega en Murieta	Ega en Andosilla	Erro en Sorogain	Urrobi en Espinal	Cidacos en Olite	Areta en Murillo-Berrolla	Irati en Liédena	Aragón en Caparroso	Ebro en Castejón	Ezkurra en Elgorriaga	Baztan en Oharriz
1992-1993	8,064	12,931	-	45,391	3,688	8,417	13,400	0,802	1,705	0,698	1,123	-	54,393	216,732	-	6,750
1993-1994	9,706	12,326	-	48,292	3,190	5,688	10,400	0,794	1,906	0,505	1,497	36,500	61,565	188,949	-	6,315
1994-1995	6,240	8,238	-	34,703	2,536	4,702	9,100	0,447	1,274	0,424	0,991	25,200	45,409	149,330	-	4,771
1995-1996	4,575	6,191	-	-	2,449	4,369	8,900	0,366	0,992	0,582	0,656	19,700	43,692	148,119	1,679	3,670
1996-1997	8,555	10,370	-	49,342	4,035	7,193	14,800	0,65	1,491	0,869	1,137	32,700	51,317	201,979	2,941	5,539
1997-1998	6,048	7,482	-	32,645	2,832	5,230	9,200	0,501	1,233	0,505	0,894	23,500	58,488	154,114	2,006	4,684
1998-1999	9,398	10,709	-	42,091	3,170	4,621	9,600	0,715	1,818	0,488	0,931	28,100	58,515	149,081	3,553	6,898
1999-2000	5,881	6,476	8,889	25,910	2,432	3,185	6,400	0,532	1,329	0,392	0,898	24,100	-	126,057	2,073	4,669
2000-2001	8,190	9,193	15,854	41,044	2,904	5,088	-	0,613	1,569	0,802	1,427	35,900	32,542	210,265	2,507	5,234
2001-2002	4,225	4,692	5,329	16,380	1,741	2,132	4,800	0,282	0,842	0,033	0,315	13,600	8,952	83,877	1,51	3,134
2002-2003	10,321	11,611	15,721	41,460	5,010	7,755	17,350	0,716	1,702	1,239	1,080	39,870	39,970	258,620	3,234	6,023
2003-2004	9,499	10,478	15,731	47,724	3,739	6,696	-	0,594	1,470	1,004	1,307	-	54,017	231,971	2,43	5,108
2004-2005	5,671	9,842	10,560	32,627	3,399	5,794	12,250	0,484	1,107	0,175	0,486	18,750	20,766	165,491	2,265	4,209
2005-2006	7,623	8,589	11,408	31,823	3,410	5,176	11,160	0,488	1,127	0,543	0,631	20,390	22,487	152,160	1,999	4,276
2006-2007	8,689	10,238	14,770	45,929	3,530	6,199	12,424	0,478	1,290	1,645	0,865	21,565	28,385	210,691	2,625	5,424
2007-2008	7,816	9,024	12,625	37,053	3,400	5,395	10,931	0,526	1,419	0,351	0,882	30,209	24,893	179,258	2,29	5,131
2008-2009	10,310	12,369	14,805	51,777	3,890	7,742	9,512	0,649	1,597	0,869	1,163	32,373	27,328	239,756	2,84	6,134
2009-2010	6,969	10,011	12,901	44,851	3,660	6,245	9,247	0,488	1,335	0,679	0,942	27,755	22,204	197,915	2,141	4,586
2010-2011	5,903	7,071	8,650	34,307	2,420	4,033	6,394	0,425	1,019	0,242	0,537	17,237	18,199	124,564	2,07	4,534
2011-2012	6,315	8,204	8,469	35,911	2,550	2,867	6,516	0,496	1,150	0,106	0,340	14,620	12,898	99,478	2,512	4,994
2012-2013	14,168	20,111	29,051	115,375	5,800	11,886	24,545	1,019	2,323	2,727	2,117	55,926	78,532	397,177	4,299	8,051
2013-2014	9,442	11,966	17,747	62,360	3,510	7,187	11,921	0,760	1,961	0,840	1,227	38,447	35,624	207,323	3,348	7,290
2014-2015	10,591	14,744	18,656	64,807	3,960	10,369	19,849	0,802	1,805	1,947	1,241	33,191	32,442	285,337	3,284	6,440
2015-2016	7,360	9,610	11,590	47,340	2,990	6,180	14,495	0,450	1,380	0,980	0,910	26,195	22,460	201,380	2,650	4,750
2016-2017	6,010	7,360	9,680	38,716	1,770	2,540	7,175	0,390	1,040	0,430	0,580	15,399	11,761	88,918	2,050	4,140
2017-2018	12,120	14,210	22,660	70,027	3,320	7,210	15,304	0,840	1,970	1,700	1,297	39,650	45,951	275,250	7,780	7,600
2018-2019	6,820	7,850	11,330	30,971	1,700	3,530	8,156	0,550	1,170	0,580	0,430	17,703	13,849	124,653	2,310	4,260
2019-2020	7,200	8,110	14,540	37,585	2,009	3,990	10,293	0,610	1,400	1,050	1,203	28,621	27,930	189,298	2,410	4,960
2020-2021	6,460	9,346	13,822	33,490	2,128	3,608	10,422	0,534	1,290	0,459	0,836	23,999	19,061	146,656	2,893	4,783
2021-2022	9,540	12,310	15,280	40,052	2,654	5,880	12,537	0,650	1,430	0,680	0,753	20,966	15,866	165,811	3,240	5,690
Media	7,990	10,055	13,916	44,137	3,128	5,697	11,324	0,588	1,438	0,785	0,957	27,220	34,121	185,674	2,776	5,335

6. RESULTADOS

El presente apartado del estudio se divide en tres partes:

- En la primera se analizan los **resultados** fisicoquímicos y biológicos del año 2022, incluyendo gráficos que muestran la evolución longitudinal en los ríos con más de tres estaciones de muestreo. En lo referente a la calidad fisicoquímica, se utilizan los datos obtenidos por el equipo redactor en las distintas campañas. En cuanto a los índices bióticos, tanto el IBMWP (macroinvertebrados) como el IPS (diatomeas) la clasificación en Clases de Calidad se realiza en base a la tipología de río a la que pertenece cada tramo de estudio. Se realiza también un comentario sobre la situación trófica de determinados tramos.
- En el segundo apartado se aportan los **mapas de calidad** basados en el índice biótico IBMWP correspondientes a las campañas del año 2022
- Finalmente, en la tercera parte se analiza la **evolución temporal** del índice biótico IBMWP en las distintas estaciones de muestreo. Para ello se dispone de un máximo de datos de índices bióticos en toda la serie, desde 1994 hasta la fecha.

6.1. RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE MUESTREOS DE 2022

En esta parte se realiza el comentario de un total de 25 ríos siguiendo el orden que se indica a continuación:

- | | |
|------------|-------------|
| • Larraun | • Salazar |
| • Arakil | • Esca |
| • Ultzama | • Onsella |
| • Elorz | • Cidacos |
| • Salado | • Aragón |
| • Arga | • Alhama |
| • Urederra | • Ebro |
| • Mayor | • Ezkurra |
| • Ega | • Onin |
| • Erro | • Bidasoa |
| • Urrobi | • Leitzaran |
| • Areta | • Urumea |
| • Irati | |

6.1.1. RÍO LARRAUN

El río Larraun, pertenece a la tipología 26, es decir, a la “Montaña Húmeda Calcárea” (CEDEX, 2005). Es el tributario más importante del Arakil, al que afluye por su margen izquierda. Tiene su nacimiento en Iribas, en la sierra de Aralar y desemboca en el Arakil cerca de Irurtzun. Se puede decir que el río Larraun se encuentra correctamente conservado. La cuenca recibe abundantes precipitaciones, repartidas durante la mayor parte del año.

6.1.1.1. DATOS FÍSICOQUÍMICOS (RÍO LARRAUN)

Durante la toma de muestras de macroinvertebrados se toman datos de siete parámetros en tres estaciones del río Larraun:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-1 Lekunberri	7,76	10,7	10,82	105,9	298	1,8	< N.D	< N.D
N-2 Mugiro	8,17	13,0	9,68	99,2	390	4,8	0,13	0,45
N-3 Irurtzun	8,04	15,1	10,09	108,0	445	4,0	< N.D	0,19

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-1 Lekunberri	7,84	16,4	8,72	98,5	372	3,9	1,38	< N.D
N-2 Mugiro	7,56	17,5	8,20	93,3	554	5,9	0,34	0,96
N-3 Irurtzun	7,56	20,1	7,45	87,6	485	5,0	< N.D	0,25

N.D: Nivel de detección

Las condiciones fisicoquímicas del río Larraun en 2022, en general son buenas. Sin embargo cabe destacar la presencia de cierta contaminación orgánica por fosfatos, especialmente durante la campaña de estiaje.

6.1.1.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO LARRAUN)

Calidad biológica en el río Larraun. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-1 Lekunberri	26	148	29	II	143	28	II
N-2 Mugiro	26	116	21	II	110	20	II
N-3 Irurtzun	26	175	30	II	137	27	II

La situación del río es la misma en ambas campañas, con unos valores del índice biótico muy similar. Todo el río muestra una buena calidad biológica del agua. Incluso el tramo de Mugiro, que suele presentar indicios de contaminación, en esta ocasión, presenta una buena situación. Se trata de la primera vez en el que en ambas campañas se alcanzan los objetivos de la DMA.

6.1.2. RÍO ARAKIL

El río Arakil pertenece a la “Montaña Húmeda Calcárea” (CEDEX, 2005). Se trata del tributario más importante del Arga. Desemboca en el mismo a la altura de Ibero, aguas abajo de la capital navarra. Su nacimiento se produce fuera de los límites del territorio foral, en concreto en el territorio histórico de Álava, en la zona de Salvatierra. Su entrada en Navarra se produce a la altura de Ziordia y continúa por las localidades de Altsasua, Etxarri-Aranatz, Uharte-Arakil y Etxarren. A la altura de Irurtzun recibe el Larraun por su margen izquierda, girando 90º y siguiendo en dirección N-S hasta Ibero. Así como en la primera parte del recorrido se encuentran varios núcleos urbanos de importancia, en la segunda mitad atraviesa terrenos poco poblados y con escasa industria.

Según el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, D.F 157/1995, de 3 de julio, el tramo de río hasta la confluencia del río Alzania en Altsasua pertenece a la Región Salmonícola Superior. El resto, a la Región Salmonícola Mixta.

6.1.2.1. DATOS FISICOQUÍMICOS (RÍO ARAKIL)

El **equipo redactor** toma datos de pH, temperatura, oxígeno, conductividad, turbidez, amonio y fosfatos en siete estaciones:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.

Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-4 Ziordia	7,92	14,6	7,41	78,1	448	3,2	< N.D	< N.D
N-5 Altsasua	8,28	15,1	10,13	110,4	318	3,8	< N.D	0,33
N-6 Etxarri-Aranatz	8,10	15,4	9,55	103,2	320	9,2	0,28	0,48
N-7 Uharte-Arakil	8,14	16,2	9,75	106,6	348	8,8	0,02	0,36
N-8 Etxarren 1	8,17	16,7	9,36	102,4	369	11,0	< N.D	0,42
N-9 Errotz	8,18	15,9	9,39	101,6	408	5,0	0,04	0,27
N-10 Izkue	8,34	18,3	7,51	86,4	467	5,9	0,05	0,09

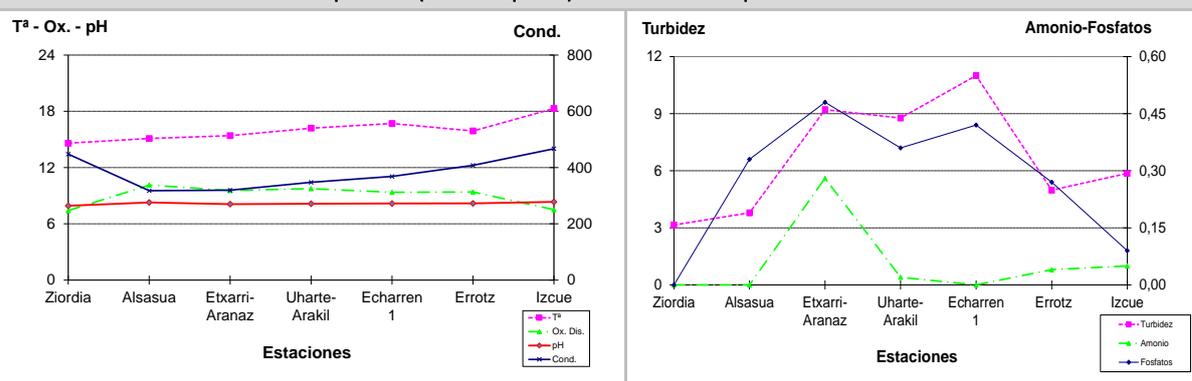
Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.

Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-4 Ziordia	7,94	16,8	8,02	91,7	630	8,4	0,04	0,39
N-5 Altsasua	8,17	19,7	9,15	97,1	345	8,3	< N.D	0,88
N-6 Etxarri-Aranatz	8,15	20,9	7,95	96,4	379	15,6	0,10	1,16
N-7 Uharte-Arakil	7,93	21,4	6,95	84,8	424	16,0	0,16	1,03
N-8 Etxarren 1	8,17	20,9	8,36	101,1	390	15,6	0,02	< N.D
N-9 Errotz	8,38	21,2	8,54	103,9	934	5,5	< N.D	2,50
N-10 Izkue	7,95	21,7	5,71	71,2	599	12,3	0,01	0,05

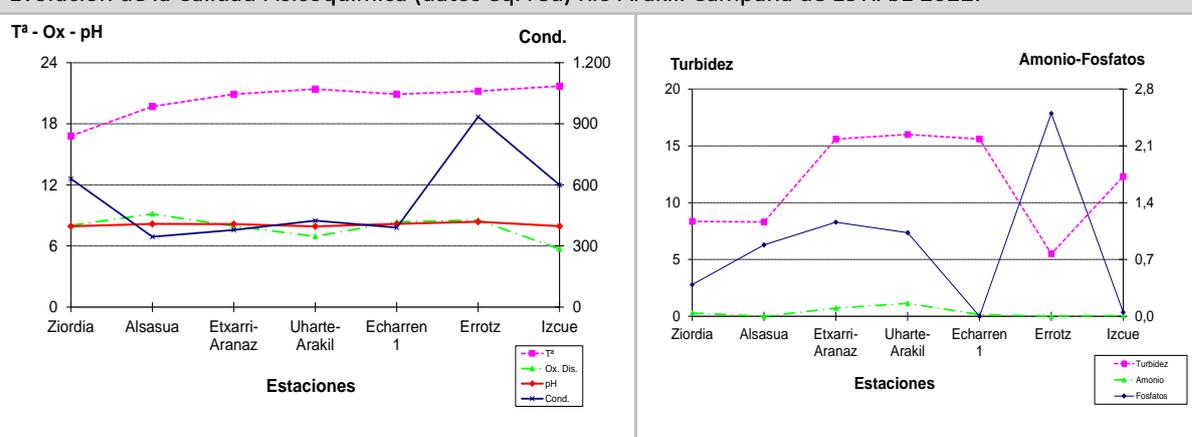
N.D: Nivel de detección

En general se registran unos valores de los distintos parámetros propios de aguas naturales. Sin embargo se detectan problemas de contaminación orgánica, más intensos durante la campaña de verano, posiblemente debido a l fuerte estiaje reinante. Existe una importante contaminación por fosfatos, con valores por encima de 1 mg l⁻¹ en algunos tramos. La pero situación se detecta en Errotz.

Evolución de la Calidad Físicoquímica (datos eq. red) Río Arakil. Campaña de PRIMAVERA 2022.



Evolución de la Calidad Físicoquímica (datos eq. red) Río Arakil. Campaña de ESTIAJE 2022.

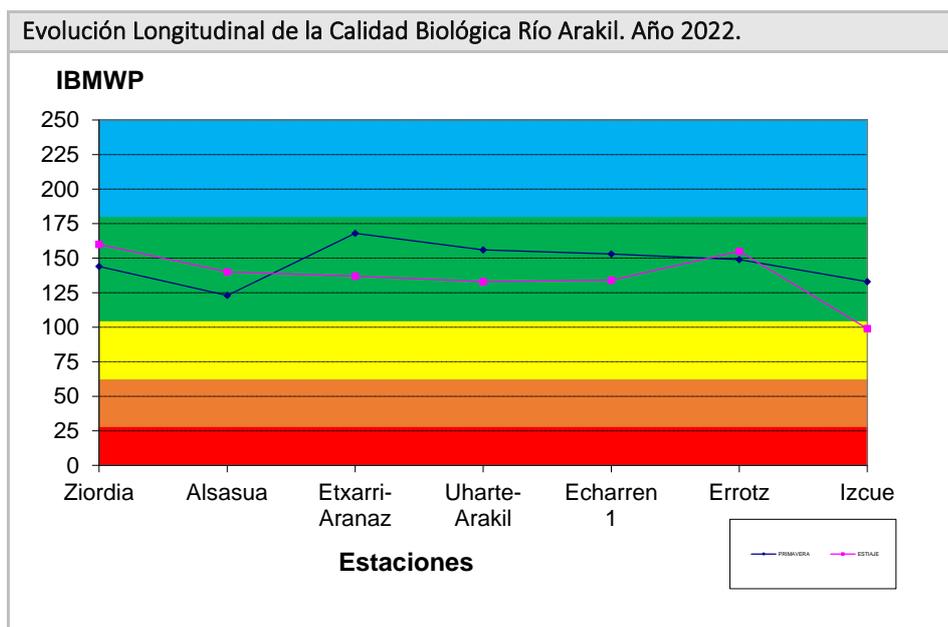


6.1.2.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO ARAKIL)

Calidad biológica en el río Arakil. Año 2022.

		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-4 Ziordia	26	144	26	II	160	33	II
N-5 Altsasua	26	123	24	II	140	27	II
N-6 Etxarri-Aranatz	26	168	29	II	137	27	II
N-7 Uhart-Arakil	26	156	30	II	133	25	II
N-8 Etxarren 1	26	153	27	II	134	26	II
N-9 Errotz	26	149	29	II	155	31	II
N-10 Izkue	26	133	26	II	99	21	III

La calidad biológica del río Arakil en 2022 es buena en términos generales. Todos los tramos de estudio alcanzan los objetivos de la DMA a excepción de Izkue en estiaje aunque con un valor del índice biótico cercano a indicar una buena situación. Se trata de la mejor situación global desde que en 1994 se empezara con el estudio.



Asimismo, se recogen muestras de **diatomeas bentónicas** en Alsasua e Izkue:

Estado ecológico del río Arakil según las comunidades de diatomeas. Año 2022.					
		IPS			
		PRIMAVERA		ESTIAJE	
Estación	Tipo	Valor	CL.CALIDAD	Valor	CL.CALIDAD
N-5 Alsasua	26	15,6	II	11,0	III
N-10 Izkue	26	15,2	II	14,6	II

Según el índice IPS, en Alsasua la calidad es buena en primavera y media en estiaje. Sin embargo, en Izkue la situación es buena en ambas campañas.

6.1.2.3. ESTADO TRÓFICO (RÍO ARAKIL)

Se dispone de datos de **clorofila béntica** en Alsasua y Errotz. En estos dos tramos también se analiza la situación trófica a través de la **clorofila planctónica**. También se analiza en el tramo bajo del río, en Izkue.

Producción primaria en el río Arakil. Clorofila en BENTOS. Año 2022.						
Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica
N-5 Alsasua	275,23	2,26	Hipereutrofia	172,91	2,39	Hipereutrofia
N-9 Errotz	373,44	2,36	Hipereutrofia	340,56	2,13	Hipereutrofia

Producción primaria en el río Arakil. Clorofila en PLANCTON. Año 2022.						
Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Índice Margalef	Situación trófica
N-5 Altsasua	2,14	1,97	Oligotrofia	3,21	2,04	Oligotrofia
N-9 Errotz	4,01	2,09	Oligotrofia	2,94	3,13	Oligotrofia
N-10 Izkue	3,74	2,19	Oligotrofia	37,15	2,21	Hipereutrofia

En 2022 la clorofila bentónica extraída en los tramos de Altsasua y Errotz indican una situación de hipereutrofia en ambas campañas.

En cuanto a la clorofila planctónica, se puede encontrar en bajas concentraciones salvo en Izkue en estiaje donde aumenta mostrando una situación de hipereutrofia.

La mayor parte de las comunidades de algas se encuentran en fase de maduración, tanto las bentónicas como las planctónicas.

6.1.3. RÍO ULTZAMA

El río Ultzama es el tributario del Arga más importante de los que desembocan aguas arriba de Pamplona y el segundo en importancia atendiendo a su extensión. Pertenece a la “Montaña Húmeda Calcárea” (CEDEX, 2005). Nace en la vertiente sur del Puerto de Belate y desemboca en el Arga a la altura de Villava. En la mayor parte de su recorrido sigue una dirección N-S. Sus principales tributarios son el Arkil y el Mediano. Se trata de una cuenca no muy poblada en la que se localizan numerosas poblaciones, en general de modestas dimensiones. Presenta una importante cabaña ganadera.

De acuerdo con el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, *D.F 157/1995, de 3 de julio*, el tramo de río desde la cabecera hasta la confluencia del río Mediano poco antes de Ostiz pertenece a la Región Salmonícola Superior. El resto hasta la desembocadura en el Arga, a la Región Salmonícola Mixta.

6.1.3.1. DATOS FÍSICOQUÍMICOS (RÍO ULTZAMA)

Los resultados obtenidos por el **equipo redactor** durante las dos campañas se detallan en las siguientes tablas:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.

Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (μS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-11 Arraitz	7,94	14,9	9,11	99,3	152	4,0	0,11	< N.D
N-12 Iraizotz	7,83	15,5	8,49	93,5	284	5,3	< N.D	0,13
N-13 Lizaso	7,80	17,2	9,10	102,9	273	4,4	0,02	0,07
N-14 Ciaurriz	7,90	16,2	8,59	95,6	428	5,4	0,44	0,80
N-15 Sorauren	7,91	17,2	8,20	92,5	406	3,8	< N.D	0,13
N-16 Villava	8,07	18,8	8,93	103,9	376	3,8	< N.D	0,23

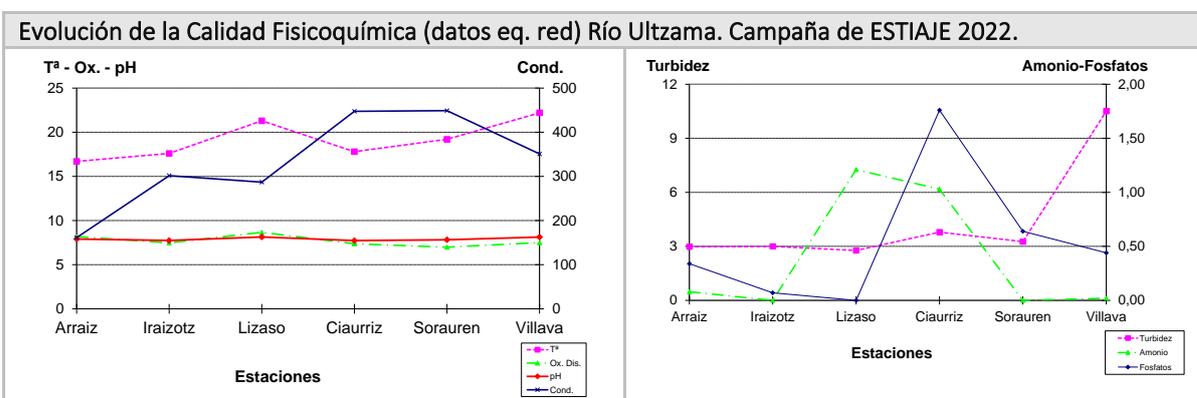
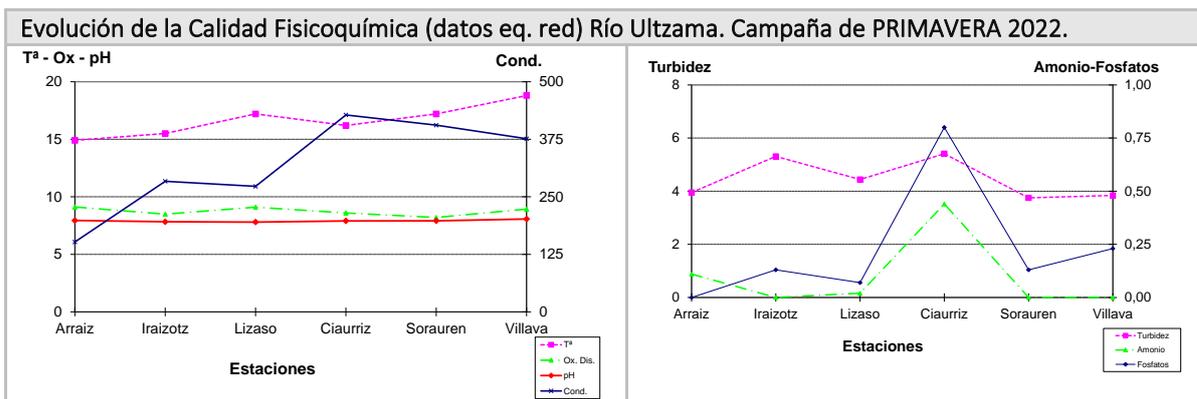
Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.

Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (μS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-11 Arraitz	7,91	16,7	8,18	92,4	161	3,0	0,08	0,34
N-12 Iraizotz	7,74	17,6	7,48	85,8	302	3,0	< N.D	0,07
N-13 Lizaso	8,14	21,3	8,66	106,2	287	2,8	1,21	< N.D
N-14 Ciaurriz	7,73	17,8	7,37	84,6	448	3,8	1,03	1,76
N-15 Sorauren	7,82	19,2	6,98	82,5	449	3,3	< N.D	0,64
N-16 Villava	8,13	22,2	7,50	91,2	351	10,5	0,02	0,44

N.D: Nivel de detección

La calidad fisicoquímica del río Ultzama en 2022 muestra problemas de contaminación orgánica. En primavera el tramo de Ciaurriz presenta concentraciones algo elevadas de amonio y fosfatos. Estas concentraciones resultan superiores en estiaje, con valores por encima de 1 mg l⁻¹. También el Lizaso en estiaje se detecta una concentración de amonio incompatible con la vida piscícola según la Normativa vigente.

El resto de parámetros medidos indican una buena situación general.

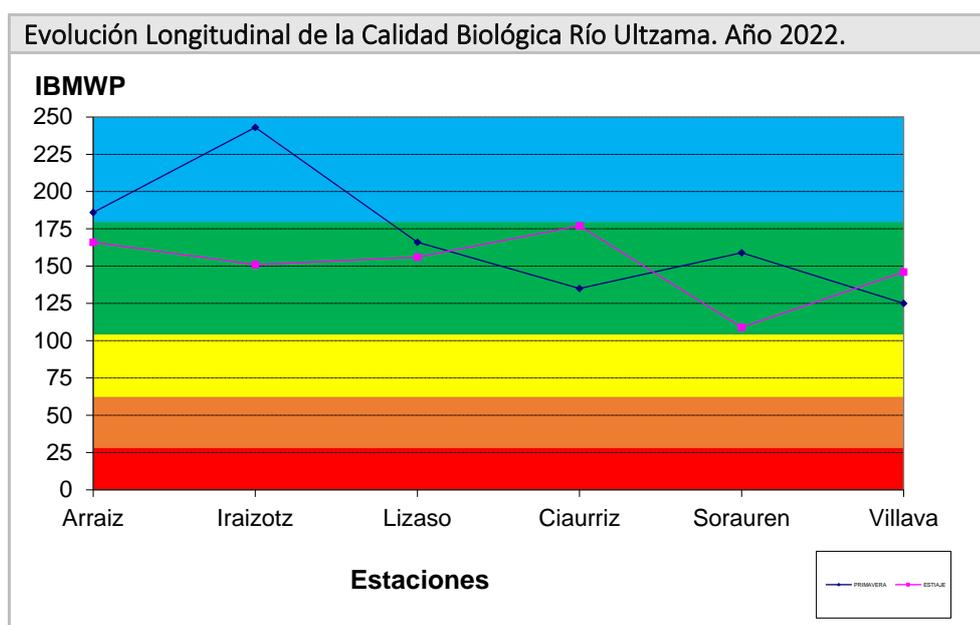


6.1.3.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO ULTZAMA)

Calidad biológica en el río Ultzama. Año 2022.

Estaciones	Tipo	IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
		Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-11 Arraitz	26	186	32	I	166	26	II
N-12 Iraizotz	26	243	42	I	151	27	II
N-13 Lizaso	26	166	29	II	156	28	II
N-14 Ciaurriz	26	135	26	II	177	33	II
N-15 Sorauren	26	159	29	II	109	22	II
N-16 Villava	26	125	23	II	146	28	II

El río Ultzama muestra una situación muy satisfactoria durante el año 2022. Todas las estaciones alcanzan los objetivos de la DMA.



Asimismo, se recogen muestras de **diatomeas bentónicas** en Lizaso y Villava con el fin de calificar la calidad del agua a través de un indicador biológico distinto a los macroinvertebrados.

Estado ecológico del río Ultzama según las comunidades de diatomeas. Año 2022.

		IPS			
		PRIMAVERA		ESTIAJE	
Estación	Tipo	Valor	CL.CALIDAD	Valor	CL.CALIDAD
N-13 Lizaso	26	16,6	II	13,2	II
N-16 Villava	26	14,3	II	14,5	II

Según el índice IPS, ambos tramos durante las 2 campañas cumplen con los objetivos de al menos alcanzar una buena calidad o Clase II.

6.1.3.3. ESTADO TRÓFICO (RÍO ULTZAMA)

Se recogen muestras de **algas bénticas** en Lizaso y de **algas planctónicas** en Villava:

Producción primaria en el río Ultzama. Clorofila en BENTOS. Año 2022.

		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estación	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica	
N-13 Lizaso	6,48	4,00	Oligotrofia	862,38	2,02	Hipereutrofia	

La situación es opuesta entre las dos campañas. En primavera la concentración de clorofila es baja (oligotrofia) y con un desarrollo de las algas muy maduro. En cambio, en estiaje la situación es de hipereutrofia y las algas se encuentran en fase de maduración, siendo todavía bastante juveniles.

Producción primaria en el río Ultzama. Clorofila en PLANCTON. Año 2022.						
Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Índice Margalef	Situación trófica
N-16 Villava	3,47	1,88	Oligotrofia	12,83	2,32	Mesotrofia

En cuanto a la situación trófica del tramo de Villava en base a la clorofila planctónica, las dos campañas muestran una fase poco productiva, oligotrófica y mesotrofia respectivamente. Las algas se encuentran en fase de maduración.

6.1.4. RÍO ELORZ

El río Elorz pertenece a la tipología 12, “Montaña Mediterránea Calcárea”, de la clasificación que el CEDEX realiza en 2005. Confluye con el Arga por su margen izquierda poco después de Pamplona. Nace en la vertiente W del puerto de Loiti. Tiene una longitud de 32 Km. Sus principales afluentes son el río Unciti, el río Sadar y el barranco de Errekaldea.

De acuerdo con el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, *D.F 157/1995, de 3 de julio*, el río Elorz pertenece a la Región Ciprinícola en su totalidad.

6.1.4.1. DATOS FÍSICOQUÍMICOS (RÍO ELORZ)

A continuación, se muestran los resultados que el **equipo redactor** obtiene a la altura del barrio pamplonés de Echavacóz en 2022:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-17 Pamplona	8,03	12,3	7,74	88,0	2.036	21,1	0,12	< N.D

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-17 Pamplona	7,71	20,4	5,64	67,6	2.722	80,4	0,04	< N.D

N.D: Nivel de detección

Durante la campaña de primavera las condiciones fisicoquímicas son buenas. En estiaje aunque similares, sí que se detecta déficit de oxígeno.

6.1.4.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO ELORZ)

Calidad biológica en el río Elorz. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-17 Pamplona	12	104	24	II	98	24	II

La calidad biológica de este tramo del río Elorz es buena en ambas campañas. Se trata de la primera vez que el tramo alcanza los objetivos de la DMA en el mismo año desde que en 2006 se incluyera este punto en la red de muestreos. Solamente en 3 ocasiones ha ocurrido esto, la anterior en primavera de 2016.

6.1.4.3. ESTADO TRÓFICO (RÍO ELORZ)

Se recogen muestras de **algas bénticas** y **planctónicas**:

Producción primaria en el río Elorz. Clorofila en BENTOS. Año 2022.						
Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica
N-17 Pamplona	141,12	2,25	Eutrofia	135,86	1,91	Eutrofia

La concentración de clorofila a en las algas bentónicas es elevada en ambas campañas, indicando procesos de eutrofia.

Producción primaria en el río Elorz. Clorofila en PLANCTON. Año 2022.						
Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila (µg l ⁻¹)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila (µg l ⁻¹)	Índice Margalef	Situación trófica
N-17 Pamplona	12,56	2,01	Mesotrofia	11,76	3,07	Mesotrofia

La clorofila planctónica indica una situación poco productiva en las dos campañas.

Las algas bentónicas y planctónicas se encuentran en fase de maduración según el índice de Margalef.

6.1.5. RÍO SALADO

El río Salado pertenece a la tipología “Ríos Mineralizados de Baja Montaña Mediterránea” (CEDEX, 2005). Nace en la vertiente suroccidental de la Peña de Etxauri. Recibe las aguas de todas regatas colectoras de la parte meridional de la sierra de Andía y de la Sierra de Sarbil: Ubagua, Ogancia y Guembe. Una vez recogidos estos afluentes forma el embalse de Alloz, uno de los más importantes de Navarra con 84 Hm³ de capacidad. A partir de aquí progresa por un terreno poco accidentado hasta desembocar en el río Arga a la altura de Mendigorria. Las localidades de su cuenca tienen una escasa población en líneas generales. El río Salado debe su nombre a que atraviesa dos diapiros, lo que proporciona una fuerte conductividad a sus aguas.

Este curso fluvial pertenece en su totalidad a la Región Ciprinícola (Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, D.F 157/1995, de 3 de julio).

6.1.5.1. DATOS FISICOQUÍMICOS (RÍO SALADO)

En las siguientes tablas se muestran los datos obtenidos por el **equipo redactor**:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-18 Mendigorria	8,14	18,2	8,59	98,4	1.939	4,1	< N.D	< N.D

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-18 Mendigorria	8,10	14,8	8,27	86,9	1.081	19,3	< N.D	0,02

N.D: Nivel de detección

La calidad fisicoquímica de este tramo del río Salado es buena en ambas campañas. Destaca la fuerte mineralización, como se comenta sobre estas líneas, de origen natural.

6.1.5.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO SALADO)

Calidad biológica en el río Salado. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-18 Mendigorria	9	145	32	II	104	24	II

La calidad biológica del tramo es muy buena, Clase II, en ambas campañas. En estiaje el caudal circulante es alto, por lo que dificulta la toma de muestras. Sin embargo, ello no impide que el índice biótico revele una buena situación.

6.1.6. RÍO ARGÁ

El río Argá según la clasificación del CEDEX, pertenece a dos ecorregiones diferentes. La mitad del río, desde la cabecera hasta Belascoain pertenece a la tipología “Montaña Húmeda Calcárea”. Mientras que desde esta localidad hasta la desembocadura en el río Aragón, a los “Ejes Mediterráneo Continentales poco Mineralizados”. Nace cerca de la frontera francoespañola, en Quinto Real, y desemboca en el río Aragón entre Villafranca y Funes. Atraviesa Navarra aproximadamente por su mitad siguiendo una dirección predominante N-S. En su tramo medio-alto atraviesa la comarca de Pamplona, donde se encuentra el núcleo de población más importante de la Comunidad Foral, que agrupa a la mitad de sus habitantes. Mientras la zona alta se encuadra en una región muy montañosa y húmeda, hacia el final atraviesa áreas más llanas y notablemente áridas. De su extensa red de afluentes destacan Ultzama, Arakil y Salado por la margen derecha. Los tributarios de la margen izquierda, como Egüés, Elorz y Robo, son menos importantes.

Su parte alta, desde cabecera hasta la localidad de Akerreta pertenece a la Región Samonícola Superior. Desde el puente de esta localidad hasta la desembocadura del río Egüés en Huarte se considera Región Salmonícola Mixta. Y el resto del río Ciprinícola (Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra; *D. F 157/1995, de 3 de julio*).

6.1.6.1. DATOS FISICOQUÍMICOS (RÍO ARGÁ)

El **equipo redactor** consigue datos de los siguientes parámetros en las dos campañas:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-19 Eugi	8,11	12,0	10,18	107,1	173	0,6	0,01	0,2
N-20 Urtasun	7,52	18,1	8,82	102,1	179	3,4	< N.D	0,05
N-21 Zubiri	8,34	18,7	9,32	106,6	285	4,0	< N.D	0,14
N-22 Huarte-Pamplona	8,27	18,8	8,72	101,4	310	3,9	< N.D	0,12
N-23 Pasarelas	7,75	19,8	7,41	87,6	353	7,7	< N.D	0,03
N-24 San Jorge	7,80	20,5	8,48	99,4	366	5,6	< N.D	0,07
N-25 Landaben	8,23	20,6	8,08	97,0	365	13,5	< N.D	0,14
N-26 Ororbia	8,86	20,8	8,47	101,4	572	5,2	0,18	0,07
N-27 Belascoain	8,73	21,1	7,11	86,2	860	6,9	0,04	0,13
N-28 Puente la Reina	8,28	20,6	8,24	99,1	817	7,5	0,02	< N.D
N-29 Miranda de Argá	8,23	20,3	9,57	111,9	1.061	12,0	< N.D	< N.D
N-30 Falces	8,00	19,8	13,29	154,1	1.476	4,5	< N.D	< N.D
N-31 Funes	8,17	20,0	9,79	113,6	1.209	9,0	0,16	0,03

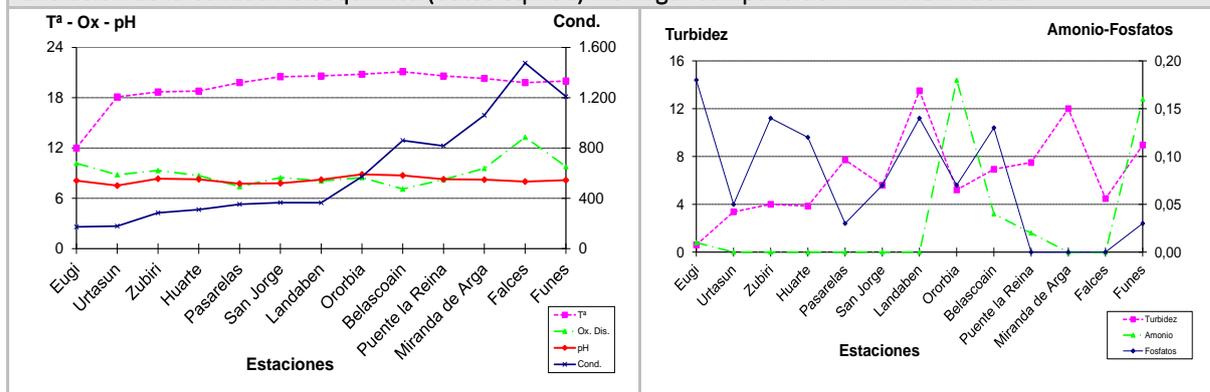
Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.

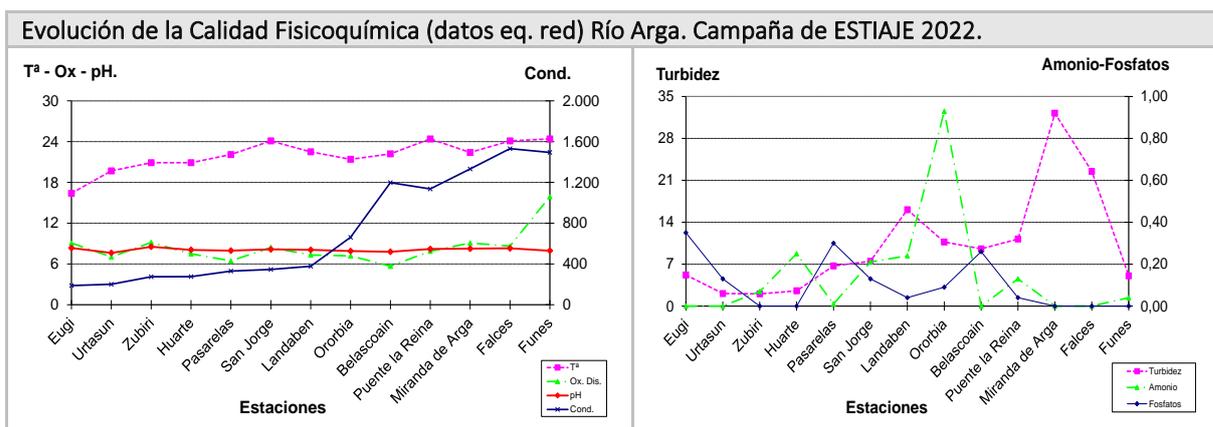
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-19 Eugi	8,35	16,4	9,07	102,4	188	5,2	< N.D	0,35
N-20 Urtasun	7,63	19,7	7,04	84,1	201	2,1	< N.D	0,13
N-21 Zubiri	8,54	20,9	9,17	111,5	275	2,0	0,07	< N.D
N-22 Huarte-Pamplona	8,07	20,9	7,49	91,1	276	2,6	0,25	< N.D
N-23 Pasarelas	7,96	22,1	6,46	79,7	330	6,7	0,01	0,30
N-24 San Jorge	8,15	24,1	8,43	107,3	347	7,5	0,21	0,13
N-25 Landaben	8,08	22,5	7,33	90,4	378	16,1	0,24	0,04
N-26 Ororbia	7,90	21,4	7,19	87,3	662	10,7	0,93	0,09
N-27 Belascoain	7,80	22,2	5,67	70,7	1.198	9,6	< N.D	0,26
N-28 Puente la Reina	8,20	24,4	7,87	100,3	1.136	11,2	0,13	0,04
N-29 Miranda de Arga	8,26	22,4	9,10	111,8	1.332	32,2	< N.D	< N.D
N-30 Falces	8,30	24,1	8,62	108,9	1.531	22,5	< N.D	< N.D
N-31 Funes	7,95	24,4	15,90	1494,0	1.494	5,1	0,04	< N.D

N.D: Nivel de detección

Durante la campaña de primavera el pH se encuentra entre valores propios de aguas naturales. La temperatura se mantiene constante salvo en cabecera que es más fresca. La oxigenación es buena en todo el río. Destaca la sobresaturación en Falces. La conductividad pasa de ser débil a fuerte. En cuanto a la turbidez, no se miden valores elevados. Por lo que a la contaminación orgánica se refiere, no se detectan problemas.

En la campaña de estiaje el pH toma valores similares a los obtenidos en primavera. La temperatura es notablemente superior a la anterior campaña, propia de los meses de verano. Existe una notable variabilidad en la concentración de oxígeno a lo largo del río, con una mínima de 5,67 mg l⁻¹ en Belascoain y un máximo cercano a 16 mg l⁻¹ en Funes. La mineralización aumenta hacia los tramos más bajos, igual que en la anterior campaña. La turbidez se mantiene en valores bajos en la mayor parte de las estaciones, aumentando ligeramente en Miranda de Arga y Falces. En cuanto a la contaminación orgánica, el amonio consigna una elevada concentración en Ororbia (Pasarelas).

Evolución de la Calidad Físicoquímica (datos eq. red) Río Arga. Campaña de PRIMAVERA 2022.




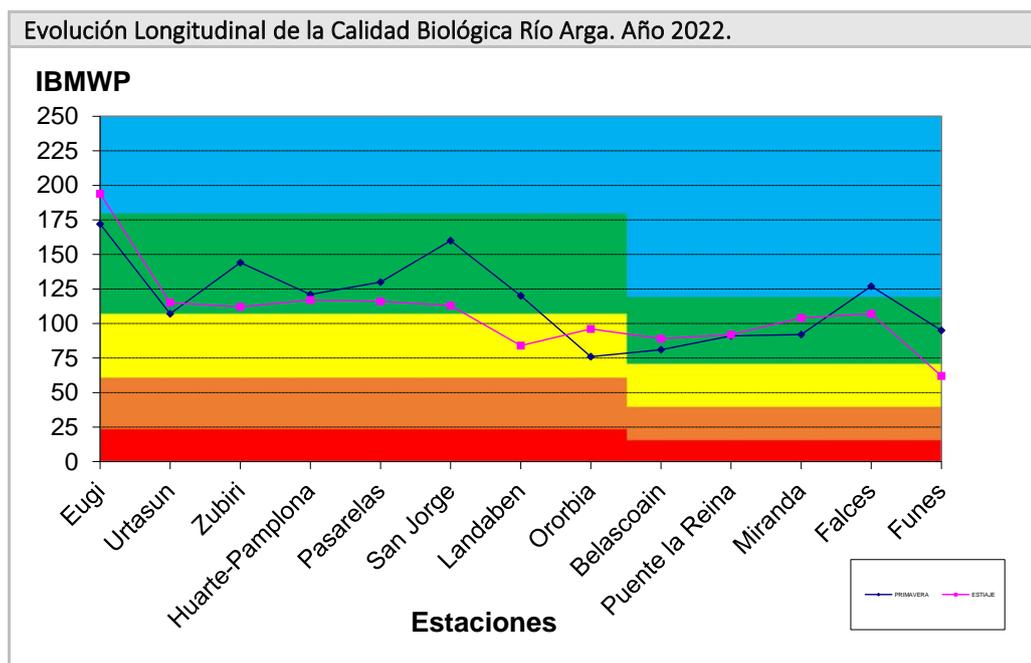
6.1.6.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO ARGA)

Calidad biológica en el río Arga. Año 2022.

Estaciones	Tipo	IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
		Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-19 Eugi	26	172	28	II	194	31	I
N-20 Urtasun	26	107	18	III	115	22	II
N-21 Zubiri	26	144	25	II	112	20	II
N-22 Huarte-Pamplona	26	121	21	II	117	23	II
N-23 Pasarelas	26	130	23	II	116	25	II
N-24 San Jorge	26	160	30	II	113	22	II
N-25 Landababen	26	120	23	II	84	17	III
N-26 Ororbia	26	76	18	III	96	22	III
N-27 Belascoain	15	81	16	II	89	23	II
N-28 Puente la Reina	15	91	21	II	92	22	II
N-29 Miranda de Arga	15	92	21	II	104	21	II
N-30 Falces	15	127	28	I	107	24	II
N-31 Funes	15	95	20	II	62	16	III

Se podría decir que la situación del río en primavera es buena. Salvo Urtasun y Ororbia, el resto de estaciones alcanzan los objetivos. Se trata de dos tramos donde es habitual detectar problemas. Hay que destacar que en Urtasun, el valor del índice biótico se encuentra en el límite con la Clase II. En el lado opuesto encontramos los tramos que transcurren por la capital navarra, que en esta ocasión muestran una buena calidad del agua, algo poco usual aunque conforma la tendencia a la mejoría de los últimos años

En estiaje sin embargo, la situación varía ligeramente. Mientras que Urtasun mejora, en Landababen el índice biótico desciende revelando problemas de contaminación. Problemas que persisten en Ororbia. En el tramo bajo, el de Funes, también la calidad desciende a media. El resto de tramos mantienen una buena situación.



También se recogen muestras de **diatomeas bentónicas** en varios tramos del río Arga. A continuación, se muestran los resultados obtenidos tras el análisis.

		IPS			
		PRIMAVERA		ESTIAJE	
Estación	Tipo	Valor	Clase Calidad	Valor	Clase Calidad
N-26 Ororbía	26	13,2	II	9,1	III
N-31 Funes	15	17,1	II	14,9	II

En el tramo de Ororbía, según el índice IPS, la calidad es buena y media respectivamente. En cuanto a Funes, ambas campañas muestran una buena situación.

6.1.6.3. ESTADO TRÓFICO (RÍO ARGA)

En el río Arga se obtienen datos de **clorofila béntica y planctónica** en varias estaciones:

Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica
N-22 Huarte-Pamplona	327,56	2,77	Hipereutrofia	130,99	2,26	Eutrofia
N-28 Pte. La Reina	9,06	2,49	Oligotrofia	323,24	2,01	Hipereutrofia
N-30 Falces	238,77	2,33	Hipereutrofia	394,17	2,40	Hipereutrofia
N-31 Funes	136,28	2,68	Eutrofia	201,50	2,24	Hipereutrofia

En general, las estaciones del río Arga analizadas muestran una alta productividad, con concentraciones de clorofila elevadas. Solamente en Puente la Reina en primavera, esta concentración es baja.

Producción primaria en el río Arga. Clorofila en PLANCTON. Año 2022.						
Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Índice Margalef	Situación trófica
N-22 Huarte-Pamplona	1,60	2,15	Oligotrofia	4,01	2,08	Oligotrofia
N-25 Landaben	4,81	2,15	Oligotrofia	22,45	2,26	Eutrofia
N-26 Ororbía	12,03	2,26	Mesotrofia	22,99	2,29	Eutrofia
N-28 Pte. La Reina	34,21	2,39	Eutrofia	10,16	2,61	Mesotrofia
N-30 Falces	21,38	2,24	Eutrofia	93,82	2,31	Hipereutrofia
N-31 Funes	7,22	2,16	Mesotrofia	9,09	2,28	Mesotrofia

En cuanto a la situación trófica en base a la clorofila planctónica, en primavera es en los tramos de Puente la Reina y Falces donde mayor concentración se mide, eutrofia. El resto de estaciones presentan una baja concentración. En estiaje la situación varía, Huarte, Puente la Reina y Funes consignan unas concentraciones bajas. Landaben, Ororbía y sobre todo Falces muestran una situación de eutrofia e hipereutrofia. Todas las algas planctónicas se encuentran en fase de maduración.

6.1.7. RÍO UREDERRA

La tipología del río Urederra pertenece a la “Montaña Húmeda Calcárea” desde la cabecera hasta prácticamente la desembocadura que pertenece a la “Montaña Mediterránea Calcárea”, siempre según la ecorregionalización de 2005 del CEDEX. Es el principal tributario del Ega. Desde la sierra de Urbasa, el río progresa con una dirección N-S. Las localidades de su cuenca son de modesta entidad, prácticamente todas por debajo de 500 habitantes. La cuenca presenta una evidente vocación forestal y ganadera. La cuenca de recepción de la zona alta es la sierra de Urbasa, caracterizada por precipitaciones importantes. En esta zona dominan los bosques caducifolios, sobre todo hayedos. En cambio, en la zona baja se produce una transición hacia un clima más mediterráneo y con menores niveles de precipitación.

Según el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, *D.F 157/1995, de 3 de julio*, este río pertenece en su totalidad a la Región Salmonícola Superior.

6.1.7.1. DATOS FISICOQUÍMICOS (RÍO UREDERRA)

A continuación, se muestran los datos recogidos por el **equipo redactor**:

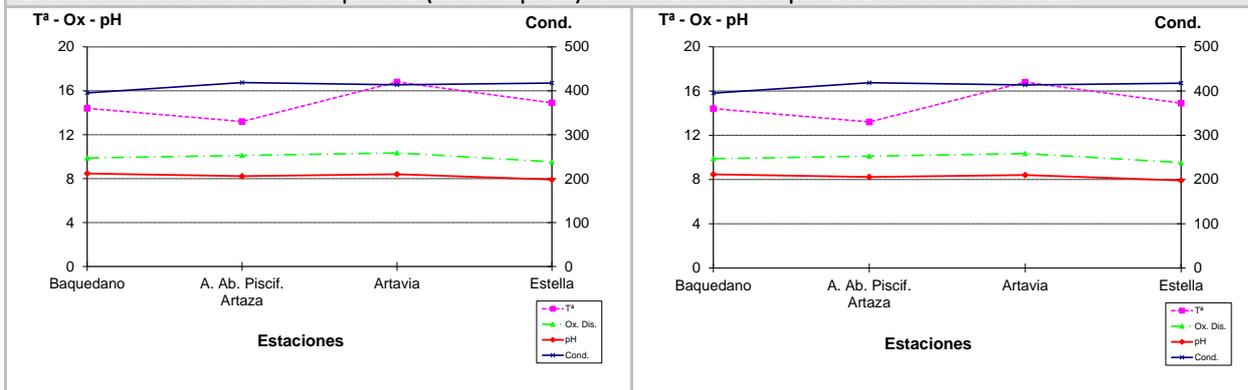
Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-32 Baquedano	8,46	14,4	9,88	106,8	395	1,3	< N.D	0,22
N-33 Ab. Piscif. Artaza	8,22	13,2	10,11	105,9	419	1,7	< N.D	< N.D
N-34 Artavia	8,40	16,8	10,34	112,1	414	1,5	< N.D	0,03
N-35 Estella	7,91	14,9	9,53	104,7	418	3,2	< N.D	< N.D

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-32 Baquedano	8,26	17,9	8,81	101,8	606	1,31	0,13	0,13
N-33 Ab. Piscif. Artaza	8,43	16,6	9,98	109,4	369	6,38	< N.D	< N.D
N-34 Artavia	8,31	19,4	10,80	130,2	368	1,86	0,05	0,09
N-35 Estella	8,26	21,6	8,60	105,0	345	2,4	< N.D	< N.D

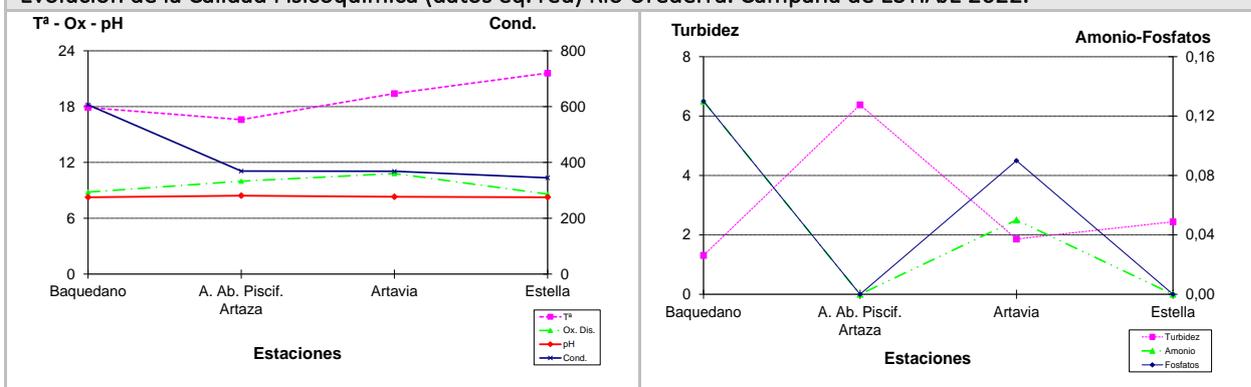
N.D: Nivel de detección

Según los datos que el equipo técnico toma en 2022, tanto en primavera como en estiaje todo el río muestra unas muy buenas condiciones fisicoquímicas.

Evolución de la Calidad Físicoquímica (datos eq. red) Río Urederra. Campaña de PRIMAVERA 2022.



Evolución de la Calidad Físicoquímica (datos eq. red) Río Urederra. Campaña de ESTIAJE 2022.

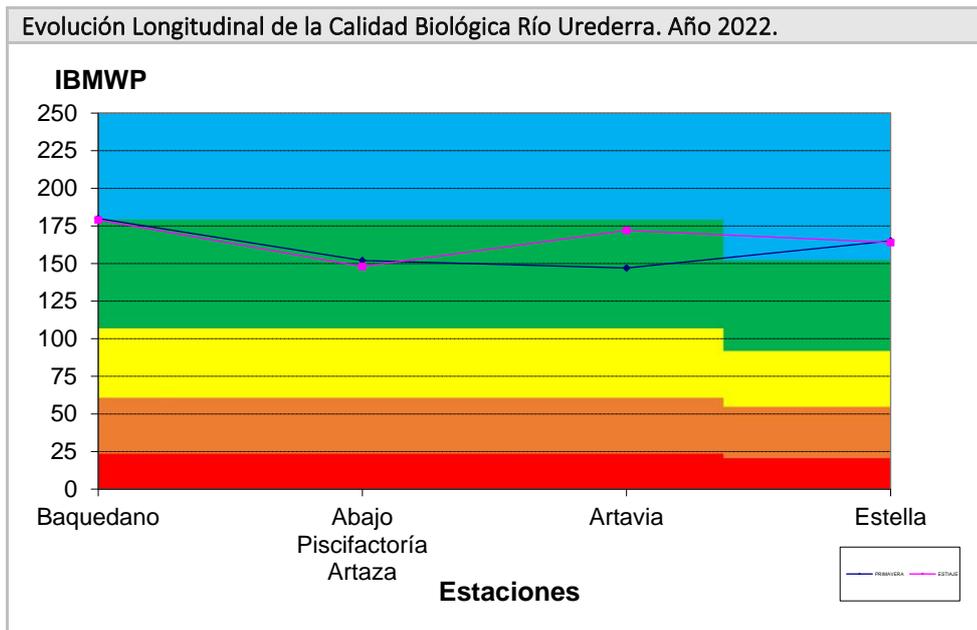


6.1.7.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO UREDERRA)

Calidad biológica en el río Urederra. Año 2022.

Estaciones	Tipo	IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
		Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-32 Baquedano	26	180	31	I	179	32	II
N-33 Ab. Piscif. Artaza	26	152	27	II	148	28	II
N-34 Artavia	26	147	28	II	172	30	II
N-35 Estella	12	165	33	I	164	31	I

La calidad biológica del río Urederra en 2022 es muy buena. Ambas campañas obtienen resultados muy similares del índice biótico.



6.1.8. RÍO MAYOR

Es un afluente directo del Ebro por su margen izquierda geográfica, perteneciente a la Región Ciprínicola de acuerdo con el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, *D.F 157/1995, de 3 de julio*.

Se trata de un “Río Mineralizado de Baja Montaña Mediterránea” dentro de la tipificación del CEDEX. Se encuadra en el extremo suroccidental de Navarra. El nacimiento se realiza cerca de Aguilar de Codés, recogiendo las aguas de una zona entre la Sierra de Cantabria y la Sierra de Codés. Aguas abajo de Lazagurría recibe las aguas del Odrón y progresa camino de Mendavia. Tras atravesar este núcleo urbano desemboca en el río Ebro.

6.1.8.1. DATOS FÍSICOQUÍMICOS (RÍO MAYOR)

En las siguientes tablas se muestran los datos obtenidos por el **equipo redactor**:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-36 Mendavia	8,57	24,6	10,07	128,2	166	41,0	0,12	0,32

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-36 Mendavia	8,98	25,7	8,53	11,6	361	8,9	< N.D	0,23

N.D: Nivel de detección

La situación es similar en ambas campañas. Destaca la alta temperatura del tramo. También se detecta cierta presencia de fosfatos.

6.1.8.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO MAYOR)

Calidad biológica en el río Mayor. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-36 Mendavia	9	73	19	III	98	21	II

Este tramo del río Mayor a su paso por la localidad de Mendavia ha mostrado importantes signos de contaminación a lo largo de los años. En 2022 la situación es distinta entre las dos campañas. En primavera la calidad del agua es media. En estiaje en cambio, el valor del índice aumenta notablemente, revelando una buena calidad del agua. Se trata de la segunda vez (la primera en estiaje de 2021) que este tramo alcanza los objetivos de la DMA, con un valor del índice IBMWP muy superior al de la media histórica de 63.

6.1.9. RÍO EGA

Tras el Aragón, el río Ega es el afluente más importante del Ebro en la Comunidad Foral de Navarra. La mitad pertenece a la tipología 12, “Montaña Mediterránea Calcárea” y la otra mitad a los “Ejes Mediterráneo-Continental poco Mineralizados”, 15, según la ecorregionalización del CEDEX, 2005. Nace en Álava en la zona de Santa Cruz de Campezo. Entra en Navarra cerca de Zúñiga y sigue hacia Estella por el valle formado entre las sierras de Lóquiz y Codés, con dirección W-E. A la altura de Estella, tras recibir las aguas del Urederra, el río gira 90º y se dirige hacia el sur atravesando la “Ribera de Estella”. Pasa por las localidades de Allo, Lerín, Cárcar y Andosilla, desembocando en el Ebro a la altura de San Adrián. Desde un punto de vista climático, hay una importante diferencia entre las zonas más elevadas de la cuenca alta, donde las precipitaciones son abundantes y pueden llegar a 1.500 mm anuales en algunas zonas. Contrasta con la escasez de precipitaciones de la parte baja de la cuenca, apenas 500 mm anuales.

De acuerdo con el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, *D.F 157/1995, de 3 de julio*, el río Ega desde su entrada en Navarra hasta la presa de Saltos del Ega en Estella pertenece a la Región Salmonícola Superior. Desde aquí hasta la localidad de Allo a la Salmonícola Mixta y el resto, a la Región Ciprinícola.

6.1.9.1. DATOS FISCOQUÍMICOS (RÍO EGA)

El equipo redactor toma datos en un total de 8 puntos:

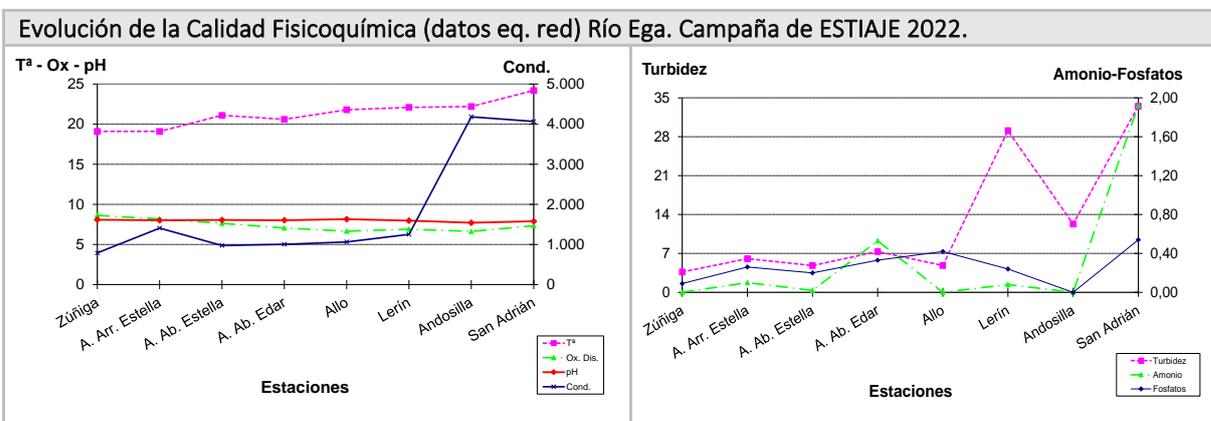
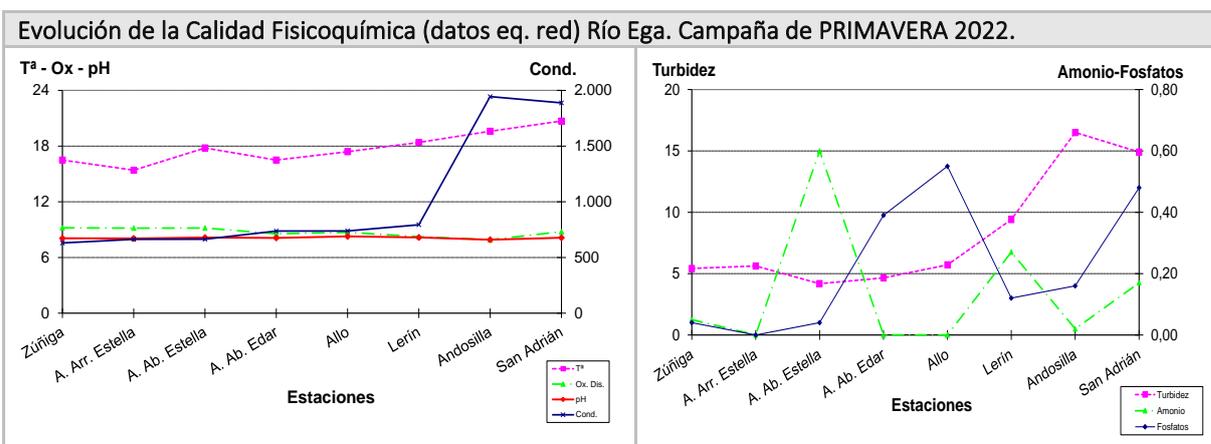
Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-37 Zúñiga	8,07	16,5	9,20	103,3	631	5,4	0,05	0,04
N-38 A. Arr. Estella	8,05	15,4	9,16	101,2	663	5,6	< N.D	< N.D
N-39 A. Ab. Estella	8,15	17,8	9,17	103,4	665	4,2	0,60	0,04
N-40 A. Ab. Edar	8,11	16,5	8,56	95,7	737	4,7	< N.D	0,39
N-41 Allo	8,27	17,4	8,71	97,5	738	5,7	< N.D	0,55
N-42 Lerín	8,16	18,4	8,24	93,7	794	9,4	0,27	0,12
N-43 Andosilla	7,92	19,6	7,91	91,6	1.944	16,5	0,02	0,16
N-44 San Adrián	8,13	20,7	8,78	104,3	1.888	14,9	0,17	0,48

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-37 Zúñiga	8,09	19,1	8,63	102,8	790	3,7	< N.D	0,09
N-38 A. Arr. Estella	8,02	19,1	8,18	96,2	1.410	6,1	0,10	0,26
N-39 A. Ab. Estella	8,06	21,1	7,64	92,2	975	4,8	0,02	0,20
N-40 A. Ab. Edar	8,03	20,6	7,06	85,7	1.005	7,3	0,53	0,33
N-41 Allo	8,16	21,8	6,66	81,8	1.065	4,8	< N.D	0,42
N-42 Lerín	7,97	22,1	6,91	84,5	1.252	29,1	0,08	0,24
N-43 Andosilla	7,71	22,2	6,63	81,3	4.184	12,3	< N.D	< N.D
N-44 San Adrián	7,90	24,2	7,34	93,6	4.068	33,5	1,92	0,54

N.D: Nivel de detección

El río Ega presenta unas condiciones fisicoquímicas buenas en general durante la campaña de primavera. PH, oxígeno, conductividad y turbidez así lo indican. Sin embargo, se detecta cierta contaminación presencia de fosfatos, principalmente en el tramo medio. El amonio se encuentra en bajas concentraciones, salvo abajo Estella donde revela cierta contaminación.

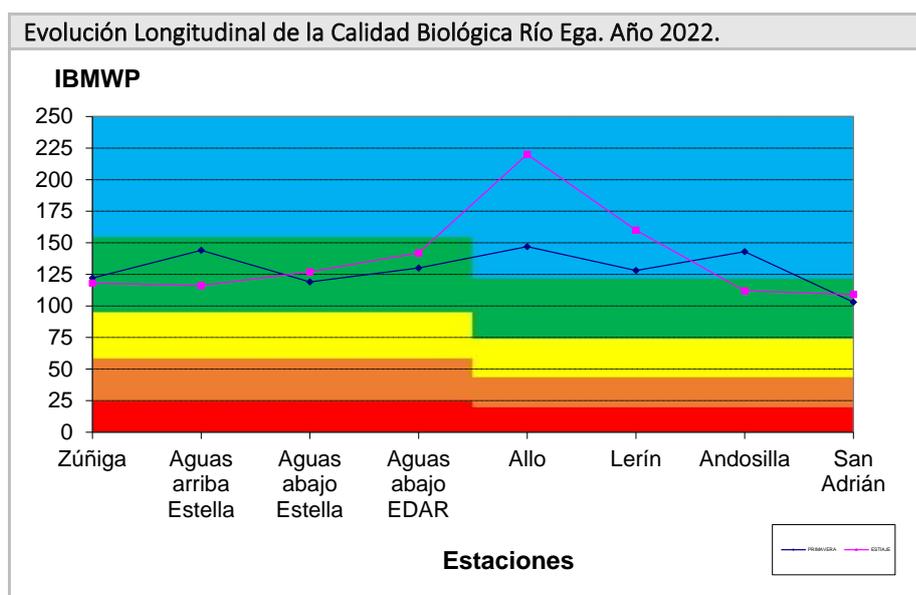
En estiaje la situación es similar. Como es normal, la temperatura del agua aumenta, y como consecuencia, se miden oxigenaciones inferiores a la anterior campaña. La mineralización aumenta y la turbidez mantiene valores bajos. Persiste la presencia de fosfatos y destaca la situación del tramo de San Adrián, donde se registra una concentración de amonio superior a 1 mg l⁻¹, considerada incompatible con la vida piscícola.



6.1.9.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO EGA)

Calidad biológica en el río Ega. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-37 Zúñiga	12	122	22	II	118	22	II
N-38 A. Arr. Estella	12	144	27	II	116	22	II
N-39 A. Ab. Estella	12	119	24	II	127	24	II
N-40 A. Ab. Edar	12	130	27	II	142	29	II
N-41 Allo	15	147	30	I	220	41	I
N-42 Lerín	15	128	26	I	160	30	I
N-43 Andosilla	15	143	29	I	112	23	II
N-44 San Adrián	15	103	21	II	109	25	II

La situación del río Ega en 2022 es muy satisfactoria y similar en ambas campañas. En todas las ocasiones se alcanzan los objetivos de la DEMA, con unos máximos del índice biótico en el tramo medio.



Además, y con el fin de determinar mejor el estado ecológico del río, se toman muestras de **diatomeas bentónicas** aguas abajo de la EDAR de Estella y en San Adrián:

Estado ecológico del río Ega según las comunidades de diatomeas. Año 2022.					
		IPS			
		PRIMAVERA		ESTIAJE	
Estación	Tipo	Valor	CL.CALIDAD	Valor	CL.CALIDAD
N-40 A. Ab. EDAR	12	14,6	II	13,3	II
N-44 San Adrián	15	14,7	II	11,3	III

Según el índice IPS, en primavera ambos tramos presentan una buena situación, Clase II. En estiaje en cambio, mientras que aguas abajo de la EDAR de Estella la situación se mantiene, en San Adrián empeora a Clase III, es decir, calidad media.

6.1.9.3. ESTADO TRÓFICO (RÍO EGA)

Se recogen muestras bentónicas y planctónicas en las siguientes estaciones:

Producción primaria en el río Ega. Clorofila en BENTOS. Año 2022.						
Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica
N-38 A. Ar. Estella	544,26	2,22	Hipereutrofia	2518,76	2,60	Hipereutrofia
N-39 A. Ab. Estella	310,20	2,42	Hipereutrofia	270,60	2,20	Hipereutrofia
N-40 A. Ab. EDAR	2625,29	1,91	Hipereutrofia	564,98	2,06	Hipereutrofia
N-44 San Adrián	126,26	2,41	Eutrofia	3153,10	2,11	Hipereutrofia

Según la clorofila bentónica, todas las estaciones estudiadas presentan una importante tanto en primavera como en estiaje. Todas las algas se encuentran en fase de maduración.

Producción primaria en el río Ega. Clorofila en PLANCTON. Año 2022.						
Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila (µg l ⁻¹)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila (µg l ⁻¹)	Índice Margalef	Situación trófica
N-39 A. Ab. Estella	0,80	1,93	Oligotrofia	1,87	1,97	Oligotrofia
N-40 A. Ab. EDAR	1,34	2,17	Oligotrofia	2,14	1,79	Oligotrofia
N-44 San Adrián	2,14	2,31	Oligotrofia	3,47	3,28	Oligotrofia

En cambio, la clorofila planctónica se encuentra en muy bajas concentraciones prácticamente en todas las ocasiones. Al igual que las algas bentónicas, las planctónicas también se encuentran en fase de maduración.

6.1.10. RÍO ERRO

El río Erro es un tributario del Irati por su margen derecha geográfica. La zona de la cabecera se sitúa en la región de “Alta Montaña” mientras que la zona más baja pertenece a la “Montaña Húmeda Calcárea”. Su nacimiento se produce muy cerca de la frontera francoespañola en la zona de Sorogain. En su parte alta forma un valle bastante cerrado, situación que se mantiene hasta la localidad de Urroz. A partir de aquí, el valle es más amplio hasta desembocar en el Irati a la altura de Aós. La cuenca alta recibe un importante volumen de precipitaciones, cerca de 1.800 mm anuales, de ellas una parte en forma de nieve. Hacia la zona baja de la cuenca va disminuyendo la intensidad de las precipitaciones, de forma que cerca de la desembocadura llegan a unos 1.000 mm al año.

El Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, *D.F 157/1995, de 3 de julio*, indica que el río desde su nacimiento hasta el puente de Lizoain pertenece a la Región Salmonícola superior. Desde este punto hasta su desembocadura en el río Irati pertenece a la Región Salmonícola Mixta.

6.1.10.1. DATOS FISICOQUÍMICOS (RÍO ERRO)

El **equipo redactor** realiza análisis del agua en Sorogain y Lónguida obteniendo los siguientes resultados:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-45 Sorogain	8,13	13,5	9,86	106,5	251	2,2	< N.D	< N.D
N-46 Lónguida	8,30	22,2	10,49	129,1	371	12,8	0,08	< N.D

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-45 Sorogain	8,47	19,2	9,10	109,2	238	1,1	0,11	< N.D
N-46 Lónguida	8,68	24,7	11,78	152,0	332	9,7	0,53	< N.D

N.D: Nivel de detección

Las condiciones fisicoquímicas del río Erro en 2022 son, en general buenas en ambas campañas. Se detecta una ligera sobresaturación de oxígeno durante la campaña estival en Lónguida, seguramente relacionado con la fuerte presencia de algas en el tramo. Existe cierta contaminación por amonio también.

6.1.10.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO ERRO)

Calidad biológica en el río Erro. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-45 Sorogain	26	173	29	II	177	31	II
N-46 Lónguida	26	133	23	II	153	28	II

Tanto en primavera como en estiaje el índice biótico alcanza valores elevados que revelan una buena situación del río durante 2022.

6.1.11. RÍO URROBI

El río Urrobi transcurre por la “Montaña Húmeda Calcárea” según la ecorregionalización del CEDEX de 2005. Es uno de los principales afluentes del Irati, en el que confluye por su margen derecha aguas abajo de Itoiz. Su nacimiento se produce aguas arriba de Burguete, drenando la zona de Ibañeta, en un área con importantes precipitaciones, en significativa parte en forma de nieve. Pasa por el valle de Arce hasta que llega a la desembocadura. En esta zona se registra un nivel inferior de precipitaciones, en torno a 1.000 mm anuales.

Pertenece en su totalidad a la Región Salmonícola Superior (Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, D.F 157/1995, de 3 de julio).

6.1.11.1. DATOS FISICOQUÍMICOS (RÍO URROBI)

El **equipo redactor** toma datos en Burguete y Úriz:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (μS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-47 Burguete	7,55	14,7	9,13	101,9	168	6,0	3,51	< N.D
N-48 Úriz	8,43	17,6	9,21	107,0	239	4,3	< N.D	< N.D

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (μS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-47 Burguete	7,81	18,4	7,33	88,7	180	4,10	0,11	0,10
N-48 Úriz	9,00	20,7	9,29	114,8	234	3,86	0,05	0,10

N.D: Nivel de detección

Los datos obtenidos durante los muestreos indican una buena calidad fisicoquímica en ambas estaciones tanto en primavera como en estiaje.

6.1.11.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO URROBI)

Calidad biológica en el río Urrobi. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-47 Burguete	26	202	34	I	198	35	I
N-48 Úriz	26	224	37	I	187	31	I

Todos los muestreos realizados alcanzan los objetivos establecidos por la DMA, revelando una excelente calidad biológica del agua tanto en primavera como en estiaje.

6.1.12. RÍO ARETA

Se trata de un río perteneciente a la “Montaña Húmeda Calcárea”. Nace en las estribaciones meridionales del monte Baigura y discurre durante 27 km en dirección sur para desembocar finalmente en la margen derecha del río Irati a la altura de Rípodas. Es un río en el que la parte más baja se seca en época de estiaje.

El Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, *D.F 157/1995, de 3 de julio*, indica que el río desde su nacimiento hasta la localidad de Eparoz pertenece a la Región Salmonícola Superior. Desde el puente de esta localidad hasta la desembocadura en el Irati corresponde a la Región Salmonícola Mixta.

6.1.12.1. DATOS FISCOQUÍMICOS (RÍO ARETA)

El **equipo redactor** toma datos en la estación de aforos de Murillo-Berrolla:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (μS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-49 Murillo-Berrolla	8,21	16,7	9,14	102,4	398	2,5	< N.D	< N.D

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (μS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-49 Murillo-Berrolla	8,06	19,3	7,53	89,2	459	31,5	< N.D	< N.D

N.D: Nivel de detección

La calidad fisicoquímica de este tramo del río Areta es satisfactoria.

6.1.12.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO ARETA)

Calidad biológica en el río Areta. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-49 Murillo-Berrolla	26	198	34	I	168	29	II

Según el índice IBMWP, la calidad del agua en el tramo de estudio es excelente en primavera y buena en estiaje.

6.1.13. RÍO IRATI

Este río transcurre por tres tipos de tipologías según la tipificación del CEDEX (2005). Desde su parte más alta hasta Lumbier pertenece a la “Montaña Húmeda Calcárea”, para pasar a pertenecer los ríos de la “Montaña Mediterránea Calcárea”. La parte final, antes de la desembocadura en el río Aragón se denomina “Ejes Mediterráneo-Continental poco Mineralizados”. Es el principal afluente del Aragón en Navarra. Su cuenca drena buena parte del Pirineo Navarro, por lo que se trata de un río muy caudaloso al ubicarse en un área que recibe abundantes precipitaciones. Nace en la Selva de Irati, de la confluencia de los arroyos Urtxuria y Urbeltza. A pocos cientos de metros de su nacimiento forma el embalse de Irabia. En este primer tramo sigue un eje E-W, hasta que en Orbaiceta gira 90 ° en dirección hacia Aoiz, formando en Oroz-Betelu el embalse de Itoiz. En las inmediaciones de Aós vuelve a girar a dirección NNW-SSE, encaminándose a Lumbier por el valle de Lónguida. Recibe el Salazar (su principal tributario) y se encañona en la foz de Lumbier, dirigiéndose hacia Sangüesa, donde desemboca en el Aragón. En una cuenca tan extensa, las condiciones bioclimáticas son muy dispares. En la zona alta se halla la cota 2.000 más occidental del Pirineo (el Ori), con precipitaciones que se acercan a 2.000 mm anuales. Sin embargo, en la zona de Liédena y Sangüesa, cerca de la desembocadura, apenas llega a 800 mm anuales.

De acuerdo con el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, *D.F 157/1995, de 3 de julio*, el río Irati pertenece a la Región Salmonícola Superior desde su nacimiento hasta la presa del embalse de Itoiz. Desde aquí hasta la desembocadura, a la Región Salmonícola Mixta.

6.1.13.1. DATOS FISICOQUÍMICOS (RÍO IRATI)

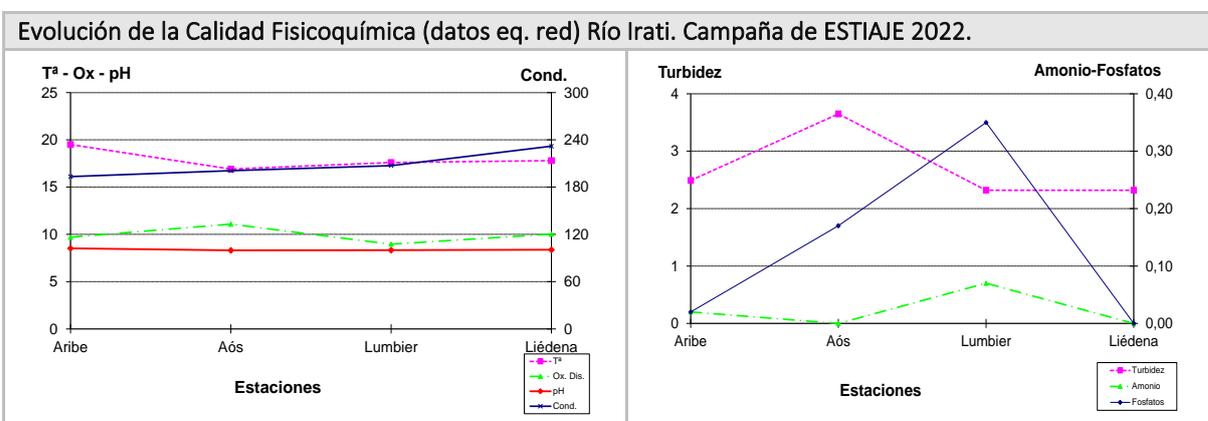
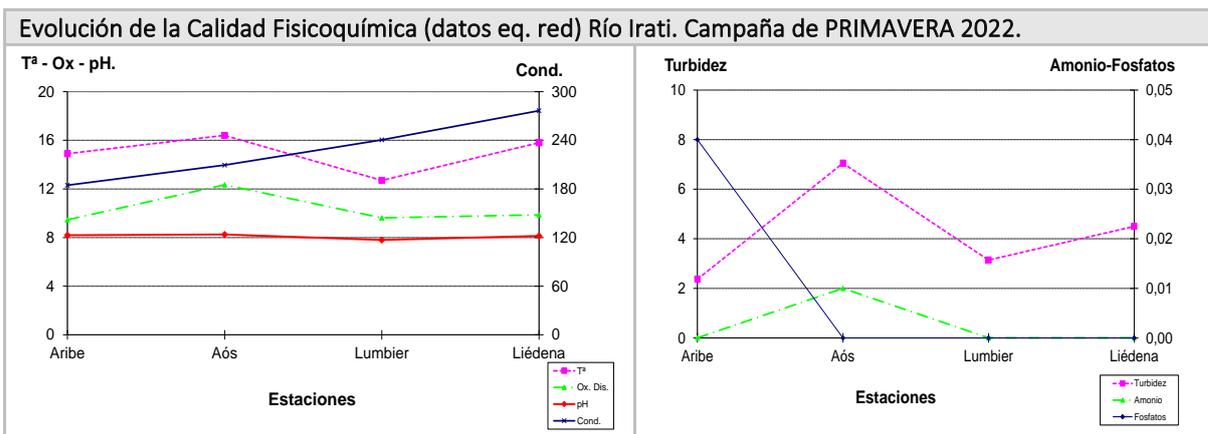
Los datos recogidos por el **equipo redactor** se muestran a continuación:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-50 Aribe	8,19	14,9	9,46	104,7	185	2,4	< N.D	0,04
N-51 Aós	8,25	16,4	12,34	130,8	209	7,1	0,01	< N.D
N-52 Lumbier	7,80	12,7	9,62	100,1	241	3,1	< N.D	< N.D
N-53 Liédena	8,13	15,8	9,87	106,9	277	4,5	< N.D	< N.D

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-50 Aribe	8,52	19,5	9,70	117,5	193	2,5	0,02	0,02
N-51 Aós	8,31	16,9	11,08	121,8	201	3,7	< N.D	0,17
N-52 Lumbier	8,33	17,6	8,96	100,9	207	2,3	0,07	0,35
N-53 Liédena	8,52	19,5	9,70	117,5	193	2,5	0,02	0,02

N.D: Nivel de detección

Atendiendo a los parámetros analizados, todo el río presenta una muy buena calidad fisicoquímica en 2022.

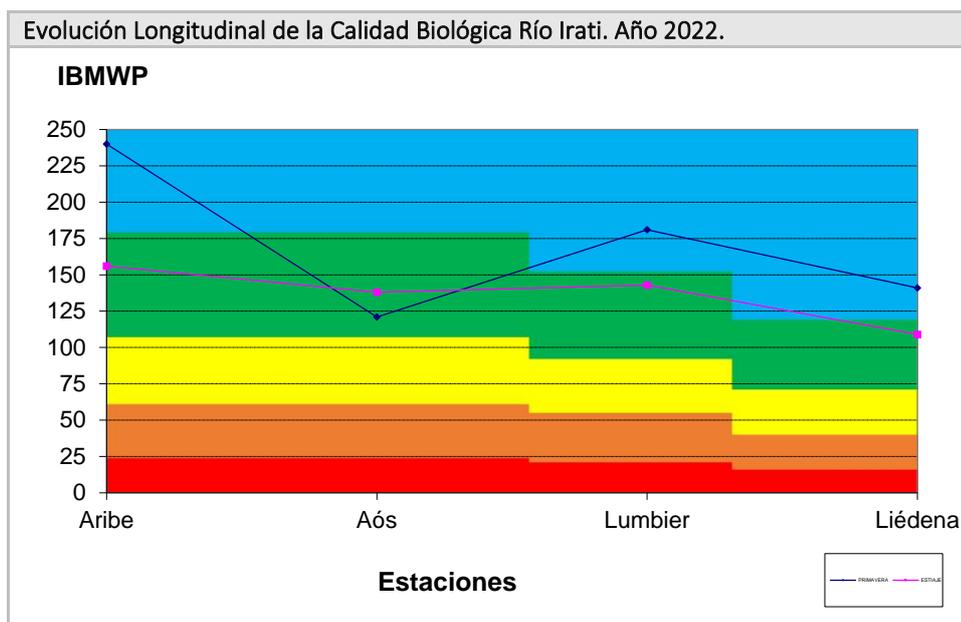


6.1.13.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO IRATI)

Calidad biológica en el río Irati. Año 2022.

		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-50 Aribe	26	240	39	I	156	25	II
N-51 Aós	26	121	23	II	138	27	II
N-52 Lumbier	12	181	33	I	143	30	II
N-53 Liédena	15	141	28	I	109	23	II

En primavera prácticamente todo el río presenta una excelente calidad, salvo en Aós, donde el valor del índice biótico desciende aunque mantiene una buena calidad. En estiaje, en general el índice desciende, no obstante todo el río muestra una buena calidad, alcanzando los objetivos establecidos.



6.1.13.3. ESTADO TRÓFICO (RÍO IRATI)

Se extrae la **clorofila planctónica** de la muestra de agua tomada en Liédena:

Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Índice Margalef	Situación trófica
N-53 Liédena	0,80	2,18	Oligotrofia	1,87	1,74	Oligotrofia

La presencia de la clorofila a es mínima en ambas ocasiones. Esto indica aguas oligotróficas. En cuanto al desarrollo de las algas, el índice de Margalef muestra algas en fase de maduración, siendo algo más jóvenes las de la época estival.

6.1.14. RÍO SALAZAR

El río Salazar transcurre en su mayor parte por la ecorregión denominada “Montaña Húmeda Calcárea”, y por la “Montaña Mediterránea Calcárea” en su parte final. Es uno de los ríos pirenaicos más importantes de Navarra, y el más potente tributario del Irati. Su cuenca de drenaje incluye la vertiente sur de las sierras de Abodi y Berrendi hasta Larrau y Lazar. En la cabecera se forman dos ramales, Anduña y Zatoya, que se generan en la zona de Larrau-Lazar y Berrendi-Remendia respectivamente. En general sigue un marcado eje N-S, aunque a partir de Navascués progresa en dirección NE-SW. Desemboca en el río Irati a la altura de Lumbier. Sus características climáticas son muy dispares. En la parte alta de la cuenca hay zonas con elevadas precipitaciones, netamente superiores a 1.500 mm anuales. En la zona baja, por el contrario, se encuentra en torno a 800 mm al año.

De acuerdo con el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, *D.F 157/1995, de 3 de julio*, desde la cabecera hasta el puente de Gallues, el pertenece a la Región Salmonícola Superior. Desde este punto hasta la desembocadura, a la Región Salmonícola Mixta.

6.1.14.1. DATOS FÍSICOQUÍMICOS (RÍO SALAZAR)

Los datos obtenidos por el **equipo redactor** se muestran a continuación:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-54 Ezcároz	7,95	16,0	12,38	142,0	328	2,9	< N.D	0,05
N-55 Uscarrés	8,23	17,7	8,93	104,4	341	1,5	0,13	0,06
N-56 Lumbier	8,15	18,3	9,30	106,2	389	3,3	< N.D	< N.D

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-54 Ezcároz	8,26	22,9	18,30	238,1	252	6,15	0,13	0,12
N-55 Uscarrés	8,24	19,0	7,67	91,7	286	1,7	0,24	0,05
N-56 Lumbier	8,45	25,8	9,86	129,9	415	5,7	0,15	0,09

N.D: Nivel de detección

Los parámetros fisicoquímicos analizados muestran, en general, unas muy buenas condiciones en las tres estaciones del río Salazar tanto en primavera como en estiaje. Cabe destacar la alta temperatura detectada en Ezcároz durante la campaña de estiaje, que aunque no es excesivamente elevada, sí que puede resultar limitante para las especies salmonícolas.

6.1.14.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO SALAZAR)

Calidad biológica en el río Salazar. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-54 Ezcároz	26	229	39	I	193	37	I
N-55 Uscarrés	26	199	35	I	139	27	II
N-56 Lumbier	12	134	25	II	176	31	I

El año 2022 muestra unos muy buenos resultados de calidad en el río Salazar tanto en primavera como en estiaje. Todos los muestreos alcanzan los objetivos de la DMA.

6.1.14.3. ESTADO TRÓFICO (RÍO SALAZAR)

Se recogen muestras de **algas bentónicas** y **planctónicas** en Ezcároz durante la campaña de estiaje:

Producción primaria en el río Salazar. Clorofila en BENTOS. Año 2022.						
		PRIMAVERA			ESTIAJE	
Estación	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica
N-54 Ezcároz	72,71	2,64	Eutrofia	249,71	2,13	Hipereutrofia

Producción primaria en el río Salazar. Clorofila en PLANCTON. Año 2022.						
		PRIMAVERA			ESTIAJE	
Estación	Clorofila (µg l ⁻¹)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila (µg l ⁻¹)	Índice Margalef	Situación trófica
N-54 Ezcároz	4,54	1,93	Oligotrofia	1,07	1,85	Oligotrofia

La clorofila bentónica indica una situación de eutrofia e hipereutrofia respectivamente. La planctónica en cambio, oligotrofia. En ambos casos las algas se encuentran en fase de maduración.

6.1.15. RÍO ESCA

Nace cerca de Isaba, donde confluyen los arroyos Uztárroz y Belagua. Desemboca en el río Aragón en la cola del Embalse de Yesa. Tiene una dirección mayoritariamente N-S. Una parte de este río pasa por la provincia de Zaragoza. El río drena la zona más alta de Navarra, la parte oriental del Pirineo navarro, con varias cumbres por encima de los 2.000 m de altitud en su cuenca de recepción. Además, una importante fracción de las precipitaciones se produce en forma de nieve, por lo que este río es el que tiene un régimen más nival de cuantos componen la red fluvial de la Comunidad Foral.

El río Esca en su totalidad pertenece a la Región Salmonícola Superior (Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, D.F 157/1995, de 3 de julio)

6.1.15.1. DATOS FISCOQUÍMICOS (RÍO ESCA)

El **equipo redactor** también obtiene datos en Isaba y Burgui:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-57 Isaba	8,03	15,6	9,48	105,9	298	0,6	0,02	0,4
N-58 Burgui	8,09	18,5	8,37	98,0	307	1,8	< N.D	< N.D

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-57 Isaba	8,57	16,9	10,28	113,8	271	1,79	0,66	0,03
N-58 Burgui	8,22	21,9	7,57	94,8	246	1,4	< N.D	0,02

N.D: Nivel de detección

Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico realizado en estas dos estaciones muestran una muy buena situación general en ambas campañas. Cabe señalar que en Isaba en estiaje se detecta cierta presencia de amonio en el medio.

6.1.15.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO ESCA)

Calidad biológica en el río Esca. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-57 Isaba	27	222	35	I	156	27	I
N-58 Burgui	26	211	36	I	139	25	II

Se consignan valores del índice biótico elevados que muestran una situación muy satisfactoria del río.

6.1.16. RÍO ONSELLA

Río de la “Montaña Mediterránea Calcárea” (según la regionalización del CEDEX, 2005) que nace en tierras aragonesas y desemboca en la margen izquierda del río Aragón a la altura de Sangüesa. De sus 45 km de longitud, 3 transcurren por territorio navarro. Se trata del tributario más importante del río Aragón por su margen izquierda. Atraviesa una zona de escasas precipitaciones, las cuales suelen ser de tipo torrencial.

Pertenece a la Región Ciprinícola (Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, D.F 157/1995, de 3 de julio)

6.1.16.1. DATOS FISCOQUÍMICOS (RÍO ONSELLA)

El **equipo redactor** obtiene datos en Sangüesa:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA de 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-59 Sangüesa	8,11	15,3	9,35	100,4	627	13,6	0,01	< N.D

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-59 Sangüesa	8,12	21,6	7,65	92,4	442	17,9	0,69	< N.D

N.D: Nivel de detección

Las condiciones fisicoquímicas del río Onsella en Sangüesa son similares en ambas campañas, buenas, aunque, se detecta presencia de amonio durante la campaña de estiaje.

6.1.16.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO ONSELLA)

Calidad biológica en el río Onsella. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-59 Sangüesa	12	95	19	II	83	17	III

Los resultados del índice biótico arrojan una situación diferente en cada campaña. Mientras que en primavera la calidad del agua es buena, en estiaje desciende a media. Se trata de un tramo en el que los problemas son habituales. Únicamente en 10 de los 38 muestreos se han alcanzado los objetivos.

6.1.17. RÍO CIDACOS

Este río se desarrolla por la zona media de Navarra, en un área geográfica con precipitaciones escasas o incluso muy escasas. Según la tipificación que el CEDEX realiza en 2005, el río en su tramo más al norte pertenece a la “Montaña Mediterránea Calcárea”. El resto, a partir de Barasoain hasta la desembocadura, pertenece a los “Ríos Mineralizados de Baja Montaña Mediterránea”. Únicamente en las cotas más altas se producen precipitaciones que superan los 1.000 mm, aunque en la mayor parte no superan los 800 mm, e incluso en la zona baja se limitan a 500 mm al año. Su nacimiento se produce en la vertiente sur de las sierras de Alaiz e Izco, cerca de Unzué. Atraviesa Tafalla y pasa por Olite, Beire y Traibuenas. Desemboca en el río Aragón, aguas arriba de Caparroso.

El río Cidacos pertenece a la Región Ciprinícola (Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, D.F 157/1995, de 3 de julio)

6.1.17.1. DATOS FISICOQUÍMICOS (RÍO CIDACOS)

En las siguientes tablas se resumen los resultados de los datos obtenidos por el **equipo redactor**:

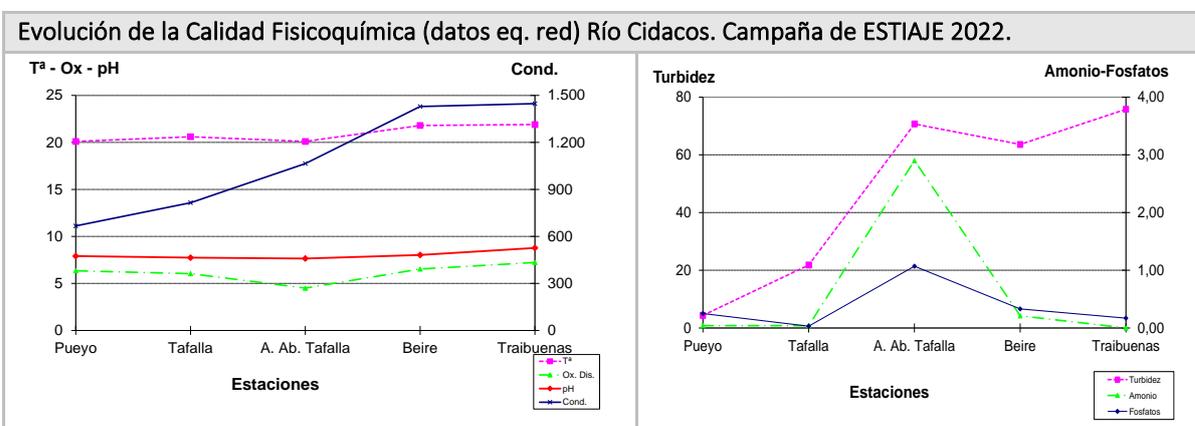
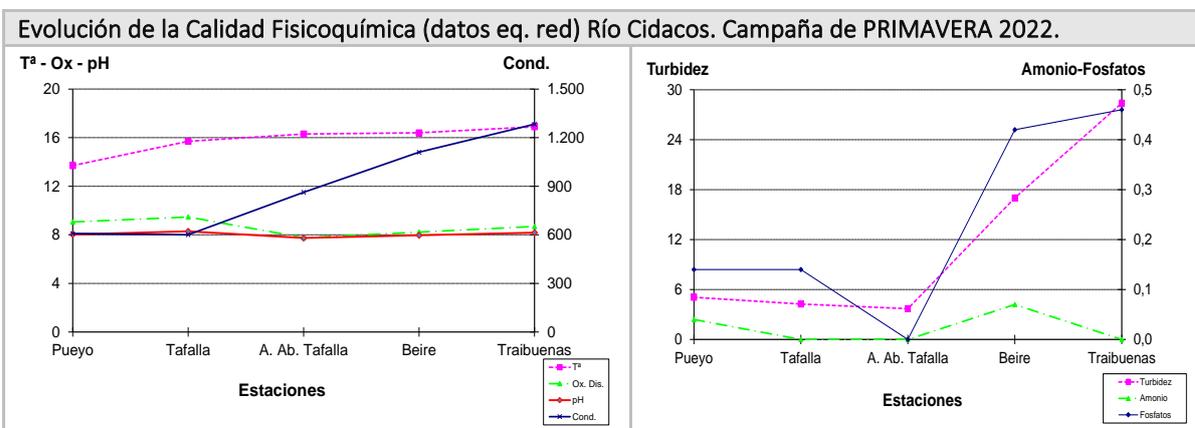
Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-60 Pueyo	8,03	13,7	9,06	95,0	608	5,1	0,04	0,14
N-61 Tafalla	8,29	15,7	9,47	102,2	600	4,3	< N.D	0,14
N-62 A. Ab. Tafalla	7,74	16,3	7,77	81,3	863	3,7	< N.D	< N.D
N-63 Beire	7,96	16,4	8,22	88,0	1.110	17,0	0,07	0,42
N-64 Traibuenas	8,18	16,9	8,69	95,4	1.283	28,4	< N.D	0,46

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-60 Pueyo	7,91	20,1	6,35	75,8	667	4,4	0,04	0,25
N-61 Tafalla	7,74	20,6	6,04	72,4	815	21,8	0,04	0,03
N-62 A. Ab. Tafalla	7,65	20,1	4,50	53,4	1.065	70,7	2,90	1,07
N-63 Beire	8,03	21,8	6,53	79,8	1.429	63,6	0,21	0,33
N-64 Traibuenas	8,78	21,9	7,23	88,1	1.447	75,8	< N.D	0,17

N.D: Nivel de detección

En la campaña de primavera las condiciones fisicoquímicas son buenas en general. Lo más destacable es que se detecta una eutrofia moderada en los tramos bajos debido a la presencia de fosfatos.

En estiaje la contaminación orgánica es más intensa, principalmente aguas abajo de Tafalla, en Olite, donde debido a un vertido intenso en la margen derecha, tanto el amonio como los fosfatos alcanzan concentraciones que indican una importante contaminación. El resto de parámetros presentan valores propios de aguas naturales.



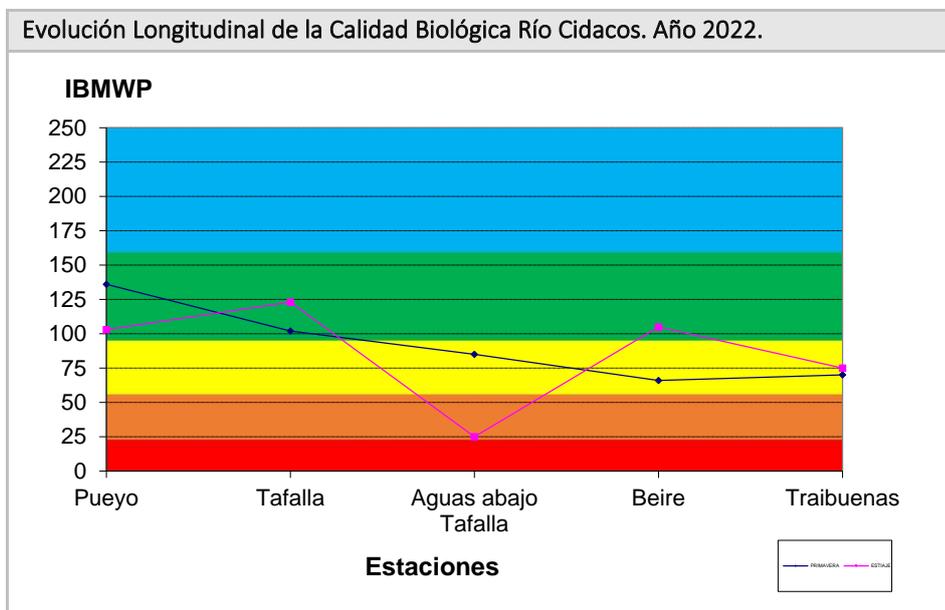
6.1.17.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO CIDACOS)

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de las muestras de macroinvertebrados en el río Cidacos:

Calidad biológica en el río Cidacos. Año 2022.		IBMWP					
Estaciones	Tipo	PRIMAVERA				ESTIAJE	
		Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-60 Pueyo	9	136	31	II	103	23	II
N-61 Tafalla	9	102	23	II	123	27	II
N-62 A. Ab. Tafalla	9	85	21	III	25	7	IV
N-63 Beire	9	66	17	III	105	24	II
N-64 Traibuenas	9	70	18	III	75	18	III

La situación del río Cidacos en 2022 es irregular. Los tramos más altos, Pueyo y Tafalla muestran una buena situación en ambas campañas. En primavera el resto del río presenta una calidad media. Por lo tanto, no alcanza los objetivos establecidos. En estiaje los tramos entre aguas abajo de Tafalla (Olite) y el final de río en Traibuenas muestran calidades diferentes. Aguas abajo Tafalla, y debido al vertido

existente, la calidad del agua es escasa (consigna el peor valor del índice IBMWP de toda la Red). En cambio, en el siguiente tramo la situación se revierte, mejorando la calidad hasta buena, situación que nunca desde que se comenzó con los muestreos había presentado este tramo de Beire. En Traibuenas en cambio, vuelven a detectarse problemas.



En Beire se analiza la presencia de **diatomeas bentónicas**:

Estado ecológico del río Cidacos según las comunidades de diatomeas. Año 2022.

		IPS			
		PRIMAVERA		ESTIAJE	
Estación	Tipo	Valor	Clase Calidad	Valor	Clase Calidad
N-63 Beire	9	13,9	II	13,9	II

Según este índice, la calidad del agua es buena en primavera y media en estiaje.

6.1.17.3. ESTADO TRÓFICO (RÍO CIDACOS)

Se disponen de datos de **clorofila béntica** y **planctónica** en las estaciones de Tafalla y Beire.

Producción primaria en el río Cidacos. Clorofila en BENTOS. Año 2022.

Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica
N-61 Tafalla	514,82	2,39	Hipereutrofia	366,05	2,31	Hipereutrofia
N-63 Beire	140,732	2,50	Hipereutrofia	1.147,88	2,16	Hipereutrofia

La clorofila bentónica extraída en Tafalla y Beire muestra una situación de hipereutrofia en 2022. Las algas se encuentran en fase de maduración.

Producción primaria en el río Cidacos. Clorofila en PLANCTON. Año 2022.						
Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Índice Margalef	Situación trófica
N-61 Tafalla	3,21	2,04	Oligotrofia	-	-	-
N-63 Beire	5,35	2,12	Oligotrofia	13,90	2,14	Mesotrofia

En cuanto al análisis de la clorofila planctónica, las concentraciones son bajas en primavera. En estiaje no se recoge muestra en Tafalla. Si en Beire, donde aumenta ligeramente la concentración respecto a la campaña anterior, aunque sin mostrar problemas de eutrofización. Las algas se encuentran en fase de maduración.

6.1.18. RÍO ARAGÓN

El río Aragón pertenece a la tipología de los “Ejes Mediterráneo-Continental poco Mineralizados” (CEDEX, 2005). Es el principal tributario del Ebro en Navarra, y uno de los más importantes de toda la cuenca. Nace en Huesca, en la parte alta del valle de Astún. Tras formar el embalse de Yesa entra en Navarra y toma una dirección NNE-SSW, desembocando en el Ebro aguas abajo de Milagro. Es un río en el que los tributarios más extensos y caudalosos se ubican en la margen derecha. Los afluentes navarros más relevantes son el Arga e Irati, que forman sendas subcuencas de gran extensión. A ellos se les une el Cidacos, de una entidad menor, y otros todavía de menor extensión, como Bancervera, Vizcaya, Indusi y Aliaga. Por la margen izquierda, el tributario más significativo es el Onsella. En la parte alta se superan los 2.000 mm anuales, buena parte en forma de nieve, mientras que en la zona más baja apenas se recibe 500 mm. Debe destacarse que este río drena buena parte de los Pirineos Occidentales, al oeste de Candanchú, con numerosas cumbres sensiblemente por encima de 2.000 m de altitud.

Según lo dispuesto en el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, *D.F 157/1995, de 3 de julio*, el río Aragón desde la presa del pantano de Yesa hasta la central de Arriba de Gallipienzo pertenece a la Región Salmonícola Mixta. Desde esta localidad hasta su desembocadura en el Ebro en Milagro, corresponde a la Región Ciprinícola.

6.1.18.1. DATOS FÍSICOQUÍMICOS (RÍO ARAGÓN)

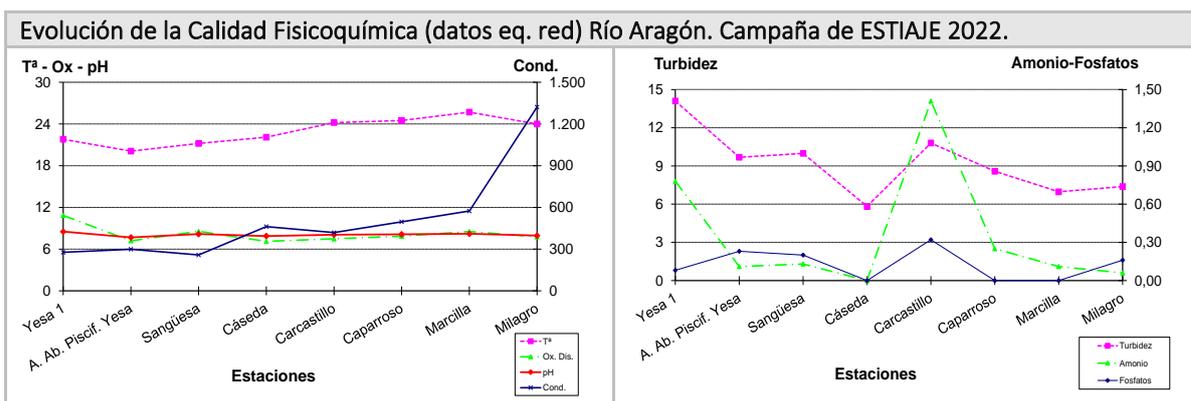
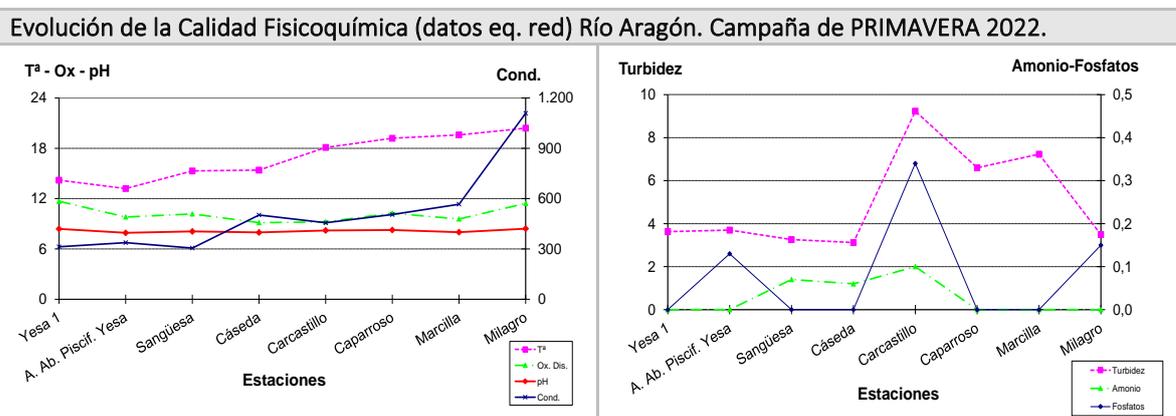
El **equipo redactor** obtiene los siguientes resultados:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-65 Yesa 1	8,39	14,2	11,68	122,8	313	3,6	< N.D	< N.D
N-66 A. Ab. Piscif. Yesa	7,92	13,2	9,81	100,1	338	3,7	< N.D	0,13
N-67 Sangüesa	8,09	15,3	10,17	109,3	305	3,3	0,07	< N.D
N-68 Cáseda	7,97	15,4	9,13	97,7	502	3,1	0,06	< N.D
N-69 Carcastillo	8,20	18,1	9,23	103,8	456	9,2	0,10	0,34
N-70 Caparrosos	8,26	19,2	10,26	117,4	505	6,6	< N.D	< N.D
N-71 Marcilla	8,00	19,6	9,57	109,9	566	7,2	< N.D	< N.D
N-72 Milagro	8,42	20,4	11,44	134,3	1.109	3,5	< N.D	0,15

N.D: Nivel de detección

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-65 Yesa 1	8,52	21,8	10,85	132,8	277	14,1	0,78	0,08
N-66 A. Ab. Piscif. Yesa	7,68	20,1	7,19	85,2	299	9,7	0,11	0,23
N-67 Sangüesa	8,17	21,2	8,56	102,9	258	10,0	0,13	0,20
N-68 Cáseda	7,88	22,1	7,12	87,3	462	5,8	< N.D	< N.D
N-69 Carcastillo	8,07	24,2	7,48	95,0	419	10,8	1,41	0,32
N-70 Caparrosos	8,13	24,5	7,86	100,6	497	8,6	0,25	< N.D
N-71 Marcilla	8,21	25,7	8,53	110,4	574	7,0	0,11	< N.D
N-72 Milagro	7,94	24,0	7,77	98,6	1.322	7,4	0,06	0,16

En general, la calidad fisicoquímica del río Aragón es buena durante 2022. En la campaña de primavera no hay datos relevantes. En estiaje en cambio, lo más destacable es la contaminación orgánica por amonio en Carcastillo, superando la concentración de 1 mg l⁻¹. También en Yesa se detecta amonio, aunque en una concentración ligeramente inferior. Por otro lado, la temperatura del agua toma valores elevados aunque sin llegar a alcanzar valores límite para la fauna piscícola.

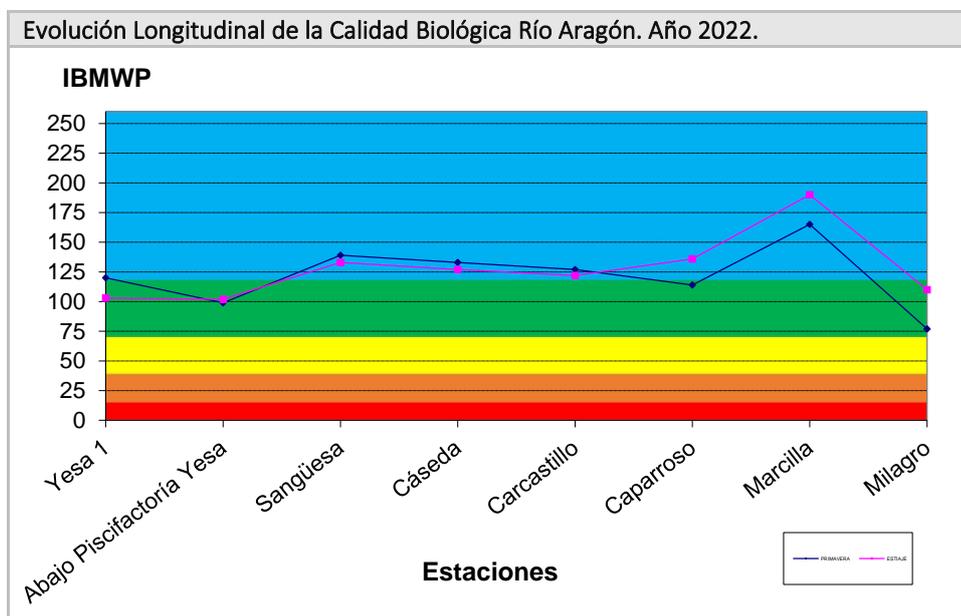


6.1.18.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO ARAGÓN)

Calidad biológica en el río Aragón. Año 2022.

Estaciones	Tipo	IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
		Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-65 Yesa 1	15	120	24	I	103	21	II
N-66 A. Ab. Piscif. Yesa	15	99	21	II	102	23	II
N-67 Sangüesa	15	139	29	I	133	25	I
N-68 Cáseda	15	133	28	I	127	25	I
N-69 Carcastillo	15	127	25	I	122	25	I
N-70 Caparrosos	15	114	25	II	136	27	I
N-71 Marcilla	15	165	33	I	190	38	I
N-72 Milagro	15	77	16	II	110	23	II

La calidad biológica del río Aragón es muy satisfactoria durante el año 2022. Tanto en primavera como en estiaje, todas las estaciones alcanzan los objetivos de la DMA.



Por otro lado, en Milagro también se toman muestras de **diatomeas bentónicas** con el fin de determinar mejor el estado ecológico del río en este punto.

Estado ecológico del río Aragón según las comunidades de diatomeas. Año 2022.

		IPS			
		PRIMAVERA		ESTIAJE	
Estación	Tipo	Valor	Clase Calidad	Valor	Clase Calidad
N-72 Milagro	15	14,3	II	13,2	II

Según el índice IPS la calidad es buena tanto en primavera como en estiaje.

6.1.18.3. ESTADO TRÓFICO (RÍO ARAGÓN)

Se dispone de datos de **clorofila béntica** y **planctónica** en Yesa 1, Sangüesa, Carcastillo y Milagro:

Producción primaria en el río Aragón. Clorofila en BENTOS. Año 2022.

Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica
N-65 Yesa 1	134,79	2,03	Eutrofia	51,68	2,13	Mesotrofia
N-67 Sangüesa	185,86	2,29	Hipereutrofia	243,98	2,08	Hipereutrofia
N-69 Carcastillo	147,31	2,15	Eutrofia	417,31	2,01	Hipereutrofia
N-72 Milagro	92,86	3,25	Hipereutrofia	378,35	2,33	Hipereutrofia

Todas las concentraciones de clorofila béntica tanto en primavera como en estiaje son muy elevadas, indicando procesos de hipereutrofia. A excepción de Yesa en estiaje, donde la productividad desciende, indicando una situación de mesotrofia.

Producción primaria en el río Aragón. Clorofila en PLANCTON. Año 2022.						
Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Índice Margalef	Situación trófica
N-65 Yesa 1	10,96	2,12	Mesotrofia	2,41	2,64	Oligotrofia
N-67 Sangüesa	2,41	2,22	Oligotrofia	4,54	2,00	Oligotrofia
N-69 Carcastillo	2,41	2,07	Oligotrofia	1,34	1,38	Oligotrofia
N-72 Milagro	2,14	2,11	Oligotrofia	4,81	2,29	Mesotrofia

Sin embargo, la clorofila presente en el agua es escasa en todas las muestras recogidas.

Todas las algas se encuentran en fase de maduración.

6.1.19. RÍO ALHAMA

El río Alhama es un afluente del Ebro por su margen derecha. Nace en La Rioja, de la confluencia de los barrancos Linares y Canejada. Su entrada en Navarra se produce a la altura de los Baños de Fitero. Es un río perteneciente a la tipología denominada “Montaña Mediterránea Calcárea” según la ecorregionalización del CEDEX, 2005. Pasa por las localidades de Fitero, Cintruénigo y Corella, abandonando tierras navarras para desembocar en el Ebro a la altura de la localidad riojana de Alfaro. Las precipitaciones son muy poco abundantes en la cuenca, en algunas zonas hasta inferiores a 400 mm anuales, con elevados índices de aridez estival y profundos estiajes.

Según en lo dispuesto en el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, *D.F 157/1995, de 3 de julio*, todo el río Alhama pertenece a la Región Ciprinícola.

6.1.19.1. DATOS FISCOQUÍMICOS (RÍO ALHAMA)

El **equipo redactor** toma muestras fisicoquímicas en el río Alhama a su paso por la localidad de Fitero.

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-73 Fitero	8,68	16,2	9,30	102,0	1.584	2,3	0,06	< N.D

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-73 Fitero	7,87	20,6	10,25	125,1	2.465	17,5	0,07	0,20

N.D: Nivel de detección

El tramo muestra una buena situación fisicoquímica tanto en primavera como en estiaje.

6.1.19.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO ALHAMA)

Se recogen muestras de macroinvertebrados en el mismo punto que los parámetros fisicoquímicos:

Calidad biológica en el río Alhama. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-73 Fitero	12	131	25	II	144	31	II

La situación es buena durante 2022. En ambas campañas el tramo presenta una buena calidad biológica del agua.

6.1.20. RÍO EBRO

La cuenca del Ebro es una de las más extensas de España, con una superficie de 85.550 km². Se extiende por 18 provincias pertenecientes a 8 Comunidades Autónomas: Cantabria, Castilla-León, País Vasco, La Rioja, Navarra, Aragón, Cataluña y Comunidad Valenciana. El río Ebro nace en la Comunidad de Cantabria, en las inmediaciones de Reinosa. Desemboca en el mar Mediterráneo en Tortosa, en la provincia de Tarragona. Se trata del río más caudaloso de la Península Ibérica, con un caudal medio anual de unos 548 m³ s⁻¹ en Amposta. Su entrada en Navarra se produce en la localidad de Viana y su salida, cerca de Cortes. Se ubica, por tanto, en la zona sur de Navarra. La primera parte, desde su entrada en Navarra hasta Castejón, pertenece a la tipología “Ejes Mediterráneo-Continental poco Mineralizados” y la parte final a la de “Grandes Ejes en Ambiente Mediterráneo con influencia oceánica”. La mayor parte de Navarra se ubica en su margen izquierda geográfica. Sus principales tributarios son el Ega y el Aragón. En la zona cercana a la divisoria, es decir, el norte de esta área, las precipitaciones son frecuentes y llegan a superar ampliamente los 1.600 mm anuales en algunos puntos. Hacia el sur se va produciendo un descenso paulatino de las precipitaciones, de forma que, en las inmediaciones del propio Ebro en la zona sureste, apenas se reciben 400 mm al año.

Según en lo dispuesto en el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, *D.F 157/1995, de 3 de julio*, todo el río Ebro pertenece a la Región Ciprinícola.

6.1.20.1. DATOS FÍSICOQUÍMICOS (RÍO EBRO)

El **equipo redactor** toma datos en 7 estaciones:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-74 Viana	8,37	25,2	11,33	144,2	617	5,8	< N.D	0,12
N-75 Sartaguda	8,42	23,2	8,79	110,6	886	4,2	0,28	0,20
N-76 San Adrián	8,42	23,2	10,43	130,2	879	4,4	0,16	1,04
N-77 Arr. Milagro	8,11	19,8	9,27	108,3	1.004	3,5	0,05	0,04
N-78 Castejón	8,42	19,3	12,20	140,2	991	3,1	< N.D	< N.D
N-79 A. Ab. Tudela	7,91	20,2	9,01	102,7	1.200	6,0	< N.D	< N.D
N-80 Cortes	7,82	19,3	8,99	103,4	1.348	5,8	< N.D	< N.D

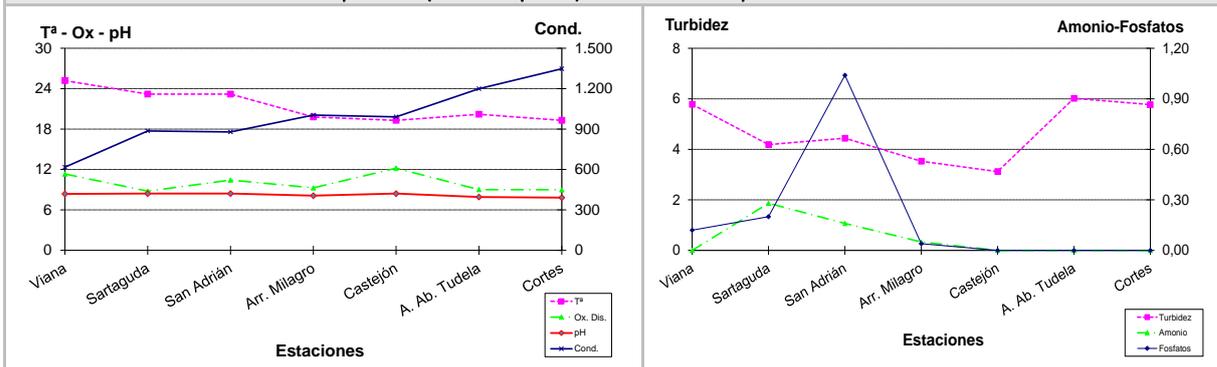
Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-74 Viana	8,17	25,2	8,06	103,7	644	9,3	0,07	0,20
N-75 Sartaguda	8,13	24,3	7,67	98,1	587	7,8	0,12	0,22
N-76 San Adrián	8,05	25,2	7,34	93,7	589	17,9	0,52	0,42
N-77 Arr. Milagro	8,06	25,5	8,30	107,0	718	3,5	< N.D	0,25
N-78 Castejón	8,50	26,3	11,64	152,4	904	17,9	0,32	0,15
N-79 A. Ab. Tudela	8,05	24,1	7,86	98,6	1.234	18,1	0,08	0,34
N-80 Cortes	8,68	23,5	10,04	199,7	2.730	5,3	< N.D	0,18

N.D: Nivel de detección

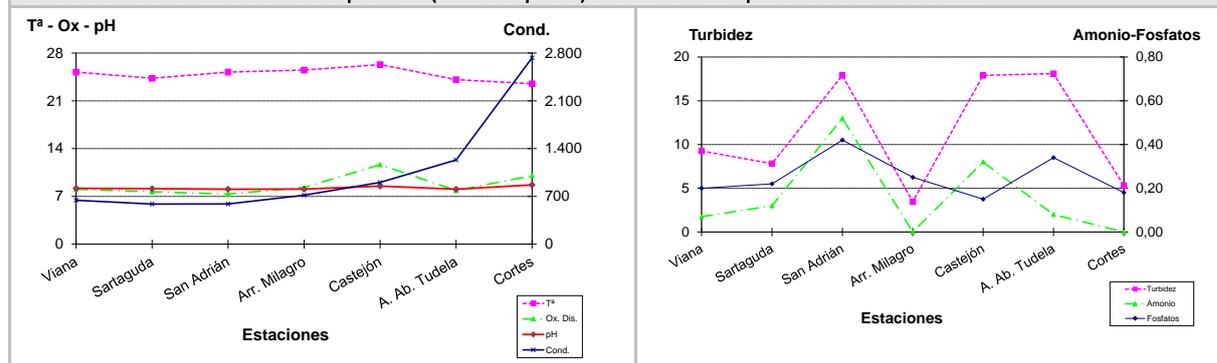
En primavera, pese que la mayoría de los datos muestran una buena situación aunque cabe destacar que en San Adrián se mide una concentración de fosfatos superior a 1 mg l⁻¹. También es reseñable la alta temperatura que presentan los tramos más altos.

En cuanto a la campaña de estiaje, la temperatura es alta y constante a lo largo del curso fluvial, aunque no alcanza valores que puedan afectar al normal desarrollo de la fauna piscícola. Amonio y fosfatos están presentes aunque en límites no alarmantes.

Evolución de la Calidad Físicoquímica (datos eq. red) Río Ebro. Campaña de PRIMAVERA 2022.



Evolución de la Calidad Físicoquímica (datos eq. red) Río Ebro. Campaña de ESTIAJE 2022.



6.1.20.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO EBRO)

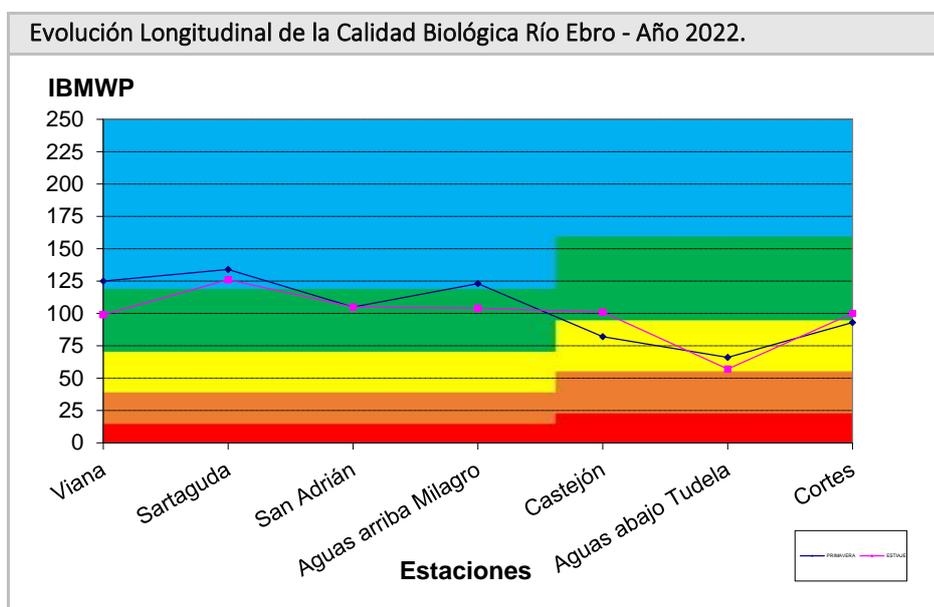
Calidad biológica en el río Ebro. Año 2022.

Estaciones	Tipo	IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
		Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-74 Viana	15	125	26	I	99	22	II
N-75 Sartaguda	15	134	30	I	126	25	I
N-76 San Adrián	15	105	23	II	105	23	II
N-77 Arr. Milagro	15	123	25	I	104	24	II
N-78 Castejón	17bis	82	17	III	101	22	II
N-79 A. Ab. Tudela	17bis	66	13	III	57	14	III
N-80 Cortes	17bis	93	19	III	100	23	II

Los resultados del análisis de las muestras tomadas en el río Ebro durante la campaña de primavera de 2022 muestran una situación irregular del río Ebro. Desde Viana hasta Castejón la calidad del agua es

muy buena. Sin embargo desde este punto hasta Cortes el valor del índice biótico desciende considerablemente, Clase III.

En estiaje en cambio, se aprecia una notable mejoría. Todos los tramos alcanzan los objetivos de la DMA salvo el de aguas abajo de Tudela, donde se mantienen los problemas detectados en primavera.



Al mismo tiempo, en San Adrián se recogen muestras de **diatomeas bentónicas** con la finalidad de determinar mejor el estado ecológico en estos tramos de río.

Estado ecológico del río Ebro según las comunidades de diatomeas. Año 2022.

		IPS			
		PRIMAVERA		ESTIAJE	
Estación	Tipo	Valor	CL.CALIDAD	Valor	CL.CALIDAD
N-76 San Adrián	15	16,7	II	10,9	III

En esta ocasión, según el índice IPS, la calidad del agua es buena en primavera y media en estiaje.

6.1.20.3. ESTADO TRÓFICO (RÍO EBRO)

Se recogen muestras de **algas bentónicas** en San Adrián y Cortes. Además, de en estos dos tramos, en Viana también se toman muestras de **algas planctónicas**.

Producción primaria en el río Ebro. Clorofila en BENTOS. Año 2022.

Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila (mg m ⁻²)	Índice Margalef	Situación trófica
N-76 San Adrián	130,71	2,68	Eutrofia	379,06	2,03	Hipereutrofia
N-80 Cortes	1498,13	3,25	Hipereutrofia	1.765,31	2,04	Hipereutrofia

Los dos tramos estudiados indican procesos de hipereutrofia. Todas las algas presentes se encuentran en fase de maduración.

Producción primaria en el río Ebro. Clorofila en PLANCTON. Año 2022.						
Estación	PRIMAVERA			ESTIAJE		
	Clorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Índice Margalef	Situación trófica	Clorofila ($\mu\text{g l}^{-1}$)	Índice Margalef	Situación trófica
N-74 Viana	24,86	2,45	Eutrofia	5,08	1,93	Mesotrofia
N-76 San Adrián	9,89	2,37	Mesotrofia	2,41	2,10	Oligotrofia
N-80 Cortes	14,46	2,45	Eutrofia	7,75	2,27	Mesotrofia

Sin embargo, en comparación, la concentración de clorofila planctónica es menor. En primavera Viana y Cortes muestran procesos de eutrofia. En San Adrián la concentración es menor. En estiaje la concentración desciende en todo el río.

6.1.21. RÍO BIDASOA

La del Bidasoa es la principal cuenca cantábrica de la Comunidad Foral de Navarra. Cuenca se desarrolla en Navarra en su mayor parte, aunque una fracción de la zona baja se extiende por Francia y otra parte por el vecino Territorio Histórico de Gipuzkoa. El río se conoce como Bidasoa desde Oronoz-Mugaire. Aguas arriba se denomina río Baztan. Desde su nacimiento hasta la localidad de Oronoz pertenece a la tipología "Pequeños ejes Cántabro-Atlánticos Calcáreos". Y desde aquí hasta la muga con Gipuzkoa en Endarlaza se corresponde con el tipo "Ejes fluviales principales Cántabro-Atlánticos Calcáreos". Registra numerosas precipitaciones, por encima de 1.600 mm anuales, que incluso se acercan a 2.000 mm anuales en algunos puntos. Por la margen derecha se pueden citar los afluentes Bertiz, Tximista y Cía. Por la izquierda, Artesiaga, Zeberia-Marín, Ezkurra, Onin y Endara.

De acuerdo con el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, D.F 157/1995, de 3 de julio, todo el río pertenece a la Región Salmonícola Superior

6.1.21.1. DATOS FISICOQUÍMICOS (RÍO BIDASOA)

Los datos obtenidos por el **equipo redactor** en las campañas de 2022 muestran en las siguientes tablas:

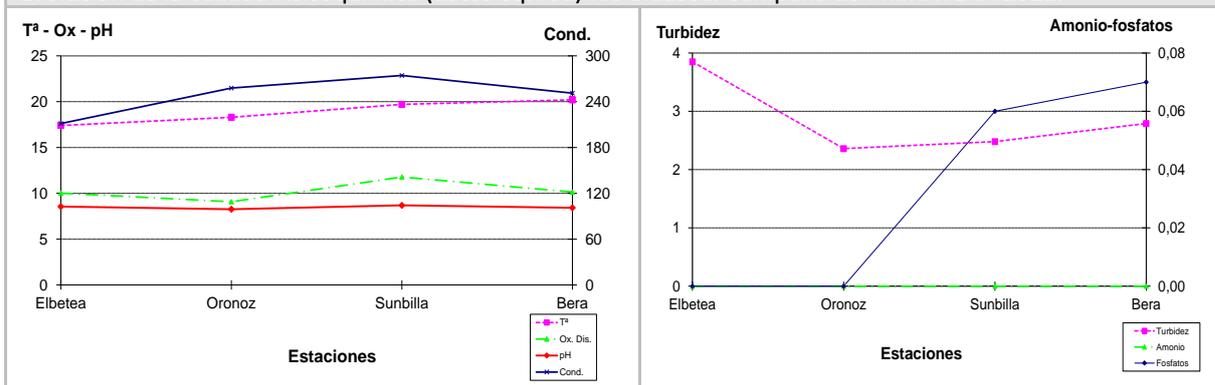
Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-81 Elbetea	8,55	17,4	10,02	110,2	211	3,9	< N.D	< N.D
N-82 Oronoz	8,26	18,3	9,08	103,5	258	2,4	< N.D	< N.D
N-83 Sunbilla	8,69	19,7	11,78	133,7	274	2,5	< N.D	0,06
N-84 Bera	8,42	20,2	10,14	115,1	251	2,8	< N.D	0,07

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-81 Elbetea	8,39	20,0	9,77	111,8	234	2,7	< N.D	0,19
N-82 Oronoz	8,37	22,0	9,32	108,4	286	2,0	< N.D	0,32
N-83 Sunbilla	8,44	21,3	9,82	114,5	313	3,38	0,07	0,14
N-84 Bera	8,28	22,9	8,70	104,1	268	2,3	0,01	0,24

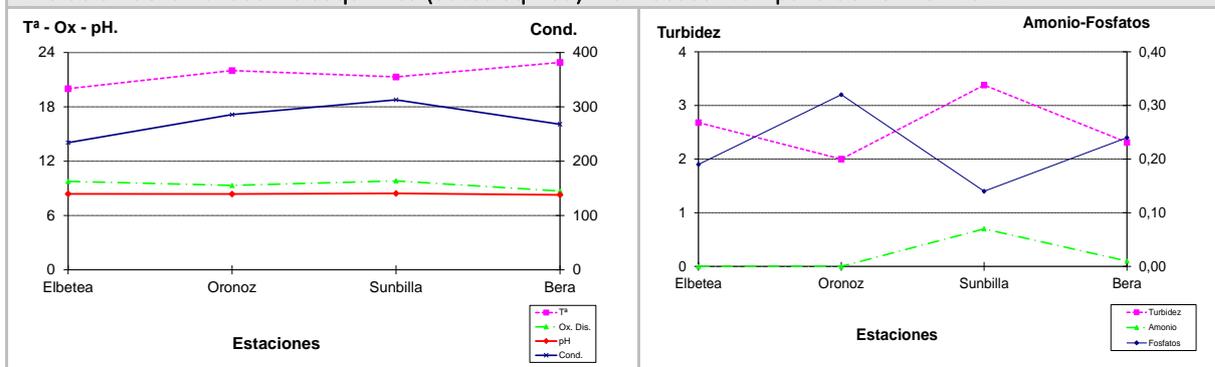
N.D: Nivel de detección

Los datos fisicoquímicos obtenidos indican una muy buena calidad del agua tanto en primavera como en estiaje.

Evolución de la Calidad Físicoquímica (datos eq. red) Río Bidasoa. Campaña de PRIMAVERA 2022.



Evolución de la Calidad Físicoquímica (datos eq. red) Río Bidasoa. Campaña de ESTIAJE 2022.

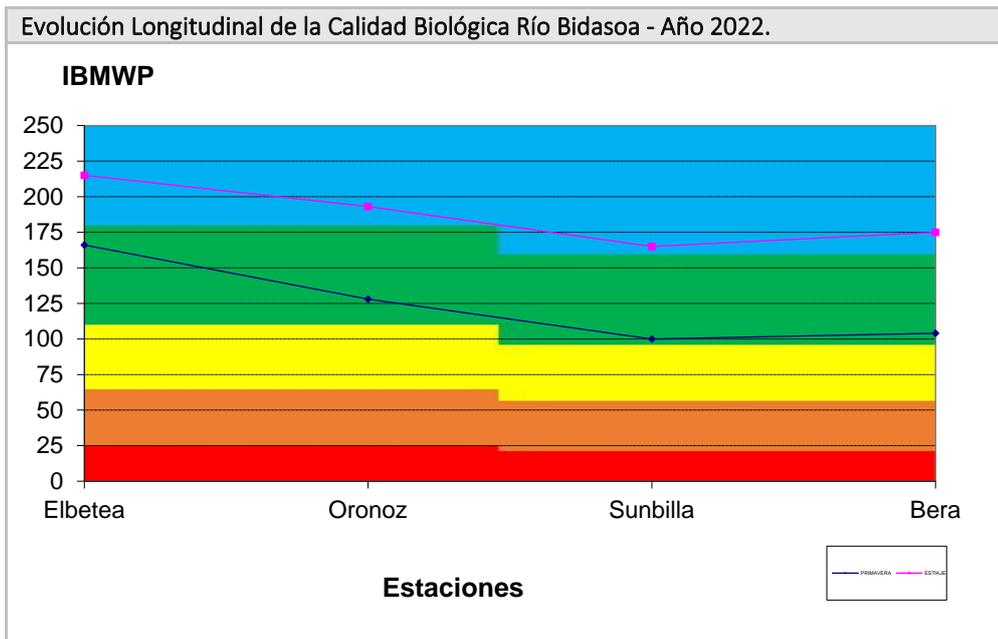


6.1.21.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO BIDASOA)

Calidad biológica en el río Bidasoa. Año 2022.

		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-81 Elbetea	32	166	27	II	215	38	I
N-82 Oronoz	32	128	20	II	193	33	I
N-83 Sunbilla	29	100	16	II	165	30	I
N-84 Bera	29	109	19	II	175	31	I

Al igual que indicaban los parámetros físicoquímicos, la calidad biológica del agua durante el año 2022 es muy buena, con unos valores del índice biótico algo superiores en estiaje. En primavera el Bidasoa muestra una calidad buena y en estiaje muy buena.



6.1.22. RÍO EZKURRA

Pertenciente a la tipología “Pequeños ejes Cántabro-Atlánticos Calcáreos”, el río Ezkurra es el principal afluente del Bidasoa. Se desarrolla por su margen izquierda. Nace en la vertiente nororiental del puerto de Ezkurra y desemboca en el Bidasoa en el casco urbano de Santesteban. El clima es de tipo oceánico, con precipitaciones frecuentes, que superan los 1.800 mm anuales e incluso en alguna zona llegan a 2.000 mm al año como promedio. Esto proporciona un elevado caudal específico.

Todo el río pertenece a la Región Salmonícola Superior según el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, *D.F 157/1995, de 3 de julio*.

6.1.22.1. DATOS FISCOQUÍMICOS (RÍO EZKURRA)

El **equipo redactor** obtiene los siguientes resultados:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (μS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-85 Santesteban	8,24	16,8	10,39	112,5	285	1,7	< N.D	< N.D

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (μS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-85 Santesteban	8,63	19,9	10,25	117,8	326	1,4	< N.D	0,12

N.D: Nivel de detección

Durante las campañas de muestreo del presente año, los parámetros fisicoquímicos medidos en el tramo de río que transcurre por Santesteban muestran unas muy buenas condiciones generales del agua. Todos los datos obtenidos indican aguas aptas para el normal desarrollo de especies de Salmónidos y otras especies. Con temperaturas propias de un río cantábrico, oxigenación muy elevada, mineralización moderada y poca carga orgánica.

6.1.22.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO EZKURRA)

Calidad biológica en el río Ezkurra. Año 2022.							
Estaciones	Tipo	IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
		Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-85 Santesteban	23	120	18	II	121	24	II

El índice IBMWP toma unos valores que indican una buena calidad del agua en ambas campañas.

6.1.23. RÍO ONIN

Este afluente del Bidasoa por la margen izquierda y de tipología “Vasco-Pirenaica”, drena una zona de las estribaciones del macizo de Peñas de Aia: la vertiente nordeste del monte Armenduriz. Se trata de una zona en la que se ha desarrollado el núcleo urbano de Lesaka. En él se realiza una importante actividad industrial. El clima es muy lluvioso, con precipitaciones que llegan a superar los 1.800 mm anuales de promedio en las zonas más altas.

Todo el río pertenece a la Región Salmonícola Superior según el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, D.F 157/1995, de 3 de julio.

6.1.23.1. DATOS FÍSICOQUÍMICOS (RÍO ONIN)

El **equipo redactor** obtiene los siguientes resultados:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-86 Lesaka 1	7,86	18,0	9,03	99,9	111	11,5	< N.D	< N.D
N-87 Lesaka 2	7,65	17,8	9,40	102,4	210	2,8	< N.D	0,09

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-86 Lesaka 1	7,99	19,2	8,63	97,4	101	1,8	0,11	0,13
N-87 Lesaka 2	7,91	18,8	8,62	95,8	212	1,01	0,15	< N.D

N.D: Nivel de detección

Los datos obtenidos indican aguas de buena calidad tanto en primavera como en estiaje. Con temperaturas frescas, oxigenación elevada, mineralización baja y sin carga orgánica.

6.1.23.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO ONIN)

Calidad biológica en el río Onin. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-86 Lesaka 1	23	199	30	I	193	32	I
N-87 Lesaka 2	23	94	18	II	193	35	I

Los resultados biológicos de 2022 son muy satisfactorios en ambas estaciones y campañas. El tramo bajo en primavera obtiene la puntuación más baja, aunque refleja una Clase II, es decir, buena calidad del agua.

6.1.24. RÍO LEITZARAN

El río Leizaran es el principal tributario del Oria. Pertenece a la ecorregión “Vasco-Pirenaica” y se desarrolla mayoritariamente en Gipuzkoa. La cuenca del río Oria tiene en Navarra las cabeceras de los ríos Leizaran y Araxes. En la cabecera del Leizaran se halla Leitza, núcleo urbano e industrial relevante. Se encuadra en la zona oceánica, con una fuerte influencia de los temporales del W-NW, lo que hace que las lluvias sean muy frecuentes.

De acuerdo con el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, D.F 157/1995, de 3 de julio, todo el río pertenece a la Región Salmonícola Superior

6.1.24.1. DATOS FISICOQUÍMICOS (RÍO LEITZARAN)

El **equipo redactor** toma datos en Urto:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (μS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-88 Urto	8,11	13,1	9,83	100,1	266	2,8	0,10	< N.D

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (μS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-88 Urto	7,78	16,8	8,52	94,3	741	4,1	0,01	0,32

N.D: Nivel de detección

Las condiciones fisicoquímicas en ambas campañas son muy similares. Los parámetros estudiados indican una buena calidad, si bien cabe destacar, que en estiaje se detecta cierta presencia de fosfatos.

6.1.24.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO LEITZARAN)

Calidad biológica en el río Leizaran. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-88 Urto	23	117	21	II	157	27	I

La situación del tramo de Urto es satisfactoria durante 2022, con una calidad del agua buena en primavera y excelente en estiaje.

6.1.25. RÍO URUMEA

Perteneciente a la tipología “Pequeños Ejes Cántabro-Atlánticos Calcáreos”, el río Urumea es el segundo río de Navarra en importancia que vierte al Cantábrico. Su cabecera se sitúa en la parte NW de la Comunidad. Nace al oeste de alto de Ezkurra y desemboca en Gipuzkoa en la localidad de San Sebastián. De los 46 Km de longitud, 19 transcurren por territorio navarro. Las precipitaciones anuales oscilan entre 1.600 y 2.000 mm e incluso superiores en algunas zonas. Su principal afluente es el río Añarbe.

Todo el río pertenece a la Región Salmonícola Superior según el Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra, D.F 157/1995, de 3 de julio.

6.1.25.1. DATOS FÍSICOQUÍMICOS (RÍO URUMEA)

El **equipo redactor** también toma muestras aguas abajo de la localidad de Goizueta:

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de PRIMAVERA 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-89 Goizueta	7,18	19,3	8,89	100,8	79	1,3	< N.D	< N.D

Datos Fco-Qcos equipo redactor. Campaña de ESTIAJE 2022.								
Estación	pH	Tª (° C)	Ox. Dis. (mg l ⁻¹)	Ox. Dis. (% sat.)	Cond. (µS cm ⁻¹)	Turbidez (UNF)	Amonio (mg l ⁻¹)	Fosfatos (mg l ⁻¹)
N-89 Goizueta	7,28	25,0	9,54	117,2	106	1,50	< N.D	< N.D

N.D: Nivel de detección

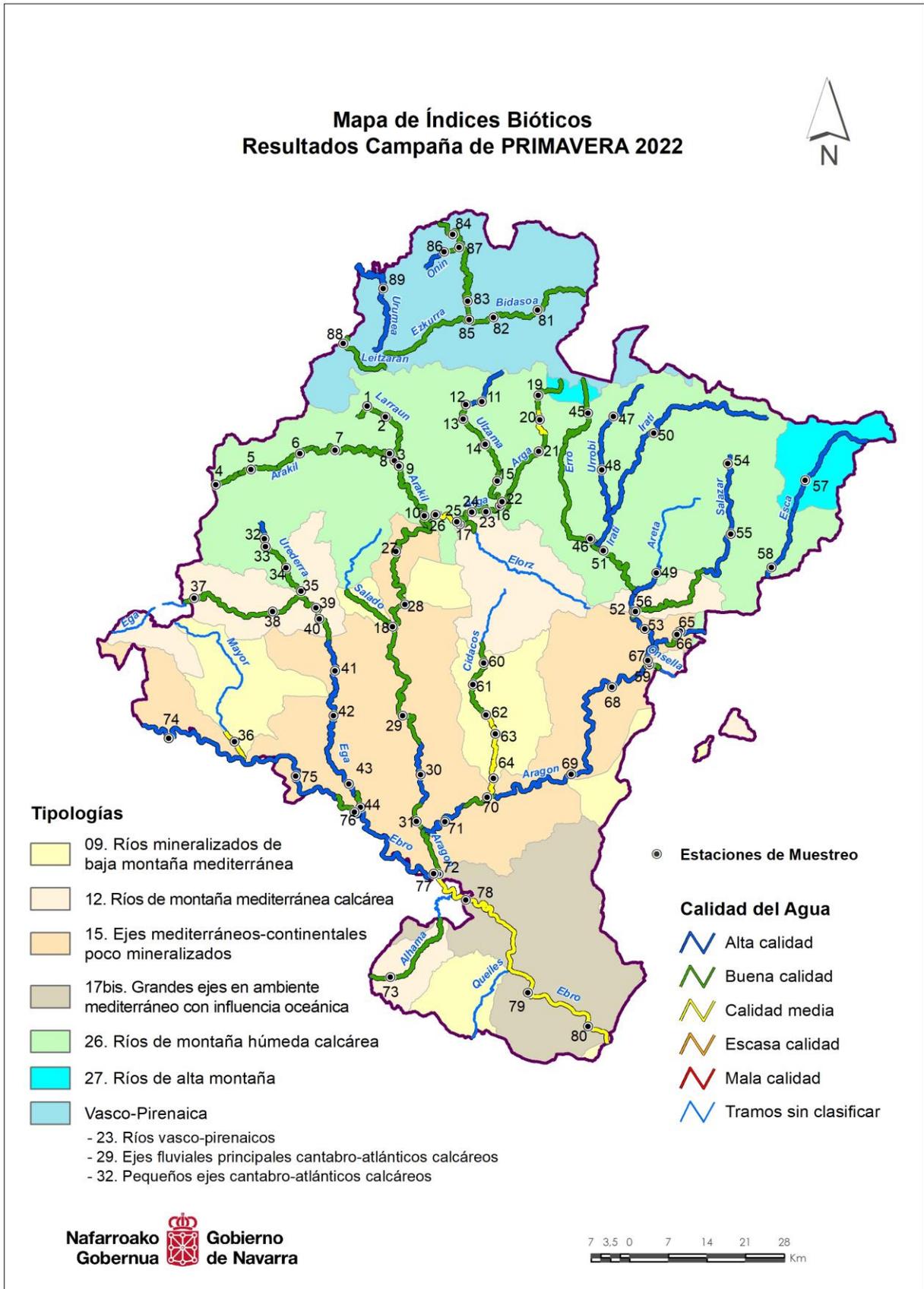
Todos los parámetros medidos indican una muy buena calidad del agua tanto en primavera como en estiaje.

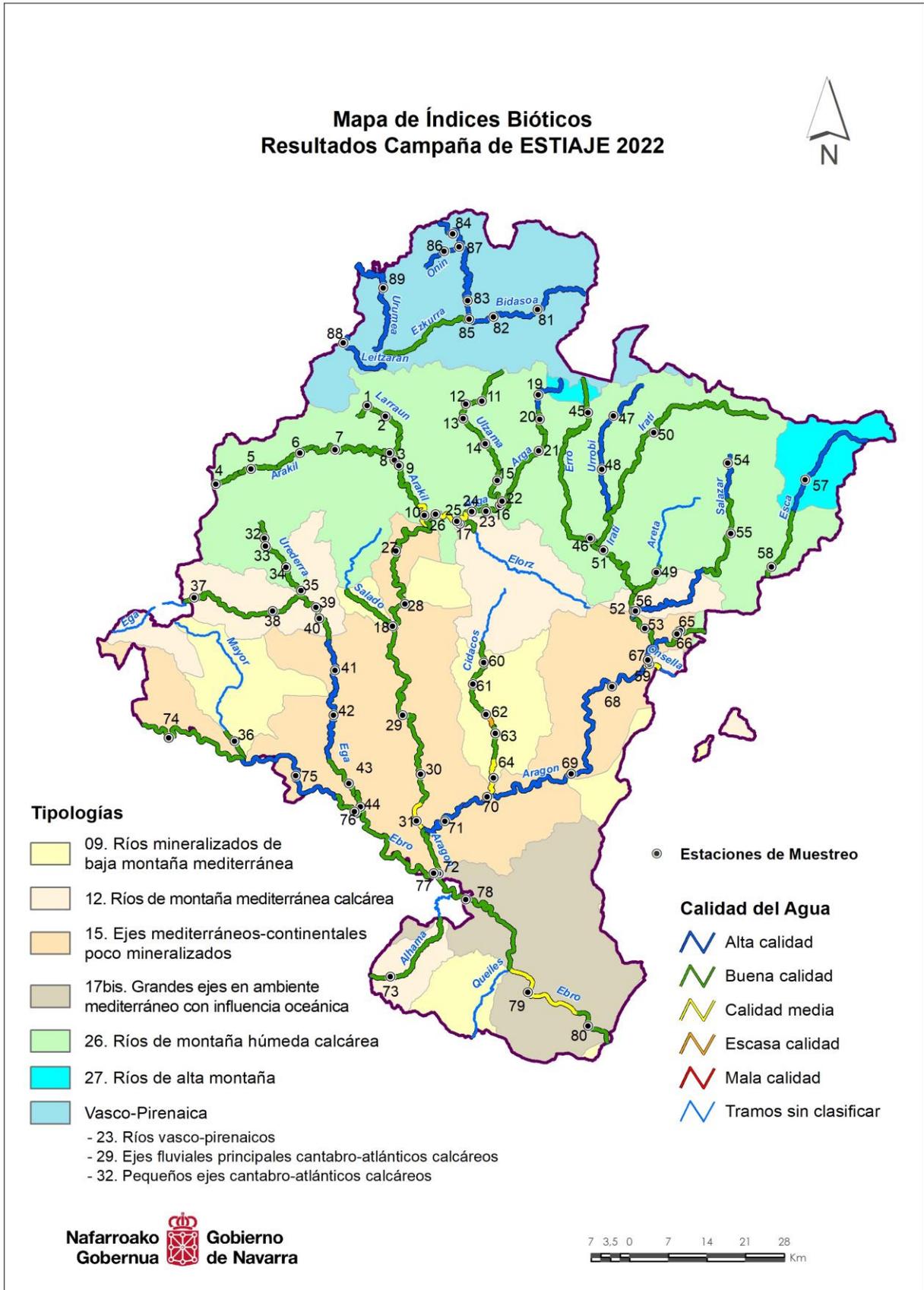
6.1.25.2. RESULTADOS DE ÍNDICES BIÓTICOS (RÍO URUMEA)

Calidad biológica en el río Urumea. Año 2022.							
		IBMWP					
		PRIMAVERA			ESTIAJE		
Estaciones	Tipo	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad	Valor	Nº Fam.	Clase Calidad
N-89 Goizueta	32	214	32	I	157	27	I

La calidad biológica del agua en este tramo es excelente durante 2022.

6.2. MAPAS DE CALIDAD





6.3. EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA

El Gobierno de Navarra tiene datos de índices bióticos de la red de muestreo a partir del año 1994, por lo que ya se dispone de una serie de 29 años. Como se ha comentado en el apartado de “4. Metodología”, cada año se realizan dos campañas de muestreo habitualmente denominadas “primavera” y “estiaje”. Se intentan realizar los muestreos en primavera, cuando los caudales aún son elevados (y accesibles para un correcto muestreo), y en época de estiaje, cuando los caudales son mínimos, aunque existen algunas diferencias. Por ejemplo, la campaña de “primavera”, algún año se efectúa en fechas algo tardías como en el año 2005, que se lleva a cabo en julio. También en 2015 se retrasó ligeramente dejando algún punto de muestreo hasta principios de agosto. La campaña denominada “estiaje” también ha sufrido modificaciones. En los años 1994 y 1995 la toma de muestras se efectúa después del verano, una vez comenzado el otoño. Los demás años los muestreos se realizan en condiciones de máximo estiaje.

En este apartado se comenta la evolución temporal de la calidad biológica del agua en los puntos que componen la red de muestreo. Los comentarios se basan en la evolución de los valores del índice biótico IBMWP. Estos comentarios van acompañados de dos gráficos en cada río con los datos de la estación de muestreo que se considera más relevante y aportando datos de los últimos 25 años, en el periodo 1998-2022.

Es preciso señalar, que no todas las estaciones de muestreo tienen datos desde el año 1994, ya que algunas se han incorporado posteriormente. Esto da lugar a que el grado de información no sea homogéneo en todos los puntos considerados.

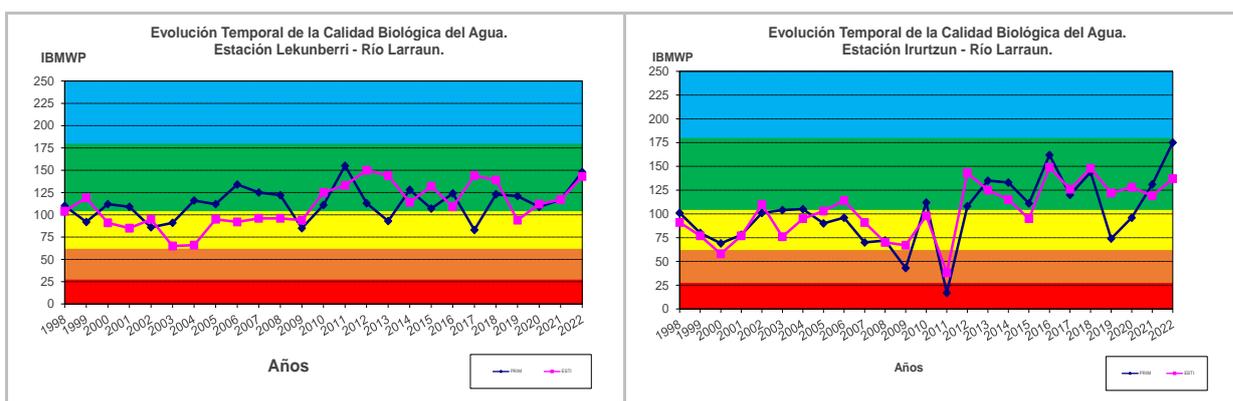
Los comentarios de este apartado se realizan en función de los límites de referencia para cada tipología de río, para así definir la Clase de Calidad de cada punto según la tipificación de las diferentes Confederaciones Hidrográficas que junto al CEDEX han realizado en los últimos años.

En 2015 (una vez redactados y aprobados los nuevos Planes Hidrológicos de cuenca; y a través del Real Decreto 817/2015 del 11 de septiembre) se reajustaron los límites para cada Clase de Calidad. Por lo tanto, para este informe se han utilizado dichos límites. Este aspecto hay que tenerlo en cuenta a la hora de consultar estudios anteriores a 2015.

Para consultar los resultados de toda la serie, se remite a consultar las series de todos los años en el **Anexo VII** del presente estudio.

6.3.1. Río Larraun (evolución temporal)

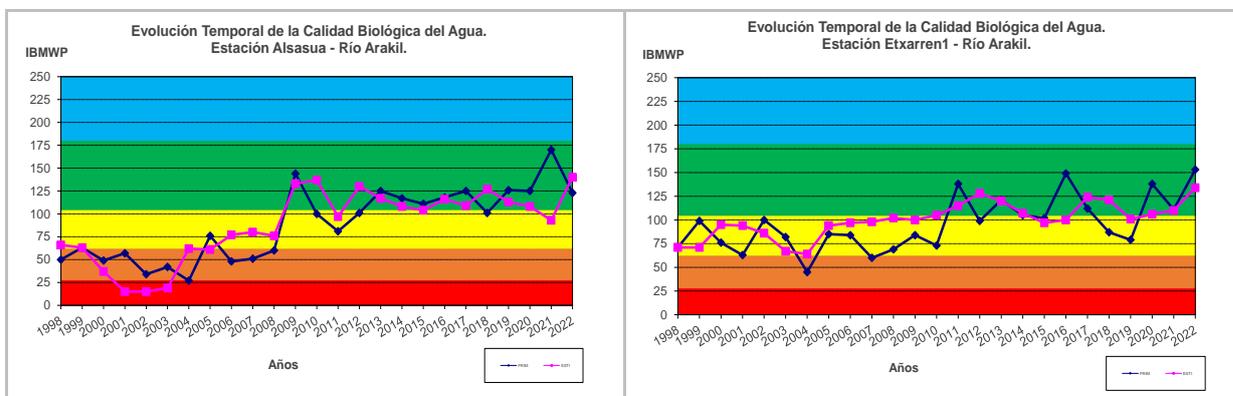
El río Larraun en la estación de **Lekunberri** presenta una buena situación general., aunque no exenta de momentos algo irregulares. Así lo indica la media de la serie desde 1994, Clase II. En 35 de los 58 muestreos se logran los objetivos de la DMA. También durante 2022. En **Mugiro** se dispone de datos desde el año 1999. El promedio del índice biótico indica una calidad media (Clase III), lo que refleja problemas de contaminación. El máximo valor del IBMWP que se obtiene muestra una buena calidad del agua, es decir, Clase II. Nunca este tramo ha alcanzado la máxima calificación. Solamente en 6 ocasiones, de 47 muestreos, se alcanzan los objetivos de la DMA. 2 de ellas en 2022. En **Irurzun** la media desde el año 1994 también indica una calidad media del agua. El 38% de los muestreos realizados alcanzan los objetivos de la Directiva. Se trata de un tramo donde es habitual detectar algún tipo de problema. En el año 2011 es cuando en peor situación se ha encontrado este tramo consignando los dos peores valores del índice biótico de toda la serie. Sin embargo, los resultados de los últimos años reflejan una mejoría, alcanzando en la mayoría de las campañas los objetivos de la DMA. Eso ocurre tanto en primavera como en estiaje de 2022.



6.3.2. Río Arakil (evolución temporal)

La media de la serie en **Ziordia** indica una buena calidad del agua (Clase II). En 37 de las 58 ocasiones (64%) se alcanzan los objetivos de la DMA, las 2 últimas en 2022. **Altsasua** es el punto donde el índice biótico obtiene valores históricos más bajos de todo el río. La media histórica de este tramo indica problemas de contaminación, Clase III. Hasta en 3 ocasiones los resultados de los muestreos revelan una mala calidad (Clase V). Sin embargo, los resultados de los últimos años revelan una notable mejoría, aunque ha habido descenso en la calidad en determinados momentos como por ejemplo en estiaje de 2015 y 2021, y primavera de 2018 (Clase III). En 2022 la situación ha resultado ser satisfactoria. Únicamente el 38 % de las ocasiones alcanzan los objetivos de la DMA, prácticamente todas desde el año 2009. En **Etxarri-Aranatz** se comienza a tomar muestras en 1999. La Clase media de la serie es de tipo II (buena). De los 48 muestreos realizados, en la mitad se logra el objetivo de alcanzar una buena calidad; toda ellas a excepción de la lograda en primavera de 2002, a partir del año 2009. Los peores resultados indican una escasa calidad, Clase IV. Este tramo de río no presenta una excelente calidad del agua (Clase I) en ninguna ocasión desde que se comenzará a analizar. En **Uharte-Arakil** solamente en el 34 % de las ocasiones se alcanzan los objetivos de la DMA. Se trata de un tramo

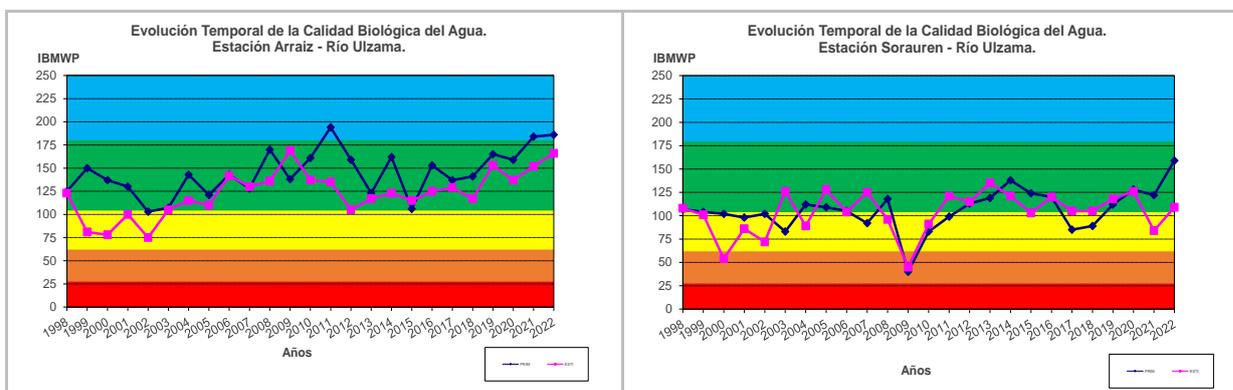
de río con resultados irregulares, con periodos de contaminación intercalados entre periodos de buena calidad. En 2022 la calidad es buena tanto en primavera como en estiaje. La peor clase de calidad que muestra el río, al igual que el tramo anterior, es una Clase IV. En **Etxarren** la situación es similar a la del tramo anterior. El 33 % de las ocasiones alcanzan los objetivos de la DMA. En los primeros años de la serie, el IBMWP obtiene valores elevados. Posteriormente, el valor desciende indicando problemas de contaminación, alargándose esta situación hasta 2010 (Clase IV como peor resultado). Sin embargo, en 2011 el tramo alcanza una Clase II en ambas campañas. Desde entonces la tendencia es mantener una buena calidad del agua. En 2021 y 2022 la calidad es buena en ambas campañas. En 2001 se introduce un nuevo punto de muestreo ubicado justamente aguas abajo de la confluencia con el río Larraun. A partir de 2003 este punto se traslada a **Errotz**, donde la media de estos años indica una Clase II. En 22 de los 40 muestreos se logran los objetivos de la Directiva. Los años 2013, 2016, 2017, 2018, 2020 y 2022 son los únicos en el que se alcanzan los objetivos en ambas campañas. En este tramo la peor calidad histórica también resulta ser una Clase IV. La última estación del río Arakil es **Izkue**. Este tramo es el que mayores problemas suele presentar. Solamente en el 19 % de las campañas se alcanzan los objetivos. Esto ocurre en las campañas de primavera de los años 1994, 1995, 2010, 2015, 2017, 2021 y 2022; y en las de estiaje de 2012 y 2014, además de las dos campañas de 2018, siendo el año que mejor situación presenta ya que es en la única ocasión en el que ambas campañas alcanzan los objetivos. En estiaje de 2022 vuelve a descender a Clase III. Desde que en 1994 se empezara con la toma de muestras, en numerosas ocasiones el tramo ha presentado indicios de contaminación importante, con unas Clases de calidad IV.



6.3.3. Río Ultzama (evolución temporal)

El río Ultzama a su paso por **Arraitz**, entre los años 1994 y 1996 consigna valores del índice biótico bajos para un tramo de estas características. Esto es debido a la colmatación de los fondos por las obras de construcción del túnel de Belate. La media de toda la serie indica una Clase II, es decir, una buena calidad del agua. A partir de 1997 la calidad del agua mejora. El 72% de los muestreos alcanzan los objetivos de la DMA. Desde 2003 prácticamente todos los muestreos han alcanzado ininterrumpidamente los objetivos ecológicos de la Directiva. Solamente en dos ocasiones no lo ha logrado. En estiaje de 2012 y en primavera de 2015. En estiaje de 2002 debido a problemas detectados en el río Ultzama, se añade una nueva estación en **Iraizotz**. En el primer muestreo, estiaje de ese mismo año, el índice biótico muestra una escasa calidad del agua del tramo, es decir, Clase IV. A partir

de ese momento en casi todos los muestreos se alcanzan los objetivos establecidos salvo en estiaje de 2007, 2010 y 2012 (Clase III). Por lo tanto, en 37 de 41 muestreos se alcanzan los objetivos. En primavera de 2022 se obtiene el máximo valor del IBMWP de toda la serie. Se trata de la tercera ocasión en el que el agua muestra una excelente calidad. La anterior ocasión fue en primavera de 2021. En estiaje de 2022 la calidad del agua es buena, Clase II. En **Lizaso**, toda la serie obtiene valores del índice biótico que alcanzan los objetivos establecidos excepto en 4 ocasiones donde la calidad desciende a media: esto sucede en primavera de 1997 y 2003 y estiaje de 1998 y 2016. La media de la serie histórica indica una buena calidad, Clase II. Solamente en una ocasión se alcanza la máxima calificación, en primavera de 2011. La estación de **Ciaurriz** también mantiene una buena situación ecológica (Clase II). En el 78 % de los muestreos el agua alcanza los objetivos de la DMA. El valor más bajo de la serie del índice IBMWP indica Clase III. Esto ocurre en primavera de 2020. En 2022 la calidad es satisfactoria en ambas campañas. En **Sorauren** desciende la media del índice biótico respecto a las anteriores, aun así, indica una Clase II de media histórica. En esta ocasión son 30 de 58 posibles, las veces que se alcanzan los objetivos de la DMA. Por lo tanto, es habitual encontrarnos con problemas de contaminación. En 2009 se registran los peores resultados de toda la serie evidenciando serios problemas de contaminación. Ambos muestreos indican una escasa calidad (Clase IV). A partir de 2011 se aprecia una notable mejoría, aunque con episodios negativos donde la calidad del agua resulta media. En 2022 la calidad es buena en ambas campañas. En 2005 se incorpora a la red de muestreos una nueva estación localizada en el término municipal de **Villava**, justo antes de la desembocadura en el río Arga. La media del índice biótico de estos 17 años indica una calidad buena del agua (Clase II). En 20 de 35 ocasiones se alcanzan los objetivos de la DMA. Los muestreos de los últimos años han mostrado una oscilación en cuanto a la calidad, variando entre media y buena. En 2022, al igual que los dos años anteriores, la situación es satisfactoria en ambas campañas.



6.3.4. Río Elorz (evolución temporal)

En este punto (**Pamplona**) comienzan los muestreos en el año 2002. El promedio de la serie toma valores que indican una calidad media del agua (Clase III). Este tramo únicamente logra en 3 ocasiones alcanzar los objetivos de la DMA: en la campaña de primavera de 2016 y en ambas de 2022.

6.3.5. Río Salado (evolución temporal)

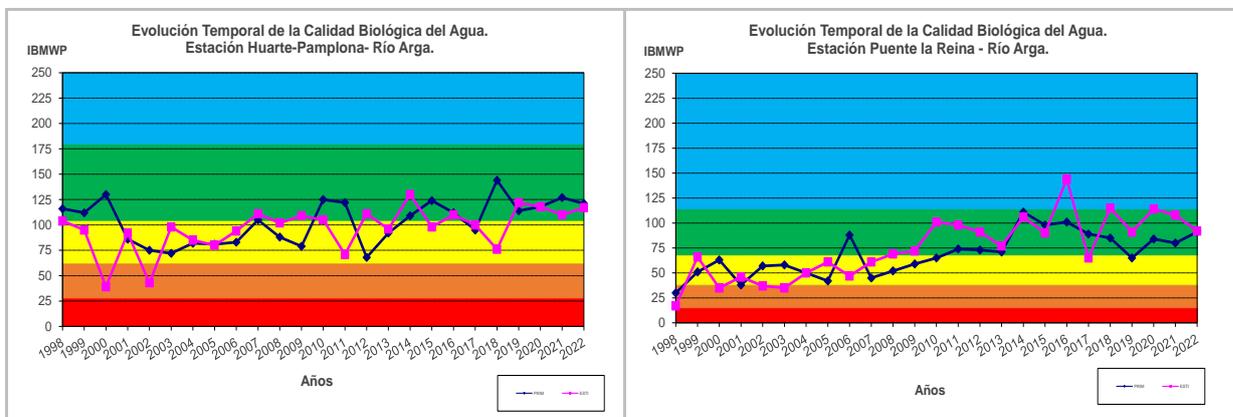
En el río Salado a la altura de **Mendigorría** comienzan los muestreos en el año 2001. La calidad media del agua en estos años es media (Clase III). El 48 % de las ocasiones, alcanzan los objetivos ecológicos. Todas ellas a partir de 2007, siendo de forma seguida durante el periodo 2018-2022. Hay que tener en cuenta que este tramo se ve afectado directamente por el desembalse del pantano de Alloz. Numerosos muestreos coinciden con momentos de caudal elevado, siendo la toma de muestras dificultosa.

6.3.6. Río Arga (evolución temporal)

En 2020 se introduce un nuevo tramo en **Eugi**, donde todos los muestreos hasta el momento han demostrado una buena o muy buena calidad del agua. A su paso por **Urtasun**, la media del índice biótico de la serie indica una calidad media (Clase III) del agua. Pese a ser un tramo alto del río no se obtienen buenos resultados. Esto posiblemente se deba a la proximidad del pantano de Eugi y las consecuencias del vaciado de este. Solamente en un 22 % de las campañas alcanzan los objetivos establecidos por la DMA. Una de ellas en estiaje de 2022. Existen varios registros a lo largo de la serie que evidencian algún tipo de problema importante en el tramo ya que el índice biótico llega a tomar valores que indican una calidad escasa del agua (Clase IV). Esto sucede en los muestreos de estiaje de los años 1999, 2001 y 2002. En **Zubiri** la situación mejora notablemente, la media de toda la serie muestra una buena calidad del agua (Clase II). Se trata de la media histórica más alta de todo el río. Solamente en un 19 % de las ocasiones no se alcanzan los objetivos establecidos. La mayoría de ellas en los primeros años de muestreo, aunque todavía hay periodos recientes con síntomas de contaminación, como por ejemplo en estiaje de 2021 (Clase III), mientras que en la campaña de primavera la calidad ha sido buena. Situación que se ha mantenido en 2022. En **Huarte-Pamplona**, la media de la serie vuelve a descender, indicando calidad media, por lo tanto, una Clase III. Se trata de un punto en el que en el periodo 2000-2008 se detectaron problemas de contaminación. A partir de entonces, se han ido sucediendo periodos de buena calidad (Clase II) junto con otros donde han existido evidencias de contaminación. En 2022, al igual que los 3 años anteriores, se alcanzan los objetivos en ambas campañas. El 47 % de las campañas logran los objetivos marcados por la DMA. Del punto de **Pasarelas** se tienen datos desde 1999. La media de estos últimos 24 años muestra una calidad media del agua. El valor medio del índice biótico desciende considerablemente respecto a las estaciones superiores, muy posiblemente debido al incremento de la presión antrópica (presencia de presas, eliminación de la vegetación de ribera, etc.). Únicamente en 9 ocasiones de los 47 muestreos se alcanza el objetivo de la DMA. Esto sucede en primavera de 2016, 2017, 2020 y 2021 y en estiaje de 2011, 2018 y 2019. También durante todo el 2022, con un máximo histórico del índice biótico en primavera. En el lado opuesto se encuentran 5 campañas en la que la situación es de escasa calidad, es decir, Clase IV. Esto ocurre en estiaje del 2000, 2006 y 2012 y en la primavera de 2007 y 2009. En **San Jorge** los muestreos comienzan de forma continuada en 2000. El promedio de la serie muestra también una calidad media del agua. Solamente en 7 de los muestreos logran los objetivos de la DMA (Clase II). Esto sucede en las campañas de primavera de 2001, 2020 y 2021 y estiaje de 2008 y 2012. Al igual que sucede en el tramo anterior, durante 2022 también se alcanzan los objetivos establecidos.

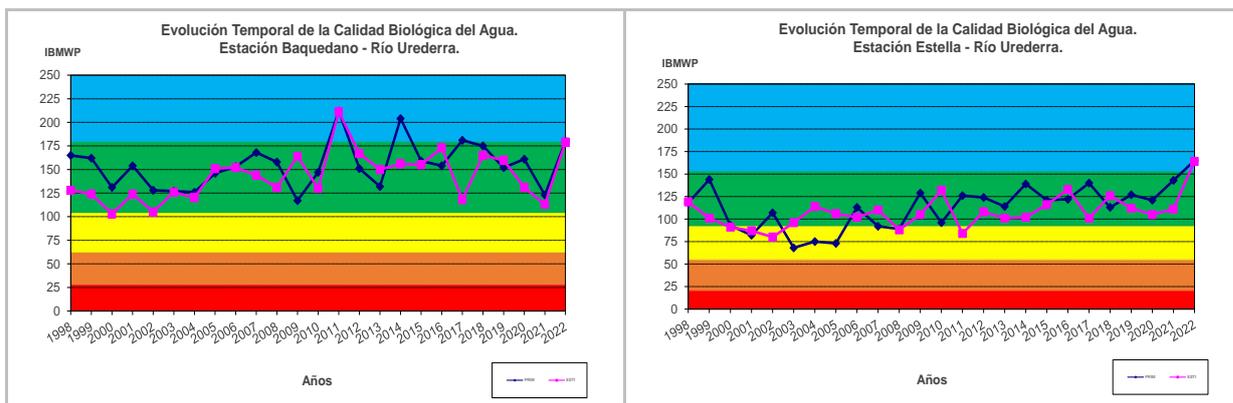
Además, en primavera se alcanza el máximo valor del índice biótico de toda la serie. En este tramo también, la peor situación del tramo es cuando presenta una Clase IV o escasa calidad. Esto sucede en 7 ocasiones, la última de ellas en primavera de 2018. En cuanto al siguiente estación, **Landaben**, se tienen datos desde 1999. En este punto, el promedio de los 48 muestreos indica una calidad media del agua también. Los problemas de contaminación en este tramo han sido evidentes durante años. De hecho, solamente en 3 ocasiones se alcanzan los objetivos de la DMA. Una de ellas en primavera de 2022 (máximo valor histórico del índice biótico). Las otras dos ocasiones en las que muestra una buena calidad del agua es en estiaje de 2014 y primavera de 2021. Este tramo ha mostrado serios problemas de contaminación en numerosas ocasiones. En **Ororbia** y **Belascoain** existen datos de los periodos 1994-1995 y 1999-2015. En el primer periodo los resultados indican aguas de muy mala calidad, Clase V. Una vez puesto en marcha el tratamiento secundario de la EDAR de Arazuri se observa una mejoría (incluso se obtienen valores que indican momentos puntuales de excelente calidad en Belascoain). En **Ororbia** la calidad media de la serie es de Clase III, habiendo mejorado ligeramente en los últimos años. Sin embargo, se trata del tramo de río Arga con peores resultados con varias campañas presentando Clase IV (estiaje de 2013, 2014, 2015 y 2019). En **Belascoain** la situación es notablemente mejor, con una media del índice biótico de la serie que muestra calidad buena, Clase II. No obstante, cabe recordar que en este tramo cambia la tipología del río, siendo menos exigente que todas las anteriores. En esta ocasión, un 58 % de los muestreos alcanza los objetivos de la DMA, con un máximo del índice biótico en estiaje de 2010 que indicó una excelente calidad del agua, Clase I. En 2022, al igual que los anteriores 8 años, la calidad del agua es buena en ambas campañas. **Puente la Reina** obtiene una calidad media que vuelve a revelar una Clase III. Las primeras campañas de muestreo indicaban una escasa calidad, Clase IV. Posteriormente, a partir del año 2000 aproximadamente, se detecta una ligera mejoría, aunque todavía sin alcanzar los objetivos establecidos. Es a partir de estiaje de 2009 cuando parece que definitivamente la situación ha mejorado ya que la mayor parte de las campañas muestra una buena calidad biológica del agua, Clase II. De las 58 campañas realizadas, en 24 (41 %) se alcanzan los objetivos, 21 de ellas a partir de 2009, llegando a presentar una Clase I en estiaje de 2016. No obstante, también durante este periodo se registran periodos donde la calidad desciende. En 2022 la calidad del agua es buena tanto en primavera como en estiaje. En la siguiente estación, en **Miranda de Arga**, la media de los resultados de la serie del índice IBMWP muestra una buena calidad del agua, Clase II. El 69 % de las ocasiones alcanzan los objetivos de la DMA. En 4 de ellas, además, presentando una excelente calidad, es decir, una Clase I. Esto sucede en estiaje de 2010, 2014 y en primavera de 2015 y 2020. Las peores situaciones se observaron los primeros años de la serie ya que el tramo no alcanzó por primera vez los objetivos de la DMA hasta estiaje del 98. Sin embargo, es en primavera del 2000 cuando el índice biótico obtiene el peor resultado de toda la serie que indica una Clase IV. Desde entonces hasta el momento actual con la excepción de primavera de 2018 (Clase III) todos los muestreos han revelado una buena o muy buena calidad. En **Falces** el promedio de la serie se mantiene (Clase II). En algo más de la mitad de las ocasiones la calidad del agua alcanza los objetivos establecidos por la Directiva. 26 de ellas los últimos 13 años. Llegando en 2 ocasiones a presentar una excelente calidad o Clase I. Esto sucede durante la campaña de primavera de 2011 y 2022. La peor calidad se detectó entre los años 1996 y 1998 con valores del índice biótico indicando escasa calidad del agua, es decir, Clase IV. Por último, **Funes** promedia el valor más bajo del índice IBMWP de todo el río, mostrando una Clase de calidad media de tipo III. Existen tres muestreos en los que la calidad del agua es mala (Clase V). Esto ocurre en estiaje de 1997 y primavera de 1999 y 2005. Únicamente en 19

ocasiones de los 58 muestreos se alcanzan los objetivos establecidos por la DMA. Todos ellos a partir del año 2009. Aunque desde entonces hasta la actualidad ha habido periodos donde el agua ha presentado una Clase III. Como por ejemplo en estiaje de 2022.



6.3.7. Río Urederra (evolución temporal)

El río Urederra, en general, presenta una buena o muy buena calidad del agua a lo largo de los años. En los cuatro tramos estudiados el promedio del índice biótico de la serie es elevado, indicando una calidad media de Clase II en todos ellos, esto es, una calidad buena del agua. **Baquedano** es la estación que mayor puntuación logra. Solamente en 3 ocasiones de 58 posibles no alcanza los objetivos de la DMA. Esto sucede en las campañas de estiaje de 1997, 2000 y 2002. En 2022 la clase de calidad es I y II respectivamente. **Aguas abajo de la Piscifactoría de Artaza**, posiblemente por la influencia de ésta, en varios muestreos se detectan problemas de contaminación ya que el índice biótico consigna valores bajos que muestran un agua de calidad media (Clase III). Esto ocurre en 10 ocasiones de las 56 tomas de muestras realizadas. Todas ellas anteriores al año 2004. En el lado opuesto están las 6 únicas campañas donde el agua ha presentado una excelente calidad (Clase I): primavera del 94, 2012, 2017, 2018 y 2019, y estiaje de 2014. En 2022 la calidad es buena, Clase II. En **Artavia**, los muestreos empiezan en el año 1999. El 83 % de los muestreos realizados alcanzan los objetivos. En 8 ocasiones la calidad del agua resulta media, la última de ellas en estiaje de 2013. En el tramo bajo del río, en **Estella**, es donde el río logra puntuaciones algo más bajas. Sin embargo, la media de la serie también indica una Clase II. Es a partir del año 2000 cuando se registran los peores valores, con periodos donde la calidad del agua resulta media. En 12 ocasiones de 58 no se alcanzan los objetivos, la última en estiaje de 2011. 2022 obtiene los mejores resultados de toda la serie. Ambos muestreos indican una excelente situación.



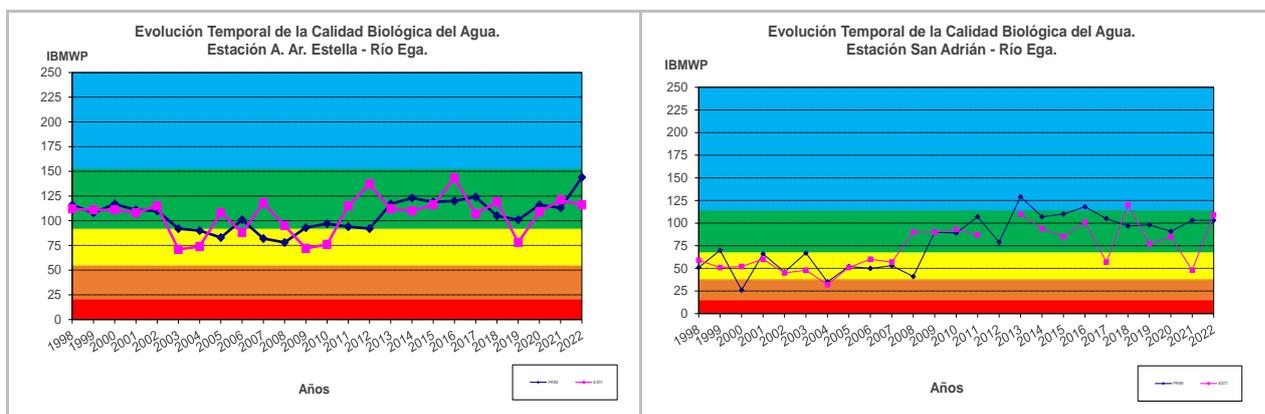
6.3.8. Río Mayor (evolución temporal)

En **Mendavia** se empieza a muestrear en 2001. El promedio de toda la serie indica una calidad media del agua, esto es, Clase III. Solamente en 2 ocasiones se logran los objetivos establecidos por la DMA. Esto ocurre en estiaje de 2021 y 2022. Contrariamente se encuentran los mínimos valores del índice IBMWP alcanzados que indican una escasa calidad del agua, una Clase IV. Esto ocurre en 11 ocasiones a lo largo de los 22 años de muestreo, la última en primavera de 2020, donde se obtiene el mínimo de toda la serie.

6.3.9. Río Ega (evolución temporal)

En la estación de **Zúñiga**, los valores registrados son elevados. El promedio de la serie indica una buena calidad del agua, Clase II. El 86 % de los muestreos realizados alcanzan los objetivos de la DMA. En 2022, al igual que los 12 años anteriores, se consiguen los objetivos de la DMA. La media de la serie **aguas arriba Estella** también muestra una buena calidad del agua en este tramo (Clase II). En este caso es el 78 % de las ocasiones en las que el agua alcanza los objetivos de la Directiva. Históricamente destaca el valor mínimo (escasa calidad) obtenido en septiembre de 1997. El periodo 2002-2005 no es muy satisfactorio. Sin embargo, a partir de entonces y salvo momentos puntuales, la calidad del agua ha mejorado con una mayoría de los muestreos que indican aguas de buena calidad. En 2022 ambas campañas muestran una buena situación. **Aguas abajo Estella** el valor medio del índice biótico desciende ligeramente, aunque se mantiene dentro de los límites de la Clase II. 36 de los 58 muestreos han cumplido con los objetivos de la DMA. Sin embargo 22 no lo han hecho, mostrando en la mayor parte de las ocasiones una Clase III. Desde 2018 se alcanza una Clase II en ambas campañas ininterrumpidamente. En el punto situado **aguas abajo de la EDAR** de Estella se conocen datos desde el año 1996. La media de la serie también muestra una buena calidad (Clase II) del agua. El 78 % de los muestreos logran alcanzar los objetivos de la DMA, siendo la mejor situación una Clase II. Situación que se repite desde el año 2008 hasta la actualidad. En **Allo** se empieza a tomar muestras en 1999. El promedio de la serie del índice IBMWP indica una buena calidad del agua también. Se toman muestras en un total de 48 campañas, alcanzándose los objetivos de la DMA en 44, es decir, en el 92 % de las ocasiones. En algo más de la mitad de ellas el agua presente una excelente situación, Clase I. Así

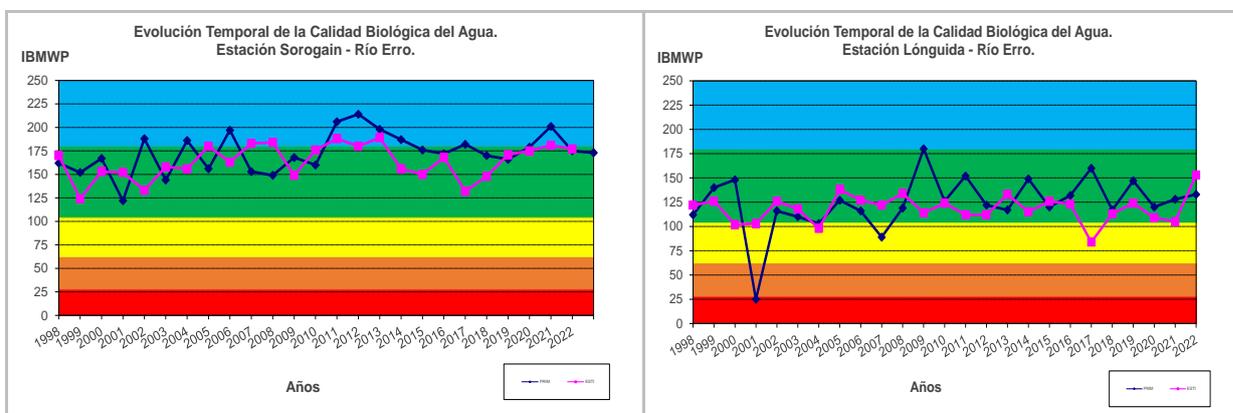
sucede en 2021 y 2022 ininterrumpidamente. En **Lerín** los resultados de la serie también se pueden considerar buenos. Con una media histórica que refleja una Clase II, en 51 del total de 58 campañas se alcanzan los objetivos establecidos por la Directiva. Desde el año 2005 no se han tenido malos resultados. En 27 ocasiones se alcanza la máxima calificación, Clase I. La mayoría de las ocasiones desde el año 2010. Las últimas en 2021 y 2022. Los primeros años de toma de muestras presentan una muy buena situación. Después llega un periodo en el que existen algún periodo de contaminación, 1996-2005, y a partir de entonces la calidad se mantiene a un alto nivel. En **Andosilla**, donde la toma de muestras comienza en el año 1999, el promedio del índice biótico desciende considerablemente. No obstante, la media de la serie se mantiene en una Clase II. En esta ocasión 29 de las 47 campañas alcanzan los objetivos. Todas ellas a partir de estiaje de 2008 hasta la actualidad (y una más en estiaje de 2006). En este periodo de tiempo, la primavera de 2020, 2021 y 2022 (máximo valor histórico del IBMWP), estiaje de 2012, 2016 y 2018, y en ambas campañas de 2015 y 2019 el agua ha presentado una excelente calidad, una Clase I. La peor situación se da entre los años 1999 y 2004 donde hasta en 6 ocasiones el tramo presenta una escasa calidad, Clase IV. Finalmente, el promedio del índice biótico en **San Adrián** es el más bajo de todo el río, indicando una calidad media de Clase III. Por lo tanto, es el único tramo del río Ega que no alcanza los objetivos de la DMA hablando en términos de promedio histórico. A lo largo de estos años ha habido resultados notablemente negativos. Los cuatro primeros años, primavera del 2000 y el año 2004 consignan los valores más bajos del índice (Clase IV). Solamente 26 de las 57 campañas alcanzan los objetivos. Todas ellas a partir de estiaje de 2008. En general, la calidad mejora desde la entrada en funcionamiento de la EDAR de la localidad. Incluso en dos ocasiones el tramo muestra una excelente situación (Clase I). Esto ocurre en primavera de 2013 y estiaje de 2018. En estiaje de 2012 no se recoge muestra al estar totalmente seco el cauce. En 2022 el tramo presenta una buena calidad.



6.3.10. Río Erro (evolución temporal)

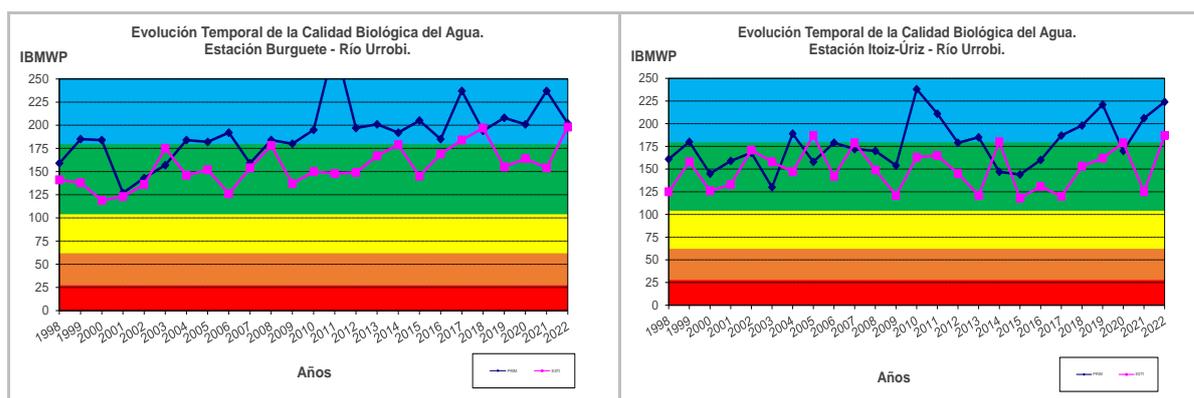
Sorogain obtiene un promedio del índice IBMWP de la serie de desde 1994 que indica una buena calidad del agua. Todos los muestreos alcanzan los objetivos de la DMA. En **Lónguida** la media de la serie desciende, aunque continúa mostrando una Clase II, es decir, buena calidad. El 83 % de los muestreos realizados, alcanza los objetivos de la Directiva. Sin embargo hay momentos en los que la

calidad desciende, como por ejemplo en estiaje de 2017 y 2021 con una Clase III. La peor situación se registra en primavera de 2001, donde el índice biótico indica graves problemas (Clase V).



6.3.11. Río Urrobi (evolución temporal)

En el río Urrobi, en la estación de **Burguete**, la serie está formada por datos elevados. Todas las campañas alcanzan los objetivos de la DMA. En la zona media-baja del río, en el intervalo 1994-1998 el muestreo se realiza en **Itoiz**, cerca de la desembocadura del Urrobi en el Irati. En este punto los valores del IBMWP muestran situaciones entre media y excelente calidad. Los valores más bajos corresponden a estiajes muy acusados en los que apenas circula agua. No obstante, en este punto el río llega a secarse en algunas ocasiones, por lo que se decide cambiar de ubicación. Se elige el punto de muestreo que coincide con el de fauna piscícola del Gobierno de Navarra, en **Úriz**, con unos resultados excelentes. Todos los muestreos alcanzan los objetivos de la DMA. El promedio de la serie indica una calidad alta del agua.



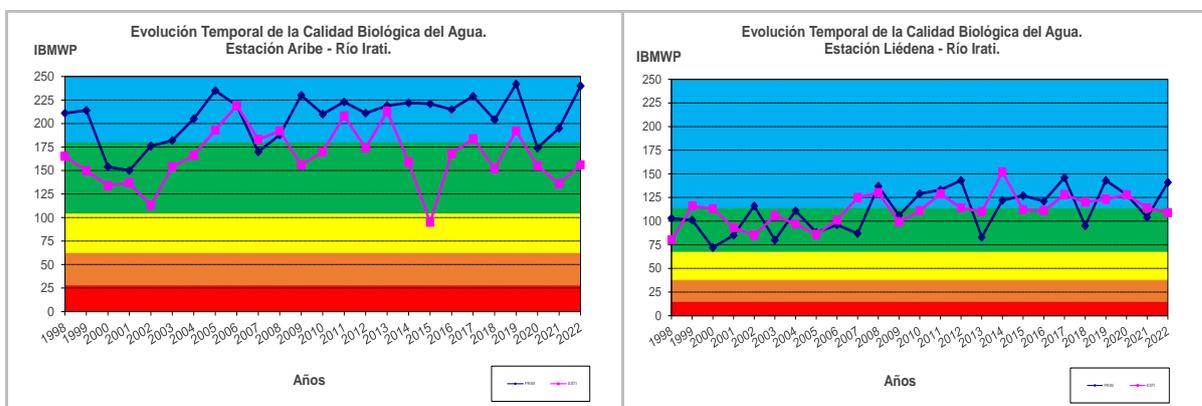
6.3.12. Río Areta (evolución temporal)

En el año 2004 se realiza un primer muestreo **aguas abajo de Imirizaldu** con un buen resultado en primavera y medio en estiaje. En 2005 se traslada el muestreo a **Murillo-Berrolla**, con unos resultados oscilantes, aunque consignando una Clase II de media histórica. Ese mismo año, mientras que en

primavera el valor del índice biótico indica una buena calidad del agua, en estiaje, y seguramente por la importante reducción del caudal, la calidad biológica del río desciende hasta escasa (Clase IV), obteniendo el menor valor del índice biótico de toda la serie. A partir de 2010 prácticamente todos los muestreos alcanzan los objetivos, con un máximo histórico del índice biótico en primavera de 2022, donde el agua es de calidad excelente. Esta misma situación se había dado durante las campañas de primavera de 2011 y estiaje de 2020.

6.3.13. Río Irati (evolución temporal)

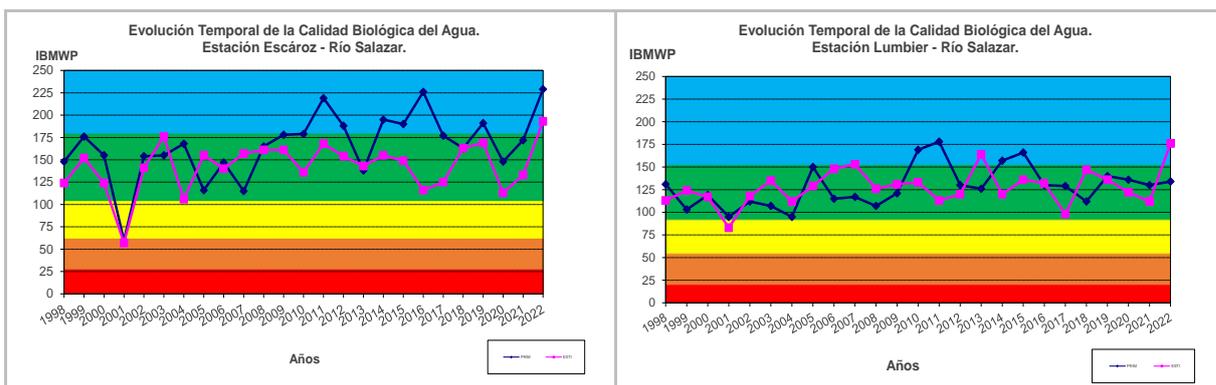
Aribe obtiene una media del índice IBMWP de la serie de datos 1994-2022 que indica alta calidad del agua (Clase I). Solamente en una ocasión no se alcanzan los objetivos de la DMA. Y eso ocurre en estiaje de 2015. El índice biótico indica una anormal Clase III. En **Aós**, **Lumbier** y **Liédena** en cambio, la media de la serie indica una Clase II. En **Aós** son 14 los muestreos que no alcanzan los objetivos, donde todos ellos muestran una clase media del agua y se van intercalando entre campañas con resultados satisfactorios. En **Lumbier** la media es muy similar al tramo anterior. En este caso son sólo 2 ocasiones en las que la calidad del agua se queda por debajo de la Clase II. Esto sucede en estiaje de 1999 y 2004. Por el contrario, varias de las campañas alcanzan la máxima calificación, las última de ellas en primavera de 2022. Finalmente, en **Liédena** todas las campañas logran alcanzar los objetivos de la DMA, siendo en numerosas ocasiones los momentos en el que el agua presenta una excelente calidad o Clase I.



6.3.14. Río Salazar (evolución temporal)

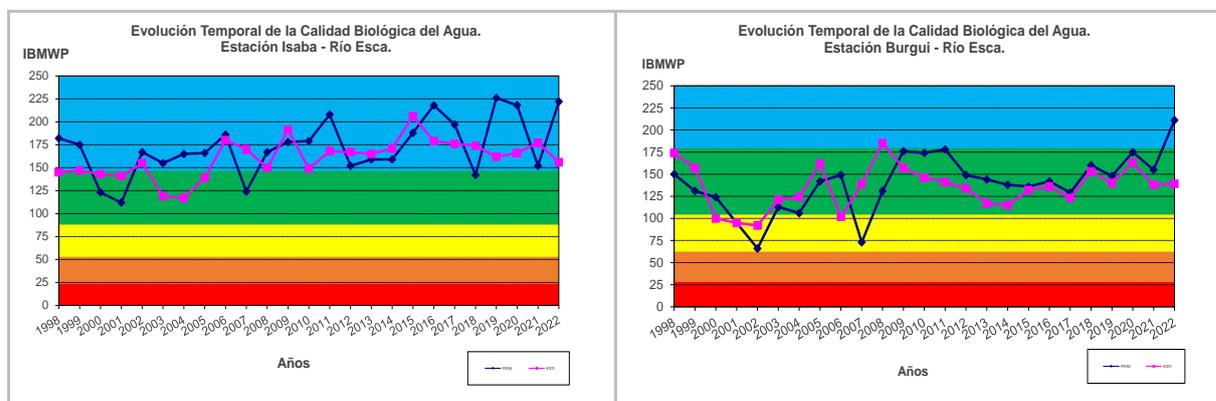
En **Ezcároz**, la serie contiene datos elevados. El promedio de la serie indica una buena calidad del agua, Clase II. Sin embargo, históricamente este tramo ha presentado algún problema de contaminación. En estiaje de 1996, 1997 y 2004 la calidad es media; y en el año 2001 se obtienen los valores más bajos de la serie que indican aguas de escasa calidad (Clase IV) en ambas campañas. Se trata de los únicos 5 muestreos que no alcanzan los objetivos de la DMA. Desde el año 2005 todas las campañas lo hacen. Incluso en varias ocasiones como las primaveras de 2011, 2012, 2014, 2015, 2016 y las dos campañas de 2019 y 2022. el agua presenta una excelente situación, Clase I. Durante la campaña de estiaje de

primavera de este último año, se alcanza el máximo valor del índice biótico de toda la serie. En **Uscarrés** se mantiene la buena calidad. Solamente existen 4 datos negativos; en estiajes de 1997 y 2001, y las primaveras de 2002 y 2007 (calidad media). En el resto de la serie lo habitual es mantener una buena calidad o incluso excelente como por ejemplo en primavera de 2022. Por último, en **Lumbier** el promedio de la serie desciende ligeramente respecto a las anteriores estaciones, aunque indica una buena calidad, Clase II. En 2 de las 58 ocasiones de las que se tiene datos no se alcanzan los objetivos de la DMA. Esto ocurre en estiaje de 1997 y 2001 (Clase III). Este tramo bajo del río alcanza la máxima calificación en numerosas ocasiones, la última de ellas en estiaje de 2022.



6.3.15. Río Esca (evolución temporal)

El río Esca a su paso por **Isaba** presenta una calidad media excelente (Clase I) en toda la serie de 58 muestreos. En todas las ocasiones se alcanzan los objetivos establecidos por la DMA, con un predominio de la Clase I. En **Burgui** los valores del índice biótico consignados son más bajos, aunque la media de la serie indica una buena calidad, Clase II. Existen 10 ocasiones en las que no se alcanzan los objetivos de la DMA; la mitad de ellos entre los años 2000 y 2002, reflejando periodos de contaminación. La última vez que no se alcanzó al menos una buena calidad fue en primavera de 2007. Desde entonces la situación ha sido satisfactoria. En primavera de 2022 se registra el máximo valor histórico del índice biótico, que junto con la campaña de estiaje de 2008, son los dos únicos momentos en que se alcanza una Clase I.

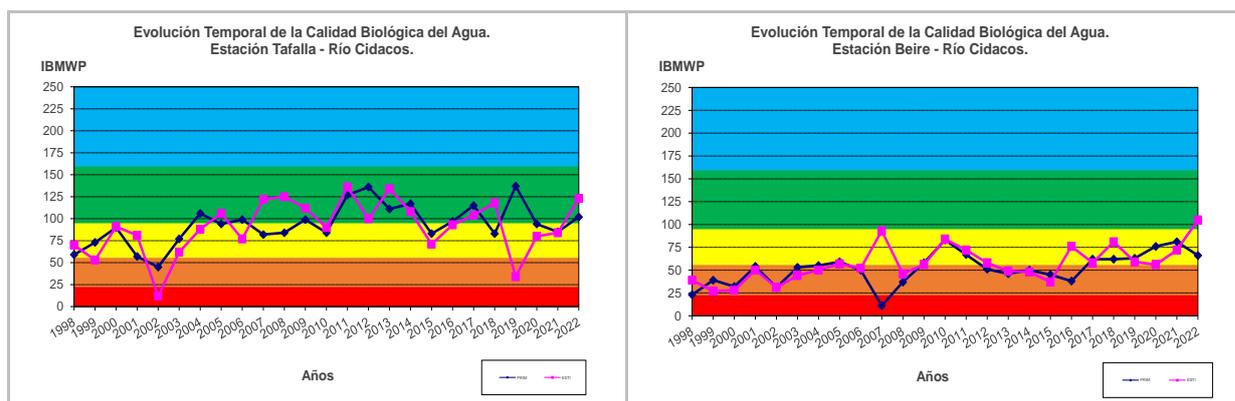


6.3.16. Río Onsella (evolución temporal)

En 2004 comienzan los muestreos del río en **Sangüesa**. La media de la serie de estos 19 años indica una calidad media del agua, una Clase III. Únicamente en 10 ocasiones de 38 se han alcanzado los objetivos de la DMA. Esto sucede en los años 2005 y 2012 (ambas campañas) y en las campañas de primavera del 2006, 2011, 2017 y 2022; y en las de estiaje de 2008 y 2009.

6.3.17. Río Gidacos (evolución temporal)

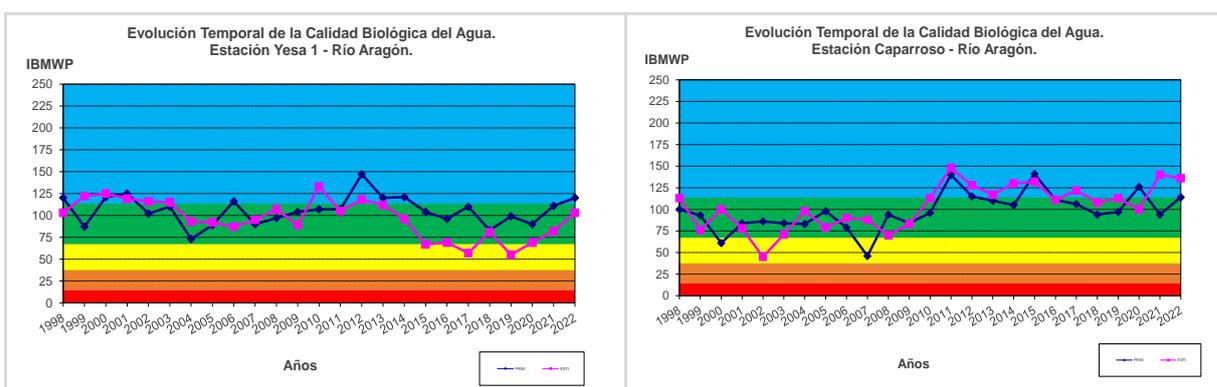
En la estación de **Pueyo**, los muestreos comienzan en el año 2001. La media de la serie indica una calidad media de Clase II. De los 44 muestreos realizados, en 35 se logra el objetivo de la DMA. El peor resultado lo consigna la campaña de estiaje de 2002, donde los resultados indican una escasa calidad, Clase IV. Por el contrario, en estiaje de 2011 y 2020, y primavera de 2012 se obtiene la máxima puntuación indicando una excelente situación, Clase I. En la estación de **Tafalla** el promedio histórico indica una Clase III. En los primeros años de la serie, 1994-1996, ofrecen unos resultados muy buenos. A partir de 1997 las puntuaciones descienden hasta consignar un valor mínimo en estiaje de 2002 correspondiente a aguas de mala calidad (Clase V). En el 48 % de las ocasiones se alcanzan los objetivos de la DMA. Desde 2011 hasta 2014 la calidad mantiene una Clase II. A partir de entonces oscila entre Clase III y II. En 2019 la situación de primavera es satisfactoria. En cambio, en estiaje, y como consecuencia de la intervención del cauce por motivos de acondicionamiento debido a la situación generada por las intensas lluvias del mes de julio de ese año, la calidad desciende a una Clase IV. En 2020 y 2021 se nota cierta mejoría, aunque sin llegar a la calidad previa a la intervención del cauce, es decir, Clase III. Sin embargo, en 2022 parece confirmarse la mejoría detectada los años precedentes, Clase II en ambos muestreos. Como rasgo general, es a partir de la siguiente estación, **Aguas abajo Tafalla**, a la altura de Olite, cuando el río muestra serios problemas de contaminación. En este punto, el promedio de la serie indica una calidad media del agua, es decir, una Clase III. Solamente en 4 ocasiones (de 48 posibles) se consiguen los objetivos de la DMA. Esto sucede en estiaje de 2008, 2011 (máximo valor del índice IBMWP) y 2018, y en primavera de 2013, donde la calidad del agua resulta buena, es decir, alcanza una Clase II. Sin embargo, el resto de los muestreos indican importantes problemas de contaminación, con un estiaje de 2002 donde la Clase de calidad es V y en otras 8 ocasiones Clase IV. Una de ellas en estiaje de 2022, mientras que en primavera la calidad es media. En Beire y Traibuenas la situación es muy parecida entre ellas, deficiente. Ambos tramos presentan una calidad media del agua escasa, una Clase IV. En **Beire** solamente una vez se han alcanzado los objetivos de la DMA. Esto sucede en el último muestreo, en estiaje de 2022. Mientras que en primavera la calidad del agua es media. En **Traubuenas** también solamente una vez se alcanzan los objetivos. Esto sucede durante la primavera de 1994. Por el contrario, son varias las veces que estas estaciones han mostrado una mala calidad o Clase V. Las campañas de primavera de 1998 y 2007 son las que consignan los valores más bajos del índice biótico en ambas estaciones.



6.3.18. Río Aragón (evolución temporal)

En la estación de **Yesa 1** la calidad del agua es buena. La media de la serie así lo indica, Clase II. Sin embargo, este tramo resulta ser irregular. Pese a que en numerosas ocasiones la calidad del agua ha sido excelente (solamente en 6 ocasiones no se alcanzan los objetivos establecidos), parece ser que los últimos años el tramo se puede haber visto afectado por las obras cercanas del recrecimiento del pantano. En las campañas de estiaje de 2015, 2016, 2017, 2019 y 2020, la calidad biológica del agua es media, Clase III. En cambio, en 2021 y 2022 se alcanzan los objetivos. El peor dato de la serie se registra en estiaje de 1997, donde el índice biótico consigna un valor tan bajo que indica una escasa calidad del agua (Clase IV). **Aguas abajo de la piscifactoría de Yesa**, aunque con un valor menor al tramo anterior, la media de la serie también indica una buena calidad del agua. En esta ocasión en 48 ocasiones de 57 posibles se alcanzan los objetivos. No obstante, existe un periodo en el que el análisis de la fauna bentónica no indica una buena situación. Este periodo es aproximadamente entre los años 1996 y 2000. En 2022 se alcanzan los objetivos; siendo 20 años seguidos en los que se consiguen. A su paso por **Sangüesa**, el río también muestra una calidad buena. Todos los muestreos se encuentran entre una Clase I y una Clase II. En **Cáseda** los muestreos comenzaron en el año 1996. Todas las campañas a excepción de una alcanzan los objetivos impuestos. Esto ocurre en estiaje de 1998, que, debido a trabajos de dragado realizados en el cauce, el valor del índice IBMWP desciende notablemente. Los últimos 12 años son los que mejores resultados obtienen, mostrando en numerosas ocasiones una excelente calidad. En 2022 el agua es de alta calidad. En **Carcastillo** la situación no difiere en exceso del punto anterior. La media de la serie indica una Clase II, donde solamente en 2 ocasiones desde el año 1994 no se han alcanzado los objetivos de la DMA. Esto sucede en las campañas de estiaje de 1997 y primavera de 2002. Al igual que el tramo anterior, los últimos 12 años son los que mejor calidad muestran, con una Clase I en numerosas ocasiones. Las últimas durante 2022. En la estación de **Caparroso** los valores del IBMWP son algo inferiores a los de las estaciones precedentes, aunque la calidad media se mantiene en una Clase II. En 6 ocasiones no se alcanzan los objetivos de la DMA. Se trata de las campañas de estiaje de 1997, 2002, 2003, 2008 y las primaveras de 2000 y 2007. Desde el año 2009 todas las campañas han logrado los objetivos. En 2022 la calidad es buena (Clase II) alta y (Clase I) respectivamente. En 2016 se añade la estación de **Marcilla** a la Red, la cual ya se había analizado en el año 2013 y en estiaje de 2015. Todos muestreos realizados han alcanzado los objetivos. Además, se aprecia una mejoría a raíz de las obras de mejora del tramo de Sotocontiendas con motivo del Life Territorio Visión. Durante 2022 la situación es muy satisfactoria. En **Milagro** se obtienen los peores resultados de todo el río Aragón. El promedio de la serie indica una

calidad media, una Clase III. Solamente en un 47 % de las ocasiones se logra el objetivo de la DMA de conseguir un buen estado ecológico. En numerosos muestreos el tramo ha presentado una escasa calidad o Clase IV. En el conjunto de los años, 2004 es el que peor situación muestra ya que se obtienen los peores registros de la serie indicando mala (Clase V) y escasa calidad del agua (Clase IV). Destaca que desde el año 1996 hasta el 2009 inclusive, el tramo no alcanza los objetivos de la Directiva en ninguna ocasión. Sin embargo, en los últimos años se ha detectado una notable mejoría en este tramo. Parece que la entrada en vigor de la EDAR de la localidad ha tenido unos efectos positivos en la calidad del agua del tramo final del río Aragón. Aunque no exenta de momentos donde la calidad baja. En 2022 se clasifica de Clase II en ambas campañas.



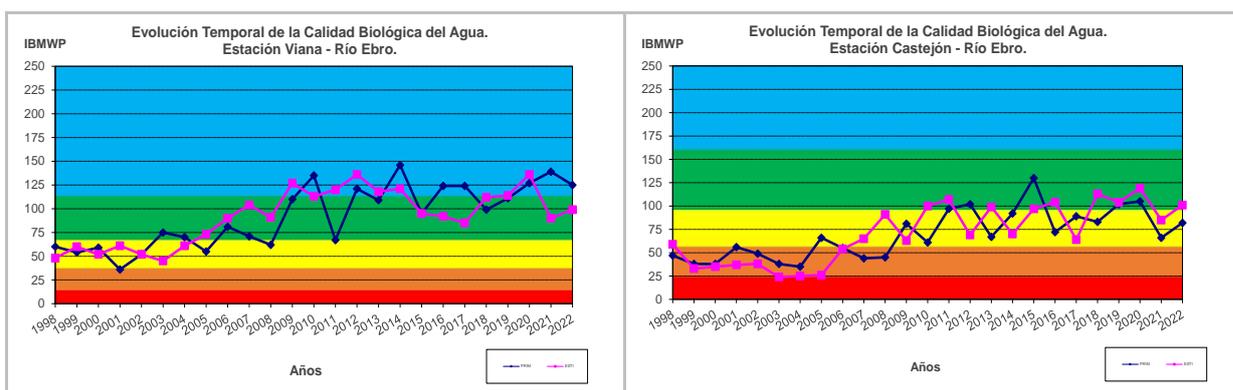
6.3.19. Río Alhama (evolución temporal)

En el río Alhama, a su paso por **Fitero**, se tienen datos de los últimos 22 años. El promedio de la serie indica una buena calidad del agua (Clase II). En 2001 se empieza a muestrear con resultados que evidencian problemas de contaminación, que persisten hasta el año 2009 aproximadamente (con excepciones). A partir de ese año la situación mejora, y aunque todavía existen campañas donde la calidad no alcanza los objetivos, sí que en la mayor parte de ellas se consigue. 25 ocasiones (n=42) logran alcanzar los objetivos de la DMA. En los últimos 7 años, salvo en primavera de 2018 (Clase III) la calidad del agua es buena en las dos campañas.

6.3.20. Río Ebro (evolución temporal)

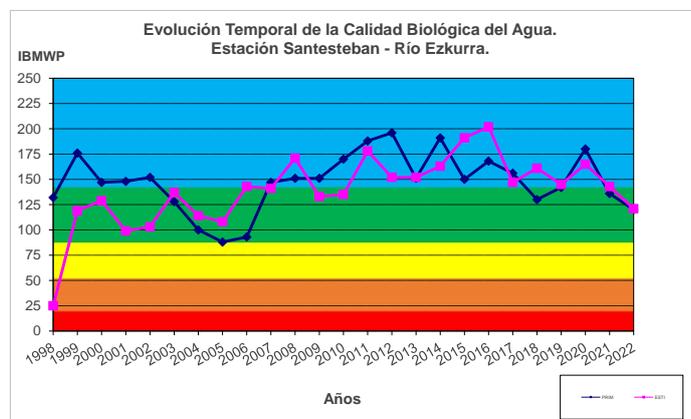
En la estación de **Viana**, las puntuaciones del IBMWP oscilan notablemente. Pese a que la media de la serie indica una Clase II, los datos muestran un periodo entre 1994 y 2005 donde la situación no es buena. Existen evidentes problemas de contaminación. Sin embargo, partir de ese año las distintas campañas empiezan a consignar valores del índice IBMWP superiores, y prácticamente todos los muestreos alcanzan los objetivos de la DMA, con varias de las campañas alcanzando la máxima calificación. La últimas de ellas en primavera de 2022. En **Sartaguda** se dispone de datos a partir de 1999 con un promedio del índice biótico algo superior al tramo anterior, aunque se mantiene la Clase II. Se trata de la media histórica más elevada de todo el río Ebro. De los 47 muestreos en 35 ocasiones el tramo alcanza los objetivos de la DMA. Al igual que la estación anterior, hasta 2005 la calidad no

empieza a mejorar, con numerosas campañas donde la calidad del agua resulta media. En cambio, en los últimos 17 años la mejoría es notable, con campañas donde la calidad biológica del agua es excelente, como, por ejemplo, las de primavera de 2009, 2012, 2014, 2017 y 2019; el estiaje de 2011 y 2021 y durante todo el 2022. Se trata del único año de toda la serie en el que ambas campañas logran la máxima calificación. En la estación de **San Adrián** los valores del índice biótico descienden respecto a los tramos superiores. La media de la serie indica una Clase III. Hasta 2008 la situación no empieza a mejorar. Al igual que los tramos superiores, son numerosos los episodios negativos previos a ese año. Pero también se llega a alcanzar una Clase I, en primavera de 2014 y 2017, y en estiaje de 2016 (máximo valor del índice biótico de toda la serie). En los últimos cuatro años el valor del índice biótico refleja una Clase II. **Aguas arriba Milagro** se dispone de datos desde el año 1999. El promedio de la serie vuelve a indicar aguas de buena calidad (Clase II). En 31 de los 48 muestreos se logran los objetivos de la Directiva. La mayor parte en los últimos 19 años. Llegando a alcanzar la máxima calificación, Clase I, en estiaje de 2011, y primavera de 2019 y 2022. En estiaje de este último año el índice biótico desciende ligeramente, Clase II. A partir de **Castejón** el valor del índice IBMWP desciende notablemente. Los primeros años de la serie, 1996 y 1997 el tramo llegó a presentar una muy mala calidad del agua. Únicamente en el 24 % de las ocasiones se han alcanzado los objetivos. Todas ellas en los últimos años, a partir de 2010. Sin embargo en 2022 la calidad el agua es media en primavera, aunque en estiaje mejora notablemente. En la estación situada **aguas abajo Tudela**, en El Bocal, los muestreos comienzan en el año 2002. También en este punto la media de la serie indica una Clase III. En estiaje de 2003 y primavera de 2004 la situación es crítica ya que el valor que toma el índice biótico es muy bajo, indicando una mala calidad del agua (Clase V). De 42 muestreos realizados, solamente en 6 ocasiones el tramo ha alcanzado una buena calidad. Esto sucede en los años 2013, 2018 y 2020. Por último, en **Cortes**, la situación del río también es irregular a lo largo de la serie. Este tramo obtiene el menor valor medio del índice biótico de todo el río Ebro, indicando una Clase III. Solamente 2 veces se han alcanzado los objetivos, y ello sucede en primavera de 2020 y estiaje de 2022 (Clase II). Por el contrario, se ha detectado una Clase V en 5 ocasiones. En estiaje de los años 1997, 2006 y 2021, y en ambas campañas de 2003.



6.3.21. Río Ezkurra (evolución temporal)

El río Ezkurra, a su paso por **Santesteban**, presenta una situación global buena, con una media de la serie que muestra una Clase II. Solamente en 2 ocasiones (n=56) el agua no presenta como mínimo una buena situación (objetivo DMA). En estiaje de 1998 se obtiene un valor muy bajo (Clase IV) como consecuencia de un dragado realizado en la zona. En primavera de 2005 también se detectan problemas (Clase III). Desde entonces la calidad del agua ha variado entre buena y muy buena. En 2022 la calidad del agua es buena (Clase II) tanto en primavera como en estiaje.



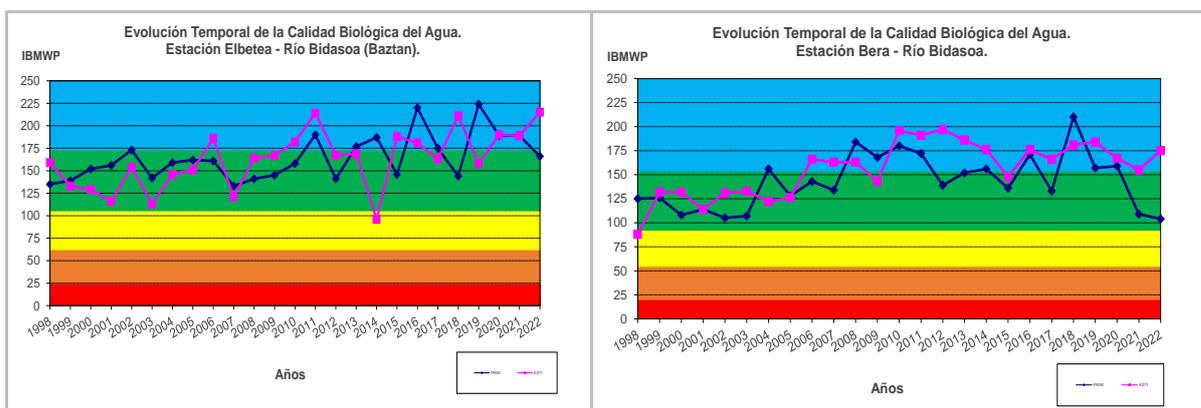
6.3.22. Río Onin (evolución temporal)

Los muestreos del río Onin comienzan en el año 1999. Los valores del IBMWP obtenidos en la estación situada **aguas arriba de Lesaka** registran una media que indica una situación biológica del agua muy buena (Clase I). Solamente en tres ocasiones la calidad baja hasta media (Clase III). Esto sucede en estiaje del año 2000 y del 2003 y en primavera de 2004. Al igual que los últimos años, durante 2022, el valor del índice biótico se mantiene muy alto, con valores que revelan Clase I en ambas campañas. Sin embargo, **aguas abajo de Lesaka**, los resultados indican una situación más deteriorada, y así lo demuestra el promedio de la serie que, aunque muestra una calidad media de Clase II, el valor del índice biótico es mucho menor que el del anterior punto. Solamente en 29 de las 48 ocasiones se alcanza el objetivo de la DMA. Existen varios muestreos donde la calidad del agua es de Clase IV. Esto sucede en estiaje de 2000, 2004, 2006, y primavera de 2007. Además, entre el periodo 2000-2007 no se alcanza más que una vez una Clase II, en estiaje de 2007. A partir de entonces se empieza a detectar una notable mejoría. Además, desde 2012 varios de los resultados han indicado una excelente situación, una Clase I. Situación que se mantiene desde prácticamente desde 2018.

6.3.23. Río Bidasoa (evolución temporal)

Todas las estaciones situadas a lo largo del río Bidasoa obtienen un promedio de la serie que indica una calidad buena del agua. En **Elbetea**, en todas las ocasiones salvo en 3 (Clase III) se alcanzan los objetivos de la DMA. Esto ocurre durante el año 1997 y en estiaje de 2014. En esta ocasión debido a que se interviene en el cauce con maquinaria con motivo de unas obras de acondicionamiento de la margen derecha. En 2022 la calidad del agua es buena y muy buena respectivamente. En **Oronoz-Mugaire** la situación es similar. Solamente en 4 ocasiones el agua no consigue los objetivos de la Directiva. Esto sucede en primavera del 97 y de los años 2003 y 2018, además de en estiaje de 2002.

En 2022 la calidad del agua es buena (Clase II) y muy buena (Clase I). En **Sunbilla** el peor registro se consigna en primavera de 1997, donde el agua presenta una calidad media, Clase III. Se trata de la única ocasión en el que este tramo no alcanza los objetivos. En el resto de los muestreos la situación mostrada por el índice biótico es buena o muy buena. Situación que, al igual que ellos tramos anteriores, se da en 2022. El tramo situado aguas abajo de **Bera** consigna una media muy similar al resto del río. 2 son las ocasiones en las que no se alcanzan los objetivos, durante las campañas de estiaje de 1997 y 1998. En este tramo del Bidasoa se aprecia como a partir del año 2006 el valor del índice IBMWP aumenta, indicando en la mayor parte de las ocasiones una Clase I o excelente calidad. En 2021 la calidad es buena y muy buena.



6.3.24. Río Leizaran (evolución temporal)

En la estación de **Urto** se dispone de datos desde el año 1999, con una media que indica una Clase II. Todos los muestreos salvo el de estiaje de 2009 logran los objetivos de la DMA. En esa ocasión, con el menor valor del índice biótico, la calidad del agua es media, Clase III. En 2015, la campaña de primavera alcanza el máximo histórico indicando una excelente situación. En 2022 la calidad es buena en primavera y excelente en estiaje.

6.3.25. Río Urumea (evolución temporal)

En la estación de **Goizueta** comenzaron los muestreos en el año 2002 con unos resultados muy buenos. Solamente en una ocasión no se alcanzan los objetivos de la DMA, aunque con un valor del índice biótico muy cercano a alcanzarlos. Esta situación se da en estiaje de 2013. Se trata de un tramo en el que en numerosas ocasiones se alcanza la Clase I, las última de ellas en 2022.

7. CONCLUSIONES

1. El Gobierno de Navarra realiza desde los años 70 un control sistemático de la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas superficiales de Navarra. A partir de 1994 introduce un nuevo campo basado en la determinación de la calidad biológica del agua mediante el uso de bioindicadores. Durante este periodo de tiempo los diversos trabajos se han ido complementando, incluyendo más puntos de muestreo y realizando, además, análisis de la producción primaria (a partir de la clorofila bentónica y planctónica) así como el análisis de las comunidades de fito y zooplancton y el uso de diatomeas bentónicas como bioindicadoras en algunos puntos de la red. Este trabajo complementa el importante volumen de análisis que efectúa el Gobierno de Navarra en ríos como caudales, vegetación de ribera, fauna piscícola etc. Estos trabajos de control han ido paralelos a la realización de numerosas e importantes obras de mejora de la situación de los ríos, en particular obras de saneamiento y depuración de aguas residuales, así como de regulación de caudal. También se han acometido otras actuaciones de mejora, como obras de restauración fluvial mediante técnicas de ingeniería biológica, permeabilización de obstáculos...
2. El año hidrológico 2021-2022 recibe mayores aportaciones que las del año anterior. Sin embargo, la mayor parte de las cuencas registran unos caudales medios anuales inferiores a la media histórica de cada una de ellas. De las 16 estaciones analizadas, 9 registran caudales medios anuales inferiores a la media histórica de cada una de ellas y 6 superior. En general, la aportación media anual ha sido un 9 % inferior a la media histórica. Según se desprende de los datos que las estaciones de aforo recogen, el año hidrológico 2021-2022 se clasifica como “normal”⁵. Los meses con más aportaciones en relación con la media histórica han sido noviembre y diciembre. Por el contrario, además de los meses estivales, octubre, febrero y la primavera son los que menos caudal circulante mantienen. La primavera resulta especialmente seca.
3. En cuanto a la calidad fisicoquímica de la red fluvial, el análisis de los datos registrados “*in situ*” durante la toma de muestras de macroinvertebrados muestran una buena situación general, tanto en la campaña de “primavera” como en la de “estiaje”. Aunque no exenta de problemas puntuales, principalmente por contaminación orgánica. Existen tramos fluviales más expuestos a la presión antrópica como pueden ser las zonas que transcurren por núcleos urbanos o zonas industriales etc. que se ven más afectados. Por el contrario, los ríos más alejados de presiones externas, en su conjunto, se ven menos afectados por este tipo de contaminantes.

⁵ La clasificación del año hidrológico puede ser “muy seco, seco, normal, húmedo y muy húmedo”. Se compara el caudal medio con el que corresponde a distintos percentiles de la serie histórica de cada estación: *Muy Seco*: intervalo establecido por el percentil 0 % de mínimo y 15 % como máximo. *Seco*: mínimo de 15 % y máximo de 35 %. *Normal*: mínimo de 35 % y máximo de 65 %. *Húmedo*: mínimo de 65 % y máximo de 85 %. *Muy húmedo*: mínimo de 85 % y máximo de 100 %.

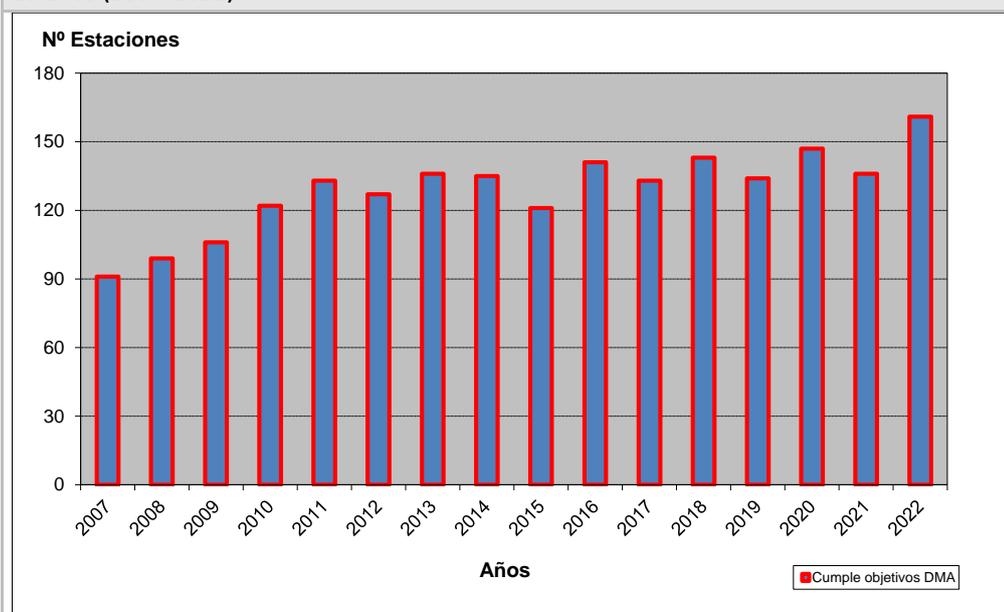
4. A continuación, se muestra la tabla-resumen de los resultados de los valores de los índices bióticos (calidad biológica) de la red hidrográfica de Navarra en el año 2022:

Resultados de la Calidad Biológica en 89 estaciones de Navarra. Año 2022.				
	Primavera		Estiaje	
	nº de Estaciones	%	nº de Estaciones	%
Clase I (Alta calidad)	28	31	23	26
Clase II (Buena calidad)	52	58	58	65
CUMPLE OBJETIVOS DMA	80	90	81	91
Clase III (Calidad media)	9	10	7	8
Clase IV (Escasa calidad)	0	0	1	1
Clase V (Mala calidad)	0	0	0	0
NO CUMPLE OBJETIVOS DMA	9	10	8	9

Atendiendo a los resultados generales obtenidos en 2022, se puede decir que la calidad biológica de los ríos de Navarra es muy satisfactoria, siendo a nivel global el año que mejores resultados obtiene desde que en 1994 se empezara con el seguimiento de la Red fluvial. Ambas campañas obtienen unos resultados muy similares.

Un total de 161 de los tramos alcanzan los objetivos de la DMA sumando las dos campañas, de un total de 178 (89 por campaña). Lo que supone que el **90 % de las muestras de macroinvertebrados analizadas han revelado una muy buena o buena (Clase I y II) calidad biológica del agua**. En 2021 un 76 % de las muestras tomadas reveló al menos una buena calidad del tramo analizado. Y un 83 % en 2020.

Tendencia del nº de estaciones que alcanzan los objetivos de la DMA. Periodo de los últimos 15 años (2007-2022).



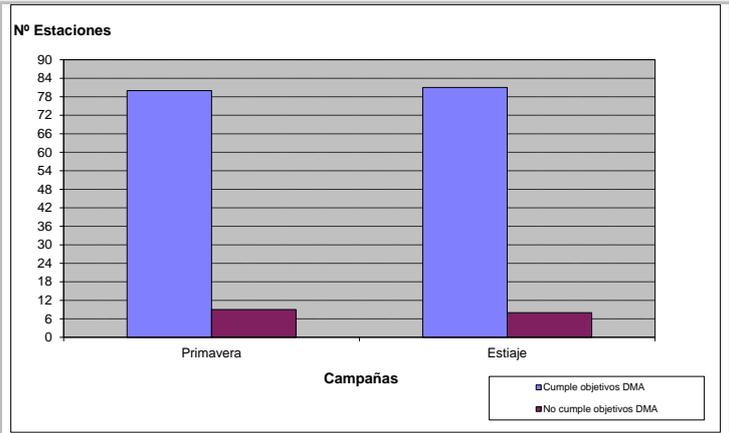
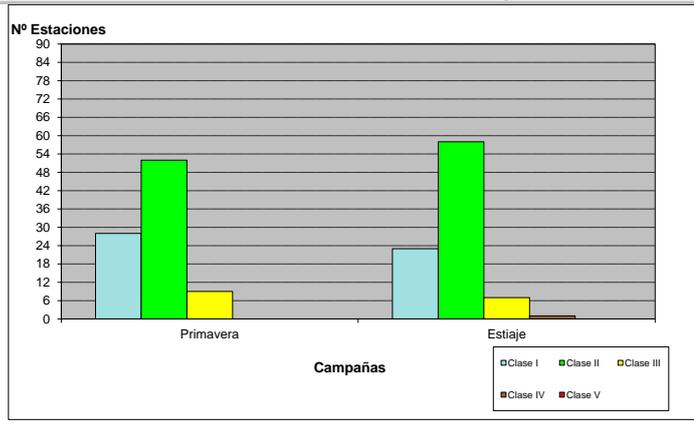
En **primavera** del año 2022, el **90 %** de los tramos de estudio logran los objetivos establecidos. En **estiaje** el porcentaje se mantiene, **91 %**. Todo ello se traduce en que en la 1ª campaña son 80 (n=89) los tramos que alcanzan al menos una Clase II (buena calidad); y 81 en la 2ª.

De los 80 tramos de río que en la campaña de primavera logran el objetivo de la DMA, 4 no lo hacen en estiaje. Pasan de una Clase II a una Clase III, es decir, el agua pierde calidad: Izkue en el río Arakil; Landaben y Funes en el Arga y Sangüesa en el río Onsella.

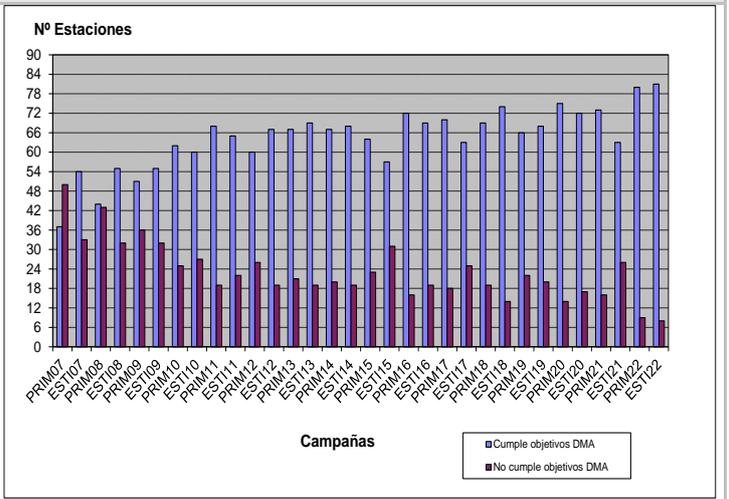
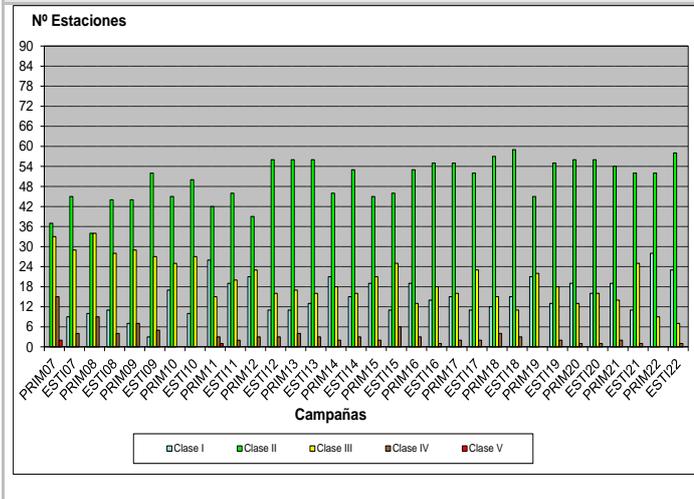
Por el contrario, durante la segunda campaña son 3 los tramos que sí lo consiguen en estiaje pero que durante la campaña de primavera no lo hacen. En este caso, pasan de una Clase III a una Clase II los tramos de Urtasun en el Arga, Mendavia en el Mayor, Beire en el Cidacos y Castejón y Cortes en el Ebro.

En cuanto a las estaciones que no alcanzan los objetivos de la DMA ni en primavera ni en estiaje, los tramos que transcurren por Ororbía (Arga), Traibuenas (Cidacos) y Aguas abajo Tudela (Ebro) presentan una calidad media en ambas campañas. El tramo del río Cidacos que pasa por Olite (Aguas abajo Tafalla) muestra una calidad media y deficiente respectivamente.

Resumen de los resultados de la Calidad Biológica. Año 2022.



Resumen temporal de la Calidad Biológica. Periodo de los últimos 15 años (2007-2022).



La tendencia en el año 2022 es similar a años anteriores. Salvo excepciones puntuales las puntuaciones del índice biótico más elevadas los registran los ríos pirenaicos y cantábricos, coincidiendo con zonas menos explotadas y de menor presencia humana. Por el contrario, los peores resultados los consignan tramos que atraviesan importantes zonas urbanas e industriales. También se detectan estaciones localizadas en zonas agrícolas y/o ganaderas que se ven afectados negativamente por estas prácticas.

La mejora detectada los últimos años en relación con la comunidad de macroinvertebrados se encuentra en consonancia con la mejora progresiva de la calidad fisicoquímica de la red hidrográfica de Navarra. No obstante, aunque van descendiendo, año tras año continúan produciéndose episodios de contaminación en las aguas de los ríos. Se trata de vertidos puntuales, difícilmente detectables y que deterioran el ecosistema acuático de forma notable.

5. Resulta de suma importancia destacar la presencia desde hace tiempo de especies exóticas de macroinvertebrados (además de otras) que afectan de forma muy negativa a los ecosistemas de los ríos de Navarra. Se conoce la presencia de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) en todo el eje del río Ebro a su paso por Navarra además de en el río Mayor en la localidad de Mendavia. Además, otra especie de bivalvo se encuentra cada vez más extendida por los ríos de Navarra. Se trata de la *Corbicula sp.* o almeja asiática, que invade todo el Ebro, río Mayor por lo menos hasta Mendavia, río Ega hasta Lerín, río Arga hasta el barrio de San Jorge en Pamplona, Cidacos en Traibuenas y río Aragón hasta Sangüesa. Esta especie cada año se encuentra en mayores densidades, siendo su expansión hacia tramos más altos de los cursos fluviales clara. Por otro lado, desde hace décadas se encuentra muy extendida la presencia del cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*) y cangrejo señal (*Pacifastacus leniusculus*) en los ríos de la Comunidad Foral. Esta ha sido y continúa siendo la principal razón de la regresión de la especie autóctona, *Astropotamobius pallipes*.

8. PROPUESTAS

La Directiva Marco del Agua establece cinco clasificaciones de **estado ecológico** (Anexo V) con arreglo a los indicadores biológicos, hidromorfológicos y fisicoquímicos. Cabe destacar la preponderancia de los indicadores biológicos sobre los morfológicos y fisicoquímicos en la definición del estado ecológico:

- Muy Buen Estado
- Buen Estado
- Estado Aceptable⁶
- Estado Deficiente
- Mal Estado

En el artículo 4.1.a.ii se establece que: “los Estados miembros habrán de proteger, mejorar y regenerar todas las masas de agua superficial (...) con objeto de alcanzar un **buen estado** de las aguas superficiales a más tardar quince años después de la entrada en vigor de la presente Directiva”. Es decir, se pretende lograr que la red fluvial europea cumpla con las clasificaciones de muy buen estado y buen estado. No se acepta como objetivo el estado aceptable. De este objetivo se excluyen las masas de agua artificiales y muy modificadas. Para ellas, en el artículo 4.1.a.iii se fija el siguiente objetivo con plazo de aplicación de 15 años: “los Estados miembros protegerán y mejorarán todas las masas de agua superficiales y muy modificadas, con objeto de lograr un **buen potencial ecológico y un buen estado químico** de las aguas superficiales”.

Antes de la aprobación de la Directiva Marco, únicamente se utilizaban criterios fisicoquímicos para definir la calidad del agua. Por lo tanto, desde la entrada en vigor de esta, el escenario legal cambia respecto a las anteriores legislaciones existentes a escala comunitaria y nacional de los Estados miembros, ya que en los objetivos de calidad se incluyen indicadores fisicoquímicos e indicadores de tipo biológico. Con la entrada en vigor de esta Directiva los indicadores biológicos tienen mayor relevancia, y deben cumplir unos valores cualitativos y cuantitativos aparentemente estrictos, además de los fisicoquímicos.

En el artículo 11, la Directiva determina que “los Estados miembros velarán por que se establezca para cada demarcación hidrográfica (...) un programa de medidas (...) con el fin de alcanzar los objetivos establecidos en el artículo 4”.

De esta forma, la DMA establece la necesidad de redactar planes hidrológicos de cuenca, que serán los instrumentos de aplicación de dicha Directiva. Dichos planes deben cumplir con el objetivo principal de la Directiva Marco del Agua, que consiste en compatibilizar la consecución del buen estado de los

⁶ El término original en la redacción inglesa es “Moderate”, por lo que la traducción debería haber sido “Moderado” en vez de Aceptable.

sistemas acuáticos con una adecuada satisfacción de las demandas, mediante una gestión racional y sostenible del agua, tratando, además, de mitigar los efectos producidos por sequías e inundaciones. La mayor parte de la Comunidad Foral de Navarra pertenece, en términos de política de aguas, a la Confederación Hidrográfica del Ebro, y en una menor parte por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

Bajo este nuevo marco, fueron elaborados inicialmente el primer ciclo (2009-2015) y posteriormente el segundo ciclo (2015-2021), y actualmente vigente, aprobado por el *Real Decreto 1/2016, de 8 de enero*, el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro y el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental.

La planificación hidrológica es la principal herramienta para la gestión de los recursos hídricos y para lograr el buen estado de nuestros ríos y aguas subterráneas, siguiendo las directrices de la Directiva Marco del Agua. Según el mandato establecido por la Directiva Marco del Agua y su transposición a la legislación española, el proceso de planificación es iterativo y se desarrolla en ciclos de 6 años. De esta forma, actualmente se encuentran fase de redacción para el periodo 2022-2027, los Planes Hidrológicos de las partes españolas de las demarcaciones hidrográficas del Ebro y Cantábrico Oriental del tercer ciclo de planificación.

El Gobierno de Navarra trabaja con la mayor parte de los indicadores mencionados en la Directiva para definir el Estado Ecológico de los cauces fluviales. En el siguiente cuadro se resume el estado de conocimiento de los distintos indicadores:

Cuadro resumen sobre el estado de conocimiento en Navarra de los distintos indicadores de la Directiva 2000/60/CE en ríos

Indicador	Tipo	Situación en Navarra	Dificultades específicas
Biológicos	Flora acuática	Gobierno de Navarra viene realizando la determinación de clorofila planctónica y bentónica en 27 puntos de ríos. Además del estudio en 14 estaciones de la composición y abundancia de diatomeas bentónicas. También existen estudios sistemáticos de composición y abundancia de fito y zooplancton. Falta la realización de estudios sistemáticos de composición y abundancia de otros integrantes del fitobentos y de micrófitos.	Carencia o insuficiencia de investigación básica. Carencia o insuficiencia de índices y modelos. Necesidad de especialistas para el análisis. Costo relativamente elevado para la red fluvial de Navarra para llevar a cabo los apartados de fitoplancton, fitobentos y micrófitos.
	Invertebrados	Gobierno de Navarra realiza muestreos periódicos en 89 puntos de la red fluvial, con clasificación de invertebrados y cálculo de índices bióticos. Serie ininterrumpida desde el año 1994. Se dispone de una tipificación de los ríos en función de las diferentes características.	Ante la aparición del Mejillón Cebra (<i>Dreissena polymorpha</i>), es conveniente tomar precauciones para no contribuir a su expansión. Para ello es necesario un sistema de desinfección. También resulta conveniente tomar las precauciones necesarias ante la presencia de Almeja asiática (<i>Corbicula sp.</i>)

Cuadro resumen sobre el estado de conocimiento en Navarra de los distintos indicadores de la Directiva 2000/60/CE en ríos

Indicador	Tipo	Situación en Navarra	Dificultades específicas
	Peces	Gobierno de Navarra efectúa inventarios periódicos en un total de 59 puntos en la zona salmonícola. Se han iniciado muestreos periódicos en los ríos de la zona sur.	Dificultades técnicas serias para poder realizar los muestreos en los ríos de la zona sur conforme establece la Directiva.
Hidromorfológicos	Régimen Hidrológico	Red de estaciones de aforo en los ríos de Navarra, explotadas por Gobierno de Navarra y Confederaciones Hidrográficas. Aforos de caudal directos. Realizado la determinación de régimen de caudales ecológicos por el Gobierno de Navarra	En algunos casos falta el control exhaustivo de determinados aprovechamientos de caudal.
	Continuidad	Realizado un inventario actualizado de presas y azudes por parte de Gobierno de Navarra. Control y seguimiento del funcionamiento de escalas piscícolas y canales de derivación en tramos con especies piscícolas migradoras.	
	Condic. morfológicas	Realizados algunos trabajos específicos por parte de Gobierno de Navarra. Realizada una evaluación de la calidad de los bosques de ribera en parte de la red fluvial. En otros parámetros morfológicos no se dispone de datos de toda la red fluvial.	Convendría sistematizar este tipo de estudios en los puntos de muestreo de invertebrados, fisicoquímica y peces, abarcando tramos representativos de varios cientos de metros.
Fisicoquímicos	Generales	Gobierno de Navarra mantiene una red de muestreo periódico en 124 puntos de la red fluvial. Existencia de estaciones automáticas de calidad pertenecientes al GN y a la CHE	Es necesario un mantenimiento y seguimiento específico del funcionamiento de las estaciones automáticas.
	Contaminantes específicos	Gobierno de Navarra realiza un muestreo anual en 124 puntos de los ríos de Navarra, en los que se miden metales pesados y otros contaminantes.	

El Gobierno de Navarra tiene instauradas unas líneas de control y actuaciones en la práctica totalidad de los puntos indicados en la Directiva. Donde menos información se tiene es en el estado de la flora acuática, tanto planctónica como bentónica. Esto se debe a que hay pocos estudios aplicados e índices estandarizados, a diferencia de lo que ocurre en otros indicadores como invertebrados y peces. Sin embargo, se dispone de algún dato de estudios puntuales.

El Gobierno de Navarra realiza estudios completos que incluye la evaluación y mejora de los ríos de la Comunidad Foral en función de lo que establece la Directiva.

La mejora de la red hidrológica de Navarra debería incluir programas de medidas que se agrupan en los siguientes apartados. A continuación, se indican diversas propuestas que, a juicio del equipo redactor, habría que seguir en los mencionados programas de medidas.

- Régimen Hidrológico
- Continuidad del río
- Condiciones Morfológicas (Hábitat)
- Calidad Química del agua

Para alcanzar los objetivos, la DMA establece la necesidad de redactar planes hidrológicos, revisables periódicamente. Esto ha significado una revisión completa del proceso de planificación que hasta el momento se llevaba en los países miembros. En este sentido, en el ámbito estatal la trasposición de la DMA a la legislación estatal requirió la modificación y adaptación de la legislación estatal existente en materia de aguas (TRLA) y conllevó la consiguiente adaptación tanto del Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH) como de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH).

8.1. PROPUESTAS RELATIVAS AL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Un régimen de caudales adecuado es fundamental para el buen funcionamiento del ecosistema fluvial; es el elemento articulador y vertebrador del ecosistema fluvial. El rango completo de variación intra e interanual del régimen hidrológico con sus características asociadas de estacionalidad, duración, frecuencia y tasa de cambio, son críticas para sustentar la biodiversidad natural y la integridad de los ecosistemas acuáticos. Las variables hidrológicas e hidráulicas interactúan con los procesos biológicos controlando la composición en especies y la funcionalidad de los distintos componentes del ecosistema; por tanto, se deben proteger o restaurar los principales aspectos del régimen natural de caudales para la conservación de la biodiversidad y funcionalidad de los ríos.

Muchos tramos fluviales de la Comunidad Foral de Navarra se caracterizan por presentar un alto número de aprovechamientos hidráulicos para distintos tipos de uso, que principalmente son: riego, abastecimiento, producción de fuerza motriz (hidroelectricidad en su mayor parte) y usos industriales.

El consumo de agua por riego y los aprovechamientos hidráulicos (principalmente en la zona sur del territorio) y la producción de fuerza motriz (en la mayor parte de la Comunidad) consumen grandes cantidades de agua. A raíz de ello existe una disminución del volumen de agua que circula por los ríos. Incluso pueden reducir drásticamente el caudal en épocas de estiaje. En los aprovechamientos consuntivos como el riego o algunos usos industriales, el agua se consume y no retorna a los sistemas acuáticos, generalmente por evaporación. En los aprovechamientos no consuntivos, esto es, abastecimientos, molinería e hidroelectricidad, hay un tramo fluvial en el que se produce una reducción de caudal, pero el agua retorna al sistema en un punto situado más abajo.

En la gestión de aprovechamientos hidráulicos son de aplicación el Texto Refundido de la Ley de Aguas (Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas), los Planes Hidrológicos de Cuenca (ámbitos de la Confederación Hidrográfica del Ebro y Confederación Hidrográfica del Cantábrico), y en el caso de aprovechamientos hidroeléctricos y la Ley Foral 4/2005, de 22 de marzo, de intervención para la protección ambiental (por el que se regulan aspectos ambientales en los proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas).

En las dos décadas se han tramitado nuevos aprovechamientos hidroeléctricos y se han renovado antiguos. Ello implica nuevas concesiones y permisos, lo que sistemáticamente implica un condicionado ambiental. Éste incluye unos aspectos que cambian en función de la zona en que se encuentre.

Sin embargo, los nuevos Planes Hidrológicos de Cuenca pretenden establecer un régimen de caudales ecológicos que acorde con el Reglamento de Planificación hidrológica *“permita mantener de forma sostenible la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, contribuyendo a alcanzar el buen estado o potencial ecológico”*.

El caudal ecológico debe ser entendido como un régimen de caudales variable en el tiempo, cuya variabilidad se asemeje a la variabilidad natural del río, ya que ésta y no un valor concreto de caudal la

que, en mayor medida, permite al río mantener su funcionalidad y estructura, así como los ecosistemas propios.

Hay que tener en cuenta que existe un importante aumento en el manejo de caudales para los aprovechamientos hidroeléctricos. La automatización de estos saltos supone una grave alteración en el flujo de caudal en los tramos derivados y en los tramos situados aguas abajo de las propias centrales. Esto implica que por los tramos derivados sólo circule el caudal mínimo (en el caso de que sea realmente respetado) durante la mayor parte del año, desde el comienzo de la primavera hasta el final del estiaje. Sólo en las épocas de crecida se supera con nitidez el citado caudal mínimo. Sin embargo, existe un elevado número de aprovechamientos cuyo condicionado concesional no incluye ni siquiera el respeto de caudales mínimos.

Además, debería hacerse un control de las tomas para riego. Existen aprovechamientos de gran magnitud y elevado impacto en la zona sur del territorio de Navarra, que afectan principalmente a los ríos Ega, Arga, Cidacos, Aragón y Ebro. El Gobierno de Navarra cuenta con un inventario de los principales aprovechamientos hidráulicos de la red fluvial. Está en un soporte informático con localización y bases de datos.

El Gobierno de Navarra realiza en 2002 el “Estudio de Determinación de Regímenes de Caudales Ecológicos en los ríos de Navarra”, en el que se establece la necesidad de mantener caudales ecológicos en las épocas de aguas bajas, aguas altas y temporadas intermedias. Los caudales propuestos, variables a lo largo del año, deberían ser tenidos en cuenta en la gestión de los aprovechamientos de caudal de todo tipo, con objeto de que no causen efectos indeseados en los ecosistemas fluviales.

No obstante, con la entrada en vigor de los nuevos Planes Hidrológicos se definen unos nuevos caudales ecológicos. Además, la Comunidad Foral de Navarra al encontrarse con dos demarcaciones hidrográficas, por un lado, se tendrá la perspectiva del Plan Hidrológico correspondiente a la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental; y por otro, la del Plan Hidrológico del Ebro correspondiente a la Demarcación del Ebro.

Para mejorar la situación en cuanto a la alteración del régimen hidrológico y solventar el déficit de caudal que se genera en muchos tramos se debe tender a generar unas condiciones de caudal lo más similares posible al régimen hidrológico natural del río. Para ello se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las centrales hidroeléctricas deben respetar el caudal ecológico estipulado. Los caudales ecológicos deben adaptarse al hidrograma natural del río. En este sentido, los nuevos Planes Hidrológicos reemplazan el modelo de caudales ecológicos incluido en los planes hidrológicos anteriores por modelos más dinámicos necesarios para poder alcanzar los objetivos de buen estado ecológico que marca la DMA. De esta forma, establece unos caudales mínimos obtenidos a partir de la metodología de Caudal Ecológico Modular. Esto será de aplicación tanto para futuros aprovechamientos, como para aprovechamientos en uso.

- Se deben eliminar las prácticas inadecuadas de utilización de caudal para aprovechamiento hidroeléctrico como las “emboladas”.
- La puesta en marcha de las distintas estaciones de tratamiento de aguas residuales puede originar situaciones de déficit de caudal, especialmente en los tramos altos. Este déficit debe ser compensado mediante un aporte de caudal. Una solución es el bombeo del efluente de la EDAR aguas arriba. En estos casos hay que tener en cuenta el contenido de nutrientes del efluente y reducirlo en la medida de lo posible, para evitar problemas de eutrofización.
- Los embalses deben seguir modelos de gestión específicos, que garanticen un caudal mínimo en estiaje y simulen la torrencialidad típica de las cuencas. En este sentido, los caudales mínimos y máximos establecidos en los nuevos Planes Hidrológicos también se refieren a este tipo de aprovechamientos.

8.2. PROPUESTAS RELATIVAS A LA CONTINUIDAD DEL RÍO

Uno de los factores que afecta a la calidad de los ecosistemas acuáticos es el de la continuidad de los ríos, es decir, la capacidad que tienen los mismos para que las especies acuáticas puedan circular libremente tanto en sentido ascendente como descendente; de igual forma, la circulación de sedimentos debe ser libre.

En cuanto a las **migraciones y movimientos de organismos acuáticos**, hace referencia a especies que realizan desplazamientos, pero las de mayor trascendencia son las especies migradoras. Más en concreto las especies migradoras anfibalinas, es decir, las que tienen una fase de agua dulce y otra fase marina. En Navarra existen 5 especies que realizan migraciones anfibalinas: sábalo, salmón, reo, anguila y lamprea. Además de ellas, hay otras especies piscícolas que realizan importantes movimientos en la fase de reproducción principalmente, como la trucha, pero que no constituyen migraciones *sensu stricto*.

Se trata de obtener una buena accesibilidad, es decir, ausencia de obstáculos que interrumpan las migraciones o movimientos, bien por eliminación de los propios obstáculos o por construcción de dispositivos de paso adaptados a las especies implicadas, ya que en la práctica totalidad de cauces existen especies migradoras o que realizan desplazamientos. Además del obstáculo que supone para los movimientos y migraciones ascendentes, también son importantes los efectos en los movimientos descendentes. Los elevados caudales de equipamiento de algunos aprovechamientos resultan muy atractivos para los migradores descendentes, que en gran medida van a dirigirse al tiro que ejerce el caudal de entrada al canal y posteriormente probablemente alcanzarán las turbinas, con un elevado riesgo de mortalidad. Asimismo, los obstáculos originan zonas embalsadas aguas arriba, alterando la dinámica del ecosistema fluvial.

Los Programas de Medidas definidos en las propuestas de los nuevos Planes Hidrológicos correspondientes a ambas demarcaciones (Ebro y Cantábrico Oriental), incluyen medidas para mejorar la conectividad fluvial, con actuaciones de demolición o permeabilización de azudes.

Por su parte, el Gobierno de Navarra posee un plan de actuación basado en:

- Inventario de presas y azudes en la red hidrográfica Navarra, asociado a un sistema cartográfico y bases de datos.
- Construcción y mantenimiento de pasos piscícolas en los azudes que se encuentran en uso, especialmente los de tramos en los que hay especies migradoras. A pesar de que la construcción y el mantenimiento corresponden a los titulares de los aprovechamientos, el Gobierno de Navarra dispone de una línea de subvenciones para la construcción y mejora de los pasos.
- Solución a los azudes fuera de uso. El Plan Director de Salmónidos identifica buena parte de los azudes fuera de servicio en su ámbito de aplicación. Incluye una partida presupuestaria para demolición y rebaje. En el caso de que la demolición sea dificultosa, se deberían poner en práctica sistemas de paso de peces que tengan un sencillo mantenimiento, evitando por tanto las escalas piscícolas clásicas.

- En cuanto a los canales de derivación, están en experimentación algunos dispositivos que eviten el paso por las turbinas en uso de los individuos en migración descendente.

La continuidad longitudinal del río se podría mejorar con las siguientes propuestas:

- Continuar con los trabajos que del Gobierno de Navarra lleva a cabo para el derribo o adecuación mediante la construcción de pasos para la fauna piscícola (escala de artesas sucesivas, rampa, diques...).
- Establecer prioridades de permeabilización en la medida de lo posible con el objetivo de permeabilizar en primer lugar los tramos de mayor interés para su recuperación.
- En el caso de aprovechamientos en uso, el titular debe ocuparse de la construcción y mantenimiento de los dispositivos de pasos para peces. Asimismo, deben cumplir el condicionado concesional.
- En el caso de aprovechamientos fuera de uso, se debe promover la caducidad de las concesiones y estudiar en su caso la posibilidad de demolición/permeabilización del obstáculo.
- Además de sistemas de paso ascendente, se deben instalar sistemas eficaces para la migración descendente (rejillas, barreras eléctricas, barreras sónicas...) con el objetivo de evitar la entrada de la fauna acuática en los canales de derivación.
- Los sistemas de paso para peces deben adaptarse a todas las especies, tanto salmónidos, ciprínidos, como anguílidos mediante pasos multiespecíficos (canales laterales, derribos parciales...) o adecuación mediante pasos específicos, como en el caso de la anguila con pasos tipo “cepillo”.
- Se debe realizar el mantenimiento y limpieza de las escalas piscícolas y dispositivos instalados (rejillas, etc.) para garantizar su funcionalidad en todo momento.
- Se debe evaluar la efectividad de los sistemas de paso existentes (escalas piscícolas...) y en caso de no ser permeable se deben tomar las medidas necesarias para garantizar los desplazamientos de la fauna acuática. En este sentido ya se han realizado diversos estudios de permeabilidad en escalas piscícolas existentes en el Bidasoa. En caso de detectarse mala permeabilidad, debe ser corregida.

Por otro lado, está el **transporte de sedimentos** que también la Directiva 2000/60/CE considera y que puede quedar alterado por las grandes presas, lo que a su vez puede provocar cambios en las condiciones de erosión – sedimentación de los tramos situados aguas abajo. También es frecuente que se realicen purgas periódicas en la que se sueltan grandes cantidades de sedimentos.

Se debería establecer modelos de gestión específicos para los principales embalses en los casos en que se demuestre que provocan alteraciones de importancia en las zonas situadas aguas abajo.

8.3. PROPUESTAS RELATIVAS A LAS CONDICIONES MORFOLÓGICAS DEL RÍO

Las diferentes actuaciones antrópicas en los ríos (construcción de defensas, encauzamientos, ensanchamiento del cauce, desaparición de vegetación de ribera...) conllevan unos efectos negativos sobre los ecosistemas fluviales, de tal manera que producen una degradación de dicho ecosistema.

Estas actuaciones provocan un efecto desestructurador del ecosistema fluvial en su conjunto. Una de las consecuencias de éste, es la pérdida de papel de corredor biológico. Pudiendo los ríos, llegar a ser importantes vías de trasiego de especies. Asimismo, la destrucción de la vegetación de ribera y la construcción de defensas provoca una pérdida de funcionalidad del hábitat fluvial para numerosas especies, tanto estrictamente acuáticas como ligadas a ambientes ribereños (trucha, salmón, desmán del pirineo, visón europeo, nutria, martín pescador, mirlo acuático...), por la desaparición de refugios, alteración del régimen térmico, la incidencia de la luz...

De igual forma, se produce una alteración del funcionamiento trófico del río, ya que la eliminación de la cubierta arbórea ocasiona la interrupción en la entrada de esta materia y energía, lo que supone de cambio en la fauna y flora acuática. Por último, la vegetación de ribera actúa como filtro ante aportes de nutrientes al sistema acuático y como trampa de sedimentos, por ello, la destrucción de la vegetación riparia puede provocar un incremento en la llegada de nutrientes al agua en zonas agrícolas, lo que puede provocar problemas de contaminación. Además, se producen cambios en el equilibrio del sistema erosión – transporte – sedimentación lo que puede originar modificaciones en la comunidad acuática, con desaparición o merma de determinadas especies propias del tramo o aparición de otras no habituales en el mismo. En definitiva, se produce un empobrecimiento del hábitat fluvial y una pérdida de biodiversidad, quedando un ecosistema de baja calidad.

Asimismo, la ausencia o escasez de vegetación riparia tiene una influencia directa sobre la temperatura del agua. La degradación o ausencia del bosque de ribera tiene como consecuencia un aumento de la radiación solar, lo que deriva en un aumento de la temperatura del agua. Esto a su vez, está relacionado con la concentración de oxígeno disuelto en agua, que disminuye a medida que aumenta la temperatura. Además, un incremento térmico acelera los procesos de eutrofización. Todo ello da lugar unas deficientes condiciones para la vida de los organismos acuáticos, principalmente a los más exigentes.

La Directiva 2000/60/CE establece como indicadores morfológicos para definir el estado de los ríos:

- Los modelos de canales
- Las variaciones de anchura y de profundidad
- Las velocidades del flujo
- Las condiciones del sustrato
- La estructura y condición de las zonas ribereñas

Es importante que para la consecución del **buen estado ecológico** de los ríos se incida en los siguientes puntos:

- Conservación de los tramos en buen estado
- Empleo de técnicas poco agresivas en las nuevas obras y proyectos
- Recuperación de tramos alterados

La conservación de tramos fluviales en buen estado es prioritaria. Debe incluirse el cauce, las riberas inmediatas y las márgenes adyacentes hasta un límite razonable.

La Comunidad Foral de Navarra tiene desarrollada dos redes de espacios naturales que se superponen y complementan: la Red de Espacios Naturales Protegidos de Navarra (RENA) y Red Natura 2000, red creada por la Unión Europea para la conservación de la diversidad biológica. La primera de ellas está basada en la 4/1987 del Parlamento de Navarra, de Normas Urbanísticas Regionales. Debido a esa Ley están declaradas 6 Reservas Naturales en sotos de ríos de la parte sur de Navarra:

- Soto del Arquillo y Barbaraces, RN-28 (río Arga, Falces)
- Soto de Lobera y Sotillos, RN-29 (río Aragón, Caparroso)
- Sotos Gil y Ramal Hondo, RN-30 (río Arga, Peralta y Funes)
- Soto del Ramalete, RN-32 (río Ebro, Tudela)
- Soto de la Remonta, RN-33 (río Ebro, Tudela)
- Soto Quebrado, el Ramillo y la Mejana, RN-38 (río Ebro, Buñuel)

Asimismo, hay que tener en cuenta los 20 Enclaves Naturales correspondientes a sotos fluviales, en su mayor parte en el río Aragón y en menor medida en el Ebro.

Los Espacios Naturales Protegidos están afectados por una normativa de usos y actividades, que resulta más restrictiva en el caso de Reservas. Se limita la tala de árboles, la ejecución de obras que afecten a la morfología del cauce, etc.

Además, la Comunidad Foral de Navarra existe un total de 42 Zonas de Especial Conservación (ZEC), que suponen el 27 % de la superficie del territorio navarro. Estos espacios son parte de la Red Europea Natura 2000. De todos ellos, un total de 13 son ríos o tramos fluviales:

- Regata de Orabidea y Turbera de Atxuri
- Río Areta
- Río Baztan y regata Artesiaga
- Río Bidasoa
- Ríos Esca y Biniés
- Río Salazar
- Ríos Ega – Urederra
- Sistema fluvial de los ríos Irati, Urrobi y Erro
- Sierra de Illón – Foz de Burgui

- Sierra de Leire – Foz de Arbaiun
- Tramo medio del río Aragón
- Tramos bajos del Aragón y del Arga
- Río Ebro

Existen otros espacios de la Red Natura 2000 que incluyen tramos fluviales en mayor o menor medida, como el de Roncesvalles-Selva de Irati, Aritzakun-Urrizate... Además, habría que añadir un total de 6 ZEC de zonas húmedas, que se relacionan a continuación:

- Laguna del Juncal
- Embalse de Las Cañas
- Laguna de Pitillas
- Estanca de los Dos Reinos
- Badina Escudera
- Balsa del Pulguer

Aparte de los tramos de la Red Europea Natura 2000 y de los declarados como Reservas y Enclaves, existe una gran cantidad de sectores en buen estado de conservación y que tendrían que ser preservados en las actuales condiciones. Recientemente se ha actualizado el Inventario de Zonas Húmedas de Navarra (Decreto Foral 4/97, de 13 de enero) que recoge los tramos no incluidos en las ZEC y ENP. La finalidad de este documento es el poder protegerlos a través de medidas de protección. Existen tramos fluviales con menor o mayor degradación de sus condiciones naturales. Estas zonas pertenecen a zonas urbanas, industriales, afectadas por infraestructuras o de interés agrícola. En estas zonas se han realizado y se siguen realizando obras de defensa que afectan a los cauces de forma negativa.

La Ley Foral 4/2005, de 22 de marzo, de intervención para la protección ambiental regula el procedimiento de evaluación de impacto ambiental. En el listado de obras incluidas en el Decreto se hallan los proyectos de encauzamiento, en concreto en el Anejo 3, apartado 3C (actividades y proyectos sometidos en todo caso únicamente a evaluación de impacto ambiental) epígrafe E-e. Estos proyectos deberían ser analizados desde las primeras fases, para conseguir que las alteraciones sean mínimas y las medidas correctoras garanticen un equilibrio entre la necesaria seguridad y la conservación de los recursos naturales.

Finalmente, la restauración y/o mejora ambiental de los hábitats fluviales es un punto sujeto a los anteriores. Sin embargo, en algunas zonas puede tener una alta prioridad debido al estado en que se encuentra una fracción de la red fluvial de Navarra. A la hora de plantear la realización de proyectos de restauración fluvial, se tienen que evitar los trazados sensiblemente rectilíneos, totalmente ajenos a la naturaleza. Hay que procurar estrechar la lámina de agua en los tramos donde ha sido ensanchada de forma artificial. Es conveniente dotar a las riberas de una banda arbolada, empleando especies típicas de ribera fluvial, caracterizadas por tener una fuerte capacidad de enraizamiento, lo que además del sombreado protege contra la erosión. Finalmente, es importante, al igual que se recomienda adoptar

trazados sinuosos en planta, que el perfil longitudinal también aparezca diversificado, alternando zonas someras y profundas, lentas y rápidas. De gran interés resultan los objetivos marcados en la guía metodológica para la elaboración de proyectos de restauración de ríos (Ministerio de Medio Ambiente, diciembre de 2007).

A continuación, se aportan una serie de propuestas con el objetivo de mejorar la situación en cuanto a la hidromorfología fluvial:

- Se deben conservar los tramos en buen estado tal y como dice la Directiva Comunitaria de Aguas, ya que se trata de “viveros naturales” que pueden recolonizar las zonas que se vayan recuperando.
- Las obras futuras deben tener la menor repercusión posible sobre el hábitat fluvial. Además, se deben establecer las medidas protectoras y correctoras necesarias para que la modificación del hábitat fluvial sea mínima. Los nuevos proyectos deben conjugar las necesidades hidráulicas de seguridad con una protección o incluso mejora del hábitat fluvial.
- Se deben promover actuaciones para recuperar el bosque de ribera original (aliseda-fresnedo-olmeda) en la medida de lo posible, lo cual incluye recuperar la continuidad longitudinal, anchura, composición y estructura de la vegetación.
- Se deben efectuar proyectos y actuaciones de restauración hidromorfológica mediante técnicas de ingeniería biológica, dirigidos a la recuperación, mejora y diversificación del hábitat fluvial, aportando así una mayor complejidad estructural al ecosistema.
- Se debe promover la conversión hacia bosques naturales en áreas ocupadas por plantaciones de especies alóctonas.
- Se debe realizar un seguimiento y erradicación de especies de flora exóticas invasoras como *Robinia pseudoacacia*, *Fallopia japonica*, *Buddleja davidii*, *Cortaderia selloana*... que suponen una degradación de los hábitats naturales.

8.4. PROPUESTAS RELATIVAS A LA CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA

La consecución de una buena calidad química del agua es de máxima importancia para obtener un buen estado integral de los ecosistemas fluviales. Esto implica que debe finalizarse la construcción y puesta en marcha de los sistemas de saneamiento y depuración de aguas residuales. La puesta en servicio de las infraestructuras de saneamiento y depuración está regulada por una batería de disposiciones legales. La Comunidad Foral de Navarra dispone de leyes tanto propias, como nacionales o europeas. En los siguientes puntos se indican las de mayor importancia por orden cronológico:

- **Ley Foral 10/1988**, de 29 de diciembre, **de Saneamiento de las Aguas Residuales de Navarra**, cuyo principal objetivo es “garantizar la defensa y restauración del medio ambiente de los cauces fluviales que discurren por el territorio de la Comunidad Foral, así como la efectiva implantación de los servicios de depuración de aguas residuales en cuanto a infraestructura local, a fin de complementar la capacidad regeneradora de los ríos donde ésta no es suficiente para asegurar los niveles de calidad exigibles”.
- **Plan Director de Saneamiento de Navarra**, de febrero de 1989, para desarrollo de la citada Ley Foral de Saneamiento. En 1991 se realiza la primera actualización del Plan Director.

En 1995 se realiza otra actualización del **Plan Director de Saneamiento de Navarra**, al objeto de adaptar el mismo a la Directiva y al Plan Nacional.

- En fecha 17-02-1995, el Gobierno del Reino de España aprueba el **Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales**. En este plan se incluyen las especificaciones de la Directiva 91/271/CEE, del Consejo de las Comunidades Europeas (Diario Oficial de fecha 21-05-1991), sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas. La Directiva obliga a los Estados Miembros a poner en explotación los sistemas de depuración de aguas residuales urbanas con estos horizontes:
 - o 31-12-2000, las aglomeraciones urbanas de más de 15.000 habitantes-equivalente (h.e.)
 - o 31-12-2005, las aglomeraciones que tengan entre 2000 y 15.000 h.e.
- En fecha 03-07-1995 se aprueba el **Plan Director de Ordenación Piscícola de Salmónidos**, cuyas determinaciones quedan incluidas en la referida última actualización del Plan Director de Saneamiento.

La Ley de Saneamiento de Navarra encarga la ejecución y explotación de la mayor parte de obras a la empresa pública “Navarra de Infraestructuras Locales, S.A.” (NILSA). En los ámbitos de la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona y de la Mancomunidad de Estella, éstas se ocupan (con el auxilio de otras instituciones) de la ejecución y explotación de los sistemas.

Desde la puesta en marcha del Plan Director de Saneamiento de Ríos, ha cambiado notablemente la situación en cuanto a la calidad de las aguas y a la infraestructura de la depuración disponible. En 2022, en la Comunidad Foral, se haya en explotación alrededor de 152 EDARs. Alguna más se encuentra en proyecto o en construcción. Además de las estaciones depuradoras, en Navarra existen numerosas “microestaciones”, formadas por fosas sépticas, distribuidores de agua etc.

Aparte de los problemas causados por los vertidos de aguas residuales urbanas e industriales, en algunas zonas hay que tener en cuenta la presencia de posibles contaminantes específicos que puedan acabar en los ecosistemas fluviales, por ejemplo, los plaguicidas empleados en alguna zona agraria. En Navarra, la presencia de metales asociados a actividades industriales es menos importante.

Existe otro problema relacionado con la situación trófica de las aguas superficiales y subterráneas. La eutrofización de origen antrópico con dos posibles fuentes: vertidos urbanos (incluso depurados) y aportaciones difusas de origen agropecuario. En los últimos años se observan problemas de eutrofización en diferentes tramos fluviales de la Comunidad Foral.

Son 3 factores principalmente los que hacen que la eutrofización alcance una importante magnitud:

- Elevadas concentraciones de nutrientes, sobre todo fósforo, limitante en los ecosistemas acuáticos.
- Fuerte radiación solar, que puede estar agravada por la eliminación de la cubierta arbórea en las riberas fluviales.
- Altas temperaturas en el agua, también favorecida por la mala situación de las riberas.

La única forma de luchar contra los efectos de la eutrofización es disminuir la concentración de nutrientes, en particular de fósforo. Para ello deberían ponerse en marcha sistemas de eliminación de nutrientes, básicamente fosfatos, en las plantas de tratamiento. Además, debería pensarse en un control del empleo de fertilizantes agrícolas. Los otros aspectos sólo pueden ser mejorados mediante una correcta revegetación de márgenes.

A continuación, se muestran una serie de propuestas, que el equipo redactor cree necesarias para mejorar la situación en cuanto a calidad del agua en los ríos de Navarra:

- En primer lugar, completar y finalizar las obras de saneamiento y depuración en la red principal para la conexión de nuevos núcleos y áreas industriales a los sistemas de depuración. Todavía, existen núcleos menores y polígonos industriales que deben solucionar el tema del saneamiento y depuración de sus aguas.
- Mejora de los sistemas de depuración actualmente en funcionamiento para adaptarlos a las exigencias de los nuevos objetivos de calidad ambiental introducidos por la DMA.
- Se deben efectuar inventarios exhaustivos de los vertidos al cauce en las diferentes cuencas, así como una caracterización de dichos vertidos y tomar las medidas necesarias para eliminar estos vertidos, como conectarlos al colector general o establecer sistemas de depuración específicos.
- En el caso de vertidos industriales, se debe adecuar el efluente para que pueda ser conectado al colector mediante tratamientos específicos. Además, hay que tener en cuenta que la presencia de elementos tóxicos puede afectar negativamente al tratamiento biológico de las depuradoras.
- Además de vertidos de origen urbano e industrial existen vertidos de origen agropecuario que pueden afectar de manera notable a la calidad ecológica del agua. Se debe poner solución para evitar este tipo de vertidos. Uno de los casos más llamativos es el del río Cidacos, con importantes problemas de nitratos por ejemplo.

- Se deben tomar medidas para evitar los problemas que genera la contaminación difusa, un problema emergente que va cobrando importancia a medida que se van acometiendo las infraestructuras básicas de saneamiento y depuración.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBA-TERCEDOR, J., I. GUIASOLA, & A. SANCHEZ-ORTEGA, 1986. "Variaciones estacionales de las características fisicoquímicas y de la calidad biológica del río Gualalfeo (Granada)." II Simposio sobre el Agua en Andalucía: 235-247.
- ALBA-TERCEDOR, J., 1982. "Las familias y géneros de las ninfas de efémeras de la Región Paleártica Occidental." Claves para la identificación de la Fauna Española.
- ALBA-TERCEDOR, J. & A. SANCHEZ-ORTEGA, 1988. "Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978)." Limnética, 4: 51-56.
- ALBA-TERCEDOR, J. *et al.* 2002. "Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP')." Limnética, vol. 21 (3-4): 175-186.
- ALVAREZ, J.J., LOPEZ DEL MORAL, I. y URRIZALQUI, I. 1989. "Diagnosic ecológica del río Salazar." Gobierno de Navarra. 89 pp.
- ALVAREZ, J.J., URRIZALQUI, I. y UNZU, F., 1990. "Estudio piscícola de la cuenca del río Ega." Gobierno de Navarra. 233 pp.
- BRAIONI, M.G. & RUFFO, S., 1986. "Ricerca sulla qualità delle acque dell'Adige." Memorie del museo civico di Storia Naturale di Verona (II Serie). Sezione science della vita (A: BIOLOGICA). 6.
- BRINKHURST, R.O., 1971. "A guide for the identification of British aquatic Oligochaeta." Fresh. Biol. Ass., 22 pp.
- Bourrelly, P., 1966. "Les algues d'eau douce. I. Les algues vertes." Ed. Boubée & Cie. Paris. 572 pp
- Bourrelly, P., 1968, "Les algues d'eau douce. II. Les algues jaunes et brunes." Ed. Boubée & Cie. Paris. 517 pp.
- Bourrelly, P., 1970, "Les algues d'eau douce. III. Les algues bleues et rouges." Ed. Boubée & Cie. Paris. 512 pp.
- CEMAGREF, 1981. "Protection des ecosystemes d'eau courante. Note technique." Ministère de l'environnement. 60 pp.
- COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA, 1978. "Directive du Conseil du 18 de Juillet 1978, concernant la qualité des eaux douces ayan besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons." Journal Officiel des Communautés européennes, N° L 222/1: 63-72.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO, 2013. "Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental "
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO, 2007. "Protocolo de desinfección de equipos utilizados en masas de agua infectadas por Mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*).
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO, 2018. Aplicación y validación del índice de diatomeas iDIAT-ES en ríos de la cuenca del Ebro. 46pp.

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 política de aguas.

DIRECTIVA 2009/90/CE DE LA COMISIÓN de 31 de julio de julio de 2009 por la que se establecen, de conformidad con la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, las especificaciones técnicas del análisis químico y del seguimiento del estado de las aguas.

EDINGTON, J.M., & HILDREN, A.G., 1981. "A key to the caseless caddis larvae of the British Isles with notes on their ecology." *Fresh. Biol. Ass. Sci. Publ.*, 43.

ELLIOT, J.M. & MANN, K.H., 1979. "A key to the British Freshwater Leeches with notes on their life cycles and ecology." *Fresh. Biol. Ass. Sci. Publ.*, 40.

ELLIS, D.E., 1978. "British freshwater Bivalve Mollusca. Synopses of the British Fauna (New Series)." Doris M. Kermach Ed., 11.

ELOSEGUI, A. y POZO, J., 1.992. "Physico-chemical Characteristics of the Agüera River (Spain) during an unusual hydrologically period." *Annls. Limnol.* 28 (1) 1.992: pp. 85-96.

ELOSEGUI, A. y POZO, J., 1.994. "Variaciones Nictimerales de las Características Físicoquímicas de un Río Cantábrico." *Limnetica*, 10 (2): pp. 15-25 (1.994).

ELOSEGUI, A. and POZO, J., 1.994. "Spatial versus Temporal Variability in the Physical and Chemical Characteristics of the Agüera Stream (Northern Spain)." *Acta Oecologica*, 1.994, Nº 15 (5): pp. 543-559.

ELOSEGUI, A., ARANA, X., BASAGUREN, A., POZO, J., 1.995. "Self-Purification Processes Along a Medium-Sized Stream." *Environmental Management*, Vol. 19. Nº 6, pp. 931-939.

EUSKO JAURLARITZA, 1.995. "Red de Vigilancia de la Calidad de las Aguas y del Estado Ambiental de los ríos de la C.A.P.V." Gobierno Vasco, Dpto. de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente, 178 pp.

GARCIA DEL TANAGO, M.D., GARCIA DE JALON, D. y ELCORO, I.M., 1979. "Estudio sobre la fauna de macroinvertebrados de los ríos Cigüela, Záncara y Córcoles: aplicación de índices biológicos para el estudio de la calidad de sus aguas." *Bol. Est. Cent. Ecol.*, 8(15): 45-61.

Ghetti, P.F., 1981. "Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Nº 11 'Ostracodi'." Consiglio Nazionale delle Recherche AQ/1/197, 168 pp.

GLEDHILL, T., SUTCLIFFE, D.V. & WILLIAMS, W.D., 1976. "Key to British freshwater Crustacea: Malacostracea." *Fresh. Biol. Ass.*, 32.

GOBIERNO DE NAVARRA, 1994. "Plan de Ordenación Piscícola de Salmónidos de Navarra." Gobierno de Navarra. 92 pp.

GUISASOLA, I., ALBA-TERCEDOR, J. y SANCHEZ-ORTEGA, 1986. "Caracterización de los cursos permanentes de agua del río Adra: factores físicoquímicos, macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas." Dept. Zool. Fac. Cienc. Univ. de Granada.

HOLLAND, D.G., 1972. "A key to the larvae, pupae and adults of the British species of Elminthidae." *Fresh. Biol. Ass. Sci. Publ.*, 26.

HYNES, H.B.N., 1977. "A key to the adults and nymphs of the British Stonoflies (Plecoptera) with notes on their ecology and distribution." Fresh. Biol. Ass. Sci. Publ., 17.

HYNES, H.B.N., 1978. "The biology of the polluted waters." Liverpool U.P.

HYNES, H.B.N., 1979. "The ecology of running waters." Liverpool U.P.

IBARRA, J. & JASO, C., 1991. "Manual para la restauración de los ríos." Gobierno de Navarra. Monografías 1991. 74 pp.

INSTITUTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DE NAVARRA, S.A., 1.995. "Informe sobre el estado de los ríos de Navarra basado en Índices Bióticos – Año 1.995" Gobierno de Navarra, 287 pp.

LARRAZ, M., 1993. "Moluscos Terrestres y Acuáticos de Navarra (Norte de la Península Ibérica)." Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra: 326 páginas.

LOPEZ LLANEZA, J., 1984. "Estudio de la calidad del agua en el río Nalón y su cuenca. Comparación de índices de calidad en aguas dulces." Consejería de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente. Principado de Asturias. 127 pp. (CEOTMA).

MACAN, T.T., 1970. "A key to the adults and nymphs of the British species of Ephemeroptera with notes on their ecology." Fresh. Biol. Ass. Sci. Publ., 20.

MACAN, T.T., 1976. "A revised key to the British water Bugs (Hemiptera-Heteroptera) with notes on their ecology." Fresh. Biol. Ass. Sci. Publ., 16.

MACAN, T.T., 1977. "A key to the British fresh and brackish-water Gastropods with notes on their ecology." Fresh. Biol. Ass. Sci. Publ., 13.

MACAN, T.T., 1981. "A guide to freshwater invertebrate animals." Longman Ed., Londres, 1981.

MARGALEF, R., 1982. "Ecología." Omega Ed., Barcelona, 1982. 951 pp.

MARGALEF, R., 1983. "Limnología." Omega Ed., Barcelona, 1983. 1010 pp.

MASON, C.F., 1.984. "Biología de la Contaminación del Agua dulce." Alhambra. 289 pp.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 2007. "Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva marco del agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro". 234 pp.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE-CHE, 2005. "Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para invertebrados bentónicos." . 56 pp

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE-CHE, 2006-2017. "Red de Control Biológico de Ríos. Informe final años 2006-2017" (345 pp.)

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO, 2013. "Protocolo de muestreo y laboratorio de fauna bentónica de invertebrados en ríos vadeables: ML-Rv-I-2013". 26 pp.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO, 2013. "Protocolo de cálculo del índice IBMWP: CM-R-I-IBMWP-2013". 9 pp.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES (MOPT), 1992. "Plan Hidrológico Norte III. Proyecto de Directrices." Confederación Hidrográfica del Norte. Memoria (68 pp.) y Proyecto de Directrices (135 pp.).

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO, 2022. "Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro y el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental".

NILSA, 1.995. "Plan Director de Saneamiento de los Ríos de Navarra - 1.995." Navarra de Infraestructuras Locales, S.A. (NILSA), 75 pp. más anejos.

NISBET, M. et VERNEAUX, J., 1970. "Composants chimiques des eaux courantes." Ann. Limnol., 6(2): 161-190.

OCDE, 1982. "Eutrophication of waters; Monitoring assessment and control." Ed. OCDE. 155 pp

OLMI, M., 1976. "Fauna d'Italia. Coleoptera Dryopidae-Elminthidae." Caederini Ed. Bolonia.

ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción de Planificación hidrológica.

OTAMENDI, A., 1979. "Estudio fisicoquímico-biológico de los afluentes del río Ebro en Navarra." Diputación Foral de Navarra. 139 pp.

PALAU, A., y PALOMES, A., 1985. "Diagnóstico fisicoquímico y biológico del río Segre." Universitat Politecnica de Catalunya. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Técnicos. 500 pp.

PARDO, I., ABRAÍN, R., GÓMEZ-RODRÍGUEZ, C., GARCÍA-ROSELLÓ, E. 2010. Aplicación de los sistemas de evaluación del estado ecológico desarrollados para ríos en la aplicación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico 2010. NIPO 282-12-001-X

PESSON, P., 1979. "La contaminación de las aguas continentales." Mundi-Prensa Ed. Madrid, 1979. 335 pp.

Pontin, M.R., 1978. "A key to the british planktonic and semiplanktonic rotifera of the British Isles." Freshwater Biological Association, Sci. Publication. Nº 38: 178 pp.

PRAT, N., PUIG, M.A., GONZALEZ, G. y TORT, J., 1982. "Predicció i control de la qualitat de les aigües dels rius Besós i Llobregat, I. Els factors físics i químics del medi." Estudis i Monografies del Servei del Medi Ambient. Diputació de Barcelona.

PRAT, N., PUIG, M.A., GONZALEZ, G. y TORT, J., 1983. "Predicció i control de la qualitat de les aigües dels rius Besós i Llobregat, II. El poblament faunístic i la seva relació amb la qualitat de les aigües." Estudis i Monografies del Servei del Medi Ambient. Diputació de Barcelona.

REYNOLDS, T.B., 1978. "A key to the British species of freshwaters Triclad (Turbellaria, Paludicola)." Fresh. Biol. Ass. Sci. Publ., 23.

RODIER, J., 1978. "Análisis de las aguas." Omega Ed., Barcelona, 1978. 1059 pp.

RUBIO, M., 2009-2021. "Estudio de determinación de índices bióticos en 88 puntos de los ríos de Navarra." Gobierno de Navarra. Más anexos y mapas.

SABATER, S., 1988. "Composición y ciclo de pigmentos clorofílicos en las poblaciones del fitobentos del río Ter durante un período de nueve meses." *Oecologia Aquática*, 9:61-75.

Streble H, Krauter D., 1985. "Atlas de los microorganismos de agua dulce. La vida en una gota de agua." Ed. Omega. 357 pp.

TACHET, H., BOURNARD, M., RICHOUX, P.H. 1980. "Introduction a l'étude des macroinvertébrés des eaux douces." Univ. Lyon, Ass. Franc. Limnol.

TORO, M., et al. 2002. "Calidad de las aguas de los ríos mediterráneos del proyecto GUADALMED. Características fisicoquímicas". *Limnética*, vol. 21 (3-4): 63-77.

URRIZALQUI, I., 1996-2001. "Estudio de determinación de índices bióticos en 64 puntos de los ríos de Navarra." Gobierno de Navarra. Más anexos y mapas.

URRIZALQUI, I., RUBIO, M., 2002-2008. "Estudio de determinación de índices bióticos en 81 puntos de los ríos de Navarra." Gobierno de Navarra. Más anexos y mapas.

UTE ANBIOTEK-CIMERA, 2015-2019. "Red de seguimiento del estado biológico de los ríos de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de resultados. Campañas 2015-2019. UR Agentzia-Agencia Vasca del agua. Gobierno Vasco

VANOTTE, R.L. et al., 1980. "The river continuum concept." *Canad. J. Fish Aquat. Sci.* 37: 130-137.

VERNEAUX, J., & TUFFERY, G., 1967. "Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes." *Ann. Sci. Univ. Besançon*, 3: 79-90.

WASSON, G., DUMONT, B. et TROCHERIE, F., 1981. "Protocole de description des habitats aquatiques et de prélèvement des invertébrés benthiques dans les cours d'eau." CEMAGREF, 32 pp.

WHITTON, B.A., 1975. "River Ecology." Blackwell Scientific Publications, 725 pp.

WOODIWISS, F.S., 1964. "The biological system of stream classification used by the Trent River Board." *Chem. Ind. March.*, 14: 443-447.